



МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
„ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ
ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЕТО“

СБОРНИК С ДОКЛАДИ

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
“INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES IN BUSINESS AND EDUCATION“

CONFERENCE PROCEEDINGS

Международна научна конференция
ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ
В БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЕТО

Сборник с доклади

International Conference
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES
IN BUSINESS AND EDUCATION

Conference proceedings

ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЕТО

**Сборник с доклади от Международна научна конференция
по случай 55 години от създаването на катедра „Информатика“
при Икономически университет – Варна**

2024

**Издателство „Наука и икономика“
Икономически университет – Варна**

**INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES IN BUSINESS
AND EDUCATION**

**Proceedings of the International Conference dedicated
to the 55th anniversary of the Department of Informatics**

2024

University publishing house "Science and economics"

University of Economics – Varna

Сборник с доклади от Международна научна конференция по случай 55 години от създаването на катедра „Информатика“ при Икономически университет – Варна на тема „Информационни и комуникационни технологии в бизнеса и образованието“. Докладите са обект на авторско право. Разрешение за ползване на докладите или на част от тях може да се получи от издателство „Наука и икономика“ (izdatel@ue-varna.bg).



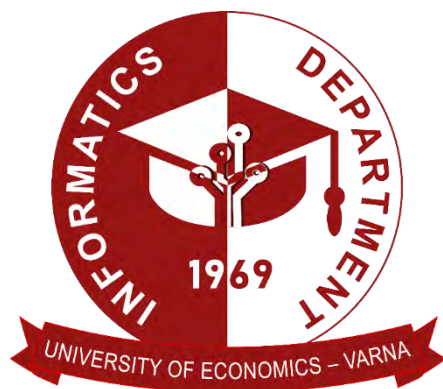
Публикуваните доклади не са редактирани. Авторите носят пълна отговорност за съдържанието на материалите, изразените мнения, използваните данни, цитираните източници, както и за езиковото оформление на текстовете.

Конференцията е проведена с подкрепата на:
KBC Global Services, myPOS, Adastra, HTC – клон Варна.

© Издателство „Наука и икономика“
Икономически университет – Варна, 2024.

ISBN 978-954-21-1184-9

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, re-use of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in any other way, and storage in data banks. Permission for use must always be obtained from University publishing house “Science and economics”. Please contact izdatel@uevarna.bg.



Published papers have not been edited or adjusted. The authors are solely responsible for the content, originality and errors of their own fault.

With the support of
KBC Global Services, myPOS, Adastra, Varna Scientific and Technical Unions (VSTU).

© University publishing house “Science and economics”,
University of Economics – Varna, 2024

ISBN 978-954-21-1184-9

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

Проф. д-р Абдел-Бадих Салем
Проф. д-р Агнешка Будзевич-Гузлецка
Проф. д-р Анна Драб-Куrowsка
Проф. д-р Борислав Стоянов
Проф. д-р Владимир Сълов
Проф. д-р Едуард Стоица
Проф. д-р Евдокия Сотирова
Проф. д-р Здислав Полковски
Проф. д-р Иван Гарванов
Проф. д-р Красимир Кордов
Проф. д-р Красимир Шишманов
Проф. д-р Мачей Чаплевски
Проф. д-р Магдалена Гарванова
Проф. д-р Мариан Кристеску
Проф. д-р Михаил Бусу
Проф. д-р Мирослав Гълъбов
Проф. д.н. Павел Петров
Проф. д-р Само Бобек
Проф. д-р Силвия Парушева
Проф. д-р Снежана Сълова
Проф. д-р Станислав Иванов
Проф. д-р Теодора Бакърджиева
Проф. д-р Тодор Кръстевич
Проф. д.н. Цветанка Георгиева-Трифонова
Проф. д-р Цветомир Василев
Проф. д-р Юлиан Василев
Доц. д-р Бойчо Бойчев
Доц. д-р Ваня Лазарова
Доц. д-р Иван Куюмджиев
Доц. д-р Янка Александрова

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ

Проф. д-р Юлиан Василев

ЧЛЕНОВЕ

Проф. д-р Владимир Сълов
Проф. д-р Силвия Парушева
Проф. д-р Снежана Сълова
Проф. д.н. Павел Петров
Доц. д-р Иван Куюмджиев
Доц. д-р Янка Александрова
Гл. ас. д-р Бонимир Пенчев
Гл. ас. д-р Борис Банков
Гл. ас. д-р Латинка Тодоранова
Гл. ас. д-р Мария Армянова
Гл. ас. д-р Миглена Стоянова
Гл. ас. д-р Михаил Радев
Гл. ас. д-р Ольга Маринова
Гл. ас. д-р Радка Начева
Гл. ас. д-р Стойчо Стоев

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Тижен Талиб

PROGRAMME COMMITTEE

Prof. Abdel-Badeeh Salem, PhD
Prof. Agnieszka Budziewicz-Guzlecka, PhD
Prof. Anna Drab-Kurowska, PhD
Prof. Borislav Stoyanov, PhD
Prof. Eduard Stoica, PhD
Prof. Evdokia Sotirova, PhD
Prof. Ivan Garvanov, PhD
Prof. Julian Vasilev, PhD
Prof. Krasimir Kordov, PhD
Prof. Krasimir Shishmanov, PhD
Prof. Maciej Czaplewski, PhD
Prof. Magdalena Garvanova, PhD
Prof. Marian Cristescu, PhD
Prof. Mihail Busu, PhD
Prof. Miroslav Gulabov, PhD
Prof. Pavel Petrov, DSc
Prof. Samo Bobek, PhD
Prof. Silviya Parusheva, PhD
Prof. Snezhana Sulova, PhD
Prof. Stanislav Ivanov, PhD
Prof. Teodora Bakardzhieva, PhD
Prof. Todor Krastevich, PhD
Prof. Tsvetanka Georgieva-Trifonova, DSc
Prof. Tsvetomir Vasilev, PhD
Prof. Vladimir Sulov, PhD
Prof. Zdzisław Pólkowski, PhD
Assoc. Prof. Boycho Boychev, PhD
Assoc. Prof. Ivan Kuyumdzhiev, PhD
Assoc. Prof. Vanya Lazarova, PhD
Assoc. Prof. Yanka Alexandrova, PhD

ORGANIZING COMMITTEE

CHAIRMAN

Prof. Julian Vasilev, PhD

MEMBERS

Prof. Vladimir Sulov, PhD
Prof. Silvia Parusheva, PhD
Prof. Snezhana Sulova, PhD
Prof. Pavel Petrov, DSc
Assoc. Prof. Ivan Kuyumdzhiev, PhD
Assoc. Prof. Yanka Aleksandrova, PhD
Chief Assist. Prof. Bonimir Penchev, PhD
Chief Assist. Prof. Boris Bankov, PhD
Chief Assist. Prof. Latinka Todoranova, PhD
Chief Assist. Prof. Mariya Armianova, PhD
Chief Assist. Prof. Miglena Stoyanova, PhD
Chief Assist. Prof. Mihail Radev, PhD
Chief Assist. Prof. Olga Marinova, PhD
Chief Assist. Prof. Radka Nacheva, PhD
Chief Assist. Prof. Stoycho Stoev, PhD

SECRETARY

Tijen Talib

ПРЕДГОВОР

Настоящият сборник съдържа докладите от Международната научна конференция „Информационни и комуникационни технологии в бизнеса и образованието“, която се проведе в Икономически университет – Варна на 18 октомври 2024 г.

Международната научна конференция е посветена на 55-годишнината на катедра „Информатика“ при Икономически университет – Варна. Включените доклади описват последните научни и практически постижения в областта на информационните и комуникационните технологии, информационните системи и техните приложения в бизнеса и в образованието.

Докладите, включени в сборника, са подложени на рецензиране и проверка за плагиатство.

FOREWORD

These proceedings contain the papers of the International Conference “Information and Communication Technologies in Business and Education” which took place at the University of Economics – Varna, Bulgaria, 18 October 2024.

The international scientific conference is dedicated to the 55th anniversary of the Department of Informatics at the University of Economics – Varna. The included papers describe recent scientific and practical developments in the field of information and communication technologies, information systems, and their applications in business and education.

The papers in the Proceedings are peer-reviewed and are checked for plagiarism.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Красимир Шишманов, Кремена Маринова-Костова	
Implementation of digital transformation of enterprises based on application integration	14
2. Наталия Маринова	
The Bright and the Dark Side of TESCREAL Ideology.....	19
3. Снежана Сълова	
Методи и техники за подобряване на резултатите при компютърна обработка на текст.....	25
4. Павел Петров, Стефка Петрова	
Геокодираща система P4.....	31
5. Владимир Сълов	
Някои резултати от тестове за разбиране на код в обучението по програмиране	37
6. Юлиан Василев	
The use of MyGPT for creating aggregated reports in specific report templates using data from personalised interviews.....	42
7. Силвия Парушева, Петя Страшимирова	
Ролята на микроквалификациите в развитието на дигиталните умения на студентите.....	47
8. Olena Fedusenko, Iryna Domanetska, Yaroslav Khrolenko, Georgy Gaina	
Development of a cross-platform application with the NoSQL Firebase database and the Ionic framework.....	56
9. Десислава Колева, Янка Александрова	
Evaluation of the Performance of Automated Machine Learning Tools	63
10. Бойчо Бойчев	
Маркетингови инструменти с изкуствен интелект.....	71
11. Янка Александрова, Михаил Радев	
Роботизация на малък бизнес с RPA (Robotic Process Automation).....	76
12. Iryna Shkitina, Olha Izmailova, Hanna Krasovska, Oleh Ilarionov, Iryna Domanetska	
Enhancing Information Technologies for Maritime Personnel Selection in Crewing Companies Based on Decision Support Systems	81
13. Олга Маринова, Петя Страшимирова	
Автоматизирано извличане и анализ на библиометрични данни чрез API	84
14. Радка Начева	
An Emotions Mining Approach to Support Artificial Intelligence Systems.....	92
15. Миглена Стоянова	
AI Agents for Education and Training.....	105
16. Мария Армянова	
Особености, модел и предизвикателства на дигиталните близнаци.....	113
17. Борис Банков, Деница Петкова	
Деконструиране на Мрежата от данни: иновации в използването на API.....	122
18. Стойчо Стоев, Пресиян Терзиев	
Софтуер за подпомагане на процеса на обучение по програмиране	129
19. Асен Божиков, Юрий Кузнецов	
Изграждане на единна информационна инфраструктура за образователна аналитика във висшето образование	134

20. Латинка Тодоранова, Бонимир Пенчев	
Интеграция на изкуствения интелект и на гъвкавите методологии във висшето образование	142
21. Анита Тодоранова	
Лексеми с корен <i>краш</i>, ексцерпирани в интернет пространството.....	149
22. Ивайло Димитров	
From Strategy to ROI: Advanced Cloud Migration Methods Accelerating Digital Transformations.....	155
23. Ивиана Христова	
Optimizing Cloud Data Management with AI-Driven Solutions.....	162
24. Йордан Йорданов	
Възможности за рационализиране на бизнес процеси в производствени предприятия чрез прилагане на облачни технологии	169
25. Иван Михайлов	
Киберсигурността от гледна точка на потребителите	176
26. Николай Николов	
Теоретични основи на алгоритмите за изкуствен интелект	182
27. Станаила Нейкова-Крагаева	
Геймификация: инструмент за повишаване на мотивацията и постиженията на учениците в профилираното обучение по информатика	187
28. Симеон Владков	
Съвременни инструменти за тестване на PHP базирани уеб приложения	196
29. Мариана Маринова	
Ролята на социалните медии в изграждането на бранд идентичност и таргетиране на аудитория.....	202
30. Гергана Касабова	
Built-in learning analytics capabilities in Moodle	206
31. Деан Василев	
Управление на информационна сигурност в образователните институции: политики, процедури и добри практики.....	213
32. Дако Димов	
Методи за защитено съхранение на данни	220
33. Виктор Андреев	
Избор на Exchange-traded fund (ETF) за финансовото портфолио на инвеститора	229
34. Славка Стаменова	
Анализ на системи, базирани на изкуствен интелект, за осигуряване на обучението във висшето образование.....	237
35. Яна Панчева	
Приложение на локално SEO за подобряване на видимостта и конкурентоспособността на малкия и среден бизнес в дигиталната ера.....	246
36. Мартин Дойнов	
Обзор на видовете източници на данни	253
37. Давид Петков	
Meal Master: An Innovative AI Solution for Recipe Generation.....	262

CONTENTS

1. Krasimir Shishmanov, Kremena Marinova-Kostova	
Implementation of digital transformation of enterprises based on application integration	14
2. Natalia Marinova	
The Bright and the Dark Side of TESCREAL Ideology	19
3. Snezhana Sulova	
Methods and techniques for improving results in natural language processing.....	25
4. Pavel Petrov, Stefka Petrova	
Geocoding system P4.....	31
5. Vladimir Sulov	
Some Results from Code Comprehension Tests in Computer Programming Classes	37
6. Julian Vasilev	
The use of MyGPT for creating aggregated reports in specific report templates using data from personalised interviews.....	42
7. Silvia Parusheva, Petya Strashimirova	
The Role of Micro-Credentials in Developing Students' Digital Skills	47
8. Olena Fedusenko, Iryna Domanetska, Yaroslav Khrolenko, Georgy Gaina	
Development of a cross-platform application with the NoSQL Firebase database and the Ionic framework	56
9. Desislava Koleva, Yanka Aleksandrova	
Evaluation of the Performance of Automated Machine Learning Tools	63
10. Boycho Boychev	
Marketing tools with artificial intelligence	71
11. Yanka Alexandrova, Mihail Radev	
Small Business Robotization with RPA (Robotic Process Automation).....	76
12. Iryna Shkitina, Olha Izmailova, Hanna Krasovska, Oleh Ilarionov, Iryna Domanetska	
Enhancing Information Technologies for Maritime Personnel Selection in Crewing Companies Based on Decision Support Systems	81
13. Olga Marinova, Petya Strashimirova	
Automated extraction and bibliometric data analysis with API.....	84
14. Radka Nacheva	
An Emotions Mining Approach to Support Artificial Intelligence Systems.....	92
15. Miglena Stoyanova	
AI Agents for Education and Training	105
16. Mariya Armyanova	
Features, model and challenges of digital twins.....	113
17. Boris Bankov, Denitsa Petkova	
Deconstructing the Web of Data: Innovations in the Usage of API.....	122
18. Stoycho Stoev, Presian Terziev	
Software to Support the Programming Learning Process	129
19. Asen Bozhikov, Yuriy Kuznetsov	
Building a Unified Information Infrastructure for Learning Analytics in Higher Education	134

20. Latinka Todoranova, Bonimir Penchev	
Integration of Artificial Intelligence and Agile Methodologies in Higher Education	142
21. Anita Todoranova	
Lexemes with the Root Crash, Extracted in the Online Space	149
22. Ivaylo Dimitrov	
From Strategy to ROI: Advanced Cloud Migration Methods Accelerating Digital Transformations	155
23. Iviana Hristova	
Optimizing Cloud Data Management with AI-Driven Solutions	162
24. Yordan Yordanov	
Enhancing Business Processes In Manufacturing Enterprises Through Cloud-Based Technologies	169
25. Ivan Mihaylov	
Cybersecurity from the Users' Perspective	176
26. Nikolay Nikolov	
Theoretical Foundations of Artificial Intelligence.....	182
27. Stanaila Neykova-Karagaeva	
Gamification: A Tool for Enhancing Student Motivation and Achievement in Profiling Informatics Education	187
28. Simeon Vladkov	
Modern testing tools for PHP web applications	196
29. Mariana Marinova	
The Role of Social Media in Building Brand Identity and Audi-Ence Targeting.....	202
30. Gergana Kasabova	
Built-in learning analytics capabilities in Moodle	206
31. Dean Vasilev	
Information security management in educational institutions: policies, procedures and good practices	213
32. Dako Dimov	
Methods for secure storage of data.....	220
33. Viktor Andreev	
Choosing the Right Exchange-Traded Fund for your investment portfolio	229
34. Slavka Stamenova	
An analysis of artificial intelligence-based systems for the delivery of learning in higher education	237
35. Yana Pancheva	
Application of Local SEO to Improve the Visibility and Competitiveness of Small and Medium-Sized Businesses in the Digital Age	246
36. Martin Doynov	
An Overview of the Data Source Types	253
37. David Petkov	
Meal Master: An Innovative AI Solution for Recipe Generation	262

IMPLEMENTATION OF DIGITAL TRANSFORMATION OF ENTERPRISES BASED ON APPLICATION INTEGRATION

Krasimir Shishmanov¹, Kremena Marinova-Kostova²

¹ Department of Business Informatics, D. A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria,
k.shishmanov@uni-svishtov.bg

² Department of Business Informatics, D. A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria,
k.marinova@uni-svishtov.bg

ABSTRACT

Application integration is a key component of businesses' digital transformation. It not only optimizes internal operations but also enhances customer interaction and supports decision-making at various levels of management. Despite technical and organizational challenges, successful integration offers significant benefits, enabling enterprises to stay competitive in a dynamic market. To fully realize the potential of digital transformation, businesses must invest in both technologies and strategies for effective application integration.

KEYWORDS: *digital transformation of business, application integration, system integration, corporate information systems*

INTRODUCTION

Digital transformation is the process by which enterprises revise and adapt their business models to handle changing market conditions and technological advances. Application integration plays a key role in this process, allowing companies to optimize their operations, improve interactions with their customers and partners, and generally increase their efficiency.

The implementation of digital transformation in enterprises raises some questions: from where to start, what are the main objects, what principles should be taken into account and, perhaps most importantly, what methodology should be followed. The answer to these questions is not unequivocal, but the emphasis should be placed on the corporate information system used to manage the main activities of the enterprise and its specific production structures.

1. DIGITAL TRANSFORMATION

Digital transformation requires a strategic and systematic approach where application integration serves as a central component in changing business models to meet changing market demands and technological advances. Enterprises undertaking this initiative face critical questions about the scope, objectives, and guiding principles for implementation. Although the answers may vary, an enterprise information system remains a fundamental component supporting the management of core activities and specialized functions within an organization.

At the same time, it should be considered that modern corporate information system has to be oriented towards the successful completion of every business process rather than just particular tasks. The following distinctive characteristics can be outlined:

- focusing on the creation and effective use of corporate distributed processes to generate management decisions at all levels of the enterprise;
- systematic integration of internal information systems for analysis, evaluation, and forecasting

of all aspects of the enterprise's activity;

- integration and information compatibility with databases and file systems of "old" (legacy) information systems;
- ensuring the reliability and integrity of the data when exchanging information with the external counterparties and partners of the enterprise;
- integration with external information systems related to the enterprise;
- ensuring a high level of reliability in data exchange in online operation 24 hours a day, 365 days a year;
- high flexibility and mobility of applications.

In the present paradigm of digital transformation, the provision of full information support, as well as the extension of information and analytical capacities in the activity of each employee, workplace, department, or other structural unit in the enterprise's functioning, is crucial. As a result, when considering digital transformation processes, it is wise to keep in mind that the corporate information system manages business processes, information movement, personnel activity, and communication with counterparties, and thus forms both the enterprise's business architecture and its IT architecture.

Therefore, the methods for designing and implementing digital transformation must be defined and considered at the level at which the integration of all IT and business aspects is supported. It is determined that corporate information system integration is essential. Integration, often known as systems integration, or SI, is the process of integrating several software systems, their data, and/or components within an organization so that the systems work together as a single unit (Rouse, 2013).

Application integration involves connecting different software systems, platforms, and tools so that they work in sync. This allows:

- Automation of business processes: by automating routine tasks such as data processing and inventory management, enterprises can minimize the time and resources required for day-to-day operations.;
- Better communication: the usage of integrated applications improves the exchange of information between departments, which reduces the risks of errors and misunderstandings;
- Data analysis: the connection between different systems enables the collection of data from multiple sources, which improves analytical capabilities and supports the decision-making process;
- Flexibility and adaptability: the easy integration of new applications and technologies allows enterprises to respond quickly to business and market changes;
- Improved customer experience: the integration of customer relationship management (CRM), e-commerce, and marketing applications, helps companies offer personalized services and improve customer satisfaction.

2. ENTERPRISE APPLICATION INTEGRATION

In the context of the corporate information system, the term Enterprise application integration (EAI) is distinguished.

(Weske, 2012) discusses various EAI approaches. The most basic form of integration is known as point-to-point integration. This integration strategy involves creating connections (or interfaces) between all of the different systems that need to interact with one another.

According to Weske (2012), the next phase in EAI development is integration through a centralized intermediate application integration layer known as the Hub.

The advantages of this technique include a significant reduction in the number of required integration components. Each system that has to interface with the others via the centralized hub requires only one integration component (adapter).

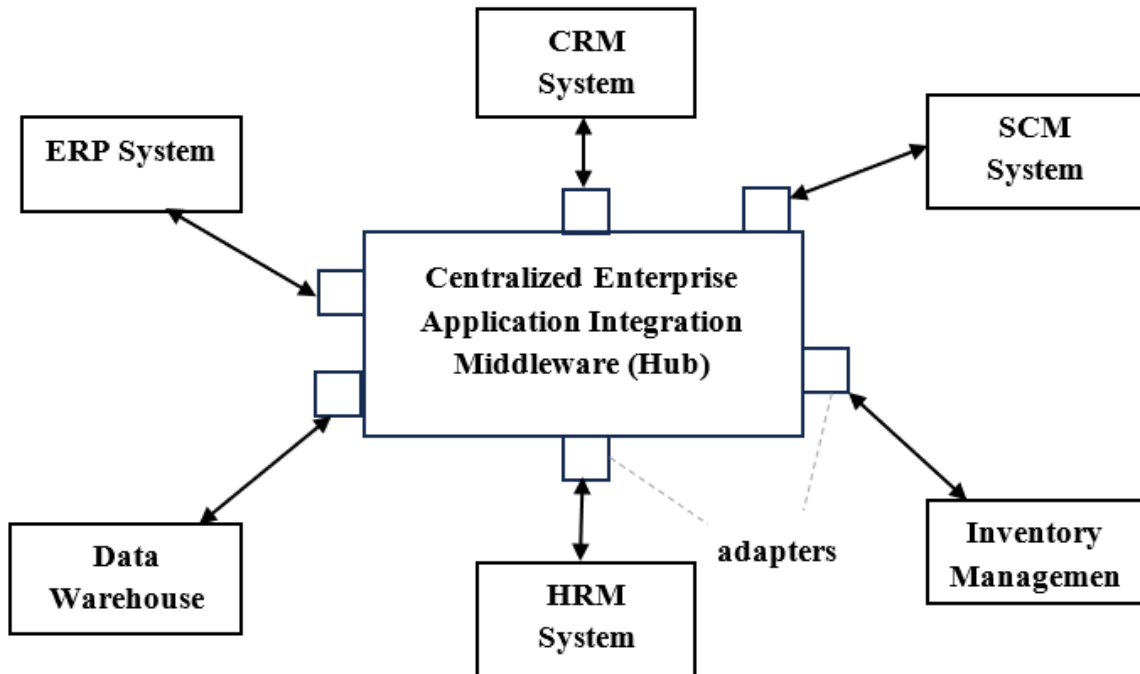


Figure 1. Application integration through a centralized EAI integration layer

Source: Adapted by (Weske, 2012)

The reduced number of adapters is an excellent solution, although it does have certain limitations. One option for improving the technique is to use a message broker. The Message Broker serves in place of a centralized Hub, distributing communication messages amongst various systems. Messages are dispersed depending on predefined rules.

The broker also transforms the sender's data in the messages to match the recipient's data structure. This requires the implementation of a specific transformation and mapping logic, as well as the maintenance of a common data model that allows transformations between and within distinct system models.

The next evolutionary phase is represented by the so-called Service Oriented Architecture (SOA). "SOA is a set of principles and methodologies for designing and developing software as interoperable services. Services are detailed business functionalities built in the form of software components (individual pieces of program code and data structures) that can be reused for different purposes." (Panagacos, 2012).

According to Weske (2012) "SOA is a software architecture that provides an environment for describing and finding software services, and for binding to services."

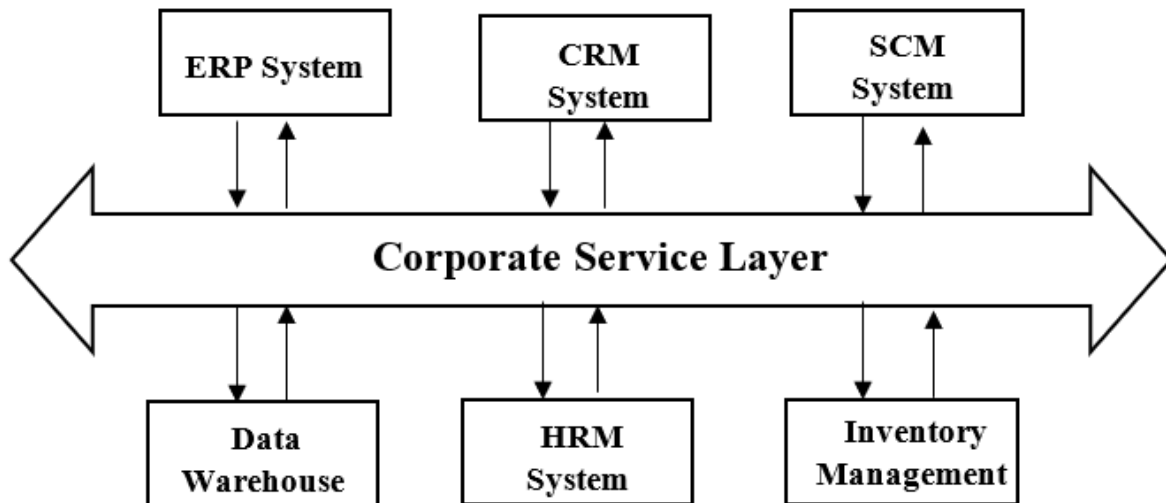


Figure 2. Application integration through a common enterprise services layer

Source: Adapted by (Weske, 2012)

SOA revolves around services. To implement the SOA integration method, the organization's individual corporate information systems must provide a set of services for all operations that other systems can use. This results in the addition of a new layer in corporate information systems: **the layer of corporate services**.

Implementing this method in enterprise systems integration expands the traditional model of using an enterprise middle layer (Barry & Dick, 2013). SOA introduces standardized interfaces for data transfer through services, resulting in the development of so-called open standards and enabling global application integration. In summary, the introduction of SOA enables the growth of business process systems from their basic versions to intelligent BPM platforms that work in full integration and serve as the foundation for the enterprise's digital transformation (Cummins, 2008).

As a result, intelligent business process management solutions are frequently used alongside SOA methodologies. This ensures the flexibility and independence of systems at all levels. The logic of each of the integrated corporate information systems, as well as their physical location, is isolated from the integration services, which allows for enormous freedom when making modifications.

Despite the undeniable necessity of application integration in the process of digital transformation, one must consider the fact that it may encounter numerous challenges:

- **Complexity of systems:** As the number of applications and platforms increases, managing and integrating between them can become complex. Complexity manifests itself in various aspects related to various technical, architectural, and organizational difficulties. The most common is that applications are developed with different technologies, programming languages, databases, and infrastructure platforms (on-premises or cloud). Interoperability between these technologies may be challenging due to protocol or API incompatibility. Another issue is that different applications utilize different data models, formats, and structures, making synchronization and transformation between systems complicated and requiring significant effort to harmonize them.
- **Data security:** The inability to implement sufficient security measures can increase the risk of cyber-attacks. Integration often involves the exchange of sensitive data, requiring the adoption

of strong safety measures such as encryption, authentication, and access control. Systems must comply with a variety of regulations and security standards, which increases their complexity.

- **Cultural change:** Application integration is a difficult process that involves both technological and human aspects. It frequently requires a redesign of existing work processes. This includes training employees to work with the new systems and modifying processes to fully utilize the new applications. They can automate tasks that were previously done manually, requiring additional training or even reassigning personnel to new roles.

CONCLUSION

In conclusion, implementing digital transformation through application integration is critical for optimizing corporate processes and increasing competitiveness. Key approaches, such as the centralized intermediate application integration layer known as the Hub, reduce system connections by centralizing communication, while Service Oriented Architecture (SOA) provides greater flexibility through standardized services that allow seamless integration across platforms. However, some challenges such as the complexity of systems, data security, and cultural change, need to be considered for successful integration. Overall, investing in effective integration strategies and technologies is critical for enterprises looking to maximize the benefits of digital transformation.

REFERENCES

1. BARRY, D. K. & DICK, D. (2013) *Web Services, Service-Oriented Architectures, and Cloud Computing: The Savvy Manager's Guide (The Savvy Manager's Guides)*. 2nd ed. Morgan Kaufmann.
2. CUMMINS, F. A. (2008). *Building the Agile Enterprise: With SOA, BPM and MBM*. Morgan Kaufmann.
3. PANAGACOS, T. (2012) *The Ultimate Guide to Business Process Management: Everything you need to know and how to apply it to your organization*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
4. ROUSE, M. (2013) *System Integration*. [Online] Available from: <https://www.techopedia.com/definition/9614/system-integration-si> [Accessed 26 09 2024].
5. WESKE, M. (2012) *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. 2nd ed. Springer.

THE BRIGHT AND THE DARK SIDE OF TESCREAL IDEOLOGY

Natalia Marinova, Assoc. Prof., PhD (Econ)

D. A. Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria, n.marinova@uni-svishtov.bg

ABSTRACT

The paper is dedicated to a package of seven successive ideologies that have emerged in the last 35 years, united under the circulating on the Web neologistic acronym TESCREAL. Over the past two years, this label has been used to designate the ideas of some of the richest, smartest and most prominent technological leaders to improve human life through technologies inspired by several overlapping futuristic philosophies related to Transhumanism and Longtermism. Proponents of a techno-utopian TESCREALism vision of the future of humanity believe that building super-intelligent Artificial General Intelligence Systems will lead to the creation of radically improved and even immortal humans colonizing the Universe, while TESCREALists sceptics bring to the fore the existential danger of Artificial General Intelligence Systems turning and destroying against their creators.

KEYWORDS: TESCREAL, Artificial General Intelligence Systems

INTRODUCTION

The rapid development of large language models (GPT-4, Gemini, Llama, Claude, Mistral, Grock, etc.) and generative Artificial Intelligence applications (ChatGPT, Gemini, Copilot, Ernie, DALL-E, Midjourney, Stable Diffusion, Sora, and many others) over the past two years have given a new impetus to the aspirations of many researchers and manufacturers of AI products with a narrow purpose to pursue the modern big goal of the scientific field of Artificial Intelligence - the creation of Artificial General Intelligence Systems. The applied goal of Artificial General Intelligence – creating systems with flexibility and adaptability equivalent to human intelligence (Littman, et al., 2021, p. 27) – has motivated a number of scientists and technology leaders to seek theoretical concepts and practical solutions to improve human life through a variety of intelligent and experimental technologies.

The acronym TESCREAL refers to a package of several futuristic philosophies related to transhumanism and longevity that overlap in certain aspects (Troy, 2023). The authors of this neologistic acronym, denoting a package of seven ideologies that have appeared in succession over the past 35 years - former co-head of AI ethics at Google Timnit Gebru and PhD student in philosophy at Leibniz University Émile Torres - believe that they are the main reason why leading technology companies such as OpenAI, Microsoft, DeepMind, Neuralink, FTX, and others invest in researches to create Artificial General Intelligence Systems and in non-profit organizations such as the Future of Humanity Institute and the Future of Life Institute (Torres, 2023).

1. THE IDEOLOGIES IN THE TESCREAL LABEL

The abbreviation TESCREAL shifts the focus from the current social injustices in the functioning of today's Artificial Intelligence Systems (algorithmic bias, spreading disinformation, putting thousands of jobs at risk, etc.) in the direction of drastically increasing economic productivity, insightfully increasing human intelligence, and preventing a possible techno-apocalypse (Ahuja, 2023). The acronym is made up of the first letter of the following ideologies: transhumanism, Extropianism, singularitarianism, cosmism, Rationalism, Effective Altruism, and longtermism.

Transhumanism

The key ideology in the TESCREAL package is transhumanism, which propagandize the possibility of technologically and biologically achieving longer, healthier and more fulfilling lives through the means of Genetic Engineering, Cybernetics, and Artificial Intelligence. According to this intellectual and cultural movement and teaching, such a re-engineering of the human species will create a superior new race of post-humans with superhuman abilities – higher morality, immortality, very high IQ, total control over their emotions, extreme "rationality", and new sensory modalities – echolocation, telepathy, clear vision, clear hearing, etc. (Bostrom, et al., 1999). Transhumanists believe that the symbiotic connection of humans and machines will allow the recording of human memories and the recreation of biological beings on digital and/or biological media. If it is impossible to achieve physical immortality within the current life, a procedure of body cryogenization and subsequent resuscitation can be chosen in the presence of appropriate technological know-how.

Extropianism

Contrary to the concept of Entropy in Thermodynamics and Information Theory, Extropianism is a philosophy according to which all of humanity can live in harmony and cooperation. Extropians believe that advances in science and technology will someday make it possible for people to exist indefinitely in a happier, more prosperous, and freer world, where individuals connect with each other and with community through virtual reality. The term "extropia" was first used in 1983 by science fiction author Diane Duane (Witchers, 2023). In 1988, Max More and Tom Morrow founded the Extropy Institute, which for almost two decades brought together different groups of people with futuristic ideas, held a series of conferences and maintained an online discussion forum to share and discuss new transhumanist principles such as "perpetual progress", "self-transformation", "practical optimism", "intelligent technology", "self-direction", "rational thinking", and "spontaneous order" (More, 2003).

Singularitarianism

Singularitarianism is an idea suggesting that one day computer technology will advance to a point where it will begin to self-aware, self-design, and improve exponentially, leading to an explosion of intelligence, technological advancements, and the emergence of artificial super-intelligence surpassing human intelligence (Yudkowsky, 2007). Singularitarianistic techno-utopian concerns about the medium-term future imply the creation of an Earth-ruling supercomputer and the displacement of humans in second place (Harrison, 2023). In order to achieve a post-singular state of radical abundance and colonization of the Universe by post-human digital descendants with extremely sublime forms of intelligence, action must be taken in the direction of harnessing the moment of singularity for the benefit of all humanity (Kurzweil, 2005). The theory that digital life is the natural and desirable next step in the cosmic evolution of the earth's population and giving free rein to digital minds instead of stopping or enslaving them will bring a positive result has been called by Max Tegmark a "digital utopianism" (Tegmark, 2017, p. 32).

Cosmism

Cosmism is a set of ideologies promoted by Russian scientists and philosophers such as Nikolai Fyodorov, Konstantin Tsiolkovsky (who developed key formulas in rocketry and had a profound influence on Elon Musk), and Vladimir Vernadsky (according to which the Earth will develop a "global brain" called the "noosphere"). At the heart of this manifesto for the "cure" of death and a philosophical state of being combining the energy fields of the Universe and humanity is the idea of

exploring and colonizing the cosmos by virtually "resurrected" minds through means of space-time engineering (Goertzel, 2010, p. 10).

Rationalism

Rationalism is an established philosophical idea for optimizing human rationality, according to which the source and foundation of knowledge about the real world should be a common mind, combining the energy and thoughts of the entire earthly population. According to this supreme guiding principle, only in this way each individual can become smarter and more rational in his actions and worldview. The rationalist movement gave rise to the emergence of hierarchical communities (the first one was organized on the website Lesswrong.com, founded in 2009 by Yudkowsky), attracting mostly young men with a desire to "improve" ways of understanding and using the human mind.

Effective Altruism

Effective Altruism is a philosophical and social movement to optimize human morality that proclaims "the use of evidence and reason to understand how to benefit others as much as possible and take action on that basis" (MacAskill, 2017). Effective altruists (Peter Singer, Toby Ord, William MacAskill, Sam Bankman-Fried, and others) aim to reframe philanthropy in terms of both efficiency and outcomes. They believe that through tools and methods, such as the "theory of expected value"¹ it can be calculated how to maximize the benefit of others, so that the work of individuals together improves the lives of the entire population.

Longtermism

Longtermism is a radical form of utilitarianism² that argues that current generations have moral responsibilities to future ones to ensure that human civilization will recover from an eventual collapse (MacAskill, 2022). This concept deals with the issues of maximizing the intelligence of future biological and machine beings on planet Earth, promoting the exploration of the Universe, and colonizing distant inhospitable planetary surfaces on which it is possible to build giant computronium³ server farms accommodating huge groups of digital highly intelligent organisms.

According to proponents of the longermism perspective (William MacAskill, Elon Musk, Nick Bostrom, Sam Altman, Jaan Tallinn, Vitalik Buterin, etc.), the humanity spread out in space could theoretically continue to exist for 1040 years, and the creation of safe advanced technologies (including Artificial General Intelligence Systems) will significantly increase the probability of the existence of a future population of 1058 happy virtual people [Bostrom, *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*, 2014; Bostrom, *Astronomical waste: The opportunity of cost of delayed technological development*, 2003]. In their long-term framework, the scenario of neglecting or losing today's eight billion people because of a natural or intentionally caused global deadly event (e.g., total thermonuclear war) would be more acceptable than the non-birth of the trillions of future people that would eventually exist.

¹ The expected value of an action is the sum of the value of each of its possible outcomes multiplied by the probability that they will occur.

² A philosophical doctrine according to which only actions that maximize the happiness and well-being of all affected individuals are correct.

³ Computronium is a hypothetical material that can be used as "programmable matter", a substrate for computer modeling of practically any real object.

2. THE HOPES BEHIND AND THE DARK SIDES OF THE TESCREAL IDEOLOGY

Staunch supporters of the techno-utopian TESCREAListic vision of the future of humanity believe that building super-intelligent Artificial General Intelligence Systems will allow the creation of radically improved and even immortal humans colonizing the Universe through a post-human civilization of trillions of people with real or digital identities spreading across the Galaxies (Bostrom, 2008). Some researchers express medium positions, recognizing the dangers of creating Artificial General Intelligence Systems as real but not insurmountable, and call on leading technology figures to responsibly and ethically research and development of such (Tegmark, 2023). TESCREAL ideas are undoubtedly popular among Silicon Valley tech luminaries who invest huge sums of money in transhumanist projects and consider Artificial General Intelligence Systems to be a natural catalyst for their implementation. For example:

- The mission of Elon Musk's company Neuralink (who also wants to colonize Mars and expresses sympathy for longtermism) is to fuse the human brain with artificial intelligence to launch the next stage of human evolution.
- Peter Thiel, the co-founder of PayPal, financed a competitor to Neuralink.
- Both Musk and Thiel have invested in OpenAI – the creator of ChatGPT.
- OpenAI CEO Sam Altman is registered with Nectome (a company that preserves human brains for possible future "uploads" to a computer) and invests in Retro Biosciences (a start-up aimed at extending human life through innovations for bodily rejuvenation).
- Like Thiel, Google's engineering director, Raymond Kurzweil, wants to be cryogenically frozen and revived in a science-advanced future.
- Longtermism philosopher Nick Bostrom, who heads the Future of Humanity Institute at the University of Oxford, working closely with the charity Centre for Effective Altruism, is a client of the Californian transhumanist company Alcor.

Contrary to the high expectations of the proponents of the ideology, sceptical TESCREALists bring to the fore the existential danger⁴ that Artificial General Intelligence Systems will turn against their creators, destroying humanity and its dream utopian future (Yudkowsky, 2023). According to Neşe Devenot (Devenot, 2023, p. 2), the utopian TESCREAL visions of global technological elites promoting the use of psychedelic drugs to treat mental health are not driven by altruistic but by financial motives to build a world with increasing material inequality.

Big Tech companies trying to build Artificial General Intelligence compete to create advanced Artificial Narrow Intelligence Systems capable of performing almost any task in any circumstance – an omniscient and omnipotent machine similar to "God". In their quest to achieve the cherished goal of a future utopian paradise, they justify the use of any advanced technologies, even if they are destructive and exploited without any or no regulation. Moreover, their leaders often see themselves as the "saviours of the world" from debt, climate and social crises, and believe that only heeding their urgent appeals would prevent the destruction of billions of future intelligent beings.

The aspiration to impose the TESCREAL views of a number of privileged and wealthy Silicon Valley leaders on the rest of humanity can be seen as an attempt to shift the focus away from the current non-existential risks facing humanity, the most serious of which are social discrimination and algorithmic bias demonstrated by today's narrow-purposed Artificial Intelligence Systems, rather than

⁴ The idea that the development of machine superintelligence can destroy less intelligent human beings has not yet been supported by empirical evidence. These fears are supposed to reflect certain views of discredited movements such as the Science of race and eugenics.

as an altruistic initiative for its rescue. This is evidenced by the opinions of some supporters of TESCREAL ideas, according to which the desire to mitigate the existential risks for the human race justifies the slightest effort to reduce the likelihood of such a catastrophe. According to Nick Bostrom, for example, if there is only a 1% chance of 10^{52} digital lives existing in the future, then "the expected value of reducing existential risk by a mere one billionth of one billionth of one percentage point is worth a hundred billion times as much as a billion human lives" (Bostrom, 2013).

Perhaps the darkest side of TESCREAL ideology is its direct links to eugenics and eugenic principles – transhumanism is a form of eugenics called "liberal eugenics", and some of the leading eugenicists of the 20th century (most notably Julian Huxley, president of the British Eugenics Society from 1959 to 1962) are transhumanists. Gebru and Torres believe that the current push to create Artificial General Intelligence (AGI) is driven by a set of ideologies called the "second wave" of eugenics, and "the leaders of the AGI movement subscribe to this set of ideologies, which directly emerged from the modern eugenics movement, and therefore have inherited similar ideals" (Gebru & Torres, 2024).

CONCLUSION

Summarize the results of the research/paper and write the conclusion with a few sentences here.

REFERENCES

1. AHUJA, A., 2023. *We need to examine the beliefs of today's tech luminaries*. [Online] Available at: <https://www.ft.com/content/edc30352-05fb-4fd8-a503-20b50ce014ab> [Accessed 12 November 2023].
2. BOSTROM, N., 2003. Astronomical waste: The opportunity cost of delayed technological development. *Utilitas*, 15(3), pp. 308-314.
3. BOSTROM, N., 2008. Why I want to be a posthuman when I grow up. In: B. Gordijn & R. Chadwick, eds. *Medical Enhancement and Posthumanity*. s.l.:Springer Netherlands, pp. 107-137.
4. BOSTROM, N., 2013. Existential risk prevention as global priority. *Global Policy*, 4(1), pp. 15-31.
5. BOSTROM, N., 2014. *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford: Oxford University Press.
6. BOSTROM, N. et al., 1999. *The transhumanist FAQ*. [Online] Available at: <https://web.archive.org/web/20020213221116/http://www.transhumanism.org/resources/faq.html#transhumanism>
7. DEVENOT, N., 2023. *TESCREAL hallucinations: Psychedelic and AI hype as inequality engines*. [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/374175033_TESCREAL_hallucinations_Psychedelic_and_AI_hype_as_inequality_engines [Accessed 17 November 2023].
8. GEBRU, T. and TORRES, É., 2024. The TESCREAL bundle: Eugenics and the promise of utopia through artificial general intelligence. *First Monday*, 1 April, 29(4).
9. GOERTZEL, B., 2010. *A cosmist manifesto: Practical philosophy for the posthuman age*. s.l.:Humanity Press.
10. HARRISON, S., 2023. *The TESCREAL translation for dummies*. [Online] Available at: <https://generativeai.pub/the-tescreal-translation-for-dummies-6693b25af7b> [Accessed 17 November 2023].

11. KURZWEIL, R., 2005. *The singularity is near*. s.l.:Viking.
12. KURZWEIL, R., 2005. *The singularity is near*. s.l.:Viking.
13. LITTMAN, M. L. et al., 2021. *Gathering strength, gathering storms: The one hundred year study on Artificial Intelligence (AI100) 2021 study panel report*. [Online]
Available at: https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/AI100Report_MT_10.pdf
[Accessed 22 January 2023].
14. MACASKILL, W., 2017. Effective altruism: Introduction. *Essays in Philosophy*, 31 January, 18(1), p. eP1580:1–5.
15. MACASKILL, W., 2022. *What we owe the future*. New York City: Basic Books.
16. MORE, M., 2003. *Principles of Extropy*. [Online]
Available at: <https://web.archive.org/web/20131015142449/http://extropy.org/principles.htm>
[Accessed 17 November 2023].
17. TEGMARK, M., 2017. *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. s.l.:Penguin Books Limited.
18. TEGMARK, M., 2023. *The 'Don't look up' thinking that could doom us with AI*. [Online]
Available at: <https://time.com/6273743/thinking-that-could-doom-us-with-ai/>
[Accessed 27 November 2023].
19. TORRES, É., 2023. *The acronym behind our wildest AI dreams and nightmares*. [Online]
Available at: <https://www.truthdig.com/articles/the-acronym-behind-our-wildest-ai-dreams-and-nightmares/> [Accessed 12 November 2023].
20. TROY, D., 2023. *The wide angle: Understanding TESCREAL - the weird ideologies behind silicon valley's rightward turn*. [Online]
Available at: <https://washingtonspectator.org/understanding-tescreal-silicon-valleys-rightward-turn/> [Accessed 11 November 2023].
21. WITCHERS, H., 2023. <https://medium.com/>. [Online]
Available at: <https://generativeai.pub/tescreal-b271de909133> [Accessed 17 November 2023].
22. YUDKOWSKY, E., 2007. *Three major singularity schools*. [Online]
Available at: <https://intelligence.org/2007/09/30/three-major-singularity-schools/> [Accessed 17 November 2023].
23. YUDKOWSKY, E., 2023. *Pausing AI developments isn't enough. We need to shut it all down*. [Online]
Available at: <https://time.com/6266923/ai-eliezer-yudkowsky-open-letter-not-enough/>
<https://time.com/6266923/ai-eliezer-yudkowsky-open-letter-not-enough/> [Accessed 26 November 2023].

МЕТОДИ И ТЕХНИКИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ПРИ КОМПЮТЪРНА ОБРАБОТКА НА ТЕКСТ

Снежана Сълова¹

¹ Икономически университет – Варна /Катедра „Информатика“, гр. Варна, България,
ssulova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Компютърната обработка на естествен език е област от изкуствения интелект, която намира приложение в много задачи, свързани с анализа и разбирането на текст. Понастоящем въпреки напредъка на технологиите, правилното разбиране на контекста все още остава не лека задача. Прецизността при обработката и анализа на естествен език е ключов фактор за разбиране и интерпретиране на значението на текстовете. Докладът прави обобщение и систематизиране на съвременните методи и техники, които могат да се използват за подобряване на разбирането на контекста в текстовете. Основният фокус е върху техниките за обогатяване на тренировъчните данни, подобряване на предварителната обработка на текст и моделите за решаване на специфични задачи, свързани с обработката на текст. Дават се препоръки за подобрене, както на конкретни задачи, така и общо за усъвършенстване на процесите на обработка на текст.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *обработка на естествен език, предварителната обработка на текст, езикови модели*

METHODS AND TECHNIQUES FOR IMPROVING RESULTS IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Snezhana Sulova¹

¹ University of Economics – Varna / Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
ssulova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Natural language processing is an area of artificial intelligence that can be used in many tasks related to the analysis and understanding of text. Nowadays, despite the advancement of technology, understanding the context correctly is still a troublesome task. Precision in natural language processing and analysis is a key factor in accurately understanding and interpreting the meaning of texts. The paper summarizes and analyzes modern methods and techniques that can be used to improve the understanding of context in texts. The main focus is on techniques for enriching training data and improving text preprocessing, transformers and other types of models for solving specific tasks related to text processing. Recommendations are given for improvement, both for specific tasks and generally for improving the text processing operations.

KEYWORDS: *natural language processing, text preprocessing, language models*

ВЪВЕДЕНИЕ

Компютърната обработка на естествен език (Natural language processing – NLP) е област на изкуствения интелект, която може да се разглежда като синтез на лингвистика, компютърни науки и машинно обучение. Целта е компютрите да разбират, интерпретират и генерират човешки език по начин, който е полезен и разбираем (Kochmar, 2022). В съвременния свят,

компютърната обработка на естествен език играе ключова роля в различни области – от чат-ботове и търсачки до сложни системи за анализ на текстови данни в медицината, правото и други сфери. Според Statista (2024) размерът на пазара на NLP се очаква да има годишен темп на растеж 26,01%, което води до пазарен обем от 25,74 милиарда евро до 2030 г.

С напредването на технологиите, появата на нови източници на текстови данни, нуждата от усъвършенстване на методите и техниките за тяхната обработка става все по-значима. Ежедневно чрез уеб, социалните платформи се генерират големи обеми от текстове, които могат да станат полезен източник на данни. За процеса на обработка и трансформация на текстовите данни няма единен алгоритъм, тъй като те са специфични както по структура, така и по начин на формиране. В научните изследвания на базата на проведени проучвания върху различни видове текстови данни се правят предложения за подобрения на методите и техниките за постигане на по-голяма прецизност при обработката. В тази връзка **целта** на доклада е на базата на съществуващите проучвания да изведат и систематизират основните начини, чрез които може да подобрят точността, ефективността и адаптивността на NLP системите. Акцентира се върху използването на по-усъвършенствани модели, обогатяване на данните за обучение, подобряване на разбирането на контекста, и внедряването на нови подходи за обработка на текст.

1. ОСНОВНИ КОНЦЕПЦИИ В КОМПЮТЪРНАТА ОБРАБОТКА НА ТЕКСТ

Компютърната обработка на естествен език води своето начало от 50-те години на миналия век. По същество това е сравнително изследвана област, която обаче непрекъснато се развива и днес се базира на използването на модели с дълбоко машинно обучение, които работят с огромни обеми от данни, самообучават се и използват мощни изчислителни ресурси. Целта на NLP е компютърът да може по-добре да „разбира“ съдържанието на текстовите документи, да открива настроенятия в контекста, да извлича информация и идеи от текстови документи и да категоризира самите документи.

Процесът на автоматизирана обработка на текст е еволюирал в своето развитие. Началото се свързва с предложената от британския математик Алън Тюринг през 1950 г. концепция – тестът на Тюринг за проверка на интелигентността на машините (Turing, 1950). Първите методи за обработка на текст се базират на ръчно създавани правила и речници и се фокусират върху прости задачи като машинния превод и анализа на синтаксиса. След това навлизат статистически методи, N-грамните модели, вероятностните модели на Марков (Hidden Markov models). Еволюцията продължава с модели, базирани на машинно и дълбоко машинно обучение и понастоящем се използват генеративни предварително обучени трансформаторни модели, като Generative Pre-trained Transformer – GPT и Bidirectional Encoder Representations from Transformers – BERT.

Обработката на естествен език намира практическо приложение при:

- интелигентно семантично търсене, в търсачките, системите за превод когато е необходимо да се идентифицира смисъла на текста;
- анализ на доклади, текстови документи и извличане на информация, свързана с развитие, пазарни ситуации, тенденции;
- резюмиране на текст, намиране на главната идея на дадена статия, откриване на актуални теми, ключови думи;
- анализ на потребителски мнения, настроения и персонализиране на услуги;

- чат бот системи и виртуални асистенти за разговор с потребител и автоматичен отговор на въпроси;
- преводачи и работа с многоезични модели за обработка на текст на множество езици;
- откриване на спам, фалшиви новини, чрез анализ и категоризация на новини и др.

Изборът на подход за осъществяване на компютърна обработка на естествен език е важен за прецизността на анализите, базирани на текстови данни, същевременно обаче този процес се свързва и с редица предизвикателства. Проблеми възникват при текстовия анализ и работа с близки езици, с текстове, в които има неформална реч, чуждици и жаргони. Съществуват голям брой изследвания, които представят специално разработени за даден език изчислителни методи или такива, които са адаптирани за предварителна обработка, нормализация, анализирани на подобни езици, езикови разновидности и диалекти (Zampieri, Nakov, Scherrer, 2020). Сложността на граматиката и езиковите структури в много от езиците също създават проблеми при автоматичната обработка. Друго ограничение на NLP е че повечето специализирани ресурси, речници, езикови колекции и системи са достъпни само за определени езици, най-често за английски, френски, испански, немски и китайски език. Развитие на уеб услугите води до генериране на нови видове текстови данни в уеб пространството и става предпоставка за търсенето на подходящи, специализирани начини за тяхното извличане и обработка както и прилагането на иновативни методи за подобряване на резултатите.

2. МЕТОДИ И ТЕХНИКИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПРЕЦИЗНОСТТА ПРИ ОБРАБОТКАТА НА ТЕКСТ

За да се идентифицират ключовите понятия и фрази при съвременните научни изследвания, посветени на методите за обработка на текст са открити и анализирани публикации в световно известната база с научна литература Скопус. Идентифицирани са научните разработки за последните 5 г. в област Computer science, отговарящи на заявка, включваща ключовите думи „Natural language processing“, methods, techniques, improving. Обработени са резюметата на намерените 652 публикации и са извлечени най-често използваните думи и фрази в тях. Честотата на използваните термини е схематично представена на фигура 1.

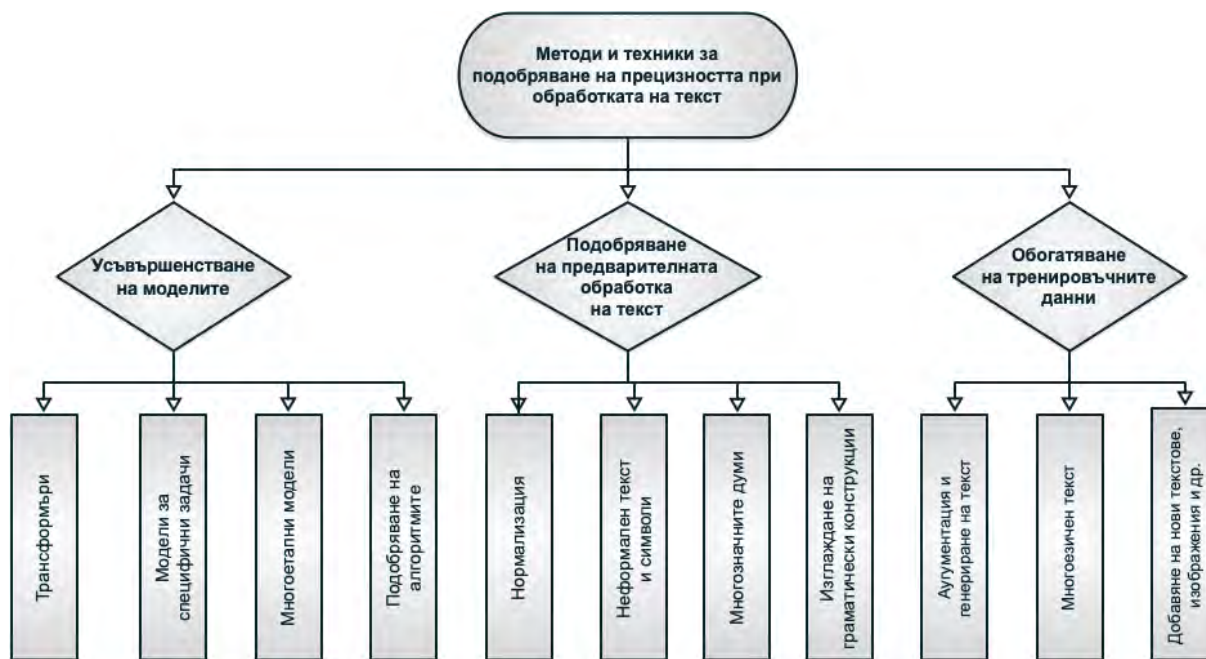


Фигура 1. Wordcloud диаграма на идентифицираните термини

Източник: Собствена разработка

На базата на проведеното по-горе проучване, както и въз основа на предходни изследвания на автора по темата за компютърната обработка на текст, може да се обобщи, че основни групи методи и техники, които се използват за подобряване на прецизността при обработката на текст се базират на (вж. фиг. 2):

- приложение на усъвършенствани модели;
- подобрена предварителна обработка на текст;
- обогатяване на тренировъчните данни.



Фигура 2. Методи и техники за подобряване на прецизността при обработката на текст

Източник: Собствена разработка

В научните изследвания в последните години голяма част от предлаганите подходи се базират на различни усъвършенствани, предварително обучени модели. Такива са моделите, базирани на трансформаторни модели като BERT и GPT. Те позволяват на NLP системите да разберат по-добре контекста, тъй като разполагат със self-attention механизъм (Vaswani et al., 2017), който помага на моделите да идентифицират по-добре връзките между думите и да обръщат внимание на различните части на текста, за да интерпретират правилно неговия смисъл. След като един трансформаторен модел е предварително обучен върху голям набор от данни, той може да бъде фино настроен върху специфичен набор от данни, за да изпълни определена задача. Така вместо да се обучават моделите от нулата се използват предварително обучени трансформаторни модели върху специфични задачи, свързани със специализирани текстове. Например, ако е необходимо да се създаде чатбот за обслужване на клиенти, може фино да се настрои модела върху голям набор от диалози между клиенти и служители. За някои специфични задачи в медицината или друга област може да се наложи да се използва специална токенизация, която да отчита особеностите на текста и да разпознава използваните термини и съкращения.

Известно е, че при обработката и анализа на текст предварителната обработка е важен етап. Тя е от значение за превръщане на текста във вид удобен за числово представяне, което да се разбере от моделите. Конвенционалните практики за предварителна обработка на текст

обикновено са достатъчни, но има случаи, при които предварителната обработка на текст трябва да бъде персонализирана спрямо текста, за да даде по-добри резултати при анализа (Chai, 2023). Нормализацията на текста чрез коригиране на грешки при въвеждане, премахване на излишни символи и уеднаквяване на форматите за дати, валути може да подпомогне обработката. При работа с текстове от социалните медии, където се използва неформален език за общуване, съдържащ жаргон, емотикони, съкращения и неправилна граматика е добре да се прилагат специални модели и техники за работа с неформален език. Екип от италиански учени правят проучване и доказват, че изборът на правилната техника за предварителна обработка на текстовете може значително да подобри точността при класификационните алгоритми и дори в някои случаи подходящата стратегия за предварителна обработка дава по-добри резултати от трансформаторните модели (Siino, Tinnirello, La Cascia, 2024).

Обогатяването на тренировъчните данни е важен елемент за подобряване на точността и надеждността на NLP моделите. Позволява на моделите да се научат да разпознават по-широк спектър от езикови конструкции и нюанси в текстовете, което е предпоставка за по-точни прогнози. Използването на различни техники, като аугментация на данните чрез заместване на думи със синоними, ротация на думи и фрази в изреченията, генериране на нови данни. В някои от случаите тренирането на моделите върху многоезични корпуси и включването на допълнителни данни като нови текстове, изображения или аудио също може да подобри разбирането на текстовете като даде нова и важна информация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработката на естествения език е динамична област, която непрекъснато се развива. Моделите за обработка на текст стават все по-ефективни, но и по-сложни. Подобряването на автоматизирана обработка на текста може значително повиши качеството на услугите, базирани на NLP ето защо е необходимо избор на правилен метод за анализ и разработване на модели, които са по-устойчиви на грешки в данните и при необходимост комбиниране на лингвистични, социални и културни знания за по-добро разбиране на текста.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е направено по проект ПНИ-КС24-04-DCAAITM „Развитие на компетентности за прилагане на средства и методи на изкуствен интелект“.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. CHAI, C. P. (2023) Comparison of text preprocessing methods. *Natural Language Engineering*, 29(3), pp. 509-553.
2. KOCHMAR, E. (2022) *Getting started with natural language processing*. New York: Simon and Schuster.
3. SIINO, M., TINNIRELLO, I., LA CASCIA, M. (2024) Is text preprocessing still worth the time? A comparative survey on the influence of popular preprocessing methods on Transformers and traditional classifiers. *Information Systems*, Vol. 121, 102342, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102342>.
4. STATISTA (2024) Language translation NLP – Global. Market Forecast [Online] Available from: <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/natural-language-processing/language-translation-nlp/worldwide?currency=EUR/> [Accessed 5/10/2024].

5. TURING, A. (1950) Computing machinery and intelligence. IEEE Intelligent Systems. Vol. 2.
6. VASWANI, A. et al. (2017) Attention is all you need. Curran Associates Inc. pp. 6000–6010.
7. ZAMPIERI, M., NAKOV, P., SCHERRER, Y. (2020). Natural language processing for similar languages, varieties, and dialects: A survey. Natural Language Engineering, 26(6), pp. 595-612.

ГЕОКОДИРАЩА СИСТЕМА P4

Павел Петров¹, Стефка Петрова²

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, petrov@ue-varna.bg

² Колеж по туризъм/Катедра Туризъм, Варна, България, s.petrova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

В доклада се предлага нов начин за геокодиране, предназначен да преодолее някои от недостатъците, налични в съществуващите геокодиращи системи - системата P4. При тази система се използват правоъгълни клетки, на които се присвоява буквено-цифров код с дължина, зависеща от нивото на подразделяне (т.е. размерите) на клетката. Всички клетки от едно и също ниво на подразделяне имат еднакви площи. Специално внимание е отделено на полярните райони, които се обхващат от две специални клетки. Системата предлага различни нива на точност и може да се използва като заместител на традиционни географски данни, като например улични адреси или пощенски кодове.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: геокодиране, P4, OLC/PC, карти, адреси

GEOCODING SYSTEM P4

Pavel Petrov¹, Stefka Petrova²

¹ University of Economics - Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, petrov@ue-varna.bg

² College of Tourism/Department of Tourism, Varna, Bulgaria, s.petrova@ue-varna.bg

ABSTRACT

The P4 system, proposed in the study, is a new method of geocoding that aims to address some of the disadvantages of earlier systems. This system employs rectangular cells that are assigned an alphanumeric number whose length is determined by the cell's level of subdivision (i.e., cell dimensions). All cells within the same subdivision level have the same area. Special attention is paid to the polar regions, which are covered by two special cells. The system offers different levels of accuracy and can be used as a substitute for traditional geographic data such as street addresses or postal codes.

KEYWORDS: geocoding, P4, OLC/PC, maps, addresses

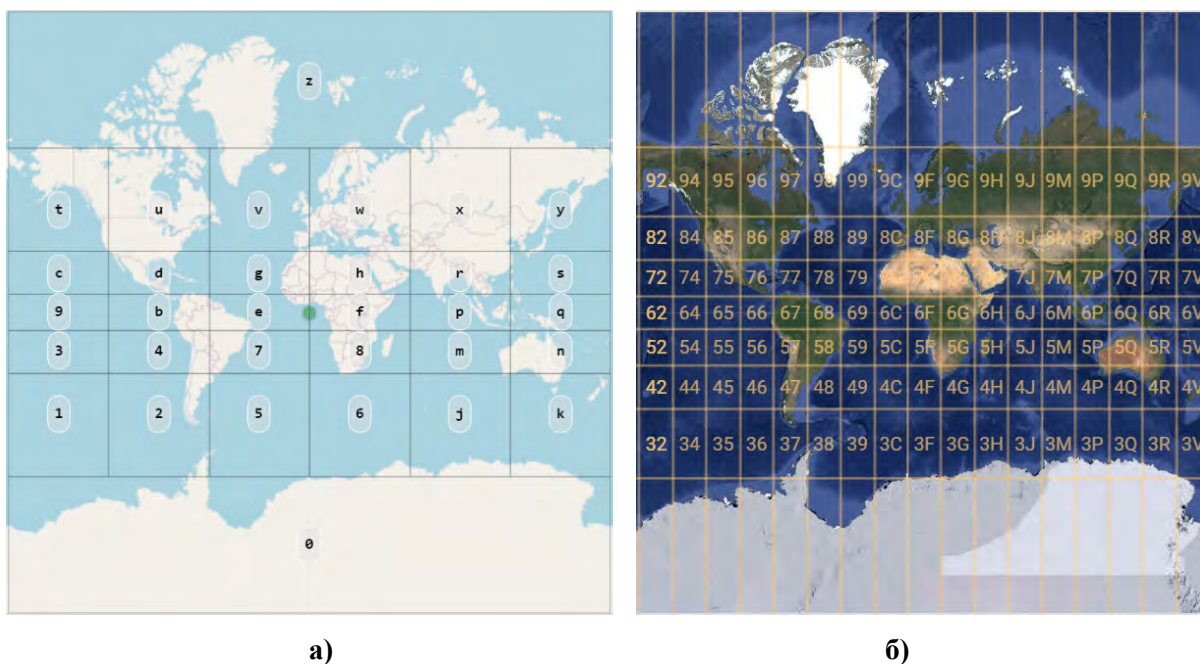
ВЪВЕДЕНИЕ

Системите за геокодиране имат важна роля при обработка на геопространствени данни, тъй като предоставят начин за кодиране на географски местоположения във формати, удобни, както за хората, така и за бърза компютърна обработка. Традиционната двойка за задаване на координати – географска ширина и дължина, имат универсално приложение, но не са подходящи за масова употреба, когато става въпрос за бързо и лесно определяне на приблизителни местоположения (Cliquet, 2021). В последните години бяха разработени различни системи за геокодиране като MGRS (Office of Geomatics, 2022), Quadkey, Geohash (Niemeyer, 2024), S2 (Google 2024b), H3 (Brodsky, 2018), OLC/PC (Google, 2024a) и мн. други с цел да се улесни кодирането на местоположения. Много от тези системи, според нас, още при създаването си имат редица недостатъци, което е и причината постоянно да възникват нови системи, които се опитват да решат едно или друго ограничение.

Системата P4, която тук предлагаме, прилага нов подход за геокодиране, предназначен да преодолее някои от недостатъците, налични в съществуващите геокодиращи системи. В системата P4 се използват правоъгълни клетки, на които се присвоява буквено-цифров код с дължина, зависеща от нивото на подразделяне (т.е. размерите) на клетката. Всички клетки от едно и също ниво имат еднакви площи. Специално внимание е отделено на полярните райони, които се обхващат от две специални клетки. Системата предлага различни нива на точност и може да се използва като заместител на традиционни географски данни, като улични адреси или пощенски кодове.

1. МЕТОДОЛОГИЯ И ДИЗАЙН НА СИСТЕМАТА P4 НА ПЪРВО НИВО НА РАЗДЕЛЯНЕ НА ЗЕМНАТА ПОВЪРХНОСТ НА КЛЕТКИ

В системата за геокодиране P4 се използват положителните характеристики на редица съществуващи геокодиращи системи, като се цели да се избегнат техни недостатъци. Системата P4 (HashGeo, 2024) използва 32 символа за кодирането, подобно на системата Geohash-EAS (Petrov et al., 2018), както и същата схема на подразделяне на клетките, но от второ ниво нататък. Първоначалното разделяне на земната повърхност се извършва по различен начин на 7 реда – 2 клетки за полярните области (фиг. 1а), а между тях решетка от 5 реда и 6 колони ($2 + 5 \times 6 = 32$ клетки). За сравнение, системата OLC/PC на Google представлява решетка от 9 реда и 18 колони, като не се отделя специално внимание на полярните области (фиг. 1б).



Фигура 1. Първоначално разделяне на земната сферична повърхност:

а) 32 клетки с еднакви площи в геокодиращата система P4;

б) 162 клетки с различни площи, но с еднакви размери в градуси – 20 на 20 градуса, в геокодиращата система OLC/PC.

Източник: а) Собствена разработка, <https://hashgeo.free.bg/explore/P4/>; б) Google, <https://plus.codes/map>

В системата OLC/PC последващите четири рекурсивни деления на всяка клетка са 20 на 20 клетки, т.е. по отделните нива клетките са с размери $20^\circ \times 20^\circ$, $1^\circ \times 1^\circ$, $0,05^\circ \times 0,05^\circ$, $0,0025^\circ \times 0,0025^\circ$ и $0,000125^\circ \times 0,000125^\circ$, при което площите на пространствата от едно и също ниво, но намиращи се на различни географски ширини, не са еднакви. Съответно, широчините (хоризонталния размер) на клетките от едно и също ниво, мерени в метри или километри също варират. Близко около екватора размерите на клетките от първите 5 нива са съответно приблизително 2224×2224 км, 111×111 км, $5,6 \times 5,6$ км, 278×278 м и $13,9 \times 13,9$ м. – те имат приблизителните размери на квадрати (приемаме, че на екватора $1^\circ = 111,195$ км. и Земята има сферична форма). Следващите деления са 5×4 клетки (размери край екватора около: $3,5 \times 2,8$ м, 87×56 см и т.н.) и формата се променя.

Можем да използваме следната формула за дължина на паралела на дадена географска ширина, за да определим измененията в размерите на клетките, разположени на различни географски ширини:

$$L = 2\pi R^2 \cos(\varphi) \quad (1),$$

където:

R – радиус на Земята – приемаме 6371,0088 км, съгласно WGS за аритметичен среден земен радиус, използван в GPS (Hofmann-Wellenhof et al., 2012)

φ – географска ширина

Използвайки формула (1) получаваме, че широчините на клетките се променят, както е показано в табл. 1:

Таблица 1.

Широчини на клетки от различни нива на различни географски ширини в OLC/PC

Ниво	10°S/N	30°S/N	50°S/N	70°S/N
1	2190 км	1926 км	1430 км	761 км
2	110 км	96 км	72 км	38 км
3	5,5 км	4,8 км	3,6 км	1,9 км
4	274 м	241 м	179 м	95 м

Както се вижда, широчините на клетките, разположени на географска ширина 70°S/N са около три пъти по-малки спрямо тези, разположени близко до екватора. Това рефлектира и върху площите на клетките – те също са около три пъти по-малки. За разлика от OLC/PC, в системата P4 се избягва промяната на площите, докато промяната на широчините не може да се избегне, поради сферичната форма. Запазването на еднаквостта на площите се постига, като височината на клетките на всеки ред се променя по такъв начин, че да компенсира намаляването на широчината на клетките (табл. 2).

Таблица 2.

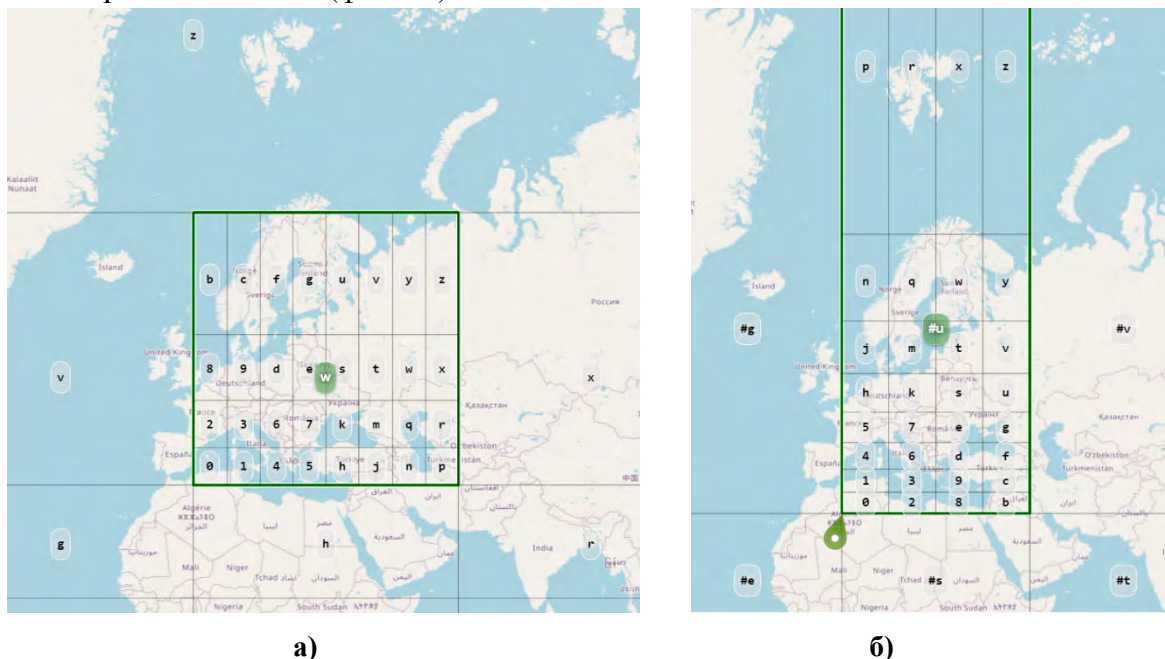
Хоризонтални граници между клетките, разположени на различните редове и техните височини в градуси

№ на ред	Клетки	Географска ширина на южна граница	Географска ширина на северна граница	Височина в градуси
1	0	90°S	69,6°S	20,4°
2	1, 2, 5, 6, j, k	69,6°S	34,2°S	35,4°
3	3, 4, 7, 8, m, n	34,2°S	10,8°S	23,4°
4	9, b, e, f, p, q	10,8°S	10,8°N	21,6°
5	c, d, g, h, r, s	10,8°N	34,2°N	23,4°
6	t, u, v, w, x, y	34,2°N	69,6°N	35,4°
7	z	69,6°N	90°N	20,4°
ОБЩО:				180°

Докато при OLC/PC тази височина е фиксирана на 20° при всички редове на първо ниво, в системата P4 височината на клетките варира от 21,6° до 35,4°, като специалните полярни клетки са с височина 20,4°.

2. ДИЗАЙН НА СИСТЕМАТА P4 НА ВТОРО И СЛЕДВАЩИ НИВА

В системата P4 на второ ниво клетките се разделят на 4 реда и 8 колони (фиг. 2а), на трето ниво - на 8 реда и 4 колони и т.н. В сравнение със системите Geohash-EAS и Geohash, схемата е обърната - при тях на четните нива клетките се разделят на 8 реда и 4 колони, а на нечетните нива - на 4 реда и 8 колони (фиг. 2б).



Фигура 2. Подразделяне на второ ниво в различни системи:

а) клетка „w” на 4 реда и 8 колони в геокодиращата система P4;

б) клетка „u” на 8 реда и 4 колони в геокодиращата система Geohash-EAS.

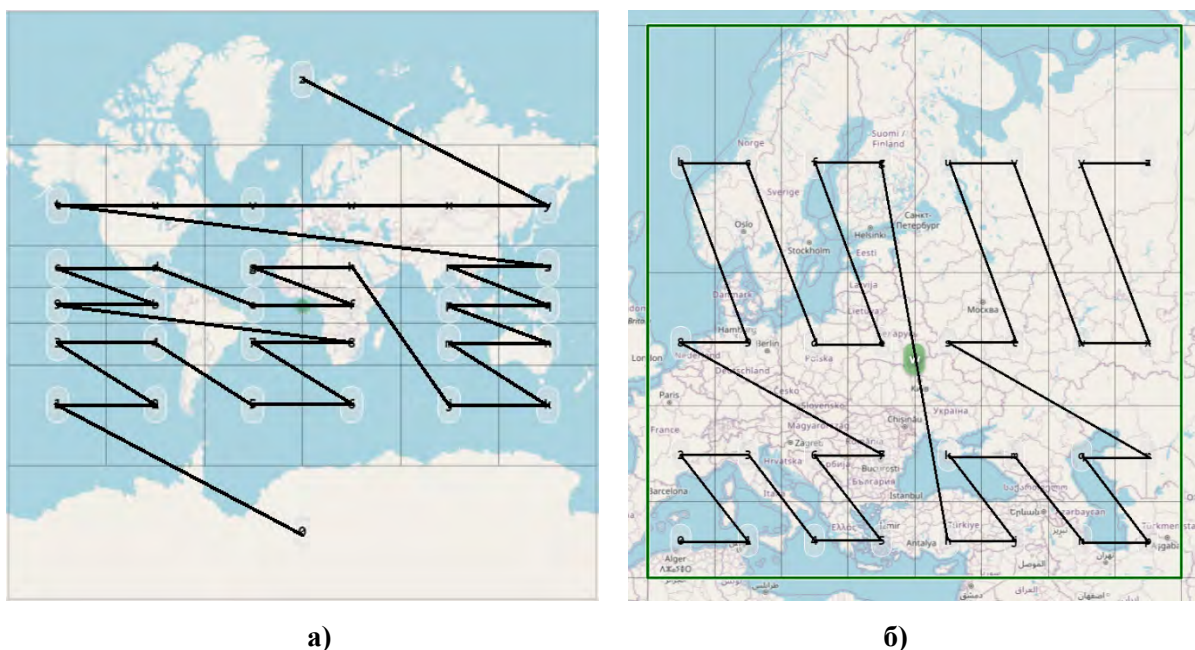
Източник: Собствена разработка, <https://hashgeo.free.bg/explore/P4/>

При системата P4 се запазва Z-кривата на подреждане на клетките, като на първо ниво системата е значително променена, тъй като броят клетки по редове и колони е друг, а на следващите нива е същата, както при Geohash-EAS, съответно при класическия Geohash (фиг. 3).

Както е известно, в системите за геокодирание Z-кривата се използва, за да се преобразуват пространствени данни от двумерно пространство в едномерно представяне, като се запази пространствената им близост. Характерно при този начин на разделяне е, че номерирането на клетките следва т.нар. Z-крива на обхождане. При геокодирането това значи, че клетките, които са близко една до друга в двумерното пространство, също да са близко една до друга в едномерно пространство. Разбира се, за отделни случаи на определени двойки клетки това не е изпълнено (например прехода "с-t"), но като цяло преходите между съседните клетки са минимизирани.

По наше мнение, тази особеност не се използва активно в практическите реализации и в този смисъл преминаването от една клетка в друга, независимо дали се извършва по Z-крива на обхождане (известна още и като крива на Мортон и крива на Лъобег), по крива на Хилберт, по крива на Мур, по крива на Шерпински или по някоя друга от кривите на Пеано, има по-скоро теоретично значение.

Според нас, в редица геокодиращи системи не се отчита фактът, че при първоначалното деление, клетките, разположени най-ляво и най-дясно, всъщност са съседни, тъй като граничат с 180-градусовия меридиан. Това налага, поне при първоначалното деление, прилагането на различен подход, което считаме, че трябва да е обект на бъдещи изследвания по темата.



Фигура 3. Обхождаща Z-крива в геокодиращата система P4:

а) на първо ниво на подразделяне;

б) на второ ниво на подразделяне – клетка „w“.

Източник: Собствена разработка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геокодиращата система P4 предлага нов подход за решаване на някои от недостатъците на съществуващите системи за геокодиране. Тя използва правоъгълни клетки с равни площи, като особено внимание е отделено на полярните райони. На първо ниво системата P4 разделя земната повърхност на 32 клетки с различни височини, което осигурява равноплътност на всички клетки, за разлика от други системи като OLC/PC, при които площите на клетките варират според географската ширина. На следващи нива системата P4 следва рекурсивно под-разделение, като запазва Z-кривата за минимизиране на преходите между съседни клетки. Системата цели да предложи по-ефективно представяне на пространствени данни. Системата може да послужи за основа при бъдещи изследвания в областта на оптимизацията при първоначалното деление, както и на специалните случаи като полярните области и граничните клетки.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Brodsky, I. (2018) H3: Uber's Hexagonal Hierarchical Spatial Index [Online] Available from: <https://www.uber.com/blog/h3/> [Accessed 10/10/2024].
2. Cliquet, G. (2021) From Geomarketing to Spatial Marketing. Spatial Economics, Volume II: Applications, pp.277-305.
3. Google (2024a) Open Location Code Documentation. [Online] Available from: <https://plus.codes> [Accessed 10/10/2024].
4. Google (2024b) S2 Geometry Library [Online] Available from: <https://s2geometry.io> [Accessed 10/10/2024].
5. HashGeo (2024) Exploration of the P4 Geocoding System. [Online] Available from: <https://hashgeo.free.bg/explore/P4> [Accessed 10/10/2024].
6. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2012). Global positioning system: theory and practice. Springer Science & Business Media.
7. Niemeyer, G. (2024) Geohash [Online] Available from: <https://geohash.org> [Accessed 10/10/2024].
8. Office of Geomatics (2022) Military Grid Reference Systems [Online] Available from: <https://earth-info.nga.mil/index.php?dir=coordsys&action=coordsys> [Accessed 10/10/2024].
9. Petrov, P., Dimitrov, P. & Petrova, S. (2018). Geohash-EAS – a Modified Geohash Geocoding System with Equal-Area Spaces. SGEM 2018 : 18 International Multidisciplinary Scientific Geoconference : Conference Proceedings, Sofia : STEF92 Technology Ltd., Vol.18 Informatics, Geoinformatics a. Remote Sensing, Iss. 2.2, pp.187-194. DOI 10.5593/sgem2018/2.2/S08.024

НЯКОИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ТЕСТОВЕ ЗА РАЗБИРАНЕ НА КОД В ОБУЧЕНИЕТО ПО ПРОГРАМИРАНЕ

Владимир Сълов¹

¹ Икономически университет – Варна, катедра „Информатика“,
Варна, България, vsulov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Дисциплините, които запознават студентите с основите по програмиране, присъстват в учебните планове на почти всички специалности в областта на информатиката и компютърните науки. Докладът представя и коментира някои резултати от проведени от автора тестове пред различни видове студенти и на различни езици за програмиране в сходни въвеждащи в програмирането дисциплини. Резултатите могат да послужат за по-добро разбиране на типичните затруднения, които изпитват студентите в подобен тип курсове.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: обучение по програмиране, тестове, успеваемост на студентите

SOME RESULTS FROM CODE COMPREHENSION TESTS IN COMPUTER PROGRAMMING CLASSES

Vladimir Sulov¹

¹ University of Economics – Varna, Department of Informatics, Varna, Bulgaria, vsulov@ue-varna.bg

ABSTRACT

The classes that introduce university students to computer programming are present in the curricula of almost every graduate program in the sphere of informatics and computer science. This paper presents and discusses some results from author's tests of different students studying different programming languages in similar introduction to programming classes. The results could facilitate better understanding of the typical difficulties that students have in such classes.

KEYWORDS: computer programming education, tests, students' success rate

ВЪВЕДЕНИЕ

Дисциплините, които запознават студентите с основите по програмиране, присъстват в учебните планове на почти всички специалности в областта на информатиката и компютърните науки (Aleksić and Ivanović, 2016, Kumar, 2024). Типични наименования на подобни дисциплини на български език са „Въведение в програмирането“, „Увод в програмирането“, „Основи на програмирането“, а на английски език – „Introduction to Programming“, „Programming Fundamentals“, „Foundations of Programming Languages“ и др.

Конкретните езици за програмиране, които се използват в различните университети и дисциплини, са различни, най-често C, C++, C#, Java, Python (Aleksić and Ivanović, 2016, Duffany, 2014, Ivanović, 2015). Въпреки разликите в синтаксиса и донякъде в някои от концепциите и парадигмите на тези езици за програмиране, те имат общи идеи, конструкции и черти, разчитат на логическо и алгоритмично мислене, а дисциплините имат сходни изисквания към нивото и възможностите на обучаемите.

Цел на настоящия доклад е да представи някои резултати от проведени тестове пред студенти от Икономически университет – Варна (ИУ – Варна) във въвеждащи в програмирането дисциплини. Резултатите могат да послужат за по-добро разбиране на типичните затруднения, които изпитват студентите и съответно за подобряване на обучението им с акцентирание в правилната посока.

1. ИЗСЛЕДВАНА СЪВКУПНОСТ И МЕТОДИКА

За нуждите на изследването са използвани отговорите на тестовете за текущ контрол и сесийно оценяване на 167 студенти в ИУ – Варна от 1¹, 3² и 5³ курс в специалности „Информатика и компютърни науки“, „Мобилни и уеб технологии“, „Бизнес информационни системи“, „Дигитални технологии в бизнеса“.

Дисциплините, от които са тестовете, са сходни и въвеждащи в програмирането, макар и с различни наименования и различни езици: „Въведение в програмирането“ пред 1 курс (на C/C++), „Алгоритмизация и програмиране“ пред 3 курс (на C#), „Въведение в програмирането“ пред 5 курс (на C#). Изучават се еднакви базови възможности и конструкции като типове данни, управляващи оператори, потребителски функции и др.

Използвани са 2730 отговора на 60 въпроса тип „затворен“. Данните са извлечени от системата за електронно и дистанционно обучение на университета – eLearn⁴, като са експортирани към Excel, където са обработени.

Въпросите представляват кратки фрагменти програмен код, които студентите следва да разчетат, разберат правилно и да дадат отговор какво се извършва, какъв е резултатът, изведен на екрана, или каква е стойността на определена променлива или променливи. Всеки въпрос акцентира на особеностите на определена конструкция и/или оператор/ключова дума от езика за програмиране. Всеки въпрос има само един верен отговор от 4 до 6 възможни. Подобни тестове типично се използват в университетите в сходни дисциплини (Киров, 2019, Simon, 2012, Kuechler and Simkin, 2003).

Методиката на изследването включва най-общо следните задачи/последователност:

1. Да се пресметне средната успеваемост на цялата съвкупност.
2. Да се провери дали резултатите по курсове/специалности са съпоставими и могат да се разглеждат като една съвкупност.
3. Да се групират въпросите по теми (и евентуално подтеми, ако е възможно).
4. Да се пресметнат резултатите по теми и подтеми и да се сравнят със средната успеваемост.
5. На база на горното да се направят някои изводи.

¹ Студенти в ПН 4.6 „Информатика и компютърни науки“, ОКС „Бакалавър“ започват изучаването на програмиране от 1 курс.

² Студенти в ПН 3.8 „Икономика“, ОКС „Бакалавър“ започват изучаването на програмиране от 3 курс.

³ Студенти в ПН 4.6 „Информатика и компютърни науки“, ОКС „Магистър“, които имат приравнителна дисциплина, въвеждаща в програмирането.

⁴ <https://e-learn.ue-varna.bg>

2. СРЕДНА УСПЕВАЕМОСТ И ГРУПИРАНЕ ПО ТЕМИ/ПОДТЕМИ

Изчислената средна успеваемост на всички въпроси на всички видове тестове и студенти е 58%⁵. В сходни изследвания за други университети (Tie at al, 2012, Watson and Li, 2014, Ivanović, 2015, Kuechler and Simkin, 2003), вкл. в различни държави и използване на различни езици за програмиране, се установява, че резултатите и успеваемостта варират в много широки граници (приблизително от 45% до 75%), като изводите са, че не могат да бъдат направени директни сравнения по методика, език за програмиране и други фактори, тъй като в голяма степен резултатите зависят от способностите на съответните изследвани студентски съвкупности.

Тъй като в ИУ – Варна съществува стандартизирана точкова система за оценяване на студентите от 0 до 100 точки (Икономически университет – Варна, 2021), а резултатите от тестовете се включват 1:1 в тези точки при формирането на оценката на разглежданата съвкупност студенти, можем да приравним процентните стойности директно към точки на въпросната точкова система за оценяване.

В университета съществува и скала за преобразуване на крайния брой точки в оценка за семестриалните изпити. 58 точки отговарят на оценка „Добър 4“, но оценките от семестриалните изпити могат да бъдат само цели числа от 2 до 6. В по-подробно разписаната скала (Икономически университет – Варна, 2021), макар и само по отношение на държавните изпити, където това е възможно, 58 точки отговарят на оценка „Добър 3,50“, с 1 точка по-малко от следващата оценка „Добър 3,75“.

Разглеждайки резултатите по различни дисциплини (които са и в различни курсове и специалности), се оказва, че резултатите се движат в интервала 57-59%, което ни дава основание да ги третираме като една съвкупност. Това беше проверено и по отделни групи въпроси.

Съобразно изучавания материал в дисциплините, въпросите бяха групирани в следните основни теми и подтеми:

- управляващи оператори:
 - условни (if, switch, ?);
 - цикли (for, while, break, continue);
- организация на данните:
 - масиви, структури, стрингове;
 - указатели, референции (само за някои езици за програмиране);
- потребителски функции.

3. РЕЗУЛТАТИ ПО ТЕМИ/ПОДТЕМИ, НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗВОДИ

Резултатите в проценти верни отговори по отделните теми и подтеми са представени в таблица 1.

⁵ Навсякъде данните са закръглени до цял процент, поради липса на необходимост от още по-висока прецизност.

Резултати на студентите от тестовете по теми/подтеми

Тема / подтема	Резултат (верни отговори)	Оценка по скалата на ИУ
Управляващи оператори, в т.ч.:	57%	3,50
условни (if, switch, ?)	56%	3,50
цикли (for, while, break, continue)	58%	3,50
Организация на данните, в т.ч.:	62%	3,75
масиви, структури, стрингове	66%	4,00
указатели, референции	43%	3,00
Потребителски функции	52%	3,25

По отношение на темата „управляващи оператори“ може да се нарече в известен смисъл неочаквано еднаквото представяне в участващите подтеми, тъй като традиционно студентите се затрудняват повече при формулирането на цикли, когато трябва сами да решат задача, т.е. да напишат собствен програмен код. Като цяло резултатът на темата почти съвпада с общата средна успеваемост.

Студентите показват по-добро представяне в темата „организация на данните“ и особено класически възможности като масиви, структури, стрингове. В същото време, обаче, те значително се затрудняват при разбирането на по-сложните концепции, касаещи разполагането и организацията на данните в паметта, съответно указатели и референции, като резултатът в тази подтема е най-слабият изобщо.

На по-слабо от средното равнище са също и резултатите от темата „потребителски функции“. Въпреки че подобна по-детайлна разбивка не е представена в настоящия доклад, беше установено, че ниските резултати донякъде са свързани по-тясно с разбирането на предаването на параметри, вкл. и при използване на указатели и/или референции, което беше коментирано по-горе.

С оглед на представените резултати могат да се направят няколко основни извода.

Разбирането на програмен код от страна на студентите, които се обучават в въвеждащите в програмирането дисциплини в ИУ – Варна, е на формално добро ниво. Студентите изпитват затруднения в някои конкретни области, на които би следвало да се наблегне повече при преподаването. Реално резултатите могат да се разглеждат за не толкова добри, но отчасти това се дължи и на фактори, които допълнително следва да бъдат изследвани, както посочват и други автори (Tie at al, 2012, Ivanović, 2015), като липса на мотивация, постоянство, отделено време, възможности точно в това отношение у някои от тях и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеното изследване показва нивото на представяне на студентите, някои слабости в тяхната подготовка и възможности и очертава насоки за подобрението на успеваемостта им. За още по-добро разбиране на представянето на обучаемите, резултатите от тестовете могат

да се сравнят и анализират спрямо резултатите от практическите задания и контролни, а също да се потърсят други фактори, които влияят на успеваемостта на студентите.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА. (2021) Правилник за оценяване на знанията, уменията и компетентностите на студентите в Икономически университет – Варна. [Online] Available from: https://ue-varna.bg/uploads/filemanager/303/regulations/Pravilnik_ocenqvanе_znaniq_umeniq_kompetentnost.pdf [Accessed 10/11/2024].
2. КИРОВ, Н. (2019) *Тестове за оценка на знанията по програмиране*. [Online] Available from: <https://eprints.nbu.bg/id/eprint/4091/1/tests.pdf> [Accessed 10/11/2024].
3. ALEKSIĆ, V. and IVANOVIĆ, M. (2016) Introductory programming subject in European higher education. *Informatics in Education*, 15(2), pp.163-182.
4. DUFFANY, J. (2014). Choice of language for an introduction to programming course. *Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity, Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014)*, pp. 1-9.
5. IVANOVIĆ, M. et al. (2015) Does the choice of the first programming language influence students' grades? *Proceedings of the 16th International Conference on Computer Systems and Technologies*, pp. 305-312.
6. KUECHLER, W. and SIMKIN, M. (2003) How well do multiple choice tests evaluate student understanding in computer programming classes? *Journal of Information Systems Education*, 14(4), pp. 389-399.
7. KUMAR, A. et al. (2024) *Computer Science Curricula 2023*. ACM.
8. SIMON, J. et al. (2012) Introductory programming: examining the exams. *Proceedings of the Fourteenth Australasian Computing Education Conference*, Volume 123, pp. 61-70.
9. TIE, Z. et al. (2012) Analysis on the relationship between student grades and computer programming time in learning the C programming language. *2012 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE) IEEE*. pp. 1584-1589.
10. WATSON, C., and LI, F. (2014) Failure rates in introductory programming revisited. *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pp. 39-44.

THE USE OF MYGPT FOR CREATING AGGREGATED REPORTS IN SPECIFIC REPORT TEMPLATES USING DATA FROM PERSONALISED INTERVIEWS

Julian Vasilev¹

¹ University of Economics Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, vasilev@ue-varna.bg

ABSTRACT

This study explores the use of MyGPT, an AI-based language model, for generating aggregated reports in specific report templates using data from personalized interviews. The focus is on how MyGPT can automate report generation, ensuring consistency, accuracy, and efficiency. The research involved developing a framework that integrates MyGPT with interview data processing pipelines. Results show that MyGPT significantly reduces the time required for report generation while maintaining high standards of content quality. A case study is presented to demonstrate the practical application of the framework in a real-world scenario. The paper discusses the implications of these findings and suggests directions for further research.

KEYWORDS: *MyGPT, document templates, personalized interviews*

INTRODUCTION

The growing demand for personalized and data-driven reports in various fields, such as healthcare, finance, and education, has led to the development of automated tools to facilitate report generation. Traditional methods of report creation often involve manual data aggregation and formatting, which can be time-consuming and prone to errors. MyGPT, an advanced language model developed by OpenAI, has shown promise in automating content generation tasks. This study aims to evaluate the effectiveness of MyGPT in creating aggregated reports in specific report templates using data from personalized interviews.

The purpose of this research is to develop a method for integrating MyGPT into report generation workflows. The study addresses key challenges such as data extraction from interviews, template adherence, and content coherence. By automating the report creation process, MyGPT could enhance efficiency and consistency, reducing the cognitive load on users. This paper contributes to the existing literature by demonstrating a practical application of MyGPT in structured report generation.

LITERATURE REVIEW

The application of ChatGPT has rapidly expanded across various fields, showcasing its versatility and potential. Recent literature highlights a broad spectrum of uses, from enhancing healthcare and education to revolutionizing software development and academic research.

ChatGPT has been widely adopted in healthcare, primarily for clinical decision support, patient communication, and medical research. The model assists in generating patient reports, providing drug information, and enhancing doctor-patient interactions. It has been used to support clinical decision-making by offering real-time suggestions and interpretations, particularly in digital health and psychological assessment contexts (Marchandot et al., 2023; Liu et al., 2023).

In education, ChatGPT has become a powerful tool for personalized learning experiences. It helps students by offering immediate feedback, enhancing writing skills, and facilitating interactive learning. Studies highlight its potential to improve learning outcomes by adapting to individual learning paces and promoting active participation (Yu et al., 2023; Education Sciences, 2024).

However, the model's impact on academic integrity has raised concerns, as it can generate content indistinguishable from human writing, posing challenges in education and research settings (Burger et al., 2023).

In software development, ChatGPT has been used for code generation, debugging, and enhancing developer productivity. The tool provides solutions to programming problems, often suggesting correct code on the first attempt, which improves workflow efficiency. However, developers also caution against over-reliance due to potential inaccuracies in code generation (Sakib et al., 2023).

ChatGPT is increasingly used in industries such as e-commerce, finance, and customer service. For instance, Shopify uses ChatGPT to help merchants create personalized product descriptions, and Microsoft has integrated ChatGPT into its AI chatbot for various business tasks. These applications showcase the model's capacity to handle diverse tasks, improving business operations and customer interactions (DZone, 2023).

Despite its potential, the use of ChatGPT raises several ethical concerns, particularly related to the generation of misleading or inaccurate content. Studies have noted that ChatGPT can produce text that appears credible but may contain false information or fabricated references, posing risks in scientific research and publication (Casella et al., 2023)

Additionally, its inability to understand context fully and limitations in data reliability highlight the need for careful oversight when using ChatGPT in critical applications.

Ongoing research emphasizes refining ChatGPT's applications by enhancing its contextual understanding and reducing biases in generated content. Future studies are expected to explore deeper integrations of ChatGPT with other AI technologies, further improving its utility across fields like medicine, education, and business (Gabashvili, 2023; Computers, 2023).

METHODS

The research methodology involved designing a framework that integrates MyGPT into the report generation process. The framework was developed to handle data extraction, processing, and formatting according to predefined templates. Personalized interviews were conducted to collect qualitative data relevant to the reports. The interview data were then processed using natural language processing (NLP) techniques to ensure compatibility with MyGPT's input requirements.

A key component of the framework was the development of a data preprocessing module that converts raw interview transcripts into structured inputs for MyGPT. The module includes steps for cleaning, segmenting, and tagging data to ensure that MyGPT accurately reflects the interview content in the generated reports. Additionally, the framework was designed to allow users to select specific report templates, which MyGPT would populate with relevant data points.

MyGPT was fine-tuned to understand and adhere to the style and structure of the selected report templates. The model was trained using a combination of existing reports and customized prompts designed to guide the content generation process. Evaluation metrics included accuracy, template adherence, and user satisfaction, measured through feedback surveys from participants who reviewed the generated reports.

RESULTS

The results demonstrated that MyGPT could successfully generate reports that adhered to the specified templates, accurately reflecting the content of the personalized interviews. The

automated system reduced the average time for report generation by approximately 60% compared to traditional manual methods. Users reported high levels of satisfaction with the readability and coherence of the reports, highlighting the potential of MyGPT as a tool for efficient report generation.

Accuracy in data representation was another critical metric. The generated reports maintained a high level of accuracy, with an error rate of less than 5% in data points extracted from interviews. The system's ability to maintain consistency across multiple reports was particularly noted, as MyGPT adhered strictly to the stylistic and structural guidelines of each template.

Furthermore, the feedback indicated that MyGPT was especially useful in handling complex and repetitive report formats, where manual input would be labor-intensive and prone to errors. Participants also appreciated the flexibility of the system, which allowed for easy adjustments and customization based on specific reporting needs.

CASE STUDY: APPLICATION OF MYGPT IN HEALTHCARE REPORTING

To illustrate the practical application of the proposed framework, a case study was conducted in the healthcare sector, focusing on generating patient outcome reports from interview data collected during follow-up consultations. The healthcare institution involved in the case study required standardized reports to summarize patient progress, treatment effectiveness, and future care plans. Traditionally, these reports were manually created by healthcare professionals, consuming significant time and resources.

The implementation began with the collection of interview data from patient consultations, which were transcribed into text format. These transcripts were processed using the framework's data preprocessing module, where key information such as patient demographics, treatment details, and clinical observations were extracted and structured. MyGPT was then used to generate patient outcome reports based on this structured data.

The case study involved comparing MyGPT-generated reports with manually created reports to evaluate accuracy, consistency, and time efficiency. MyGPT-generated reports were reviewed by healthcare professionals to ensure clinical relevance and adherence to the prescribed report template.

Results from the case study showed that MyGPT significantly reduced the time required to produce each report by approximately 70%. The generated reports were found to be highly consistent with the manual reports in terms of structure and content, with an accuracy rate of over 95% in reflecting the clinical information from the interviews. Healthcare professionals noted that MyGPT's ability to standardize the reporting format reduced variability and improved the overall quality of patient records.

The automated approach also allowed for rapid adjustments to report templates based on evolving clinical guidelines, demonstrating the system's flexibility. Feedback from the healthcare professionals indicated a high level of satisfaction with the readability and relevance of the reports, highlighting MyGPT's potential as a reliable tool for automated reporting in clinical settings.

DISCUSSION

The findings suggest that MyGPT is a viable solution for automating report generation in specific templates using data from personalized interviews. This capability addresses a significant

gap in current reporting processes, where manual aggregation and formatting are common challenges. By leveraging MyGPT, organizations can streamline their reporting workflows, improve accuracy, and reduce the time and resources required for report creation.

However, some limitations were observed. The effectiveness of MyGPT is highly dependent on the quality of the input data and the precision of the templates. In cases where interview data were unstructured or ambiguous, the model occasionally struggled to maintain context. Future research should focus on enhancing data preprocessing techniques to further improve input quality.

Additionally, while the study demonstrated high levels of accuracy and user satisfaction, there is potential for further optimization of MyGPT's performance. Enhancements in model training, particularly in template-specific fine-tuning, could lead to even greater consistency and alignment with user expectations. Future studies could also explore integrating MyGPT with other AI tools, such as sentiment analysis and topic modeling, to enhance the depth and nuance of the generated reports.

CONCLUSION

This research highlights the potential of MyGPT as an effective tool for automating the creation of aggregated reports using data from personalized interviews. The framework developed in this study demonstrates that MyGPT can significantly enhance the efficiency of report generation while maintaining high standards of accuracy and template adherence. The case study in the healthcare sector illustrates the practical application of MyGPT, confirming its ability to reduce time and improve consistency in report creation. The findings underscore the importance of AI-driven solutions in addressing the growing demand for personalized and data-driven reporting. Future work should focus on refining the integration of MyGPT with data processing pipelines to further improve the quality and usability of the generated reports.

REFERENCES

1. Gabashvili, I.S. (2023). The impact and applications of ChatGPT: A systematic review of literature reviews. *arXiv*. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.18086>
2. Marchandot, B., Matsushita, K., Carmona, A., Trimaille, A., Morel, O. (2023). ChatGPT: the next frontier in academic writing for cardiologists or a Pandora's box of ethical dilemmas. *European Heart Journal Open*, 3, oead007.
3. Liu, S., Wright, A.P., Patterson, B.L., Wanderer, J.P., Turer, R.W., Nelson, S.D. et al. (2023). Using AI-generated suggestions from ChatGPT to optimize clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*.
4. Islam, I., & Islam, M. N. (2023). Exploring the opportunities and challenges of ChatGPT in academia. *Discover Education*. Available at: <https://link.springer.com>
5. Education Sciences. (2024). ChatGPT in Teaching and Learning: A Systematic Review. *MDPI*, 14(6), 643.
6. Vaillant, T. S., de Almeida, F. D., Neto, P. A., Gao, C., Bosch, J., & de Almeida, E. S. (2023). Developers' Perceptions on the Impact of ChatGPT in Software Development: A Survey. *arXiv*. Available at: <https://arxiv.org>
7. DZone. (2023). ChatGPT Applications: Potential Across Industries. Available at: <https://dzone.com>

8. Strzelecki, A., Cicha, K., Rizun, M., & Rutecka, P. (2023). Acceptance and use of ChatGPT in the academic community. *Education and Information Technologies*. Available at: <https://link.springer.com>
9. Computers. (2023). Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review. *MDPI*. Available at: <https://www.mdpi.com>

РОЛЯТА НА МИКРОКВАЛИФИКАЦИИТЕ В РАЗВИТИЕТО НА ДИГИТАЛНИТЕ УМЕНИЯ НА СТУДЕНТИТЕ

Петя Страшимирова¹, проф. д-р Силвия Парусева²

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, p.emilova@ue-varna.bg

² Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, parusheva@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Докладът анализира значението на микроквалификациите за подобряване на дигиталните умения на студентите. В ролята си на краткосрочни обучения микроквалификациите осигуряват специфични знания и умения, особено ценни за бързо адаптиране на учащите се на пазара на труда. Те предлагат удобна форма на онлайн обучение, което позволява на студентите да придобиват нови компетенции в свободното си време. Основното им предимство е тяхната гъвкавост, достъпност и насоченост към конкретни професионални нужди, което ги прави ефективни за кариерно развитие. Докладът засяга основни проблеми, свързани с приложението на микроквалификациите за развиване на знанията, уменията и компетентностите на учащите.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: микроквалификации, дигитално обучение, умения, компетентности, онлайн курсове, професионално развитие

THE ROLE OF MICRO-CREDENTIALS IN DEVELOPING STUDENTS' DIGITAL SKILLS

Petya Strashimirova¹, Silvia Parusheva²

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, p.emilova@ue-varna.bg

² University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, parusheva@ue-varna.bg

ABSTRACT

The report analyzes the significance of micro-credentials in enhancing students' digital skills. As short-term training programs, micro-credentials provide specific knowledge and skills, which are especially valuable for the quick adaptation of learners to the labor market. They offer a convenient form of online learning, enabling students to acquire new competencies in their free time. Their main advantages are flexibility, accessibility, and focus on specific professional needs, making them effective for career development. The report addresses key issues related to the application of micro-credentials for developing learners' knowledge, skills, and competencies.

KEYWORDS: micro-credentials, digital learning, skills, competencies, online courses, professional development

ВЪВЕДЕНИЕ

В днешния бързо развиващ се свят дигиталните умения са от съществено значение за успешна професионална реализация. Микроквалификациите, като сравнително нова форма на образование, играят важна роля в придобиване и усъвършенстване на тези умения. Те представляват краткосрочни, целенасочени учебни програми, които предоставят специфични знания и компетенции, адаптирани към индивидуалните нужди на обучаемите. В доклада се

разглежда как микроквалификациите подпомагат студентите в развитието на техните дигитални умения, предлагайки по-гъвкав и персонализиран подход към обучението.

Целта на доклада е да се изследва ролята на микроквалификациите в развитието на дигиталните умения на студентите. Това включва анализ на ползите от тези краткосрочни квалификации, тяхното приложение в съвременното образование и възможностите, които предоставят за по-гъвкаво и индивидуализирано обучение, което подпомага кариерното развитие и професионалната реализация на студентите.

1. СЪЩНОСТ И ХАРАКТЕРИСТИКА НА МИКРОКВАЛИФИКАЦИИТЕ

Микроквалификациите или още познати като микрокредити предлагат обучение с по-кратка продължителност и по-ограничен обхват в сравнение с традиционните професионални или академични квалификации, като акцентират върху конкретни нужди (Oliver, 2019). Поради своята краткост, те позволяват бързо придобиване на нови умения, особено за възрастни обучаеми, които вече са част от работната сила.

Микро означава мини или малък, а удостоверението е квалификация. Тези мини квалификации могат да помогнат на хората да научат нови умения, да напреднат в кариерата си или изцяло да сменят кариерата си (Parsons et al., 2023).

Известни също като микростепени или наностепени, те често са онлайн курсове, които могат да бъдат завършени в свободното време и да осигурят сертификат след завършване. Те са проектирани да бъдат бързи, достъпни и специализирани.

Микрокредитите се предоставят основно от университети, бизнес училища, колежи и центрове за продължаващо образование. Тези кратки курсове често се предлагат наред с традиционните образователни степени, до които всеки може да има достъп.

Микроквалификациите са сертификати за краткосрочно обучение, формално или неформално, които Европейската комисия (ЕК) счита за стратегически за постигане на своята European Skills Agenda.

В рамките на редица проекти Европейската комисия се стреми да обсъди определението за микроудостоверения и да определи предизвикателствата и възможностите в тази област. Според Съвета на Европейския съюз (2022) микроквалификациите са резултатите от обучение, придобити чрез краткосрочни учебни преживявания, като например кратки курсове или обучения. Те предлагат гъвкав и целенасочен подход, който подпомага индивидите в развитието на знанията, уменията и компетенциите, необходими за тяхното лично и професионално усъвършенстване.

Микрокредитите обикновено отразяват придобити компетенции, които представляват конкретни умения и знания на индивида. Те се визуализират чрез дигитални значки, които функционират като символи, позволяващи онлайн споделяне. Подобно на дипломите, които удостоверяват академични постижения, значките удостоверяват микрокредитите. Работодателите имат възможност да разгледат дигиталната значка, за да получат информация за институцията, която я е издала, датата на издаване и обхвата на удостоверените умения (Lemoine and Richardson, 2015).

Основната разлика между микрокредитите и други форми на краткосрочно обучение, като напр. сертификати без диплома, е продължителността на програмата. Сертифициращите програми обикновено изискват повече време за завършване. Друга съществена разлика е свързана с формата на обучение – микрокредитите често се предлагат изцяло онлайн.

Микрокредитът може да се прилага под различни форми. В най-малкия си вид представлява единичен модул, предмет, умение или компетенция, но може също така да бъде набор от умения или знания, или дори цялостен набор от компетенции. Някои микрокредити могат да съществуват под формата на умения, докато други могат да бъдат специфично разработени за конкретна компания или индивидуален обучаем.

2. РАЗГРАНИЧАВАНЕ НА МИКРОКВАЛИФИКАЦИИТЕ ОТ ТРАДИЦИОННИТЕ АКАДЕМИЧНИ КВАЛИФИКАЦИИ

Университетската диплома е насочена към развиване на умения и знания, които са високо ценени на пазара на труда и които могат да способстват за успеха на индивидите. Тя предоставя на студентите възможност да изследват собствените си интереси и да придобият ценен опит чрез разнообразни формати на обучение, вкл. общи и специализирани курсове, изследователски проекти, работа в екип и други практически дейности. В допълнение, притежаването на университетска диплома е свързано с по-добри дългосрочни перспективи за заетост и потенциал за по-високи доходи (Ahsan, et al., 2023).

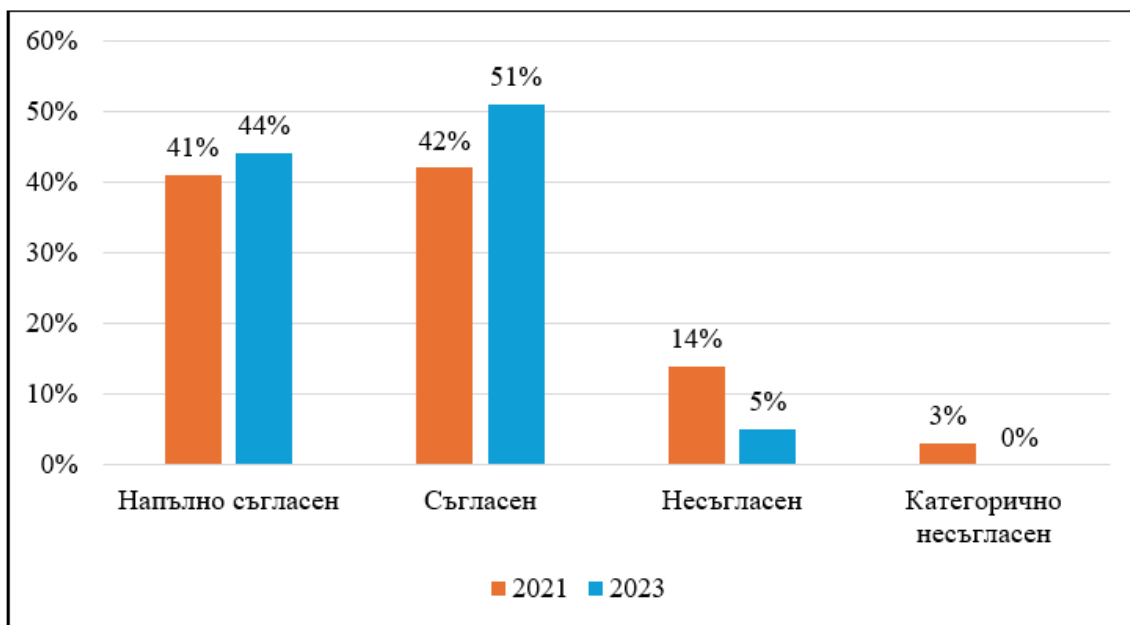
В контекста на образованието микрокредитите като онлайн сертификати, дипломи, значки и удостоверения, представляват форма на алтернативно обучение, която се концентрира върху специфични и целенасочени набори от умения и знания. Вместо да предлагат традиционни степени, сертификатите и значките демонстрират компетентност в определени специализирани умения. Тези квалификации обикновено са насочени към конкретни кариерни пътеки или индустрии и имат за цел да позволят на обучаемите да усвоят умения в кратки срокове, което им дава възможност да се ориентират към нова работа или кариера.

Образователно-квалификационните степени и микрокредитите обикновено се различават значително по обхват, а изборът на най-подходящата опция зависи от индивидуалните цели на обучаемия.

В проучване на HolonIQ, проведено с лидери в областта на образованието, представляващи университети и други висши учебни заведения, както и заинтересовани страни от правителствения сектор, индустрията и Educational Technology (EdTech)¹, респондентите споделят своите виждания относно микро и алтернативните квалификации. Изследването е проведено през периода февруари – март 2023 г., а резултатите са сравнени с проучването на HolonIQ от периода февруари – март 2021 г.

Част от изследваните въпроси са свързани именно с приложението на микрокредитите във висшето образование. На фигура 1. е представен с относителен дял в проценти отговорът на респондентите в лицето на ръководители на висшите училища относно интегрирането на микрокредитите в университетските програми.

¹ EdTech е област, която обединява технологии, педагогика и учебно съдържание с цел подобряване на процеса на обучение и преподаване.



Фигура 1. Очаквания за интегриране на микрокредитите в университетските учебни програми

Източник: Адаптирано от HolonIQ (2023)

Изследването констатира, че по-голямата част от ръководителите на висшите училища (над 90% с отговори „напълно съгласен“ и „съгласен“) очакват в бъдеще микрокредитите да бъдат интегрирани в повечето университетски програми.

3. ЗНАЧЕНИЕ НА ДИГИТАЛНИТЕ УМЕНИЯ В СЪВРЕМЕННОТО ОБРАЗОВАНИЕ

Индустрия 4.0 е неразривно свързана с технологичните иновации, като напр. с напредъка в изкуствения интелект, цифровизацията и бързото развитие на интердисциплинарни и мултисекторни технологии. Въпреки че все още е в ранните фази на дигиталната трансформация, ерата на Индустрия 4.0 предоставя множество възможности, както и значителни предизвикателства в различни държави и сектори, включително в сферата на висшето образование (Mukul and Büyüközkan, 2023).

С напредъка на индустриалните промени образователните институции се реструктурират, за да осигурят работната сила с необходимите умения, изисквани в индустрията и обществото. Този напредък предизвиква трансформация и в сферата на образованието. Образование 1.0 е организирано около нуждите на селскостопанската общност, Образование 2.0 е насочено към изискванията на индустриалната общност, Образование 3.0 акцентира върху потребностите на обществото, свързани с глобализацията, докато Образование 4.0 е фокусирано върху изискванията на иновативното общество (Adnan, et al., 2019).

Към настоящия момент Индустрия 4.0 и цифровата ера формират тенденцията към модел на висше образование, който предлага значителни предимства. При този модел учебните програми се развиват и регулярно се актуализират, за да отразят постиженията на Индустрия 4.0. Освен това, висшето образование функционира като екосистема, която позволява на преподавателите и студентите да преподават и учат по всяко време и на всяко място, използвайки свързани устройства, което води до по-персонализирано обучение (Dang et al., 2024). В този контекст университетите проявяват склонност да експериментират с нови технологии, постоянно да усъвършенстват методите на преподаване и да

разработват иновативни форми на обучение, които премахват ограниченията на времето и пространството, предоставяйки на студентите по-подходящи умения.

В този контекст се разграничава и ролята на микрокредитите, чиито ползи като персонализация и гъвкавост на обучението подпомагат за развитие на професионални компетенции, като усвояване на задачи и професионални умения. Влиянието на тези умения върху професионалното развитие и конкурентоспособността на студентите подобрява адаптивността им към пазара на труда и засилва професионалната им конкурентоспособност.

За обучаващите става все по-важно не просто да усвояват факти и знания, а да развиват ключови и значими за обществото компетенции, които ще им позволят успешно да се адаптират към глобалните промени (Шопова, 2014).

На преден план изпъква необходимостта от придобиване на компетенции, свързани с комуникацията в дигиталната среда, както и с етичните и социалните предизвикателства, които произтичат от нея. Това включва умения за търсене и управление на информация, участие в различни мрежи, критично и творческо отношение към данни, както и способността за създаване на нови знания и други свързани умения.

4. ПОЛЗИ ОТ МИКРОКВАЛИФИКАЦИИТЕ ЗА СТУДЕНТИТЕ

Проучванията показват, че микроквалификациите предоставят на студентите по-широк набор от ползи в областта на работата и обучението. Двете основни идентифицирани предимства според някои автори (Ngoc Ha et al., 2023) са следните:

- развитие на професионални компетенции, като усвояване на задачи и професионални техники;
- засилване на знанията и уменията.

Признавани от институциите в областта на висшето образование като ефективен инструмент за преподаване, микрокредитите предлагат възможности за „обратен“ модел на класната стая, обновяване на учебните материали и осигуряване на подходящи допълнения към обучението. Интересно е, че преподавателите, които са използвали микрокредити, се възприемат като по-иновативни, ориентирани към индустрията и способни да създадат по-голяма добавена стойност за студентите в сравнение с тези, които не са ги прилагали.

Освен това, дигиталните значки могат да допринесат за задържането на студентите по начин, подобен на този в корпоративна среда. Те поддържат мотивацията и ангажираността на студентите по време на обучението им за придобиване на образователна и квалификационна степен, което намалява риска от прекъсване на обучението.

Микрокредитите дават възможност на студентите да персонализират обучението си, като го адаптират към своите интереси и професионални цели. Обучаемите могат да избират конкретни курсове, за да придобият умения и знания в област, която представлява интерес за тях.

Микрокредитите предлагат по-голяма гъвкавост в сравнение с традиционното образование или сертификатите, тъй като са по-специфични и адаптивни. Те могат да се придобият бързо и обикновено имат по-меки предварителни условия. Също така предоставят възможност на студентите да покажат пред работодателите своите конкретни умения и знания, което може да им помогне да подобрят шансовете си за наемане и да се открият сред другите кандидати на пазара на труда.

Някои микрокредити се издават и удостоверяват чрез технологии като блокчейн, което осигурява тяхната автентичност и предотвратява изменения или фалшификации, увеличавайки по този начин стойността им за работодателите.

5. ВЪЗМОЖНОСТИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПО ПОВОД НА МИКРОКРЕДИТИТЕ

5.1. Възможности

Както вече беше отбелязано, микрокредитите дават възможност на студентите да направят обучението си по-индивидуализирано и да го адаптират спрямо своите интереси и професионални стремежи. Обучаемите имат възможност да избират специфични курсове, които им помагат да развият умения и знания в желаната област.

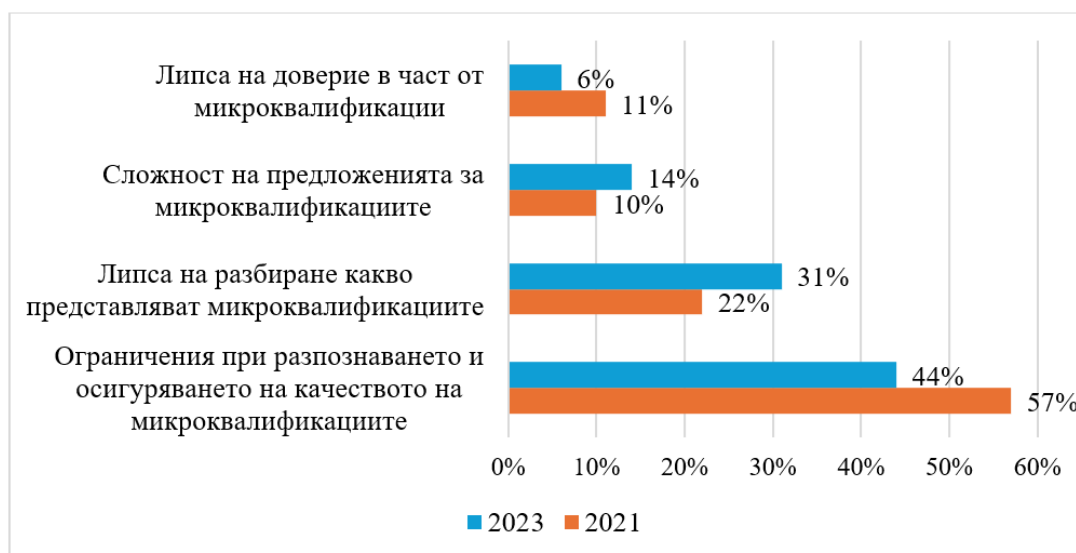
Микроквалификациите често се отличават с по-висока ефективност по отношение на разходите и времето в сравнение с традиционните академични степени. Поради по-кратката продължителност на тези програми, обучаемите имат възможност бързо да усвоят специфични умения и да се включат в работната сила значително по-рано.

5.2. Предизвикателства

Основното предизвикателство при прилагането на микрокредитите е свързано с различното им възприятие от заинтересованите страни, вкл. студенти, преподаватели, университети, доставчици на микрокредити и работодатели (MicroHE). Студентите виждат микрокредитите като привлекателна възможност за развитие на своите умения и компетенции. Преподавателите обаче ги разглеждат като формални или неформални квалификации, които са силно специализирани и могат да бъдат завършени за кратко време. От своя страна работодателите ги смятат за еквивалентни на сертификатите, получавани след участие в програми за професионално развитие, които насърчават ученето през целия живот. Различията в тълкуванията на естеството и стойността на микрокредитите сред заинтересованите страни представляват значително предизвикателство за ефективното им разработване и внедряване като жизнеспособен и широко приет вариант за повишаване на уменията и професионалното развитие.

Успешното внедряване на програми за микрокредитиране зависи от наличието на квалифицирани човешки ресурси, включително академичен персонал и администратори на висши училища, които да осигурят ефективно планиране и изпълнение. Въпреки това, ключово предизвикателство при микрокредитирането е управлението на потенциално голям брой онлайн студенти. Поради факта, че програмите за сертифициране с микрокредитиране се предлагат онлайн, съществува възможност за привличане на значителен брой студенти от цял свят (Ahsan, et al., 2023).

Изследователите от HolonIQ разглеждат и проблема с основните бариери и предизвикателства пред приемането на микрокредити, отговорите са представени на фигура 2.



Фигура 2. Баристри и предизвикателства пред приемането на микрокредитите

Източник: Адаптирано от HolonIQ (2023)

Според изследването приемането на микрокредити в по-голям мащаб е ограничено основно от проблеми, свързани с признаването и осигуряването на качество, въпреки че това възприятие е намаляло от 57% през 2021 г. до 44% през 2023 г. В същото време разбирането за същността на микрокредитите не показва значителен напредък, като почти една трета от анкетираните го посочват като пречка в сравнение с 22% през 2021 г. Сложността на реализация на микрокредитите също остава предизвикателство (14%), но доверието изглежда е по-малко проблематично – само 6% от респондентите го смятат за бариера спрямо 11% през 2021 г.

Друг важен аспект е да се гарантира международното признание на модулите за микрокредитиране преди разширяване на програмата. Преносимостта на удостоверенията, представени чрез дигитални значки, е от съществено значение за тяхното глобално приемане (MicroNE, 2019). Съществуват опасения относно потенциалната конкуренция между сертификатите за микрокредитиране и традиционните образователни степени, което може да доведе до спад в набирането на студенти за традиционното висше образование, тъй като работодателите все повече оценяват микрокредитите. Това поражда притеснения относно бъдещото осигуряване на качеството на обучението. В действителност много университети са разработили индивидуални насоки или политики, свързани с микроквалификациите в рамките на своите институции. Въпреки това, липсата на координация между тези насоки може да доведе до допълнителни предизвикателства, които трябва да бъдат разгледани, за да се осигури последователност и съгласуваност в сектора на висшето образование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, микроквалификациите представляват иновативен и гъвкав образователен инструмент, който отговаря на динамичните изисквания на съвременния пазар на труда. Те предоставят на индивидите възможност за бързо придобиване на нови умения и компетенции, необходими за професионално развитие или смяна на кариерата. Тяхната краткосрочна и онлайн форма ги прави достъпни за широк кръг обучаеми, особено за тези, които съчетават учене с професионални ангажименти. Възприемането на микроквалификациите от образователни институции и работодатели може да играе ключова роля за устойчивото развитие на уменията

и иновациите в различни сектори, подкрепяйки изпълнението на Европейската програма за умения.

Микроквалификациите се утвърждават като важен елемент в съвременната образователна екосистема, предлагайки значителна гъвкавост и персонализация на обучението. Техният фокус върху специфични умения и краткосрочни учебни курсове ги прави особено привлекателни за професионалисти и студенти, които искат да подобрят своите компетенции или да се преквалифицират в рамките на бързо променящия се пазар на труда. В контекста на Индустрия 4.0, микрокредитите и дигиталните умения играят ключова роля за адаптирането на работната сила към новите предизвикателства, свързани с дигитализацията и технологичния напредък. С техния иновативен подход към обучението, те предоставят на студентите възможност да се отличат на пазара на труда, като демонстрират конкретни умения и компетенции, които са високо ценени от работодателите.

От друга страна, съществуват значителни предизвикателства при тяхното внедряване. Различното възприятие на микрокредитите от заинтересованите страни – студенти, преподаватели, университети и работодатели – води до несигурност относно тяхната стойност и признание. За успешното прилагане на програмите за микрокредити е необходимо координирано управление на онлайн обучението, както и международно признание на удостоверенията. Освен това, конкуренцията между микрокредитите и традиционните академични степени може да засегне приемането на студенти за дългосрочни програми, като създава опасения за качеството на образованието. Липсата на единни стандарти и координация между институциите също изисква внимание, за да се осигури съгласуваност и последователност в сектора на висшето образование.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. СЪВЕТ НА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ (2022) Препоръка относно европейски подход към микроквалификациите с цел стимулиране на ученето през целия живот и пригодността за заетост.
2. ШОПОВА, Т. (2014) Развитие на дигиталната компетентност у студентите. Списание *NotaBene*, Брой 26. [Онлайн] Достъпно от: <https://notabene-bg.org/> [Accessed 14.10.2024].
3. ADNAN, A. et al., 2019. Education 4.0 Technologies, Industry 4.0 Skills and the Teaching of English in Malaysian Tertiary Education. *Arab World English Journal*, 10(4), pp. 330-343. <https://dx.doi.org/10.24093/awej/vol10no4.24>
4. АНМАТ, N., BASHIR, M., RAZALI, A. and KASOLANG, S. (2021) Micro-Credentials in Higher Education Institutions: Challenges and Opportunities. *Asian Journal of University Education*, 17(3), pp. 281-290. doi: 10.24191/ajue.v17i3.14505
5. AHSAN, K., АКВАР, S., КАМ, B. and ABDULRAHMAN, M. (2023) Implementation of micro-credentials in higher education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, Volume 28, pp. 13505-13540. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11739-z>
6. DANG, T. et al. (2024) Digital competence of lecturers and its impact on student learning value in higher education. *Heliyon*, 10(17). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37318>
7. HOLONIQ (2023) *Micro-credentials Survey. 2023 Trends and Insights*. [Online] Available at: <https://www.holoniq.com/notes/micro-credentials-survey-2023-insights> [Accessed 14.10.2024].
8. LEMOINE, P. and RICHARDSON, M. (2015) Micro-Credentials, Nano Degrees, and Digital Badges: New Credentials for Global Higher Education. *International Journal of Technology and Educational Marketing*, 5(1), pp. 36-49. <http://dx.doi.org/10.4018/ijtem.2015010104>

9. MICROHE (2019) *Challenges and Opportunities of Micro-Credentials in Europe*. [Online] Available at: <https://microcredentials.eu/wp-content/uploads/sites/20/2019/12/WP3-Interviews-with-Key-Stakeholders-Decision-Makers-Overall-Summary-Report.pdf> [Accessed 14.10.2024].
10. MUKUL, E. and BÜYÜKÖZKAN, G. (2023) Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 194. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664>
11. NGOC HA, N., SPITTLE, M., WATT, A. and DYKE, N. (2023) A systematic literature review of micro-credentials in higher education: a non-zero-sum game. *Higher Education Research & Development*, 42(6), pp. 1527-1548. <https://doi.org/10.1080/07294360.2022.2146061>
12. OLIVER, B. (2019) *Making micro-credentials work for learners, employers and providers*. Victoria, Australia: Deakin University.
13. PARSONS, D., SPARKS, H., VO, D. and SINGH, A. (2023) MOOCS and Micro-Credentials as Launch Pads to Further Education: Challenges and Experiences. In: S. Goundar, (Ed.) *Massive Open Online Courses - Current Practice and Future Trends*. IntechOpen.

DEVELOPMENT OF A CROSS-PLATFORM APPLICATION WITH THE NOSQL FIREBASE DATABASE AND THE IONIC FRAMEWORK

Olena Fedusenko¹, Iryna Domanetska², Yaroslav Khrolenko³, Georgy Gaina⁴

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv/Department of intellectual technologies, Kyiv, Ukraine, fedusenko@knu.ua

² Taras Shevchenko National University of Kyiv/Department of intellectual technologies, Kyiv, Ukraine, domanetska@knu.ua

³ Institute for Information Recording of NAS of Ukraine/Department for Intelligent Technologies of Decision-Making Support, Kyiv, Ukraine, yaroskhr@gmail.com

⁴ Taras Shevchenko National University of Kyiv/Department of intellectual technologies, Kyiv, Ukraine, ggaina@knu.ua

ABSTRACT

The article addresses the development of a cross-platform application using the Ionic hybrid web development framework for the client-side and the NoSQL Firebase database for implementing the server-side. The modern market often requires IT specialists to quickly develop high-quality solutions designed to solve specific business problems. Relevant tasks include developing a client-side application that works across multiple devices simultaneously and minimizing the server-side by leveraging cloud services that provide Database as a Service (DBaaS). Hybrid web development allows for the simultaneous creation of web and mobile applications, such as for Android and iOS, with the Ionic framework being one of the most popular solutions for hybrid development. This framework enables the development of cross-platform applications using web development tools, namely HTML, CSS, and JavaScript, and integrates with three of the most common web frameworks: Angular, React, and Vue. Additionally, it includes its own set of native visual components. Firebase is a popular tool for quickly building applications without managing infrastructure. It provides a scalable cloud-based NoSQL database for real-time data storage and synchronization. Built on Google's infrastructure, Firebase automatically scales. One of the key challenges when using NoSQL databases is ensuring data integrity during data deletion and editing operations. Using a cross-platform application developed by the authors to manage a small coffee shop's website as an example, this article proposes algorithms to ensure data integrity when using the Firebase NoSQL database. During the development of the application, the RxJS library was used to support real-time functionality, utilizing the Observer pattern to simplify the handling and composition of asynchronous or callback code.

KEYWORDS: *Cross-platform application, Ionic framework, NoSQL database Firebase, Angular framework, data integrity.*

INTRODUCTION

With the rapid growth of smartphones, the number of mobile applications running on Android and iOS platforms is increasing significantly every year. According to statistics from the web traffic analysis tool StatCounter, the distribution of users by operating systems in the last year was as follows: 44.59% of Internet users use Android, 26.81% use Windows, 18.47% use iOS, 5.66% use OS X, and 3.35% use other platforms.

The diversity of leading mobile platforms in terms of user interfaces, programming languages, and ecosystems makes cross-platform technologies a popular development direction. These technologies assist in creating mobile applications that can run on target platforms (usually Android and iOS) with minimal changes to the code. [2].

An analysis of the works of Y.Chang, S.Oh [3], Muhammad Shoaib Farooq, Shamyra Riaz, Atif Alvi, Asghar Ali, Ibtisam U Rehman [4], Oluwatofunmi Adetunji, Chigozirim Ajaegbu[5] and others has shown that the main trend in modern IT development is moving away from single-platform cross-platform application development (e.g., for Android or iOS) and moving towards simultaneous multi-platform development.

The analysis revealed that cross-platform application development is highly relevant. During the development of a cross-platform application for a small coffee shop, the authors faced the challenge of selecting tools that allow for quick development of both the client and server parts of the application.

Developing hybrid web applications allows for the simultaneous creation of applications for Android, iOS, and the web. One of the most popular tools for such development is the Ionic framework. In addition to the client side, such applications must also include a server side, which can be complex. One effective solution for the server side is Firebase, a NoSQL and cloud platform offering a wide range of services, tools, and features available through Firebase SDK (Software Development Kit) and API (Application Programming Interface), allowing developers to create, deploy, and effectively manage their applications [6].

The purpose of this article is to analyze the process of developing a cross-platform application using the Ionic framework and Firebase, using an application for a small coffee shop as an example.

1. THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE STUDY

Modern approaches to cross-platform development can be classified as follows:

1. Progressive Web Apps (PWA): Applications designed to work on any platform that uses a standards-compliant browser, including desktop and mobile devices [7].
2. Native App: Developed individually for each target platform.
3. Hybrid web App: Developed based on frameworks with web interfaces and common components, with a single codebase that runs anywhere.
4. Hybrid App: This approach combines frameworks with a native user interface and shared code, as well as frameworks with a common codebase and native code.

Based on the research of Biørn-Hansen, A., Rieger, C., Grønli TM [2], Oluwatofunmi Adetunji, Chigozirim Ajaegbu, Nzechukwu Otuneme, Olawale J. Omotosho [5] and Dhananjaysinh Jhala [7], a comparative analysis of these approaches to cross-platform development is presented in Table 1

Table 1.

Results of a comparative analysis of frameworks for cross-platform development

Feature	PWA	Native App	Hybrid web App	Hybrid App
Installable	Yes	Yes	Yes	Yes
Offline access	Yes	Yes	Yes	Yes
Testable before installation	Yes	No	Yes	Yes
Cross-platform availability	Limited	No	Yes	Yes
Hardware and Platform API access	Limited	Yes	Yes	Yes

Source: Own elaboration

Based on the results of the comparative analysis, we can conclude that hybrid web applications and hybrid-native applications have the widest opportunities.

2. RESEARCH RESULTS

Ionic is a cross-platform application development framework based on web technologies. Ionic provides everything you need to create and connect high-quality mobile and web applications on your own using web programming tools and three most common web frameworks Angular, React, Vue. In addition, Ionic provides a wide range of tools for testing mobile applications, such as Ionic CLI, automated testing tools and mobile device simulators[8].

Creating a single application for different platforms in Ionic is possible thanks to the use of the so-called Capacitor. Capacitor is an open source runtime for creating native web applications. It can be used to create cross-platform iOS, Android, and progressive web apps[9].

To develop the user interface, Ionic offers to use its own components instead of standard HTML elements, which allow you to build a native interface for each platform.

Firebase, a popular Backend-as-a-Service platform, provides a powerful real-time database solution that allows developers to perform efficient synchronization in their mobile applications[10].

To support real-time work, you need to use the RxJS library. RxJS is a popular JavaScript library for reactive programming in Web applications. RxJS is a library for composing asynchronous and event-based programs by using observable sequences. It provides one core type, the Observable, satellite types (Observer, Schedulers, Subjects) and operators inspired by Array methods (map, filter, reduce, every, etc.) to allow handling asynchronous events as collections[11].

Let's look at the practical use of the above technologies on the example of an application for a small coffee shop. The coffee shop has dishes, each of which belongs to a certain category, for example, coffee belongs to the category of drink, etc. You need to develop a cross-platform application for the coffee shop administrator that will provide the following features:

1. Working with food categories

- Create a new category of dishes
- Edit a category

- Deleting a category. When you delete a category, all dishes associated with it must also be deleted.

2. Working with dishes

- Create a new dish in a specific category
- Edit a dish
- Deleting a dish.

In addition, you need to develop a web application for visitors to the cafe where they can view dishes and their prices.

Thus, the general architecture of the system under development will look like this (Figure 1).



Figure 1. Coffee shop's architecture

Source: Own elaboration

The data in the database will be stored in two separate structures - categories and dishes (Figure 2).



Figure 2. Coffee shop's Database

Source: Own elaboration

To generate unique record identifiers in the Realtime Database, it was decided to develop our own auto-generation function that will work as follows:

1. Find the maximum value of the identifier among those existing in the database.
2. Generate a new value by adding one to the maximum value.

Thus, the identifier of categories and dishes in the database will always be unique.

One of the most common problems that can arise in NoSQL databases is the problem of data integrity. In a cross-platform application for a coffee shop, this problem arises when a category of dishes is deleted, since all dishes related to it must be deleted along with the category. The authors propose the following algorithm for solving this problem (Figure 3).

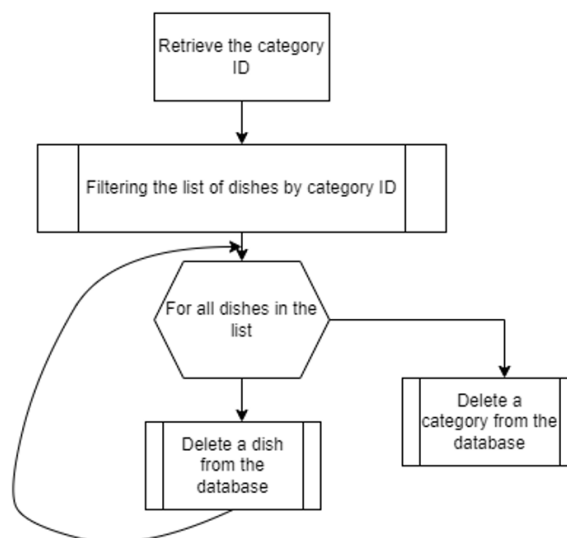


Figure 3. Algorithm for deleting a dish category

Source: Own elaboration

Let's develop the architecture of a cross-platform application for a coffee shop administrator using the TOGAF architectural methodology and the Archimate specification to build a diagram in accordance with the framework (Figure 4).

The TOGAF framework (The Open Group Architecture Framework) is a set of tools for developing architectures for various purposes. With its help, an information system is represented as a set of modules. The ArchiMate specification, a standard of The Open Group, is an open and independent modeling language for enterprise architecture that is supported by various tool providers

and consulting firms. ArchiMate visual modeling helps to describe and understand complex systems[12].

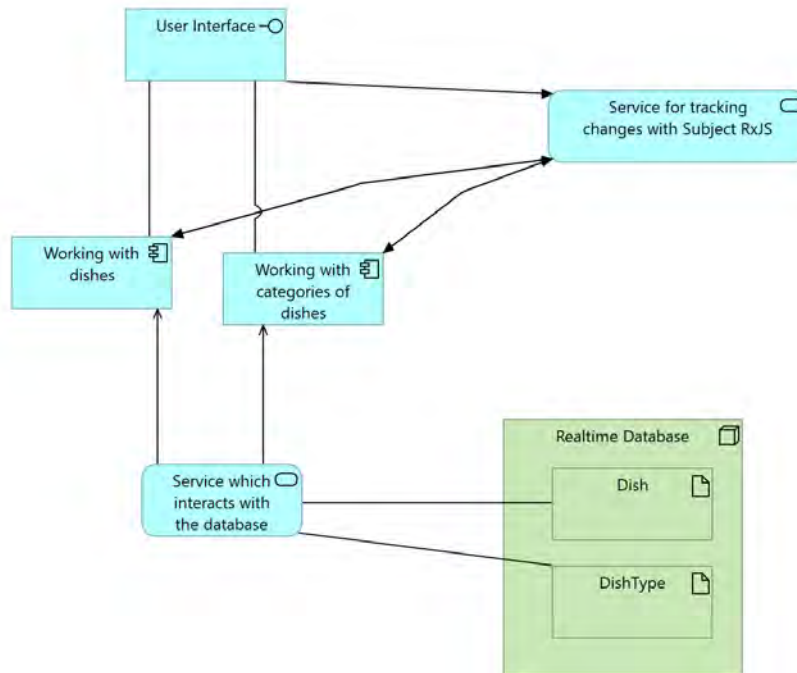


Figure 4. Administrator coffee shop's architecture

Source: Own elaboration

The Angular framework was used to develop a cross-platform application for the administrator using the Ionic framework. When creating the interface, it was decided to change the appearance of standard native user interface elements from the Ionic framework (Figure 5).

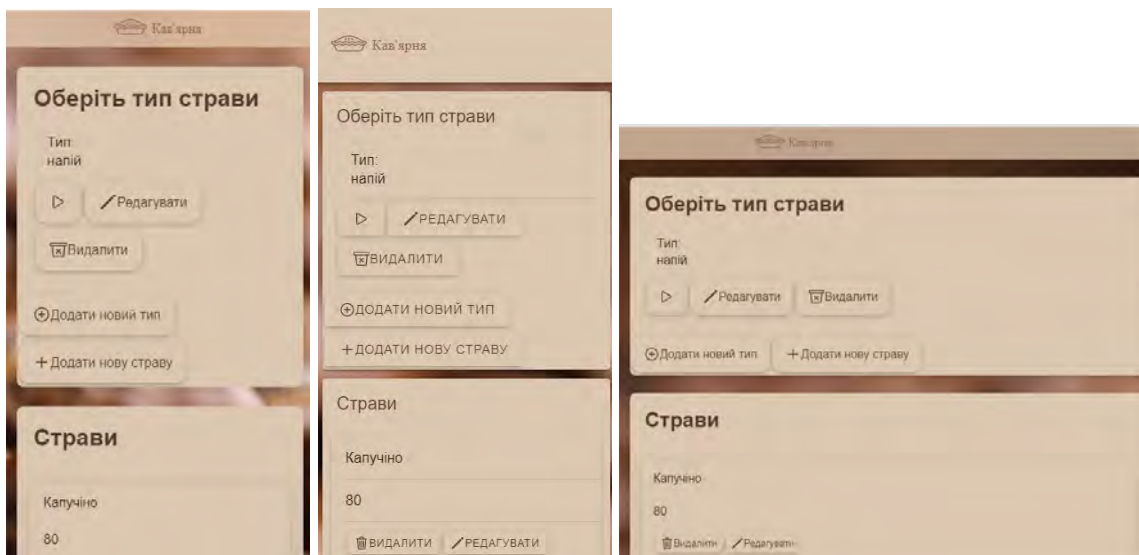


Figure 5. Administrator coffee shop's

Source: Own elaboration

The ReactJS web framework was used to develop the application for the cafe's customers (Figure 6).

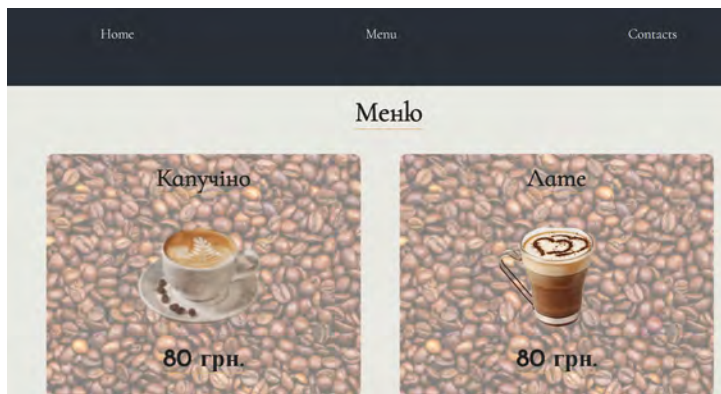


Figure 6. Client's app
 Source: Own elaboration

CONCLUSION

The modern market of IT products and the variety of gadgets used at work require developers to focus on developing cross-platform applications. Developing both the client and server side of such applications is quite a challenge.

The authors propose to use the hybrid web framework Ionic for the development of the client side and NoSQL Realtime Database Firebase for the server side. The main problem when using NoSQL Database is the problem of indexing and maintaining data integrity. The authors propose a simple algorithm to solve this problem, which is used in the developed cross-platform application for a small coffee shop.

REFERENCES

1. Operating System Market Share Worldwide. StatCounter [Online]. Available from: <https://gs.statcounter.com/os-market-share> [Accessed 04/11/2024].
2. Biørn-Hansen, A., Rieger, C., Grønli, TM. et al. «An empirical investigation of performance overhead in cross-platform mobile development frameworks» *Empirical Software Engineering*, vol. 25(4), pp. 2997–3040, 2020
3. Oluwatofunmi Adetunja, Chigozirim Ajaegbub, Nzechukwu Otunemec, Olawale J. Omotosho «Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Edging Out the Pitfalls of Traditional Mobile Development», *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, Volume 68, No 1, pp 85-99, 2020.
4. Muhammad Shoaib Farooq, Shamyala Riaz, Atif Alvi, Asghar Ali, Ibtesam U Rehman «Cross-Platform Mobile Development Approaches and Frameworks», *VFAST Transactions on Software Engineering*, Volume 10, Number 2, pp. 79-93, 2022.
5. Oluwatofunmi Adetunji, Chigozirim Ajaegbu, Nzechukwu Otuneme, Olawale J. Omotosho «Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Edging Out the Pitfalls of Traditional Mobile Development», *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, Vol. 68, №1, pp. 85-99, 2020
6. K. Milojković, M. Živković, N. Bačanin Džakula, «Agile Multi-user Android Application Development With Firebase: Authentication, Authorization, and Profile Management», *International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science, Belgrade, Singidunum University, Serbia*, pp. 405-412, 2024.

7. Dhananjaysinh Jhala «A Study on Progressive Web Apps As A Unifier for Native Apps and the Web», *International journal of engineering research & technology (ijert)*, Volume 10, Issue 05, pp. 207-210, 2021.
8. Introduction to Ionic [Online]. Available from: <https://ionicframework.com/docs/> [Accessed 04/11/2024].
9. Building cross-platform apps with Capacitor [Online]. Available from: <https://ionic.io/resources/articles/building-cross-platform-apps-with-capacitor> [Accessed 04/11/2024].
10. M. F. Younis and Z. S. Alwan, «Monitoring the performance of cloud real-time databases: A firebase case study», *Al-Sadiq International Conference on Communication and Information Technology (AICCIT), Al-Muthana, Iraq*, pp. 240-245, 2023. [Accessed 04/11/2024].
11. Introduction to RxJS [Online]. Available from: <https://rxjs.dev/guide/overview> [Accessed 06/11/2024].
12. [TOGAF Library](https://publications.opengroup.org/togaf-library?_ga=2.254190216.1040667565.1608301881-1137755952.1604917148) [Online]. Available from: https://publications.opengroup.org/togaf-library?_ga=2.254190216.1040667565.1608301881-1137755952.1604917148 [Accessed 06/11/2024].

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF AUTOMATED MACHINE LEARNING TOOLS

Desislava Koleva, PhD student¹, Assoc.Prof. Yanka Aleksandrova, PhD²

¹ University of Economics, Department of Informatics, Varna, Bulgaria, desi_koleva@ue-varna.bg

² University of Economics, Department of Informatics, Varna, Bulgaria, yalexandrova@ue-varna.bg

ABSTRACT

The ubiquitous application of predictive models has created the demand for optimized ways of building, deploying and enhancing machine learning models. Traditionally building and deploying machine learning models require the involvement of highly classified data scientists with good knowledge about machine learning algorithms, specialized programming languages, mathematics, statistics and data engineering.

The relatively new and developing area of automated machine learning (AutoML) has made the whole process of building and deploying an AI model more accessible and automated by providing solutions for automated machine learning pipeline encompassing data collection, preprocessing, feature selection, model building and hyperparameter tuning. Automated machine learning tools allow for business users that are not necessarily machine learning experts to develop and implement high quality predictive models.

The purpose of this research paper is to assess and compare AutoML tools for solving classification problems. One of the leading AutoML tools are chosen like Azure Automated Machine Learning, Amazon Sage Maker Auto Pilot, H2O AutoML, H2O Flow and Altair AI Studio Auto Model. Classification models using AutoML tools are trained on a dataset for customer churn predictions and models are compared based on previously chosen measures. AutoML tools are also assessed on different criteria like ease of use, functionality, user orientation, limitations and generated output format. Results show remarkable predictive performance of the generated classification models in general. The best trained classification models are ensemble models trained in Amazon Sage Maker Auto Pilot and H2O AutoML. Some conclusions and recommendations have been drawn to help data science practitioners with choosing and implementing automated machine learning tools.

KEYWORDS: *AutoML, automated machine learning, Azure, Amazon SageMaker, H2O, Altair*

INTRODUCTION

In the current business environment, machine learning, as a field of artificial intelligence, is the main approach for researching the presence of dependencies between various factors involved in a certain process or occurrence. Recently, the use of automated machine learning (Auto ML) tools has become popular. It enables the automatic solution of real-world problems through machine learning techniques (Consuegra-Ayala, et al., 2022) and solves some problems associated with the conventional use of machine learning (ML) methods including time consuming, resource intensive, manually feature engineering, multiple algorithms testing, optimizing many of model parameters, hiring experienced data scientists. It automates end-to-end machine learning implementation and supports all stages of ML pipeline incorporate data collection, data preprocessing, training, tuning, evaluation, explanation and deployment. Graphic user interface (GUI) is one of the benefits of Auto ML that provides dialog boxes and wizards with subsequent steps during the Auto ML pipeline process. The result is highly efficient ML models created by non-experts with minimal coding.

The application of Auto ML tools in different industries like hospitalities (Baharun, et al., 2022, p. 17), manufacturing (Xiao, et al., 2024, p. 9), medicine (el Ariss, et al., 2024, p. 141), ecology (Prasad, et al., 2021, p. 1), agriculture (Malounas, et al., 2024, p. 2), education (Sulova, 2024), etc.

has been explored by various researchers. In some cases, researchers compare the results of Auto ML against conventional ML depending on the accuracy of the models. Some of them have realized the model trained with Auto ML is more accurate than if it has trained with conventional ML (Prasad, et al., 2021, p. 12). Comparison between trained models with different Auto ML tools has been also provided (Xiao, et al., 2024, p. 11), (Opara, E., Wimmer, H. and Rebman, 2022, p. 1).

1. AUTOMATED MACHINE LEARNING

The definition of AutoML is not unambiguously defined in terms of the degree of automation. Some authors believe that the full automation of the process is necessary to define the concept of AutoML (Xanthopoulos, et al., 2020). Others, in addition to full automation, define the concept of "man in the loop" (Wang, et al., 2021, p. 3), related to partial automation and human participation in the process. In this regard, software vendors provide varying degrees of automation through the Auto ML tools offered. Fully automated processes are characterized by a lack of need for data science experts, and this leads to the democratization of Auto ML (Xanthopoulos, et al., 2020), because such models are focused on business power users. An essential feature of fully automated ML applications, however, is that the result is individual solutions that are less transparent. In most cases, the user cannot understand the output visualizations, which leads to the need for Auto ML to indicate which models have been viewed and why. Another feature is the preset ML algorithms, which are a finite number for solving a certain problem, for example, classification. Provided that the user wishes to use a different algorithm, this is usually not possible.

Results of a study on the performance of Auto ML tools, compared to the use of conventional ML have been published by (Xiao, et al., 2024, p. 11). The study assesses the toxicity of nanomaterials in the production of nanoproducts. In training with conventional tools, algorithms RF (Random Forest), SVM (Support vector machine), GBT (Gradient boosted trees) are used. Compared to them are AutoML tools are Vertex AI, Azure, Dataiku. The models are compared by evaluation metrics Accuracy, F1 score, Precision, Recall. In terms of Accuracy, Auto ML models give an accuracy of 0.97 (Vertex AI), versus 0.95 with conventional ML (GBT). In terms of, Precision has the predominance of conventional ML: 0.93 (Vertex AI) vs 0.95 (RF).

There are other factors favouring the choice of AutoML tools for creating models. These may include automating the selection of variables involved in the model, which helps speed up training times and improve model accuracy. (Solorio-Fernández, S., Carrasco-Ochoa, J. and Martínez-Trinidad, J., 2022) function engineering, consisting of creating, selecting, and refining variables to improve model performance; setting of hyperparameters (Bartz, et al., 2023). There has been a significant improvement in efficiency in building predictive models using AutoML tools (De Bie, et al., 2022). These functionalities protect the ML process from human error when performing steps, such as skipping balancing the dataset, or adjusting hyperparameters, which would reduce the quality of the model. What has been said so far confirms the expediency of using AutoML tools in the process of building models with machine learning.

2. EVALUATED AUTO ML TOOLS

Our research aims to compare and evaluate the capabilities of leading AutoML tools to solve classification problems. The selection is based on the latest research and classification of tools in the Gartner's Magic Quadrant for Data Science and Machine Learning Platforms for 2024 (Jaffri, et al., 2024). This study includes leading tools such as Azure Automated Machine Learning, Amazon Sage Maker Auto Pilot, H2O AutoML, H2O Flow and Altair AI Studio Auto Model. They

are classified as leaders in the magic quadrant, except for H2O, who is classified as a visionary. Each of these tools includes tools to solve classification problems with ML algorithms.

Amazon Sage Maker Auto Pilot recognizes the type of problem, processes the data, and creates the full set of different complete ML pipelines that are optimized to suggest the list of the customer's potential models. By exposing not only the final models but the way they are trained, meaning the pipelines, it allows users to customize the generated training pipeline, thus catering the need of users with different levels of expertise (Das, et al., 2020). Amazon SageMaker Auto-pilot independently infers the right kind of forecasting for a specific dataset, including binary classification, multi-class classification, and regression. After that, SageMaker Autopilot exhaustively tests various high-performing algorithms like gradient boosting decision trees, feed forward neural networks, and logistic regression. It provides an explainability report that facilitates an understanding and comprehensive explanation of the models created. (Lenkala, et al., 2023)

Azure AutomatedML is part of Azure Machine Learning workspace and is integrated and depends on Azure infrastructure. It is a cloud-based solution that automates data clean, data label, feature engineering, model training, model evaluation and deploying (Quaranta, et al., 2025, p. 11). It includes features for preprocessing and feature engineering, which automated the transformation of raw data into a machine learning-ready format. by changing the missing values by substituting them with the feature's mean, ensuring that no data points were discarded due to incomplete information (el Ariss, et al., 2024). Azure AutoML proceeds to the model selection and training phase, specifically within the context of a classification task. Utilizing its extensive repository of algorithms AutoML selects a diverse array of classification models that range from traditional methods, such as logistic regression and decision trees, to more complex ones like gradient boosting, SVM and LightGBM. It then applies these models within a robust validation framework, employing a 5-fold cross-validation technique to rigorously evaluate model performance. (el Ariss, et al., 2024). Azure Auto ML supports fully automated ML pipeline with no coding, that is very easy to use for nonexperts. The algorithms and parameters of the created models can be exported so this ensures the transparency of the models. The software supports excellent model explanation and that is a big benefit for the customers.

Altair Ai Studio Auto Model addresses enterprise-grade AI by strengthening the convergence of AI, Internet of Things (IoT), and High Performance Computing (HPC) through integration with other Altair products (Jaffri, et al., 2024). According to Gartner research (Jaffri, et al., 2024), Altair plans to increase data democratization by investing in providing a conversational interface to create workflows using its proprietary analytics translation language.

H2O AutoML is an open-source scalable machine learning platform, that uses large datasets. It uses the grid search method for hyperparameter tuning also. (Yang, et al., 2022, p. 6). In addition, it offers a simpler and more efficient analysis of model interpretability. The H2O AutoML function automates the pipeline of ML models for a given dataset, including data pre-processing, feature engineering, hyperparameter optimization, performance evaluation and interpretability. The H2O AutoML offers a variety of ML models that include supervised learning models, unsupervised learning models and deep learning models. Compared to other AutoML models, H2O AutoML is easier to install and shows high prediction performance (Luo, et al., 2023). It Offers API, incl. Python API, R, Java, Scala, REST and others.

H2O Flow is a Web UI for H2O.ai on top of REST API. It allows users don't need coding, but steps must be configured by users. Users set training parameters like balance classes, max run

time_sec, number of models, algorithms – not fully automated. It supports different ML algorithms and stacking and voting ensembles.

3. EXPERIMENT RESULTS

To evaluate the performance of selected automated ML tools we chose Telco dataset provided by IBM (IBM, 2024). This dataset can be used to train binary classification machine learning models to predict customer churn. To explore and compare auto ML tools, we provided the dataset unaltered with no preprocessing, feature engineering, nor data normalization. The only condition related to the training process was a set time limit for training of maximum 3 hours. The purpose of this experiment was to evaluate the performance of auto ML tools from the point of view of power business users who usually don't have a previous knowledge about data preprocessing, preparation, feature engineering or other techniques and approaches from machine learning pipeline. Trained models are ranked according to Area Under Curve (AUC), which gives a comprehensive view on model's predictive power. The best performing model from every auto ML tool is then selected and scored against one and the same test dataset to ensure comparable results.

AutoML tools train multiple models using different machine learning algorithms. During the training different strategies for hyperparameter optimization as used. Trained models are evaluated and ranked according to the chosen measures which in our practical experiment is set to AUC. To control the training process and prevent the extensive usage of computational resources we set training limits to maximum number of models 20 or time limits of 3 hours. As a result, Azure AutomatedML produced 59 models, Azure SageMaker – 20 models set as MaxCandidate parameter, H2O AutoML API and Flow – 20 + 2 ensembles and Altair AI AutoML – 9. Used algorithms include decision tree bases homogenic ensembles like Random Forest, Gradient Boosting Machines, XGBoost, Distributed Random Forest, neural networks like Deep Learning feed forward network, others like Logistic Regression, Generalized Linear Models, Naïve Bayes and others. Auto ML tools also trained heterogenic ensembles like Stacking and Voting ensembles. The only tool that doesn't support ensembles is Altair AI Studio Auto Model.

The ranking of the trained models is done automatically by the respective auto ML tool according to the chosen metrics. The result is a model leaderboard with description of the model – used algorithm, data normalization approach or hyperparameters. Amazon SageMaker was the only auto ML tool with lack of transparency. From the produced model leaderboard it's not possible to determine the used algorithm, nor other important features of the models.

The model leaderboard with top 5 of each auto ML models ranked according to the AUC is shown in figure 1. Evident from the figure, AUC varies from 0.7053 (Altair) to 0.8560 (Amazon SageMaker). The best performing models are ensemble models built with Amazon SageMaker with highest AUC of 0.8550-0.8560.

The second cohort of models ranked according to the AUC is formed by stacked ensemble models trained with H2O AutoML with Python API with AUC of 0.8517 and 0.8505 respectively. Model trained with algorithms Gradient Boosting Machines and General Linear Models in the same auto ML tool have very close to these values of AUC of 0.8486 and 0.8484.

Ensembles trained in Azure AutomatedML are ranked in the middle with Voting ensemble's AUC of 0.8480 and Stacked ensemble's AUC of 0.8477. H2O Auto ML models trained with H2O Web Flow interface have similar performance with AUC of 0.8478 and 0.8475. The worst performing models from all evaluated auto ML were those trained with Altair AI Studio Auto Model. Their AUC varies from 0.7053 to 0.8458.

Model leaderboard by AUC

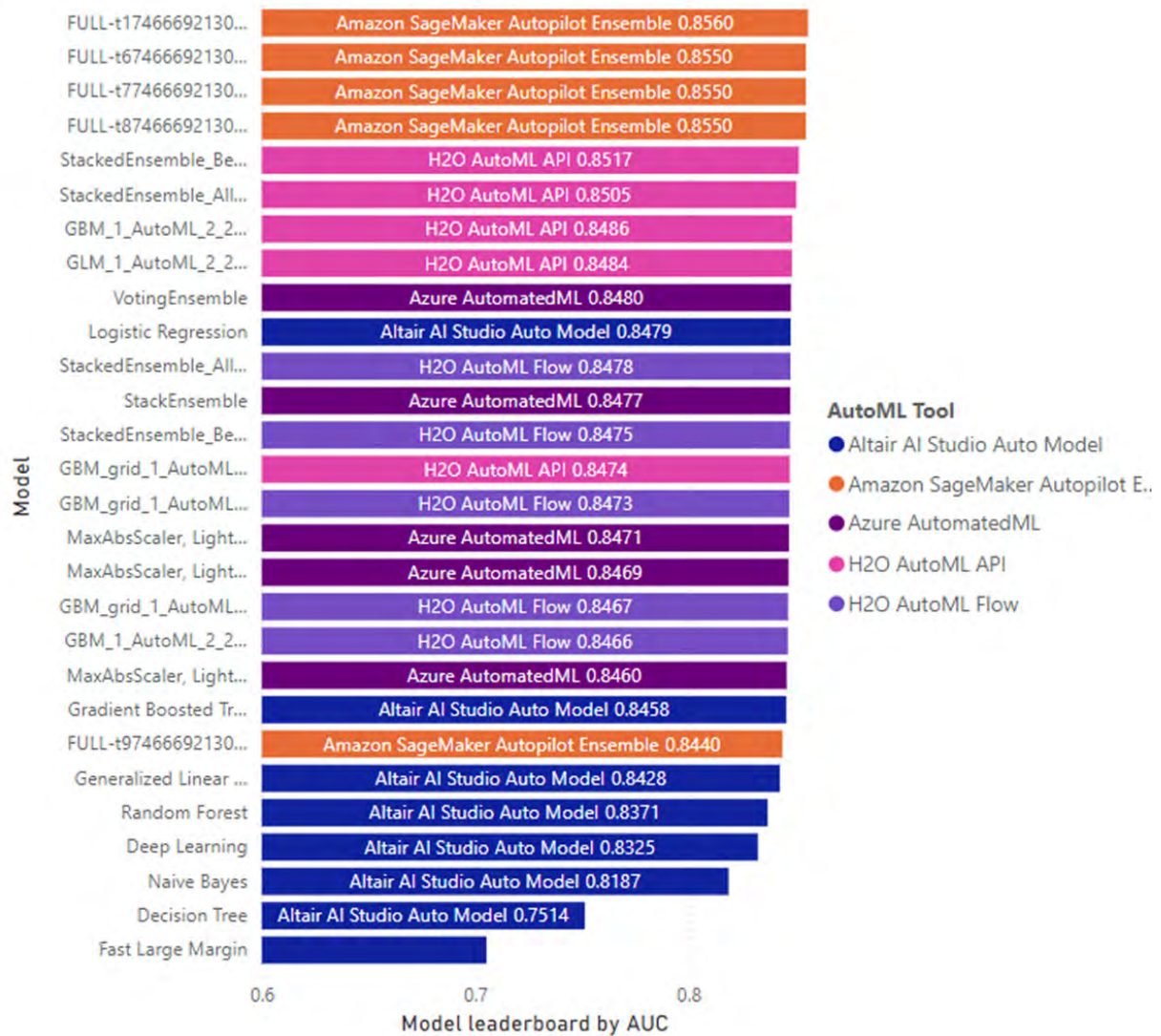


Figure 1. Model leaderboard of top 5 models of each auto ML tools (developed by authors)

On the second stage of evaluation comparison, we selected the best models from each auto ML tool and applied them on one and the same test dataset. The test dataset wasn't used during the training process to ensure that all results are comparable. The performance evaluation included analysis on the following metrics – specificity, sensitivity, F1 score and weighted accuracy. Results from the models' scoring are included in table 1. The best model by each metric is highlighted. All models included in this table are trained with heterogenic ensemble algorithms like Stacked or Voting Ensemble. The only single classifier is the best from Altair AI Studio models, trained with Logistic Regression. At the time of our research, Auto Model in Altair Studio didn't support training ensemble models.

As shown in table 1 there is no clear winner in the evaluation comparison between models. The model with the highest specificity, i.e. the ability to correctly negative class (non-churners), is the Azure AutomatedML ensemble with specificity of 0.925. At the same time the sensitivity of this model is the lowest with value of 0.513. This is due to the fact that we used the default training settings and didn't specify a strategy for class balance. With strongly imbalanced datasets like the one used in this research it's expected that trained models are more fitted to the majority class. Similarly, the model trained in Altair AI Studio has significant difference between it's specificity and sensitivity in favor of the first.

The model with the best ability to correctly classify the positive class (churners) is H2O AutoML model trained with Python API. Its sensitivity is 0.715. Because of the class balance applied during the training process, this model shows a low difference between its specificity and sensitivity. A class balance strategy has been automatically applied also by Amazon SageMaker Autopilot Ensemble model and the performance on both classes is quite similar to the results of the H2O AutoML model.

Table 1

Performance of the best models from each Auto ML tool

AutoML Tool	Specificity	Sensitivity	F1 score	Weighted Accuracy
Amazon SageMaker Autopilot Ensemble	0.883	0.692	0.696	0.829
H2O AutoML API Stacked Ensemble	0.801	0.715	0.633	0.785
Azure AutomatedML Voting Ensemble	0.925	0.513	0.601	0.799
Altair AI Studio Auto Model LogReg	0.871	0.589	0.605	0.794

Source: Own elaboration

In order to determine the best model from those presented in table 1, we suggest using complex metrics assessing the predictive power towards both classes. Such metrics are F1 score and weighted accuracy. The metrics F1 score is calculated as a harmonic means of precision and recall, thus taking into account both the accuracy of positive predictions and the sensitivity of the model. The weighted accuracy metric uses weights to accommodate the class imbalance in the training dataset. The model with the highest F1 score and weighted accuracy is Amazon SageMaker Autopilot ensemble with F1 score of 0.696 and weighted accuracy of 0.829. Due to its comprehensive predictive power, we can determine this model as the best one from those evaluated in the research.

CONCLUSION

Auto ML tools have significantly advanced through the years, improving the efficiency of predictive modelling by allowing the creation of high quality models with minimal user interaction. These tools are highly efficient in terms of time since they facilitate the development and deployment of models which a big plus for organizations with limited resources. In addition, the no-code or low-code approach that is applied to many AutoML platforms makes machine learning easily accessible for those who couldn't have a deep knowledge and experience of the process.

One of the most important findings of this study is the fact that ensemble methods are more effective than single classifiers. In majority of the cases, ensemble techniques give better accuracy, sensitivity and specificity when compared to single classifiers. Among all the evaluated tools, Amazon SageMaker Autopilot appeared to be slightly better, thanks to ensemble techniques that provided better performance. Another two auto ML tools, H2O Auto ML and Azure Automated ML, also performed well with slightly lower performance metrics to Amazon SageMaker Autopilot. Of all the evaluated tools, Altair AI Studio was placed last, implying that its model performance and features could still be optimized. This is also the tool that doesn't implement ensembles with its Auto Model feature which can explain the big difference with other models.

Future research will be oriented to extend the evaluation of auto ML tools with the addition of other tools and platforms like Google Cloud AutoML, DataRobot, Auto-sklearn, Auto-Weks, TPOT and others. The scope of this future analysis will be broadened to include a comprehensive analysis of their explainable features which enhance the model transparency. Such functionality is essential to applications that require decision explanations and accountability, especially in regulated industries.

The performance of AutoML tools may vary depending on the type of predictive task, for example classification, regression, computer vision and text analytics. Majority of auto ML tools provide no-code or low-code functionality to train predictive models solving these tasks and future research will be conducted to evaluate and compare the performance of auto ML tools regarding solving different predictive tasks.

REFERENCES

1. BAHARUN, N. et al. (2022) Auto Modelling for Machine Learning: A Comparison Implementation between RapidMiner and Python. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 12(5). pp. 15-27.
2. BARTZ, E. et al. (2023) *Hyperparameter Tuning for Machine and Deep Learning with R: A Practical Guide*. 1st ed. s.l.:Springer.
3. CONSUEGRA-AYALA, J. et al. (2022) Intelligent ensembling of auto-ML system outputs for solving classification problems. *Information Sciences*. Volume 609. pp. 766-780.
4. DAS, P. et al. (2020) Amazon SageMaker Autopilot: a white box AutoML solution at scale. s.l. s.n.. pp. 1-7.
5. DE BIE, T. et al. (2022) Automating data science. *Communications of the ACM*. 65(3).
6. EL ARISS, A. et al. (2024) Development and validation of a machine learning framework for improved resource allocation in the emergency department. *American Journal of Emergency Medicine*. Volume 84. pp. 141-148.
7. IBM (2024) Telco customer churn. [Online] Available at: <https://www.ibm.com/docs/en/cognos-analytics/12.0.0?topic=samples-telco-customer-churn> [Accessed 15 11 2024].
8. JAFFRI, A. et al. (2024) Gartner. [Online] Available at: <https://www.gartner.com/en/documents/5509595> [Accessed 2 10 2024].
9. LENKALA, S. et al. (2023) Comparison of Automated Machine Learning (AutoML) Tools for Computers. 12(10). p. 197.
10. LUO, J. et al. (2023) Prediction of biological nutrients removal in full-scale wastewater treatment plants using H2O automated machine learning and back propagation artificial neural network model: Optimization and comparison. *Bioresource Technology*. 390(129842).
11. MALOUNAS, I. et al. (2024) Early detection of broccoli drought acclimation/stress in agricultural environments utilizing proximal hyperspectral imaging and AutoML. *Smart Agricultural Technology*. Volume 8.
12. OPARA, E., WIMMER, H. AND REBMAN, C. (2022) *Auto-ML Cyber Security Data Analysis Using Google. Azure and IBM Cloud Platforms*. Prague, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
13. PRASAD, D. et al. (2021) Automating water quality analysis using ML and auto ML techniques. *Environmental Research*. Volume 202. pp. 1-14.
14. QUARANTA, L. et al. (2025). A multivocal literature review on the benefits and limitations of industry-leading AutoML tools. *Information and Software Technology*. 178(107608).
15. SOLORIO-FERNÁNDEZ, S., CARRASCO-OCHOA, J. AND MARTÍNEZ-TRINIDAD, J. (2022) A survey on feature selection methods for mixed data. *Artificial Intelligence Review*. Volume 55. p. 2821–2846.
16. SULOVA, S.(2024) Application of Natural Language Processing Technologies to Improve Accessibility of E-Learning Resources. *Varna. Scopus*. pp. 180-184.

17. WANG, D. et al. (2021) AutoDS: Towards Human-Centered Automation of Data Science. s.l., s.n.. pp. 1-12.
18. XANTHOPOULOS, I. et al. (2020) Putting_the_Human_Back_in_the_AutoML_Loop. Copenhagen, s.n.
19. XIAO, X. et al. (2024) Automated machine learning in nanotoxicity assessment: A comparative study of predictive model performance. Computational and Structural Biotechnology Journal. Volume 25. pp. 9-19.
20. YANG, H., et al. (2022) Prediction of Wave Energy Flux in the Bohai Sea through Automated Machine Learning. Journal of Marine Science and Engineering. 10(8).

МАРКЕТИНГОВИ ИНСТРУМЕНТИ С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Бойчо Бойчев

Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, катедра “Икономическа теория и международни икономически отношения”, гр. Велико Търново, България, b.boychev@ts.uni-vt.bg

РЕЗЮМЕ

Маркетинговите инструменти с изкуствен интелект (ИИ) са софтуерни решения, които подобряват ефективността на маркетинговете чрез автоматизация и оптимизация на задачи. Те включват чатботове, платформи за анализ и инструменти за създаване на съдържание, като използват машинно обучение и алгоритми. С тяхна помощ може да се анализира поведението на клиентите, насочвайки се към конкретни сегменти и предоставяйки персонализирано съдържание, което повишава ефикасността на маркетинговите стратегии.

Целта на доклада е да подчертае ползите от използването на маркетингови инструменти с ИИ.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *маркетинг, маркетингови инструменти, изкуствен интелект*

MARKETING TOOLS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Boycho Boychev

St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Tarnovo, Department of Economic Theory and International Economic Relations, Veliko Tarnovo, Bulgaria, b.boychev@ts.uni-vt.bg

ABSTRACT

Marketing tools with artificial intelligence (AI) are software solutions that enhance the efficiency of marketers by automating and optimizing tasks. These tools include chatbots, analytics platforms, and content creation tools, using machine learning and algorithms. They help analyze customer behavior, target specific segments, and deliver personalized content, thereby improving the effectiveness of marketing strategies.

The purpose of the report is to highlight the benefits of using AI-powered marketing tools.

KEYWORDS: *marketing, marketing tools, artificial intelligence*

ВЪВЕДЕНИЕ

Маркетинговият инструмент с *изкуствен интелект* (ИИ) е софтуер, с който се цели да се подобри ефективността на работата на маркетинговите специалисти. Повечето хора, когато чуят изкуствен интелект се сещат за ChatGPT, но съществуват много и най-различни софтуерни продукти, които могат да помогнат в разработването на маркетинговата дейност. Те използват машинно обучение, маркетингови анализи и алгоритми за автоматизиране, оптимизиране и разширяване на различни маркетингови задачи.

Маркетинговите инструменти с изкуствен интелект обхващат широк набор от приложения, като чатботове, платформи за анализ, инструменти за създаване на съдържание и др. Освен това тези инструменти позволяват на търговците да анализират и разберат поведението на клиентите, за да се насочат към конкретни сегменти и да предоставят персонализирано съдържание. Благодарение на маркетинговите инструменти с ИИ може да се повиши ефикасността на маркетинговите стратегии. Трябва да се отбележи, че е възможно поради спецификата на работа на някои организации да има известни ограничения в използването на маркетинговите инструменти с изкуствен интелект (Петрова, 2024).

Използването на маркетингови инструменти с ИИ създава значителни ползи за маркетинговите специалисти (Prunty, 2024), (Wilkinson, et al., 2024), (Chugh, 2024), (Rodrigue, 2024) (Сарпена, 2023):

- повишава ефективността;
- повишава продуктивността;
- спестява време;
- подобрява персонализацията;
- подобрява грижата за клиента;
- намалява разходите;
- позволява мащабируемост;
- подобрява насочването към аудитория;
- дава информация в реално време;
- генерира и оптимизира съдържание.

Трябва да отбележим, че маркетингови инструменти с ИИ могат да бъдат разделени в няколко категории (Prunty, 2024), (Digitalink Team, 2023), (Phillips, 2024):

- маркетингови инструменти с ИИ за писане и генериране на съдържание;
- маркетингови инструменти с ИИ за изследване на ключови думи;
- маркетингови инструменти с ИИ за изследване на инфлуенсъри;
- маркетингови инструменти с ИИ за изследване на аудиторията;
- маркетингови инструменти с ИИ за картографиране на пътя на клиента;
- маркетингови инструменти с ИИ за генериране на идеи и изследване на съдържание;
- маркетингови инструменти с ИИ за анализ на тенденции и прогнозиране;
- маркетингови инструменти с ИИ за наблюдение на конкуренти;
- маркетингови инструменти с ИИ за автоматизация на продажбите;
- маркетингови инструменти с ИИ за управление на социални медии и реклама.

Поради ограничения на разработката и невъзможност да се обхванат всички категории и маркетингови инструменти с ИИ в тях ще разгледаме само първите три от тях като ще се предложат по няколко от многото съществуващи маркетингови инструменти с ИИ.

1. МАРКЕТИНГОВИ ИНСТРУМЕНТИ С ИИ ЗА ПИСАНЕ И ГЕНЕРИРАНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕ

Създаването на съдържание е един много трудоемък процес, който може да се олекоти благодарение на инструментите с ИИ. Разбира се макар да помагат за създаването на съдържание трябва да се отбележи, че е възможно е текста да не е в духа на бранда или да не съответства на поставените маркетингови цели. Поради това е желателно да се дообработи от маркетингов специалист.

Необходимо е да се уточни, че под термина „съдържание“ се разбира не само текстово съдържание, но също така графично (в това се включва и видео) и аудио съдържание. Поради това ще разгледаме няколко съществуващи инструменти за създаване на съдържание. За по-голяма прегледност ще ги разделим на три основни категории:

❖ *Генериране на текстово съдържание*

За генериране на текстово съдържание има изключително много предложения, но в тази разработка ще се спрем на следните:

- **Jasper AI** е интелигентен асистент за писане, който създава съдържание с естествен глас въз основа на тона на марката. Освен това има интелигентна функция за SEO оптимизация и може да създава изображения.
- **Copy.ai** може да генерира завладяващо рекламно и маркетингово копие и да се адаптира към различни гласове на марката и стратегии за съобщения.
- **ChatGPT** може да помогне за автоматизирането на създаването на съдържание в различни платформи, включително статии, публикации в блогове и социални медии. Също така е безценен за създаване на идеи за съдържание, проучване и оптимизиране.
- **Articoolo** е генератор на съдържание с изкуствен интелект, който създава статии и публикации в блогове въз основа на теми или ключови думи.
- **Claude** е мощен инструмент с изкуствен интелект, умело генериращ творческо писане.

Подходящи решения за структурирането на съдържанието са Yoast, TextOptimizer или Frase, а за имейл съдържание такива са Automizy и Mailchimp.

❖ *За генериране на графично съдържание*

Следващите няколко предложения са за генериране на *изображения*:

- **Stable Diffusion** може да се използва за създаване на съдържание, реклама и брандиране за по-добро ангажиране с хората, където чрез текстово описание се създава изображение.
- **Midjourney** може да генерира висококачествени изображения въз основа на въведени от потребителя данни.

Можете да избирате от редица инструменти за *видео съдържание*:

- **Synthesia** създава видеосъдържание, генерирано от изкуствен интелект, включително виртуални презентатори и функции за текст във видео.
- **Pika Labs** е особено полезна за генериране на кратки видео активи.
- **Lumen5** може да създава видеоклипове въз основа на скрипт или текст, импортиран от статия в уебсайт.
- **TikTok Creative Assistant** е базиран на AI инструмент, който подпомага генерирането на видеоклипове за качване в TikTok.
- **Opus Clip** може да създава Reels, TikToks или Shorts клипове от видеоклипове в YouTube.

❖ *Генериране на аудио съдържанието*

Освен текстово и графично съдържание може да бъде генерирано и аудио съдържанието. По-долу ще бъдат представени няколко полезни решения

- **Otter.ai** може да автоматизира процеса на транскрибиране на аудио съдържание, което го прави достъпно и с възможност за търсене.
- **Descript** позволява да редактират аудио или видео по подобие на текстов документ.
- **Riverside** включва функции, които позволяват да се редактират подкасти за социални публикации.

2. МАРКЕТИНГОВИ ИНСТРУМЕНТИ С ИИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА КЛЮЧОВИ ДУМИ

Идентифицирането на ключовите думи е от изключителна важност. Познаването и използването на правилните ключови думи може да даде предимство на бизнес организацията. Благодарение на тях маркетинговите специалисти занимаващи се със SEO могат да редактират по такъв начин съдържание, че търсачките като Google да класират вашето съдържание по-нагоре в списъка с резултати. Ето някои инструменти, които могат да помогнат в този процес:

- **ChatGPT** може да помогне в идентифицирате ключови думи въз основа на изследване на тема или аудитория.
- **UberSuggest** е базиран на ИИ инструмент за изследване и интегриране на ключови думи.
- **Clearscope** използва ИИ, за да предложи най-добрите ключови думи за интегриране в съдържанието.
- **KWFinder** използва алгоритми чрез които предоставя точни показатели за ключови думи, включително обем на търсене, трудност на ключовите думи и данни за тенденциите заедно с локализирано изследване на ключови думи.
- **Keyword Keg** създава предложения за ключови думи от търсачки и бази данни като Amazon и YouTube заедно с разширено филтриране и анализ на конкуренти.
- **SpyFu Keyword Research tool** анализира конкурентни ключови думи, идентифицира най-ефективните ключови думи и разкрива възможностите за оптимизиране на PPC и SEO.

3. МАРКЕТИНГОВИ ИНСТРУМЕНТИ С ИИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНФЛУЕНСЪРИ

Използването на инфлуенсъри е вече сериозна част от маркетинговата стратегия на много брандове. Работата с инфлуенсъри може значително да увеличи обхвата на съдържанието. Въпреки това трябва бизнес организацията да е сигурна, че инфлуенсърът е в съответствие с ценностите на марката и бизнес целите. Поради това е препоръчително да се използват инструменти за изследване на инфлуенсърите. Тъй като е невъзможно да се обхванат всички платформи поради ограничение на разработката ще бъдат представени само три от използваните такива решения – Influencity, Upfluence и AspireIQ, като се отбележат най-съществените им предимства.

Influencity е една от най-големите инфлуенсър маркетингови платформи. Нейни клиенти са компании като Samsung, AirFrance, WPP и други. Influencity използва ИИ, за да разработи „качествен рейтинг на аудиторията“ (*Audience Quality Score*), за да помогне да се идентифицират инфлуенсъри, които са най-подходящи за кампанията на конкретната бизнес организация като позволява да се проследи тяхната ефективност. Платформата има много статистическа информация, което я прави подходяща и за работа на маркетингови агенции, понеже позволява да се работи с много брандове.

Upfluence подобно на горната платформа използва алгоритми с ИИ за да определи потенциалните инфлуенсъри на базата на определени показатели дали отговарят на същността на бранда. Нейни клиенти са компании като Universal, Verizon, Marriott и други.

Друг много подходящ инструмент е **AspireIQ**. Той свързва бизнес организацията с най-подходящите инфлуенсъри въз основа на ефективността на техните предишни кампании. Нейни клиенти са компании като Walmart, M&M's, dyson и други.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Маркетинговите инструменти с изкуствени интелект помагат на специалистите по маркетинг да разбират по-добре клиентите си и да им гарантират и да им донесат истинско потребителско изживяване. Те позволяват на маркетинговите отдели да създават прогнозен анализ на целевата аудитория. Така всеки продукт и/или услуга ще бъдат предлагани с индивидуален подход, който ефективно увеличава възвръщаемостта на инвестициите при всеки контакт с клиента. Чрез тези инструменти маркетинговете могат да получат по-добра представа за клиентите, да ги групират правилно и да ги насочват към следващата стъпка от пазаруването. Маркетинговите инструменти с изкуствени интелект помагат за обработката на данни много по-бързо, гарантират точността, сигурността и дава възможност на отделите да се съсредоточат върху стратегически инициативи за провеждане на ефективни кампании с тяхна помощ.

ЦИТИРАНИ ИЗТОЧНИЦИ

1. Петрова, С. (2024) Възможности за приложение на маркетинга в правителствения и неправителствения сектор спрямо нормативната уредба в България. Велико Търново, Институт за знание, наука и иновации, с. 440.
2. Carpena, M. (2023) The Advantages and Disadvantages of Using AI in Marketing. [Онлайн] Available at: <https://www.webfx.com/blog/marketing/ai-marketing-advantages-disadvantages/>
3. Chugh, S. (2024) Choose From This List of Top 5 AI Marketing Tools and Boost Your Business. [Онлайн] Available at: <https://emeritus.org/blog/digital-marketing-ai-marketing-tools/>
4. Digitalink Team (2023) Едни от най-добрите AI инструменти в полза на дигиталния маркетинг. [Online] Available at: <https://www.digitalink.bg/post/ai-marketing-instrumenti>
5. Phillips, A. (2024) 11 AI marketing tools your team should be using in 2024. [Online] Available at: <https://sproutsocial.com/insights/ai-marketing-tools/>
6. Prunty, E. (2024) What Are the Best AI Marketing Tools?. [Онлайн] Available at: <https://digitalmarketinginstitute.com/blog/what-are-the-best-ai-and-marketing-automation-tools>
7. Rodrigue, E. (2024) The Top Benefits of AI for Marketers [State of AI Data]. [Онлайн] Available at: <https://blog.hubspot.com/marketing/benefits-of-ai>
8. Wilkinson, M., Go, S. & Mustapic, B. (2024) AI in Content Marketing: Benefits, Challenges & How to Use It. [Онлайн] Available at: https://www.semrush.com/blog/ai-content-marketing/?kw=&cmp=EE_SRCH_DSA_Blog_EN&label=dsa_pagefeed&Network=g&Device=c&utm_content=683809340116&kwid=dsa-2264710307165&cmpid=18361923498&agpid=156456447557&BU=Core&extid=140794457702&adpos=&gad_source=1&gclid=

SMALL BUSINESS ROBOTIZATION WITH RPA (ROBOTIC PROCESS AUTOMATION)

Mihail Radev¹, Yanka Alexandrova²

¹ University of Economics – Varna/Informatics, Varna, Bulgaria, radev@ue-varna.bg

² University of Economics – Varna/Informatics, Varna, Bulgaria, yalexandrova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Technological development changes the conditions of doing business, and this applies to every entity in the market world. The report analyses the opportunities that small companies can gain by automating their business processes using Robotic Process Automation (RPA). It also analyses the risks and possible problems with such robotization of the processes.

KEYWORDS: *Robotic process automation, RPA, small and medium-sized enterprises, SME, critical risk factors.*

INTRODUCTION

Digital transformation provides opportunities for companies to apply digital technologies. According to Gartner, "Digital business transformation is the process of leveraging digital technologies and supporting capabilities to create a robust new digital business model" (Gartner, n.d.). One of these technologies is Robotic Process Automation (RPA), which, in addition to supporting digital transformation, makes it faster (Deloitte, 2022). The term "Robotic Process Automation" was coined in 2012 by Blue Prism, a company that provides RPA solutions.

According to the EU (SME Definition - User Guide 2020, 2020), small and medium-sized enterprises (SMEs) defined in Recommendation 2003/361 (Document 32003H0361, 2003) represent 99% of all enterprises in the EU. The main factors determining whether an enterprise is an SME are headcount and turnover or overall balance sheet.

From the scope of the study, the publication excludes the differences in the software of different technology providers, their advantages, and disadvantages. The study looked only at the automation of robotic processes. Other similar automation such as, for example, Artificial Intelligence and Machine Learning are not considered.

1. CHARACTERISTICS OF RPA

Robotic Process Automation (RPA) technology makes it possible to automate repetitive, routine tasks in various business processes using software robots. This software application or software robot can be trained to perform tasks in a business process that were previously performed by a human.

These robots perform human actions at the interface level – they enter and process data and work simultaneously with various applications. Nothing in applications and systems should be changed. The organization has an IT infrastructure on which and with which the software robots work. Technology can also work in conjunction with other technologies, such as artificial intelligence, for example. The people who perform these repetitive, structured tasks have been replaced by software robots. (Ruiz, Ramirez, Cuaresma, & Enriquez, 2022) Software operators follow predefined rules such as, for example, opening a file, reading a record from a file, sending an email, starting or stopping an application, recognizing text from a scanned copy, accessing databases, etc.

Apart from this process of decomposing the processes of predefined rules, work decomposition is done.

From a business perspective, RPA means reducing costs, including for personnel, reducing human errors, and shortening the lead time for operations, increasing productivity. And therefore – focusing on strategic goals and an advantage over the competition.

Here, the focus falls on the existence of the organization of many routine and repetitive tasks and processes. At the same time, these tasks and processes need to be time-consuming and require the participation of multiple employees. Then the implementation of RPA technology would be effective. With these characteristics, the size of the enterprise does not matter. In small businesses, there are also manual time-consuming repetitive processes that are suitable for automation.

In organizations, work is made up of three elements: processes, activities, and tasks. They are interconnected, and their complexity is determined by the scope of work. These three elements are in the following hierarchy:

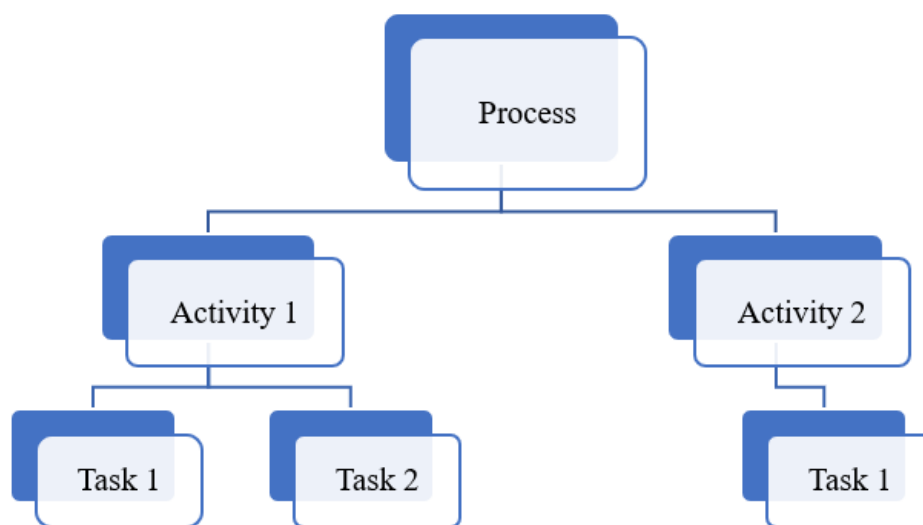


Figure 1. Hierarchy of processes of activities and tasks. Source: Adapted from (Chambers & Associates Pty Ltd, 2024)

A process in business is a set of activities and tasks that, once completed, will achieve an organizational goal. Each step in a business process denotes a task that is assigned to a participant in the organization. It is also the main building block for business process management, process automation, etc. (Team Kissflow, 2024)

Robotic process automation began its rapid development in large corporations in the financial, insurance, construction, and other fields. The transition of RPA solutions to cloud solutions and to pay-as-you-go has led to a reduction in implementation and operation costs and hence to the attractiveness of these solutions for small and medium-sized companies.

2. RISKS TO THE IMPLEMENTATION OF RPA SOLUTIONS

We consider risks as potential obstacles, problems, and challenges that lead to the failure of an RPA project or insufficient added value from the implementation of such a project. The main risks to the implementation of automated robotic solutions in companies are related to several aspects – the people who will use them, the existing systems with which they must work, and access to confidential information.

In small companies, these risks are added to the limited budgets and limited IT resources they have.

In our research, we look at the risks of implementing and maintaining RPA solutions, with a focus on small businesses, and offer solutions to avoid or minimize them.

The main risk for small companies is budget constraints. Building a business case for RPA is the beginning of such a project, and then the budget is also accepted.

Usually, in large companies, when determining the budget for an IT project, parametric estimation is used to calculate the expected number of resources for the completion of the project – time, costs, and human resources. In the case of small companies, in addition to the fact that money is limited, human resources are also limited. Medium and small companies often have smaller IT teams with less specialized skills. Administrators and technical competence to define and automate internal processes are limited. The ability to maintain systems during the transition to and during automation is also limited. Parametric estimation uses parameters based on past projects based on which forecasts are calculated, but in small companies, such past projects may be missing.

An option for small companies, given the limited resources and competence to manage an RPA project, is to seek help from outside the organization – to choose to outsource. This can lead to vendor dependency and potential service interruptions. Another option is to focus on a small number of processes that do not consume much of the company's budget. Automating one process will lead to a completed business case and will allow for clear planning and budgeting of subsequent processes. The benefits of the implemented solution and the return on investment will also be seen. RPA solutions differ and some are more business-friendly/business-friendly – these are the solutions that are aimed at use by citizen developers – employees who know the processes but do not have IT skills.

The second serious risk is the danger of applying software robots to the cybersecurity and privacy of the company's data. The security weaknesses of RPA solutions stem from robots' access to confidential information and hence incidents related to the security of corporate data. Software robots have privileged access to company systems and databases and can be used for unauthorized entry into internal systems. At the same time, the robots' unsecured source code makes them vulnerable to attacks and malicious changes.

A solution to minimize the risks associated with the security of RPA solutions is to constantly monitor what all software robots' access and what actions they perform. Access rights should be set with due care. Encryption and authentication are also measures in this direction.

The risk of loss of competence also exists in large companies, but in small companies, it is very high. When a process is automated, the people who performed it before start doing something else, it is possible to leave the company, and no one can perform the necessary operations manually in the event of a failure of the automated process. Minimizing this risk can be done by documenting instructions for performing operations manually. A person who monitors the progress of the process also minimizes the risk of loss of competence. This risk can also be mitigated through the exchange of knowledge and good practices between the people in the organization.

The risk of improper management of RPA licenses is again stronger in small and medium-sized companies that cannot have special monitoring and management of RPA licenses. On the one hand, specific technical skills are not required to create robots, but on the other hand, it is required to select and monitor the wrong RPA licenses. The solution in the direction of minimizing these licensing risks is monitoring the robotic scenario and logs for the status of software robots.

The risks of implementing software robots can be minimized by mandatory support for the transition from an automated robotic process back to the manual execution of operations. Thus, in the event of a failure of a robotic process or if an error occurs in this robotic process, it will continue to

work, but in manual mode and the only problem for the organization will be the duration of the transition from automated to manual operation of the process.

We can summarize the risks and the directions for minimizing them in the following table:

Table 1.

Risks to robotic process automation in small and medium-sized companies

Risk	Minimization Directions
Budget constraints	Focus on a small number of processes and choose business-friendly RPA solutions.
Cybersecurity Dangers of Companies from Software Robots	Constant monitoring of what all software robots access and what actions they perform; control over the assignment of access rights; Encryption and authentication.
Risk of loss of competence – the people who performed the process move or leave the company and there is no one to perform the process manually in case of a problem or failure with the automated process	Documentation of instructions for performing operations manually; a person who monitors the course of the process; exchange of knowledge and good practices between people in the organization.
Improper management of licenses for RPA	Monitoring of the robotic scenario and logs for the status of software robots.

Source: Own elaboration

From the identification and proactive addressing of risks and measures to minimize and avoid them, factors for the success of the implementation of RPA solutions in small enterprises can be deduced. We believe that the success factors of the process robotization project that organizations should focus on are the following:

- Choose a small (or one) process to automate
- Choosing a business-friendly/business-friendly RPA solution to be used by citizen developers.
- Constant monitoring of what all software robots' access and what actions they perform

Following these factors should lead to the successful implementation of process automation in small businesses.

CONCLUSION

This study aims to present an understanding of RPA projects for SMEs to derive factors for the success of such projects. Optimizing and automating business processes in organizations and optimizing routine activities do not depend on the scale of the enterprise. The goals of the enterprises – high quality of the products and services offered, perfect customer service, and cost reduction are not related to the size of the enterprise, nor to the industry in which it operates. There are risks facing RPA solutions that must be addressed and addressed or minimized before their implementation begins. Also, not every business process is suitable for automation. The choice of appropriate automation processes, combined with actions to minimize the implementation risks, is key to the result of robotization.

REFERENCES

1. Chambers & Associates Pty Ltd. (2024) Activity. Available from: <https://www.chambers.com.au/glossary/activity.php>
2. Deloitte. (2022) Supporting digital transformation with RPA. Available from:

<https://www.deloitte.com/mt/en/services/consulting/perspectives/digital-transformation-and-robotic-process-automation.html>

3. Document 32003H0361. (2003) Available from: European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32003H0361>
4. Gartner. (n.d.) Digital Business Transformation. Available from: Gartner Information Technology Glossary: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-business-transformation>
5. Ruiz, R., Ramirez, A., Cuaresma, M., & Enriquez, J. (2022) Hybridizing and robots: An RPA horizon envisaged from the trenches. Computers in Industry, 1-17.
6. SME Definition – user guide 2020. (2020) Available from: European Commission: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42921>
7. Team Kissflow. (2024) The Extensive Guide to Business Processes for 2025. Available from: <https://kissflow.com/workflow/bpm/business-process/>

ENHANCING INFORMATION TECHNOLOGIES FOR MARITIME PERSONNEL SELECTION IN CREWING COMPANIES BASED ON DECISION SUPPORT SYSTEMS

Iryna Shkitina¹, Olha Izmailova², Hanna Krasovska³, Oleh Ilarionov⁴, Iryna Domanetska⁵

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv / student, Kyiv, Ukraine, ira.shkitina@gmail.com

² Kyiv National University of Construction and Architecture / Department of Cyber Security and Computer Engineering, Kyiv, Ukraine, olga.v.izmailova@gmail.com

³ Taras Shevchenko National University of Kyiv / Department of Intelligence Technologies, Kyiv, Ukraine, hanna.krasovska@knu.ua

⁴ Taras Shevchenko National University of Kyiv / Department of Intelligence Technologies, Kyiv, Ukraine, oleg.ilarionov@knu.ua

⁵ Taras Shevchenko National University of Kyiv / Department of Intelligence Technologies, Kyiv, Ukraine, domanetska@knu.ua

ABSTRACT

This paper explores the process of improving information technologies for the search and selection of maritime personnel in crewing companies. An analysis of traditional management methods reveals that they are time and resource-intensive, and the results do not always optimize the company's performance. A new approach based on human-machine decision-making technologies is proposed, incorporating decision support systems and logical-mathematical methods for personnel selection. The developed information technology formalizes selection processes, candidate evaluation, and enhances decision-making quality through the implementation of multi-criteria analysis and expert evaluation methods. Testing results demonstrated the high efficiency of the new system in real-world.

KEYWORDS: *information technology, crewing company, personnel search, candidate selection, human-machine decision-making, decision support system (DSS), multi-criteria analysis, expert evaluation, optimization*

INTRODUCTION

Maritime transportation is the foundation of global international trade and logistics, and the demand for quality maritime personnel selection is growing year by year. Therefore, for a crewing company, the most relevant task is to ensure the efficiency of its operations by improving the results of personnel selection for the client [3,4,6]. Analysis of the efficiency of existing management systems [5] in crewing companies has shown that the traditional process of searching and selecting candidates is quite time-consuming, requires significant effort from managers, and most importantly, the results obtained do not always optimize the company's performance and maximize its revenue. A conclusion was made about the relevance of further improving the computerized tools for the implementation of the search and selection process based on human-machine decision-making technology, which ensures a rational compromise between formalized and non-formalized procedures, optimizing results by using logical-mathematical methods of decision-making for personnel selection in conditions of varying degrees of data uncertainty and the need for flexible adaptation to situational decision-making conditions.

1. TASK STATEMENT

The aim of this work is to explore ways to improve computerized tools for the search and selection of maritime personnel in a crewing company based on solving a set of problems, which the authors consider crucial, related to the success and reliability of the results obtained. The chosen direction of work involves developing an information technology (IT) system and creating an assessment technology for candidates, structuring processes, and formalizing decision-making rules, their sequence, the composition of executors, models, and evaluation methods to maximize the systematization and formalization of poorly structured procedures. The creation of this technology is based on the following principles:

- The development of a tool for forming a job profile for candidate selection, where a hierarchical, multi-aspect, flexible structure of requirements and assessments of the applicant is defined.
- The use of improved expert evaluation tools to decisively influence the reliability of the results obtained when assessing the qualitative characteristics of candidates.
- Establishment of a multi-level scale for qualitative and quantitative determination of the candidate's compliance with the job profile requirements, as the ideal point in multi-criteria analysis.
- Formalization of tools that ensure alternative evaluation methods and techniques, to account for the actual situational conditions of the company's operation and the dynamic nature of the candidate's characteristics over time.

To implement the established principles, which require the analysis of large amounts of data, rational use of experts' intuition, experience, and knowledge in the crewing field, as well as the application of various models and methods to solve poorly structured tasks in conditions of incomplete data certainty, the development of information technology is based on the use of modern decision support systems (DSS) [1,2].

2. PROCESSES, MODELS, AND METHODS OF IT SCENARIO IMPLEMENTATION

A scenario for the implementation of information technology is proposed, based on advanced developments of traditional methods in information systems for managing crewing companies, and providing for systematic improvement of their capabilities through the three main components of DSS: interface system, database, and model base. In this study, attention is focused on forming the structure of processes and their connection with the DSS model base and methods of their implementation (Table 1).

Table 1

Processes, Models, and Implementation Methods

№	IT Process	IT Models	Implementation Methods
1	User registration and access formation	Role-based access model	Authentication and access management methods based on the role model
2	Definition of personnel selection requirements	Key employee profile	Methods for building situational and methodological job profiles that define a multi-aspect hierarchical structure of requirements
3	Determination of the candidate pool	Selection of candidates based on established search requirements and constraints	Lexicographic method
4		Hierarchy of criteria	Goal tree method

	Candidate evaluation based on selection optimization criteria	Determination of the weights of criteria at various hierarchy levels	Analytical hierarchy process
		Evaluation of the candidate's qualitative characteristics	Expert direct evaluation method, analytical hierarchy process
		Comprehensive multi-criteria candidate evaluation	Ideal point method
		Control of expert opinion consistency	Delphi method
5	Evaluation of results and decision-making	Decision logging	

Source: Own elaboration

CONCLUSIONS

As a result of the conducted research, an information technology was developed that significantly improves the process of searching and selecting candidates for crewing companies. Based on computerized decision-making tools, a candidate rating is established based on an aggregated assessment of their compliance with the defined job profile requirements. The basic principles of the IT system were tested on real data and demonstrated high efficiency in improving the personnel selection process.

REFERENCES

1. KHLAPONIN Y., IZMAILOVA O., KRASOVSKA H., KRASOVSKA K., BODNAR N., ABBAS S.Q. *Base of models of the information security risks assessment system*. Proceedings of FRUCT'35, Tampere, Finland, 24-26 April 2024. Oy Finland. ISSN 2305-7254, ISBN 978-952-65246-1-0. Issue 1, pp. 352-366. Available from: <https://fruct.org/publications/volume-35/fruct35/files/Khl.pdf> / [Accessed 26/09/2024].
2. KHLAPONIN YURII, IZMAILOVA OLHA, QASIM NAMEER HASHIM, KRASOVSKA HANNA, KRASOVSKA KATERYNA. *Management risks of dependence on key employees: identification of personnel*. Workshop on "Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems" (CPITS 2021), January 28, 2021, pp. 295-308. Available from: <http://ceur-ws.org/Vol-2923/paper33.pdf> / [Accessed 26/09/2024].
3. KHOLODENKO A., HREBENNYK N., DANCHENKO O. *A Dynamic Model of Optimizing distribution of Sailors by Vacancies*. Вісник Хмельницького національного університету 2019, № 4. ISSN 2307-5740 Том 1, pp. 233-240. Available from: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/48-7.pdf>
4. KRYSYUK, L., & VASYLENKO, M. (2022). *Assessment of the competitiveness of the market of crewing services in conditions of instability*. Economic analysis, 32 (4), 23-30. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2022.04.023>
5. NAVROZOVA, YU., TERESHCHENKO, A. (2020). *Crewing company business processes: essence, classification and structure*. Development of management and entrepreneurship methods on transport, 1 (70), 59-70. DOI 10.31375/2226-1915-2020-1-59-70.
6. ЯЦЕНКО М. С., ГОНЧАРОВА І. О. *Актуальні проблеми удосконалення якості круїнгових послуг*. Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2017. – № 1 (29). – С. 162-170. – Available from: <https://economics.net.ua/files/archive/2017/No1/162.pdf> [Accessed 26/09/2024].

АВТОМАТИЗИРАНО ИЗВЛИЧАНЕ И АНАЛИЗ НА БИБЛИОМЕТРИЧНИ ДАННИ ЧРЕЗ API

Олга Маринова¹, Петя Страшимирова²

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, olga.marinova@ue-varna.bg

² Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, p.emilova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Извличането на библиометрични данни от водещи наукометрични бази данни като Scopus и Web of Science става все по-важно за ефективното проследяване и анализ на научната продукция. Данните могат да бъдат автоматизирано събирани и обработвани въз основа на различни параметри, което ще позволи да ги използваме по-ефективно за целите на бъдещи обобщения и най-вече да получим задълбочена и достоверна представа за съвременните научни тенденции. Цел на доклада е да изследва възможностите на приложните програмни интерфейси (API) за извличане и анализ на библиометрични данни, както и да се предложи методология за автоматизирано извличане на данни от световните научни бази чрез API. Открояват се различни техники и методи за анализ на библиометрични данни.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: извличане на данни, библиометричен анализ, SCOPUS API, Web of Science API

AUTOMATED EXTRACTION AND BIBLIOMETRIC DATA ANALYSIS WITH API

Olga Marinova¹, Petya Strashimirova²

¹ University of Economics – Varna, Varna, Bulgaria, olga.marinova@ue-varna.bg

² University of Economics – Varna, Varna, Bulgaria, p.emilova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Retrieval of bibliometric data from leading scientific metrics databases such as Scopus and Web of Science is becoming increasingly important for effective tracking and analysis of scientific output. Data can be automatically collected and processed based on various parameters, which will allow us to use them more efficiently for the purpose of future summaries and, most importantly, to gain a thorough and reliable insight into current scientific trends. The aim of this paper is to explore the possibilities of Application Programming Interfaces (APIs) to retrieve and analyse bibliometric data, and to propose a methodology for automated data extraction from global scientific databases using APIs. Different techniques and methods for bibliometric data analysis are highlighted.

KEYWORDS: data extraction, bibliometric analysis, SCOPUS API, Web of Science API

ВЪВЕДЕНИЕ

В днешния динамично развиващ се свят науката търпи бурно развитие, при което в световен мащаб броят на изследванията и публикациите в различни платформи и реферирани списания нараства с изключителни темпове. Един от често използваните критерии за количествено и качествено измерване на научно-изследователската дейност са библиометричните

данни. С нарастващото количество публикувани материали, ръчният процес на събиране и анализ на данни става все по-трудоемък и неефективен. Тук на помощ идва автоматизацията чрез използване на автономен приложно програмен интерфейс (*Application Programming Interface* – **API**), който предлага бърз и структуриран достъп до световно известните научни бази от данни като Scopus и Web of Science. API позволява автоматизирано извличане на ключови библиометрични показатели като цитирания, автори, заглавия и ключови думи. Това значително улеснява анализа, който се провежда периодично, дори понякога ежегодно в академичните среди.

В тази връзка цел на доклада е да изследва възможностите на приложните програмни интерфейси за извличане и анализ на библиометрични данни, както и да предложи методология за автоматизирано извличане на данни от световните научни бази чрез API. Разглеждат се предимствата и функциите на API за извличане на библиографични данни с оглед имплементирането им в предлаганата методология за ефективно събиране и обработка на данни от двете (споменати по-горе) водещи световни научни бази.

Изследователската работа в доклада се провежда като част от проект „Усъвършенстване на процесите по дигитализация на научния ресурс посредством световните изследователски бази от данни“ (ДИГД) с № ПНИ-КС24-01-EDPSRGDB.

1. СЪЩНОСТ НА ИЗВЛИЧАНЕТО НА ДАННИ ЧРЕЗ API И ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ ЗА ПРЕДСТОЯЩИ АНАЛИЗИ

Библиометричните данни обикновено включват информация като брой на публикациите, данни за цитиранията, импакт факторите на списанията и други показатели, които отразяват научното влияние и значимост на даден изследовател или институция. Библиометричните анализи играят решаваща роля в разкриването на истинското въздействие на получените научни резултати по отношение на популяризирането и развитието на науката, технологиите, обществото и икономиката. Цитиранията и библиометричните показатели са основни компоненти в рейтинговите системи на университетите. Те не само предоставят обективна мярка за научната продукция, но също така са от ключово значение за репутацията, финансирането и стратегическото позициониране на университетите в световен мащаб.

Традиционните методи за събиране и анализ на множеството различни показатели, свързани с научната продукция е дълъг и бавен процес, който много често е съпроводен с допускането на грешки, дублирания или затруднения при намиране на нужната информация. От друга страна автоматизираните подходи за извличане на данни предлагат значителни предимства.

Ето защо темата за автоматизирано извличане и анализ на библиометрични данни чрез API се превръща в изключително актуална и значима в контекста на нарастващия обем научна литература и необходимостта от ефективни инструменти за управление на съпътстващия публикациите поток от разнородна информация. Най-често автоматизираното извличане на библиометрични данни се изпълнява чрез използването на Application Programming Interfaces (**API**) или на уеб скрапинг (**web scraping**). Приложните програмни интерфейси (API) осигуряват стандартизиран интерфейс, който позволява на различни приложения да комуникират и да се свързват лесно, като рационализират процеса на разработване на софтуер и го правят по-ефективен.

Съществуват три основни възможности за достъп до API: безплатен, академичен и платен достъп. Фокусът на настоящето изследване е върху API и неговото използване за достъп до

библиометрични данни чрез API на научните бази Scopus и Web of Science, тъй като те предлагат както платен, така и безплатен достъп до някои основни библиометрични данни, които да послужат за последващ анализ във външни системи.

API интерфейсите на Scopus и Web of Science дават възможност за автоматизирано извличане на данни за публикации, цитирания, автори и институции. Вместо потребителите да търсят и копират нужната им информация ръчно, API прави заявки директно към огромния обем от научни данни и връща необходимата информация в структуриран формат (обикновено JSON или XML). Така можем да извлечем данни в реално време и да получаваме актуализирани библиометрични показатели. Освен това API предоставя изключителна гъвкавост при създаването на заявки. Можем да дефинираме много точни параметри за търсене: търсене по ключови думи, автор, институция, тема, обхват от години, вид публикация и много други. Това позволява изключително прецизно сегментиране на данните, като можем да изведем точно тази информация, която ни интересува и след това да я анализираме.

Scopus е всеобхватна и многофункционална база от данни, собственост на Elsevier, която предоставя на изследователите богат набор от академична литература и данни за цитирания, както и редица функции за подпомагане на сътрудничеството, откриването и оценката на научните изследвания. Това е една от най-големите и най-широко използвани академични бази данни (Bharathi and Aditya Sai Srinivas, 2024, p. 31) с над 90 милиона публикации, включващи научни списания, книги и материали от конференции от цял свят (Scopus.com, 2023). Тя също така предоставя инструменти, които институциите да използват за анализ на резултатите и въздействието на научните изследвания, както и API за разработчиците за създаване на персонализирани приложения и инструменти.

Web of Science (WoS) е другата световноизвестна база от данни, която се е наложила като една от най-често използваните в научните среди (Bharathi and Aditya Sai Srinivas, 2024, p. 37). Понастоящем е собственост на Clarivate Analytics и обхваща повече от 22 000 списания, книги и материали от конференции и над 90 милиона документа (Clarivate.libguides.com, 2024). Един от видовете API, които WoS предлага е **Web of Science Starter API**. Той осигурява REST-базиран програмен достъп до документите и списанията в Web of Science с JSON формат на изхода и основни възможности за търсене и филтриране. Чрез Web of Science Starter API се предоставя достъп в реално време до библиографски метаданни, като DOI, автори, заглавие на източника и други метаданни, които са в основната база на Web of Science, като и от свързани с нея бази данни. Той позволява изграждане на директни връзки от външни системи към статии в WoS и извличане на данни за броя на цитиранията.

При все това, трябва да отбележим, че повечето комерсиални бази данни, в това число и Scopus и Web of Science обикновено предоставят достъп до своите API с разширени възможности за извличане на библиометрични данни само чрез платен или институционален акаунт, което може да доведе до това, че изследователи или университети с по-ниски доходи да не могат да се възползват от всички тези данни. Друг съществен въпрос са редица правни аспекти, които следва да бъдат взети предвид във връзка с последващото използване на извлечените данни във външни системи, каквито са например университетските системи за отчитане на публикациите на академичния състав.

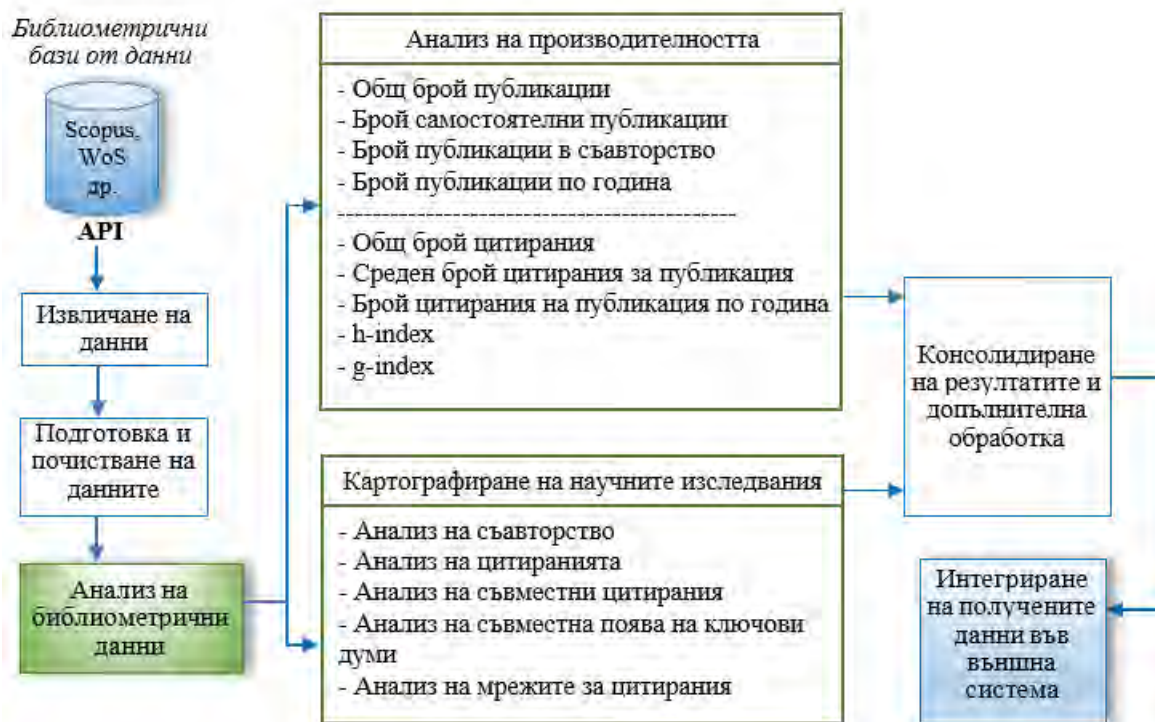
За да се изясни цялостния процес по извличане и използване на библиометрични данни е нужно да се очертаят всички стъпки, през които трябва да премине автоматизираният подход за събиране, обработка и анализ на данните.

2. МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ИЗВЛИЧАНЕ НА ДАННИ

Автоматизираното извличане и последващ анализ на библиометрични данни позволява точен мониторинг на научната продукция, което е пряко свързано с измерването на глобалното въздействие и репутация на всеки един университет, както и в подкрепа на неговото движещо ядро – изследователите.

Въпреки че библиометричният анализ има много предимства, той е сравнително нов инструмент и все още недостатъчно добре обхванат в реномираните ръководства за систематични прегледи на литературата (Passas, 2024). В тази връзка считаме, че задълбочения преглед на различните видове анализи и създаването на подход, който да дава яснота относно данните, които биха могли да се събират чрез API на Web of Science и Scopus и последващата обработка върху тях биха били добра отправна точка за бъдещото разработване на система, която да извършва това автоматизирано извличане.

Оценяването на научното въздействие на изследователи и списания чрез редица индикатори като брой публикации, общ брой цитирания, брой цитирания на публикация по година е широко разпространена практика. В тази връзка още един показател е добил широка популярност, благодарение на своята лесна интерпретация – h-индексът, който е предложен от Hirsch (Hirsch, 2005). За да бъде един библиометричен анализ изчерпателен и всеобхватен той следва да обхване редица метрики и анализи, които можем да обособим в две основни категории – *Анализ на производителността (Performance analysis)* и *Картографиране на научните изследвания (Science mapping)* (Noyons et al., 1999). Освен тях в целия процес по извличане, анализ и интегриране на данни от библиометрични БД се включват още няколко важни стъпки. В тази връзка на фиг. 1 е предложена методология, която обхваща следните значими според нас процеса – автоматизираното извличане на данни чрез API; подготовка и почистване на данните; последващ библиометричен анализ на данните; консолидиране на резултатите и интегрирането им във външна система.



Фигура 1. Методология за извличане, анализ и интегриране на данни от библиометрични БД

Източник: Собствена разработка

Чрез ясно очертаване на отделните етапи се гарантира систематичност и възпроизводимост на резултатите, което повишава научната стойност на получените библиометрични показатели. При все това част от метриците, които се показани на фигура 1 не могат да бъдат извлечени директно чрез API на Scopus или WoS и изискват допълнителни изчисления и обработка на получените метаданни. Това са метриците **общ брой цитирания**, **среден брой цитирания за публикация** и **g-index**. Освен тях всички анализи, които са представени като част от групата **Картографиране на научните изследвания**, също могат да бъдат изпълнени само чрез изчисления с допълнителни програмни инструменти.

Можем да заключим, че всеки един елемент от библиометричния анализ спомага за изграждането на пълна и цялостна картина на даден изследователски или институционален профил и неговото въздействие в научната общност. Затова следва да отделим внимание на позадълбоченото вникване в същността на различните видове анализи на библиометрични данни.

3. АНАЛИЗ НА БИБЛИОМЕТРИЧНИ ДАННИ

Както беше разгледано по-горе библиометричният анализ включва редица метрики и анализи, които можем да разграничим в две основни категории: *анализ на производителността* и *картографиране на научните изследвания*.

3.1. Анализ на производителността

Оценката на резултатите в областта на научните изследвания включва оценка на въздействието на изследователите, институциите и държавите, като се използват показатели като общ брой публикации, принос на авторите и показатели, свързани с цитирането.

- **Общ брой публикации** – броят на публикации, издадени от даден изследовател, институция или държава.
- **Брой самостоятелни публикации** – публикации, написани от един автор, в които е посочен индивидуален принос в изследванията.
- **Брой публикации в съавторство** – публикациите, написани от няколко автори, които отразяват съвместни изследователски усилия.
- **Брой публикации по година** – годините, през които изследователят или институцията активно публикуват.
- **Общ брой цитирания** – общият брой цитати от публикациите на даден изследовател или институция.
- **Среден брой цитирания на публикация** – показател, който определя средния брой цитирания на една публикация и се използва за измерване на нейното въздействие в определена област или година. Този показател помага да се сравнява влиянието на публикациите в различни области или години чрез нормализиране на разликите в честотата на цитиранията.
- **Брой цитирания на публикация по година** – средният брой цитирания на всяка публикация за дадена година.
- **h-index** – h е стандартен научен показател, в който се съпоставят броят на публикуваните статии и броят на цитиранията на техния автор. Формулата се основава на броя на публикациите (H), които са цитирани поне H пъти. Той е лесен за разбиране и относително устойчив, тъй като не се влияе от прекалено високите цитирания на отделни публикации.
- **g-index** – индексът придава по-голяма тежест на високоцитираните статии. Той отчита

както броя на публикациите, така и броя на цитатите на една публикация. При даден набор от статии, подредени в низходящ ред според броя на получените от тях цитирания, *g*-индексът е (уникалното) най-голямо число, при което първите *g* статии са получили (заедно) поне G^2 цитирания (Egghe, 2006).

3.2. Картографиране на научните изследвания

Научното картографиране спомага за очертаването на структурата и динамиката на научните изследвания. То се осъществява чрез различни подходи като:

- **Анализ на съавторството (Co-Authorship Analysis)** – разглежда взаимодействията между учените в определена област, като изследва институциите и страните, които те представляват. С нарастващата сложност на изследванията сътрудничеството се превръща във все по-често срещана практика като същевременно допринася за по-ясни и задълбочени резултати. Чрез анализът на сътрудничеството се подпомага идентифицирането на групи от изследователи, които работят заедно или в сходни научни направления и които се свързват чрез общи съавтори и изследователски теми. По този начин може да се разкрие клъстеризация на изследвания в дадена област и да се насърчат нови изследвания в области, които не са достатъчно проучени. Също така проследява сътрудничествата във времето, което е полезно за бъдещи учени, търсещи партньорства с утвърдени или перспективни изследователи (Ponomariov and Boardman, 2016).
- **Анализ на цитиранията (Citation Analysis)** – ключов метод за картографиране на научната област, който измерва влиянието на публикация чрез броя на получените цитати, отразявайки интелектуалните връзки между публикациите. Той помага да се идентифицират най-влиятелните публикации и да се разбере интелектуалната динамика в дадена област, като цитатите остават най-обективният показател за въздействието на научната работа (Naveen et al., 2021). Ето защо чрез анализа на цитиранията могат да се изследват най-влиятелните публикации в дадена област и да се проследи интелектуалната динамика в нея.
- **Анализът на съвместното цитиране** – метод за научно картографиране, който разкрива тематичната свързаност между публикации, които често се цитират заедно. Той може да покаже интелектуалната структура на дадена област и да се идентифицират основните теми и идеи в нея. Предимствата на този метод са в разкриването на тематични клъстери – групи от публикации, които са тясно свързани по съдържание или изследователски фокус, както и да се открият най-влиятелните изследвания. От друга страна негово ограничение е, че често е насочен към по-старите, по-често цитирани публикации и по този начин по-новите или по-специфичните и непопулярни изследвания остават извън обсега му. Това го прави особено полезен за откриване на ключови знания в бизнес изследванията (Rossetto et al., 2018).
- **Анализ на съвместната поява на ключови думи** – техника за извличане на информация от текст, която изследва „съвместната поява“ на двойки ключови думи в преглежданите документи. Този подход предполага, че ключовите думи, които често се срещат заедно в едни и същи документи, имат определена връзка помежду си.
- **Анализ на мрежите за цитирания** – използва се за изследване на научната литература по дадена тема. С помощта на една публикация могат да бъдат открити допълнителни релевантни източници, които демонстрират както качествено, така и количествено връзките между статиите и техните автори.

4. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И БЪДЕЩИ ТЕНДЕНЦИИ

Библиометричният анализ придобива все по-голямо значение в академичните среди, тъй като позволява обработката на огромни обеми научна литература и осигурява обективна мярка за влиянието на изследванията и публикациите. Чрез библиометричния анализ могат да бъдат идентифицирани основни изследователски тенденции, ключови теми и автори, които са популярни или добиват популярност в научните среди. Всичко това допринася за изграждането на по-ясна представа за структурата и развитието на научните изследвания.

Въпреки предимствата си, автоматизираното извличане на данни чрез API има своите технологични ограничения. При използване на API за достъп до бази от данни като Scopus и Web of Science често е необходима допълнителна обработка на данните, за да се извлекат и изчислят специфични метрики, като общ брой цитирания или g-индекс. Освен това, комерсиалните бази от данни обикновено предлагат платен достъп до разширените си API функции, което може да се окаже пречка за академичните институции с ограничени бюджети. Наличието на юридически аспекти, свързани с използването на данни от тези източници, също е фактор, който следва да се има предвид при разработване на нови методологии.

С напредъка и развитието на технологиите за обработка на големи масиви от данни, както и широкото използване на изкуствения интелект, библиометричният анализ придобива все по-голяма значимост като иновативен и перспективен подход за академичните изследвания. Комбинирането на новите технологии и възможностите на API могат да се използват за по-прецизно картографиране на научните области и открояване на ключови публикации и автори, както и за прогнозиране на научни тенденции и потенциални области за развитие. Автоматизацията в анализа ще продължи да улеснява научната общност, като предоставя ефективни и достъпни инструменти за мониторинг на научната продукция и въздействието ѝ върху обществото и икономиката.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, автоматизираното извличане и анализ на библиометрични данни чрез API интерфейси предоставя ценни възможности за научната общност, като осигурява бърз и стандартизиран достъп до основни показатели като цитирания, брой публикации, h-индекс и други метрики. Всички тези метаданни чрез подходяща обработка и последващ анализ биха предоставили отлична основа за провеждането на допълнителни различни по сложност и детайлност анализи.

Ето защо настоящият доклад подчертава значението на автоматизираното извличане и анализ на библиометрични данни чрез приложни програмни интерфейси на водещи бази от данни като Scopus и Web of Science. Разработена е методология за ефективно събиране, обработка и анализ на данни, която цели да внесе яснота в цялостния процес по автоматизирано извличане на данни, анализиране и използване във външни системи. Подобна разработка следва да бъде в помощ на изследователите и институциите при измерването на научната продукция и нейното въздействие.

Включени са и подходи за анализ като картографиране на науката и анализ на съавторството, които разкриват структурните и тематични връзки в изследванията. Можем да обобщим, че с непрекъснатото увеличаване на броя на публикациите в световен мащаб автоматизацията на процесите по извличане на библиометрични данни придобива решаващо значение. Тя съкращава времето за ръчна обработка, минимизира риска от грешки и улеснява провеждането на по-задълбочен библиометричен анализ.

REFERENCES / ИСПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Bharathi, M. and Aditya Sai Srinivas, T. (2024) Scopus & WoS: The Ultimate Tool for Scholarly Research. *Advancement of Computer Technology and Its Applications*, 7(3), pp. 31-40. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11195393/> [Accessed 12/10/2024].
2. Clarivate.libguides.com. Resources for Librarians and Administrators. Available from: <https://clarivate.libguides.com/librarianresources/coverage/> [Accessed 17/10/2024].
3. Egghe, L. (2006) Theory and practise of the g-index, *Scientometrics*, 69(1), pp. 131–152. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7/> [Accessed 12/10/2024].
4. Hirsch, J. E. (2005) An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A*, 102 (46), pp. 16569-16572. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102/> [Accessed 12/10/2024].
5. Narong DK, Hallinger P. (2023) A Keyword Co-Occurrence Analysis of Research on Service Learning: Conceptual Foci and Emerging Research Trends. *Education Sciences*, 13(4) pp. 339. Available from: <https://doi.org/10.3390/educsci13040339> [Accessed 12/10/2024].
6. Naveen D., Satish K., Debmalya M., Nitesh P. and Weng Lim. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 133. pp.285-296
7. Noyons, E.C.M, Moed, H.F., Luwel, M. (1999) Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: a bibliometric study. *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 50(2), pp. 115–131. Available from: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(1999\)50:2<115::AID-ASI3>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(1999)50:2<115::AID-ASI3>3.0.CO;2-J) [Accessed 15/10/2024]
8. Passas, I. (2024) Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia 2024*, 4(2), pp. 1014-1025. Available from: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065/> [Accessed 16/10/2024].
9. Ponomariov, B. and Boardman, C. (2016). What is co-authorship? *Scientometrics*, 109, pp. 1939–1963 Available from: <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2127-7> [Accessed 16/10/2024].
10. Rossetto, D.E., Bernardes, R.C., Borini, F.M., Gattaz, C.C. (2018) Structure and evolution of innovation research in the last 60 years: review and future trends in the field of business through the citations and co-citations analysis. *Scientometrics*, 115(3), pp. 1329 – 1363. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2709-7> [Accessed 15/10/2024].
11. Scopus.com. Scopus now includes 90 million + content records. Available from: <https://blog.scopus.com/posts/scopus-now-includes-90-million-content-records/> [Accessed 12/10/2024].
12. Villa-Collar, C., Alvarez-Peregrina, C., Martinez-Perez, C., & Sánchez-Tena, M. (2024) Citation network analysis on keratoconus. *Journal of Optometry*, 2(17), 100498. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.optom.2023.100498> [Accessed 15/10/2024].

AN EMOTIONS MINING APPROACH TO SUPPORT ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

Radka Nacheva¹

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
r.nacheva@ue-varna.bg

ABSTRACT

Increasing numbers of individuals become aware of how important emotions are to human communication and decision-making, and how important they are to developing more human-centric and sensitive artificial intelligence (AI). Adaptive behaviour in human-AI interaction is facilitated by different research methods, which also enhances AI's comprehension of user mood and intents. To improve the functioning of AI systems, this research aims to provide a domain-agnostic emotions mining approach to develop an ontology that will be useful for these systems. This method extracts, categorizes, and analyses emotional cues from unstructured data, including text and social media, by applying basic natural language processing (NLP), sentiment analysis, and machine learning algorithms.

KEYWORDS: *artificial intelligence, emotions analysis, human-centred computing, e-learning*

INTRODUCTION

Emotions play an essential role in human-environment interaction, learning, and decision-making. Improving human-machine interactions in the AI era requires the inclusion of human intentions and understanding, as well as the methodical comprehension of the management of human-AI interaction is necessary to bring AI into line with human values (Heyder, Passlack and Posegga, 2023). Since emotion acquisition and experiences are important for social communication, emotion recognition is a vital area of research in human-computer interactions (Ahmed, Aghbari and Girija, 2023). Emotion recognition is a process that uses various sources such as facial expressions, voice intonations, physiological responses, and text analysis to identify emotional states (Delija, 2024). As a result, there is a growing need for automated emotion identification systems. In this sense, emotion mining - the analysis of emotional states from various data sources - is applied. AI's recent advancements in sentiment analysis, affective computing, and multimodal data processing have improved its accuracy in recognizing emotions, especially in mental health monitoring and educational systems (García-Hernández et al., 2024).

The process of detecting and analysing emotions from textual or other forms of data is called emotion mining (Ranganathan and Tzacheva, 2019). It can significantly enhance the capabilities of Artificial Intelligence systems in various ways:

- Emotion mining in AI systems allows businesses to analyse large volumes of customer feedback, reviews, and surveys to extract insights about student satisfaction (Greco and Polli, 2019);
- Emotion mining allows AI systems to recognize and interpret subjectivity detection from neutral terms, aiding in polarity and intensity recognition (Machová et al., 2023). Polarity classification is also done to categorize texts into positive, negative, or neutral classes, while intensity classification identifies different degrees of positivity and negativity in large volumes of data (Machová et al., 2023);
- AI can personalize interactions and experiences based on the user's emotional state (Chen and Ibrahim, 2023);

- In e-learning platforms, emotion mining can help identify students' emotional responses to course materials, approaches and overall organization (Dave, 2023).

However, the subjective nature of emotional expression poses challenges in achieving accurate and unbiased emotion detection (Manalu and Rifai, 2024). On the other hand, AI systems pose ethical challenges, including transparency, job displacement, and global disparities, necessitating interdisciplinary collaboration among technologists, ethicists, and policymakers to effectively navigate these complexities (Li, 2023). In this regard, designing AI systems that analyze sensitive emotional data requires careful consideration of ethical issues like permission and privacy (Saeidnia et al., 2024).

On this basis, we can highlight **the research aim** which is to provide an emotions mining approach to extract ontology from student reviews given for e-learning courses. We applied basic natural language processing (NLP) algorithms to extract, categorise, and analyse emotional cues from unstructured data. We used the Coursera small-scale dataset with 2722 reviews.

1. LITERATURE REVIEW

Emotions significantly influence academic performance, motivation, information retention, and student well-being in the teaching-learning process (Vistorte et al., 2024). The same source states that artificial intelligence is revolutionizing educational settings by detecting and assessing students' emotions, enabling a deeper understanding of their needs. Authors point out that the advanced algorithms can detect signs of boredom or enthusiasm, enhancing teaching methods. In this sense, emotion mining is a step towards integrating emotional intelligence into AI systems, enhancing human-computer interactions and decision-making processes. Emotion mining involves extracting and analysing human emotional states from multimodal data such as text, facial expressions, and physiological signals (Ezzameli and Mahersia, 2023).

Recent studies in natural language processing, affective computing, and multimodal analysis have demonstrated the value of emotion mining in fields such as education (Niu, 2022), healthcare (Chuah and Yu, 2021; Guo et al., 2024), and customer service (Caruelle et al., 2023), enabling systems to adapt dynamically to user needs. In education, emotion-aware AI can monitor learners' emotional states to personalize teaching strategies, boost engagement and learning outcomes, and respond to student frustration or boredom (Vistorte et al., 2024). In mental health, an individual's emotional condition can be identified by examining signs of stress, anxiety, or depression, and providing timely interventions through therapeutic platforms (Olawade et al., 2024). In customer service, some studies emphasize the significance of emotionally intelligent systems and their development challenges (Rokhsaritalemi, Sadeghi-Niaraki and Choi, 2023). The authors present strategies to overcome obstacles and offer a roadmap for a more emotionally intelligent generation of applications, covering foundational concepts, practical integration scenarios, and forward-thinking insights.

Some studies highlight the growing integration of emotion recognition into AI to improve human experience and functionality (Hasan, Arora and Tickoo, 2024). Other researchers explore multimodal emotion recognition approaches, focusing on spontaneous and subtle emotions, audio-visual integration, and electroencephalogram data, while excluding physiological data like heart rate and skin conductance, to improve emotion recognition performance (Udahemuka, Djouani and Kurien, 2024).

Emotion mining, led by computer scientists, is the most common tool for understanding human emotions during different events. Over the past decade, machine learning algorithms, datasets, lexicons, and deep learning approaches have replaced manual detection of event-related social media posts and simple neural networks for emotion extraction (Shapouri and Soleymani, 2024). Emotion mining uses actionable patterns to alter user emotions, such as suggesting calming music, playing

mood-enhancing movies, changing background colours, or calling caring friends on smartphones to promote positive emotions or desirable attitudes (Ranganathan and Tzacheva, 2019). Other researchers have explored emotion mining for predicting online activities and firm profitability (Wang et al., 2022). Existing methods are feature-based and deep learning-based, but neither can effectively detect emotional expressions in text, and their use in explanatory and predictive applications is rare (Wang et al., 2022).

One of the popular approaches for emotional state analysis is sentiment analysis which is a method used to analyse text based on various factors such as polarity, emotion detection, aspect-based analysis, intent analysis, and multilingual sentiment analysis (Sunil and Beniwal, 2020). Fine-grained sentiment analysis uses positive, negative, and neutral polarity levels, while emotion detection detects emotions like happiness, sadness, anger, and love (Sunil and Beniwal, 2020). Authors highlight that aspect-based analysis focuses on detecting features or aspects of the topic, while intent analysis involves the intent of the text. They describe the multilingual sentiment analysis detects languages in text when multiple languages are used, but requires significant preprocessing and resources. Sunil and Beniwal (2020) state that Natural Language Processing methods and algorithms for sentiment analysis include the rule-based approach, which uses pre-defined rules, such as stemming, tokenization, part-of-speech tagging, parsing, and lexicons. In this sense, emotion classification in natural language processing (NLP) is a study that automatically categorizes human thoughts, views, and emotions in events-related texts (Olusegun et al., 2023).

However, the emotion mining implementation in AI systems presents challenges due to the inherently subjective nature of emotional expressions, which are influenced by cultural, individual, and situational factors. Emotion recognition models' accuracy and inclusivity require diverse, representative training datasets, and ethical considerations like privacy and consent are highly important. The rise of artificial intelligence technologies has significantly enhanced the potential of emotion mining, enabling real-time emotional analysis and advancements in deep learning.

2. METHOD

In this research paper, we follow a four-step method – retrieving dataset with user reviews, extracting emotions from the reviews by using Python script, extracting emotions from the reviews by using a data mining tool, and analysing results (Figure 1).

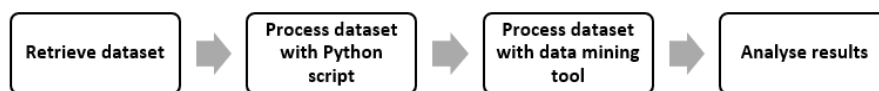


Figure 1. Emotions Mining Research Method

Source: Own Elaboration

In the first step of the research method, we need to retrieve a dataset with user reviews. This can be done directly from the feedback systems in the platforms where users work within a learning environment or the workplace, for example.

In the next stage of the method, we should create a Python script according to the logical flow:

- **Import Libraries:** The script begins by importing necessary libraries like pandas (for handling the XLSX data), re (for regular expressions), and nltk (for natural language processing). Pandas is a Python package that simplifies data analysis by providing fast, flexible, and expressive structures, aiming to become the most powerful open-source data analysis tool in any language (NumFOCUS, Inc., 2024). Pandas is open-source and it offers pliable data processing and visualization for sentiment analysis (Cristescu, Mara, Culda, and Nerişanu, 2023). The re module offers regular expression matching operations, similar to Perl (Python Software

Foundation, 2024). It supports Unicode and 8-bit strings, but cannot mix. Unicode and 8-bit strings cannot be mixed, and substitutions must be the same type. NLTK is a Python platform for working with human language data, offering interfaces to over 50 corpora and lexical resources such as WordNet, along with a suite of text processing libraries for classification, tokenization, stemming, tagging, parsing, and semantic reasoning, wrappers for industrial-strength NLP libraries (NLTK Project, 2024).

- **Plutchik Emotion Map:** A vocabulary is defined to categorize words associated with each of Robert Plutchik's eight primary emotions: joy, trust, fear, surprise, sadness, anticipation, anger, and disgust (Semeraro, Vilella and Ruffo, 2021).
- **Preprocessing the Text:** cleans the text data by converting it to lowercase, removing punctuation, and tokenizing the words.
- **Emotion Classification:** counts occurrences of each emotion based on the preprocessed tokens and the Plutchik emotion map.
- **Main Function** reads the Excel file, processes each review to classify emotions, and stores the results in a new dataset.
- **Saving Results:** finally, the results are saved to a new Excel file.

The third step of the method is based on the usage of automated software for data mining. We suggest integrating the Orange data mining tool because it supports a module for automated emotions recognition (Tweet Profiler) which uses 3 types of classifiers: Plutchik, Ekman, and POMS. In this research, to keep consistency with the previous step, only Plutchik's classifier is applied. The experiment setup is shown in Figure 2 where initially the corpus (retrieved dataset as Microsoft Excel file) is imported.

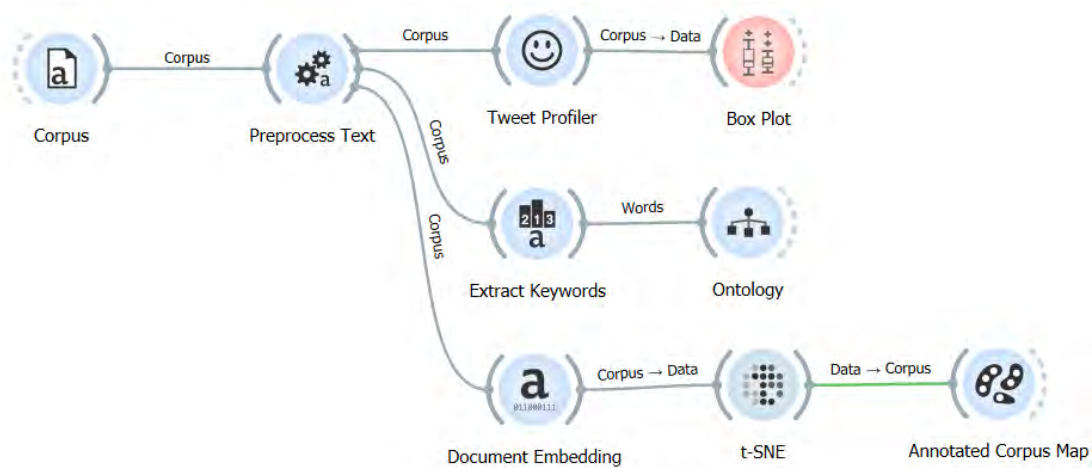


Figure 2. Orange Data Mining Experiment Setup

Source: Own Elaboration

After that, the pre-processing of the text data is done. Preprocess Text tool breaks down text into tokens, filters, normalizes, creates n-grams, and tags them with part-of-speech labels, with sequential and reorderable steps (University of Ljubljana, 2024). The transformation process is applied to automatically do lowercase transformation to input data, remove all diacritics/accents, and remove URLs from the text. Tokenization is done too to break text into words. Regexp `\w+` is used to split the text and to remove punctuation. Normalization is applied too to conduct stemming and lemmatization by using WordNet Lemmatizer which uses cognitive synonyms from a large English lexical database (University

of Ljubljana, 2024). Filtering is also part of the text preprocessing that removes or keeps specific words by using stopwords in English. The most frequent 250 tokens are kept. The N-grams range [2;3] is added to create n-grams from tokens, with returns 2-grams and 3-grams.

The Tweet Profiler is applied to retrieve information on sentiment from the Orange data mining's server and to compute emotion probabilities classifications of 8 basic emotions, of Plutchik. Box Plot module visualizes the distribution of detected emotions according to the classifier.

The modules Extract Keywords and Ontology are used to generate ontology from words on the input corpus. TF-IDF method is applied to score words based on term frequency and inverse document frequency.

The t-SNE widget in combination with Document Embedding is used to create a two-dimensional data projection based on t-distributed stochastic neighbor embedding. It uses a distance metric Manhattan to calculate distances internally, selecting instances from the plot and showing whether a point is selected. Based on that Annotated Corpus Map is visualized with the tenth most frequent cluster of key phrases. The threshold for selecting a keyword as a cluster's keyword is set to 0.05 or that is the p-value (FDR).

The last step of the method is related to analysing the results from sentiment analysis and emotion mining depending on the specific outputs generated by the Python script and automated data mining software. Results can be analyzed by examining the prevalence of each emotion, co-occurrence of emotions, correlation with sentiment (if available), anomalies or outliers, and context-specific trends.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The method has been tested with student reviews for the Coursera course. The review dataset contains 2722 rows retrieved from the data science platform Kaggle.

As the second stage of the research method is related to developing the Python script for natural language processing, we followed all the described in the previous section steps and included it in Appendix 1. It contains the pseudo-code description of the script which can be considered as a procedure for performing emotions mining with the review dataset. The pseudo-code is created under the pseudo-code writing standard (Dalbey, 2003), which in general, makes it independent of the specifics of the environment in which it will be applied. We used the natural language processing Python libraries to extract, categorise, and analyse emotional cues from the unstructured data.

The code uses several libraries, including Pandas for tabular data handling, re for regular expression cleaning, NLTK for natural language processing, and vaderSentiment (VADER in the pseudo-code) for sentiment analysis. The script includes loading an Excel file into a Pandas DataFrame structure, preprocessing text for analysis, and analyzing sentiment using VADER. The text is cleaned and standardized, and the sentiment labels and scores are output. The Plutchik emotion map function maps VADER sentiment categories to Plutchik's eight basic emotions (Appendix 2). The process_reviews function processes each review in the dataset, cleaning the text, classifying sentiment, and mapping the sentiment to emotions. The processed data is stored in the dataset, and the updated DataFrame is saved to an Excel file. The main() function orchestrates the process: loads the dataset, processes reviews, saves the results, and prints a success message.

In the next step of the research method, we use the Orange data mining tool to perform automated emotion recognition in student reviews, form an ontology, and generate a map of the text corpus.

class also video
 assignment material excellent
 class wa great
 best learned much
 assignment well lecture
 course also lot
 course also professor
 course algorithm learn
 course best learned
 course business business
 course business lot
 class class lot
 also learn lot
 class like much
 algorithm lecture algorithm
 course algorithm algorithm
 course assignment course
 best learn course
 course best much
 content course business
 best course data
 course algorithm data
 assignment interesting useful
 class best class
 best algorithm course
 best course algorithm
 best course business
 class much course
 content good business
 content well good

Figure 3. Generated Ontology by Orange Data Mining

Source: Own Elaboration

The top 30 keywords are shown in Figure 3, starting with class also video (left) and ending with content well good (right). It is striking that two of the phrases are the same - best algorithm course and best course algorithm. The phrases are most often formed from the words best, lot, algorithm, and content. The ontology gives the impression of overall positive attitudes expressed by students in their reviews. It is also noticeable the orientation that students are looking for, namely practical courses for application in a business environment. Attention was also paid in the reviews to the structure and content of the course.

The generated corpus map is shown in Figure 4. The Gaussian mixture models feature is used to choose the desired cluster numbers - 10. The names of the clusters are generated based on the SBERT model implemented in the Document Embedding widget.

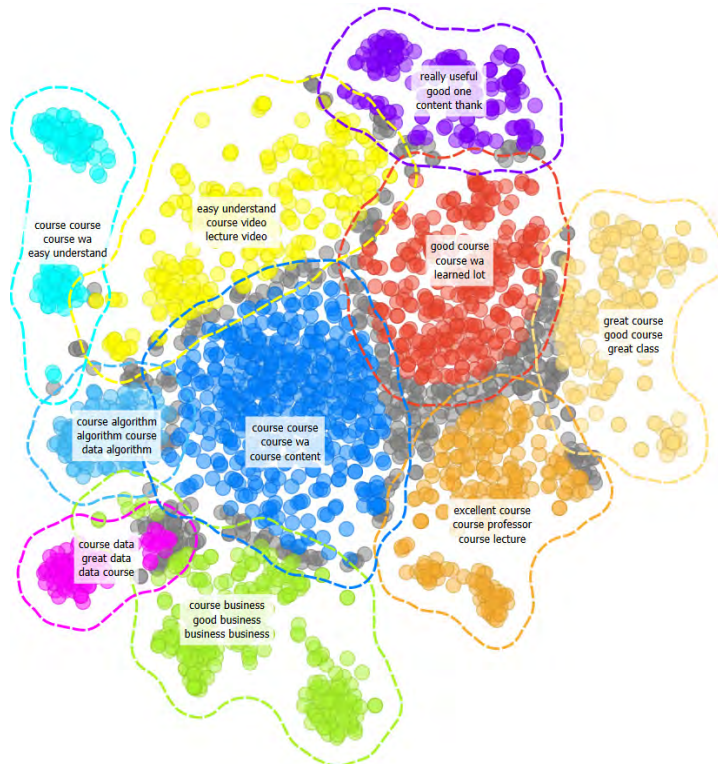


Figure 4. Generated Corpus Map by Orange Data Mining

Source: Own Elaboration

The map shows the most frequently identified groups of user responses, based on which opinions and attitudes can be inferred. For example, students pay attention to the availability of video lectures, the ease of learning the content, the practical usefulness of the content, the usefulness of the content

for business, and the expertise of the course instructor/professor. The results shown by the Annotated Corpus Map in Figure 4 are in full accordance with the ontology in Figure 3.

The last step of the research method is related to the analysis of the results. We compare the emotions recognized by the Python script and Orange data mining. Figure 5 shows the number of emotions recognized in the text corpus. Both the script and Orange data mining use the WordNet Lemmatizer and therefore the results after processing are comparable.

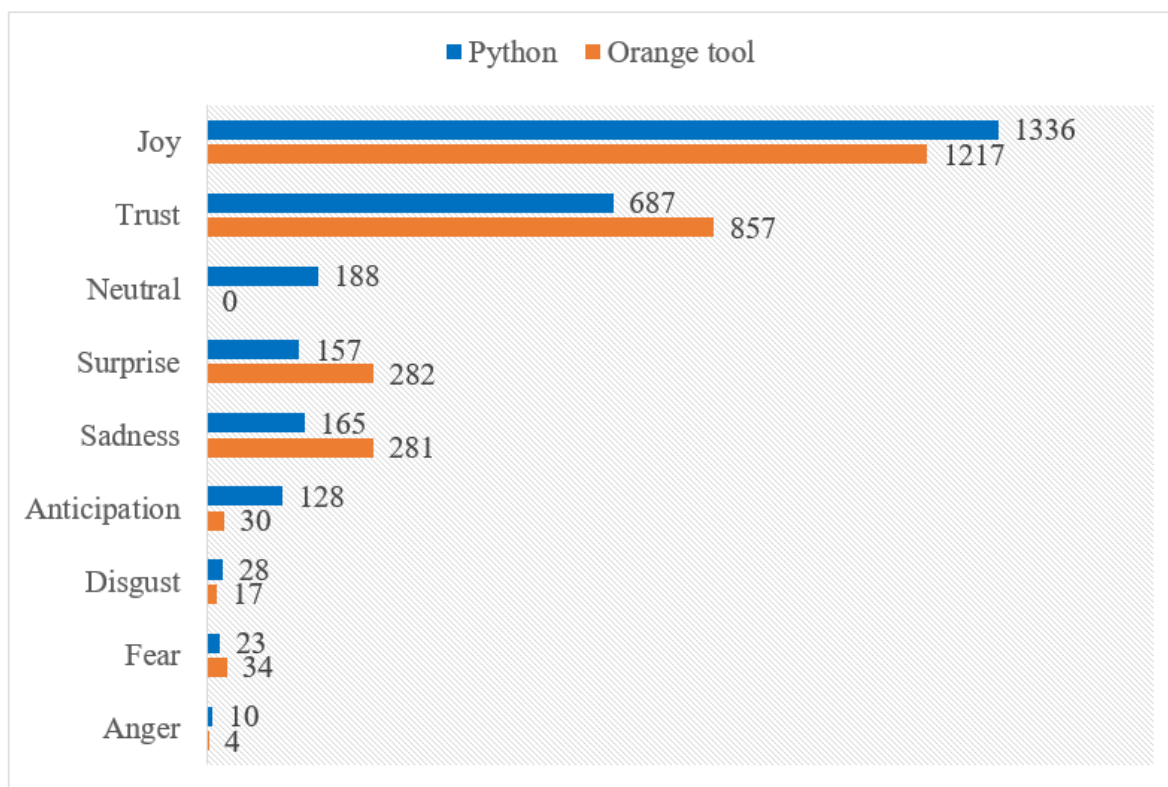


Figure 5. Comparison between Orange Data Mining Emotions Mining and Python Script Results

Source: Own Elaboration

The majority of the emotions recognized are positive - joy and trust, both in the script and the software. 188 reviews are marked as neutral by the script, i.e. no emotions were recognized, while the software reports 0 for this category, since it does not exist according to the classifier. The "neutral" category has been added to the script to include all reviews for which no appropriate word or phrase was found from the emotional map in Appendix 2. The negative emotions (disgust, fear and anger) in the analysis with both the script and the software are relatively few - between 4 and 34. Orange data mining reports 282 emotions of sadness, while according to the script, there are 157. The significant deviations observed between the script and the software are due to the insufficient number of keywords and phrases that we have included in the emotional map in Appendix 2. It contains basic frequently used texts that can be seen in reviews by Internet users. On average, 55 words and phrases are assigned to each emotion, with some of them adapted to the specifics of the studied dataset - reviews of an e-learning course.

The results of the experiment show that the emotional map from Appendix 2 needs to be significantly expanded. In its current form, it can only serve to test the research method, but cannot be used for an adequate analysis of the recognized emotions in the text corpus. We also consider this as a limitation of this paper.

CONCLUSION

In summary, we can conclude that incorporating emotion mining into AI systems enables them to provide better user experiences, enhance decision-making processes, and create more human-like interactions. Emotionally aware AI systems are essential for creating compassionate and effective solutions in social life, including in the education field. The AI systems can respond with empathy, make context-aware decisions, and align with the emotional needs of users, fostering more meaningful and human-centric AI solutions.

The results of this study show:

- extracting emotions from text helps analyse users' attitudes about a given topic, in particular, this study analysed reviews from an e-learning course;
- the dataset that we created with words and phrases for classification under Plutchik's eight basic emotions (Appendix 2) needs significant improvement since the number of elements in the dataset is insufficient to cover all the nuances of users' moods;
- the dataset with the Emotional Map (Appendix 2) can also be improved by adapting it to the specifics of the researched subject area, by including words and phrases describing its specificity.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was funded by the NPI-65/2023 project "Artificial Intelligence to Help People with Disabilities in Ensuring Digital Accessibility in the Higher Education Learning Process".

REFERENCES

1. AHMED, N., AGHBARI, Z.A. AND GIRIJA, S. (2023) A systematic survey on multimodal emotion recognition using learning algorithms. *Intelligent Systems With Applications*, 17, p. 200171. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200171>.
2. CARUELLE, D. et al. (2023) Emotional arousal in customer experience: A dynamic view. *Journal of Business Research*, 170, p. 114344. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114344>.
3. CHEN, X. AND IBRAHIM, Z. (2023) A comprehensive study of emotional responses in AI-Enhanced Interactive Installation art. *Sustainability*, 15(22), p. 15830. <https://doi.org/10.3390/su152215830>.
4. CHUAH, S.H.-W. AND YU, J. (2021) The future of service: The power of emotion in human-robot interaction. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61, p. 102551. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102551>.
5. CRISTESCU, M., MARA, D., CULDA, L., NERIŞANU, R. (2023) Applying Bert and Vader in HR Sentiment Analysis. *Journal "Човешки ресурси & Технологии = HR & Technologies"*, Creative Space Association, 2, pp. 6 – 23.
6. DALBEY, J. (2003). Pseudocode Standard. [online] Available at: https://users.csc.calpoly.edu/~jdalbey/SWE/pdl_std.html [Accessed 25 July 2024].
7. DAVE, J. (2023) Enhancing user experience in E-Learning: Real-Time emotional analysis and assessment. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 3(2), pp. 57–64. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v3i2.1206>.
8. DELIJA, M. (2024) Emotion Recognition through AI: Applications, Challenges, and Future Trends. *Harvard Dataverse*. [online] Available at: <https://dataverse.harvard.edu/file.xhtml?fileId=10431865&version=1.0> [Accessed 21.11.2024].
9. EZZAMELI, K. and MAHERSIA, H. (2023) Emotion recognition from unimodal to multimodal

- analysis: A review. *Information Fusion*, 99, p. 101847.
<https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.101847>.
10. GARCÍA-HERNÁNDEZ, R.A. ET AL. (2024) A systematic literature review of modalities, trends, and limitations in emotion recognition, affective computing, and sentiment analysis. *Applied Sciences*, 14(16), p. 7165. <https://doi.org/10.3390/app14167165>.
 11. GRECO, F. AND POLLI, A. (2019) Emotional Text Mining: Customer profiling in brand management. *International Journal of Information Management*, 51, p. 101934. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.007>.
 12. GUO, R. et al. (2024) Development and application of emotion recognition technology — a systematic literature review. *BMC Psychology*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01581-4>.
 13. HASAN, F., ARORA, L. AND TICKOO, A. (2024) An AI powered emotion recognition system. Research Square (Research Square) [Preprint]. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4289218/v1>.
 14. HEYDER, T., PASSLACK, N. AND POSEGGA, O. (2023) Ethical management of human-AI interaction: Theory development review. *The Journal of Strategic Information Systems*, 32(3), p. 101772. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2023.101772>.
 15. LI, N. (2023) Ethical Considerations in Artificial Intelligence: A Comprehensive Discussion from the Perspective of Computer Vision. *SHS Web of Conferences*, 179, p. 04024. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202317904024>.
 16. MACHOVÁ, K. et al. (2023) Detection of emotion by text analysis using machine learning. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1190326>.
 17. MANALU, H.V. and RIFAI, A.P. (2024) Detection of human emotions through facial expressions using hybrid convolutional neural network-recurrent neural network algorithm. *Intelligent Systems With Applications*, 21, p. 200339. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2024.200339>.
 18. NIU, S. (2022) Emotion research on education public opinion based on text analysis and deep learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.992419>.
 19. NLTK PROJECT. (2024) Natural Language Toolkit. [online] Available at: <https://www.nltk.org/> [Accessed 21.11.2024].
 20. NumFOCUS, Inc. (2024) Pandas Package Overview. [online] Available at: https://pandas.pydata.org/docs/getting_started/overview.html [Accessed 21.11.2024].
 21. OLAWADE, D.B. et al. (2024) Enhancing mental health with Artificial Intelligence: Current trends and future prospects. *Journal of Medicine Surgery and Public Health*, 3, p. 100099. <https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2024.100099>.
 22. OLUSEGUN, R. et al. (2023) Text mining and emotion Classification on Monkeypox Twitter Dataset: A Deep Learning-Natural Language Processing (NLP) approach. *IEEE Access*, 11, pp. 49882–49894. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3277868>.
 23. PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. (2024). re — Regular expression operations. [online] Available at: <https://docs.python.org/3/library/re.html> [Accessed 21.11.2024].
 24. RANGANATHAN, J. and TZACHEVA, A. (2019) Emotion mining in social media data. *Procedia Computer Science*, 159, pp. 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.160>.
 25. ROKHSARITALEMI, S., SADEGHI-NIARAKI, A. and CHOI, S.-M. (2023) Exploring emotion analysis using artificial intelligence, geospatial information systems, and extended reality for urban services. *IEEE Access*, 11, pp. 92478–92495. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3307639>.
 26. SAEIDNIA, H.R. et al. (2024) Ethical Considerations in Artificial Intelligence Interventions for Mental Health and Well-Being: Ensuring Responsible Implementation and impact. *Social Sciences*, 13(7), p. 381. <https://doi.org/10.3390/socsci13070381>.

27. SEMERARO, A., VILELLA, S. AND RUFFO, G. (2021) PyPlutchik: Visualising and comparing emotion-annotated corpora. PLoS ONE, 16(9), p. e0256503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256503>.
28. SHAPOURI, S. AND SOLEYMANI, S. (2024) Flood of techniques and drought of theories: emotion mining in disasters. arXiv (Cornell University) [Preprint]. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2407.05219>.
29. SUNIL, K. AND BENIWAL, S. (2020) Sentiment Analysis: A Tool for Mining Opinions and Emotions. Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communication (ICICC) 2021. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3746951>.
30. UDAHEMUKA, G., DJOUANI, K. and KURIEN, A.M. (2024) Multimodal Emotion Recognition using visual, vocal and Physiological Signals: a review. Applied Sciences, 14(17), p. 8071. <https://doi.org/10.3390/app14178071>.
31. University of Ljubljana. (2024) Preprocess Text. [online] Available at: <https://orangedatamining.com/widget-catalog/text-mining/preprocesstext/> [Accessed 21.11.2024].
32. VISTORTE, A.O.R. et al. (2024) Integrating artificial intelligence to assess emotions in learning environments: a systematic literature review. Frontiers in Psychology, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1387089>.
33. WANG, Q. et al. (2022) DeepEmotionNet: Emotion mining for corporate performance analysis and prediction. Information Processing & Management, 60(3), p. 103151. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.103151>.

APPENDIX 1

Pseudocode of a Python script for extracting emotions from text.

BEGIN

```
IMPORT required libraries:
    Pandas, Regular Expressions (re), NLTK (Natural Language Toolkit),
    Stopwords, WordNetLemmatizer, and SentimentIntensityAnalyzer (VADER)
```

```
CALL nltk.download('stopwords')
CALL nltk.download('wordnet')
```

```
DEFINE FUNCTION load_dataset(file_path):
    BEGIN
        RETURN dataset by reading Excel file at file_path
    END
```

```
DEFINE FUNCTION preprocess_text(text):
    BEGIN
        REMOVE special characters and digits from text
        CONVERT text to lowercase
        TOKENIZE text into words
        REMOVE stop words from tokens
        INITIALIZE WordNetLemmatizer
        APPLY lemmatization on each token
        RETURN processed text as a single string
    END
```

```

DEFINE FUNCTION analyze_sentiment(text):
  BEGIN
    INITIALIZE SentimentIntensityAnalyzer
    GET sentiment_scores using analyzer on text

    IF compound score in sentiment_scores >= 0.05:
      RETURN 'Positive' and sentiment_scores
    ELSE IF compound score in sentiment_scores <= -0.05:
      RETURN 'Negative' and sentiment_scores
    ELSE:
      RETURN 'Neutral' and sentiment_scores
  END

DEFINE FUNCTION map_to_plutchik_emotions(sentiment):
  BEGIN
    DEFINE emotion_map: //see Appendix 2
    CASE 'Positive': ['Joy', 'Trust', 'Anticipation']
    CASE 'Negative': ['Sadness', 'Fear', 'Disgust', 'Anger']
    CASE 'Neutral': ['Surprise']
    RETURN emotion_map for sentiment OR empty list
  END

DEFINE FUNCTION process_reviews(data):
  BEGIN
    INITIALIZE processed_reviews, sentiment_list, emotions_list as empty lists

    FOR each row in data:
      GET review text from column 'Review'
      CALL preprocess_text(review) -> clean_review
      APPEND clean_review to processed_reviews
      CALL analyze_sentiment(clean_review) -> sentiment, sentiment_scores
      APPEND sentiment to sentiment_list
      CALL map_to_plutchik_emotions(sentiment) -> emotions
      APPEND emotions (as comma-separated string) to emotions_list

    ADD processed_reviews to data as 'Processed Review'
    ADD sentiment_list to data as 'Sentiment'
    ADD emotions_list to data as 'Emotions'
    RETURN updated data
  END

DEFINE FUNCTION save_results(data, output_file):
  BEGIN
    SAVE data to Excel file at output_file without including index
  END

DEFINE FUNCTION main():
  BEGIN
    SET file_path = "dataset.xlsx"
    CALL load_dataset(file_path) -> data

    CALL process_reviews(data) -> processed_data

    SET output_file = "processed_dataset.xlsx"
    CALL save_results(processed_data, output_file)
  END

```

```
PRINT "Processing complete! Results saved to ", output_file
END
```

```
IF script is run directly:
CALL main()
```

```
END
```

APPENDIX 2

We created a dataset with words and phrases for classifying emotions in the text according to Plutchik's Wheel of Emotions (Semeraro, Vilella and Ruffo, 2021). The emotional map was used in the Python script from Appendix 1 to classify student reviews for a course in Coursera.

```
plutchik_emotion_map = {
```

```
  'Joy': [ 'happy', 'joyful', 'cheerful', 'delighted', 'ecstatic', 'elated', 'thrilled', 'content', 'blissful',
'radiant', 'extremely knowledgeable', 'exuberant', 'merry', 'gleeful', 'buoyant', 'satisfied', 'very good ex-
planations', 'playful', 'uplifted', 'overjoyed', 'jubilant', 'lighthearted', 'optimistic', 'amused', 'enchanted',
'grateful', 'hopeful', 'perfect', 'invigorated', 'fulfilled', 'inspired', 'vibrant', 'resilient', 'brilliant', 'very re-
warding', 'best course', 'very easy and fun', 'animated', 'enthusiastic', 'passionate', 'loving', 'gleaming',
'the best in academia', 'excellent course', 'sunny', 'radiating', 'charmed', 'blissed out', 'thriving', 'thank
you', 'spirited', 'elation', 'smile', 'happiness', 'cheer', 'well', 'very helpful', 'very nice', 'enjoyment', 'ju-
bilation', 'warmhearted', 'exultant', 'cheeriness', 'great', 'interesting', 'very helpful' ],
```

```
  'Trust': [ 'trusting', 'confident', 'faith', 'reliable', 'dependable', 'easy to follow', 'secure', 'loyal',
'assured', 'believing', 'committed', 'very relevant', 'good', 'good in depth knowledge', 'good one', 'very
useful', 'honest', 'faithful', 'sincere', 'supportive', 'open', 'reassured', 'encouraged', 'steadfast', 'positive',
'affirmative', 'capable', 'devoted', 'safe', 'unwavering', 'steady', 'worthy', 'respectful', 'consistent', 'cer-
tainty', 'connected', 'nurturing', 'grounded', 'authentic', 'upfront', 'credible', 'honorable', 'trustworthy',
'compassionate', 'fostering', 'nice', 'very good', 'unfailing', 'guardian', 'supportive', 'assuredness', 'com-
mitted', 'not just', 'faith-based', 'bound by trust', 'trustful', 'confidant', 'assuredness' ],
```

```
  'Fear': [ 'afraid', 'fearful', 'scared', 'terrified', 'anxious', 'frightened', 'panic', 'apprehensive',
'alarmed', 'worried', 'nervous', 'hesitant', 'jittery', 'timid', 'distressed', 'concerned', 'startled', 'dreadful',
'intimidated', 'tense', 'insecure', 'suspicious', 'overwhelmed', 'uncertain', 'vulnerable', 'agitated',
'shaken', 'paranoid', 'fretful', 'dismayed', 'fear-stricken', 'fright', 'horror', 'shy', 'jumpy', 'cautious', 'un-
settled', 'cowardly', 'spooked', 'terrorized', 'bewildered', 'apprehension', 'panic-stricken', 'trepidation',
'anxiety', 'foreboding', 'disquiet', 'alarmism', 'frightfulness', 'excellent job', 'thank you' ],
```

```
  'Surprise': [ 'surprised', 'shocked', 'astonished', 'amazed', 'unexpected', 'stunned', 'bewildered',
'startled', 'unforeseen', 'marvel', 'baffled', 'dazed', 'flabbergasted', 'speechless', 'intrigued', 'disbelief',
'awestruck', 'enthralled', 'puzzled', 'staggered', 'overwhelmed', 'confounded', 'curious', 'eager', 'unex-
pectedly', 'caught off guard', 'overawed', 'fascinated', 'enigmatic', 'disoriented', 'astounded', 'incredu-
lous', 'stupefied', 'shock and awe', 'unexpected turn', 'marveling', 'wonder', 'intrigued', 'bizarre', 'cool',
'whimsical', 'unpredictable', 'spontaneous', 'shocking revelation', 'unexpected joy', 'unexpected pleas-
ure', 'surprising twist', 'startling', 'ideas were explained thoroughly from the ground up without getting
bogged', 'encouraging for me', 'fantastic' ],
```


'Sadness': ['sad', 'sorrowful', 'depressed', 'unhappy', 'downcast', 'gloomy', 'heartbroken', 'disheartened', 'dismal', 'melancholy', 'grief-stricken', 'woeful', 'distressed', 'mournful', 'forlorn', 'blue', 'downhearted', 'dejected', 'regretful', 'despondent', 'disappointed', 'lonely', 'hopeless', 'pained', 'hurt', 'defeated', 'unfulfilled', 'troubled', 'weighed down', 'longing', 'nostalgic', 'suffering', 'mourning', 'weary', 'somber', 'dispirited', 'anguished', 'desolate', 'wretched', 'forlorn', 'crestfallen', 'heavy-hearted', 'troubled', 'isolated', 'fairly good', 'hopelessness', 'regret', 'longing', 'sorrow', 'painful', 'heavy', 'dismal', 'darkened', 'sorrowed', 'discontent', 'too fast', 'very challenging', 'not enough'],

'Disgust': ['disgusted', 'nauseated', 'revolted', 'repulsed', 'sickened', 'disturbed', 'aversion', 'contempt', 'loathe', 'repugnant', 'abhorred', 'detested', 'offensive', 'distasteful', 'disdainful', 'unpleasant', 'displeased', 'unwelcome', 'squeamish', 'gagged', 'grossed out', 'appalled', 'awful', 'disgusting', 'repellent', 'contaminated', 'unacceptable', 'nauseating', 'reprehensible', 'horrified', 'irritated', 'unpalatable', 'awkward', 'displeasure', 'detest', 'upsetting', 'uncomfortable', 'unappealing', 'sickly', 'distaste', 'loathe', 'disgraceful', 'repulsion', 'antipathy', 'aversion', 'unbearable', 'sickening', 'depressing', 'tacky', 'distastefulness', 'despicable', 'revulsion', 'abhorrence'],

'Anger': ['angry', 'mad', 'furious', 'irritated', 'outraged', 'annoyed', 'hostile', 'indignant', 'enraged', 'resentful', 'upset', 'wrathful', 'fuming', 'incensed', 'exasperated', 'agitated', 'infuriated', 'provoked', 'miffed', 'cross', 'vengeful', 'livid', 'displeased', 'unforgiving', 'frustrated', 'riled up', 'belligerent', 'discontented', 'combative', 'raging', 'bitter', 'enmity', 'malicious', 'resentful', 'hostility', 'fiery', 'wrath', 'fuming', 'rage', 'infuriation', 'antagonism', 'contemptuous', 'hostile', 'disgruntled', 'dismayed', 'enraged', 'fractious', 'indignation', 'aggravated', 'vexed', 'irate', 'madcap', 'boiling'],

'Anticipation': ['anticipate', 'expect', 'hopeful', 'eager', 'curious', 'awaiting', 'enthusiastic', 'prepared', 'looking forward', 'optimistic', 'excited', 'anxious', 'bated breath', 'expectant', 'promising', 'vigilant', 'hope', 'wistful', 'foresee', 'projecting', 'predictive', 'forecasting', 'yearning', 'longing', 'aspiring', 'enthralled', 'keen', 'raring', 'pondering', 'ready', 'alert', 'impatient', 'eagerness', 'anticipatory', 'foreboding', 'expectancy', 'nervous excitement', 'excitement', 'looking ahead', 'preparatory', 'forward-looking', 'sensing', 'await', 'imminent', 'preparation', 'aspiration', 'enthusiasm', 'anticipation', 'curiosity', 'wondering', 'speculation', 'yearning', 'futuring', 'prescience', 'very challenging']

}

AI AGENTS FOR EDUCATION AND TRAINING

Miglena Stoyanova

University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, m_stoyanova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) agents have begun to play an important role in educational contexts, acting in different ways for learners and educators and adapting to their unique needs. These AI-driven technologies integrate into various learning environments, offering scalable and adaptive learning solutions. The current study discusses various approaches related to the application of AI agents in education and training, with a focus on current technological developments in the last few years. Different types of AI agents are explored and classified based on their roles in supporting students and educators. The study also presents the benefits and challenges of implementing AI agents, highlighting their potential to enhance and transform traditional education.

INTRODUCTION

Artificial intelligence is finding various applications in the field of education that are transforming traditional methods of teaching and helping in personalized learning (Dogan et al., 2023). AI agents are autonomous software systems or programs designed to perform tasks on behalf of users or other systems (Gutowska, 2024). In the context of education, AI Agents use advanced algorithms, including machine learning, natural language processing, and data analytics, to adapt their responses and effectively support learners and educators (Miao & Holmes, 2023). These agents can be in many different forms, such as virtual tutors, chatbots and intelligent learning systems. Most often they provide personalized support, facilitate content delivery and even automate administrative tasks (Ouyang & Jiao, 2021). The essence of AI agents lies in their capability for imitation of human intelligence and responsiveness. This makes them useful tools for enhancing the educational experience, improving engagement and addressing the diverse needs of learners in a scalable and effective way.

As the integration of AI agents into educational environments continues to grow, it is changing the roles of both teachers and students. With the increasing availability of big data and further development of deep learning techniques, AI agents can better understand complex student behaviour, predict learning outcomes and adapt educational content to meet individual learning needs (Chen et al., 2020; Vasilev & Sulova, 2023). This dual role of benefiting educators and personalizing learning is a significant change from the one-size-fits-all approach in traditional education to more student-centered adaptive learning ecosystems. Moreover, AI agents often find applications outside the classroom, for example in online learning platforms, corporate training programs and lifelong learning initiatives (Pavitra & Agnihotri, 2023; Palenski et al., 2024). Their implementation in different educational contexts reveals their flexibility and potential transforming power in various learning environments.

The aim of this paper is to analyze recent advances in AI agents for education and training. The study provides a review of the existing literature, highlighting the effectiveness of AI agents in transforming learning and teaching processes. Different types of agents and their pedagogical impact are discussed. The benefits, challenges and some future trends in the use of these technologies are identified.

1. LITERATURE REVIEW

The scientific literature on AI agents in education has grown significantly in the last few years. The main topics being researched in this area prove their huge potential to improve personalized learning, teacher support, continuous assessment, engagement and inclusivity.

AI agents are increasingly being deployed to develop personalized learning environments by customizing content tailored to individual needs. A group of scientists (Luckin et al., 2022) highlight in their study the effectiveness of AI tools in providing personalized content delivery, which significantly improves student engagement and understanding. These agents use data-driven methods to create adaptive learning paths, addressing the diverse needs of students and offering differentiated instruction.

Conversational agents and chatbots are also widely used tools for facilitating learning, especially in large-scale online courses. Labadze et al. (2023) mention that AI-driven chatbots, when properly integrated, significantly save instructors' time and workload, and also increase student engagement. Bozkurt (2023) further notes that conversational agents reshape education by providing personalized support to each student, ensuring excellent learning experiences. These agents benefit not only students but also help educators improve their efficiency. Some authors point out that AI tools assist with automating routine administrative tasks, such as grading and classroom management. This allows teachers to focus more on creative instructional activities (Williamson & Eynon, 2020; Chen et al., 2020). This type of support contributes to more efficient classroom management and higher teaching quality.

Furthermore, AI enables continuous assessment and real-time evaluation, allowing for early interventions when students struggle. Gašević et al. (2023) discuss how AI systems offer continuous assessment with immediate feedback and personalized evaluation. This capability is particularly useful in STEM courses where iterative learning and timely correction are critical for mastering complex concepts.

Ethical concerns regarding AI usage in education have been a significant area of discussion. Different studies examine the risks of biases in AI algorithms, which can lead to unfair educational outcomes if not addressed properly (Sywelem & Mahklouf, 2024; Wu, 2023; Barnes & Hutson, 2024). Privacy concerns are also a major issue, as AI agents handle vast amounts of student data for analysis. Despite these concerns, AI agents play a role in keeping learners engaged by creating personalized and interactive experiences. Kim et al. (2020) observe that AI teaching assistants helped students feel more comfortable participating in online discussions, reducing anxiety about being judged. This encourages higher participation and enables students to explore their questions in a supportive environment.

Despite their many benefits, AI agents have limitations that need to be addressed. Recent studies emphasize that AI agents struggle to replicate the emotional support provided by human educators, which is crucial for motivating and engaging younger students (Luckin et al., 2022; Nacheva, 2023). Furthermore, AI systems lack contextual understanding, limiting their ability to handle open-ended, complex problem-solving tasks.

Although much progress has been made in integrating AI agents into education, much of the current research focuses on specific issues without considering their broader implications. This study offers a critical review of the role played by AI agents for both students and educators, considering their benefits and challenges. It can be useful in guiding future implementations and policy decisions to ensure the effective use of AI technologies for improved educational outcomes.

2. TYPES OF AI AGENT IN EDUCATION AND TRAINING

AI agents can be classified based on their intended audience and functionality. This classification helps educators, institutions and developers understand the various roles AI agents play in the learning environment and ensures that the appropriate tools are used effectively to maximize educational outcomes. The classification is divided into two main categories: **AI agents for students** and **AI agents for teachers**.

AI agents targeted at students focus on offering enhanced learning experiences through personalized and adaptive learning approaches. These include Intelligent Tutoring Systems (ITS), Conversational agents and chatbots, Virtual learning assistants and AI agents for inclusive education.

Intelligent Tutoring Systems are designed to deliver content that adapts to each student's learning pace and style. Using AI algorithms, these systems diagnose gaps in student understanding and dynamically adjust the content. ITS can significantly improve student proficiency by providing personalized instruction tailored to individual needs.

Chatbots offer on-demand support to students, answering questions related to course content, deadlines and assignments. Li and Zhao (2022) demonstrate that the integration of conversational agents into online courses can improve student retention by providing timely help. Examples include Edubot and Botsify, which use Natural Language Processing (NLP) to understand and respond to student queries.

Virtual learning assistants help students organize tasks, send study reminders and provide feedback on assignments. These systems support learners in scheduling study sessions, suggesting appropriate resources, and tracking their learning progress. This can lead to increased productivity and better management of learning activities.

AI agents for inclusive education are designed to support students with special needs, offering adaptive tools such as speech-to-text systems, intelligent screen readers and customized lesson formats. For example, AI-powered captioning systems provide real-time lecture transcriptions for hearing-impaired students. Research by Khan (2024) demonstrates that such AI tools significantly improve accessibility, allowing students with disabilities to fully participate in mainstream educational settings.

AI agents designed for educators handle administrative tasks, classroom management and provide data-driven insights into student progress. In this group can be included Automated Grading Systems, Classroom Management Systems and Pedagogical Insights Generators.

Automated grading tools use AI to evaluate student assignments, providing instant results and reducing teachers' workload. AI-based grading systems improve assessment efficiency and accuracy, allowing teachers to focus more on interactive teaching activities.

Classroom management agents help educators track attendance, monitor participation and evaluate student engagement levels. These systems offer real-time dashboards to help teachers identify students who may need extra support.

Pedagogical insights generators can provide detailed insights into individual student progress and overall classroom dynamics. These systems use predictive analytics to forecast which students may be at risk of falling behind, enabling early intervention. This form of analytics is especially valuable in managing diverse classrooms where personalized attention is challenging.

The following table summarizes the different types of AI agents used in education based on their primary functionality and key benefits. Example platforms for each type are also presented.

Table 1.

Classification of AI agents in education

AI agent type	Main functionality	Key benefit	Example platform
Intelligent tutor	Adaptive content delivery	Personalized learning	Khan Academy, Carnegie Learning
Chatbots	Question answering	Increased engagement	EduBot, Botsify, SnatchBot
Virtual assistant	Task management	Time efficiency	IBM Watsonx Assistant, Amazon Alexa
AI agents for inclusive education	Accessibility support	Enhanced participation	Microsoft Immersive Reader, Otter.ai
Automated grader	Evaluation of assignments	Reduced teacher workload	Gradescope, Socrative
Classroom manager	Monitoring & attendance	Improved classroom control	HMH Classcraft, GoGuardian
Pedagogical insights	Analytics on student progress	Early intervention	Moodle Analytics, Edsight

Source: Own elaboration

The effectiveness of AI agents is closely related to educators' readiness and ability to use these tools. Therefore, it is important to emphasize the need for training teachers to understand the functionalities of AI agents. This will allow them to effectively integrate AI technologies into their teaching methods. Such learning initiatives can ensure that teachers feel comfortable using AI-driven insights, enabling better decision-making when adapting instructional strategies.

3. BENEFITS OF AI AGENTS IN EDUCATION

AI agents transform the entire educational landscape by offering several distinct advantages that enhance both teaching and learning processes. These technologies provide solutions to many of the challenges faced by traditional education systems – from personalizing instruction to managing large groups of learners. Below are some of the key benefits of implementing AI agents in educational settings.

Personalized learning. One of the most significant strengths of AI agents is their ability to adapt content to each student's performance and learning pace. Personalized instruction can address the unique needs of students, leading to improved learning outcomes. Personalized AI-driven learning modules help students understand complex concepts better through tailor-made solutions and individualized feedback. This level of customization supports each student according to their abilities, maximizing their learning potential. An example of such a platform is DreamBox Math, which provides personalized, adaptive instruction and support for learning math (DreamBox, 2024).

Scalability. Another notable benefit of AI agents in education is scalability. AI-driven platforms can support learning in large-scale settings, ensuring personalized attention for students even in classrooms with hundreds or thousands of learners. Platforms like Coursera or edX can serve simultaneously massive numbers of learners, providing customized content and minimizing the need for constant instructor intervention. This scalability makes AI agents particularly useful in online courses, Massive Open Online Courses (MOOCs) and other educational formats with large audiences.

Continuous assessment and feedback. AI agents enable continuous assessment and real-time feedback, which benefits both students and instructors. Continuous assessment is crucial for monitoring student progress and ensuring they don't fall behind in their learning. AI-enabled assessments provide timely and personalized feedback, allowing teachers to adjust their instructional strategies and offer support as needed (Yesilyurt, 2023). By helping educators identify learning gaps early, AI agents enhance the learning experience and help students address issues before they become obstacles to progress. For example, tools like Gradescope facilitate continuous assessment in STEM courses (Gradescope, 2024).

Engagement and motivation. Student motivation and engagement are essential for successful learning. AI agents foster these aspects through conversational agents and gamified learning platforms. By providing interactive, game-like elements and immediate support, AI agents make learning more appealing. Li and Zhao (2022) find that students who interacted with AI chatbots participated more actively in online discussions and completed their assignments on time. The immediate feedback and personalized responses provided by conversational agents create a supportive environment, keeping students motivated and engaged throughout their learning journey.

Data-driven insights. Another key benefit of AI agents is their ability to generate data-driven insights about student performance and behavior. AI can analyze large volumes of learning data to identify trends, strengths and weaknesses among students. These insights enable educators to make informed decisions about instructional strategies and provide targeted interventions to improve learning outcomes. Gašević et al. (2023) find that predictive analytics provided by AI agents allowed teachers to early identify students who are at risk and offer timely support.

The following table clearly shows how AI agents contribute to education, categorized by the main beneficiaries: Students and Educators.

Table 2.

Benefits of AI agents in education by target audience

Main beneficiary	Benefit category	Specific benefit
Students	Personalized learning	Adaptive content delivery, tailored learning paths, individualized feedback, pacing based on student performance
	Continuous assessment and feedback	Real-time quizzes, automated feedback loops, personalized progress tracking, early identification of learning gaps
	Engagement and motivation	Increased interaction, gamified learning platforms, real-time problem-solving, encouraging student participation in discussions
	Support for diverse learners	Accessibility tools such as text-to-speech, language translation, real-time captioning, personalized support for students with disabilities
	Emotional and social support	Emotional analytics to recognize student stress levels, AI-driven emotional feedback, personalized strategies to maintain student well-being
Educators	Scalability	Managing large student populations with automated instruction, personalized content distribution, scaling support across online learning platforms

	Reduced administrative burden	Automated grading systems, attendance tracking, scheduling assistance, report generation, freeing up time for teaching activities
	Data-driven insights	Predictive analytics on student performance, visual progress reports, identification of at-risk students, data-based decision-making
	Improved classroom management	Real-time student participation monitoring, engagement analytics, attendance tracking, intervention notifications for disengaged students

Source: Own elaboration

4. CHALLENGES AND LIMITATIONS

Though AI agents bring about a number of advantages in educational contexts, there are also a number of challenges and limitations associated with their integration. Some of the major issues involved are ethical considerations, human-interactive problems and privacy risks. A balanced approach that considers both the pros and cons of AI agents is essential to ensure equity and effectiveness in educational outcomes.

Ethical concerns and bias. AI models used in education may contain inherent biases that often result from existing inequalities present in the datasets on which they are trained. If not addressed, these biases can lead to unequal learning experiences that may place certain groups of students at a disadvantage. For example, AI algorithms may amplify stereotypes or may not pay attention to the cultural or socioeconomic differences existing among learners. These risks are reasons why more diverse training data need to be offered and validation of AI algorithms should be conducted more often. If not approached proactively and strategically, the use of AI can exacerbate existing inequalities and potentially make them worse.

Lack of human interaction. Despite the many advantages that AI agents provide, there is concern about the lack of human interaction. Teachers offer emotional and social support that is an essential part of the learning process, especially for younger students. The current AI systems attempt to imitate emotional support and encouragement in education (Lucero Fredes et al., 2022). The lack of empathy and understanding can lead to a less engaging learning environment for students who need personal attention. Future developments should focus on making AI systems more emotionally aware and able to respond to students' emotional needs. In this way the differences between AI-driven and human-centered learning experiences can be bridged.

Privacy concerns. The use of AI agents in education needs to collect a lot of data to provide personalized services. This often leads to potential privacy risks. AI systems require the collection and analysis of sensitive information such as learning behavior and personal data of students. Therefore, it is extremely important that data is used more strictly in cases of educational context and also that clear policies are directed towards students to know how their data is used and stored. Addressing these privacy concerns is important in order to ensure trust in AI systems and protect the rights of students in learning environments.

Technical limitations, reliability, and resistance. AI provides some powerful educational tools, which in turn come with some technical limitations that make these systems unreliable. Issues such as system downtime, inaccuracies in speech or text recognition and the need for hardware and software with high quality can be obstacles to the effective deployment of AI agents. These technical challenges can hinder learning, especially in areas with limited technological infrastructure or

unreliable Internet access. Furthermore, maintaining and updating these systems requires significant resources, which can create financial and operational challenges for institutions.

In addition, some teachers and students are reluctant to adopt and use AI technologies. Many educators are concerned that AI may replace their roles or that they lack the necessary training to use these systems effectively. Students may also resist learning with AI if they are used to traditional teaching or if they do not feel comfortable interacting with technology. To overcome these challenges, teachers need to be well trained, communicate clearly about the nature of AI as a tool to support education, not a substitute for it, and create a culture of acceptance of technology in the learning environment.

CONCLUSION

AI agents have the potential to significantly transform education and training. They benefit both learners and educators by providing personalized, scalable and adaptive learning experiences. Knowing the existing types and functionalities of AI agents can ensure their effective application in learning environments and maximize educational outcomes. However, some challenges remain to be addressed. Dealing with them is essential to ensure that AI systems promote equitable education and lead to improved learning outcomes and greater student satisfaction.

AI agents are expected to evolve. Future work in the area should focus on more exciting developments in AI-powered education such as increased personalization, seamless integration with learning management systems and improved emotional intelligence of AI systems. Also, establishing standardized ethical guidelines for their use in educational contexts is important to maintain trust in AI systems.

REFERENCES

1. BARNES, E., & HUTSON, J. (2024). Navigating the ethical terrain of AI in higher education: Strategies for mitigating bias and promoting fairness. In *Forum for Education Studies*, Vol. 2, No. 2, pp. 1229-1229, <https://doi.org/10.59400/fes.v2i2.1229>.
2. BOZKURT, A. (2023). Generative artificial intelligence (AI) powered conversational educational agents: The inevitable paradigm shift. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1). Available from: <https://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/718> [Accessed 1 October 2024].
3. CHEN, L., CHEN, P. & LIN, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 75264-75278, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.
4. DOGAN, M.E., GORU DOGAN, T. & BOZKURT, A. (2023). The use of artificial intelligence (AI) in online learning and distance education processes: A systematic review of empirical studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056, <https://doi.org/10.3390/app13053056>.
5. DREAMBOX. <https://www.dreambox.com/> Accessed 14 October 2024.
6. GAŠEVIĆ, D., SIEMENS, G., & SADIQ, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100130, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>.
7. GRADESCOPE. <https://www.gradescope.com/> Accessed 14 October 2024.
8. GUTOWSKA, A. (2024) What are AI agents? Available from: <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents> [Accessed 1 October 2024].
9. KHAN, M. R. (2024). Role of AI in Enhancing Accessibility for People with Disabilities. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023*, 3(1), 125-142, <https://doi.org/10.60087/jaigs.vol03.issue01.p142>.

10. KIM, J., MERRILL, K., XU, K., & SELLSNOW, D. D. (2020). My teacher is a machine: Understanding students' perceptions of AI teaching assistants in online education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(20), 1902-1911, <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1801227>.
11. LABADZE, L., GRIGOLIA, M. & MACHAIDZE, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, 56 (2023). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>.
12. LUCERO FREDES, A., CANO, S., CUBILLOS, C., & DÍAZ, M. E. (2022). Virtual assistant as an emotional support for the academic stress for students of higher school: a literature review. In: Duffy, V.G., Gao, Q., Zhou, J., Antona, M., Stephanidis, C. (eds) HCI International 2022 – Late Breaking Papers: HCI for Health, Well-being, Universal Access and Healthy Aging. HCII 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13521. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17902-0_8.
13. LUCKIN, R., CUKUROVA, M., KENT, C., & DU BOULAY, B. (2022). Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100076, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100076>.
14. MIAO, F., & HOLMES, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO: Paris, France. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>.
15. NACHEVA, R. (2023). Emotional Attitudes Toward AI-powered Chatbots. *ДИГИТАЛИЗАЦИЯ, ГОЛЕМИ ДАННИ, ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ: Сборник с доклади от научен семинар*, Варна: Наука и икономика, 84-91.
16. OUYANG, F., & JIAO, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>.
17. PALENSKI, T., HILLS, L., UNNIKRISHNAN, S. & EYNON, R. (2024). How AI Works: Reconfiguring Lifelong Learning. *Postdigital Science and Education*, 1-24, <https://doi.org/10.1007/s42438-024-00496-y>.
18. PAVITRA, K. H., & AGNIHOTRI, A. (2023). Artificial Intelligence in Corporate Learning and Development: Current Trends and Future Possibilities, In *2023 Second International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)*, Singapore, pp. 688-693, IEEE, doi: 10.1109/SmartTechCon57526.2023.10391698.
19. SYWELEM, M. M. G., & MAHKLOUF, A. M. E. S. (2024). Ethical Considerations in the Integration of Artificial Intelligence in Education: An Overview. *Education & Information Technology*, pp. 01-15, <http://dx.doi.org/10.5121/csit.2024.141201>.
20. VASILEV, J., & SULOVA, S. (2023). An Approach for the In-Depth Data Analysis of the Marine Traffic of Independent Nearby Ports. *Folia Oeconomica Stetinensia*, vol. 23, no. 2, pp. 402-426. <https://doi.org/10.2478/fofi-2023-0038>
21. WILLIAMSON, B., & EYNON, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), pp. 223-235.
22. WU, Y. (2023). Integrating generative AI in education: how ChatGPT brings challenges for future learning and teaching. *Journal of Advanced Research in Education*, 2(4), pp. 6-10.
23. YESILYURT, Y. E. (2023). AI-enabled assessment and feedback mechanisms for language learning: Transforming pedagogy and learner experience. In *Transforming the Language Teaching Experience in the Age of AI*, pp. 25-43. IGI Global.

ОСОБЕНОСТИ, МОДЕЛ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА НА ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ

Мария Армянова¹

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, armianova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Развитието на дигиталните близнаци се дължи на развитието на IoT технологията, съчетано с нарастващите възможности на ИИ и добавената реалност. Дигиталните близнаци са виртуален двойник на хора, физически обекти, процеси или системи. Те представляват модели, базирани на много голям обем от данни за реалните обекти и се използват за отдалечено поддържане, наблюдение, моделиране и прогнозиране на поведението на реален обект. Технологията се основава на идеята, че цифрова информационна конструкция за физическа система може да бъде използвана като самостоятелна единица, често пъти независимо от реалната. Технологията за разработването им почива на взаимосвързани системи и мрежи за събиране и предаване на големи данни. Дигиталният близнак може да се използва за наблюдение, анализ и оптимизиране на реалния обект и неговата ефективност в реално време. Дигиталните близнаци се прилагат в различни сфери и са ценни за придобиване на представа за поведението на физическите системи и подобряване на производителността, намаляване на времето за престой и подобряване на общата ефективност.

На този фон изпъкват и някои предизвикателства и проблеми свързани с киберсигурността и оперативната съвместимост, защитата на данните и злонамерената употреба, но има и други въпроси, като отговорността за качеството на данните, надеждността, управлението и доверието в технологиите. Целта на доклада е да разгледа технологията за дигиталните близнаци, да проследи известни техни приложения и да представи особеностите при моделирането и някои предизвикателства пред технологията. Преодоляването на предизвикателствата става с въвеждането на подходящи мерки, като дублиране на сензори, федеративно обучение, предаване на предварително обработени и криптирани данни, съобразени с възможностите на комуникационните канали, прилагане на автентификация, механизми за сигурност и откриването на аномалии.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: Дигитален близнак, Интернет на нещата, Изкуствен интелект, Големи данни, Федеративно обучение

FEATURES, MODEL AND CHALLENGES OF DIGITAL TWINS

Mariya Armyanova¹

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, armianova@ue-varna.bg

ABSTRACT

The development of digital twins is due to the development of IoT technology, combined with the growing capabilities of AI and augmented reality. Digital twins are models based on a very large amount of data about real objects and are used to remotely maintain, monitor, model and predict the behavior of the real object. They can be applied in a variety of industries and are valuable for improving productivity, reducing downtime and improving overall efficiency. Against this background, some challenges related to cybersecurity and interoperability, data protection and malicious, responsibility for data quality, reliability, governance and trust in technology use also stand out. The report shows the peculiarities of modeling and some challenges to technology.

KEYWORDS: Digital Twin, Internet of Things, Artificial Intelligence, Big Data, Federated Learning

ВЪВЕДЕНИЕ

Дигиталните близнаци се внедряват в различни сфери, а за разработването им се използват технологиите за взаимосвързани системи и мрежи, за събиране и предаване на големи данни, IoT (Интернет на Нещата), съчетан с нарастващите възможности на ИИ (Изкуствения Интелект) и добавената реалност. Те са виртуален двойник на хора, физически обекти, процеси или системи. Те представляват модели, базирани на много голям обем от данни за реалните обекти и се използват за отдалечено поддържане, наблюдение, моделиране и прогнозиране на поведението на реалния обект. Разработването на дигиталните близнаци е все по-широко разпространена практика и се очаква внедряването им в различни сфери. На този фон изпъкват и някои предизвикателства и проблеми свързани с киберсигурността и оперативната съвместимост, защитата на данните и злонамерената употреба, някои етични и правни въпроси, като отговорността за качеството на данните, надеждността, управлението и доверието в технологиите.

1. ОСОБЕНОСТИ НА ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ

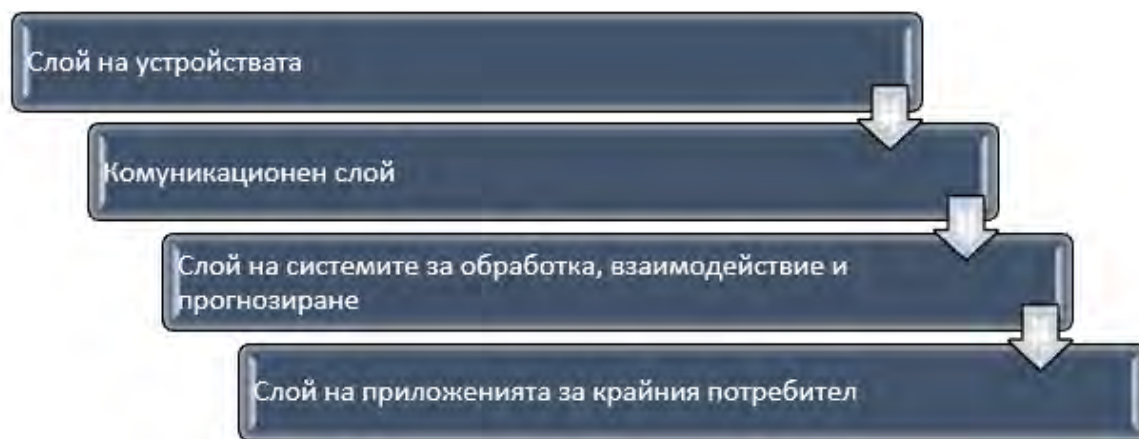
Дигиталният близнак е виртуален модел на реално съществуващ физически обект, система или процес, създаден с помощта на данни и информация, събрани от сензори и други източници. Технологията се основава на идеята, че цифрова информационна конструкция за физическа система може да бъде използвана като самостоятелна единица, често пъти независимо от реалната. Тази цифрова информация се определя като дигитален близнак на информацията, която е вградена в самата физическа система и е свързана с тази физическа система през целия жизнен цикъл на дигиталния близнак (Grieves & Vickers, 2017).

При изграждането на дигиталните близнаци се използват два подхода. В единия случай дигиталният близнак е управляван от модел, а в другия е управляван от данни. При първия подход се използват математически модели за създаване на дубликат на реалните системи, но този подход е много сложен за реализация, поради непрекъснатите промени в реалния обект. При подход за разработка, управляван от данни, се разчита на възможностите за МО (машинно обучение) и се събират големи количества данни, които отразяват състоянието на реалните системи във времето.

Дигиталните близнаци често използват данни в реално време, събрани от сензори и или интернет източници. След това данните се анализират, като се използват експертни системи, машинно обучение или ИИ. Дигиталните близнаци изпълняват три основни функции, като прототипиране, мониторинг и контрол на реалния обект.

2. АРХИТЕКТУРЕН МОДЕЛ НА ДИГИТАЛЕН БЛИЗНАК

Повечето автори се придържат към четирислойна архитектура с някои вариации, а някои дори предлагат трислойна архитектура без да идентифицират слой на приложенията за крайния потребител. Придържайки се към предложената четирислойна архитектура може да внесем някои изменения (фиг. 1).



Фигура 1. Модел на слоевете за дигитален близнак

Източник: Адаптиран от (Čolaković and Hadzialic, 2018)

Слоят на устройствата, определен и като слой на реалните обекти, се състои от сензорите и IoT устройствата. Тези устройства формират системата на реалния обект. Слоят служи за събиране и изпращане на данни за средата и устройствата, работещи в нея. Събраната информация е ключова за поддържането на съответствието с реалната система. Към този слой се изпращат и управляващите въздействия. Често в слоя се извършва и първоначална обработка на събраните данни, а при федеративното обучение (FL) се изпълняват и някои алгоритми за обучение в IoT устройствата.

Следващият слой е комуникационният. Той осигурява инфраструктурата за прехвърляне на данни между реалния и дигиталния близнак. В дигиталните близнаци се осъществява три типа комуникации (Batticelli et.al., 2019): между дигиталния близнак и реалния обект; между дигиталния близнак и останалите дигитални близнаци в средата; и между дигиталния близнак и експертите, които взаимодействат с дигиталния близнак. Целта на така определен комуникационен слой е да предава информацията, като гарантира нейната сигурност и надеждност. В комуникационния слой могат да работят различни шлюзове, които да събират и обобщават информация от сензори и устройства с по-малки изчислителни възможности. Този слой включва и комуникационните протоколи. Поради ограниченията на мрежовата инфраструктура се разработват, различни протоколи, които да ускорят преноса на данните.

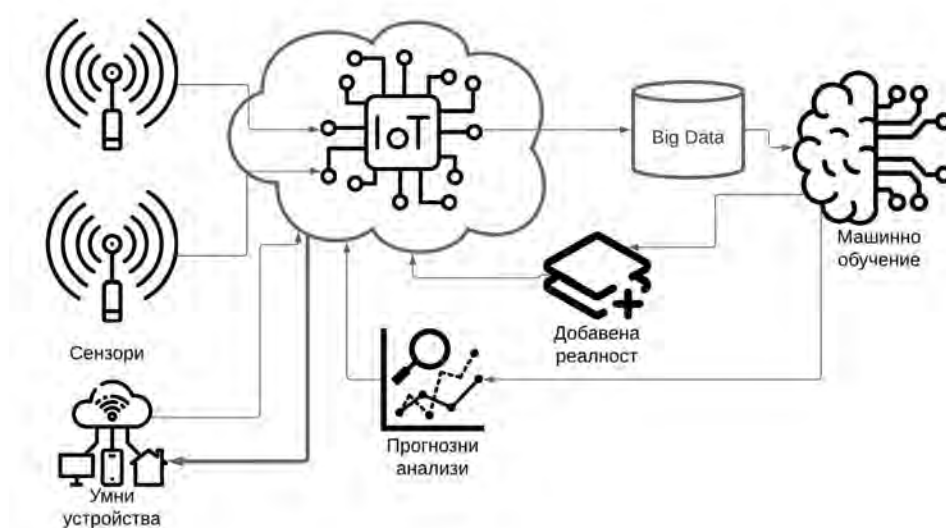
Слоят на системите за обработка картографира получените данни от комуникационния слой (Hatcher et.al., 2021), за да може да локализира различните ресурси. След това данните се подлагат на анализ с моделите на ИИ, базирани на машинно или дълбоко обучение. Резултатите от анализа и прогнозите могат да се използват за управление на устройствата или да се предават на слоя на приложенията за крайния потребител. В този слой потребителят изпраща различни заявки до дигиталния близнак, да получи актуална информация и прогнози и чрез дигиталния близнак може да въздейства на реалните устройства.

3. ТЕХНОЛОГИИ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ

Дигиталните близнаци се базират на IoT и големите данни, които обработват с помощта на ИИ. Дигиталните близнаци съчетават много технологии, които сами по себе си не са дигитални близнаци. Например симулацията, оптимизацията и дигиталния прототип не е задължително да имат IoT компоненти и да съответстват на реални продукти, за които да се правят тестове в реално време. Машинното обучение и агент-базираното моделиране са технологии на ИИ, но те не винаги създават копие на реално съществуващи елементи. Автономните

системи могат да управляват даден процес, но не е задължително и да се подобряват (Sharma et.al., 2022).

Дигиталните близнаци използват IoT устройства за събиране на информация от сензори за реалния обект и крайните устройства (фиг. 2). За да може да се съберат данните и да има съответствие с реалния обект е необходима високоскоростна връзка, която да позволи включване на устройствата в IoT. Разчита се на технологиите за съхранение и обработка на големите данни, за да се съберат данните от IoT устройствата, които се предоставят на системата за МО. МО се използва за прогнози и обратна връзка и за откриване на стратегии за смекчаване на нежеланите резултати. Трябва да се гарантира сигурността на данните, които са събрани, както и сигурността на преноса им между различните компоненти. Разчита се на протоколи за сигурност при споделяне и механизми за оторизация и удостоверяване. При създаване на дигитални близнаци за среда, като транспортна система или интелигентен град се разработват отделни подсистеми за реализацията на дигиталния близнак, които могат да са мрежови, изчислителни и контролни.



Фигура 2. Основни технологии използвани в дигиталните близнаци

Източник: Собствена разработка

Необходимостта от осигуряване на надеждност, точност, бързина и сигурност при преноса и обарботката на непрекъснато нарастващия обем данни поставя много високи изисквания към комуникационните и изчислителните ресурси. Проблемът се усложнява от искването за ефективност и мащабиране на обработките. В опит да се решат тези предизвикателства се въвежда идеята за разпределена, а не централизирана обработка на данните и децентрализирано обучение. Федеративното обучение (FL) е разновидност на МО, което се опитва да разреши предизвикателствата пред преноса и обработката на големи данни в IoT. Целта е да се използват подобряващите се възможности на устройствата, като моделите за МО се обучават с ресурсите на устройствата, без да се налага данните събрани от тях да се изпращат на централизирано място. По този начин се гарантира поверителността и сигурността на данните, които не напускат устройствата в суров вид или дори изобщо не се прехвърлят към централизирано хранилище. Особено необходима е тактиката за сфери, които използват чувствителна информация. Чрез намаляване на необходимостта от преместване на данни, FL помага да се избегнат забавянния и намалява търсенето в мрежите, което прави възможно анализирането на данните бързо и локално. Освен това FL може да работи с различни видове и количества данни

на много устройства, като помага на IoT системите да се мащабират ефективно, като същевременно запазва информацията за потребителите поверителна и защитена (Yadav et.al, 2022). FL има потенциал да се използва, защото повишава ефективността, надежността и гъвкавостта.

4. ОБЛАСТИ НА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ

Тенденциите са за нарастване потреблението на дигитални близнаци. Продажбите им се очаква да достигнат 110 милиарда долара, а съставният годишен темп на растеж да е 61,3% за периода (Markets and markets).

Увеличаването на използването на дигиталните близнаци се дължи на многобройните им предимства. Техни приложения са разработени за различни области (фиг. 3). В здравеопазването дигиталните близнаци спомагат за улесняването на прогнозната и персонализирана медицина за подобряване на резултатите за пациентите и чрез превенция, ранно откриване и лечение намаляват разходите за здравеопазване. Например пациентите използват устройства включени в IoT. На база на събраните здравни данни на индивиди и общества, могат да се правят прогнози за нуждата от здравни грижи и лекарства. Могат да се прогнозира заболявания и да се създават персонализирани и целенасочени лекарства.



Фигура 3. Сфери на приложение

Източник: Собствена разработка

В производството и създаването или оптимизиране на продукти дигиталните близнаци помагат на организациите да избегнат потенциални проблеми, да оптимизират производствените и технически проекти и да намалят разходите. Дигиталните близнаци се използват и за дистанционно управление на оборудването и прогнозиране на нуждите му от ремонт. Използват се и за управлението на веригите за доставка и след продажбеното обслужване. Прилагането на математически модели на транспортни задачи осигурява по-ниски общи транспортни

разходи (Vasilev et.al., 2023). За нуждите на строителния бизнес се използва IoT и се създават дигитални близнаци, които позволяват да се вземат решения в реално време (Sulova, 2023). Създаването на дигитални близнаци и прилагането на машинното обучение за събраните данни води до подобряване на стабилността и кредитния портфейл във финансовия сектор (Aleksandrova & Parusheva, 2021).

Друго тяхно приложение е свързано с наблюдението на околната среда и климата. За създаване на прогнози се събират данни от многобройни източници и за разлика от други области, нивото на поверителност на данните в областта е по-ниско. Дигитални близнаци се използват в интелигентните градове, в транспорта и енергийния сектор. Те подобряват градското планиране и взаимодействията между хората, инфраструктурата и технологиите в градовете (Batty, 2018).

5. ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД ДИГИТАЛНИТЕ БЛИЗНАЦИ

Дигиталните близнаци се съчетават с технологии за ИИ. Използването им дава възможност да се повиши интелигентността, като се отчитат всички промени в реалната система. За да има смисъл обаче от работата на дигиталния близнак, прехвърлянето и обработката на данните трябва да става в реално време и да е точно. И тук възниква въпроса за ефективно използване на изчислителни ресурси, мрежовите ресурси и ресурсите за съхранение.

Като всяка технология и дигиталните близнаци имат предимства и някои предизвикателства, свързани с използването им (Таблица 1). Основните предизвикателства пред създаването на дигиталните близнаци са за своевременната **синхронизацията** с реалния обект. За големи индустрии синхронизацията изисква високоскоростна връзка, която да позволи включване на устройствата в IoT (Tao et.al, 2018). Когато се създават дигитални близнаци, събирането на повече данни не е оптимална стратегия. По-важно е предварителната обработка на данните да отчита качеството на данните, честотната лента на мрежата, изчислителната мощност на инфраструктурата и изискванията за качество на услугата на конкретното приложение.

Таблица 1.

Предизвикателства пред дигиталните близнаци

№	Предизвикателства	Възможности
1	Надеждна синхронизация с реалния обект	Отчитане на характеристиките на инфраструктурата и оптималното ѝ използване
2	Интеграция със съществуващите софтуерни системи	Откриване на оптимални възможности за интеграция
	Големи разходи	Събиране на минимум данни с различно качество, без значително и отрицателно въздействие върху ефикасността чрез FL или създаване на допълнителен свързвен слой
3	Киберсигурност	Използване на различни механизми, като хеш функции и сигурно агрегиране
4	Надеждна обвързаност на устройствата в IoT	FL и високоскоростна връзка
5	Доверие в технологията	Изясняване на отговорността

Източник: Собствена разработка

При това могат да възникнат проблеми с хардуера или мрежови повреди, които да намалят **надежността**. Включването на голям брой потребители предполага възникване на

проблеми с претоварването на мрежите и високата сложност на алгоритъма за управление. Възможно решение е използване на механизми за FL, както и осигуряване на надеждана комуникация между различните системи.

Друг проблем е необходимостта от обвързване на дигиталния близък със **съществуващите софтуерни системи** (Grieves, 2019). Често се използва разнообразен софтуер за реализацията на бизнес процесите и е трудно да се постигне съгласуваност с всички системи. Възможно решение е да се използват технологиите на ИИ, за да се създаде модел, който да открие оптималните възможности за взаимодействие със съществуващите системи, което обаче поставя проблема за високите начални разходи.

При разработването на дигитален близък форматът, пълнотата и качеството на събраните данни рядко са еднакви. Затова е необходима допълнителна обработка, която да подготви данните за използване. Съхранението, предаването и обработката на големи количество данни, създава значителни **разходи** за компютърната инфраструктура, за да се постигне висока производителност. Затова се търси метод за събиране на минимум данни при това с различно качество, без значително и отрицателно въздействие върху ефикасността, например разчитайки на устройствата за FL. Друга възможност е създаване на допълнителен свършен слой, в който да се извършва началната обработка на данните, след което да се изпращат към централизираното хранилище.

Като всяка технология работеща с големи данни важен е въпросът за **киберсигурността** за гарантиране на сигурността на данните на организацията и на партньорските ѝ организации при преноса, събирането и съхранението на данните. Атаките могат да са директно върху IoT устройства, като блокиране или качване на подвеждащи данни. Може да се атакува и комуникационния слой, например шлюза, чрез който IoT устройства качват данни и получават управляващи сигнали. Атаката може да е и в следващите слоеве, като се атакува хранилището или друга система на дигиталния близък. При защитата на устройствата е основното предизвикателство е свързано с начините за внедряване на сигурни механизми за удостоверяване, които да са с нисък разход на енергия. Предложено е решение VREFL (Ye et.al, 2022), което интегрира сигурно агрегиране с функции, които гарантират както възможност за проверка, така и ефективност на повторното свързване. За да се гарантира **сигурността** е важно дигиталните близкаци да събират и съхраняват данни в съответствие с законовите и нормативни разпоредби за защита на данните.

Осигуряването на непрекъснатата **свързаност** на IoT устройствата е важно за работата на дигиталния близък. Възможно е обаче да се избегнат прекъсванията поради спиране на захранването, софтуерни проблеми или други непредвидени обстоятелства. При предаването на данните, трябва да се отчетат не само особеностите на текущата комуникационна среда, но и пространството за съхранение на данни на устройството.

Използването на технологията за дигиталните близкаци изисква добре подготвени специалисти и големи начални **разходи**. Освен това, за да бъде икономически ефективен е необходим по-дълъг период на използването на дигиталния близък. А това е развиваща се технология и тя изисква непрекъсната актуализация в съответствие с промените в технологиите, което означава непрекъснати допълнителни разходи за оптимизиране и осигуряване на съвместимостта между различните компоненти и инструменти. Трябва да се предвидят и разходи за текущо управление, администриране и поддръжка и те често представляват най-голямата част от общите разходи за жизнения цикъл на един софтуерен продукт.

Важно е да се създаде **доверие** в работата на дигиталния близък. Затова е важно не само да има процедури и механизми, които да гарантират, че дигиталният близък или IoT платформа работи по предназначение, както и да са определени, ролите и отговорността за работата на дигиталния близък.

Тъй като дигиталният близък се базира на ИИ има и предизвикателства свойствени за ИИ. Качеството на ИИ зависи от разнообразието на данните, с които е обучен. Ако данните имат неточности или в тях са заложени пристрастия и **дискриминации**, то те се пренасят в модела. Проблемът може да се смекчи, ако се подбира достатъчно разнообразен набор от данни за обучение и се разработят техники за корекция на модела при подобни отклонения.

Дигиталните близъци носят много ползи, но те също могат да се използват и за **злонамерени цели**, особено ако достъпът до тях е публичен. Могат да се използват за планиране на хакерска или дори терористична атака. Със създаването на близъци на големи обекти, като градове, трябва да се определят сериозни методи за защита. А с увеличението на използването им за инфраструктурата и управление на градската среда, те самите стават бъдеща цел за атаки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предизвикателствата пред дигиталните близъци се дължат на необходимост от интеграция на много технологии за реализацията им и често се пренасят проблемите от всяка една технология. Преодоляване на предизвикателствата става с въвеждането на подходящи мерки, като дублиране на сензори, предаване на предварително обработени и криптирани данни, съобразени с възможностите на комуникационните канали, прилагане на автентификация, механизми за сигурност и откриването на аномалии, за да се гарантира целостта на данните. Освен това е необходимо сътрудничество на различни специалисти, както в областта на информационните технологии, киберсигурността, така и индустриални специалисти и юристи.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. ALEKSANDROVA, Y. & Parusheva, S. (2021) Optimizing financial results for credit risk prediction in peer to peer lending platforms using machine learning. *Tenth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)*, Cairo, Egypt, 2021, pp. 369-374.
2. BARRICELLI, B., Casiraghi, E. and Fogli, D. (2019) A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications. *IEEE Access*. 7. pp. 167653-167671.
3. BATTY, M. (2018) "Digital twins," *Environ. Planning B, Urban Anal. City Sci.* vol. 45, p. 817_820, Sep. 2018.
4. ČOLAKOVIĆ, A. and Hadzialic, M. (2018) Internet of Things (IoT): A Review of Enabling Technologies, Challenges, and Open Research Issues. *Computer Networks*. 144.
5. GRIEVES, M. and Vickers, J. (2017) Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: *Kahlen, J., Flumerfelt, S., Alves, A. (eds) Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. Springer, Cham.* pp. 85–113.
6. GRIEVES, M. (2019) Virtually intelligent product systems: Digital and physical twins, in: *Complex Systems Engineering: Theory and Practice*. American Institute of Aeronautics and Astronautics. pp. 175–200.

7. HATCHER, W. G. et.al. (2021) Towards Efficient and Intelligent Internet of Things Search Engine. *IEEE Access*, 9, pp. 15778-15795.
8. MARKETS AND MARKETS. Digital twin market size, share and trends. Налице е: www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwmOm3BhC8ARIsAOSbapXTdgC2rS7PGqacZuHRYdV9E3LeyfvEIYhrP5tBcwSkXkP3zC-ZpLgaAnfKEALw_wcB [достъп за последен път. 08.10.2024].
9. SHARMA, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, A. and Calinescu A. (2022) Digital Twins: State of the art theory and practice, challenges, and open research questions. *Journal of Industrial Information Integration*.
10. SULOVA, S. (2023) A conceptual framework for innovative digital data processing in the construction business. The 2st International Conference on Emerging Technology Trends on the Smart Industry and the Internet of Things January 24-25th 2023. pp. 48-53.
11. TAO, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H. and Sui, F. (2018) Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 94 (9–12) 3563–3576.
12. VASILEV, J., Nikolaev, R. and Milkova, T. (2023) Transport Task Models with Variable Supplier Availabilities. *Logistics* 7, no. 3: 45. <https://doi.org/10.3390/logistics7030045>
13. YADAV, S.P., Bhati, B.S., Mahato, D.P. and Kumar, S. (2022) *Federated Learning for IoT Applications*. Springer.
14. YE, H. et.al. (2022) VREFL: Verifiable and reconnection-efficient federated learning in IoT scenarios. *Journal of Network and Computer Applications*.

ДЕКОНСТРУИРАНЕ НА МРЕЖАТА ОТ ДАННИ: ИНОВАЦИИ В ИЗПОЛЗВАНЕТО НА API

Борис Банков¹, Деница Петкова²

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
boris.bankov@ue-varna.bg

² Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
denitsa_petkova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Световната мрежа е богат източник на информация, която се управлява и използва с помощта на множество технологии и протоколи. Модерните уеб системи и мобилни приложения събират данни за потребителската активност в Интернет, като обработката на тези масиви от знание намира приложение в новите езикови модели. Споделянето на информационните ресурси на различни платформи има своите предимства и предизвикателства. Целта на този доклад е да се представи обзорен анализ на иновациите в използването на приложни програмни интерфейси API за обмен на данни между различни уеб-базирани системи. Бързата еволюция на информационните технологии предполага разнообразна екосистема от API източници, всеки с уникални възможности и приложения. С нарастването на търсенето на безпроблемна интеграция на данни, бизнесите все повече възприемат стратегии, ориентирани към достъп до вече натрупани знания, за да позволят ефективно споделяне на данни и оперативна съвместимост. В изследването се разглеждат архитектури, технологии и видове услуги за управление на API като REST, GraphQL, SOAP и gRPC.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: уеб API, обмен на данни, SOAP, REST, GraphQL, gRPC

DECONSTRUCTING THE WEB OF DATA: INNOVATIONS IN THE USAGE OF API

Boris Bankov¹, Denitsa Petkova²

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
boris.bankov@ue-varna.bg

² University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
denitsa_petkova@ue-varna.bg

ABSTRACT

The World Wide Web is a rich source of information managed and utilized through a multitude of technologies and protocols. Modern web systems and mobile applications gather data on user activity on the Internet, and the processing of these vast amounts of knowledge finds application in new language models. Sharing information resources across different platforms has its advantages and challenges. The aim of this report is to present an overview analysis of innovations in the use of Application Programming Interfaces (APIs) for data exchange between various web-based systems. With the rapid evolution of information technologies a diverse ecosystem of APIs can be explored, each with unique capabilities and use cases. As the demand for seamless data integration grows, businesses are increasingly adopting API-first strategies to enable efficient data sharing and interoperability. The study examines architectures, technologies, and types of API management services such as REST, GraphQL, SOAP, and gRPC.

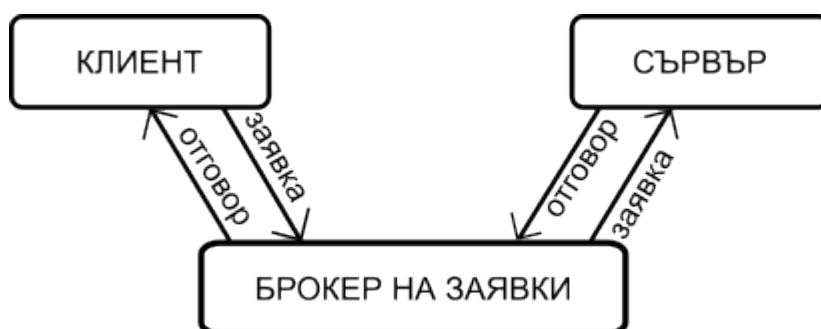
KEYWORDS: web API, data exchange, SOAP, REST, GraphQL, gRPC

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Благодарение на развитието на Уеб 2.0 бизнес моделите се дигитализират и данните заемат централно място в пазарния принцип. Уеб системите събират и обработват значително количество разнообразни данни и в следствие комуникацията между различните приложения изисква използването на специфични протоколи. Споделянето на ресурси е важен момент от развитието на бизнесите, ориентирани към данни и поради тази причина протоколът HTTP е първият основен компонент от структурата на Интернет. Мрежата от данни провокира появата на различни софтуерни архитектури, които да разрешат актуалните проблеми при обмен на информация между различни уеб-базирани системи. Сложността на тези приложения е предизвикана от абстракцията на слоевете на данните, представянето им в подходящ формат за крайния потребител и алгоритмите, които се прилагат за тяхната обработка. Следваща стъпка в естествения процес на развитие на системите е след като те станат значително по-комплексни, да се обособят отделни малки компоненти, които да обслужват различните подзадачи. При разработката на съвременни уеб решения важен въпрос е нуждата от създаване на интерфейс за комуникация с външни приложения, на който да се базира новият продукт и дали на по-късен етап неговите данни, няма да са обект на заявки от трети страни. API или приложен програмен интерфейс (Application Programming Interface) е комбинацията от дефиниции, протоколи и технологии, които позволяват на различни системи да комуникират помежду си. Архитектурите, които са разгледани в следващите секции на този доклад, предоставят механизма, по който се достъпват и обменят данни в уеб среда.

2. ЕВОЛЮЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА ОБМЕН НА ДАННИ В ИНТЕРНЕТ

Един от първите архитектурни модели за обмен на данни е CORBA (Common Object Request Broker Architecture). Това е стандартизиран протокол, който играе ролята на посредник в приложението (middleware). CORBA е представен през 1991 г. и продължава да получава обновления, но неговото използване е по-ограничено през последните години. Той позволява обработката на заявки и отговори без да се обръща внимание на цялостната имплементация на бизнес логиката в системите. За изпълнението на тези процеси се обособява централен брокер на заявки (вж. Фигура 1). Спрямо модерните протоколи е по-сложен за имплементация и се отчита повече процесорно време за неговото обслужване.

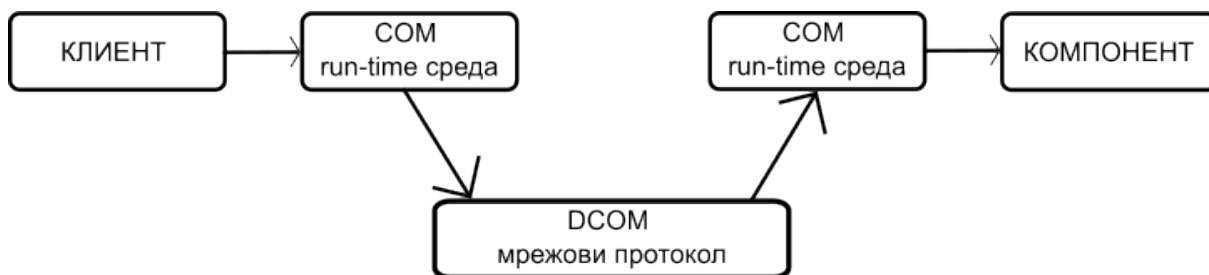


Фигура 1. Модел на CORBA

Източник: Собствена разработка

През 1996 г. след CORBA се появява DCOM (Distributed Component Object Model). Той е разработка на Microsoft и продължава да се надгражда, чрез ъпдейти за отстраняване на слабости и грешки в протокола. Използва се с основно с операционна система Windows и това

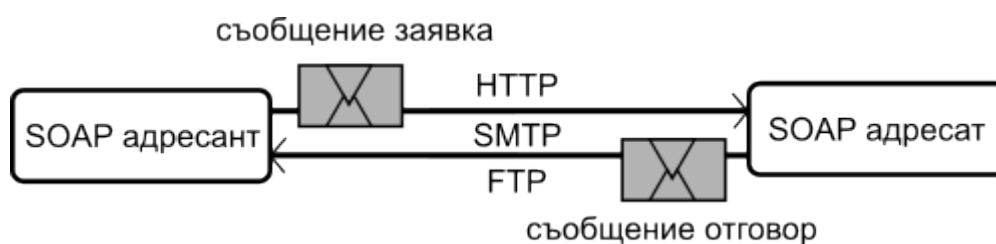
ограничава възможността за обмен на данни със среди на други OS платформи. DCOM е предназначен за спомагане на комуникацията между компонентите на една система, която е разположена на различни компютри в рамките на една мрежа. Компонентният обектен модел (Component Object Model – COM) е двоичен интерфейс, който позволява обекти да се управляват от различни програмни езици, без да се ограничават от синтаксиса на съответния език. Подобно на CORBA при неговото използване се създава допълнително натоварване на производителността и не е подходящ за мащабни проекти.



Фигура 2. Архитектура на DCOM

Източник: Собствена разработка

SOAP (Simple Object Access Protocol) е разработен през 1998 г. като алтернатива на CORBA (Tihomirovs and Grabis, 2016). Протоколът използва XML синтаксис на съобщенията за обмен на данни между различни системи. Той се налага като основна технология през следващото десетилетие в рамките на интеграцията на уеб системи, без ограничение в операционната система или програмния език на приложенията. Последната актуална версия на SOAP 1.2 излиза през 2007 г. Една от ключовите характеристики на SOAP е неговата способност да предоставя разширена функционалност, като например обработка на грешки и безопасност, чрез добавяне на различни модули и спецификации (Halili and Ramadani, 2018). Принципът на работа на SOAP включва клиент, който изпраща съобщение в XML формат, което се комплектува и пренася чрез HTTP, SMTP или FTP до съответния сървър, който може да върне отговор или грешка (вж. Фигура 3).



Фигура 3. Модел на SOAP

Източник: Собствена разработка

Съобщението се състои от три компонента: заглавие, тяло и обвивка (envelope). Езикът XML е платформено независим и човешко-четим, но поради факта, че е твърде описателен обработката на големи документи е по-бавна в сравнение с JSON формата. Заглавието и обвивката съдържат мета информация за съобщението, маршрутизацията и начина му на обработка, което допълнително може да забави процеса по комуникация (Tekli, Damiani, Chbeir and Gianini, 2011).

Производителността е централна точка на дискусии и изследвания по отношение усъвършенстването на SOAP. Най-много се акцентира върху потенциалните частични прилики

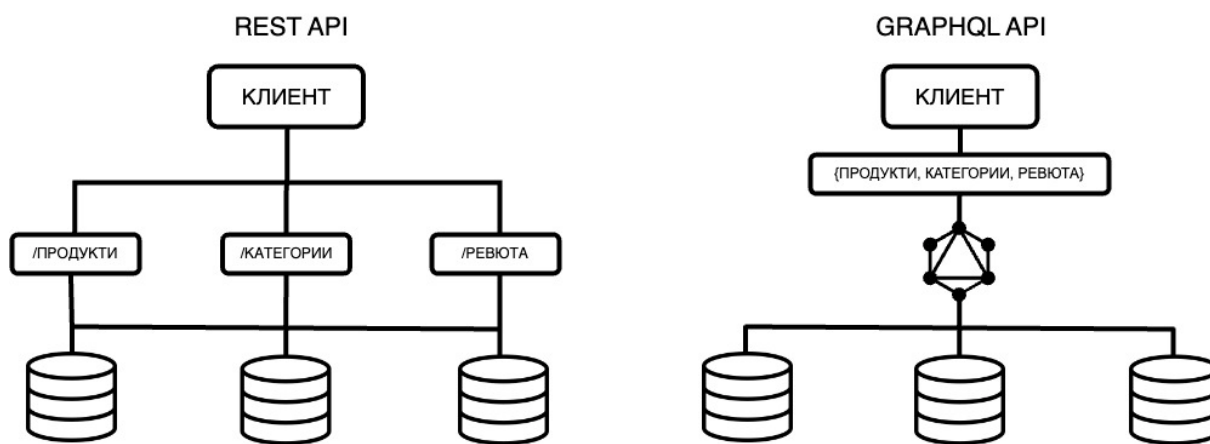
в изпращаните съобщения и възможността за сериализация (Minaei and Saadat, 2009). Други изследователи анализират трафика в безжични Wi-Fi мрежи при компресиране в gzip и бинарен формат. Те отчитат, че стандартното приложение на SOAP не е оптимизирано за тежък трафик при ниско-скоростни мрежи (Kangasharju, Tarkoma and Raatikainen, 2003).

REST API (Representational State Transfer Application Programming Interface) е стил на софтуерна архитектура, който се базира на комуникацията между клиент (най-често браузър на потребителя) и сървър, като използва стандартните мрежови протоколи. Технологията се основава на принципа на взаимодействие без състояние, при което всяка заявка, изпратена от клиента, съдържа цялата необходима информация за обработка от сървъра, без нужда от запазване на сесии или предишни състояния. Тази особеност прави REST API лесно мащабируемо.

Една от ключовите характеристики на REST API е неговият ресурсно-ориентиран подход. Всеки ресурс (например потребители, продукти и други) е идентифициран чрез уникален URL адрес (Uniform Resource Locator). За да извършва операции върху тези ресурси, интерфейсът използва стандартни HTTP методи като GET (извличане на данни), POST (създаване на нови данни), PUT (актуализиране на данни) и DELETE (изтриване на данни).

Въпреки широко си приложение, включително от компании като Google, Twitter и Amazon, REST API има своите съществени недостатъци. Пример за такъв е извличането на прекомерно количество данни (over-fetching) или недостатъчно такива (under-fetching), което може да доведе до неефективност в работата на приложенията. В случаи на заявка за потребителска информация, REST API може да предостави не само основни данни като име и имейл, но и ненужни детайли като адрес или настройки на акаунта. При необходимост на свързани ресурси, като публикации на потребителя, често е необходимо изпращането на допълнителни заявки към отделни крайни точки (endpoints), което усложнява архитектурата на приложението и води до забавяне в комуникацията между клиента и сървъра.

Тези ограничения стимулират прилагането на алтернативни подходи, като GraphQL, които предлагат по-голяма гъвкавост при работа с динамични данни. През 2012 г. екипът на Facebook създава GraphQL, за да реши проблемите с API на основната лента с новини в мобилното си приложение. Целта е редуциране извечдането на излишни данни и минимизиране на мрежовите заявки, чрез създаването на съответен интерфейс. GraphQL е език за API заявки, при който всички заявки се изпращат към една крайна точка, което позволява на клиента да определи точно какви данни са му необходими и как те да бъдат структурирани в отговора. Това се реализира чрез схема, дефинирана на сървъра, която описва всички налични ресурси, техните полета и връзки помежду им. Клиентът може да подаде заявка, в която да включи само необходимите му полета. Начинът, по който това работи е, че в кода определяме какви параметри могат да получат или заявят потребителите в системата, използвайки функции, които да се справят с получаването на данните (Banjo, 2023). В следствие се елиминира рискът от получаване на излишни данни, както е случаят при REST API, което благоприятства високата производителност на уеб приложенията и тяхната ефективност при работа с големи и динамични данни (вж. Фигура 4).



Фигура 4. Сравнение на REST и GraphQL

Източник: Собствена разработка

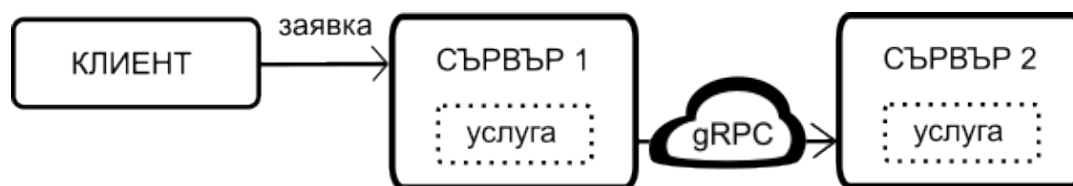
GraphQL поддържа три основни типа операции:

- **Queries (заявки):** Използват се за извличане на данни от сървъра. Клиентът може да заяви само специфични полета от ресурсите, което намалява количеството ненужна информация.
- **Mutations (мутации):** Тези операции се използват за създаване, актуализиране или изтриване на данни, като клиентът може не само да подаде данни за обработка, но и да получи обратна връзка за промените.
- **Subscriptions (абонаменти):** Позволяват на клиента да получава актуализации за промяна на данни на сървъра в реално време.

Тази гъвкавост и контрол върху заявките правят GraphQL предпочитано решение за много големи компании, които трябва да управляват големи обеми от информация. Някои от водещите примери, които успешно са внедрили GraphQL за оптимизиране на своите услуги, включват Facebook, GitHub и Shopify.

До 2014 г. GraphQL заменя всички компоненти на iOS приложението на Facebook и се утвърждава като стандартен API в платформата (Jones, 2022). В своя блог, разработчикът на Shopify Мариам Фекри подчертава, че един от основните проблеми с REST API е необходимостта от ръчно съпоставяне на статично типизирания код с неструктурирани JSON отговори. При внедряването на GraphQL през 2018 г., този проблем е елиминиран благодарение на типизация на данните, която поддържа клиентския и сървърния код в синхрон без нужда от актуализации на клиентската страна при промени в API (MacManus, R., 2021).

Като алтернатива на актуалните технологии, базирани на API заявки, са библиотеките и рамките, използващи RPC (Remote Procedure Call). RPC е протокол за комуникация между системи на различни локации със значително приложение в облачните услуги. RPC позволява на една машина от инфраструктурата да извика функция на друга машина, имитирайки вътрешно-системно обръщение към функцията (вж. Фигура 5).



Фигура 5. Архитектура на gRPC

Източник: Собствена разработка

RPC може да се използва както за синхронен, така и за асинхронен обмен. Както се спомена по-рано REST използва HTTP методи за управление на ресурсите, докато при RPC може да се транспортират данни чрез HTTP/2. Стандартният подход при REST е да се изпращат данни в JSON формат през HTTP/1.1 и основният проблем на протоколите HTTP, е че те са синхронни (изчаква се целия отговор преди нова заявка) (Петров и Петрова, 2016). При обмен на хиляди съобщения в секунда между платформи по-добра опция е gRPC като вариант за абстракция на API. gRPC е проект с отворен код, разработен от Google през 2016 г., подходящ за мащабни и скалируеми интерфейси. Тази софтуерна рамка предоставя допълнителен комуникационен слой между клиент и сървър, използващ друга технология на Google – протоколни буфери (Protocol Buffers, protobufs). Буферите са езиково и платформено неутрални механизми за сериализация на структурирани данни. Те се състоят от двоичен поток от данни, което изпреварва XML и JSON форматите в показател бързодействие и натоварване на комуникационния канал. Като недостатък може да се посочи трудния процес по отстраняване на грешки в изходните точки, поради двоичния код на съобщенията, който не може да бъде директно разчетен. Причина gRPC все още да не е масово разпространен при управлението на процеси между уеб системи, е че модерните браузъри не предоставят възможност за управление на трафика и заявките, посредством HTTP/2 логика. gRPC се поддържа от имплементации на C++, C#, Go, Java, Kotlin, Python и PHP (Lee and Liu, 2022). Сред организациите, които използват тази архитектура на API комуникация са Netflix, TikTok, Slack, Cisco и Google, осигурявайки високоскоростен обмен на информация с високо качество, основно видео споделяне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прегледът на API моделите, от класическите SOAP, CORBA и DCOM до съвременните REST, gRPC и GraphQL, разкрива значителен прогрес в областта на софтуерната интеграция. Традиционните модели, макар и стабилни, се характеризират с тежка структура, сложни спецификации и ниска гъвкавост. Те са продукт на своето време, когато фокусът е бил върху стабилността и строгите стандарти, а не върху бързината и лесното адаптиране. Иновациите, въведени от REST, gRPC и GraphQL, са фокусирани върху децентрализация, ниско натоварване в трафика и ефективност. Важно е да се отбележи, че няма универсално решение, подходящо за всички случаи. Изборът на API модел зависи от конкретните нужди на проекта, като се вземат предвид фактори като производителност, скалируемост, сложност на интеграция и сигурност. В някои случаи, като например при наследени системи, е оправдано използването на по-стари модели като SOAP.

Множество от технологиите за достъп до данни се базират на RPC или REST моделите за обмен на данни. gRPC адресира комуникацията към процедури, които скриват структурата на данните. Този подход е насочен към обмен в двоичен формат, който трудно може да се провери за грешки и не се поддържа от модерните уеб браузъри. REST адресира директно данните, без да се обръща внимание на логиката, която ги е обработила предварително. Той предоставя гъвкав и унифициран интерфейс, улесняващ интеграцията между различни платформи и е фаворит при комуникацията между различни уеб системи, базирани на клиент-сървър архитектурата.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. ПЕТРОВ, П. и ПЕТРОВА, С. (2016) *Възможности за използване на протокол HTTP/2 за намаляване на лага при зареждане на уеб приложения*. Известия на Съюза на учените – Варна, Серия "Икономически науки", Съюз на учените – Варна, 2, 155-165.
2. BANJO, E. (2023) *Understanding GraphQL APIs from a REST API point of view*, Medium, 14 August. Available at: <https://medium.com/@elijahbanjo/understanding-graphql-apis-from-a-rest-api-point-of-view-08196600c667> (Accessed: 12 October 2024).
3. HALILI, F. and RAMADANI, E. (2018) Web services: a comparison of soap and rest services. *Modern Applied Science*, 12(3), 175. <https://doi.org/10.5539/mas.v12n3p175>
4. IBM, What are REST APIs? Available at: <https://www.ibm.com/topics/rest-apis> (Accessed: 12 October 2024).
5. JONES, D. (2022) *What is GraphQL? Part 1: The Facebook Years*, Postman Blog, 10 November. Available at: <https://blog.postman.com/what-is-graphql-part-1-the-facebook-years/> (Accessed: 14 October 2024).
6. KANGASHARJU, J., TARKOMA, S. and RAATIKAINEN, K. (2003) *Comparing SOAP performance for various encodings, protocols, and connections*. In *Personal Wireless Communications: IFIP-TC6 8th International Conference, PWC 2003, Venice, Italy, September 23-25, 2003*. Proceedings 8 (pp. 397-406). Springer Berlin Heidelberg.
7. LEE, Y. and LIU, Y. (2022) *Using refactoring to migrate REST applications to gRPC*. In *Proceedings of the 2022 ACM Southeast Conference* (pp. 219-223).
8. MACMANUS, R. (2021) *Why Shopify Favors GraphQL over REST for Its APIs*, The New Stack, 12 April. Available at: <https://thenewstack.io/why-shopify-favors-graphql-over-rest-for-its-apis/> (Accessed: 14 October 2023).
9. MINAEI, B. and SAADAT, P. (2009) *Soap serialization performance enhancement, design and implementation of a middleware*. arXiv preprint arXiv:0911.0488.
10. Software Academy (2024) *GraphQL vs REST: Koe e no-dobro za vaшия проект?* Available at: https://softwareacademy.bg/index.php?q=read_news&id=1149 (Accessed: 12 October 2024).
11. TEKLI, J. DAMIANI, E., CHBEIR, R., and GIANINI, G. (2011) *SOAP processing performance and enhancement*. *IEEE Transactions on Services Computing*, 5(3), 387-403. <https://doi.org/10.1109/TSC.2011.11>
12. TIHOMIROVS, J. and GRABIS, J. (2016) *Comparison of soap and rest based web services using software evaluation metrics*. *Information technology and management science*, 19(1), 92-97.
13. *What are Protocol Buffers?* Available at: <https://protobuf.dev/#what-are-protocol-buffers> (Accessed: 14 October 2024).

СОФТУЕР ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ПРОЦЕСА НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАМИРАНЕ

Стойчо Стоев¹, Пресиян Терзиев²

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, s.stoev@ue-varna.bg

² Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България, p.terziev@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Обучението по програмиране е свързано с изразходване на много интелектуална енергия, както при представяне на нов материал, така и при контролиране на придобитите знания. В този смисъл всяка възможност за облекчаване на тази дейност би подпомогнала процеса. За целта представяме приложение, като инструмент за анализ на сходни решения. С него преподавателят има възможност да отсее част от заданията, необходими за проверка и анализ.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *programming, python*

SOFTWARE TO SUPPORT THE PROGRAMMING LEARNING PROCESS

Stoycho Stoev¹, Presian Terziev²

¹ University of economics – Varna/Department of informatics, Varna, Bulgaria, s.stoev@ue-varna.bg

² University of economics – Varna/Department of informatics, Varna, Bulgaria, p.terziev@ue-varna.bg

ABSTRACT

Teaching programming involves spending a lot of intellectual energy, both when presenting new material and when controlling the acquired knowledge. In this sense, any possibility to ease this activity would help the process. For this purpose, we present an application as a tool for analyzing similar solutions. With it, the teacher has the opportunity to sift out part of the assignments necessary for checking and analysis.

KEYWORDS: *programming, python*

ВЪВЕДЕНИЕ

Процесът на обучение по програмиране предполага самостоятелно решаване на задачи с цел, обучаемият да натрупа умения по създаване на код, отстраняване на грешки и анализиране на резултатите. Тази дейност не винаги е свързана с присъствие на студентите в рамките на университета, а може да се извършва и дистанционно. Умението за програмиране, не се отдава в еднаква степен за всички студенти. Следователно съществува възможността за копиране на чуждо решение или генерирането му с помощта на AI. Проверката на задачите е трудоемък процес, при който всеки инструмент за облекчението му би бил полезен. В този смисъл предлагаме софтуер за неговото подпомагане при филтриране на предадените решения.

1. ПРЕДПОСТАВКИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА СОФТУЕР ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ПРОЦЕСА НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАМИРАНЕ

В рамките на една дисциплина по програмиране студентите имат възможност да покажат своите знания и умения чрез 6 домашни и 2 контролни. Домашните работи се предават дистанционно в рамките на една седмица, което понякога води до наличие на еднакви работи от

различни студенти. За да се подпомогне процесът на оценяване на предадените решения е необходимо да се редуцират тези, които са с еднакво или много подобно съдържание. Не е изключение и при контролните задания да съществуват решения със сходство.

Таблица 1

Предадени решения за оценяване в рамките на един семестър

Задание	Решения
Домашно 1	104
Домашно 2	90
Домашно 3	79
Контролно 1	110
Домашно 3	95
Домашно 4	86
Домашно 5	75
Контролно 2	115
	754

Източник: Собствена разработка

От таблица 1 е видно, че при голям брой предадени работи, вероятността за еднакво съдържание нараства, още повече, че всяко задание има отношение към текущият контрол. Отстраняването им, ще облекчи работата на преподавателя.

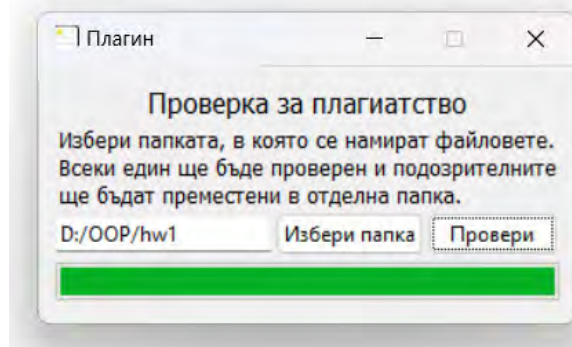
Приложението е подходящо в областта на обучението по програмиране, по няколко причини:

- Решенията на задачите се предават в текстови файлове без допълнителни таблици, обекти, изображения или различни формати. Тоест отпадат проблемите с различните версии на документите, анализирането на различни от текст елементи или смисловото им съдържане;
- В зависимост от задачите, разликите в решенията може да са малки. Следователно приликите в отделните файлове, като съотношение трябва да се съобрази с големината на възможния програмен код. Тоест да не се търси 100% съвпадение, а варианти като 90%, 95% и други;
- Програмният код е съхранен в текстови файлове или лесно може да се пренесе в такива. Това улеснява използване на код за тяхното сравнение, като се анализират отделните редове в различните файлове. Във всяка среда за разработка на софтуер има инструменти за обработка на текстови файлове, което улеснява изграждане на софтуер за сравнение;
- Към анализа на предадените решения може да се включи код генериран от AI. Все по-често някои студенти се изкушават да използват AI за намиране на готови решения на възложените задачи. В този смисъл към анализа може да се включи и такъв вариант, за да се провери има ли сред предадените генериран код.

Следователно, софтуерът е необходимо да обработва стандартна текстова информация и да предлага възможност за обработка на резултатите.

2. ПРИМЕРНО РЕШЕНИЕ ЗА СОФТУЕР ЗА СРАВНЕНИЕ

Разработено е приложение „Плагин“ за сравнение на текстови файлове, с търсене на процентно съвпадение. То е разработено на Python, версия 3.6 и работи автономно, без необходимост от допълнителни инсталации. Интерфейсът на приложението е показан на фиг.1.



Фигура 1. Интерфейс на приложението

Източник: Собствена разработка

Софтуерът предлага следните възможности:

- Съобразен е с платформата e-learn.ue-varna.bg. Тоест за използването му е необходимо от платформата да се свалят решенията по определено задание, без да е необходимо допълнителни действия;
- Опростен интерфейс, който може да се използва и от преподаватели, незапознати с програмният език Python. Трябва само да се посочи папката, в която са свалените решения от платформата;
- Може да се настройва, до какъв процент съвпадения да се търси между отделните файлове;
- Предлага се възможност, тези със съвпадения да се отделят в папка „Еднакви“, за полесното им идентифициране и последващ анализ;
- Създава се файл „Rezult.csv“ със съвпадения между двойки файлове над зададеното съотношение. Файлът може да се отвори в Excel и да се прегледат резултатите.

Сърцевината на приложението е библиотеката **DIFFLIB** и по специално класът **SequenceMatcher**¹, който реализира алгоритъмът на Ratcliff-Obershelp². Той поддържа евристика, която автоматично третира определени елементи от последователността като нежелана. Евристиката брой колко пъти всеки отделен елемент се появява в последователността от текста. Основният метод в класът е `ratio()`, който връща float в диапазона [0, 1], измервайки сходството на последователностите. Като правило, `ratio()` - стойност над 0,6 означава, че последователностите имат близки съвпадения.

Примерният код на приложението е представен на фиг. 2.

¹ <https://docs.python.org/3/library/difflib.html>

² <https://xlinux.nist.gov/dads/HTML/ratcliffObershelp.html>

```

for root1, dirs1, files1 in os.walk(_path):
    current+=1
    progressbar['value']=round(current/max*100)
    root.update_idletasks()
    checked.append(root1)
    for filename1 in files1:
        with open(os.path.join(root1,filename1),'r',encoding='utf-8',errors='ignore') as f:
            source1=f.read()
    for root2, dirs2, files2 in os.walk(_path):
        if root1 == root2 or root2 in checked: continue
        for filename2 in files2:
            with open(os.path.join(root2,filename2),'r',encoding='utf-8',errors='ignore') as f:
                source2=f.read()
            s=difflib.SequenceMatcher(None, source1,source2)
            ratio=round(s.ratio(),3)
            if ratio>0.5:
                triggered.add(root1); triggered.add(root2)
                file1.write(root1+';'+root2+';'+str(ratio)+'\n')
if triggered:
    if messagebox.askquestion('Плагин',f'Намерени са {len(triggered)} файла с подозрително
съдържание. Да бъдат ли преместени в „еднакви“?') == 'yes':
        if not os.path.isdir(os.path.join(_path,'еднакви')):
            os.mkdir(os.path.join(_path,'еднакви'))
        for items in triggered:
            move(items, os.path.join(_path,'еднакви/'))
        messagebox.showinfo('Плагин',f'{len(triggered)} файла са преместени успешно.')
else: messagebox.showinfo('Плагин','Не са открити файлове.')
messagebox.showinfo('Плагин','Общо файлове:'+str(current))
file1.close()

```

Фигура 2. Примерен код на приложението

Източник: Собствена разработка

В предложения програмен код е заложено процентно съвпадение от 0.5. При такова съотношение се предполага голяма част от двете решения да са еднакви.

3. ПРОБЛЕМИ ПРИ РАЗРАБОТКАТА И ТЕСТОВЕТЕ

При тестовите на приложението, възникнаха няколко проблема свързани със съдържанието на текстовите файлове. Те са както от техническо естество, така и от смисловото представяне на информацията. Може да ги обобщим в следните направления:

- Кодиране на текстовата информация. Въпреки, че всички решения се предават в текстови файлове, то съществува възможността те да са с различна кодировка. Това зависи от приложението, с което са обработени или от начина им на съхранение. Тъй като класът SequenceMatcher изисква като параметри да се подават два стринга с информацията от двата текстови файла за сравнение, то от съществено значение е коректното им прочитане. Възможно е файловете да са с различно кодиране на текста: ANSI, UTF -8, UTF-16 и т.н.
- Добавяне на съдържание. Добавянето на допълнителен текст към решението (например имена, фак.номер, текста на задачата и др.) променя процента съвпадение между

оригинал и копията му. Въпреки, че в заданията изрично се указва във файловете да се копира само програмният код, то не са изключения допълнителното „разкрояване“ на текста. Включително и добавяне на коментари.

- Подредба на решенията. Ако заданието включва повече от една задача, то предадените решения може да са в различен порядък. Това променя съотношението на съвпаденията и съответно класът понижава стойността на еднаквост.
- Еднаквост на файлове. На текущия момент приложението отделя намерените еднакви файлове в една папка „Еднакви“, без да се групират по съвпадение. Тоест допълнително трябва да се провери, кои файлове с кои съвпадат. Предложен е вариантът с файл „Rezultat.csv“, в който са съхранени имената на двойките текстови файлове с процент съвпадение по-голям от зададения. При усъвършенстване на приложението е предвидена възможност за групиране на еднаквите решения.

За съжаление езикът Python не предлага големи възможности при изграждане на потребителски интерфейс. Затова приложението има само основните елементи за неговото функциониране. При разширяване на неговите функционалности, най-подходящ вариант за конфигуриране на различните опции е чрез външен файл с формат Json или Xml.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разбира се предложеният софтуер не е универсално решение. То е инструмент с цел да облекчи работата по оценяване на решенията на студентите. Не може да замени експертизата на преподавателите при анализа на програмният код. По скоро предлага улесняване на процеса на търсене на еднакви задания, като се предлага допълнителна информация за възможно съвпадение. Вероятно с развитието на AI допълнително ще улесни преподавателската работа.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Ashwin Pajankar, (2019) Python 3 Image Processing: Learn Image Processing with Python 3, NumPy, Matplotlib, and Scikit-image, BPB Publications, 9388511727, 9789388511728.
2. Chris Meyer, Niklas Dellby, Jordan A. Hachtel, Tracy Lovejoy, Andreas Mittelberger, Ondrej Krivanek, (2019) Nion Swift: Open Source Image Processing Software for Instrument Control, Data Acquisition, Organization, Visualization, and Analysis Using Python, Microscopy and Microanalysis, Volume 25, Issue S2, 1 August 2019, Pages 122–123.
3. Jason M. Kinser (2018) Image Operators: Image Processing in Python, CRC Press, 0429835949, 9780429835940.
4. Jie Chen, Tao Jiang, Dongjin Yu, Haiyang Hu (2023) Pattern-based circular reference detection in Python. *Science of Computer Programming*, Volume 227, April 2023, 102932.
5. Samira Gholizadeh, Top Popular Python Libraries in Research (2022) Published in Journal of Robotics and Automation Research volume 3 issue 2.
6. Sandipan Dey. (2018) Hands-On Image Processing with Python: Expert techniques for advanced image analysis and effective interpretation of image data, Packt Publishing Ltd., 178934185X, 9781789341850.
7. Vaibhav Kant Singh, Santosh Kumar Soni , Dr. Nageshwar Dev Yadav, Pankaj Chandra (2023) A SYSTEM FOR CARTOONIFYING AN IMAGE USING PYTHON. *A Jurnal of Physical Sciences, Engeneering and Tegnology*, volume 14, pp.84-100.

ИЗГРАЖДАНЕ НА ЕДИННА ИНФОРМАЦИОННА ИНФРАСТРУКТУРА ЗА ОБРАЗОВАТЕЛНА АНАЛИТИКА ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ

Асен Божиков¹, Юрий Кузнецов²

¹ Стопанска академия „Д. А. Ценов“/Катедра „Бизнес информатика“, Свищов, България,
a.bozhikov@uni-svishtov.bg

² Стопанска академия „Д. А. Ценов“/Катедра „Бизнес информатика“, Свищов, България,
y.kuznetsov@uni-svishtov.bg

РЕЗЮМЕ

Важността на образователната аналитика (learning analytics) в съвременното висше образование нараства, особено след увеличаване на интереса към електронното и дистанционното обучение. Тези промени водят до повишаване на обема на емпиричните данни за поведението на обучаемите, което предлага нови възможности за анализ. Докладът обосновава необходимостта от изграждане на единна информационна инфраструктура във висшето училище с цел подобряване на процеса по събиране, анализ и интерпретация на данни, свързани с обучението и поведението на студентите. Използването на изкуствен интелект в анализа на тези данни подпомага идентифицирането на модели и тенденции, което води до изготвяне на персонализирани образователни стратегии и повишаване на качеството на обучение.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: образователна аналитика, висше образование, висше училище, изкуствен интелект

BUILDING A UNIFIED INFORMATION INFRASTRUCTURE FOR LEARNING ANALYTICS IN HIGHER EDUCATION

Asen Bozhikov¹, Yuriy Kuznetsov²

¹ Tsenov Academy of Economics/Department „Business Informatics“, Svishtov, Bulgaria,
a.bozhikov@uni-svishtov.bg

² Tsenov Academy of Economics/Department „Business Informatics“, Svishtov, Bulgaria,
y.kuznetsov@uni-svishtov.bg

ABSTRACT

The importance of learning analytics in modern higher education is increasing, especially after the growing interest of learners in electronic and distance learning. These changes lead to an increase in the amount of empirical data for student's behaviour which offers new opportunities for data analysis. The proposed paper justifies the need of building a unified information infrastructure in higher education institutions, in order to improve the process of collecting, analyzing and interpreting data related to the education and the behaviour of students. The use of artificial intelligence in the analysis of that data helps to identify patterns and trends, which would lead to the creation of personalized educational strategies and improved quality of education.

KEYWORDS: learning analytics, higher education, artificial intelligence

ВЪВЕДЕНИЕ

Анализът на данни (data analytics) се е превърнал в основен „пътеводител“ за начина, по който съвременните бизнес организации осъществяват дейността си. Компании от различни отрасли и сектори завладяват нови пазари, реализират добри финансови резултати и

придобиват конкурентни предимства благодарение на задълбочен анализ на вътрешни и външни данни, като основа за вземане на правилни управленски решения. Тенденцията за съхраняване на големи обеми данни и техния последващ анализ няма как да подмине и сферата на висшето образование. Висшите учебни заведения също осъзнават значимостта на подобни анализи за подобряване на организационните резултати в различни направления. Едно от тях е обучението на студенти. В резултат на използването на различни информационни системи, обема на данните за студентите в процеса на обучение непрекъснато се увеличава. Анализът на тези разнообразни данни има потенциала да допринесе за по-доброто разбиране за поведението на обучаемите, както и на контекста, в който се осъществява самото обучение. От тази гледна точка образователната аналитика (ОА, learning analytics) не само подпомага, но и подобрява процеса по вземане на решения в една съвременната образователна институция.

1. ОСОБЕНОСТИ НА ОБРАЗОВАТЕЛНАТА АНАЛИТИКА

Няма съмнение, че данните, които се събират и натрупват във висшите учебни заведения не са нещо ново. От десетилетия академичните ръководства, институционалните изследователи, администратори и други заинтересовани страни използват тези данни, за да: анализират и оценяват състоянието на институцията, отделни специалности или магистърски програми; следят процента на завършилите и отпадналите студенти; прогнозираят бъдещ прием и свързаните с това ресурси.

Навлизането в цифровата ера доведе до използването на все по-голям брой информационни системи (ИС) за автоматизиране на различни дейности в университетите. Това от своя страна е причина за значително нарастване на обема на генерираните данни, което изисква нов начин за събиране, съхраняване, анализиране и визуализиране на тези данни. Огромната част от тях се генерират от системите за електронно обучение (Learning Management System, LMS), студентско досие и други компютърно базирани обучителни среди, чрез които си взаимодействат студенти, преподаватели и администратори. Образователните институции започнаха да осъзнават, че натрупаните данни могат да бъдат много ценни, а тяхното правилно анализиране може да доведе до подобряване на процеса на обучение и на обратната връзка със заинтересованите страни. В резултат на това, през 2010 година за ОА започна да се говори като независима и интердисциплинарна област за изследвания (Mathews & Reid-Martinez, 2016), която обединява статистика, компютърни науки и педагогика. През същата година се създаде и The Society for Learning Analytics Research (SoLAR), което определя ОА като: „*събиране, съхраняване, анализ и докладване на данни за обучаемите и техния контекст за по-добро разбиране и оптимизиране на образователния процес и средата, в която той протича.*“ (Long & Siemens, 2011).

Пандемията от COVID-19 се оказа сериозен катализатор за дигитализацията в образованието и по специално за активното използване на системи за електронно обучение (Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom и др.), тъй като за дълги периоди от време целия учебен процес в университетите в България, както и в цял свят, се осъществяваше изцяло онлайн, от разстояние. Същевременно нарасналия интерес към дистанционното електронно обучение е предпоставка за активното използване на тези системи, което води след себе си до създаването на още по-големи обеми от данни за обучаемите. Преглед на националната статистика по отношение на броя на записаните студенти в България (https://nsi.bg/sites/default/files/files/data/timeseries/Edu_3.1.1.xls) показва, че за всяка от учебните години в периода 2019/2020 - 2023/2024 са отчетени по около 10 000 нови студенти, които се обучават в

дистанционна форма на образователно-квалификационните степени „бакалавър“ и „магистър“ в действащите държавни и частни висши училища (ВУ) в страната.

Анализът на генерираните образователни данни и предприемането на последващи действия има потенциала да подобри не само обучителния процес, но и институционалната ефективност като цяло (Huebner, 2013). Тук можем да посочим конкретни направления за измерване, като степента на запазване на обучаеми, разбиране на техния напредък в процеса на обучение, проследяване на използването на инструменти за обучение в отделните дисциплини и предоставяне на подробни и персонализирани данни, специфични за студентите. ОА включва широк спектър от техники, използвани за административни, учебни и педагогически цели, а резултатите от анализите може да са полезни за всички заинтересовани страни – студенти, преподаватели, администрация, ръководство и дори за създателите на политики в сферата на образованието. В масовия случай обаче ударението се поставя върху подобряване на качеството на учебния процес, както от гледна точка на учене, така и от гледна точка на преподаване, а някои изследователи (Kuzilek, et al., 2015) определят като най-важна задача идентифицирането на студентите, които са пред отпадане/прекъсване.

Чрез инструментите на ОА постоянно може да се следят резултатите в процеса на обучение на всеки отделен студент, което предоставя възможност преподавателите да провеждат обучение, адаптирано персонално към нуждите на даден студент (или група студенти), за да може той да се справи с трудностите и да покрие изискванията на конкретната дисциплина, като в повечето случаи резултатът е свързан с подобро усвояване на материала и по-високи нива на ангажираност на студента (Peng, et al., 2023). Освен това студентите могат по-ясно да дефинират целите си за учене, да следят напредъка си в учебния процес и да виждат почти в реално време резултата от усилията си, което несъмнено води и до повишаване на мотивацията за учене (Yilmaz & Yilmaz, 2022). От съществено значение за по-добра мотивация в процеса на обучение има и „състезателния“ момент, тъй като студентите биха могли да сравняват своите резултати и активност със средните стойности на тези показатели за цялата група, специалност, поток (Гафтанджиева, et al., 2019).

Основните компоненти, включени във всеки процес на ОА са четири (Mougiakou, et al., 2023): данни, анализи, отчети и действия (фиг. 1). Данните са най-важния актив в процеса на ОА. Както вече споменахме те включват характеристики за обучаемите, средата на обучение, взаимодействието по време на обучение и резултатите от обучението. Те са суровия материал на входа на процеса на ОА.



Фигура 1. Основни елементи на ОА

Източник: Mougiakou, S. Et al., 2023. Educational Data Analytics for Teachers and School Leaders. 1st Ed. Cham: Springer

Анализите включват прилагане на различни математически и статистически алгоритми и техники за машинно обучение върху събраните данни, за да може да се изведат прозрения и познания. Колкото по-сложен е анализа, толкова по-сериозни са изискванията към входните данни. Отчетите подпомагат възприемането на резултатите от анализа, като ги организират и представят по начин, разбираем за крайния потребител - под формата на таблици, диаграми,

табла за управление (dashboards) и други визуализации. Последният компонент се отнася до решенията и последващите от тях действия, които да се предприемат за постигане на по-добри резултати. Без извършване на някакви интервенции, на база получените прозрения от анализа на данните, целия процес на ОА в една образователна институция се обезсмисля.

ОА се използва от множество университети в цял свят, но всеки от тях я прилага по различен начин и за постигането на различни цели (Tsai & Gasevic, 2017) (Hernández-de-Menéndez, et al., 2022). Последните могат да се обединят в следните няколко групи: мониторинг и анализ; прогнозиране и намеса; менторство и тюторство; оценяване и обратна връзка; адаптиране; персонализация и препоръки; самооценяване (Oliva-Córdova, et al., 2021).

Въпреки че все повече университети активно се насочват към използване на възможностите на ОА, все още пред тях съществуват множество бариери, които пречат на оптималното протичане на процеса за ОА. Като такива могат да се посочат (Gagliardi & Turk, 2017):

- недостатъчен финансов ресурс;
- непрекъснато променящи се изисквания към резултатната информация;
- неподходяща информационна инфраструктура;
- несъответствие между умения и експертен опит на персонала;
- липса на ръководни кадри, свързани с управление на данните.

Наличието на която и да е от тези пречки може да възпрепятства успешното развитие на култура за ОА, а на практика голяма част от университетите се сблъскват с няколко от тях едновременно. От тази гледна точка, настоящия доклад предлага подход за справяне с една от посочените по-горе трудности, като представя единна информационна инфраструктура за изграждане на интегрирана система за ОА във висше училище.

2. ЕДИННА ИНФОРМАЦИОННА ИНФРАСТРУКТУРА ЗА ОБРАЗОВАТЕЛНА АНАЛИТИКА

В структурно отношение, от гледна точка на ОА, данните за обучаемите се съхраняват в следните подсистеми на ИС на ВУ:

- система за съхранение на състоянието на обучаемите - в повечето ВУ в България има разработени модули за поддържане на студентско досие, описващо състоянието на студента, като: статус (специалност, форма на обучение, учебен план, курс), платени такси, оценки от изпити и др. Данните от това досие се използват за обновяване на „Регистър на действащите, прекъснали и завършили студенти и докторанти“, поддържан от Националния център за информация и комуникация (НАЦИД).
- система (системи) за електронно обучение - голяма част от ВУ разполагат с отделна система за електронно обучение, подпомагаща процесите за обучение и разполагане на различни обучителни ресурси. Разработени са модули за базова интеграция на системата за електронно досие и LMS.
- допълнителни системи за управление на съдържание (Content Management System, CMS) - за разполагането на различни обучителни и мултимедийни ресурси.
- паралелно с LMS и CSM се използват и различни допълнителни системи за оценяване (Assessment Systems) - тези системи са насочени към създаване, провеждане и анализ на оценявания на обучаеми, като тестове, анкети, изпити и други форми на проверка на знанията и уменията.
- в процеса на обучение се използват специализирани приложения за мобилни устройства и устройства за виртуална и добавена реалност.

ИС на ВУ в България се характеризират с ниско ниво на интеграция на отделните компоненти. Това разнообразие от различни системи силно затруднява детайлния анализ на данните за обучаемите и извършване на всеобхватна ОА. Поради големия обем обучаеми, трудно се извеждат тенденции и шаблони на поведение на обучаемите. Преминаването от архитектура, базирана на автономни информационни системи (АИС), към нова, интегрирана информационна система (ИИС), би довела до по-добра комуникация между звената, по-лесен и всеобхватен анализ на данните за обучаемите и вземане на навременни управленски решения на различните нива на управление.

Интеграцията на информационните системи изисква избор на унифициран протокол за обмяна на данни. В областта на ОА се използват протоколите SCORM (Sharable Content Object Reference Model) и xAPI (Experience API). SCORM и xAPI са стандарти за проследяване на обучителни дейности, но имат различни подходи и възможности, които са представени в следващата таблица.

Таблица №1

Съпоставка между SCORM и xAPI

№	Характеристика	SCORM	xAPI
1.	Възможности за анализ	Основно проследява завършване на курсове и резултати от тестове.	Предлага богат набор от аналитични възможности, като позволява събиране на детайлна информация за всякакви взаимодействия и събития.
2.	Структура на данните	Проследява ограничен набор от данни, като завършеност на курса, резултати от тестове и време за преминаване. Данните се съхраняват и организират в LMS и не са лесни за пренос и обмен с други системи.	Събира и записва данни под формата на „твърдения“ (statements), които използват структурата изпълнител-действие-обект. Тези твърдения могат да се съхраняват в централизирана база.
3.	Изискване за свързаност с LMS	Обикновено изисква обучителното съдържание да се стартира и проследява в рамките на LMS.	Не изисква LMS и може да функционира извън нея. Позволява проследяване на дейности, които се случват извън LMS, включително мобилни приложения, интерактивни тренировки и други.
4.	Възможности за офлайн проследяване	Обикновено не поддържа офлайн проследяване. Обучаемите трябва да са онлайн, за да могат техните действия да се запишат в LMS.	Позволява офлайн проследяване. Обучаемият може да завърши дадена активност офлайн, а данните се синхронизират с централизираната база, когато устройството е отново свързано с Интернет.
5.	Използваемост в различни обучителни сценарии	Най-подходящ за традиционни, линейни курсове, провеждани в LMS.	По-гъвкав и подходящ за съвременни обучителни сценарии, включително микрообучение, симулации, виртуална реалност и геймификация. xAPI може да проследява и оценява всички видове учене.

Източник: Собствена разработка

Както се вижда от съпоставката на двата протокола, SCORM е създаден основно за използване в LMS и е трудно да се използва за свързване на обучителни данни от различни платформи и системи. От друга страна, xAPI лесно се интегрира с различни платформи и приложения, като социални мрежи, симулатори, виртуална реалност и много други. Това го прави

изключително полезен за събиране на данни от множество източници и създаване на цялостен профил на обучаемия. Поради това предлагаме, като основен протокол за интеграция между системите да се използва xAPI, а SCORM да се използва за вътрешносистемен протокол в LMS за вграждане на различни обучителни ресурси, разработени с външни авторски инструменти за създаване на учебно съдържание (authoring tools).

След определянето на протокола за интеграция, трябва да се избере подходяща система, явяваща се централизирана база за съхранение на xAPI твърдения. Тук могат да се разгледат два подхода:

- разширяване на системата „Студентско досие“ с възможности за приемане, съхранение и анализ на xAPI твърдения;
- използване на готова Learning Record Store (LRS) система.

Първият подход изисква много ресурси за разработка и поддръжка и поради тази причина препоръчваме да се използва готова система, която да играе ролята на хъб, запазваща системата за анализ и визуализация. Този хъб в последствие може да се използва и за запазване на данни в студентското досие.

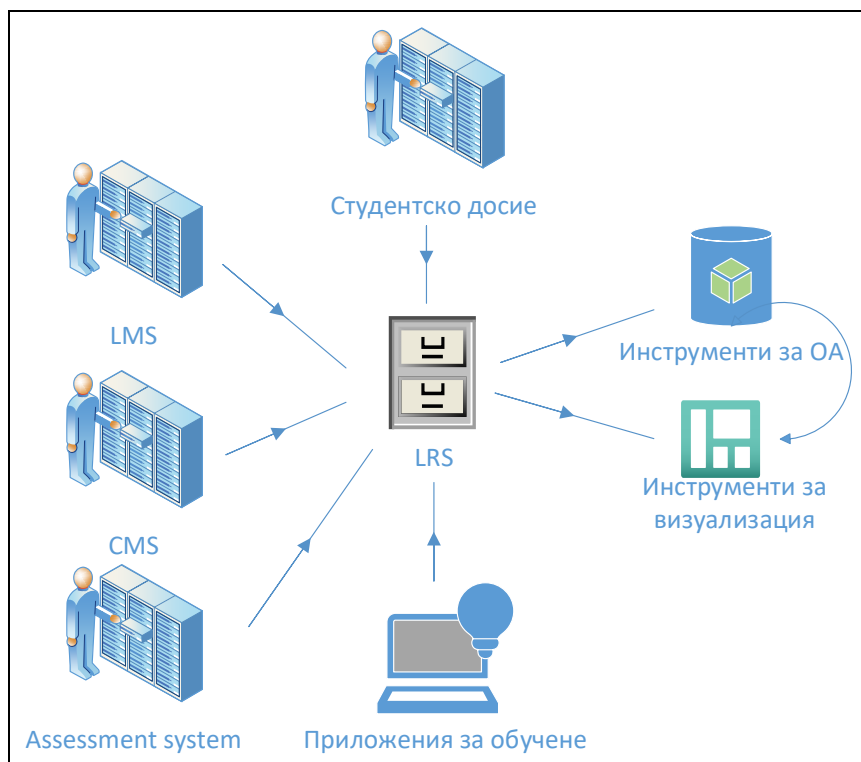
LRS служи за съхранение, управление и анализ на учебни данни, събрани чрез xAPI твърдения. Основното предназначение на LRS е да съхранява данни за различни учебни дейности и събития, които могат да се случват както в рамките на LMS, така и извън нея, и да осигурява достъп до тези данни за анализ и отчетност.

В настоящия момент на пазара съществуват множество LRS системи, както комерсиални, така и безплатни версии с отворен код. Такива са Learning Locker, Watershed LRS, GrassBlade LRS, Yet Analytics LRS, като съществуват и други. Висшето учебно заведение трябва да изработи методика за подбор в зависимост от заложените критерии. Критериите могат да бъдат в следните основни направления:

- тип на лиценза;
- разходи за поддръжка и разширения;
- ниво на разпространение и активна общност по поддръжка;
- програмен език на разработката (при системите с отворен код);
- поддържани протоколи;
- вградени инструменти за анализ и визуализация;
- сигурност и защита на данните.

В зависимост от избраната LRS трябва да се изгради инфраструктурата за анализ и визуализация на данните. Повечето LRS разполагат с подсистеми за анализ на данните, събрани от различните източници. В резултат на тези анализи се генерират множество диаграми и отчети, предназначени за различните заинтересовани страни (администрация, обучители и обучаеми). За специфични анализи съществува възможност за анализ на събраните данни извън LRS. Могат да се използват както готови решения като Tableau и Power BI, така и собствени системи за анализ и визуализация, базирани на изкуствен интелект.

В структурно отношение интегрираната ИС за ОА изглежда по начина, показан на фигура 2.



Фигура 2. Структура на интегрирана система за образователна аналитика

Източник: Собствена разработка

Трябва да се отбележи, че изграждането на интегрирана система за ОА изисква задължително да се вземе под внимание всяка една от следните специфики:

- за нуждите на обобщаване и анализа е необходима обща система за кодиране на изпълнителите, действията и обектите в цялата система;
- осигуряване на поддръжка на xAPI съвместимост на всички източници на данни;
- необходимо е да се направи оценка на риска и да се предприемат адекватни мерки по защита на данните, съобразени с изискванията на Общия регламент относно защита на личните данни (Регламент (ЕС) 2016/679) (GDPR);
- трябва да се планират мерки по псевдоанонимизация и анонимизация на данните;
- да се използват механизми за автентикация и оторизация;
- да се извършва криптиране на връзките между подсистемите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аналитичната революция няма как да подмине и сферата на образование. Едно от нейните конкретни проявление в тази насока е ОА. Последната обхваща събирането, съхраняването и анализа на данни за обучаемите и контекста, в който протича обучението. Ефективното използване на огромното количество информация, породено от анализите на данни, може да позволи на образователните институции да разберат по-добре нуждите на студентите, да подобрят качеството на преподаване, учене и консултиране, да намалят разходите и да предвидят и избегнат определени рискове. За да се постигнат тези цели обаче трябва да се преодолеят редица предизвикателства. Едно от тях е липсата на достатъчна интеграция между използваните ИС от ВУ. Преминаването от архитектура, базирана на автономни информационни системи, към нова, интегрирана информационна система за нуждите на ОА, би довела до повишаване на обхвата на събираните данни, а с това и до нарастване на ефикасността на анализите. Това

неминуемо би подпомогнало да се вземат по-адекватни управленски решения във връзка с управлението на учебния процес - като цяло и по отделни дисциплини и обучаеми. Предлага се изграждането на ИИС, базирана на протокола xAPI, и използваща централизирана база за съхранение на данните.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. BERKING, P., 2016. Choosing a Learning Record Store (LRS), неизв.: Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative.
2. GAGLIARDI, J. & TURK, J., 2017. The Data-Enabled Executive: Using Analytics for Student Success and Sustainability, Washington, DC: American Council on Education.
3. HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ, M., MORALES-MENENDEZ, R., ESCOBAR, C. & MENDOZA, R., 2022. Learning analytics: state of the art. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16(3), pp. 1209-1230.
4. HUEBNER, R., 2013. A Survey of Educational Data-Mining Research. *Research in Higher Education Journal*, pp. 1-13.
5. KUZILEK, J. et al., 2015. OU analyse: Analysing at-risk students at The Open University. *Learning Analytics Review*, LAK 15(1), pp. 1-16.
6. LABBA, C., ROUSSANALY, A. & BOYER, A., 2020. An Operational Framework for Evaluating the Performance of Learning Record Stores. Heidelberg, European Conference on Technology Enhanced Learning, pp. 45-59.
7. LONG, P. & SIEMENS, G., 2011. Penetrating the fog: Analytics in learning and education.. *EDUCAUSE Review*, Issue September/October, p. 31–40.
8. MATHEWS, M. & REID-MARTINEZ, K., 2016. Big Data in Education - Harnessing Data for Better Educational Outcomes, неизв.: BePress.
9. MOUGIAKOU, S. et al., 2023. Educational Data Analytics for Teachers and School Leaders. 1st Ed. Cham: Springer.
10. OLIVA-CÓRDOVA, L., GARCIA-CABOT, A. & AMADO-SALVATIERRA, H., 2021. Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, Том 9, pp. 58351 - 58363.
11. PENG, M., XU, Y. & XU, C., 2023. Enhancing students' English language learning via M-learning: Integrating technology acceptance model and S-O-R model. *Heliyon*, 9(2), pp. 1-12.
12. TSAI, I. S. & GASEVIC, D., 2017. Learning analytics in higher education – challenges and policies: a review of eight learning analytics policies. неизв., ACM, pp. 233-242.
13. YILMAZ, K. & YILMAZ, R., 2022. Learning analytics intervention improves students' engagement in online learning. *Technology, Knowledge and Learning*, 27(2), pp. 449-460.
14. ГАФТАНДЖИЕВА, С., ДОНЕВА, Р. & БЪНДЕВА, С., 2019. XII Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество”. Пловдив, Асоциация „Развитие на информационното общество", pp. 55-64.

ИНТЕГРАЦИЯ НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ И НА ГЪВКАВИТЕ МЕТОДОЛОГИИ ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ

Латинка Тодоранова¹, Бонимир Пенчев²

¹ Икономически университет – Варна, Варна, България, todoranova@ue-varna.bg

² Икономически университет – Варна, Варна, България, b.penchev@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

В съвременната образователна среда на висшето образование става все по-наложително да се интегрират иновативни подходи за преподаване, които да отговарят на изискванията на технологично напредналото общество. Наред с гъвкавите методологии като Scrum, Kanban и Agile, които първоначално са разработени за управление на проекти в софтуерната индустрия, се увеличава и ролята на изкуствения интелект (ИИ) в образователния процес. Тези подходи и технологии предлагат адаптивни, ориентирани към резултатите процеси, които могат да подобрят както преподаването, така и ученето. Целта на доклада е да се изследва приложимостта на гъвкавите методологии и на ИИ във висшето образование, като се анализират възможностите им за стимулиране на самостоятелното учене, развитие на умения за работа в екип и обогатяване на знанията и компетенциите на студентите. Докладът също така разглежда възможностите за внедряване на ИИ инструменти и гъвкави практики в учебния процес, както и тяхното въздействие върху подобряването на взаимодействието между преподаватели и студенти. Включени са примери за експерименти, удостоверяващи приложимостта на тези подходи в образователната среда.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: обучение, изкуствен интелект, гъвкави методологии, scrum, agile

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AGILE METHODOLOGIES IN HIGHER EDUCATION

Latinka Todoranova¹, Bonimir Penchev²

¹ University of Economics – Varna Varna, Bulgaria, todoranova@ue-varna.bg

² University of Economics – Varna Varna, Bulgaria, b.penchev@ue-varna.bg

ABSTRACT

In the modern higher education environment, it is increasingly essential to integrate innovative teaching approaches that meet the demands of a technologically advanced society. Alongside agile methodologies such as Scrum, Kanban, and Agile, originally developed for project management in the software industry, the role of artificial intelligence (AI) in the educational process is also expanding. These approaches and technologies offer adaptive, outcome-oriented processes that can enhance both teaching and learning. This article aims to explore the applicability of agile methodologies and AI in higher education by analyzing their potential to foster independent learning, develop teamwork skills, and enrich students' knowledge and competencies. The paper also examines the possibilities for implementing AI tools and agile practices in the learning process and their impact on improving teacher-student interaction. Examples of experiments are included to validate the applicability of these approaches in the educational environment.

KEYWORDS: Learning Process, Artificial Intelligence, Agile Methodologies, Scrum, Agile

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременната образователна среда е все по-необходимо да се адаптират подходите на преподаване във висшето образование, така че да отговарят на изискванията на технологичното общество. Днешните студенти, израснали в условия на бързоразвиващи се технологии, са различни от предишните поколения. С мобилни устройства и непрекъснат достъп до интернет, те са част от цифрова екосистема, където комуникацията, ученето и забавленията са неразделна част от ежедневието. Студентите активно се ангажират със социалните медии и кратките видеа като тези в Instagram и TikTok. Това неминуемо повлиява и на техните предпочитания за протичане на учебния процес.

Традиционните лекции и темите за четене от по няколко десетки страници често не успяват да задържат вниманието на тези „дигитално родени“ обучаеми, които бързо губят интерес към дейности, лишени от интерактивност или незабавна обратна връзка. В отговор на това възниква необходимостта от изследване на иновативни методи, които могат да преформатират и да актуализират учебния процес, така че да отговарят на новите предпочитания и когнитивни особености на студентите.

Преди технологиите да навлязат толкова дълбоко в ежедневието, още преди повече от десетилетие в България започват да се правят значителни опити за интегриране на дигитални решения в образователния процес чрез създаването на смарт класни стаи, оборудвани с интерактивни дъски, таблети и интернет връзка. Тези иновации са насочени към осъвременяване на традиционните методи на преподаване и по-активно внедряване на технологиите за модернизиране както на учебните зали, така и на самото обучение. Основните характеристики и предимства на смарт обучението са детайлно разгледани от Vitalii Leleka и колектив (2023), които подчертават ролята на технологиите в подобряването на достъпа до знания и в повишаването на ефективността на учебния процес.

Успоредно с това се утвърждава и прилагането на STEM подхода (наука, технологии, инженерство и математика) в обучението, който по-късно се разширява до STEAM, като включва изкуствата (Arts) за по-пълноценно развитие на уменията. Този подход е насочен към изграждане на комплексни знания и междудисциплинарни умения у учащите. Според Hsieh (2021) тези качества са от съществено значение за посрещане на нуждите на Индустрия 4.0, като STEAM обучението е оптималното решение за постигане на тази цел.

Друго направление, което също привлича значителен изследователски интерес и има за цел да мотивира обучаемите за по-активно участие в учебния процес, е геймификацията (Gamification). Стоянова (2018) дефинира същността на този подход, който включва използването на игрови елементи и механики в неигрови контексти, за да се увеличи ангажираността и мотивацията на студентите. Положителният ефект от геймификацията във висшето образование е добре документиран в редица изследвания (Buda and Pesti, 2024). Станимир Стоянов, Александър Петров и Годорка Глушкова (2020) предлагат интересни примери за нейното практическо приложение в учебния процес.

Явно образователната система е достигнала до ниво, на което трябва да се предприемат действия за незабавни промени и нови начини на преподаване. Това напомня за кризата в софтуерното производство, която води до поява на гъвкавите методологии. Те извеждат на преден план бързата адаптация към промените и непрекъснатото усъвършенстване, което ефективно адресира проблемите с неспазените срокове, надхвърляне на бюджета, неизпълнени изисквания и бързопроменящи се условия.

В настоящия доклад е направен опит да се изследва приложимостта на гъвкавите методологии и на приложенията с изкуствен интелект (ИИ) при създаване на учебна среда, която отговаря на съвременните нужди на студентите, отразявайки технологичните иновации и съвременната реалност.

Докладът няма за цел да представя в детайли същността на гъвкавите методологии и на конкретни техни представители като Agile и Scrum, тъй като съществуват множество документи и научни публикации, в които тези методологии са подробно представени и изследвани. В таблица 1 са представени най-общо проблемите присъщи на разработването на софтуер с т.н. традиционни методологии и възможните решение при прилагане на гъвкав подход. От друга страна, подобно сравнение между проблемите при традиционното обучение и потенциалните ползи от прилагане на принципи от гъвкавите методологии е направено в таблица 2.

Таблица 1.

Сравнение между традиционни и гъвкави методологии при софтуерното производство

Проблеми при традиционното производство на софтуер	Гъвкави методологии като решение
Много усилия за планиране и проектиране на ранните етапи на проекта, преди да започне реалното програмиране/разработване	Предлагат итеративен подход, при който софтуерът се разработва на малки стъпки (итерации или спринтове)
Липса на механизми за адекватно реагиране на динамиката в съответната предметна област/бизнеса	Редовно представяне на функционални версии на продукта, което съкращава времето за обратна връзка и позволява бърза адаптация към промените
Резултатите стават видими едва в края на проекта	Екипите се ангажират с кратки спринтове, в края на които предоставят частични, но функциониращи продукти
Обратната връзка от клиента обикновено се получава след дълъг период, когато продуктът вече е в завършена фаза	Комуникацията и сътрудничеството в екипа и с клиента са от първостепенно значение
Отделяне на изключително много време за поддържането на стриктна и подробна документация	Фокусът е върху функционалността на продукта и неговата стойност за клиента

Източник: Собствена разработка

Таблица 2.

Сравнение между традиционното обучение и потенциалните ползи от прилагането на принципи от гъвкавите методологии

Проблеми при традиционното обучение	Принципи от гъвкави методологии като решение
Базира се на статични, предварително определени методи, които трудно допускат гъвкавост и индивидуализиране на обучението	Чрез „спринтове“ или къси модули преподавателите могат да разделят учебното съдържание на по-малки части, което позволява бърза обратна връзка и адаптиране към нуждите на студентите
Традиционните лекции и упражнения предлагат статичен план за обучение, който не отчита промените в нуждите на студентите и динамиката на съвременното общество	Учебните материали могат да бъдат адаптирани спрямо обратната връзка и нуждите на студентите, осигурявайки персонализиран и динамичен процес на обучение

Обратната връзка от студентите често се получава в края на семестъра или курса, когато вече е твърде късно да се направят промени	Предоставян на обратна връзка регулярно и на кратки интервали. Преподавателите следят напредъка на студентите в реално време и да правят съвременни корекции в учебния материал и методите на преподаване. Студентите се чувстват по-ангажирани и мотивирани, защото виждат как усилията им се отразяват в резултатите
Обучаемите често са пасивни слушатели, а не активни участници	Гъвкавите подходи насърчават активно участие и сътрудничество в учебния процес, като по този начин студентите сами изграждат своето знание и стават съавтори на собственото си обучение
Студентите често не се ангажират с традиционните учебни методи, защото не усещат практическата стойност или защото информацията не е адаптирана към техния стил на учене	Поставяне на краткосрочни задачи, основани на реални казуси и практически умения, които студентите могат веднага да приложат, осигурявайки им незабавна стойност и мотивация

Източник: Собствена разработка

Проучването на източници, свързани с изследваната тема, показват, че идеята не е нова и съществуват реални примери. Например в своя публикация Brian Ackles (2018) предлага структура за интегриране на принципите на Agile и Scrum в музикалното образование, която нарича Agile Development Instructional Framework (ADIF). Рамката демонстрира как традиционните методи могат да бъдат комбинирани с гъвкави подходи, за да се създаде среда, която стимулира критичното мислене, сътрудничеството и независимостта. Основните елементи в нея включват итеративен процес с използване на спринтове за фокусиране върху конкретни цели за кратък период от време; активна роля на обучаемите – всеки студент участва в планирането, изпълнението и оценката на задачите; навременна обратна връзка – редовно предоставяне на обратна връзка и ретроспекции след всеки спринт, чиято цел е да подпомагат адаптацията и подобрението на работата; поемане на организационни задачи – смяна на ролята на Scrum Master на ротационен принцип сред студентите.

Друг подобен пример е предложен от Watty и колектив (2023), като целта им е да изследват интеграцията на аспекти от гъвкавите методологии в инженерното образование на студентите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В резултат на анализ на дадените по-горе примери и на търсенето на възможности за надграждане и осъвременяване на действащата методика на обучение в ИУ – Варна и подобряване на организацията на учебния процес конкретно по дисциплината „Софтуерен бизнес“, като се запазят добрите практики и се допълнят с иновативни, адаптивни и практически насочени методи, е проведено настоящото изследване. Целта е те да доведат до по-висока ефективност на учебния процес и по-добра подготовка на студентите за професионалната им реализация.

Изучаваната от студентите дисциплина, предложена за апробиране на подхода, има за цел да запознае студентите с основите на софтуерния бизнес, включително особености на софтуерното производство, маркетинг на софтуера, негъвкави методологии за разработване на софтуер, офшоринг и аутсорсинг на дейности, свързани със софтуерната разработка. Студентите трябва да създадат проект на иновативен софтуерен продукт и бизнес план за неговата реализация на пазара. За управление на проекта трябва да приложат методологията Scrum.

Примерният план на работа включва 4 фази, като техният обхват е съобразен с продължителността на семестъра – 15 седмици (таблица 3).

Примерен план на работа

Фаза	Цел	Дейности
Фаза 1: Подготовка и въвеждане (1-ва и 2-ра седмица)	Въвеждане в Scrum методологията и определяне на екипи	Обяснение на основните роли в Scrum: Product Owner, Scrum Master, Development Team. Провеждане на кратко обучение за запознаване с основните понятия в Scrum методологията: Product Backlog, Sprint Backlog, събития като Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review, Sprint Retrospective. Разделяне на студентите в екипи (4–6 души) и определяне на роли.
Фаза 2: Създаване на Продуктов списък (Product Backlog) (3-та и 4-та седмица)	Определяне на целта на продукта, функционалните и нефункционални изисквания към него, основните задачи и приоритети в бизнес плана	Представяне на предложения и провеждане на дискусии за генериране на идеи за софтуерен продукт. Описание на основните функционални и нефункционални изисквания на продукта. Провеждане на SWOT анализ, пазарен анализ, анализ на конкуренцията, финансов план. Създаване на продуктов списък.
Фаза 3: Спринтове и разработка (от 5-та до 13-та седмица)	Работа по задачите от продуктовия списък чрез итерации (спринтове)	Провеждане на Sprint Planning в началото на всяка седмица. Ежедневни Scrum срещи (Daily Scrum) за обсъждане на напредъка (10–15 минути онлайн чрез Google Meet). Scrum Master наблюдава процеса и подпомага екипа в премахването на пречки. Всяка седмица може да се третира като спринт. В края на всяка седмица: Sprint Review, където екипите представят завършените елементи от проекта, и Sprint Retrospective за оценка на процеса.
Фаза 4: Презентация и оценка (14-та и 15-та седмица)	Представяне на прототип на продукта и на завършения бизнес план	Екипите представят своите проекти и бизнес планове пред преподавателите и колегите си. Обсъждане и оценка въз основа на предварително зададени критерии.

Източник: Собствена разработка

За управление на проектите студентите използват софтуер като Trello, Jira, Microsoft Project или друг подобен. С негова помощ те могат по-лесно да планират и да проследяват изпълнението на задачите. Това спомага за развие на дигиталната им компетентност. Наред с това те трябва да изготвят презентации за представяне на свършената работа по време на съответния спринт – Sprint Review, на което могат да присъстват преподавателите и експерти от бизнеса.

Положителните страни, които могат да се изведат в резултат на прилагането на гъвкава методология като Scrum за организиране на учебния процес по конкретна дисциплина могат да се обобщят така:

- развитие на екипна работа и комуникация – студентите се учат да работят ефективно в екипи, като споделят идеи и намират решения на проблеми. Това се оказва трудна задача особено след изолацията по време на пандемията от Covid 19;
- повишаване на мотивацията – ясните роли и редовната обратна връзка насърчават ангажираността на студентите. Те виждат реалните резултати от своята работа и от усилията, които полагат;
- придобиване на практически умения – студентите развиват умения, които могат да приложат в реална работна среда;
- по-добро управление на времето – гъвкавите методологии са базирани на практики за

разпределяне на задачите в конкретни времеви периоди, като се започва от тези с най-висок приоритет.

По време на работа студентите са насърчавани да използват и приложения с изкуствен интелект (ИИ) като ChatGPT, Gemini, Copilot основно при изпълнение на следните дейности:

- Фаза 1 – при разделяне на студентите в екипи и определяне на техните роли. Предварително преподавателят е направил анкета за събиране на данни относно характера на студентите, техните предпочитания и интереси в областта на информационните технологии и в частност на софтуерното производство. Също така приложенията с ИИ могат да генерират лекционни слайдове или интерактивни упражнения, базирани на предоставената информация за дисциплината като по този начин подпомагат преподавателите при създаване на учебни материали.
- Фаза 2 – генериране на идеи за иновативен софтуерен продукт. С помощта им могат да се симулират реални казуси, което дава на студентите по-реална представа за практиката.
- Фаза 3 – както при планиране на спринта, така и за генериране на сценарии за провеждане Sprint Review.
- Фаза 4 – определяне на критерии за оценка на проектите и оценяване.

Анализът на резултатите от пилотното обучение съобразно предложения подход показва, че ИИ и технологиите като цяло оказват влияние върху всички сфери на живота, включително и върху образованието. Те са очаквани от обучаемите и тяхната липса ги демотивира. В същото време се оказва, че ИИ и гъвкавите методологии могат да имат своите предимства при подобряване на учебния процес. Но те трябва да са допълнение към него, а не да заменят изцяло традиционните методи на преподаване и на учене.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да се направи извода, че съвременното висше образование изисква все по-интегрирани, адаптивни и технологично насочени подходи, които да отговарят на нуждите на новото поколение студенти и на динамиката на Индустрия 5.0. Смарт класните стаи, STEAM обучението, игровизацията са само част от иновациите, които могат да променят начина, по който учащите възприемат и усвояват знания. Те предлагат динамичен и персонализиран учебен процес, който стимулира креативността, критичното мислене и самостоятелното учене.

От една страна, прилагането на гъвкавите методологии в образованието е предпоставка за повишаване на ангажираността и мотивацията на студентите. От друга страна, гъвкавите подходи осигуряват постоянна обратна връзка и възможност за адаптация спрямо индивидуалните нужди на обучаемите, което спомага за по-ефективен учебен процес.

В бъдеще интеграцията на изкуствен интелект, който допълнително персонализира обучението, съчетан с гъвкави методологии, ще позволи на университетите не само да предлагат по-подходящо и релевантно обучение, но и да подготвят студентите за предизвикателствата на високотехнологичната работна среда. Тази трансформация има потенциала да създаде учебни пространства, които са ангажиращи, интерактивни и насърчаващи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е направено благодарение на финансиране по проект НППИ-65/2023 „Изкуственият интелект в помощ на хората с увреждания при осигуряване на дигитална достъпност в процеса на обучение във висшето образование“.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Стоянов, С., Петров, А., Глушкова, Т. (2020) Мултиагентна училищна среда за игрово-базирано обучение. Сборник с доклади от Международна научна конференция TechCo 2020, Ловеч, стр. 166 – 171.
2. Стоянова, М. (2018) Приложение на концепцията за игровизация в софтуерни системи за управление на проекти. Монография на базата на защитен дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен "доктор". Варна: Знание и бизнес, Кн. 3.
3. Ackles, B. (2018) Agile development instructional framework (ADIF): A New Strategy for Student-Centered Music Education. Choral journal, Volume 59, Number 2, pp. 23 – 35.
4. Buda, A.; Pesti, C. (2024) Gamification Solution in Teacher Education. Acta Educationis Generalis, Volume 14, Issue 2; <https://doi.org/10.2478/atd-2024-0008>
5. Hsieh, C. (2021) Developing programmable robot for K12 STEAM education. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1113/1/012008>
6. Leleka, V., Loiuk, O., Maidanyk, O., Ilichuk, L., Shapochka, K. (2023) Possibilities of using smart technologies in the higher education system for high-quality training of specialists. Revista Eduweb, 17(4), pp. 165-182.
7. Watty, R., Brix, T., Hirte, U., Husung, S. (2023) Building agile product design competences in student projects. Engineering for a Changing World: Proceedings : 60th ISC, Ilmenau Scientific Colloquium, Technische Universität Ilmenau, September 04-08, 2023, <https://doi.org/10.22032/dbt.58911>

ЛЕКСЕМИ С КОРЕН *КРАШ*, ЕКСЦЕРПИРАНИ В ИНТЕРНЕТ ПРОСТРАНСТВОТО

Анита Тодоранова

Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, Велико Търново, България,
a.todoranova@ts.uni-vt.bg

РЕЗЮМЕ

Настоящият доклад разглежда процеса на асимилация на лексикалните единици с корен *краш* в съвременния български език. Думата *краш* произхожда от английския глагол *crash*, който първоначално е свързан с компютърната терминология и описва неочаквано спиране или срив в работата на компютърна система. В доклада се проследява как този термин, след като е навлязъл в речта на младите хора, става основа за образуване на нови думи българския език. Въз основа на анализа на употребите в социалните мрежи се наблюдава разширяване на значението на думата извън първоначалната ѝ употреба в технологичния контекст, както и използването ѝ за описание на различни видове „срив“ или неуспех в ежедневни ситуации.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *краш, компютърна терминология, интернет общуване.*

LEXEMES WITH THE ROOT *CRASH*, EXTRACTED IN THE ONLINE SPACE

Anita Todoranova

Veliko Tarnovo University „St. Cyril and Methodius“, Veliko Tarnovo, Bulgaria, a.todoranova@ts.uni-vt.bg

ABSTRACT

This paper examines the process of assimilation of lexical units with the root *crash* in contemporary Bulgarian. The word *crash* originates from the English verb *crash*, which was initially associated with computer terminology and describes the unexpected halt or failure of a computer system. The paper tracks how this term, after entering the speech of young people, became the basis for the formation of new words in the Bulgarian language. Based on the analysis of its usage in social media, the paper observes the expansion of the word's meaning beyond its original use in a technological context, as well as its usage to describe various kinds of “crash” or failure in everyday situations.

KEYWORDS: *crash, computer terminology, online communication.*

Момиче седи в кафене и гледа своя любим, когато приятелката ѝ пита:

– Какво става? Защо изглеждаш така?

Момичето отговаря:

– Ами... виж го! Всеки път, когато го виждам, ми крашва сърцето...

Приятелката ѝ се усмихва и казва:

– Не се притеснявай, ти не си сама. Може би той също има нужда от някаква поправка!

GhatGPT

ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието на интернет и на социалните мрежи общуването претърпя значителни промени. Все повече хора прекарват голяма част от ежедневието си онлайн, обменяйки идеи, споделяйки

опит, изразявайки мисли чрез различни платформи. В този процес постепенно и последователно започва да се формира нов език, който отразява спецификите на дигиталната комуникация.

„В този виртуален свят – отбелязва В. Найденова – личността може да не се саморазкрива. Такава една своеобразна „маска“, която участникът в електронната комуникация носи, улеснява комуникацията, премахвайки определени психологически бариери при самореализацията в интерактивните форми на общуване в интернет (чатове, форуми, електронна поща, конференции и т. н.)“ (Найденова 2021: 44). Това е и една от причините, поради които интернет езикът е динамичен и креативен, като постоянно се развива и адаптира според нуждите на онлайн потребителите. Характеризира се с използване на съкращения, емотикони, мемета и дори напълно нови изрази средства, които добавят емоционална наситеност и нюанси към текстовите съобщения – например „LOL“ (laughing out loud), „BRB“ (be right back), както и популярните емотикони и GIF-ове, които могат да изразят сложни емоции и реакции само с един символ или кратко изображение.

Младите хора често създават нови думи и фрази, които бързо стават популярни в онлайн пространството. В тази връзка Стоян Буров отбелязва: „Езикът в социалните медии – фейсбук и под., блогове, дискуссионни форуми, коментарни рубрики, а също езикът на имейлите, есемесите и др. генерират появата на така нар. „трети език“, или по-точно – поява на трета форма на езика наред с конвенционалната писмена и устна форма. Това е така нар. писмена форма на устната разговорна реч“ (Буров 2021: 50). А в статията си „Нарастване на употребата на думи от чужд произход в съвременната българска реч – причини и последици“ Л. Кирова пише: „Тук ще представя примери от устна реч и от писмена реч с характер на устна (каквато е речта в редица жанрове на интернет комуникацията)...“ (Кирова 2024: 260).

Нещо повече – съществуването на този нов език в интернет променя начина, по който хората възприемат и използват традиционния език. От една страна, днес е трудно да се мисли за комуникация без Facebook, YouTube, Twitter, Instagram и т.н., както и без думи като „шервам“, „лайквам“, „поствам“, „тагвам“..., а от друга, динамичното развитие на информационните технологии и спецификата на жаргонната лексика спомагат за демократизацията на езика (вж.: Николова 2020: 43).

Формирането на нов език в интернет пространството може да се разглежда и като културен феномен, тъй като отразява глобализацията и способността на интернет да свързва хора от различни краища на света. Езикът на интернет често смесва думи и изрази от различни езици, което създава един своеобразен глобален „дигитален диалект“.

Сред характеристиките на този т.нар. диалект са „хипер- и интертекстуалността, разговорността, вплътена в писмен вид, писменото произношение и емоциите и мимиките / жестовете, внедрени в писмения текст. Освен това важен признак е и спонтанността (иначе типична за разговорния стил) независимо от писмената му реализация. Така че интернет се превръща не само в най-пълния и най-оперативния източник на информация, но и във важно средство за комуникация (дали не е и ново средство за масова комуникация?!), което предоставя големи възможности да „говориш“ и да „бъдеш чул“ (но виртуално, за разлика от прякото общуване в реалния живот)“ (Найденова 2021: 44).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Както показва заглавието, материалът е насочен към употребите на лексемите с корен *краш* (crash) – ‘катастрофа’ (в основното си значение).

Според „Речник на новите думи в българския език“ (РНДБЕ) съществителното **краш** е със значение: „Внезапно спиране на работата на компютър, компютърна програма или преустановяване на интернет връзка, обикн. поради повреда, бъгове и др.; крашване“ (РНДБЕ 2010: 235).

В технологичен контекст и съществителното **краш**, и производните от него лексеми запазват това значение, напр.:

*Всеки път, когато се опитам да пусна играта, тя прави **краш** и ме връща на десктопа.; Най-лошото нещо при работа с този софтуер е, че случайни **крашове** могат да се случат във всеки момент.; Докато обработвах голям файл, програмата направи **краш** и се наложи да започна отначало.; След последния ъпдейт компютърът започна да прави **краш** всеки път, когато стартирам по-тежко приложение.; Непрекъснатите **крашове** на системата ми пречат да завърша проекта навреме.; Приложението **крашна** в момента, в който го отворих.; След последния ъпдейт програмата постоянно ми **крашва**.; В средата на презентацията компютърът ми **крашна** и изгубих всичко.; Системата **крашна** по време на обработката на данните и сега трябва да започнем отначало.; Опитах се да го подкарам, но съвърът ми е на ръба и може да ми **крашне** всеки момент.; Не знам защо, но браузърът ми **крашва** винаги, когато отворя този сайт.*

За представяне на ситуации, в които е/не е налице определен технически проблем, **краш** намира място и в безличните изреченски единици за наличие или липса, образувани с глаголите *има* и *няма*, напр.:

*Докато работя на компютъра, често има **краш**, когато отворя много програми едновременно.; Този софтуер е стабилен и обикновено няма **крашове** дори когато обработвам големи файлове.; Вчера по време на презентацията имаше **краш** и се наложи да рестартирам лаптопа.; След последната актуализация на програмата няма никакви **крашове**, работи перфектно!; Когато пускам по-стари версии на игри, често има **краш** по средата на играта.; Най-накрая открих версия на програмата, при която няма **краш** дори при дълга работа.*

Анализът на примерите показва, че в безличните изречения, образувани с глаголите *има* и *няма*, **краш** се използва и в по-широк смисъл – за представяне на емоционален срив или внезапно чувство на разочарование, напр.:

*Имаше **краш** при отказа от университета.*

В такъв тип безлични изречения **краш** често се използва и когато става въпрос за внезапен срив на икономиката или рязко понижение на цените на пазарите или на акциите, напр.:

*Имаше **краш** на финансовите пазари след събитията в икономиката.; Има **краш** на фондовата борса, когато няма ясна икономическа политика.; Има **краш** на финансовите пазари, когато няма подкрепа от централната банка.; Няма **краш** на пазара, когато има стабилност в лихвените проценти.*

Прави впечатление, че за изразяване на негативни емоции или неудовлетворение от работата на дадено устройство глаголът **крашва** намира място и в безлични изреченски конструкции, образувани с кратките местоименни форми *ме* и *ми*, напр.:

*Винаги **ме краишва**, когато съм на последното ниво на играта.; Моментално **ме краишва** при стартиране на програмата.; Винаги **ми краишва**, когато отворя няколко прозореца едновременно.; При включване на висококачественото видео, веднага **ми краишва**.; Постоянно **ми краишва**, когато се опитам да отворя този файл.; Всеки път, когато стартирам играта, **ми краишва** и ме изхвърля от системата.; **Краишва ми**, когато се опитам да пусна тежка програма, и не мога да работя.; Постоянно **ми краишва**, щом отворя повече от пет таба в браузъра.; **Краишва ми** при всеки опит да запазя файла и губя всичко. **Краишва ми** в момента, в който стартирам играта, и се връща на началния екран.; **Краишва ми**, ако работя дълго време без почивка, и се налага да рестартирам.*

За представяне на подобни ситуации се употребява и глаголът **краишна**, който е добре познат в икономиката за обозначаване на внезапен и драматичен спад на пазари или на стойността на активи. В такива случаи се свързва с паника и загуби, което добре илюстрира тежките последици от подобни събития, напр.:

*Фондовият пазар **краишна** след новината за глобалната икономическа рецесия.; Фондовият пазар **краишна**, предизвиквайки големи загуби.; Цените на акциите **краишнаха** за една нощ поради скандала в корпорацията.*

В ежедневната реч глаголът **краишна** се използва и за онагледяване на по-дребни, но значими за семейството, икономически събития, напр.:

*Семейният бюджет **краишна**, когато неочаквано се увеличиха разходите за сметки.*

Краишна намира широка употреба в социален или в личен контекст тогава, когато се описва емоционален или психологически „срив“ в отношенията или в настроението; внезапен и драматичен край на връзка или приятелство. Тази употреба също произтича от идеята за срив, който нарушава нормалното развитие на събитията, напр.:

*След лошата новина настроението на всички **краишна**.; След голямото неразбирателство връзката им **краишна**.; Приятелството ни **краишна** след неприятния инцидент.*

Срив, резултат от изтощение или стрес, е представен в примерите:

*След дългия ден мозъкът ми **краишна** и не можех да мисля ясно.; Концентрацията му **краишна** след дълги часове учене.; След тренировка тялото му **краишна** и не може да продължи.; През последните дни се чувстваше добре, но изведнъж енергията му **краишна**.*

Използването на **краишна** в спорта набира популярност за ситуации, в които човек изчерпи силите си по време на физическо усилие, може да се каже, че **се е краишал**. Тук значението е близко до идеята за физическо изтощение или колапс.

Глаголът **краишна** се използва и за описание на провалени планове или проекти. С употребата му се подчертава неуспехът на дадена инициатива или цел, която не е могла да бъде постигната поради неочаквани обстоятелства, напр.:

*Плановете за пътуване **краишна**, след като полетът беше отменен.; След обещаващ старт проектът **краишна** поради недостиг на финансиране.; Концертът **краишна**, когато техническото оборудване не издържа.; Изложбата **краишна** поради липса на интерес и слаба реклама.; Проектът **краишна**, когато основният спонсор се отказа.; Продажбите **краишна** поради неочаквани трудности.*

Анализираните примери ясно показват, че превес имат употребите на свършения глагол **краишна**, съпоставен с несвършения **краишвам** (което е повод за допълнителен анализ в тази посока). Твърдение, което не може да бъде отнесено към възвратните глаголи **краишна се** и **краишвам се**, както и към безличните изречения с кратките местоименни форми *ме* и *ми*. Както се вижда от приведените по-горе примери, в безличните изреченски единици се употребява единствено несвършеният глагол (**краишвам**), а що се отнася до **краишвам се** и **краишна се**, се налага изводът, че и двата възвратни глагола от видовата двойка са с голяма честота на употреба в технологичния контекст, напр.:

*Програмата **се краишна** и не мога да я отворя отново.; По средата на работата компютърът ми **се краишна** и се наложи да го рестартирам.; След последната актуализация, софтуерът **се краишна** и всички данни изчезнаха.; Програмата **се краишва** всеки път, когато се опитам да я стартирам.; Всеки път, когато работя с големи файлове, системата **се краишва** и се налага да рестартирам.; По време на играта, графичният процесор **се краишва** и играта спира неочаквано.*

Подобно на глаголите **краишна** и **краишвам**, възвратните глаголи също разширяват значението си, надхвърляйки границите на компютърната терминология, като тук отново се предпочита свършеният глагол от видовата двойка, напр.:

*Бегачът **се краишна** на последните километри от маратона.; След месеци на напрежение и стрес психически **се краишна**.; Играчът **се краишна** физически след интензивния мач.*

Макар и спорадично, но се срещат и примери с причастната форма **краишат**, напр.:

***Краишнато** е от снощи и не мога да го рестартирам; **Краишнато** е от миналата нощ и рестартът не помага.; **Краишнато** е от известно време и не мога да го оправя.*

Една от най-често срещаните нови употреби на съществителното **краиш** е със значение ‘внезапно влюбване или силно привличане към някого’, напр.:

*Имам **краиш** по колега от работа.; Гледаш ли новия сериал? Главният герой там ми е абсолютен **краиш**!; Имам нов **краиш** – човекът, който прави кафето в любимото ми място!; Виж го как се смее... **краиш** ми е от първия миг, в който го видях.; Имам нов **краиш** и не мога да спра да мисля за него.; Тя е моят **краиш** от години, но никога не съм ѝ го казал.; Всеки има по един таен **краиш**, нали?*

Интересно при тези употреби е и това, че напълно естествено се употребяват и членуваните форми на съществителното, напр.:

Краишът ми учи в съседния клас.; Не мога да повярвам, че краишът ми ми се усмихна на партито снощи.; Приятелите ми винаги ме дразнят, защото започвам да се изчервявам, когато видя краиша си.; Винаги съм твърдял, че не вярвам в любовта от пръв поглед, но това беше преди да срещна краиша си.; Краишът ми публикува нова снимка и сега цял ден съм на телефона.; Когато краишът ти те погледне и се усмихне... просто незабравимо!, което категорично показва, че тези лексикални единици бързо преминават първоначалните етапи на усвояването на чуждата лексика – т.нар. адаптация (вж.: Маринов 2018: 157); достатъчно активни са и тяхното проучване, както и изследването на комуникативната им роля, насочват към някои актуални тенденции в разговорната реч.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С навлизането на новите технологии и глобалното влияние на английския език думи като *краиш* стават част от разговорната лексика на българския език. Макар първоначално свързани с технологиите, думите с корен *краиш* днес имат широка употреба в ежедневието, излизайки извън специализираната компютърна терминология, като се свързват с широк спектър от ситуации, представлящи внезапен провал, прекъсване или „срив“ в различни сфери на живота. Лексикалните единици с корен *краиш* са подходящи за тези ситуации, тъй като носят в себе си смисъла на внезапност и неочакваност, който обикновено съпровожда провалите – независимо дали става въпрос за провал на план, „срив“ в отношенията или физическо изтощение.

Тази тенденция илюстрира как новите поколения възприемат и адаптират чуждата лексика, използвайки я за създаване на метафори и изрази, които по-лесно отразяват техния светоглед. Така лексемите с корен *краиш* се вписват в един по-широк процес на езикова иновация и глобализация, в който английските заемки бързо намират място в разговорния език и културното общуване. В този смисъл *краиш* е пример за лексикално обогатяване, което обаче поставя и предизвикателства пред традиционния речник.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Буров 2021: Буров, С. *Относно имитацията на устна реч в интернет комуникацията*. – В: Проблеми на устната комуникация, кн. 1. В. Търново: Университетско издателство „Св. св. Кирил и Методий“, 39 – 52.
2. Маринов 2018: Маринов, В. *За някои съществителни имена във влашкия диалект на гр. Брегово (Видинско)*. – В: *Studia Philologica*, кн. 1. В. Търново: Университетско издателство „Св. св. Кирил и Методий“, 155 – 162.
3. Найденова 2021: Найденова, В. *Специфика на интернет дискурса в ролята му на нов функционален стил на книжовния език*. – В: *Zbornik Radova MES No. 7*, 43 – 51.
4. Николова 2020: Николова, Д. *Компютърният жаргон като част от обучението по руски език*. – В: Образование и квалификация на педагогическите кадри. Приложно-практически аспекти. Шумен: Университетско издателство „Епископ К. Преславски“, 39 – 57.
5. РНДБЕ 2010: *Речник на новите думи в българския език*. София: „Наука и изкуство“.

FROM STRATEGY TO ROI: ADVANCED CLOUD MIGRATION METHODS ACCELERATING DIGITAL TRANSFORMATIONS

Ivaylo Dimitrov¹

¹ University of Economics, Varna, Bulgaria, idimitrov.966@ue-varna.bg

ABSTRACT

Cloud migration has become a core strategy for enterprises to stay competitive in today's dynamic environment. This paper explores advanced cloud migration methods that expedite business transformation by reducing time-to-value, improving efficiency, and ensuring quality. While cloud migration inquiries once focused on feasibility, businesses now emphasize alignment with strategic objectives, timelines, ROI, and quality assurance. This study presents an advanced framework that integrates business goals into each stage of the cloud migration process, starting with an assessment of both technical needs and expected business outcomes, such as efficiency gains and cost savings. Practical implementation examples, like automated workload assessments and phased migration strategies, are highlighted to meet the demand for faster, predictable ROI. Key business dynamics, such as agility, scalability, and efficiency, are identified as success metrics in modern cloud initiatives.

The analysis draws on advanced methodology for accelerated cloud migrations, emphasising how automation and best practices support both technical and business needs. These advanced methods reduce the time required for cloud adoption, allowing organizations to realize benefits sooner, including enhanced agility, reduced costs, improved service quality, and stronger data-driven capabilities for better ROI.

This paper also presents the role of cloud solutions in modernising IT for educational institutions, positioning them as significant incubators of innovation. By combining theoretical insights and practical case studies, it aims to bridge strategic cloud adoption with implementation challenges, providing valuable guidance for decision-makers in business and education. The findings suggest that advanced cloud migration methods transform both technical and business landscapes, enabling organizations to respond effectively to market demands and drive continuous innovation.

The study offers a blueprint for aligning cloud strategies with measurable outcomes, ensuring migration serves as a strategic driver of digital transformation.

KEYWORDS: *Business Transformation, Efficiency, Cloud Migration, Automation, ROI (Return on Investment)*

INTRODUCTION

GenAI (Generative AI), an emerging frontier within Artificial Intelligence, is fundamentally reshaping the ways in which organizations tackle creative and strategic challenges. Distinct from traditional AI, which relies on predefined rules and models, GenAI utilizes expansive neural networks capable of discerning intricate patterns within extensive datasets. This potent technology enables the generation of new content—encompassing text, images, music, and even software code—that is both novel and contextually fitting. Through its ability to autonomously create content, it transcends the established paradigms of predictive analytics and automation, thereby unlocking new dimensions in content generation, ideation, and strategic decision-making. (Weinman, 2012)

In recent years, leading technology enterprises such as Google Cloud have pioneered the innovation of LLMs. Leveraging their extensive expertise in data management, cloud infrastructure, and machine learning, companies like Google have developed platforms including Vertex AI, empowering organizations to create, deploy, and manage GenAI models. These innovations render it

not only accessible but also strategically significant, providing enterprises with pathways to develop more dynamic and forward-thinking business solutions.

The purpose of this paper is to investigate advanced cloud migration methodologies and assess the role of GenAI in accelerating digital transformation. Specifically, the paper aims to elucidate how advanced technologies can be integrated within cloud migration frameworks to optimize workflows, elevate automation, and drive superior business outcomes. Moreover, this study addresses the responsible adoption of GenAI, stressing the imperative of balancing technological innovation with ethical responsibilities and aligning AI capabilities with overarching organizational objectives.

The scope of this research encompasses both theoretical and practical dimensions of digital transformation. It includes the examination of advanced frameworks, illustrative case studies, and the potential benefits of embedding GenAI into cloud migration strategies. The findings suggest that when deployed as part of a cloud migration strategy, significantly enhances an organization's agility, scalability, and return on investment (ROI). Ultimately, this positioning allows enterprises to succeed in increasingly competitive and dynamic markets.

1. THE EVOLUTION OF CLOUD MIGRATION

In its nascent phase, cloud migration was predominantly concerned with evaluating the feasibility of transferring workloads to cloud environments. The primary focus was on addressing challenges such as infrastructure compatibility, cost estimation, and managing operational risks. Initially, cloud migrations were largely executed using a lift-and-shift model—transferring systems directly to the cloud without substantive modifications. While this approach simplified the transition, it often resulted in cloud-based systems that were not optimally configured, leading to inefficiencies and increased costs. (Devan, Shanmugam and Tomar, 2021) Concerns regarding security and data privacy were also pervasive, as organizations grappled with how to maintain control over sensitive information within cloud ecosystems.

The evolution of enterprise demands has significantly reshaped the strategies for cloud migration. Presently, the emphasis is not solely on migration feasibility but also on ensuring alignment with broader business objectives such as agility, cost-effectiveness, scalability, and ROI. Recent advancements by Google Cloud exemplify how GenAI is revolutionizing migration strategies by integrating automation, rapid adaptation, and enhanced responsiveness to user requirements. The shift is evident in the adoption of AI-driven decision-making frameworks, where cloud migrations are strategically planned to ensure optimal efficiency and alignment with enterprise goals (Rani, 2024).

GenAI represents the next frontier in addressing complexities that traditional migration approaches have struggled to overcome. Platforms such as Google Cloud's Vertex AI exemplify the transformative impact on migration processes by automating workload assessments, refining architectural design, and predicting workload performance outcomes post-migration. By embedding it within migration frameworks, enterprises gain the capacity to simulate migration scenarios, implement automated code modifications, and ensure congruence with business-specific requirements (Olariu, Laurentiu, 2024).

Also it transitions cloud migration from a reactive to a proactive undertaking. This proactive capacity enables businesses to foresee future requirements, thus continuously refining their migration

strategies. Such predictive insights facilitate the development of adaptable and resilient cloud architectures capable of evolving in tandem with shifting business imperatives. AI platforms are thus integral to accelerating innovation, enhancing efficiency, and reducing manual intervention, culminating in accelerated timelines for migration and value realization (Tokura, 2023).

2. ADVANCED CLOUD MIGRATION METHODS AND FRAMEWORK

Advanced cloud migration frameworks necessitate a deliberate alignment between technological migration initiatives and core business objectives. The integration of GenAI into cloud migration endeavors enables businesses to clearly define anticipated outcomes—including efficiency gains, cost reductions, and performance optimizations—from the outset. AI platforms and automation tools are instrumental in this regard, automating and streamlining complex evaluations that traditionally required significant manual effort. (Alves, 2023) For example, there is a tool that facilitates ETL conversion within cloud environments, significantly reducing the complexity and duration of migration projects.

One of the most transformative aspects of modern cloud migration frameworks is the automation of workload assessments. Tools distinguish themselves by automating workload parsing and conversions—such as transforming SQL prototypes into source ETL platforms like Azure Data Factory or other traditional examples. This capability not only enhances migration accuracy but also significantly shortens project timelines. In the case of a major banking association, such tools was able to demonstrated its efficiency by parsing and converting 634 ETL jobs with an impressive success rate of over 80%.

Phased migration strategy is a critical component of contemporary cloud migration methodologies, allowing enterprises to methodically manage risks, minimize operational disruptions, and adapt iteratively during the migration journey. (Khajeh-Hosseini, Greenwood, and Sommerville, 2010) This approach involves segmenting the migration into distinct stages, each characterized by careful planning and meticulous execution. Detailed guidance on phased migration, along with specific implementation steps, is provided in the subsequent section, 'Implementation Strategies'.

A phased migration approach mitigates risks by enabling organizations to address challenges incrementally. Beginning with a pilot phase and progressing systematically, organizations can derive insights from each stage, refine their processes, and make data-driven decisions for the subsequent phases. This method is particularly beneficial in minimizing downtime, managing organizational change, and ensuring the continuous functionality of mission-critical systems. (Staevsky, Gaftandzhieva, 2023)

GenAI on the other hand can help in facilitating the time to market and effectiveness of execution by identifying workloads and configurations that yield maximum compatibility of automated transformation. Some tools are offering capabilities that help determine workload translation and optimizing resource utilization, both during and after the migration. This contributes to minimizing post-migration performance issues and ensures the scalability of the cloud environment in alignment with changing business needs.

Post-migration, AI tools remain indispensable in monitoring and optimizing the cloud environment. Automated tools offer sophisticated features for identifying inefficiencies and

recommending improvements that align with evolving business objectives. By incorporating AI-driven analyses, organizations can sustain optimal performance, control operational expenditures, and ensure that their cloud infrastructure continues to support ongoing innovation and business growth.

3. IMPLEMENTATION STRATEGIES

3.1 Planning, Pilot, and Incremental Execution

The implementation of a phased migration strategy begins with a comprehensive planning and assessment phase. This foundational stage involves analyzing the existing IT infrastructure, identifying interdependencies between applications, and evaluating workload requirements to determine which elements are ideal candidates for early migration. A thorough understanding of these interdependencies is critical for ensuring continuity of essential applications. This phase culminates in the creation of a migration blueprint that outlines potential risks and mitigation strategies. (Mori, 2023)

Following the planning stage, a pilot migration is conducted to validate the migration approach. This pilot phase serves as a testbed for migrating a subset of workloads or applications as a proof of concept. Insights gathered during this phase help refine the broader migration strategy and identify any unanticipated issues before proceeding with a full-scale migration, thereby mitigating risks. Once the pilot migration is successfully validated, the full migration is carried out incrementally. This execution is divided into multiple, carefully managed increments, each focusing on specific workloads or datasets to minimize disruption and ensure stability.

3.2 Data Synchronization, Testing, and Monitoring

Throughout the migration, data synchronization, validation, and testing are crucial activities. Data integrity, accuracy, and consistency must be ensured as workloads are transitioned from legacy systems to cloud infrastructure. Ongoing synchronization between old and new environments guarantees coherence until the migration is fully complete. Each migration increment undergoes functional, performance, and security testing to verify operational efficacy in the cloud environment. Performance metrics are collected and analyzed to identify any necessary optimizations, ensuring that the cloud infrastructure meets efficiency and reliability standards. (Tamrakar, Sharma and Dash, 2022)

Continuous monitoring is equally important for the success of phased migration. During each stage, IT teams closely monitor workload performance, track pertinent metrics, and adjust in real-time to optimize resource allocation and maintain application stability. This proactive monitoring guarantees alignment with business needs and enables swift resolution of emerging challenges.

3.3 Post-Migration Support and Optimization

After migration, ongoing support and optimization are vital to ensure the cloud environment remains efficient and aligned with business objectives. This includes continuous monitoring, performance evaluation, and resource optimization. Enhancements may be implemented to adapt system capabilities to evolving requirements. These AI-driven evaluations assist in proactive capacity planning, cost management, and issue resolution, allowing organizations to fully leverage their cloud investments.

Post-migration activities are crucial for ensuring that the cloud environment remains efficient and aligned with business objectives. This phase includes continuous monitoring, workload

performance evaluation, and resource optimization. Enhancements may also be implemented to adapt system capabilities to evolving business requirements.

4. BENEFITS REALIZATION AND STRATEGIC OUTCOMES

Integrating GenAI within cloud migration yields numerous strategic benefits for organizations, enhancing operational agility, cost efficiency, and overall quality while aligning IT initiatives with broader business goals. Below, the key outcomes of leveraging it in cloud migration are consolidated into fewer overarching themes:

One of the primary is the substantial reduction in time-to-value. AI-driven tools facilitate rapid assessment, planning, and execution, ensuring that workloads are efficiently migrated and the cloud environment is optimized from inception. This accelerated timeline enables organizations to achieve faster realization of cloud investment benefits, gaining a competitive edge through prompt responsiveness to market dynamics. (Chanthati, 2024)

Moreover, provides enterprises with the capabilities required to establish an agile and scalable IT infrastructure. (Schubert et al., 2010) By automating optimization and resource adaptation, businesses can dynamically adjust workloads and redistribute resources, facilitating seamless capacity expansion or contraction in response to changing demands. This agility supports scaling operations and ensures the cloud environment evolves with organizational needs, ultimately bolstering competitiveness.

Achieving cost efficiency is a crucial outcome of advanced cloud migration methodologies that incorporate GenAI. By optimizing resource allocation tools can help place workloads within the most cost-effective cloud environments. GenAI's ability to automate resource management and identify areas for cost savings empowers organizations to minimize overhead while maximizing the operational value derived from their infrastructure.

In addition, smart tools enhances quality and reduces risk throughout migration. Automated assessments, conversions, and testing procedures significantly mitigate human error, ensuring greater reliability. AI-powered simulations also provide predictive quality assurance by identifying potential issues before they materialize, strengthening both resilience and performance post-migration. (Goiri, Guitart and Torres, 2010)

By aligning cloud migration initiatives with overarching business objectives, AI creates opportunities for ongoing innovation. Automating routine operational tasks frees IT teams to focus on high-value activities such as developing novel applications or enhancing customer experiences. GenAI's capacity to derive actionable insights from data and propose optimizations empowers organizations to maintain alignment with strategic imperatives, drive continuous innovation, and adapt proactively to evolving market conditions.

The adoption of advanced cloud migration frameworks, reinforced by AI, ensures that migration efforts are not only efficient but also strategically coherent with business goals. Leveraging advanced tools enables organizations to accelerate migration timelines, reduce operational expenditures, improve service quality, and build a resilient foundation for sustained innovation and growth.

By strategically aligning cloud migration initiatives with overarching business objectives, GenAI provides a fertile ground for unlocking new avenues of innovation. The automation of routine operational tasks liberates IT teams, enabling them to channel their efforts towards high-value endeavors such as the development of novel applications or the enhancement of customer-centric solutions. Furthermore, it's capacity to derive insights from vast data pools and propose optimizations

empowers organizations to drive continuous innovation, ensuring that their cloud strategies maintain congruence with broader business imperatives.

The adoption of advanced cloud migration frameworks, reinforced by GenAI, not only streamlines the complexities inherent in migration but also ensures that outcomes are strategically coherent with business goals. Leveraging it enables organizations to accelerate migration timelines, reduce operational expenditure, improve service quality, and establish a resilient foundation for sustained innovation and growth. (Bond and Andy, 2015)

CONCLUSION

In conclusion, the integration of GenAI within cloud migration represents a transformative advancement in organizational approaches to digital transformation. By harnessing advanced AI capabilities, enterprises can streamline complex migration processes, enhance automation, and significantly minimize manual intervention, thereby expediting the realization of value from cloud investments. Phased migration strategies, augmented by sophisticated platforms such as Google Cloud's Vertex AI, can provide a structured and adaptive framework that ensures minimal disruption while maximizing efficiency across each phase of migration.

The influence of GenAI extends beyond the initial migration process, encompassing continuous optimization and strategic enablement. AI-driven monitoring, performance optimization, and automation capabilities allow organizations to maintain peak operational efficiency, scalability, and cost-effectiveness long after the migration has concluded. This proactive management of cloud environments ensures that enterprises can dynamically respond to evolving market conditions while maintaining alignment with strategic goals.

Ultimately, advanced migration framework equips organizations with the tools necessary not only to transition seamlessly to the cloud but also to foster a culture of continuous innovation and derive substantive business value. As cloud technologies continue to evolve, the convergence of GenAI, systematic migration methodologies, and strategic business alignment will be instrumental in maintaining organizational competitiveness, agility, and preparedness for future challenges.

REFERENCES

1. Olariu, F. and Laurentiu, M., 2024, September. Exploring Generative AI's Impact on Facilitating the Transition of On-Premises Applications to the Cloud. In 2024 International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA) (pp. 1-6). IEEE.
2. Rani, P.S., 2024. Integrating Generative AI in Cloud Computing Architectures: Transformative Impacts on Efficiency and Innovation. Nanotechnology Perceptions, pp.1728-1742.
3. Alves, M.D., 2023. Data Migration in the Era of Digital Transformation: Migrating to Cloud-Based Solutions (Master's thesis, Universidade NOVA de Lisboa (Portugal))
4. Staevsky, N. and Gaftandzhieva, S., 2023. Cloud Migration: Identifying the Sources of Potential Technical Challenges and Issues. International Journal of Advanced Computer Science & Applications, 14(12).
5. Tokura, T., 2023. Integrating AI-Driven Resource Management Strategies in Cloud Computing for Enhanced Scalability.
6. Mori, J., 2023. Enterprise Cloud Migration: Strategies, Tools, and Challenges. Innovative Computer Sciences Journal, 9(1).
7. Chanthati, S.R., 2024. Artificial Intelligence-Based Cloud Planning and Migration to Cut the Cost

- of Cloud Sasibhushan Rao Chanthati. *American Journal of Smart Technology and Solutions*, 3(2), pp.13-24.
8. Devan, M., Shanmugam, L. and Tomar, M., 2021. AI-powered data migration strategies for cloud environments: Techniques, frameworks, and real-world applications. *Australian Journal of Machine Learning Research & Applications*, 1(2), pp.79-111.
 9. Goiri, I., Guitart, J. and Torres, J. (2010) Characterizing cloud federation for enhancing providers' profit. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Cloud Computing*. IEEE. pp. 123–130.
 10. Bond, J., Andy B. (2015) *The Enterprise Cloud: Best Practices for Transforming Legacy IT*. O'Reilly Media
 11. Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., and Sommerville, I. (2010) *Cloud Computing: A Perspective Study*. 1st International Conference on Cloud Computing
 12. Schubert, L., Jeffery, K., Neidecker-Lutz, B., Barot, P., Behr, F., Bosch, P., & Brandic, I. (2010). *The Future of Cloud Computing - Opportunities for European Cloud Computing Beyond 2010*. <http://hdl.handle.net/20.500.12708/36467>
 13. Tamrakar, S., Sharma S., Dash R. (2022) *Cloud Computing Infrastructure for Enabling Future Technology Advancement*. Nova Science Pub Inc
 14. Weinman, J. (2012) *Cloudonomics: The Business Value of Cloud Computing*. Wiley

OPTIMIZING CLOUD DATA MANAGEMENT WITH AI-DRIVEN SOLUTIONS

Iviana Hristova

University of Economics – Varna, Varna, Bulgaria, ivianahristova@ue-varna.bg

ABSTRACT

In the era of digital transformation, data has become a critical asset for organizations, driving key decision-making and strategic initiatives. As enterprises increasingly shift to cloud infrastructures, managing broad amounts of data has become a central challenge. This paper explores the transformative role of Artificial Intelligence (AI) in enhancing cloud data management processes, focusing on data integrity, predictive analytics for capacity planning, and real-time data integration. AI-driven methodologies, including machine learning and natural language processing, are discussed for their application in automating data quality management, improving resource allocation, and seamlessly integrating disparate data sources.

A significant aspect of this exploration includes Google Cloud's BigQuery, a powerful tool that integrates machine learning capabilities directly within cloud data workflows. BigQuery's ML integration allows organizations to automate data cleansing processes by detecting and correcting anomalies in real-time, thus ensuring high data accuracy and consistency across datasets. With its built-in SQL support and advanced ML functions, BigQuery enables extensive data analysis without the need for complex infrastructure, making it highly accessible for data engineers and analysts alike.

The study further highlights BigQuery's predictive analytics capabilities for capacity planning, enabling organizations to forecast data needs using techniques like time-series analysis. This predictive functionality helps businesses dynamically adjust resources to meet demand, optimizing both performance and cost. Furthermore, BigQuery supports real-time data integration, essential for high-demand applications such as financial analysis and customer engagement, where timely insights are critical. By investigating both the opportunities and limitations, this paper provides a comprehensive understanding of AI's potential in reshaping cloud data management and its future developments.

KEYWORDS: *Artificial Intelligence, Data Management, Cloud Computing, Google Cloud, BigQuery*

INTRODUCTION

In the era of digital transformation, data has become the backbone of enterprise operations, driving critical decision-making and strategic initiatives. As organizations increasingly migrate to cloud infrastructures to leverage the scalability and flexibility offered by these environments, managing enormous amounts of data effectively becomes a bigger concern. Artificial intelligence (AI) stands at the forefront of this challenge, offering innovative solutions that enhance data management through automation, optimization, and real-time processing capabilities.

This paper explores the pivotal role of Artificial Intelligence in transforming cloud data management, specifically focusing on its application in ensuring data integrity, optimizing resource allocation, and integrating disparate data sources seamlessly. As the author's PhD research is focused on data management in cloud infrastructure, this paper will explore how AI can take place in. By examining various AI-driven methodologies and real-world implementations, this discussion aims to provide a comprehensive understanding of how intelligent technologies are reshaping the landscape of cloud data management.

The main objective of this research is to explore AI technologies in cloud data management. This will be done by investigating different AI technologies (machine learning, natural language processing, neural networks) and how they are applied to enhance data management processes in cloud environments. An applicable tool for this is Google Cloud's BigQuery, which will be examined further.

The research will be focused on exploring predictive analytics for capacity planning, highlighting how AI can forecast data needs and optimize resource allocation, and real-time data processing and integration, demonstrating AI's capability to manage and integrate data flows. Another focus of the research is to address the challenges and limitations of implementing AI in cloud data management, discussing both technical and ethical considerations.

With data becoming the foundation of organizational strategy, the first step in effective cloud data management is ensuring the quality of the data itself. This is where AI-driven techniques play a transformative role.

1. AI-DRIVEN DATA QUALITY MANAGEMENT AND DATA INTEGRITY

In cloud data management, ensuring data quality is vital. AI-driven techniques, including machine learning and natural language processing, automate data quality management tasks, making it possible to detect and correct errors, inconsistencies, and duplications efficiently.

AI models, trained on large, complex datasets, can perform automated data cleansing by identifying patterns and anomalies, allowing organizations to maintain high data quality without extensive manual intervention (Deshpande, Kumar, 2018). For example, Google Cloud's BigQuery incorporates ML capabilities that automatically clean and preprocess large datasets, detecting and correcting anomalies in real-time (Ali, Hosain, Hossain, 2021). This approach is particularly advantageous in managing cloud-based data where traditional manual data cleansing would be impractical and time-intensive.

High data reliability is crucial for accurate analytics and decision-making. AI enhances data quality by identifying subtle inconsistencies, ensuring that organizations can rely on their data (Wang, Alexander, 2013). As these AI models continually process data, they improve, learning to detect complex patterns that might escape human review, leading to more streamlined, reliable data management.

While data quality is foundational, maintaining its integrity across complex cloud systems is equally critical. AI further extends its capabilities by enabling robust data integrity management. Maintaining data integrity is essential for any data-dependent organization. Data integrity, which refers to accuracy, consistency, and trustworthiness, is supported by AI's capacity to monitor data for unauthorized modifications and errors. Through continuous data scanning, AI algorithms can detect and flag inconsistencies or unauthorized alterations, which helps maintain data integrity across cloud systems.

By deploying automated integrity checks, organizations can reduce risks associated with data inaccuracies and non-compliance. AI's ability to maintain data integrity also decreases the operational burden on data management teams, enabling them to focus on strategic priorities rather than ongoing maintenance tasks.

Building on the importance of data integrity, AI's ability to cleanse data offers a proactive approach to ensure the accuracy and reliability of datasets used in decision-making processes.

3. AI TECHNIQUES FOR DATA CLEANSING

The application of AI in data cleansing involves using machine learning models to automatically clean and preprocess data, ensuring that the data used in analytics and decision-making processes is of high quality and free from errors. AI models are trained to identify outliers, incomplete or inaccurate records, and other common data quality issues that could potentially skew analysis or lead to incorrect business conclusions. These models can adapt and improve over time as they process more data, learning to identify complex patterns and subtle discrepancies that may not be apparent to

human auditors. The result is a more streamlined, efficient, and accurate data cleansing process that significantly enhances the reliability and accuracy of the data.

An applicable great tool for this is Google BigQuery, which integrates machine learning capabilities to enhance data quality management (Google Cloud, n. d.). BigQuery allows for the automatic cleaning and preprocessing of large datasets, leveraging AI to detect and correct data anomalies, inconsistencies, and inaccuracies. By using built-in machine learning functions, BigQuery helps in identifying outliers and errors that could compromise data integrity (Lichtendahl, Andrasko, 2022). These capabilities are particularly advantageous in handling large volumes of data typical in cloud environments, where manual data cleaning can be prohibitively time-consuming and prone to errors.

A compelling use case for Google BigQuery (as shown in *Figure 1 – Example workflow of processing EHR data*) in this context involves its application in healthcare data analysis. In this case, healthcare providers often need to process FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) formatted data from Electronic Health Records (EHR) to derive actionable insights while ensuring compliance with strict healthcare data standards. Using BigQuery, FHIR-formatted data is loaded into a centralized and scalable data warehouse, where AI and machine learning capabilities are employed to cleanse and preprocess the data. BigQuery’s integration with AI Platform Notebooks allows data scientists to build advanced models for anomaly detection, ensuring the data is free from inconsistencies, inaccuracies, or missing values. This cleansed data can then be used for predictive analytics, such as forecasting patient admission trends during flu season or identifying potential health risks. The seamless connection to Cloud Source Repositories ensures version control for models and queries, while the BigQuery UI enables stakeholders to visualize the results. This automated, adaptive, and efficient approach to data cleansing enhances the quality and reliability of analytics, making BigQuery a critical tool for managing complex and large-scale datasets.



Figure 1 – Example workflow of processing EHR data

Source: Google Cloud Developer Community

As these AI models process more data, they continually learn and improve, becoming better at identifying complex patterns and discrepancies that might avoid human detection. This automated and adaptive approach not only ensures high-quality data is consistently fed into analytics and decision-making processes but also enhances the overall efficiency and accuracy of data operations within cloud platforms.

Once data is cleansed and ready for use, the next challenge lies in optimizing resource allocation. Predictive analytics, powered by AI, addresses this by forecasting data demands with precision.

4. PREDICTIVE ANALYSIS FOR CAPACITY PLANNING

Predictive analytics plays a transformative role in capacity planning within cloud infrastructures, enabling organizations to make proactive decisions about resource allocation and infrastructure scaling. By analyzing historical data trends and current data usage patterns, AI models forecast future data requirements, guiding IT departments in their capacity planning efforts. This foresight helps ensure that organizations can efficiently manage their resources, avoid over-provisioning, and minimize costs while still meeting the demands of their users and applications. The ability to predict spikes in demand or growth enables companies to maintain optimal performance and service levels without interruption.

AI technologies are adept at predicting data usage and growth by employing advanced machine learning algorithms that analyze past behaviors and trends in data consumption (Kordon, 2009). These predictions are essential for organizations to understand potential future needs and prepare accordingly. For instance, AI can analyze seasonal patterns, user engagement metrics, and application performance data to predict when increased capacity might be needed (Zhang, Wang, et al, 2009). This capability allows businesses to scale resources dynamically, ensuring they are neither underutilizing nor overstretching their cloud infrastructures.

Several AI techniques are utilized for effectively forecasting data needs in cloud environments. Time series forecasting, regression models, and neural networks are commonly applied to predict future data trends (Gregory, Henfridsson, Kaganer, Kyriakou, 2020). These models take into account a variety of factors, including historical data usage, rate of data input and output, and even external variables such as market trends or organizational changes that might affect data usage. Enhanced by AI, these forecasting models are continually refined as they consume more data, improving their accuracy and reliability over time.

In

Figure 2 - Predictive analysis flow, a workflow for predictive analysis can be observed. Predicted usage and external factors can be gathered and then used with AI or ML models for forecasting. This generates historical data, or usage trends, which we can use as an example to make better solution-driven decisions.

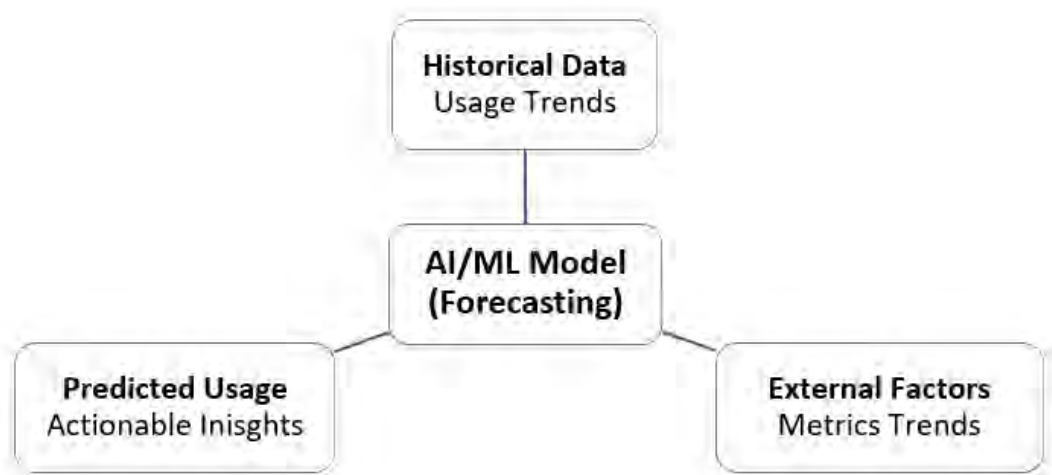


Figure 2 - Predictive analysis flow

Source: Own study

Forecasting capacity needs is only part of the equation. Real-time data processing and integration ensure that organizations can act on insights as they arise, making this another critical area of AI application.

5. REAL-TIME DATA PROCESSING AND INTEGRATION

Real-time data processing and integration are foundational for modern organizations aiming to leverage data as a strategic asset. By enabling immediate access to actionable insights, it drives enhanced decision-making, operational efficiency, and customer satisfaction (Buyya, Ranjan, 2010). Real-time systems combine advanced technologies, such as stream processing frameworks, event-driven architectures, and cloud-native platforms, to ingest, analyze, and integrate data with minimal latency. As data velocity and volume continue to grow, the role of real-time integration becomes increasingly vital in ensuring businesses remain adaptive and competitive.

In addition to enhancing operational responsiveness, real-time data processing and integration play a pivotal role in enabling predictive and prescriptive analytics. By seamlessly merging streaming data with historical datasets, these systems empower businesses to anticipate trends and proactively address challenges. Advanced AI and machine learning models further enhance these capabilities, providing deeper insights and enabling automated decision-making, making real-time integration an essential component of digital transformation strategies.

While real-time processing delivers immediate insights, integrating disparate data sources seamlessly is equally vital for holistic cloud data management. AI facilitates this integration by tackling compatibility challenges.

6. AI-FACILITATED DATA INTEGRATION

Data integration in cloud environments can be challenging due to varying data formats and sources. AI addresses these integration challenges through techniques such as data transformation, enrichment, and semantic analysis, which unify data from diverse sources.

Machine learning algorithms help overcome integration barriers by predicting and resolving compatibility issues, ensuring smooth data flow across cloud services. By automating the detection of discrepancies, AI supports consistent data integration, enabling enterprises to leverage comprehensive analytics and insights across business units (Gadde, 2024).

Several tools and technologies facilitate real-time stream processing in cloud infrastructures. Google's BigQuery, Apache Kafka, and Amazon Kinesis are prominent examples that integrate AI capabilities to handle large streams of data efficiently (Geewax, 2018). These platforms allow for the seamless ingestion, processing, and analysis of real-time data flows, supporting complex event processing and live dashboards that provide immediate insights and operational intelligence.

AI facilitates the integration of data sources within cloud infrastructures, tackling compatibility and format issues that often hinder seamless data flow (Goiri, Guitart, Torres, 2010). Through techniques such as data transformation, enrichment, and semantic analysis, AI helps unify data from various sources, making it accessible and actionable across different business units. This integration capability is essential for enterprises aiming to leverage comprehensive analytics and insights from a holistic data perspective.

AI plays a critical role in overcoming integration barriers through its ability to learn and adapt to various data environments. Machine learning algorithms can predict and resolve integration issues before they affect system performance, enhancing interoperability among cloud services. Moreover,

AI can automate the detection and correction of data discrepancies, ensuring seamless data integration and enabling more robust data governance practices.

Although AI offers significant advantages in facilitating data integration, its implementation in cloud environments is not without challenges. Addressing these challenges is crucial to fully realize the benefits of AI-driven solutions.

7. CHALLENGES AND LIMITATIONS

While AI offers significant advantages for cloud data management, it also introduces challenges that must be addressed. Technical limitations, such as the complexity of integrating AI with legacy systems and the need for large datasets for training, can hinder AI's effectiveness (Agrawal, et al, 2022). These include the complexity of integrating AI with existing legacy systems, the need for large amounts of training data to develop accurate models, and the ongoing requirement for tuning and maintenance to keep AI systems operational and up-to-date. Additionally, AI models require continual tuning and monitoring to ensure accuracy, which can be resource-intensive.

Ethical concerns are paramount in AI-driven data management, especially when dealing with sensitive information. AI must operate transparently, adhering to data protection laws and respecting user privacy. AI-based systems must be designed to operate transparently and accountably, especially when they are used to make decisions that can affect individuals' lives and privacy. There is also the risk of AI inadvertently exposing sensitive data or being used to exploit data in ways that violate privacy regulations (Deshpande, Kumar, 2018). Ensuring that AI systems respect user consent and data protection laws is crucial, necessitating robust governance frameworks and continuous compliance monitoring.

While challenges and limitations provide critical considerations for AI adoption, the conclusion highlights the transformative potential of AI in reshaping cloud data management and its promising future developments.

CONCLUSION

Throughout this research, we have explored the transformative impact of AI on data management within cloud infrastructures, highlighting its pivotal role in enhancing data quality, enabling predictive capacity planning, and facilitating real-time data processing and integration. AI's capabilities extend beyond mere automation, offering strategic insights and operational efficiencies that are vital in today's data-driven landscape. However, as we have also observed, the implementation of AI is not without its challenges. Technical complexities, ethical concerns, and privacy issues require diligent attention and ongoing management to ensure that AI systems are both effective and responsible.

Looking ahead, the future of AI in cloud data management is composed of rapid advancement. As AI technology continues to evolve, we can anticipate more sophisticated algorithms that offer greater accuracy, learning efficiency, and adaptability. The integration of AI with emerging technologies such as quantum computing and blockchain could further enhance the security and scalability of cloud-based data management systems. Additionally, advancements in federated learning and edge computing are expected to address current privacy concerns by enabling AI models to learn from decentralized data sources without compromising user confidentiality.

In conclusion, while AI offers substantial benefits to cloud data management, its full potential can only be realized through careful consideration of its challenges and limitations. By continuing to

innovate while maintaining a commitment to ethical standards and privacy protection, the future of AI in cloud data management looks both promising and exciting.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was conducted as part of the project PNI-CS24-04-DCAAITM “Development of Competencies for Applying AI Tools and Methods”.

REFERENCES

1. AGRAWAL, D. et al. (2022) Data Management in the Cloud: Challenges and Opportunities. Springer.
2. ALI, M. H., HOSAIN, M. S. and HOSSAIN, M. A. (2021) Big Data Analysis using BigQuery on Cloud Computing Platform. Australian Journal of Engineering and Innovative Technology. 3 (1). pp. 1–9.
3. BUYYA, R. and RANJAN, R. (2010) Federated resource management in grid and cloud computing systems. Future Generation Computer Systems. 26 (8). pp. 1189–1191.
4. DESHPANDE, A. and KUMAR, M. (2018) Artificial Intelligence for Big Data. Packt Publishing.
5. GADDE, H. (2024) AI-Augmented Database Management Systems for Real-Time Data Analytics. Revista de Inteligencia Artificial en Medicina. 15 (1).
6. GEEWAX, J. J. (2018) Google Cloud Platform in Action. Shelter Island, NY: Manning Publications.
7. GOIRI, I., GUITART, J. and TORRES, J. (2010) Characterizing cloud federation for enhancing providers’ profit. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Cloud Computing. IEEE. pp. 123–130.
8. GOOGLE CLOUD. BigQuery Documentation. [Online] Available from: <https://cloud.google.com/bigquery/docs> [Accessed 14/10/2024].
9. GREGORY, R. W., HENFRIDSSON, O., KAGANER, E. and KYRIAKOU, H. (2020) The Role of Artificial Intelligence and D
10. Network Effects for Creating User Value. Academy of Management Review. 45 (1). pp. 239–263.
11. KORDON, A. (2010) Applying Computational Intelligence: How to create value. Springer.
12. LICHTENDAHL, K., ANDRASKO, J. and BOATRRIGHT, B. (2022) Google Cloud Platform: BigQuery Explainable AI. SSRN Electronic Journal. [Online] Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4182743 [Accessed 10/10/2024].
13. WANG, F. and ALEXANDER, C. A. (2013) Artificial Intelligence and Big Data. IEEE Intelligent Systems. 28 (2). pp. 5–8.
14. ZHANG, X., AI, J, et al. and WANG, Z. (2009) An efficient multi-dimensional index for cloud data management. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Cloud Data Management. ACM. pp. 17–24.

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РАЦИОНАЛИЗИРАНЕ НА БИЗНЕС ПРОЦЕСИ В ПРОИЗВОДСТВЕНИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ НА ОБЛАЧНИ ТЕХНОЛОГИИ

Йордан Йорданов¹

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
jordanov.jordan@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Докладът разглежда стратегическото значение на облачните технологии за модернизацията на информационните системи в производствените предприятия. Облачните платформи позволяват реализация на иновативни идеи, предоставяйки на производствените предприятия предимство пред техните конкуренти. Изследването се фокусира върху интеграцията на различни информационно-технологични решения в персонализирана облачна система, която подобрява и усъвършенства основни бизнес процеси, свързани с крайните потребители.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: облачни технологии, рационализиране на производствен бизнес, модернизация на информационни системи

ENHANCING BUSINESS PROCESSES IN MANUFACTURING ENTERPRISES THROUGH CLOUD-BASED TECHNOLOGIES

Yordan Yordanov¹

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
jordanov.jordan@ue-varna.bg

ABSTRACT

This study investigates the strategic role of cloud technologies in the digitalization of specific business processes within manufacturing enterprises. The goal is to examine a software solution that manages diverse business operations, highlighting methods to tackle complex business logic for enhanced scalability, flexibility, and maintainability. Cloud-native services that facilitate real-time updates and enhance data accessibility are analyzed to provide an optimized end-user experience.

KEYWORDS: cloud technologies, enhancing manufacturing business processes, optimization via digital solutions

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години производствените предприятия активно се насочват към модернизация на своите информационни системи, което от своя страна позволява внедряването на иновативни технологии за рационализиране, оптимизиране и автоматизиране на различни процеси в отделни подразделения. В този контекст, един от основните аспекти е управлението на веригите за поръчки и доставки. Проблемите в тази област са разнообразни и включват липса на прозрачност, ефективност, координация между участниците. Управлението на веригите зависи пряко от съгласуването на настоящи и бъдещи действия между различните отдели на предприятието, които често използват различни вътрешни корпоративни подсистеми и канали за комуникация. Това може да усложни синхронизацията на данни, обмена на информация и

вземането на съвместни решения в реално време. Липсата на актуална информация може да доведе до повишаване на оперативните разходи и негативно да повлияе на удовлетвореността на клиентите. В контекста на управлението на веригите за доставки, приоритет е ефективното обслужване на крайните клиенти, които очакват навременни доставки и денонощна обратна връзка.

Основната теза на настоящия доклад е, че интегрирането на облачни продукти и услуги с вътрешни подсистеми на предприятие би подобрило сътрудничеството между служители и клиенти. Обект на изследване е прототип на облачна система, базирана на микроуслуги. Всяка услуга се изпълнява в отделен процес като контейнер, разположен в клъстер от виртуални машини, а информацията се визуализира чрез мобилни и уеб приложения. Целта на настоящото изследване е да се представи концепция за информационно взаимодействие между различни компоненти, които комуникират чрез технологии за изпращане, получаване и агрегиране на данни. За да се постигне тази цел е необходимо да се опише бизнес процес "от край до край", като същевременно се осигури висока производителност, надеждност и възможност за бъдещо развитие.

1. ПРОБЛЕМИ НА ИНФОРМАЦИОННОТО ОСИГУРЯВАНЕ ПРИ УПРАВЛЕНИЕ НА БИЗНЕС ПРОЦЕСИ В ПРОИЗВОДСТВЕНО ПРЕДПРИЯТИЕ

В условията на нарастваща конкуренция между производствените предприятия, управлението на веригите от поръчки и доставки е основен аспект за успех, тъй като ефективната координация и оптимизация на тези процеси могат да увеличат оперативната ефективност, да намалят разходите и да подобрят качеството на обслужване на клиентите. В научната литература съществуват множество различни дефиниции за термина вериги от доставки. Според някои автори (Vasilev and Stoyanova, 2019) веригата за доставки са „етапите, които пряко или непряко участват в изпълнението на заявките на клиента. Веригата на доставки включва не само производителя и доставчиците, но и превозвачите, складовете, търговците на дребно и самите клиенти“. Други автори (Khan and Yu, 2019) дефинират веригата за доставки като: „мрежа от съоръжения и възможности за дистрибуция, която изпълнява функциите на доставка на материали, превръщането на тези материали в междинни и готови продукти и разпространението на тези готови продукти на клиентите“. Според друга дефиниция (Jamaluddin and Saibani, 2021) веригата за доставки представлява „свкупност от процеси и ресурси, необходими за извършване и доставка на продукт на крайния потребител“ или също „канал за ефективно движение на материали, продукти, услуги или информация от доставчици към клиенти“. В настоящото изследване приемаме определението на Matinheikki et al. (2022), дефиниращо понятието като „ясно очертана верига от свързани двойки логистични звена „доставчик – получател“ (структурирани подразделения на фирмата и/или логистичните ѝ партньори), по която конкретната стока и/или услуга се доставя на крайния потребител в съответствие с неговата заявка и изисквания“.

Някои от основните компоненти на управлението на веригите от поръчки и доставки включват стратегически планирани процеси и технологични инструменти, които целят оптимизация на ресурсите, подобряване на ефективността и синхронизация на логистичните операции чрез набор от корпоративни подсистеми. Кратки описания на избрани компоненти и съответстващите им корпоративни подсистеми са представени в таблица 1.

Основни компоненти на управлението на веригата за доставки.

№	Компонент	Описание	Корпоративни подсистеми
1	Стратегия на веригата за доставки	Компонент, който установява целите и подхода, насочвайки как планирането, операциите и други процеси следва да се съгласуват.	Подсистеми за управление на качеството, взаимоотношения с клиенти и приложения за бизнес анализ
2	Планиране на веригата за доставки	Компонент, включващ прогнозиране на търсенето, разпределение на ресурсите и планиране на доставките. Той има за цел ефективно да балансира търсенето и предлагането и да подготви организацията за бъдещи нужди.	Подсистема за планиране на ресурсите на предприятието
3	Операции във веригата за доставки	Компонент, включващ ежедневни дейности като изпълнение на поръчки, производство и транспортиране на стоки и продукти.	Подсистеми за управление на склада и изпълнение на производството
4	Логистика	Транспортиране на стоки, свързан с „операции във веригата за доставки“. Осигурява се физическият поток от продукти в синхрон с планирането и стратегията.	Управление на транспорта

Източник: *Althabatah et al., 2023, Адаптирано от автора*

Изброените корпоративни подсистеми работят съвместно, съсредоточавайки се върху управлението на потока от стоки и услуги до крайните клиенти. Тези подсистеми обработват данни за производствени процеси, инвентар, финансови ресурси, клиенти, продажби, маркетингови кампании, маршрути, доставки и превозни средства. Технологични гиганти като SAP, Microsoft и Oracle предлагат продукти за управление на веригите за доставки чрез настолни системи, платформи за електронна търговия и B2B връзки. Работата на тези подсистеми не е самостоятелна, те се свързват и допълват взаимно. Въпреки това, някои специфични ИТ проблеми остават нерешени. Внедряването на корпоративни системи може да бъде продължителен процес с високи първоначални инвестиции за закупуване и лицензиране. Също така, някои по-стари системи са ограничени, тъй като не са проектирани да отговарят на динамичните нужди на съвременния бизнес. Използването на различни стандарти и формати за данни често представлява проблем за съвместимостта между различните подсистеми и външни партньори. Смятаме, че корпоративните подсистеми се адаптират сравнително трудно към нови изисквания или технологии, като „интернет на нещата“, интеграцията на когнитивни услуги и машинното обучение. Поддръжката, актуализацията и персонализирането на корпоративния софтуер представляват допълнителни проблеми.

Облачните технологии предлагат решения на тези проблеми. Чрез тях софтуерът може да се възползва от адаптация и автоматични актуализации към промените на пазара, улеснявайки внедряването на нови технологии. Облачните платформи предоставят оперативна гъвкавост и осигуряват достъп до готови за използване услуги. Това позволява на компаниите да анализират и използват данни по-ефективно, да идентифицират нови бизнес възможности и да вземат информирани решения в реално време.

2. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РАЦИОНАЛИЗИРАНЕ ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ НА ОБЛАЧНИ ТЕХНОЛОГИИ

Концепцията за облачни изчисления варира, като например National Institute of Standards and Technology (2011) определя облачните изчисления като: „Модел за позволяване на мрежов достъп, при поискване, до споделен набор от конфигурируеми изчислителни ресурси, които могат да бъдат предоставени и внедрени.“ От друга страна, организацията Cloud Native Computing Foundation (2022) предлага следната дефиниция: „Технологиите, базирани на облак, дават възможност на организациите да създават и изпълняват приложения в модерни, динамични среди като публични, частни и хибридни облаци, чрез мрежи от услуги и микроуслуги. Качества на системите са устойчивост, висока наличност и достъпност, мащабируемост и управляемост, които са от критично значение за много от бизнес единиците. Автоматизацията на тези процеси позволява на инженерите да правят промени с голямо въздействие, но с минимални усилия“. Посочените определения дават различни тълкувания, като преобладаващото е схващането, че базираните на облак системи са свързани с предимно висока производителност и ниско ниво на латентност (Vettor and Smith, 2023). Производителността измерва времето между заявката на потребителя и последващия отговор на системата. Следователно производителността действа като показател за ефективност, свързан с удовлетвореността на потребителя. Бързото време за реакция обикновено означава оптимална производителност на системата, което води до положително потребителско изживяване, докато забавянето може да е показател за неефективност. Във връзка с това, Neusser (2019) представя общ метод за концептуализиране на производителността чрез следното уравнение:

$$\text{Време за обработка} + \text{Време на изчакване} = \text{Време за отговор} \quad (1)$$

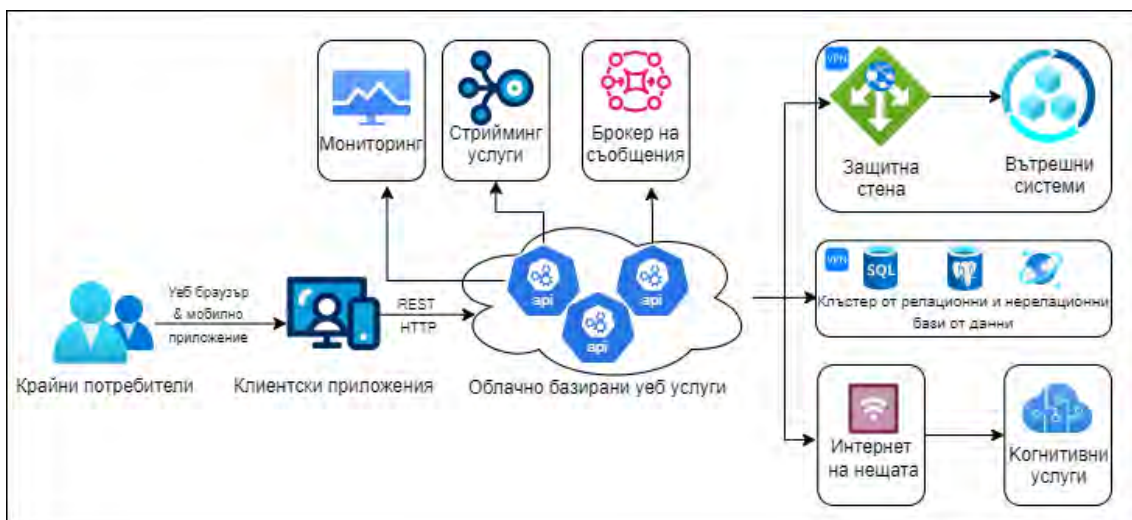
Времето за отговор включва времето от изпращане на заявка от потребителя до получаването на отговор. *Времето за обработка* е времето, необходимо на системата да изчисли резултата, а *времето на изчакване* е времето, през което заявката е в „опашка“. В система с голям трафик от данни могат да постъпят няколко заявки едновременно. Ако системата не може да ги обработи наведнъж, някои заявки трябва да изчакат, като по този начин се увеличава времето за изчакване. Ако времето за изчакване е дълго, това може да служи като показател, че системата се нуждае от по-добро балансиране на натоварването или увеличен капацитет за обработка.

В своя книга авторският колектив De La Torre, Wagner и Rousos (2023) представя обстойно изследване на основни характеристики на облачните архитектури, включващо: съвременни подходи за проектиране, микроуслуги, контейнеризация, автоматизация, базирани в облак бази от данни и брокери на съобщения. В тази връзка, ориентираният към домейн дизайн е подход за проектиране на софтуер, който насърчава създаването на облачни системи, отразяващи бизнес процесите чрез използване на т.н. „универсален език“, разбираем както за разработчиците на проекта, така и за експертите в областта на производството (Jordanov and Petrov, 2023). При този подход бизнес логиката се разделя на самостоятелни модули или микроуслуги, които могат да бъдат разработвани и внедрявани независимо, осигурявайки динамично управление на промените.

В допълнение, разделянето на отговорностите за команди и заявки (Young, 2011) отделя модулите за запис на данни от тези за четене, което позволява използването на различни технологии за различни части на системата. От друга страна, практиката за използване на източник на събития (Garverick and McIver, 2023) свързва изброените принципи с използването на облачно базирани бази от данни. Всички промени в състоянието на системата се запазват като

последователност от събития. Вместо да се записва текущото състояние на данните, всяка промяна се съхранява като отделно събитие. След това модулите за четене изграждат текущото състояние на базата на данните от записаните събития. Тези принципи са насочени към създаването на облачен софтуер с високо качество. Освен тези подходи, контейнеризацията позволява „пакетиране“ на приложения и техните зависимости, в преносими контейнери, които могат да бъдат управлявани в различни среди. В тази връзка, автоматизацията се свързва с реализирането на нови версии на приложенията и осигуряването на последователност на процесите по актуализация.

Изследването на различни литературни и интернет източници показва липсата на разработена концепция за персонализирана система, която интегрира вътрешни корпоративни подсистеми с облачни услуги. Анализирайки статии от научни списания като *Journal of Supply Chain Management*, *International Journal of Production Economics* и *Supply Chain Management: An International Journal*, както и доклади от международни конференции, включително *International Conference on Logistics and Supply Chain Management*, се наблюдават различни подходи и модели в тази насока (Verdouw et al., 2010; Cichosz et al., 2020; Agarwal, 2021). Въз основа на тези изследвания предлагаме концепция за централизирана система, представена на фигура 1, която интегрира елементи от вътрешните подсистеми на производствено предприятие с облачни услуги от тип: софтуер като услуга (SaaS), платформата като услуга (PaaS) и инфраструктура като услуга (IaaS). Важно е да се отбележи, че елементите от този концептуален модел са избрани въз основа на основните компоненти за управление на веригата за поръчки и доставки, описани в точка 1, като други подсистеми и облачни услуги са извън обхвата на настоящия доклад. Целта е да се представи прототип, който подлежи на бъдещо развитие, но едновременно с това предоставя решения на проблемите, описани в предходната глава. Освен това, моделът е проектиран да предоставя публично достъпни данни и облачни услуги до крайните клиенти, осъществявайки контрол на достъп и защита от хакерски атаки.



Фигура 1. Концептуален модел на персонализирана облачна система.

Източник: Разработка на автора

Концептуалният модел представя персонализирана и централизирана облачна система за управление. Крайните потребители взаимодействат със системата чрез клиентски приложения (уеб браузър или мобилно приложение), които комуникират с облачно базираните микроуслуги чрез REST HTTP протокол. Микроуслугите включват интерфейси за достъп до

сървърната инфраструктура, вътрешните системи, кластер от бази за съхранение на релационни и нерелационни данни, както и интеграция с устройства от тип интернет на нещата. Освен това, когнитивни услуги предоставят възможности за анализ и обработка на данни чрез изкуствен интелект и машинно обучение. В допълнение се използва мониторинг, който следи и отчита активността в системата, стрийминг услуги поддържат поточна обработка на данни в реално време, а брокер на съобщения подsigурява обмен на данни между микроуслугите. Архитектурата на тази система е проектирана с цел осигуряване на гъвкавост, мащабируемост и сигурност, което я прави подходяща за предоставяне на комплексни услуги на крайните потребители.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проучването на възможностите за рационализиране на бизнес процеси в производствени предприятия чрез прилагане на облачни технологии разглежда редица проблеми като непрозрачност и неефективност, ограничаващи оперативните способности. Изследването извежда потенциала на облачните технологии като надграждане над вътрешни корпоративни системи чрез интеграция с услуги от тип SaaS, PaaS и IaaS. Потенциалът за базирани на облак системи в производството е обширен и предразполагащ към по-нататъшно развитие.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Agarwal, C. (2021). Implementing order to cash process in SAP: An end-to-end guide to understanding the OTC process and its integration with SAP CRM, SAP APO, SAP TMS, and SAP LES. Packt Publishing.
2. Althabatah, A., Yaqot, M., Menezes, B. C., & Kerbache, L. (2023). Transformative procurement trends: Integrating Industry 4.0 technologies for enhanced procurement processes. *Logistics*, 7(3), 63
3. Cichosz, M., Wallenburg, C. M., Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, 31(2), pp. 209 – 238
4. Cloud Native Computing Foundation (2022) What is cloud native and why does it exist? Available from: <https://www.cncf.io/online-programs/what-is-cloud-native-and-why-does-it-exist/> [Accessed: 1/25/2024].
5. De La Torre, C., Wagner, B. & Rousos, M. (2023). .NET microservices. architecture for containerized .NET applications. Microsoft Learn. Available from: <https://learn.microsoft.com/enus/dotnet/architecture/microservices/> [Accessed: 6/28/2024].
6. Garverick, J. & McIver, O. D. (2023). Implementing Event-Driven Microservices Architecture in .NET 7: Develop event-based distributed apps that can scale with ever-changing business demands using C# 11 and .NET 7. Packt Publishing.
7. Heusser, M. (2019). How to achieve speedy application response times. *Software Quality*. Available from: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/tip/Acceptable-application-response-times-vs-industry-standard/> [Accessed: 7/20/2024].
8. Jamaluddin, F., Saibani, N. (2021). Systematic Literature Review of Supply Chain Relationship Approaches amongst Business-to-Business Partners. *Sustainability*, 13 (21).
9. Jordanov, J., & Petrov, P. (2023). Domain driven design approaches in cloud native service architecture. *TEM Journal*, 1985–1994.
10. Khan, S. a. R., Yu, Z. (2019). Introduction to supply chain management. *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*, pp. 1 – 22.

11. Matinheikki, J., Kauppi, K., Brandon, Jones, A., Van Raaij, E. (2022). Making agency theory work for supply chain relationships: a systematic review across four disciplines. *International Journal of Operations & Production Management*, 42 (13), pp. 299 – 334
12. Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. (NIST Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology.
13. Vasilev, J., Stoyanova, M. (2019). Information sharing with upstream partners of supply chains. *Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Geoinformatics and Remote Sensing, Vol. 19, Informatics, № 2.1*. Sofia: STEF92 Technology, pp. 329 – 336.
14. Vettor, R., & Smith, S. (2023). Architecting cloud native .NET applications for Azure. Microsoft Learn. Available from: <https://learn.microsoft.com/enus/dotnet/architecture/cloud-native/> [Accessed: 6/29/2024].
15. Verdouw, C., Beulens, A., Trienekens, J. H., Wolfert, J. (2010). Process modelling in demand-driven supply chains: A reference model for the fruit industry. *Computers and Electronics in Agriculture*, 73 (2), pp. 174 – 187
16. Young, G. (2011). *Event Centric: Finding Simplicity in Complex Systems*. Addison-Wesley Professional.

КИБЕРСИГУРНОСТТА ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА ПОТРЕБИТЕЛИТЕ

Иван Михайлов¹

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,

imihaylov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

В съвременните условия значителна част от човешката дейност се осъществява с помощта на информационните технологии. Съхраняваните и обработвани в информационните системи данни не само се увеличават като обем, но и се променят в качествено отношение. Те са ценен обект за гражданите и за обществото. В този контекст сигурността на комуникационните структури и на информационните системи се превръща в необходимо и предварително условие за по-нататъшен прогрес. Образователните институции разполагат с лични данни за своите служители и обучавани лица, както и с данни за постиганите резултати. Тези данни са ценен ресурс, който трябва да бъде опазван, подобно на финансовите активи. С две основни директиви на Европейския съюз – от 2016 и от 2022 година, се цели повишаване на общото ниво на киберсигурност в Съюза. В документите се обръща сериозно внимание на реакциите след настъпване на киберинциденти. Следователно може да се заключи, че информираността и комуникацията са едни от важните фактори за осигуряването на информационна сигурност. Основните постановки от директивите са включени и в текста на действащия от 2018 г. в България Закон за киберсигурността. Целта на настоящия доклад е въз основа на анализ на резултатите от анкета, която изследва опита на студентите с киберинциденти и на техните последващи действия, да се определи нивото на информираност на студентите относно добрите практики в тези случаи и за осведомеността им относно адекватните реакции при възникване на такива ситуации. Получените знания ще спомогнат за по-доброто разбиране на нуждата от мерки за повишаване на киберсигурността и за управление на рисковете в контекста на университетските информационни ресурси.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: киберсигурност, кибератаки, информационна сигурност, киберинциденти

CYBERSECURITY FROM THE USERS' PERSPECTIVE

Ivan Mihaylov¹

¹ University of Economics – Varna, Department of Informatics, Varna, Bulgaria,

imihaylov@ue-varna.bg

ABSTRACT

In modern conditions, a significant part of human activity is carried out with the help of information technology. The data stored and processed within information systems not only grows in volume but also changes in quality, becoming a valuable asset for both citizens and society. In this context, the security of communication infrastructures and information systems becomes a necessary prerequisite for further progress. Educational institutions hold personal data about their employees and students, as well as information on academic achievements. This data is a valuable resource that must be safeguarded in the same way as financial assets. Two key European Union directives from 2016 and 2022 aim to increase the overall level of cybersecurity across the Union, placing significant emphasis on responses following cyber incidents. Therefore, awareness and communication are essential factors for ensuring information security. The main provisions of these directives are also included in the Bulgarian Cybersecurity Act, effective since 2018.

The purpose of this report is to determine students' level of awareness regarding best practices and appropriate responses in cases of cyber incidents, based on an analysis of survey results examining students'

experiences with cyber incidents and their subsequent actions. The knowledge gained will contribute to a better understanding of the need for enhanced cybersecurity measures and risk management in the context of university information resources.

KEYWORDS: *Cybersecurity, Cyber Attacks, Information Security, Cyber Incidents*

ВЪВЕДЕНИЕ

Понятието „информационна сигурност“ не е ново. То се отнася до защитата на автоматизирано обработваната информация срещу неправомерен достъп, случайно или нарочно видоизменяне, унищожаване или разкриване на съдържанието ѝ. Още през 1998 г. в България е приета „Концепция за национална сигурност на Република България“¹. В точка 43 от Концепцията се казва, че „Опазването на националната сигурност изисква да не се допуска използването на информацията, за да се манипулира масовото съзнание. Приоритет е и да се гарантира със специален закон защитата на държавния информационен ресурс от изтичане на важна за страната политическа, икономическа, научно-техническа и друга информация.“ Също така в Концепцията ясно е казано, че ефективността на органите, които имат за задача да се грижат за информационната сигурност, зависи от „мотивацията на човешкия фактор и от наличието и точността на информация за заплахите и опасностите“. През 2011 г. е приета „Стратегия за национална сигурност на Република България“, която е актуализирана през 2018 г. и е приета „Актуализирана стратегия за национална сигурност на Република България“ с времеви хоризонт до 2025 г. В нея има раздел „Политика за киберсигурност“, който се препраща към Национална стратегия за киберсигурност „Киберустойчива България 2020“, която е актуализирана през 2021 г. – Актуализирана Национална стратегия за киберсигурност „Киберустойчива България 2023“². В т.6.3. Осведоменост, образование и обучение се акцентира на повишаването на киберкултурата чрез добавяне на аспектите на киберсигурността и отговорното и безопасно използване на интернет и новите технологични предизвикателства в програмите за начално и средно образование. Такива усилия са положени и например в учебната програма по информационни технологии за X клас е включена „Тема 3. Решаване на проблеми и безопасност“ и по-конкретно „решение на проблем, свързан с операционната система, приложения и антивирусни програми, и достъп до мрежови услуги, които се използват на конкретно работно място. Посочва начини за надеждна дигитална идентификация при използване на публични услуги.“³

В предишно наше проучване са анализирани и проучени редица нормативни актове и стандарти, засягащи въпроса за киберсигурността и информационната сигурност. Актуално и изчерпателно изследване на въпросите с киберсигурността е предложено от Юлиана Хаджичонева и Пламен Мандаджиев (2023). Авторите засягат и въпроса за необходимост от обучение както на потребителите на информационните системи, така и на ИТ специалистите в организацията.

По време на проведените проучвания стана видно, че съществуват и периодично се актуализират или публикуват нови нормативни документи, касаещи въпросите за киберсигурността както на ниво Европейски съюз, така и на национално ниво. Това се дължи на факта, че

¹ Концепция за национална сигурност на Република България, <https://www.strategy.bg/StrategicDocuments/View.aspx?lang=bg-BG&Id=655>

² <https://iaieu.egov.bg/wps/portal/agency-iaieu/cybersecurity>

³ <https://www.mon.bg/obshto-obrazovanie/uchebni-planove-i-programi-2/uchebni-planove-i-programi-poklasove/uchebni-programi-za-x-klas/>

България като пълноправен член на съюза трябва да прилага неговото законодателство като разработва необходимите нормативни документи.

Образователните институции обработват не само лични данни, но и данни, за резултатите от обучението на ученици и студенти. Освен това те са място за провеждане на научни изследвания. В този смисъл те попадат в обхвата на Директивата на ЕС 2022/2555 – приложение II Други критични сектори, сектор 7. Научни изследвания, Вид субект – Научноизследователски организации. Нарастващата заплаха кибератаки в този сектор е дискутирана от Димитров и Андреев (2023).

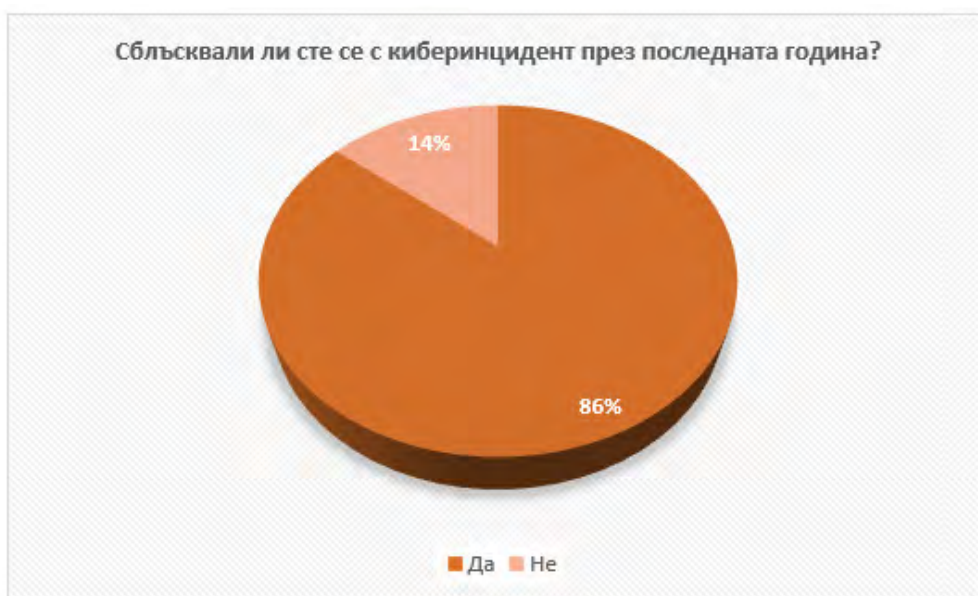
Университетите, разглеждани в ролята им на такива организации, трябва да предприемат действия за разработване и прилагане на политики за информационна сигурност. Откъде обаче трябва да се започне, кои са рисковите фактори за сигурността, които се намират вътре в организацията? Може би отговор дава Н. Димитров (2022) в предложеното от него определение за „Вътрешен контекст (на организация) – включва всички вътрешни параметри на околната среда и фактори, които влияят върху начина, по който организацията управлява риска и се опитва да постигне целите си. Той включва: вътрешните заинтересовани страни, подхода към управлението, договорните отношения, способности, култура и стандарти. Управлението включва: структурата, политиките, целите, ролите, отчетността и процеса на вземане на решения на организацията, а способностите включват: нейните знания и човешки, технологични, капиталови и системни ресурси.“ В това определение също се включват човешките ресурси.

1. ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящия доклад се обръща специално внимание на основните потребители на информационните системни в университетите – студентите. Те са представители на поколението Z, което, както всяко поколение, има своите специфични черти. Както казва Д. Георгиева (2022) „Основна характеристика на поколението Z е, че те правят всичко през смартфона си – учат, работят, комуникират, забавляват се. Те категорично считат, че новите технологии подпомагат и облекчават живота на хората.“

С цел набиране на данни относно киберинцидентите, с които се сблъскват студентите и техните последващи реакции, разработихме онлайн анкета. Тя е анонимна и включва основни въпроси относно конкретния вид на инцидента, реакцията на потребителите, комуникацията с други потребители и информиране относно случилото се.

Анкетата бе изпратена на студенти, обучаващи се в образователна и квалификационна степен „бакалавър“ (от 1 до 4 курс) в Икономически университет – Варна. Отзоваха се 71 студенти, които отговориха изчерпателно на поставените въпроси. Делът на тези от тях, които са имали проблем със сигурността е притеснително висок. Според В. Димитров (2022) липсата на информираност за кибератаки и защитата от хакери може да доведе до тежки последствия. След успешна злонамерена кибератака резултатите може да бъдат катастрофални. Възможните последствия включват загуби на активи, репутация, доверие и времето, което е необходимо за възстановяване след атаката. На фиг. 1 е представен дела на студентите, които са претърпели киберинцидент през последната година.



Фигура 1. Отговори на въпроса „Сблъскали ли сте се с киберинцидент през последната година?“

Източник: Собствена разработка

Всички от отговорилите са на възраст между 18 и 24 години, което означава, че са представители на поколението Z, което „живее“ в мобилните устройства. Това е обяснение и на резултатите на отговора „Къде се случи инцидентът?“ – 66% от анкетираните отговарят, че инцидентът е станал на мобилно устройство.

Важно е да се анализира и вида на инцидента. Резултатите показват, че най-чести са инцидентите, свързани с фишинг атаки (36%), загуба на парола или акаунт (33%), заразяване със зловреден софтуер (16%), непозволен достъп до лични данни (13%) и хакване на профил в социалните мрежи (2%). Важно е да се уточни, че респондентите са посочвали по няколко отговора на този въпрос (фиг. 2).



Фигура 2. Отговори на въпроса „Какъв вид инцидент сте преживели?“

Източник: Собствена разработка

По отношение на това дали са идентифицирали причината за настъпване на инцидент, респондентите отговарят, че не знаят, не могат да уточнят защо се е случило събитието. Това подсказва за липса на технически знания и за ниско ниво на дигитална грамотност. След анализ на отговорите може да се направи извода, че основно инцидентите се дължат на отваряне на подозрителни линкове, слаби пароли и използване на несигурни мрежи.

Комуникацията и споделянето за настъпили инциденти е важно действие с цел предотвратяване на подобни инциденти с други потребители. Реално обаче голям брой от анкетираните (45%) са предприели единствено мерки като смяна на паролата и считат, че това е достатъчно действие в отговор на киберинцидента. Едва 37% са потърсили помощ от ИТ специалист. Тези данни показват ниско ниво на доверие или липса на знания за възможностите за подкрепа.

Необходимостта от повишаване на знанията на потребителите относно защитата и възможностите за превенция на техните данни е изведена и в проучване на Mailok и колектив (2023). И в настоящото изследване се стига до извода, че е налице значителен дефицит в знанията на студентите относно основните методи на защита. Едва 12.5% от респондентите се определят като „много добре информирани“ за основните принципи на киберсигурността. Половината от участниците не знаят какво е двуфакторна автентикация и считат, че използването на „силни“ според тях пароли е достатъчна мярка за защита срещу кибератаки. В друго проучване на Garba и колектив (2020) авторите също достигат до необходимостта от обучения на студентите по основни елементи от киберсигурността и липсата на активни образователни програми за повишаване на знанията им.

Положително може да се оцени факта, че интересът към подобряване на знанията уменията по киберзащита и възможностите за спазване на киберхигиена сред студентите е висок. Резултатите показват, че 82% от анкетираните заявяват, че биха се включили в обучения или семинари по киберсигурност. Бариера може да се окаже цената. Университетите, които предлагат специалности, свързани с информационните технологии, вероятно разполагат с преподаватели, които под натиска на съвременната ситуация, в някаква степен се интересуват и са запознати с добрите практики в областта на информационната сигурност. В тези университети може да се разработят и предложат такива обучения. Те могат да бъдат и част от някои изучавани от студентите дисциплини. Освен това, благодарение на все по-тесните партньорства между различните университети в страната и между университетите и гимназиите, може да се предприемат такива съвместни инициативи.

На проведената през месец октомври 2024 г. Осма национална кръгла маса „ИТ иновации във висшето образование 2024“⁴ в ИУ – Варна, присъстваха представители на различни университети от страната. В резултат на работата по време на научния форум участниците стигнаха до извода, че осигуряването на високо ниво на информационната сигурност и на киберзащитата е непосилна за отделните организации задача. Освен това индивидуалните действия не биха били толкова ефективни, колкото съвместните усилия, комуникацията и непрекъснатото сътрудничество между образователните институции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на резултатите спомага за идентифицирането на области, където е необходимо да се насърчи обучението и осведомеността за киберсигурността сред студентите. Добива се

⁴ Осма национална кръгла маса „ИТ иновации във висшето образование 2024“, <https://ue-varna.bg/bg/news/natsionalna-kragla-masa-it-inovatsii-vav-vissheto-obrazovanie-2024/2948>

представа за нагласите и преживяванията на студентите относно киберсигурността и рисковете в онлайн пространството. В тази връзка настоящото изследване може да помогне на образователните институции (и не само) при разработването на политики за информационна сигурност. Наличието и спазването на такива политики е сериозно предизвикателство и са необходими значителни усилия, време и финансови средства за постигане на работещи инструменти. Сериозно внимание трябва да се обърне на осведомеността на потенциалните потребители на информационните системи, техните отговорности относно опазването и защитата на данните.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е направено в рамките на НППД-334 „Изграждане на облачна инфраструктура за целите на дигиталната трансформация в условията на смесено обучение“.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиева, Д. (2022) Поколение Z, бъдещите специалисти в областта на счетоводството. Сборник с доклади от научно-практическа конференция „Счетоводното образование като комплекс от знания, умения и компетентности“. <https://www.cceol.com/search/chapter-detail?id=1117530>
2. Димитров, В. (2022) Основи на киберсигурността. София: Авнгард Прима.
3. Димитров, Д., Андреев, Е. (2023) Нарастващата заплаха от кибератаки срещу научния сектор. SES 2023 Nineteenth International Scientific Conference SPACE, ECOLOGY, SAFETY 24 – 26 October 2023, Sofia, Bulgaria. https://www.researchgate.net/publication/375160133_THE_GROWING_THREAT_OF_CYBER_ATTACKS_AGAINST_THE_SCIENTIFIC_SECTOR
4. Димитров, Н. (2022) Управление на риска за сигурността в центъра за компетентност КВА-ЗАР. Изд. Висше военноморско училище „Н. Й. Вапцаров“, Варна. https://www.researchgate.net/publication/376892279_UPRAVLENIE_NA_RISKA_ZA_SIGURNOSTTA_V_CENTRA_ZA_KOMPETENTNOST_KVAZAR
5. Хаджичонева, Ю., Мандаджиев, П. (2023) Управлението на киберсигурността: мисията става спешна. Международна научна конференция „Права и сигурност“. https://www.researchgate.net/publication/375547778_UPRAVLENIETO_NA_KIBERSIGURNOSTTA_MISIATA_STAVA_SPESNA_MANAGING_CYBER_SECURITY_THE_MISSION_BECOMES_URGENT#fullTextFileContent
6. Garba, A., A., Siraj, M., M., Othman, S., H. Musa, M., A. (2020) A Study on Cybersecurity Awareness among Students in Yobe State University, Nigeria: A Quantitative Approach. International Journal on Emerging Technologies, 11(5), 41-49. https://www.researchgate.net/publication/343600853_A_Study_on_Cybersecurity_Awareness_Among_Students_in_Yobe_A_Quantitative_Approach
7. Mailok, R., Hassan, H., Said, C.S., Hashim, M. (2023) Assessing the levels of knowledge of personal data protection among students. International Journal on Social and Education Sciences (IJonSES), 5(4), 879-892. <https://doi.org/10.46328/ijonsets.610>

ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА АЛГОРИТМИТЕ ЗА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Николай Николов¹

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
nikolay.nikolov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Настоящият доклад изследва теоретичните принципи, които стоят в основата на алгоритмите за изкуствен интелект (ИИ). Фокусът е поставен върху математическите и алгоритмичните модели, които позволяват на машините да придобиват, представят и използват знания. Разглеждат се концепции от линейна алгебра, теория на вероятностите и статистика, които са критични за разбирането на машинното обучение и дълбоките невронни мрежи. Анализират се различни методи за обучение, включително контролирано, неконтролирано и усилващо обучение. Докладът също така обсъжда ролята на алгоритмичната сложност и изчислителната ефективност при разработката на мащабируеми ИИ системи. В заключение се представят бъдещи направления и изследователски въпроси, свързани с теоретичните аспекти на изкуствения интелект.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: *изкуствен интелект, алгоритми, машинно обучение, невронни мрежи.*

THEORETICAL FOUNDATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nikolay Nikolov¹

¹ Department of Informatics, University of Economics - Varna, Varna, Bulgaria,
nikolay.nikolov@ue-varna.bg

ABSTRACT

This paper explores the theoretical principles underlying artificial intelligence (AI) algorithms. The focus is on the mathematical and algorithmic models that enable machines to acquire, represent, and utilize knowledge. Concepts from linear algebra, probability theory, and statistics, which are critical for understanding machine learning and deep neural networks, are examined. Various learning methods, including supervised, unsupervised, and reinforcement learning, are analyzed. The paper also discusses the role of algorithmic complexity and computational efficiency in the development of scalable AI systems. In conclusion, future directions and research questions related to the theoretical aspects of artificial intelligence are presented.

KEYWORDS: *artificial intelligence, algorithms, machine learning, neural networks.*

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десетилетия изкуственият интелект (ИИ) премина от теоретична концепция към всеобхватна технология, която влияе върху различни аспекти на съвременния живот. Теоретичните основи на алгоритмите за ИИ са от съществено значение за разбирането на това как интелигентните системи учат, адаптират се и вземат решения. Дълбокото познаване на тези основи позволява на изследователите и практиците да разработват по-стабилни, ефективни и етични ИИ системи.

Областта на ИИ е по своята същност интердисциплинарна, обединявайки концепции от компютърните науки, математиката, статистиката и когнитивните науки. Фундаментални теории като теорията на изчислителното обучение (Valiant 1984), статистическата теория на обучението (Vapnik 1995) и вероятностното разсъждение (Pearl 1988) значително допринесоха за развитието на алгоритмите за ИИ.

С появата на дълбокото обучение ИИ претърпя революция, въвеждайки сложни архитектури на невронни мрежи, способни да учат йерархични представяния (LeCun, Bengio и Hinton 2015). Разбирането на математическите основи на тези модели е от критично значение за напредъка на областта и за справяне с предизвикателства, свързани с интерпретируемостта и обобщаването на моделите.

Настоящият доклад има за цел да изследва теоретичните принципи, които стоят в основата на алгоритмите за изкуствен интелект. Чрез разглеждане на ключови математически модели и алгоритмични стратегии се стреми да обясни как машините придобиват, представят и използват знания. Ще бъдат разгледани концепции от линейна алгебра, теория на вероятностите и оптимизационни методи, които са критични за машинното обучение и невронните мрежи. Освен това ще бъдат анализирани различни парадигми на обучение, включително контролирано, неконтролирано и усилващо обучение, и ще се обсъди ролята на алгоритмичната сложност при разработката на мащабируеми ИИ системи.

1. МАТЕМАТИЧЕСКИ ОСНОВИ НА АЛГОРИТМИТЕ ЗА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Разбирането на математическите принципи е от съществено значение за разработването и анализирването на алгоритми за изкуствен интелект. Три основни области допринасят за тази основа: линейна алгебра, теория на вероятностите и оптимизационни методи.

1.1. Линейна алгебра

Линейната алгебра предоставя инструменти за представяне и обработка на данни чрез вектори и матрици. Тези структури са ключови при разработката на модели за машинно обучение и невронни мрежи (Strang, 2016). Например, матричните операции се използват за изчисляване на изходите на слоевете в невронните мрежи.

Векторите и матриците са основни елементи за представяне на данни в пространството на характеристиките. Собствените стойности и собствени вектори са критични при намаляване на размерността и анализа на данни чрез методи като анализ на главните компоненти (PCA) (Jolliffe, 2002). Тези концепции позволяват извличане на най-съществената информация от големи и сложни набори от данни.

1.2. Теория на вероятностите и статистика

Теорията на вероятностите позволява моделиране на неопределеността и случайността в данните. Статистическите методи са от съществено значение за оценка на моделите и правене на изводи от данните (Casella и Berger, 2002). Вероятностните разпределения описват как стойностите на случайна променлива се разпределят, което е важно при моделирането на стохастични процеси.

Байесовата теория и вероятностните модели позволяват актуализиране на вероятностите въз основа на нови данни (Murphy, 2012). Това е особено полезно при разработването на адаптивни системи, които се учат в динамични среди.

1.3. Оптимизационни методи

Оптимизационните алгоритми са в основата на процеса на обучение на ИИ моделите. Градиентният спуск се използва за минимизиране на функцията на загубите чрез актуализиране на параметрите в посока на най-стръмния наклон (Ruder, 2016). Стохастичният градиентен спуск (SGD) е вариация, която използва случайни подмножества от данни за ускоряване на обучението, което е особено полезно при големи набори от данни.

2. АЛГОРИТМИ ЗА МАШИННО ОБУЧЕНИЕ

Машинното обучение е основен компонент на изкуствения интелект, който позволява на системите да се учат от данни и да правят прогнози или решения без изрично програмиране (Mitchell, 1997). Съществуват три основни парадигми на обучение: контролирано, неконтролирано и усилващо обучение.

2.1. Контролирано обучение

При контролираното обучение моделите се обучават върху етикетирани данни, където входовете са свързани с изходни стойности. Регресията предвижда непрекъснати стойности, като например линейна регресия, докато класификацията разпределя данни в дискретни категории, като използва методи като логистична регресия и опорни векторни машини (SVM) (Bishop, 2006).

2.2. Неконтролирано обучение

Неконтролираното обучение работи с неетикетирани данни и цели откриване на скрити структури или модели. Клъстеризацията групира подобни данни, като например метода k-средни (Hastie, Tibshirani и Friedman, 2009). Намаляването на размерността, като при PCA, намалява сложността на данните, запазвайки съществената информация.

2.3. Усилващо обучение

Усилващото обучение включва обучение на агент, който взаимодейства с околната среда и се учи от последствията на своите действия чрез награди или наказания (Sutton и Barto, 2018). Този подход е особено ефективен при задачи, където последователностите от решения влияят върху крайната цел.

3. НЕВРОННИ МРЕЖИ, ДЪЛБОКО ОБУЧЕНИЕ, АЛГОРИТМИЧНА СЛОЖНОСТ

Невронните мрежи са модели, вдъхновени от биологичните неврони, които са способни да учат сложни функции и представянния (Goodfellow, Bengio и Courville 2016).

3.1. Основи на невронните мрежи

Изкуствените неврони са основните единици, които приемат входове и произвеждат изходи чрез функция на активация. Многослойните персептрони (MLP) са невронни мрежи с един или повече скрити слоя, позволяващи моделиране на нелинейни зависимости (Hornik, Stinchcombe и White, 1989). Теоремата за универсална апроксимация гласи, че невронните мрежи с достатъчен брой неврони могат да апроксимират произволна непрекъсната функция (Hornik, 1991).

3.2. Архитектури на дълбоки невронни мрежи

Сверточните невронни мрежи (CNN) са специализирани за обработка на изображения, като улавят пространствени зависимости (LeCun и др., 2015). Рекурентните невронни мрежи (RNN) са подходящи за последователни данни като текст и аудио, тъй като вземат предвид времевите зависимости.

3.3. Теоретични аспекти и предизвикателства

Теорема за универсална апроксимация: Невронните мрежи с достатъчен брой неврони могат да апроксимират произволна непрекъсната функция (Hornik 1991).

Предизвикателства при обучението: Проблеми като изчезващия градиент изискват техники като нормализация на партидите (Ioffe и Szegedy 2015).

3.4 Алгоритмична сложност и ефективност

Анализът на алгоритмичната сложност е критичен за оценка на ефективността на ИИ алгоритмите, особено при работа с големи обеми данни. Голямото O обозначение се използва за

описване на производителността на алгоритмите (Cormen и др., 2009). Машабируемостта се постига чрез използване на паралелни изчисления и оптимизации, което позволява обработка на големи данни в реално време.

4. ЕТИЧНИ И СОЦИАЛНИ АСПЕКТИ. НАПРАВЛЕНИЕ ЗА РАЗВИТИЕ

Развитието на изкуствения интелект повдига важни етични въпроси, свързани с прозрачността, обяснимостта и пристрастията в алгоритмите (Floridi и др. 2018). Необходимостта от създаване на алгоритми, които са справедливи и прозрачни, е от критично значение за изграждането на отговорен ИИ. Въпросите, свързани с поверителността на данните и автоматизацията на работните места, имат значително влияние върху обществото и изискват внимателно разглеждане.

Освен това, разработването на модели, които са обясними и разбираеми за хората, е ключово предизвикателство пред интерпретируемостта на моделите. Изкуственият общ интелект (AGI), който цели създаването на системи, способни да изпълняват всяка интелектуална задача (Russell и Norvig 2020), представлява дългосрочна цел в областта на ИИ. Изследването на потенциала на квантовите компютри за ускоряване на ИИ алгоритми също е обещаващо направление, което може да доведе до значителни подобрения в производителността и ефективността.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретичните основи на алгоритмите за изкуствен интелект представляват фундаменталната рамка, върху която се изгражда цялата област на ИИ. В този доклад бяха разгледани ключовите математически концепции и алгоритмични стратегии, включително линейна алгебра, теория на вероятностите и оптимизационни методи, които са критични за разбирането и разработката на съвременните ИИ системи. Анализът на различните парадигми на машинно обучение—контролирано, неконтролирано и усилващо обучение—подчертава значимостта на подходящия избор на методология в зависимост от специфичните задачи и наличните данни.

Разглеждането на невронните мрежи и дълбокото обучение показва, че сложните архитектури и алгоритми могат да улавят нелинейни зависимости и да предоставят високи нива на точност в разнообразни приложения. Алгоритмичната сложност и ефективността на ИИ алгоритмите са от съществено значение, особено при работа с големи обеми от данни и необходимостта от реалновременни решения. Изследването на етичните и социални аспекти подчертава важността на отговорния ИИ и необходимостта от справедливи, прозрачни и обясними модели.

В бъдеще подобряването на интерпретируемостта на моделите и разработката на изкуствен общ интелект (AGI) ще бъдат ключови направления в областта на ИИ. Интегрирането на квантовите изчисления обещава значителни подобрения в производителността и способностите на ИИ алгоритмите. Задълбоченото разбиране на теоретичните основи ще продължи да бъде от решаващо значение за напредъка и устойчивото развитие на изкуствения интелект, като гарантира, че технологиите се развиват по начин, който е от полза за обществото.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е направено в рамките на проект НПИ-65/2023 „Изкуственият интелект в помощ на хората с увреждания при осигуряване на дигитална достъпност в процеса на обучение във висшето образование“.

REFERENCES / ИСПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Bishop, C.M. (2006) Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
2. Casella, G. and Berger, R.L. (2002) Statistical Inference. Duxbury Press.
3. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L. and Stein, C. (2009) Introduction to Algorithms. 3rd ed. MIT Press.
4. Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M. et al. (2018) 'AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations', *Minds and Machines*, 28(4), pp. 689–707.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016) Deep Learning. MIT Press.
6. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009) The Elements of Statistical Learning. 2nd ed. Springer.
7. Hornik, K. (1991) 'Approximation capabilities of multilayer feedforward networks', *Neural Networks*, 4(2), pp. 251–257.
8. Hornik, K., Stinchcombe, M. and White, H. (1989) 'Multilayer feedforward networks are universal approximators', *Neural Networks*, 2(5), pp. 359–366.
9. Ioffe, S. and Szegedy, C. (2015) 'Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift', *Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning*, Lille, France, pp. 448–456.
10. Jolliffe, I.T. (2002) Principal Component Analysis. 2nd ed. Springer.
11. LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. (2015) 'Deep Learning', *Nature*, 521(7553), pp. 436–444.
12. Mitchell, T.M. (1997) Machine Learning. McGraw-Hill.
13. Murphy, K.P. (2012) Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press.
14. Pearl, J. (1988) Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference. Morgan Kaufmann.
15. Ruder, S. (2016) 'An overview of gradient descent optimization algorithms'
16. Russell, S. and Norvig, P. (2020) Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson.
17. Strang, G. (2016) Introduction to Linear Algebra. 5th ed. Wellesley-Cambridge Press.
18. Sutton, R.S. and Barto, A.G. (2018) Reinforcement Learning: An Introduction. 2nd ed. MIT Press.
19. Valiant, L.G. (1984) 'A Theory of the Learnable', *Communications of the ACM*, 27(11), pp. 1134–1142.
20. Vapnik, V.N. (1995) The Nature of Statistical Learning Theory. Springer.

ГЕЙМИФИКАЦИЯ: ИНСТРУМЕНТ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА МОТИВАЦИЯТА И ПОСТИЖЕНИЯТА НА УЧЕНИЦИТЕ В ПРОФИЛИРАНОТО ОБУЧЕНИЕ ПО ИНФОРМАТИКА

Станаила Нейкова-Карагаева

Русенски университет „Ангел Кънчев“/ Катедра „Информатика и информационни технологии“, Русе, България, sneykova@uni-ruse.bg

РЕЗЮМЕ

Съвременната образователна система претърпява значителни промени в методите на обучение, подходите на преподаване и начините за взаимодействие с учащите. В контекста на профилираното обучение по информатика възниква необходимост от иновативни педагогически методи, които да повишат ангажираността и мотивацията на учениците при усвояването на учебното съдържание. Геймификацията, дефинирана като интегриране на игрови елементи в контексти, различни от игровите, се разглежда като ефективна иновативна стратегия за преодоляване на предизвикателствата на традиционните образователни подходи. Настоящият доклад изследва геймификацията като педагогически инструмент, насочен към стимулиране на мотивацията и постиженията на учениците в рамките на профилираната подготовка по информатика. Основавайки се на включването на елементи като точки, значки, нива, мисии и предизвикателства в учебния процес, концепцията цели активизиране и повишена ангажираност на учащите. Тези игрови елементи създават образователна среда, която стимулира активно участие, повишавайки интереса и мотивацията на учениците към учебния материал. Включването на игрови компоненти показва повишен интерес към съдържанието и насърчава сътрудничество и активност в класната стая. Освен това се наблюдава значително подобрене в уменията на учениците за решаване на проблеми и критично мислене — качества от съществено значение както за усвояването на теоретични знания, така и за развитието на практически умения. Обобщено, докладът подчертава високия потенциал на геймификацията за оптимизиране на учебната среда, особено в дисциплини като информатиката, където сложността на съдържанието изисква иновативни методи на обучение. Геймификационните методи показват способност да засилват активността и ангажираността на учениците, допринасяйки за по-ефективното усвояване на знания и за по-висока удовлетвореност от учебния процес.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: геймификация, ангажираност, мотивация, ученици, обучение по информатика

GAMIFICATION: A TOOL FOR ENHANCING STUDENT MOTIVATION AND ACHIEVEMENT IN PROFILING INFORMATICS EDUCATION

Stanaila Neykova-Karagaeva

University of Ruse “Angel Kanchev”/Department of Informatics and Information Technologies, Ruse, Bulgaria, sneykova@uni-ruse.bg

ABSTRACT

The modern educational system is undergoing significant changes in teaching methods and student engagement. In the context of profiling informatics education, where innovative pedagogical approaches are required to enhance student engagement and motivation, gamification provides an effective solution for overcoming the limitations of traditional methods. By incorporating points, badges, levels, and challenges, a learning environment is created that fosters active participation, interest, and collaboration among students, as

well as developing their critical thinking and problem-solving skills. In conclusion, this article highlights the potential of gamification to optimize the learning process by improving student activity and satisfaction.

KEYWORDS: *gamification, engagement, motivation, students, informatics education*

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната образователна парадигма е насочена към формиране на знания и умения у обучаемите, които да бъдат приложими в широк спектър от професионални и социални сфери. Освен това, образованието днес цели да поддържа високо ниво на ангажираност към учебния процес и да подпомага развитието на познавателната мотивация у учениците. Геймификацията, известна още като игровизация, представлява иновативен подход, който надхвърля класическото „проектиране на игри“, като се стреми да интегрира основни елементи от игровата механика в учебния процес с цел повишаване на активното участие на обучаемите. При тази образователна стратегия ключови елементи на игрите, като точки, значки и предизвикателства, се въвеждат в учебната среда, за да стимулират мотивацията и ангажираността у учениците. В контекста на обучението по информатика този подход улеснява усвояването на сложни понятия, като същевременно прави учебния процес по-интерактивен и целенасочен. Освен това, геймификацията стимулира развитието на важни когнитивни умения, като способността за решаване на проблеми, критично и творческо мислене — умения, които играят ключова роля в компютърните науки. Тези компетенции не само насърчават учащите се да анализират и синтезират информация, но и ги подготвят за адаптиране към динамичните технологии и иновации, изискващи новаторско мислене и аналитична прецизност за успешна професионална реализация. Настоящото изследване се фокусира върху влиянието на геймификацията върху мотивацията, ангажираността и образователни постижения на учениците, като проследява промените в резултатите им преди и след прилагането на игрови елементи в учебния процес.

1. ГЕЙМИФИКАЦИЯ

Геймификацията представлява използване на игрово мислене, подходи и елементи в контексти, които не са свързани с игри. Приложението на игровата механика спомага за повишаване на мотивацията и улеснява обучението както във формални, така и в неформални условия. Различните дефиниции на понятието често се припокриват и могат да бъдат обобщени по следния начин: *геймификацията е интеграция на игрови елементи и игрово мислене в дейности, които не са игри* (Kiryakova, Angelova and Yordanova, 2014).

Геймификацията е посочена като пример за иновативна педагогика, която има потенциал да трансформира образованието (Istance and Paniagua, 2019). Педагогическата иновация се свързва с иновативно и творческо обучение, което стимулира развитието на творческия потенциал чрез нови методи, инструменти и съдържание. Иновативните практики се отличават от традиционните чрез ефективното използване на нови технологии, насърчаващи уменията на 21-ви век: сътрудничество, комуникация, творчество и критично мислене. (Terzieva, Dilyanov and Rahnev, 2023).

Геймификацията често се асоциира с три основни аспекта, които формират нейната същност и ефективност в образователния процес (Istance and Paniagua, 2019):

- технологичните средства, като цифрови игри и виртуални среди;
- игровите механизми, включващи значки, цели, предизвикателства, нива и други подобни елементи;

- възможностите за интегриране на съдържанието на учебната програма от страна на преподавателите в игрови компоненти.

Геймификацията се основава на специфични характеристики на игрите, адаптирани за учебна среда с цел повишаване на мотивацията, ангажираността и постиженията на учениците. Внедрена в образователния процес тя включва елементи като точки, значки, класации и предизвикателства, всеки от които допринася за учебния процес (Abaz and Efendiler, 2023):

- **точки:** учениците печелят точки за изпълнение на задачи, което осигурява незабавна обратна връзка и стимулира ангажираността.
- **значки:** значките маркират постиженията и действат като мотиватори, признавайки овладяването на определени умения или концепции.
- **класации:** системата за класиране допълнително подкрепя ангажираността и съревнователния дух, като осигурява видима оценка на постигнатите резултати, но трябва да се използват внимателно, за да не обезсърчават ученици с по-ниски постижения.
- **предизвикателства:** представянето на задачи като предизвикателства или мисии прави ученето по-ангажиращо и стимулира решаването на проблеми.

Тези елементи създават интерактивна и мотивираща учебна среда, в която учениците могат да проследяват своя напредък, често в реално време.

2. ПРОФИЛИРАНО ОБУЧЕНИЕ ПО ИНФОРМАТИКА

Министерството на образованието и науката на Република България през 2018 г. въвежда специфични учебни програми за профилирано обучение на учениците във втори гимназиален етап на средното образование. Профилираната подготовка включва задълбочено изучаване на профилиращи предмети в съответния профил, развиващи комплексни компетентности.

Профилирано обучение по информатика се осъществява за учениците, избрали профил „Софтуерни и хардуерни науки“ или „Математически“ след 7-ми клас, където задължителен профилиращ предмет е информатика. В рамките на двугодишната подготовка учениците изучават шест модула: четири задължителни и два избираеми. Задължителните модули включват (Official Website of the Ministry of Education and Science of the Republic of Bulgaria, 2024):

- „Обектно ориентирано проектиране и програмиране“ и „Структури от данни и алгоритми“ (за 11-ти клас, 2020-2021 г., по 72 часа годишно);
- „Релационен модел на бази от данни“ и „Програмиране на информационни системи“ (за 12-ти клас, 2021-2022 г., съответно 72 и 52 часа годишно).

Избираемите модули се разработват на училищно ниво от педагогическия екип, което позволява адаптиране на съдържанието към нуждите на учениците и стимулира интеграцията на нови методи и технологии, като същевременно отговаря на националните стандарти (Neukova-Karageva and Tsankov, 2023).

3. ГЕЙМИФИКАЦИЯ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ИНФОРМАТИКА

Профилираното обучение по информатика изисква висока познавателна ангажираност от страна на учащите, особено в ключови области като алгоритмично проектиране, програмиране, оптимизация на алгоритми, управление и организиране на данни и други. Овладяването на тези концепции често изисква многократно приложение и задълбочено разбиране на сложни теоретични основи. Геймификацията ефективно подпомага тази ангажираност, като разделя обемните сложни теми на по-малки, постижими цели, които насърчават активното учене. Чрез използването на игрови елементи като точки и значки, присъждани за успешно

решаване на кодови задачи и изпълнение на програмни упражнения, тя предоставя незабавна обратна връзка, която поддържа фокуса и мотивацията за по-нататъшно развитие.

В обучението по информатика геймифицираните практики допринасят за усъвършенстване на практическите умения, чрез подхода на проба и грешка и итеративно подобрене, което улеснява задълбоченото овладяване на материала. Те развиват у учениците подход към предизвикателствата, при който неуспехът се възприема като възможност за учене, а не като пречка, стимулирайки по-задълбочено разбиране и устойчивост в учебния процес.

4. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

4.1 Методология

Изследването обхваща период от три последователни години, като всяка година в него участват по 13 ученици (общо 39). Това позволява проследяване на ефекта на геймификацията върху различни групи обучаеми с еднакви учебни изисквания. Всички групи следват идентичен учебен план, при който се прилагат едни и същи игрови елементи, за да се осигури съпоставимост на резултатите във времето и да се минимизира влиянието на външни фактори.

В началото на обучението по модул „Структури от данни и алгоритми“ учениците попълват анкета, разработена специално за нуждите на изследването. Периодът на провеждане е съобразен с различни субективни фактори, включително новия преподавател, адаптационния период и нивото на предварителни знания и умения на учениците. Тези обстоятелства са отчетени и елиминирани по време на обучението по модул „Обектно ориентирано проектиране и програмиране“, което създава условия за по-обективно и надеждно приложение на игровизацията в избрания модул. Игровите елементи се прилагат в рамките на 72 учебни часа, разпределени в 18 седмици, включващи както класически задачи, така и специфични мисии и съревнования. За всяка група продължителността на учебния период, броят на седмиците и използваните игрови механики са съобразени, за да се постигне максимално идентично приложение на метода през всяка година от изследването.

В края на обучението учениците отново попълват анкетата, за да се измерят промените вследствие на игровизацията в обучението по информатика. Отговорите в анкетата са структурирани в петобална скала, която осигурява точност при измерването на степента на мотивация, ангажираност и постижения на учениците. За целите на изследването данните са представени с диапазон от 1 до 5, което позволява изчисляването на средни стойности по всеки въпрос и предоставя възможност за прецизен количествен анализ.

Примери за използване на геймификация като средство за повишаване на мотивацията и постиженията в профилираното обучение по информатика:

- **Точки и нива за решени задачи** – учениците трупат точки за всяка успешно решена задача и достигат различни нива. По-сложните задачи носят повече точки, стимулирайки ги да поемат по-големи предизвикателства.
- **значки за специфични умения** – при постигане на конкретни учебни цели, като реализиране на рекурсивен алгоритъм или проектиране на структура от данни, учениците получават значки, например „майстор на рекурсията“.
- **турнир по дебъгинг** – учениците се състезават в откриване и коригиране на грешки в код, за което печелят точки, като най-добрите се класират и развиват уменията си по дебъгинг.
- **игрови задачи за структуриране на данни** – задачи като организиране на виртуална библиотека или управление на опашка в магазин изискват използване на структури като

стек и опашка, успешните решения се награждават с точки.

- **алгоритмични мисии** – учениците получават „мисия“ с алгоритмично предизвикателство, например намиране на най-краткия път в лабиринт. Точките се присъждат за оптимизация и ефективност на решението.
- **класации и рейтинги** – класациите отразяват успехите на учениците и ги стимулират да се съревновават и напредват в учебния процес.

Примерите илюстрират основните подходи за интегриране на геймификацията в обучението, с акцент върху стимулиране на мотивацията и подобряване на учебните резултати. Чрез различни стратегии като трупане на точки, нива, значки за специфични умения, състезания по дебъгинг, алгоритмични мисии и класации, геймификацията предоставя разнообразни методи за ангажиране на учениците и развиване на техните компетенции в профилираното обучение по информатика.

4.2 Анкета

Анкетата съдържа девет въпроса, групирани в три категории: мотивация, ангажираност и постижения. Всеки въпрос включва пет подточки, които уточняват различни аспекти на изследваната група, като към всеки е приложена скала за отговори, съобразена със съдържанието и целите на измерването. За избягване на повторения, подточките са представени обобщено в таблицата с резултати от анкетата (таблица 1).

Секция „мотивация“:

- До каква степен следните фактори ви мотивират в обучението по информатика?
- Как следните ситуации влияят на желанието ви за учене?
- До каква степен следните фактори поддържат мотивацията ви при срещане на трудности в обучението?

Секция „ангажираност“:

- Колко активно участвате в следните дейности?
- Докато работите по задача или проект, колко често извършвате следните дейности?
- Как оценявате своята ангажираност в следните аспекти?

Секция „постижения“:

- Как оценявате уменията си в следните области?
- До каква степен успявате да извършвате следните дейности?
- Как оценявате постиженията си спрямо следните критерии?

5. РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от анкетата, попълнена от учениците – преди (анкета №1) и след (анкета №2) прилагането на геймификация като метод за повишаване на мотивацията и постиженията в профилираното обучение по информатика – са обработени и представени в табличен вид (таблица 1.). За всеки въпрос в нея са изчислени средни стойности, които позволяват да се направят обобщения и да се открият основните тенденции в отговорите. Получените осреднени стойности служат като основа за задълбочени изводи и обобщения относно мотивацията, ангажираността и постиженията на учениците в профилираното обучение по информатика.

Данните от таблица по-долу (таблица 1.), ясно показват положителното въздействие на геймификацията върху мотивацията на учениците в учебния процес. Средните стойности от първоначалната анкета сочат, че учениците вече имат известна мотивация за учене, особено по отношение на задачи, които изискват разбиране на сложни концепции и създаване на

собствени проекти. Това показва, че те се чувстват по-мотивирани, когато учебният процес включва елементи на творчество и практическо приложение, както и когато има ясна връзка с бъдещата професионална реализация. След въвеждането на геймификация се наблюдава значително увеличение на мотивацията. Учениците проявяват по-голяма склонност към ангажиране с предизвикателни задачи и постигане на високи резултати, като се чувстват по-оценени и признати за усилията си. Геймификацията добавя игрови елементи като точки, значки и нива, които им осигуряват конкретни цели и бърза обратна връзка, поддържайки мотивацията на високо ниво.

Данните за ангажираността на учениците, също разкриват положителния ефект на геймификацията върху участието им в учебния процес. Преди прилагането на игрови елементи, ангажираността им е ограничена основно до стандартни дейности като задаване на въпроси и участие в дискусии. След въвеждането на геймификация ангажираността значително се повишава във всички измервани аспекти. Учениците са по-склонни да решават допълнителни задачи и да експериментират с кода, мотивирани да довеждат задачите до край и да опитват нови подходи. Геймификацията очевидно ги стимулира да проявяват инициатива и да търсят допълнителни знания, създавайки по-динамична и стимулираща учебна среда. Тази засилена ангажираност не само задълбочава разбирането им на учебния материал, но и развива способността им да се справят със задачи чрез проба и грешка.

Таблица 1.

Средни стойности на въпросите от анкетите.

№	Въпрос и елементи към въпрос	Анкета №1	Анкета №2
1.	<i>До каква степен следните фактори ви мотивират в обучението по информатика?</i>		
1.1	Разбиране на сложни концепции.	4.15	4.54
1.2	Създаване на собствени проекти.	4.46	4.69
1.3	Подготовка за професионална реализация.	4.03	4.46
1.4	Решаване на предизвикателни задачи.	3.64	4.21
1.5	Получаване на признание за постиженията.	3.85	4.15
2.	<i>Как следните ситуации влияят на желанието ви за учене?</i>		
2.1	Успешното справяне със сложна задача повишава желанието ми за учене.	4.31	4.67
2.2	Работата по реален проект увеличава интереса ми към материала.	4.26	4.74
2.3	Получаването на обратна връзка ми помага да се доразвивам.	4.05	4.67
2.4	Възможността за избор на задачи ме мотивира да уча повече.	3.85	4.10
2.5	Самостоятелното откриване на решения засилва желанието ми за учене.	3.59	4.05
3.	<i>До каква степен следните фактори поддържат мотивацията ви при срещане на трудности в обучението?</i>		
3.1	Проследяване на постепенен напредък.	3.90	4.36
3.2	Подкрепа от преподавателя.	4.15	4.46
3.3	Практическа приложимост на материала.	4.49	4.74
3.4	Възможност за експериментиране.	3.59	3.90

3.5	Ясна връзка с бъдещата реализация.	4.26	4.74
4.	Колко активно участвате в следните дейности?		
4.1	Задаване на въпроси в час.	3.85	4.26
4.2	Решаване на допълнителни задачи.	4.00	4.62
4.3	Участие в дискусии.	3.90	4.31
4.4	Помощ на съученици.	3.85	4.36
4.5	Работа по извънкласни проекти.	4.00	4.33
5.	Докато работите по задача или проект, колко често извършвате следните дейности?		
5.1	Опитвате различни подходи за решение.	4.15	4.46
5.2	Търсите допълнителна информация.	4.03	4.49
5.3	Експериментирате с кода.	3.85	4.67
5.4	Анализирате грешките си.	4.00	4.36
5.5	Довършвате задачата докрай.	4.15	4.62
6.	Как оценявате своята ангажираност в следните аспекти?		
6.1	Внимание по време на час.	3.74	4.31
6.2	Старание при изпълнение на задачите	4.36	4.62
6.3	Участие в групови дейности.	3.85	4.49
6.4	Самостоятелна подготовка.	3.80	4.31
6.5	Търсене на допълнителни ресурси.	3.64	4.54
7.	Как оценявате уменията си в следните области?		
7.1	Разбиране на теоретичните концепции.	4.15	4.62
7.2	Практически умения за програмиране.	4.03	4.46
7.3	Решаване на алгоритмични задачи.	3.85	4.49
7.4	Дебъгване и откриване на грешки.	3.74	4.15
7.5	Създаване на цялостни приложения.	3.69	4.21
8.	До каква степен успявате да извършвате следните дейности?		
8.1	Решавате задачите в определеното време.	3.85	4.66
8.2	Прилагате наученото в нови ситуации.	4.10	4.62
8.3	Откривате и поправяте свои грешки.	4.00	4.51
8.4	Помагате на други да разберат материала.	3.90	4.36
8.5	Създавате ефективни решения.	3.95	4.36
9.	Как оценявате постиженията си спрямо следните критерии?		
9.1	Лични цели.	4.21	4.56
9.2	Изисквания по учебната програма.	3.90	4.49
9.3	Сложност на материала.	3.85	4.21
9.4	Вложени усилия.	4.15	4.66
9.5	Време за подготовка.	3.64	4.54

Източник: Собствена разработка

Данните за постиженията на учениците, показват значително подобрене след прилагането на геймификация. Преди нейното въвеждане учениците демонстрират известни умения в програмирането и решаването на алгоритмични задачи, но с потенциал за развитие, особено в разбирането на по-сложни концепции и изграждането на устойчиви практически умения. След въвеждането на игрови елементи те показват по-задълбочено разбиране на теоретичните концепции и по-високо ниво на практически умения. Учениците демонстрират по-голяма увереност при изпълнение на задачи и прилагат знанията си по-успешно в нови ситуации. Геймификацията допринася не само за мотивацията на учениците, но и за развиването на устойчиви умения и компетенции, важни за успешното овладяване на учебния материал.

Таблично представените резултати предоставят важна информация за развитието на мотивацията, ангажираността и постиженията на учениците в профилираното обучение по информатика. Сравнението на средните стойности на въпросите преди и след въвеждането на геймификация разкрива значителни подобрения в тези области, подчертавайки положителния ефект на игровите елементи върху учебния процес.

Изводи от използването на геймификация в профилираното обучение по информатика:

- **Повишена мотивация:** геймификацията е добавила нови мотивиращи фактори, като видима оценка на успехите (чрез точки и нива), които създават усещане за напредък. Това е особено полезно при сложни концепции, каквито са програмирането и алгоритмите в профилираното обучение по информатика.
- **Засилена ангажираност:** игровите елементи са насърчили учениците да бъдат по-активни и по-упорити в решаването на задачи. По-високите резултати във втората анкета за експериментиране и довършване на задачи показват, че учениците са по-ангажирани и по-склонни да работят до успешното им завършване.
- **Подобрени постижения:** учениците демонстрират по-високо ниво на разбиране и умение да прилагат знанията си на практика. Геймификацията не само е увеличила интереса, но също е помогнала на учениците да се справят с учебните задачи по-интерактивен и мотивиращ начин.

Резултатите от анкетите ясно показват положителното въздействие на геймификацията върху мотивацията, ангажираността и постиженията на учениците в профилираното обучение по информатика. Сравнението на резултатите преди и след нейното прилагане разкрива, че игровите елементи правят учебния процес по-интерактивен, стимулират активното участие и развиват важни умения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геймификацията се утвърждава като ценен инструмент за подобряване на учебния процес, който не само повишава мотивацията и ангажираността на учащите, но и създава условия за по-добри резултати и устойчиво развитие на уменията. Този подход предлага иновативен модел на обучение, който може успешно да се приложи и в други дисциплини за насърчаване на активно учене и развитие на ключови компетенции. Внедряването на геймификационни стратегии цели не само повишаване на мотивацията, но и по-дълбоко разбиране и усвояване на сложни концепции в областта на информатиката.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. ABAZ, Y. end EFENDILER, Z. (2023). *The Role of Gamification in Enhancing Student Engagement in Informatics Education*. International Scientific Journal Vision. pp. 147-159.

2. ISTANCE, D., and PANIAGUA, A. (2019). *Learning to Leapfrog: Innovative Pedagogies to Transform Education*. Center for Universal Education at The Brookings Institution. Summary Findings.
3. KIRYAKOVA, G., ANGELOVA, N., and YORDANOVA, L. (2014). *Gamification in Education*. In Proceedings of 9th international Balkan education and science conference. vol. 1, pp. 679-684.
4. NEYKOVA-KARAGAEVA, S. and TSANKOV, S. (2023). *Using Recursion and Memoization in Profiling Education in Computer science*. ICERI2023 Proceedings. pp. 4462-4469.
5. Official website of the Ministry of Education and Science of the Republic of Bulgaria. (2024). [online] Available from: <https://www.mon.bg/> (Accessed: 01.11.2024)
6. TERZIEVA, T., DILYANOV, V., and RAHNEV, A. (2023). *Modeling of learning through application of pedagogical innovation*. International Scientific Conference IMEA'2023. pp. 209-217.

СЪВРЕМЕННИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ТЕСТВАНЕ НА PHP БАЗИРАНИ УЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ

Симеон Владков

Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
simeon.vladkov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Създаването на уеб приложения е сред най-динамично развиващите се направления в сферата на софтуерните разработки. Всеки ден възникват нови технологии за разработка на уеб приложения, които надграждат и подобряват вече съществуващите технологии. Един от най-често използваните и предпочитани от програмистите езици за изграждане на уеб приложения е PHP. Езикът от години поддържа над три четвърти от всички съществуващи уеб сайтове и уеб приложения в интернет. Въпреки нарастващия интерес към други езици за уеб програмиране като JavaScript и Python, PHP остава любим избор на програмисти от цял свят, поради редовната поддръжка от страна на екипа разработчици, който поддържа езика и създава новите му версии. Лесната интеграция с различни уеб сървъри и системи за управление на бази от данни, както и богатото разнообразие от работни рамки и библиотеки, превръщат PHP в подходящ инструмент за изграждане на комплексни уеб приложения. При изграждането на комплексни софтуерни системи, подсиуряването на функционалността, надеждността и цялостното качество на софтуерната разработка са от изключително значение. За целта, специалистите използват софтуерни тестове, които измерват множество показатели и дават обективна оценка за състоянието на тествания софтуер. За достигане до тази обективна оценка, тестващите използват набор от инструменти, наричан тестов пакет, който обединява различни софтуерни продукти за софтуерно тестване, с цел обстойно и цялостно тестване на разработвания софтуер. В доклада се разглеждат различните подходи и типове тестове при софтуерното тестване. Представени са съвременни библиотеки и работни рамки за софтуерно тестване на уеб приложения, създадени с PHP. Анализирани са различните аспекти на тези инструменти, дефинирайки силните и слабите им страни, и сравнявайки ефективността им в различни ситуации. Докладът има за цел да демонстрира стойността, която носи софтуерното тестване на крайния продукт, както за потребителите му, така и за разработчиците.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: уеб приложения, софтуерни тестове, PHP

MODERN TESTING TOOLS FOR PHP WEB APPLICATIONS

Simeon Vladkov

University of Economics – Varna/Department of “Informatics”, Varna, Bulgaria,
simeon.vladkov@ue-varna.bg

ABSTRACT

The creation of web applications is among the most dynamically evolving fields in software development. Every day, new technologies for web application development emerge, building upon and enhancing existing ones. One of the most commonly used and preferred programming languages for building web applications is PHP. For years, PHP has supported over three-quarters of all existing websites and web applications on the internet. Despite the growing interest in other web programming languages like JavaScript and Python, PHP remains a favourite choice for developers worldwide due to the consistent support from its development team, which maintains the language and releases new versions. Its easy integration with various web servers and database management systems, as well as the rich variety of frameworks and libraries, make PHP a suitable tool for building complex web applications. While developing complex software systems, ensuring

functionality, reliability, and the overall quality of the software is crucial. For this purpose, specialists use software tests to measure various indicators and provide an objective evaluation of the tested software. To achieve this objective assessment, testers use a set of tools known as a testing suite, which combines various software testing products to thoroughly and comprehensively test the developed software. This report examines different approaches and types of tests in software testing. It introduces modern libraries and frameworks for testing PHP web applications. The various aspects of these tools are analyzed, defining their strengths and weaknesses, and comparing their effectiveness in different situations. The report aims to demonstrate the value that software testing brings to the final product, both for its users and its developers.

KEYWORDS: *web applications, software tests, PHP*

ВЪВЕДЕНИЕ

При разработката на уеб приложения, качеството на разработваните приложения е от изключителна важност. За да осигурят високо качество на разработките си, специалистите използват софтуерни тестове, благодарение на които създават надеждни и функционални приложения. Тестването гарантира, че едно приложение отговаря на изискванията, функционира според очакванията и предоставя оптимално потребителско изживяване, дори при непредсказуеми условия. Програμισите и тестерите изследват нуждите на разработваните приложения и според тях подбират подходящи методи за тестване и типове тестове, с които да подсилят функционалността и устойчивостта на софтуера. На база избраните методи и типове тестове, специалистите селектират различни инструменти за реализиране на тестовете, чрез които се създава тестовият пакет на приложението. В контекста на PHP уеб приложенията, разработчиците разполагат с богат набор от инструменти и библиотеки, чрез които могат да реализират различни типове софтуерни тестове. Тези инструменти се допълват като функционалност, като по този начин гарантират ефикасността на тестовия пакет, който изграждат и реализират.

1. ОСНОВНИ ТИПОВЕ СОФТУЕРНИ ТЕСТОВЕ

Софтуерните тестове се разделят в две основни категории – функционални и нефункционални тестове (Eljiah, 2019). Функционалните софтуерни тестове подсилят правилното функциониране на софтуерната разработка според зададените към нея изисквания. Нефункционалните тестове не тестват пряко функционалността на приложенията, а се фокусират над други фактори, които влияят върху качеството на софтуерната разработка.

Функционалните тестове валидират начинът на работа на приложението и го сравняват с функционалните му спецификации. При функционалния подход, тестовете варират според обхвата си и се надграждат йерархично с цел тестване на цялата система (Tahvili, 2022). Най-често се използват следните типове функционални тестове:

- **Единични тестове** (unit tests) – изпълняват се върху най-малките градивни единици от кодовата база – единични функции или методи на класове. Позволяват на разработчиците да тестват изолирано всеки компонент, гарантирайки правилното му функциониране.
- **Интеграционни тестове** (integration tests) – тестват взаимодействието между отделните компоненти на приложението. Подсилят правилното движение на данни през приложението и успешната комуникация между различните части от кодовата база.
- **Регресионни тестове** (regression tests) – тестват функционалността на приложението след промени и добавяне на нови елементи към кодовата база. Предотвратяват неочаквани ефекти при обновяване на кода и гарантират качеството на приложението при

продължаваща разработка.

- **Тестове за разум** (sanity tests) – изпълняват се най-често след отстраняване на неизправности и бъгове в кодовата база. Позволяват да се оцени ефикасността и функционалността на приложението след изчистване на откритите грешки.
- **Системни тестове** (system tests) – тестват цялостната функционалност на софтуерната разработка, като проверяват дали приложението изпълнява напълно дефинираните изисквания. Изпълняват се след тестване на единичните компоненти на приложението.
- **Тестове за приемане** (acceptance tests) – определят дали приложението отговаря на потребителските нужди. Изпълняват се най-често от крайни потребители, в последните фази на функционално тестване, преди въвеждане на софтуера в експлоатация.

За разлика от функционалните тестове, нефункционалните тестове не следват стриктна йерархия или строга последователност при изпълнение. Всеки тип нефункционални тестове отговаря за различен аспект, свързан с качеството на приложението (Najihi, 2022). В практиката се използват разнообразни подходи и типове нефункционални тестове, сред които:

- **Тестове за представяне** (performance tests) – тестват скоростта и стабилността на приложението както при нормално натоварване, така и при стресови обстоятелства. Подпомагат идентифицирането на слаби (тесни) места в софтуерната разработка.
- **Тестове за натоварване** (load tests) – симулират различни типове и обеми натоварване за приложението, като по този начин тестват способността му да работи в различни ситуации, които могат да възникнат в процеса на експлоатация.
- **Тестове за скалируемост** (scalability tests) – тестват възможността за надграждане на приложението при нужда, породена от промяна в изискванията. Използват се от специалистите за изграждане на стратегия за развитие при приложения, чиято използваемост нараства бързо.
- **Тестове за сигурност** (security tests) – тестват устойчивостта на приложението към хакерски атаки. Чрез тях се идентифицират и отстраняват слабости в сигурността на приложението, като по този начин се гарантира безопасността на данните в системата.
- **Тестове за съответствие** (compliance tests) – валидират съответствието на приложението с различни закони и легални норми, както и съответствието с браншови стандарти и вътрешни политики на крайния клиент.
- **Тестове за използваемост** (usability tests) – тестват колко лесно и удобно за използване е приложението от крайния потребител. Тестват се основно потребителските интерфейси и цялостното потребителско изживяване при работа със софтуера.

Функционалните и нефункционалните тестове се различават по множество критерии (Таблица 1). Именно тези разлики позволяват на специалистите да тестват обстойно софтуерните си разработки. Тестването на множество различни аспекти на приложението води до цялостно подобряване на качеството на софтуера. В зависимост от размерите и целите на приложението, програмистите разработват подходяща стратегия за тестване, която се реализира от различни подходи и инструменти. В екосистемата на РНР, разработчиците разполагат с богато разнообразие от инструменти, които позволяват изпълняването на различни типове функционални и нефункционални тестове. Подборът на инструменти за тестовия пакет зависи както от разработвания софтуер, така и от възможностите и ограниченията на специалистите, които го създават.

Таблица 1

Критерий	Функционални тестове	Нефункционални тестове
Основна цел	Тестват дали приложението функционира според зададените изискванията	Тестват качествени атрибути на приложението като сигурност, скалируемост и използваемост
Насока	Функционалности и операции на приложението	Състоянието на приложението в различни условия
Създаване на тестове	На база функционалните и потребителските изисквания към приложението	На база стандарти за ползваемост, легални рамки и добри практики в сигурността
Начин на изпълняване на тестове	Основно ръчно, автоматизирано за по-комплексните подходи (системни тестове, тестове за приемственост)	Основно автоматизирано
Моменти на изпълняване	По време на разработката, в тестови фази след разработката	След функционалното тестване, преди въвеждане в експлоатация

Източник: Собствена разработка

2. СОФТУЕРНО ТЕСТВАНЕ НА RHP УЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ

RHP е сред най-използваните програмни езици за създаване на динамични уеб приложения. Гъвкавостта на RHP, възможността му за интеграция с различни уеб сървъри и системи за управление на бази данни, както и богатата му екосистема от библиотеки и инструменти, го превръщат в любим избор на програмистите при разработка на комплексни уеб базирани системи.

Комплексността на съвременните уеб приложения увеличава възможността за възникване на бъгове и уязвимости. Това превръща обстойното софтуерно тестване в неизменна част от жизнения цикъл на разработка на приложението. За да се създаде качествен тестов пакет, специалистите трябва да изберат инструменти за тестване, които от една страна да тестват успешно всички функционални изисквания към разработваното приложение, и от друга страна да дават адекватна оценка на ключови качествени показатели като сигурност и използваемост. В екосистемата на RHP съществуват множество утвърдени библиотеки и работни рамки за софтуерно тестване, с големи потребителски бази и редовна поддръжка от страна на разработчиците. Тези инструменти се използват в различни комбинации с цел оптимално тестово покритие на приложението. Сред най-често използваните са:

- **RHPUnit** – библиотека за създаване на unit тестове. Позволява на разработчиците да създават и изпълняват тестове за единичните компоненти на приложението (Bergmann, 2024). Предлага лесно организиране на тестовете в тестови пакети и генерира детайлни отчети при тестване. Тестовете могат да се изпълняват ръчно, както и автоматизирано, благодарение на лесната интеграция във вече съществуващи схеми за продължителна интеграция (continuous integration) по време на разработка. Библиотеката също така се интегрира лесно с други инструменти за софтуерно тестване, които я използват като основа и надграждат върху функционалността и.
- **Codeception** – работна рамка за тестване на RHP приложения. Поддържа множество типове функционални тестове и позволява цялостно тестване на функционалностите на разработката, от unit тестове до системни тестове. Предлага добри възможности за симулация на потребителска интеракция с приложението, което я превръща в подходящ инструмент за изпълняване на acceptance тестове (Codeception, 2024). При създаване на

тестовите се използва обектно-ориентиран подход, със семантичен синтаксис за удобство на програмистите. Интегрира се лесно с работни рамки за създаване на PHP уеб приложения като Laravel и Symfony, както и с други инструменти за тестване като PHPUnit.

- **Selenium** – инструмент за автоматизирано тестване на уеб приложения в различни уеб браузери (Software Freedom Conservancy, 2024). Използва се за автоматизация комплексни части от тестовите пакети, които най-често симулират потребителско поведение. Това прави Selenium подходящ инструмент за изпълняване на acceptance тестове, тестове за натоварване и тестове за използваемост в различни среди, като по този начин се гарантира съвместимостта на приложението с всички съвременни уеб браузери.
- **Behat** – инструмент за създаване на софтуерни тестове, който използва поведенческият подход на разработка (behavior-driven development). Този подход позволява писането на тестове на език, който лесно се чете от неспециалисти. Използва се синтаксисът Gherkin, чрез който на човешки четим език се описват различни сценарии, на база на които се генерират тестове (Kudryashov, 2024). По този начин се улеснява колаборацията между програмистите, инженерите по качеството и нетехническите лица.
- **Kahlan** – работна рамка за създаване на функционални и нефункционални тестове, която също използва поведенчески подход при разработка на тестовите. Предлага удобен синтаксис наречен describe-it и лесна за навигиране файлова структура (Kahlan team, 2024). Позволява на разработчиците да използват динамично имитиране (dynamic mocking), както и да заместват части от тествания код по време на изпълнение на тестовите. Инструментът генерира детайлни тестови артефакти, в които се съдържа информация за изпълнените тестове.
- **BrowserStack** – облачно-базирана платформа за софтуерно тестване. Позволява използването на облачни ресурси за тестване на уеб приложения в различни браузери, на различни устройства и операционни системи (Browserstack, 2024). Инструментът позволява на екипи с ограничени хардуерни ресурси да създават комплексни стратегии за тестване, които гарантират правилно функциониране на разработваните приложения и повишават качеството на потребителското изживяване.

Съвременните инструменти и рамки за тестване на PHP уеб приложения предлагат разнообразие от функционалности, които обхващат различни аспекти на софтуерното качество. От тестване на отделни компоненти с PHPUnit, до създаване на комплексни автоматизирани тестови пакети със Selenium или BrowserStack, тези инструменти дават възможност на разработчиците да създават устойчиви, сигурни и високопроизводителни приложения. Чрез интегрирането на такива инструменти в процеса на разработка, екипите могат да минимизират рисковете, да подобрят надеждността и да предоставят оптимално потребителски изживявания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На база представените методи за софтуерно тестване и инструменти за реализацията им, можем да заключим, че интегрирането на стратегия за тестване в процеса на разработка на уеб приложения с PHP, е задължително за успешното изграждане на функционални софтуерни разработки с високо качество. Софтуерното тестване е основен фактор за успешна софтуерна разработка, като гарантира, че PHP уеб приложенията са не само функционални, но и устойчиви, скалируеми и лесни за използване от потребителите. Чрез комбинирането на различните

видове тестове и използването на подходящите инструменти за реализирането им, разработчиците и експертите по качество могат да създават приложения с дългогодишен експлоатационен период, които отговарят на високи стандарти за качество и предоставят стойност на потребителите.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Bergmann, S., (2024) *PHPUnit*. [Online]
Available at: <https://phpunit.de/documentation.html>
[Accessed 18 11 2024].
2. Browserstack, (2024) *Browserstack*. [Online]
Available at: <https://www.browserstack.com/docs/>
[Accessed 18 11 2024].
3. Codeception, (2024) *Codeception*. [Online]
Available at: <https://codeception.com/docs/Introduction>
[Accessed 18 11 2024].
4. Elijah, A., (2019) Functional vs. Non-Functional Testing: Balancing Quality in Agile Teams. *International Journal of Advanced Engineering Technologies and Innovations*, 1(4), pp. 251-257.
5. Kahlan team, (2024) *Kahlan*. [Online]
Available at: <https://kahlan.github.io/docs/>
[Accessed 18 11 2024].
6. Kudryashov, K., 2024. *Behat*. [Online]
Available at: <https://docs.behat.org/en/latest/guides.html>
[Accessed 18 11 2024].
7. Najihi, S., (2022) Software Testing from an Agile and Traditional view. *Procedia Computer Science*, Volume 203, pp. 755-782.
8. Software Freedom Conservancy, (2024) *Selenium*. [Online]
Available at: <https://www.selenium.dev/documentation/>
[Accessed 18 11 2024].
9. Tahvili, S., (2022) *Artificial Intelligence Methods for Optimization of the Software Testing Process*. s.l.:Academic Press.

РОЛЯТА НА СОЦИАЛНИТЕ МЕДИИ В ИЗГРАЖДАНЕТО НА БРАНД ИДЕНТИЧНОСТ И ТАРГЕТИРАНЕ НА АУДИТОРИЯ

Мариана Маринова

Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,

mariana.marinova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Социалните медии са съществен елемент в съвременния дигитален маркетинг, предоставяйки платформи за директна комуникация с потребителите и възможности за изграждане на бранд идентичност. Чрез персонализирано съдържание и целеви маркетингови кампании, социалните мрежи като Facebook, Instagram и TikTok позволяват на компаниите да достигат до специфични демографски и поведенчески групи.

Настоящото изследване разглежда ключови стратегии за използване на социалните медии за повишаване на разпознаемостта на брандовете и стимулиране на ангажираност. Използвайки подход, съчетаващ анализ на метрики като CTR, ROI и конверсии, както и казуси от успешни кампании, проучването потвърждава ефективността на социалните медии в изграждането на лоялност сред аудиторията.

Основни изводи подчертават:

- *Ролята на визуалното съдържание и видео формати за увеличаване на ангажираността.*
- *Значението на таргетирани реклами, които използват данни за поведението на потребителите.*
- *Предизвикателствата, свързани с поверителността на данните и адаптацията към алгоритмите на платформите.*

Тази статия предлага ценни препоръки за оптимизиране на социалните медийни стратегии, като подчертава значението на интегрирания подход за устойчиво развитие на брандовете.

Ключови думи: *Социални медии, бранд идентичност, дигитален маркетинг, таргетиране на аудитория, визуално съдържание, ангажираност на потребителите, целеви реклами, персонализирано съдържание*

THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN BUILDING BRAND IDENTITY AND AUDIENCE TARGETING

Mariana Marinova

University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,

mariana.marinova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Social media is a vital element of modern digital marketing, providing platforms for direct communication with consumers and opportunities to build brand identity. Through personalized content and targeted marketing campaigns, social networks like Facebook, Instagram, and TikTok enable companies to reach specific demographic and behavioral groups.

This study examines key strategies for using social media to enhance brand awareness and drive engagement. By combining an analysis of metrics such as CTR, ROI, and conversions with case studies of successful campaigns, the research confirms the effectiveness of social media in fostering audience loyalty.

Key findings highlight:

- *The role of visual content and video formats in increasing engagement.*

- *The importance of targeted ads leveraging user behavior data.*
- *Challenges related to data privacy and adapting to platform algorithms.*

This article provides valuable recommendations for optimizing social media strategies, emphasizing the importance of an integrated approach for the sustainable growth of brands.

Keywords: *Social media, brand identity, digital marketing, audience targeting, visual content, user engagement, targeted ads, personalized content*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години социалните медии се утвърдиха като мощен инструмент за изграждане на бранд идентичност и ефективно таргетиране на аудиторията. В условията на дигитална икономика, в която потребителите прекарват значителна част от времето си в социални платформи, брандовете се стремят да изградят присъствие, което резонира с тяхната аудитория.

Настоящият доклад изследва как социалните медии подпомагат развитието на разпознаваеми и автентични брандове, като същевременно улесняват достигането до целевите групи. Основната цел е да се анализира ролята на социалните медии в създаването на бранд идентичност и как таргетирането на специфични аудитории допринася за повишаването на потребителската ангажираност. Докладът също така изследва как маркетинговите стратегии могат да се адаптират, за да отговорят на променящите се предпочитания на потребителите.

2. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

През последното десетилетие научните изследвания все повече се фокусират върху влиянието на социалните медии върху потребителското поведение и изграждането на бранд идентичност (Kaplan & Haenlein, 2020; Brown, 2021).

2.1. Значението на социалните медии за бранд идентичността

Kaplan и Haenlein (2020) твърдят, че социалните медии предоставят на брандовете уникална възможност да комуникират директно с потребителите чрез персонализирани послания и ангажиращо съдържание. Според Grujić и Grujić (2023), визуалната идентичност, тонът на комуникация и последователността в съобщенията играят ключова роля за изграждането на дългосрочно доверие и разпознаваемост.

2.2. Социални медии и таргетиране на аудитория

Smith et al. (2020) подчертават, че алгоритмите в социалните медии като Facebook Ads и Instagram позволяват на брандовете да достигат до специфични демографски и поведенчески групи. Ivanov et al. (2022) добавят, че използването на данни от социални медии позволява създаването на персонализирани кампании, които отговарят на интересите и потребностите на потребителите.

2.3. Влияние на съдържанието върху ангажираността

Съдържанието в социалните медии е критично за привличането и задържането на вниманието на аудиторията. Jaeger et al. (2022) доказват, че визуалното и интерактивното съдържание, като видеа и анкети, увеличава ангажираността с до 75%.

3. МЕТОДОЛОГИЯ

Този доклад използва комбиниран подход за анализ, включващ:

- Количествен анализ на метрики като CTR (процент на кликания), конверсии и възвръщаемост на инвестициите (ROI) от социални медийни кампании.

- Качествени интервюта с маркетинг специалисти за разбиране на ефективността на таргетирането в социалните медии.
- Казус: Анализ на кампания на водеща марка, използваща социални медии за таргетиране на специфична аудитория.

4. РЕЗУЛТАТИ

4.1. Влияние на социалните медии върху бранд идентичността

Резултатите показват, че брандовете, които използват консистентно съдържание в социалните медии, изграждат по-добра разпознаваемост и лоялност. Например:

- Starbucks: Кампаниите в Instagram увеличиха ангажираността с 35% благодарение на интерактивни Stories и потребителско генерирано съдържание.
- Nike: Използване на мотивационни видеа, които отговарят на ценностите на целевата аудитория.

Платформа	CTR (%)	Конверсии (%)	ROI
Facebook Ads	4.2%	3.5%	2.7x
Instagram Ads	5.0%	4.0%	3.1x
TikTok Ads	6.0%	5.2%	3.5x

4.2. Ефективност на таргетирането на аудитория

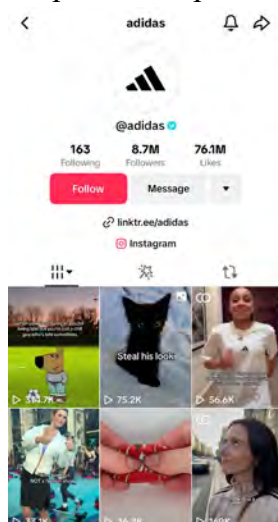
4.3. Значение на съдържанието

Данните сочат, че потребителите предпочитат:

- Видеа: 60% от ангажираните потребители заявяват, че видеосъдържанието ги привлича повече от статични изображения.
- Интерактивност: Анкети, въпроси и предизвикателства насърчават потребителите да участват активно в кампаниите.

5. КАЗУС: КАМПАНИЯ НА ADIDAS В СОЦИАЛНИТЕ МЕДИИ

Световноизвестната марка Adidas реализира 3-месечна кампания, насочена към млади потребители, чрез Instagram и TikTok. Марката използва данни за поведение, събрани от социалните платформи, за да създаде персонализирано съдържание:



- Интерактивни видеа в TikTok: доведоха до 40% увеличение на ангажираността.
- Целенасочени реклами в Instagram: постигнаха 4.5% конверсии, което е с 20% повече от предишни кампании.

6. ДИСКУСИЯ

1. Бранд идентичност:

- Консистентното съдържание създава доверие и разпознаваемост.
- Визуалният стил и тонът на комуникация са ключови за свързване с аудиторията.

2. Таргетиране:

- Алгоритмите в социалните медии позволяват ефективно достигане до специфични групи.
- Данните подчертават значението на персонализираното съдържание.

3. Предизвикателства:

- Поверителността на данните е критичен въпрос.
- Промените в алгоритмите на социалните платформи могат да намалят видимостта.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ

Заключение:

Социалните медии са мощен инструмент за изграждане на бранд идентичност и ефективно таргетиране на аудитория. Персонализираното съдържание и таргетирани реклами могат да увеличат ангажираността и конверсиите, допринасяйки за устойчиво развитие на бранда.

Препоръки:

- Инвестирайте в визуално и интерактивно съдържание.
- Използвайте алгоритмите на платформите за персонализиране на кампаниите.
- Обърнете внимание на потребителското доверие чрез прозрачност в използването на данни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). *Social Media Strategies for Brand Building*. Journal of Marketing Insights.
2. Grujić, S. & Grujičić, M. (2023). *Factors affecting consumer preference for healthy diet and functional foods*. British Food Journal, 125(1), pp. 34-51.
3. Jaeger, S.R., Roigard, C.M., Bava, C.M. & Knott, S. (2022). *Consumer conceptualisations of food-related wellbeing*. Appetite, 169, p. 105811.
4. Ivanov, A., Dimitrova, L. & Petrov, G. (2022). *Customer Analytics in Marketing Strategies*. University of Economics Varna.

BUILT-IN LEARNING ANALYTICS CAPABILITIES IN MOODLE

Gergana Kasabova

University of Economics - Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, gkasabova@ue-varna.bg

ABSTRACT

This article examines the possibilities of Learning Analytics within the Learning Management System (LMS) Moodle. With the increasing role of online distance education and technology in educational processes, Learning Analytics is becoming a key tool for enhancing the learning experience. Moodle, as a leading open-source platform, generates a substantial amount of data on learner activities, which can be analyzed to improve educational quality. Learning analytics involves the collection, measurement and evaluation of data regarding learners, with the aim of understanding their outcomes and optimizing the learning process. This allows for informed decisions regarding learning opportunities and teaching methods as well as the identification of students at risk of dropping out. There are four main types of learning data analysis: descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive. Moodle provides built-in learning analytics capabilities through its Moodle Analytics API, which utilizes models based on machine learning and “static” models. The main advantages of Moodle Analytics include predicting learner performance and data-driven decision-making, while some of the challenges are the complexity of setting up and configuring the API, as well as concerns related to data privacy.

KEYWORDS: *e-learning, Learning Management System, Learning Analytics, Moodle Analytics API*

INTRODUCTION

In recent years, the integration of technology into education has significantly impacted traditional teaching methods. With the advent of remote learning and online education during the COVID-19 pandemic, the needs of both educators and learners have changed. Learning Management Systems (LMSs) have become central to educational technology transformation, offering a large amount of data and opportunities for analysis to optimize the learning process.

Moodle LMS, one of the leading open-source platforms, is widely used around the world for its flexibility, scalability, and rich set of features designed to meet diverse educational needs. In Moodle, each participant’s activity is recorded in log files that reflect various actions, such as account logins, file views, interactions with activities and resources. The learning data analysis process in Moodle LMS involves collecting, analyzing, and reporting learner data to improve and optimize the learning process and the environment in which it takes place. With Learning Analytics, instructors and administrators gain insights into learners’ engagement, performance, and behavior.

The purpose of this report is to examine the learning data analysis capabilities of Moodle LMS, leveraging the built-in capabilities of the system via the Moodle Analytics API.

1. THE ROLE OF LEARNING DATA ANALYTICS

The process of systematically collecting and analyzing large datasets from online sources to improve educational processes is known as Learning Analytics (Mian et al., 2022). The entire data processing procedure includes collecting, measuring, analyzing, and reporting learner data to understand and optimize the learning process and environments in which it occurs. Data from various sources is used to gain insights into learners’ behavior, performance, and engagement. According to Gaf-tandzhieva, Totkov, and Doneva (2020), Learning Analytics combines approaches, methods, and results from different fields, such as data mining, business intelligence, predictive modeling, and

pedagogy. A key feature of Learning Analytics is enabling learners to take an active role in their learning process, fostering the development of self-regulation skills (Hooshyar et al., 2023).

According to various authors, Learning Analytics can have a significant impact on educational practices by:

- **Evaluating and improving the quality of curricula and educational methods** (Mian et al., 2022). Data-driven approaches allow educational institutions to make informed decisions about curriculum development, resource allocation, and policy formulation, leading to more effective and efficient educational practices.
- **Identifying students at risk and taking timely actions** by customizing learning experiences to meet individual needs (Mian et al., 2022; Akçapınar et al., 2019). By analyzing data such as attendance, assignment completion, participation in discussions, and other student activities, educators can identify students facing challenges and provide targeted support to enhance their performance. Learning Analytics tools provide valuable insights for educators, helping them determine how learners interact with course materials and identify areas where they may struggle.
- **Facilitating data-driven decision-making** (Hantoobi et al., 2021). Through Learning Analytics, institutions can identify trends, patterns, and connections in the educational process that might otherwise go unnoticed. As a result, university or institutional leadership can make more informed, data-based decisions rather than relying on intuition or assumptions.

The primary goal of Learning Analytics is to make informed decisions regarding the educational process, the learner, the instructor, the curriculum or other related matters. Thus, Learning Analytics can be defined as the science of analyzing and evaluating data to reach specific conclusions (Hantoobi et al., 2021). The impact of Learning Analytics is not limited to one structural element in education. It benefits all participants across various educational structures – learners, instructors, institutions and the education field itself. For example, by identifying students at risk and providing timely interventions, not only do learners benefit, but also the quality of teaching improves, as does the institution's reputation.

2. TYPES OF LEARNING DATA ANALYTICS

Learning Analytics can be divided into four main categories: descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive analytics (Hantoobi et al., 2021) (see Fig. 1).



Figure 1. Levels of Learning Analytics
 Source: Adapted from (Hantoobi et al., 2021)

- **Descriptive Analytics** – This involves summarizing and interpreting historical data to discover patterns, trends, and insights (Xin and Singh, 2021). Descriptive analytics answers the question, “What’s happening?” by clearly presenting past activities and events. In the context of Learning Analytics, it focuses on interpreting data related to learner activities, their performance, and interactions within the educational environment (Ramaswami et al., 2022). It serves as the initial step in the broader process of Learning Analytics by providing a clear and detailed understanding of past learning processes, which lays the foundation for more advanced forms of analysis. Typically, it is based on log file data from different LMSs.
- **Diagnostic Analytics** – This includes data analysis techniques to explore cause-and-effect relationships and identify factors contributing to specific outcomes (Xin and Singh, 2021). It answers the question, “Why is it happening?” by identifying and analyzing variables and conditions that influenced observed factors. In the context of Learning Analytics, diagnostic analytics helps educators and administrators uncover the root causes behind learner performance and engagement levels. It goes deeper into the “why” question – why certain outcomes occurred, why certain learners perform better or worse, and why specific educational interventions are effective or ineffective.
- **Predictive Analytics** – This involves using statistical techniques, machine learning algorithms, and data analysis to forecast future events (Xin and Singh, 2021). It answers the question, “What is likely to happen?” by identifying patterns and correlations in existing data. In Learning Analytics, predictive analytics uses past and current data from educational environments - such as student demographics, academic performance, and online interactions - to forecast learners' behaviors and outcomes. (Herodotou et al., 2021). It is a crucial component of Learning Analytics, focusing on predicting future outcomes based on historical data. It can be used to forecast various aspects of the learning process, such as learner performance, engagement, and retention. This approach allows instructors and administrators to identify potential challenges and take measures before they negatively impact learners.
- **Prescriptive Analytics** – This uses complex algorithms, simulations, and optimization models to suggest the best possible actions or decisions based on data analysis. It is “prescriptive” because it not only predicts future outcomes but also offers specific recommendations or actions to achieve optimal results. It answers the question, “What should we do?” by exploring different possible scenarios, constraints, and objectives. In Learning Analytics, prescriptive analytics aims to enhance educational outcomes by recommending actions, resource allocations, or learning strategies that are most likely to lead to success. This is the most advanced stage of data analysis in education, focusing on recommending specific actions or strategies to achieve desired educational outcomes (Xin and Singh, 2021). Prescriptive analytics is the next step toward increasing the maturity of Learning Analytics, leading to proactive decision-making to improve learner performance and providing data-based recommendations for learners at risk of dropping out or other suboptimal outcomes (Ramaswami et al., 2022).

3. LEARNING DATA ANALYTICS WITH MOODLE

The Moodle Learning Management System can be used across all levels and forms of education (including corporate training). Moodle is written in PHP and distributed as open-source software, used by over 325 million users worldwide (Buchner, 2022). As an LMS, Moodle provides core functionalities for successfully managing the learning process, including:

- **Course Management** – Tools for creating and managing courses, multimedia integration, and interactive activities.
- **User Management** – Capabilities for user enrollment, role, and group management, as well as tracking user activity.
- **Grading** – Tests, assignments, and tools for assessing learner performance.
- **Communication and Collaboration** – Forums, wikis, groups, and chat rooms.

Moodle offers built-in features for tracking various types of data. These include built-in functionalities for generating reports, statistics, and tracking user activity from Moodle logs, which store structured data from users' interactions with different activities and resources. According to Zhang et al. (2020), all stored data is useful and can be applied to data mining algorithms. Additionally, Moodle provides a learning analytics functionality called Moodle Analytics, which can be enabled and configured by administrators to analyze data from various interactions on the platform (see Fig. 2). In addition to Moodle's built-in capabilities, numerous plugins and integration options are available for external learning analytics tools. Moodle Analytics offers a predictive analytics system, using machine learning to generate forecasts (Fig. 2).

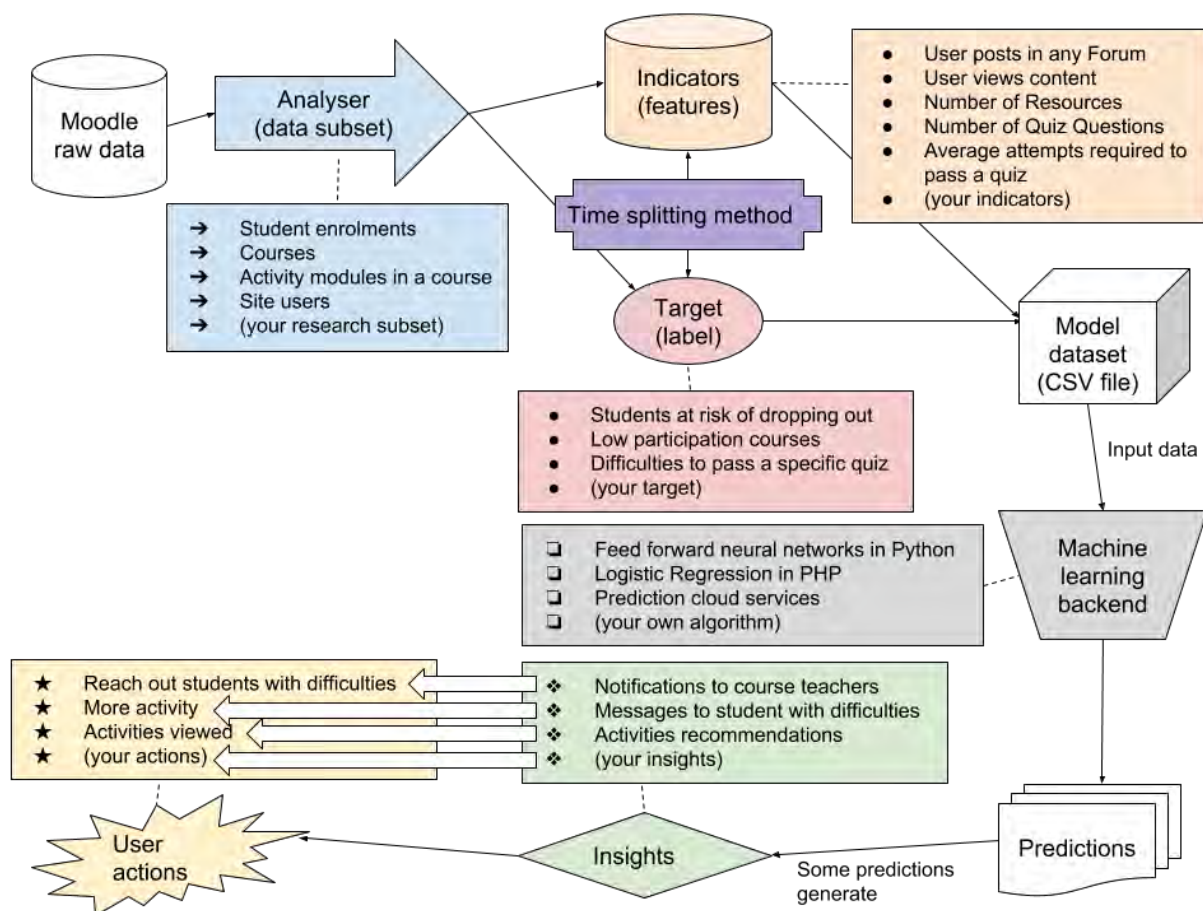


Figure 2. Data Flow in Moodle Analytics API

Source: Created by (Nicols, 2024)

Moodle Analytics includes the following five models by default:

1. Courses at risk of not starting
2. Learners at risk of dropping out
3. Learners who have not visited the course recently
4. Learners who have not yet accessed the course

5. Upcoming activities

There are two types of models – machine learning models, including predictive models, and “static” models for identifying critical situations based on past events. Each model has several main fields – indicators (about 60), analysis time frame, and insights (Buchner, 2022). Some of the indicators are shown in Fig. 3.



Figure 3. Sample Indicators Studied in Moodle

The use of Moodle Analytics helps users enhance learning outcomes and recommend improvements for learners based on data from past activities. Optimization of the educational process with Moodle Analytics is achieved by measuring, collecting, and analyzing various data, such as cognitive and social interaction statistics (for example, what content a learner viewed, sent, or edited, in which events they participated in, etc.) (Suad et al., 2023). Forecasting and analysis can be selectively applied to specific courses, categories, or instructors rather than the entire platform. According to Suad et al. (2023), modeling and forecasting learner performance in an e-learning environment has become a crucial task for modern education.

Advantages and Challenges of Using Moodle Analytics API

The advantages and challenges of using the Moodle Analytics API can be examined as follows, based on information from the module documentation (Nicols, 2024):

Advantages:

- **Predicting learner performance** – Moodle Analytics API allows the creation of predictive models that can identify learners and courses at risk (in various platform directories), enabling early intervention.
- **Data-driven decision-making** – Provides useful information that can help make timely decisions and improve student outcomes.
- **Customization** – Site administrators can define their own indicators and goals, adapting analytics to specific needs.
- **Automation** – Automates data collection and analysis processes, saving time and reducing manual effort.

Challenges:

- **Complexity** – Setting up and configuring the API can be complex and require technical expertise.
- **Data privacy** – Handling sensitive learner data requires strict compliance with data protection regulations, which can be challenging.

- **Resource-intensive** – Running predictive models and analyses may require additional resources, which can impact system performance.
- **Limited built-in models** – The core Moodle system includes only a few built-in models, which may not cover all use cases.

CONCLUSION

In conclusion, Learning Analytics in Moodle LMS, specifically through the Moodle Analytics API, offers significant potential to improve the educational process by providing valuable insights into learner behavior, engagement, and performance. This report reviewed various types of learning data analysis, including descriptive, diagnostic, predictive, and prescriptive analytics. Each type plays a role in understanding learner behavior and optimizing outcomes throughout the learning process. By leveraging data from learner interactions, educators can personalize the learning experience, identify students at risk, and make data-driven decisions to enhance the overall educational process. Despite the challenges associated with technical implementation and data privacy, the advantages of using Learning Analytics are significant, leading to a more informed and effective educational experience.

REFERENCES

1. AKÇAPINAR, G., ALTUN, A., and AŞKAR, P. (2019) Using Learning Analytics to Develop an Early-Warning System for At-Risk Students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Vol. 16, №40, pp.1-20.
2. BUCHNER, A. (2022) *Moodle 4 Administration: An Administrator's Guide to Configuring, Securing, Customizing, and Extending Moodle*. Germany: Packt Publishing.
3. GAFTANDZHIEVA, S., TOTKOV, G. and DONEVA, P. (2020) *Kachestvo i otsenyavane na e-obuchenieto (s dobri universitetski praktiki)*. Plovdiv: Universitetsko izdatelstvo "Paisiy Hilendarski" (in Bulgarian).
4. HANTOObI, S., WAHDAN, A., AL-EMRAN, M., and SHAALAN, K. (2021) A Review of Learning Analytics Studies. *Recent Advances in Technology Acceptance Models and Theories*, Vol. 335 pp. 119-134.
5. HERODOTOU, C. et al. (2021) The Engagement of University Teachers with Predictive Learning Analytics. *Computers & Education*, Vol. 173, №104285, pp.1-15.
6. HOOSHYAR, D. et al. (2023) Learning Analytics in Supporting Student Agency: A Systematic Review. *Sustainability*, 15(18), №13662, pp.1-19.
7. MIAN, Y. S., KHALID, F., QUN, A. W. C., and ISMAIL, S. S. (2022) Learning Analytics in Education, Advantages and Issues: A Systematic Literature Review. *Creative Education*, Volume 13, pp. 2913-2920.
8. NICOLS, A. (2024) *Analytics API*. [Online] Available at: <https://moodledev.io/docs/4.4/apis/subsystems/analytics> [Accessed 6 September 2024].
9. RAMASWAMI, G., SUSNJAK, T., and MATHRANI, A. (2022) Supporting Students' Academic Performance Using Explainable Machine Learning with Automated Prescriptive Analytics. *Big Data Cogn. Comput.*, 6(105).
10. SUAD, A., TAPALOVA, O., BERESTOVA, A., and VLASOVA, S. (2023) The Impact of Moodle Learning Analytics on Students' Performance and Motivation. *International Journal of Instruction*, 16(4), pp. 297-312.

11. XIN, O. and SINGH, D. (2021) Development of Learning Analytics Dashboard Based on Moodle Learning Management System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(7), pp. 838-843.
12. ZHANG, Y., GHANDOUR, A., and SHESTAK, V. (2020) Using Learning Analytics to Predict Students' Performance in Moodle LMS. *iJET*, 15(20), pp. 102-115.

УПРАВЛЕНИЕ НА ИНФОРМАЦИОННА СИГУРНОСТ В ОБРАЗОВАТЕЛНИТЕ ИНСТИТУЦИИ: ПОЛИТИКИ, ПРОЦЕДУРИ И ДОБРИ ПРАКТИКИ

Деан Василев

Икономически университет, Варна, България, e-mail: dean.vasilev@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Настоящият доклад разглежда основните принципи и стъпки при разработването и прилагането на политики за управление на информационната сигурност в образователните институции, със специален фокус върху Професионалната гимназия по икономика "Д-р Иван Богоров" – Варна. Изследва се процесът на създаване на политика за информационна сигурност в контекста на нормативната уредба и международните стандарти. Докладът включва анализ на основните стъпки за внедряване на политики за информационна сигурност в образователните среди и конкретно прилагане на тези политики в рамките на ПГИ "Д-р Иван Богоров".

КЛЮЧОВИ ДУМИ: безопасно училище, киберсигурност, информационна сигурност

INFORMATION SECURITY MANAGEMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: POLICIES, PROCEDURES AND GOOD PRACTICES

Dean Vasilev

University of Economics, Varna, Bulgaria, e-mail: dean.vasilev@ue-varna.bg

ABSTRACT

This report examines the main principles and steps in the development and implementation of information security management policies in educational institutions, with a special focus on the Vocational High School of Economics "Dr. Ivan Bogorov" - Varna. The process of creating an information security policy in the context of regulations and international standards is explored. The report includes an analysis of the main steps for the implementation of information security policies in educational environments and the specific implementation of these policies within the Vocational High School of Economics "Dr. Ivan Bogorov".

KEYWORDS: Safe school, Cybersecurity, Information security

ВЪВЕДЕНИЕ

Информационната сигурност е критично важна за образователните институции, които обработват чувствителна информация, свързана с ученици, преподаватели и административен персонал. С разрастването на дигиталните технологии, училищата и университетите все повече разчитат на информационни системи за управлението на учебния процес и административните дейности. За да се гарантира защитата на тези данни и предотвратяването на инциденти, е необходимо разработването и прилагането на адекватни политики за информационна сигурност (ИС). Цел на настоящият доклад е да се анализират процедурите за разработване на такива политики, разглеждайки общите принципи и прилагането на мерки за защита на данните в ПГИ "Д-р Иван Богоров".

1. ЗАКОНОВА И НОРМАТИВНА РАМКА

Политиките за управление на информационната сигурност в образователните институции са основният механизъм за осигуряване на защитата на данните и информационните системи. Те задават рамките за управление на достъпа до информационни ресурси, защита от киберзаплахи, управление на инциденти и възстановяване след инциденти. Целта на тези политики е да гарантират, че информацията ще бъде защитена от неоторизиран достъп, ще остане достъпна само за оторизирани потребители и ще бъде съхранена правилно, така че да се предотврати загуба на данни.

Основните принципи на политиките за информационна сигурност са (Каракънева, 2013):

- **Конфиденциалност:** гарантира, че информацията е достъпна само за оторизирани лица.
- **Цялостност:** информацията остава непокътната и не е променена неразрешено.
- **Наличност:** информацията е на разположение, когато е необходима, без прекъсвания.

В България и Европейския съюз има няколко основни нормативни акта и стандарти, които регулират информационната сигурност в различни институции, включително образователните. Те задават основните изисквания за сигурност и механизми за защита на данните.

Закон за киберсигурност (България) (МС, обн. ДВ бр.94 от 13 Ноември 2018г.): Законът за киберсигурност урежда организацията на мрежовата и информационна сигурност в България. Той определя задълженията на различни институции, включително образователни, за осигуряване на минимални мерки за защита срещу киберзаплахи. Законът също така налага необходимостта от създаване на системи за управление на инциденти и планиране на действия при извънредни ситуации.

Наредба за минималните изисквания за мрежова и информационна сигурност (МИС) (МС, Обн. ДВ бр. 59 от 26 Юли 2019г): Тази наредба определя минималните мерки за защита, които трябва да бъдат приложени от всички институции, включително образователни. Тя регламентира процесите по управление на сигурността на информационните системи, процедурите за управление на инциденти и правилата за съхранение и защита на данни. Наредбата е базирана на международните стандарти за информационна сигурност, като ISO/IEC 27001.

Регламент (ЕС) 2016/679 – Общ регламент относно защитата на данните (GDPR) : Един от най-важните документи за защита на личните данни в рамките на Европейския съюз, който обхваща и образователните институции. GDPR налага изисквания за събиране, обработка и съхранение на лични данни на ученици, преподаватели и административен персонал. Освен това, GDPR предвижда санкции при нарушения, свързани със защитата на данни, което прави спазването на регламента критично важно за всяка институция.

Закон за защита на личните данни (България) (МС, Обн. ДВ. бр.1 от 4 Януари 2002г.): Този закон допълва GDPR и урежда обработката на лични данни в България. В контекста на образователните институции, законът определя правилата за съхранение на данни на ученици, административен персонал и преподаватели, както и правата на тези лица относно тяхната лична информация. Законът задължава институциите да осигурят съгласие за обработка на данните и да прилагат мерки за сигурност, за да предотвратят неоторизиран достъп или злоупотреба с данните.

ISO/IEC 27001 – Стандарт за системи за управление на информационната сигурност (СУИС): Международен стандарт, който задава насоки за изграждане и поддържане на ефективни системи за управление на информационната сигурност. Стандартът ISO/IEC 27001

изисква образователните институции да идентифицират информационните активи, да оценяват рисковете, свързани с тях, и да внедряват адекватни мерки за защита. Този стандарт също така изисква редовни одити и актуализация на политиките за информационна сигурност.

Закон за електронното управление (МС, Обн. ДВ. бр.46 от 12 Юни 2007г.): Този закон урежда електронното управление на данни в публичния сектор, като изисква от образователните институции да използват цифрови платформи и електронни услуги по сигурен и отговорен начин. Законът въвежда изисквания за сигурност на електронните системи и обмена на информация.

Наредба за критичната инфраструктура и услугите от съществено значение (МС, Обн. ДВ. бр.81 от 23 Октомври 2012г.): Тази наредба регулира как се определят критичните сектори и услуги, включително образователния сектор, и задава изисквания за защита на критичната инфраструктура. В случай на атака или инцидент, образователните институции трябва да следват определени мерки за възстановяване на нормалната дейност и защита на данните.

Тези нормативни документи задават рамките и изискванията, които образователните институции трябва да следват, за да гарантират защитата на информацията и съответствието с регулаторните изисквания. Политиките за информационна сигурност трябва да отразяват тези закони и стандарти, като гарантират, че всички процеси и процедури са съобразени с нормативните изисквания и са насочени към защита на данните.

2. ПРОЦЕДУРА, ПРИ СЪЗДАВАНЕТО НА ПОЛИТИКА ЗА ИНФОРМАЦИОННА СИГУРНОСТ В ОБРАЗОВАТЕЛНА ИНСТИТУЦИЯ

Процесът на разработване и внедряване на ефективна политика за информационна сигурност в образователна институция изисква систематичен и структуриран подход. Той включва няколко основни етапа, които гарантират правилното идентифициране на нуждите, рисковете и мерките за защита на информационните активи. По-долу са представени основните стъпки за създаване на такава политика:

1. Идентификация на информационните активи

1.1. Описание на информационните активи: Първата стъпка в създаването на политика за информационна сигурност е идентифицирането на всички информационни активи, които трябва да бъдат защитени. Това включва лични данни на ученици, преподаватели и персонал, академична информация, учебни материали, административни документи, информационни системи и технологични инфраструктури.

1.2. Класификация на активите: Веднъж идентифицирани, активите трябва да бъдат класифицирани въз основа на тяхната критичност и степен на чувствителност. Това ще помогне за определяне на приоритетите и подходящите мерки за сигурност за всеки актив.

2. Оценка на риска

2.1. Идентифициране на заплахи и уязвимости: На този етап се анализират потенциалните заплахи за сигурността на информацията, като хакерски атаки, неоторизиран достъп, загуба на данни, зловреден софтуер и други. Всяка заплаха се оценява по отношение на вероятността за възникване и потенциалното ѝ въздействие върху образователната институция.

2.2. Оценка на вероятността и въздействието: Рисковете се класифицират според степента на вероятност за възникване и въздействието върху институцията. Например, ако рискът от кибератака е висок, а въздействието ѝ може да доведе до загуба на критични данни

или компрометиране на лична информация, този риск се класифицира като висок приоритет за действие.

2.3. Определяне на мерки за минимизиране на риска: След като рисковете са идентифицирани и оценени, се определят конкретни мерки за минимизирането им. Това може да включва внедряване на антивирусен софтуер, подобряване на контрола на достъпа или повишаване на осведомеността на служителите за киберзаплахи.

3. Разработване на политиката

3.1. Изготвяне на документация: Политиката за информационна сигурност трябва да бъде ясно документирана. Тя трябва да включва описание на процедурите за защита на информацията, реда за управление на достъпа, мерките за защита на мрежовата инфраструктура и планове за действие при инциденти. В този етап трябва да се включат и отговорните лица и техните роли в прилагането на политиката.

3.2. Изисквания за контрол на достъпа: Политиката трябва ясно да определя как се осигурява контролът на достъпа до информационните системи. Това включва внедряване на методи за удостоверяване на потребители, като двуфакторна автентикация, уникални пароли и политики за смяна на пароли. Определянето на различни нива на достъп според функциите и правомощията на потребителите е от ключово значение.

3.3. Правила за обработка и съхранение на данни: Политиката трябва да дефинира ясни правила за обработка, съхранение и архивиране на данни. Тези правила включват как се създават резервни копия, как се управляват хардуерните и софтуерните ресурси, както и как се предотвратяват загуби на информация.

4. Внедряване на политиката и обучение

4.1. Обучение на персонала и учениците: Една от най-важните стъпки при внедряването на политика за информационна сигурност е осигуряването на необходимото обучение за персонала и учениците. Това обучение трябва да ги запознае с нововъведените мерки за защита на данните, както и с техните отговорности. Обучението включва идентифициране на киберзаплахи (като фишинг имейли), безопасно използване на пароли и правилно използване на мрежовите ресурси.

4.2. Информираност и съответствие с политиката: След обучението, всички служители трябва да подпишат декларация за спазване на политиката за информационна сигурност. Това гарантира, че те са запознати с правилата и разбират своите задължения. Ръководителите на различните отдели трябва да следят за изпълнението на тези изисквания.

5. Мониторинг, поддръжка и одит

5.1. Редовен мониторинг на системите: Политиката за информационна сигурност трябва да предвижда редовен мониторинг на информационните системи за откриване на възможни заплахи или необичайна активност. Инструментите за мониторинг включват системи за откриване на прониквания (IDS) и инструменти за анализ на трафика, които предупреждават за потенциални проблеми в реално време.

5.2. Одит на политиката: За да се гарантира ефективността на политиките за информационна сигурност, институцията трябва да провежда редовни вътрешни и външни одити. Одитите помагат за оценка на ефективността на прилаганите мерки и за откриване на потенциални пропуски в сигурността. След всеки одит се правят препоръки за подобрене, а установените проблеми трябва да бъдат незабавно коригирани.

5.3. Актуализация на политиката: Политиките трябва да се актуализират редовно, за да отразяват новите заплахи и технологични промени. Прегледите трябва да се провеждат поне

веднъж годишно, като се вземат предвид промените в нормативната уредба, технологиите или организационната структура на институцията.

Тези стъпки осигуряват цялостен процес за създаване и прилагане на политика за информационна сигурност в образователните институции. Ефективното внедряване на подобна политика гарантира защита на чувствителната информация, намалява риска от инциденти и подобрява цялостната сигурност на информационната система в институцията.

3. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПОЛИТИКА ЗА ИНФОРМАЦИОННА СИГУРНОСТ В ПГИ "Д-Р ИВАН БОГОРОВ" – ВАРНА

ПГИ "Д-р Иван Богоров" във Варна е внедрила цялостна система за управление на информационната сигурност, съобразена с нормативните изисквания и добрите практики в сферата на образованието. Това включва контрол на достъпа до информационни системи, управление на инциденти, резервиране на данни и използване на облачни услуги. В този раздел ще се разгледат конкретните мерки и политики, приложени в гимназията.

3.1 Политика за контрол на достъпа

Политиката за контрол на достъпа е насочена към защита на информационните системи и данни от неоторизиран достъп. Основните елементи на тази политика в ПГИ "Д-р Иван Богоров" включват:

- **Уникални потребителски акаунти:** Всеки ученик, учител и служител разполага с уникален потребителски акаунт, като достъпът до системи и данни е ограничен според функциите и ролята на потребителя. По този начин се намалява възможността за неоторизиран достъп до чувствителна информация.
- **Пароли и многофакторна автентикация (MFA):** Институцията прилага правила за силни пароли, които трябва да се сменят периодично. В допълнение към паролите се използва и многофакторна автентикация за достъп до критични системи, което добавя допълнителен слой на сигурност.
- **Ограничен достъп до мрежи и ресурси:** Достъпът до мрежовите ресурси в училището е строго контролиран чрез мрежови правила и системи за управление на достъпа. Само оторизирани потребители имат право да използват мрежовите ресурси.

3.2 Политика за управление на инциденти

Политиката за управление на инциденти осигурява бърза и ефективна реакция при инциденти, свързани с информационната сигурност. Основните елементи на тази политика включват:

- **Идентифициране и докладване на инциденти:** Всички ученици и служители са обучени да разпознават потенциални инциденти, като подозрителна активност, опити за неоторизиран достъп или фишинг атаки. При откриване на инцидент, той трябва да бъде незабавно докладван на отговорното лице.
- **Реагиране и ограничаване на инцидента:** След докладване, екипът по информационна сигурност предприема стъпки за ограничаване на инцидента, като изолира засегнатите системи и анализира проблема, за да се предотврати по-нататъшно разпространение.
- **Документация и анализ:** Всеки инцидент се документира подробно, включително причините, мерките за възстановяване и препоръки за подобрение. Тези доклади помагат за усъвършенстване на процесите и предотвратяване на бъдещи инциденти.

3.3 План за непрекъсваемост на дейността

Политиката за непрекъсваемост на дейността е създадена, за да осигури минимални прекъсвания на учебния процес в случай на сериозен инцидент. Основните елементи на тази политика включват:

- **Редовно създаване на резервни копия:** Всяка седмица се правят автоматични резервни копия на критични данни като академични записи и административна информация. Тези резервни копия се съхраняват както локално, така и в облачни услуги, за да се гарантира, че данните ще бъдат възстановени при загуба.
- **Възстановяване при инциденти:** Училището разполага с план за бързо възстановяване на системите в случай на кибератака, технически срив или природно бедствие. Планът включва процедури за координация с доставчици и ИТ екипи.
- **Тестове и симулации:** Планът за непрекъсваемост на дейността се тества редовно чрез симулации на различни сценарии, за да се провери готовността на системите и екипите за реагиране при реални инциденти.

3.4 Обучение и осведоменост

Обучението на персонала и учениците е ключова част от политиките за информационна сигурност в ПГИ "Д-р Иван Богоров". Програмата за обучение включва:

- **Обучения за разпознаване на киберзаплахи:** Учениците и персоналот преминават през редовни обучения за разпознаване на фишинг атаки, зловреден софтуер и други киберзаплахи. Обученията обясняват как да реагират при възникване на такива инциденти и как да ги докладват.
- **Обучения по защита на лични данни:** Персоналот е запознат с основните принципи на GDPR и Закона за защита на личните данни, което включва обучение за правилна обработка, съхранение и защита на чувствителни данни.

3.5 Политика за използване на облачни услуги

ПГИ "Д-р Иван Богоров" използва облачни услуги за съхранение и управление на данни, като се гарантира, че тези данни са защитени от неототоризиран достъп и злоупотреби. Основни елементи на политиката включват:

- **Криптиране на данни:** Всички данни, съхранявани в облачните услуги, се криптират както при пренос, така и при съхранение. Това осигурява допълнителен слой на защита дори при неототоризиран достъп.
- **Контрол на достъпа до облачните ресурси:** Само ототоризирани лица имат достъп до облачните ресурси чрез многофакторна автентикация и строги правила за достъп. Това намалява риска от загуба или злоупотреба с данни.
- **Одити на доставчиците на облачни услуги:** Периодичните проверки на доставчиците гарантират, че те спазват изискванията за сигурност и прилагат адекватни мерки за защита на данните.

3.6 Резервни копия и план за възстановяване на данни

ПГИ "Д-р Иван Богоров" е внедрила строга политика за редовно създаване на резервни копия, за да защити критични данни в случай на инциденти. Основните компоненти на тази политика включват:

- **Автоматизирано създаване на резервни копия:** Резервните копия се създават автоматично и се съхраняват както локално, така и в облачни услуги. Това гарантира, че данните могат да бъдат бързо възстановени в случай на загуба.
- **План за възстановяване на данни:** В случай на загуба на данни или срив на системите, училището има план за възстановяване, който включва използване на резервни копия и координация с ИТ доставчиците за възстановяване на нормалната работа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедряването на политики за управление на информационната сигурност в образователните институции е от съществено значение за защитата на данните и мрежовите системи. В контекста на нарастващите киберзаплахи и увеличаването на зависимостта от информационни технологии в образованието, институциите трябва да приемат систематичен подход към управлението на риска и сигурността. ПГИ "Д-р Иван Богоров" - Варна служи като добър пример за прилагане на цялостни политики за контрол на достъпа, управление на инциденти и използване на облачни услуги.

Редовното обучение на персонала и учениците, съчетано с постоянен мониторинг на сигурността, е ключово за поддържането на високо ниво на информационна защита. Прилагането на тези мерки не само осигурява съответствие със законовите изисквания, но и повишава ефективността на работата на институцията, като минимизира рисковете от кибератаки и технически проблеми.

На база проведеното проучване и анализ на политиката за информационна сигурност на ПГИ „Д-р Иван Богоров“ могат да се отправят няколко препоръки за подобряване на нейната ефективност. На първо място, е важно да се повиши нивото на обучение и осведоменост на служителите и учениците относно най-новите киберзаплахи и добрите практики за защита на информацията. Това включва редовно организиране на обучения, които обхващат теми като разпознаване на зловреден софтуер, идентифициране на фишинг атаки и използване на силни пароли. Освен това, интеграцията на допълнителни инструменти за мониторинг на сигурността би позволила по-бързо откриване на инциденти и би осигурила реакция в реално време, което е от критично значение за защита на информационната инфраструктура. Препоръчително е също така да се провеждат редовни вътрешни и външни одити на политиките за информационна сигурност, които да идентифицират възможни пропуски и да оптимизират процесите, като резултатите от тези одити се използват за подобряване на мерките за защита. Накрая, с оглед на непрекъснатото развитие на кибератаките, политиките за информационна сигурност трябва да бъдат регулярно актуализирани, за да отразяват новите заплахи и уязвимости, което ще гарантира тяхната адекватност и ефективност в динамичната технологична среда.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Каракънева, Ю., 2013. Киберсигурност : основни аспекти. София: изд. Авангард прима.
2. МС, Обн. ДВ бр. 59 от 26 Юли 2019г. Наредба за минималните изисквания за мрежова и информационна сигурност. (изм. ДВ бр. 47 от 24 Юни 2022г.)
3. МС, обн. ДВ бр.94 от 13 Ноември 2018г.. Закон за киберсигурност. (изм. ДВ бр.25 от 29 Март 2022г.)
4. МС, Обн. ДВ. бр.1 от 4 Януари 2002г.. Закон за защита на личните данни.(изм. ДВ. бр.70 от 20 Август 2024г.)
5. МС, Обн. ДВ. бр.46 от 12 Юни 2007г. Закон за електронното управление. (изм. и доп. ДВ. бр.80 от 19 Септември 2023г.)
6. МС, Обн. ДВ. бр.81 от 23 Октомври 2012г. Наредба за реда, начина и компетентните органи за установяване на критичните инфраструктури и обектите им и оценката за риска от тях (изм. ДВ. бр.27 от 5 Април 2016г.)

МЕТОДИ ЗА ЗАЩИТЕНО СЪХРАНЕНИЕ НА ДАННИ

Дако Димов

Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
dako.dimov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Докладът има за цел да разгледа заплахите за сигурността на чувствителни данни в съвременната дигитална ера като поставя акцент върху начина на съхранението им. Представят се методи за криптиране, хеширане и хеширане с осоляване на данни. Криптирането преобразува данните в шифрован текст като използва симетрични и асиметрични алгоритми, които се прилагат според нуждите на сигурността. Хеширането генерира уникални стойности за удостоверяване на целостта на данните, докато осоляването добавя допълнителни данни, за да предотврати атаки с предварително изчислени хеш стойности. Тези методи за защитено съхранение на данните, заедно с допълнителни техники като добавяне на "пипер", създават комплексен защитен механизъм, който повишава сигурността и намалява риска от злонамерени атаки.

Ключови думи: криптиране, хеширане, защита на данните

METHODS FOR SECURE STORAGE OF DATA

Dako Dimov

University of Economics Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria, dako.dimov@ue-varna.bg

ABSTRACT

The report aims to review the security threats to sensitive data in today's digital era, focusing on the way it is stored. Methods for encryption, hashing and salting of data are presented. Encryption transforms the data into ciphertext using symmetric and asymmetric algorithms, chosen depending on the use case. Hashing generates unique values for checking the integrity of the data, whereas salting adds additional data to prevent attacks with precomputed hash values. These methods of secure data storage, alongside additional techniques, such as adding "pepper", create a complex defense mechanism, which increases the security and lowers the risk of malicious attacks.

Keywords: encryption, hashing, data security

ВЪВЕДЕНИЕ

Живеем в дигитална ера и кражбата на лични данни или друга потребителска информация е най-голямата заплаха. От значение е не само защитата на достъпа до информацията, а и начина ѝ на съхранение, за да бъде достатъчно надеждно защитена от злонамерени атаки. Сигурността на данните в интернет е от решаващо значение в днешно време, когато информацията става все по-дигитализирана и все повече хора използват онлайн услуги и съхранение на данни. С подобряването на технологиите хакерите също стават все по-находчиви. С откраднатите данни те могат да превземат банкови сметки, да имат достъп до лични данни и още много други. Защитата на личните данни става все по-трудна поради нарастващия брой потребители в интернет. Това налага нуждата за използване на методи за сигурно съхранение на данните, които да намалят риска от нейното изтичане.

1. СЪЩНОСТ И ВИДОВЕ

За да се осигури защитата на данните е необходимо прилагането на различни методи за защита - криптиране, хеширане, хеширане и осоляване. Тези техники представляват основни принципи на криптографията и са от съществено значение за защитеното съхранение на потребителската информация. Съществуват различни методи за защита на данните – запазване на данните в необработен вид, представяне на данните в криптиран вид, използване на хеширане на данните, и прилагане на хеширане и осоляване върху данните (Cloudian, 2023).

В момента криптирането е един от най-популярните и ефективни използвани методи за защита на данните. Според Националния институт по стандарти и технологии (NIST), обикновеният текст се отнася до „разбираеми данни, които имат значение и могат да бъдат разбрани без прилагане на декриптиране“ (The National Institute of Standards and Technology, 2023).

Криптирането на данни е метод за защита на поверителността на данните чрез преобразуването им в кодирана информация, наречена криптиран текст, която може да бъде декодирана само с ключ за дешифриране. Произлиза от гръцката дума „*kryptos*“, което означава „скрит“ и „графика“ – наставката, означаваща „писане“ (Techtarget, 2021).

Данните или обикновеният текст се криптират с алгоритъм за криптиране и ключ за криптиране. Процесът води до шифрован текст, който може да се види в оригиналната му форма само, ако е дешифриран с правилния ключ. Съществуват два основни вида криптиране на данни - симетрично криптиране и асиметрично криптиране, известно още като криптиране с публичен ключ (De Groot, 2015).

1.1. СИМЕТРИЧНО КРИПТИРАНЕ

Симетричното криптиране на данни е метод за защита на информация, при който се използва една и съща ключова информация както за криптиране, така и за декриптиране на данните. Този ключ може да бъде предварително споделен между комуникиращите страни или генериран на база сложни алгоритми. Основната идея зад симетричното криптиране е, че данните се преобразуват със специален алгоритъм и ключ, които ги правят неразбираеми за неоторизирани лица. Единствено тези, които разполагат със съответния ключ, могат да декриптират и възстановят оригиналната информация. Примери за алгоритми за симетрично криптиране са DES (Data Encryption Standard), AES (Advanced Encryption Standard) и Blowfish. Тези алгоритми се използват за защита на данни при трансфер през незащитени канали, съхранение на данни на устройства (нар. данни в покой) и много други приложения.

Data Encryption Standard (DES) е един от най-ранните и популярни алгоритми за симетрично криптиране. Този алгоритъм е разработен през 1970-те години от IBM. За преобразуване на данните DES използва метод на Feistel network, при който блокът от данни се разделя на две половини. Едната половина служи като „лява“ част, а другата като „дясна“ част на Feistel мрежата. След като са завършени всички етапи на преобразуване, последният етап се изпълнява в обратен ред, за да се получи криптиран резултат. Въпреки своята сложност, дължината на ключа (56 бита) на DES се оказва недостатъчна, за да гарантира сигурност срещу съвременните атаки (Diffie et al., 1977).

Blowfish е симетричен криптиращ алгоритъм, разработен от Брус Шнайер през 1993 година. Този алгоритъм се използва за криптиране на данни и се отличава със своята скорост и относително проста структура. За преобразуване на данните Blowfish използва структура на Файстъл мрежа, като всеки блок от данни минава през определен брой итерации на преобразуване. Всяка итерация включва операции като XOR с подключове, замяна със S-блокове и пермутации. Този алгоритъм е популярен заради своята скорост и относително лесна

реализация. Въпреки това, по-късите ключове могат да бъдат податливи на атаки от бързи изчислителни машини, особено ако бъдат използвани със слабо управление на ключовете. Поради това, Blowfish не се счита за най-сигурния алгоритъм за съвременни криптографски приложения (Schneier, 1994).

Advanced Encryption Standard (AES) е съвременен симетричен криптиращ алгоритъм, който замени Data Encryption Standard (DES) и Blowfish като стандарт за криптиране. Той предоставя по-висока сигурност и ефективност в сравнение с DES. AES е използван широко и се счита за един от най-сигурните методи за криптиране. AES е известен със своята криптографска сигурност и ефективност, тъй като използва по-дълги ключове и по-силни криптиращи методи. Подходящ е за широк спектър от приложения - от защита на данни при трансфер през мрежи до шифроване на данни в покой. Предоставя по-добра сигурност и отговаря на съвременните изисквания за криптографска защита.

Въпреки предимствата си, симетричното криптиране има и някои ограничения. Основното е, че обменът на ключове между комуникиращите страни може да бъде рисков и да доведе до компрометиране на сигурността, ако ключът попадне в ръцете на злонамерени лица. Затова е важно да се използват сигурни методи за обмен на ключове или да се избират алтернативни подходи като публично-частни ключове (асиметрично криптиране) (Padhiar, Sneha, 2021).

Симетричното криптиране на данни е по-бърз метод от асиметричното криптиране и се използва най-добре от индивидуални потребители или в затворени системи. Използването на симетрични методи с множество потребители в отворени системи, като например през мрежа, изисква предаване на ключа и създава възможност за кражба.

1.2. АСИМЕТРИЧНО КРИПТИРАНЕ

С развитието на компютърните технологии и интернет, се прилага криптография с публичен ключ (public key) и частен ключ (private key), които са математически свързани и могат да се използват само заедно, също позната като асиметрична криптография. При асиметричната криптография се използват два ключа, единият - публичен ключ се използва за криптиране, а другият - частен ключ се използва за дешифриране. Този метод позволява сигурна комуникация и обмен на информация между страни, без да се изисква предварително споделяне на общ ключ за криптиране и декриптиране. Освен за криптиране, асиметричната криптография се използва и за създаване на електронни подписи. Това позволява на страни да подпишат съобщения или документи с частния си ключ, което дава увереност в автентичността на информацията и нейния подател. Асиметричното криптиране се използва от множество потребители и в отворени мрежи, като интернет, тъй като публичният ключ може да се споделя свободно, без риск от кражба на данни. Най-често използваните видове асиметрично криптиране са ElGamal, RSA, DSA.

ElGamal е алгоритъм за асиметрично криптиране, който може да бъде използван както за криптиране на данни, така и за създаване на електронни подписи. Той се базира на сложни математически операции с групи и пресмятане на корени. Друга съвременна форма за криптиране с публичен ключ е RSA (Rivest-Shamir-Adleman), по името на своите создатели. Това е алгоритъм, който съществува от 1978 г. и все още се използва широко. Прилага се за криптиране на данни и за създаване на електронни подписи. Той използва факторизацията на големи прости числа и извършва сложни математически операции с модули, за да генерира ключовете и извършва криптирането и декриптирането.

Методът DSA (Digital Signature Algorithm) се използва за създаване на електронни подписи и автентикация. Той е специализиран да се използва за създаване на подписи за проверка на идентичността на изпращача на информация. Подобен на него е алгоритъмът ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm), който е също алгоритъм за създаване на електронни подписи, който използва елиптични криви в криптографията. Той е предпочитан поради своята ефективност и сравнително малкия размер на ключовете.

IES (Integrated Encryption Scheme) е метод, който комбинира асиметрично и симетрично криптиране, за да осигури бърз и ефективен процес на шифроване и декриптиране. Сходен на този метод са хибридните криптосистеми Hybrid Cryptosystems, съчетаващи предимствата на симетричното и асиметричното криптиране. Публичният ключ се използва за криптиране на симетричен ключ, който по-късно се използва за криптиране на самите данни. Това осигурява баланс между сигурност и изчислителна ефективност (IEEE, 2004).

Върху данните може да бъде приложено симетрично и асиметрично криптиране. Между двете форми на криптиране, асиметричното криптиране има тенденция да бъде по-силно поради еднопосочната си същност. От друга страна, това може да се приеме за недостатък, защото процесът на криптиране и декриптиране с асиметрични ключове може да бъде по-бавен, понеже изисква повече изчислителни ресурси в сравнение със симетричното криптиране. Като неудобство е също управлението на ключовете, особено частния ключ. Неговото компрометиране може да се окаже критично за сигурността на информацията.

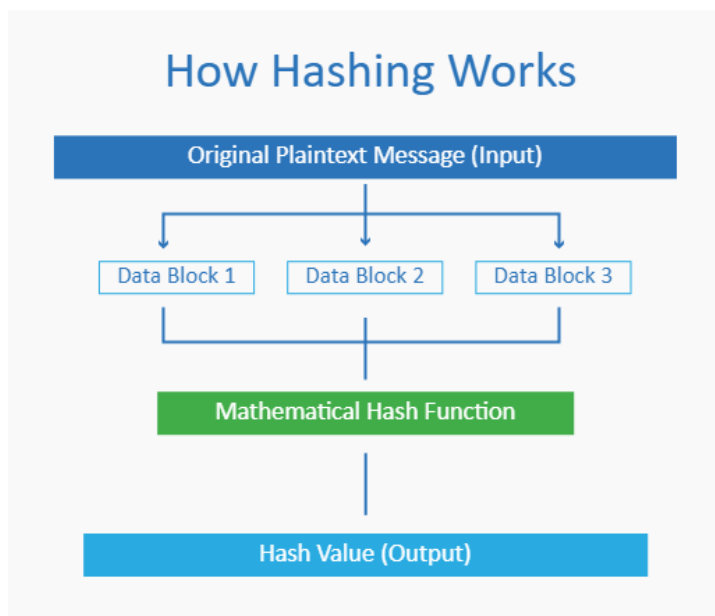
Всеки метод за криптиране на данни има своите предимства и недостатъци. Видът на използваното криптиране зависи от начина на достъп до данните и от кого. Важно е да се избере начинът, който ще осигури максимална защита за конкретния тип данни и за приложението, в което ще бъдат използвани.

2. ХЕШИРАНЕ

Хеширането е практика за трансформиране на даден ключ или низ от знаци в друга стойност с цел сигурност. При него се прилага алгоритъм за съпоставяне на данни от всякакъв размер към фиксирана дължина. Това се нарича хеш стойност, която представлява уникално представяне на входните данни. Хеш функциите са математически алгоритми, които генерират тези хеш стойности. Всеки алгоритъм за хеширане извежда данни с фиксирана дължина. Така всяка хеш стойност е уникална. Дори малка промяна във входните данни трябва да доведе до значително различаваща се хеш стойност. Това позволява лесно откриване на дори най-малките изменения в данните.

Хеш функциите са бързи за изчисление и подходящи за приложения, които изискват бързи проверки. Използват се за проверка дали данните не са били променени след генерирането на хеша. Използва се за създаване на уникални идентификатори за обекти, файлове, съобщения и други (Nohe, 2018).

Следната графика илюстрира как работи хеширането, като приетия вход се разделя на множество по-малки блокове данни (вж. Фигура 1).



Фигура 1. Схема на хеширане, чрез разделяне данните на блокове при входа

Източник: Създадена от (www.thesststore.com, 2023)

Например, за да се подпише електронно част от софтуер и да се направи той достъпен за изтегляне от уебсайт, трябва да се създаде хеш на скрипта или изпълнимия файл, който се подписва. След добавяне на електронния подпис, всичко отново се хешира.

Когато потребителят изтегли софтуера, неговият браузър проверява двете уникални хеш стойности (вж. Фигура 2). Ако браузърът изведе една и съща хеш стойност, тогава той знае, че и подписът, и файлът са автентични - не са били променени. Ако не е, браузърът издава предупреждение за несъответствие (Code Signing Store, 2023).



Фигура 2. Хеширане на текст с алгоритъм SHA-2

Източник: Създадена от (www.thesststore.com, 2023)

Основните видове алгоритми за хеширане са класифицирани в техните семейства. Най-разпространените семейства хеширащи алгоритми са Secure Hash Algorithm (SHA), Message Digest (MD), Whirlpool и други.

Алгоритъмът за хеширане MD5 (Message Digest Algorithm 5) работи като приема входни данни и ги обработва чрез няколко итерации на функции за преобразуване. В края на този процес се генерира 128-битова хеш стойност. Днес, той се счита за недостатъчно сигурен, поради възможността за колизии (различни входни данни, които генерират една и съща хеш стойност) и варианти на атаки. Whirlpool е метод за хеширане на данни, проектиран от Виктор Раймен (създател на алгоритъма AES) и Пауло Барето през 2000 г. Този алгоритъм е базиран на конструкцията "Меркъл-Дамгор", който генерира 512-битови хеш стойности, които обикновено се представят като 128-цифрени шестнадесетични числа. Той използва различни

нелинейни преобразувания и операции за миксиране на данните. Друг алгоритъм за хеширане е BLAKE2, който е бърз и сигурен, използващ паралелни процеси и битови операции. Той предлага по-добра производителност в сравнение с други хеш алгоритми. Поддържа разнообразни размери на хеш стойностите и се използва за широка гама от приложения (Code Signing Store, 2024).

Алгоритъмът за хеширане TIGER е сравнително нов алгоритъм, който започва да набира популярност в мрежите за споделяне на файлове и торент сайтовете. Разработен е от Рос Андерсън и Ели Бихам през 1995 г. Tiger е проектиран да работи бързо предимно на 64-битови компютри. Tiger няма патентни ограничения и може да се използва свободно. Понастоящем няма известни ефективни атаки срещу него. Сходен на него е алгоритъмът Scrypt. Той използва 128-битова произволна сол, която се добавя към съобщението и допълнително 192-битово число, което се използва за криптиране с алгоритъма Blowfish, който е труден за изчисление и добавя сложност при генерирането на хеш (Шнайер, 2002).

Тези са само някои от многото алгоритми за хеширане. Те се използват в различни сигурни приложения, включително проверка на целостта на данните, създаване на електронни подписи, хешове на пароли и други. Всеки алгоритъм има ясни предимства в зависимост от целта, за която е предназначен да постигне. Изборът на най-подходящ алгоритъм е свързан с необходимостта от получаване на точно очакваните резултати. При избор на алгоритъм е важно да се обърне внимание на неговата сигурност, скорост на обработка и предназначение на конкретното приложение. Също така, добра практика е да се използват актуални алгоритми и да се следват стандартите за криптографска сигурност.

Ключова разлика между криптиране и хеширане е, че криптирането е обратимо, докато хеширането не е. Не може да се възстановят оригиналните данни от хеш стойността. Това го прави полезен при удостоверяване на данни и съхранение на пароли, защото те не се съхраняват директно, а само техните хеш стойности. Въпреки, че термините „хеширане“ и „криптиране“ могат да се използват взаимозаменяемо, хеширането винаги се използва за целите на еднопосочно криптиране и хешираните стойности са много трудни за декодиране. Шифроването винаги предлага ключ за дешифриране, докато хешираната информация не може да бъде декодирана лесно и е предназначена да се използва като метод за валидиране на целостта на пакет информация или част от данни. Докато криптирането е предназначено да защитава данните при пренос и покой, хеширането служи като контролна сума, която има за цел да провери дали даден файл или част от данните не са били променени, т.е. че са автентични (Aggarwal, 2015).

3. ОСОЛЯВАНЕ

Осоляването включва добавяне на произволни данни, преди да бъдат пуснати през криптографска хеш функция. Прилагането на осоляване на данните е честа практика за повишаване на сигурността на паролите, както и за защита на чувствителни данни по време на съхранение. Това увеличава сигурността при атаки срещу предварително генерирани таблици с хеш стойности (таблица със съответствия). При осоляване на данните се генерира случайна сол (salt), която е уникална за всяка парола или чувствителни данни. Обикновено солта е низ с фиксирана дължина, като например 16 или 32 байта. Преди да се изпълни хеширането, солта се комбинира с данните (например паролата). Този процес може да бъде извършен по различни начини, като например конкатенация (слепване) на солта и данните. Комбинираният низ (солта

+ данните) се подлага на хеширане с подходящ алгоритъм за хеширане (като например SHA-256 или bcrypt.) В базата данни се съхранява и солта, и резултатът от хеширането (хеш стойността). Солта не е тайна информация и може да бъде съхранена заедно с хеш стойността. При проверка на парола (или други данни) се търси съответният запис в базата данни със съответната сол и хеш стойност. Комбинира се въведената парола със съхранената сол и се изчислява хеш стойността за комбинирания низ. След това се сравнява тази хеш стойност със съхранената в базата данни и, ако те съвпадат, паролата е валидна (Grassi et al.,2017).

Осоляването на данните е важен аспект на сигурността и криптографията. Като всеки метод за защита на чувствителни данни, то има своите предимства и недостатъци. Този подход прави речниковите атаки (brute-force) и атаките срещу предварително генерирани таблици с хеш стойности (rainbow tables) много по-трудни за реализиране, тъй като дори идентични пароли имат различни хеш стойности поради уникалността на добавената сол. Осоляването повишава сигурността дори при използването на слаби пароли. Солта допринася за увеличаване на сложността на атаките, тъй като всяка сол е уникална за всеки запис. Това прави атаките по анализ на честотата (frequency analysis) или други статистически методи много по-трудни. Недостатък на осоляването на данните е допълнителният код и обработка. Осоляването изисква допълнителен код за генериране и управление на солите. Този процес може да забави разработката и имплементацията. Понякога са възможни грешки при създаване на алгоритъма за генериране на солта. В случай, че генерирането на сол не се извърши правилно, това може да доведе до слаби места в сигурността и по-голяма уязвимост. Също неудобство е, че прилагането на осоляване може да доведе до по-голяма сложност при управлението на данните, тъй като всеки запис изисква уникална сол. Въпреки, че осоляването затруднява речниковите атаки, то не предпазва от атаки, насочени срещу използваните хеш функции (като криптоанализа). Използването на осоляване на данните е важен механизъм за подобряване на сигурността, особено при съхранението на пароли и чувствителни данни. Но е важно да бъде правилно имплементирано и управлявано, за да се избегнат възможни уязвимости (Майер, 2022).

Важен аспект на сигурността при съхранението на пароли и други чувствителни данни е запазването им във вид на хеширане и осоляване. Този процес помага да се предпазят данните от атаки, като например речникови атаки (brute-force). Запазването на данни във вид на хеширане и осоляване е широко прилагана практика и има своите предимства и недостатъци. Предимство на запазването на данни във вид на хеширане и осоляване е повишаване на тяхната сигурност при изтичане на данни. Запазването на данни във вид на хеширане и осоляване е силно средство за повишаване на сигурността на данните, особено при съхранение на пароли.

4. ДОБАВЯНЕ НА „ПИПЕР“

Друг метод за повишаване на сигурността при съхранение на данни е така нареченият „пипер“, който може да се добави към криптираните или хеширани данни и е подобен на сол. Това е низ, който се добавя към данните, но за разлика от солта, която обикновено се запазва заедно с паролата, пиперът трябва да се съхранява отделно, за да се предотврати получаването му от нападателя в случай на пробив в базата данни. Неговата идея е да затрудни операциите по проверка (в това число и опитите за разбиване) като добави етап на отгатване на пипера. Ако например сме добавили пипер към хеширащата функция и той е число от 0 до 9, то при проверка за съвпадение на дадена информация с тази, запазена на сървъра, трябва да се извършат до 10 хеширащи операции, като се пробва с всяка възможна стойност от 0 до 9. Това

усложнява и забавя операцията за хеширане и я прави по-трудна за разбиване с груба сила, тъй като в зависимост от възможните стойности за пипера, трябва да се извършат толкова на брой различни хеширания докато се открие правилната стойност на пипера. Тъй като този пипер трябва да е еднакъв за всички потребители, а всички криптографски операции се извършват при клиента, няма как да се извършат тези операции без да се разкрие тайната на пипера (Lin, 2016).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данните са ценни, независимо дали се прехвърлят между потребители или се намират на сървър. Те трябва да бъдат защитени по всяко време. Защитата на данните е процес на обезпечаване на сигурността на цифровите данни и предотвратяване на загубата им чрез неототоризиран достъп. Включва сигурност на данните срещу атаки, които могат да доведат до промяна на съдържанието им, което от своя страна да ги направи ненадеждни. Защитата на данните гарантира, че те са достъпни единствено за този, който има право на достъп до тях.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. МАЙЕР, А. (2022). Управление на данните. Какво е това? [Online] Available from <https://bg.six.ms/blog/yprablenie-na-dannite> [Accessed 10/11/2024]
2. ШНАЙЕР Б. (2002). Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си, ISBN 5-89392-055-4
3. AGGARWAL K., VERMA H. K. (2015). Hash_RC6 — Variable length Hash algorithm using RC6 2015 *International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications*, Ghaziabad, pp. 450-456,
4. DIFFI W., HELLMAN M. E. (1977) Special Feature Exhaustive Cryptanalysis of the NBS Data Encryption Standard, *Computer*, 10 (6), pp. 74-84
5. GRASSI P. A., GARCIA M. E., FENTON J. L. (2017), Digital Identity Guidelines, *NIST Special Publication 800-63-3*, pp. 54
6. IEEE. (2004). IEEE Standard Specifications for Public-Key Cryptography - Amendment 1: Additional Techniques, pp.1-167
7. PADHIAR, SNEHA. (2021). A Comparative Study on Symmetric and Asymmetric Key Encryption Techniques. pp. 133.
8. SCHNEIER B. (1994). The Blowfish Encryption Algorithm, *Dr. Dobb's Journal*, 19 (4), pp. 38-40.
9. CLOUDIAN. (2023). [Online] Available from <https://cloudian.com/guides/data-protection/data-encryption-the-ultimate-guide/> [Accessed 10/11/2024]
10. CODE SIGNING STORE. (2024). *What Is a Hashing Algorithm? A Look at Hash Functions*. [Online] Available from <https://codesigningstore.com/what-is-hashing-algorithm-how-it-works> [Accessed 10/11/2024]
11. DE GROOT, J. (2015). [Online] Available from <https://www.digitalguardian.com/blog/what-data-encryption> [Accessed 10/11/2024]
12. LIN, R. (2016). *Salt & Pepper: Spice up your hash!* [Online] Available from <https://medium.com/@berto168/salt-pepper-spice-up-your-hash-b48328caa2af> [Accessed 10/11/2024]

13. NOHE, P. (2018). [Online] Available from <https://www.thessslstore.com/blog/difference-encryption-hashing-salting/> [Accessed 10/11/2024]
14. TECHTARGET. (2021). [Online] Available from <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/plaintext> [Accessed 10/11/2024]
15. THE NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. (2023). *Glossary*. [Online] Available from https://csrc.nist.gov/glossary/term/clear_text/ [Accessed 10/11/2024]

ИЗБОР НА EXCHANGE-TRADED FUND (ETF) ЗА ФИНАНСОВОТО ПОРТФОЛИО НА ИНВЕСТИТОРА

Виктор Андреев

Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
viktor.andreev@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Ниските лихви на спестовните влогове в последното десетилетие са сериозен проблем за инвеститорите. Цел на доклада е формулиране на полезни съвети на индивидуалния инвеститор за максимизиране на инвестираната сума на база анализ на исторически данни за определени инструменти. Обект на анализа са различни видове финансови инструменти (борсово-търгувани фондове). Периодът на анализа е последните 5 години (2019 - 2024 г.). Период, през който се наблюдават 2 важни за световната икономика събития (Ковид пандемията през 2020 г. и инвазията на Русия в Украйна от 2022 г.) Използваните софтуерни продукти за анализа са Microsoft Office пакет (MS Office, MS Excel) и MS Power BI.

Ключови думи: Exchange-traded fund, инвестиция, портфолио, COVID-пандемия, 5 години

CHOOSING THE RIGHT EXCHANGE-TRADED FUND FOR YOUR INVESTMENT PORTFOLIO

Viktor Andreev

И University of Economics – Varna /Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
viktor.andreev@ue-varna.bg

ABSTRACT

Low interest rates on savings deposits in the last decade have been a serious problem for investors. The objective of this paper is to give useful advices to the individual investor to maximize the amount invested based on an analysis of historical data for specific instruments. The object of the analysis is different types of financial instruments (exchange-traded funds). The analysed period is the last 5 years (2019 - 2024). The period during which 2 important events for the world economy occurred (the 2020 Covid pandemic and the 2022 Russian invasion in Ukraine) The software products used for the analysis are Microsoft Office package (MS Office, MS Excel) and MS Power BI.

Keywords: Exchange-traded funds, investment portfolio, low interest rates, Covid pandemic, Russian invasion

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В постоянно променящия се инвестиционен свят борсово търгуваните фондове (Exchange-Traded Funds) се превръщат в популярен и универсален инструмент както за начинаещи, така и за опитни инвеститори. Тъй като хората се стремят да изграждат и управляват диверсифицирани финансови портфейли, процеси като анализ и сравнение на фондовете придобиват все по-голямо значение. Тези фондове предлагат удобен начин за придобиване на широк спектър от активи, вариращи от акции и облигации до суровини и дори финансови инструменти от нишови сектори на икономиката. Предвид множеството налични ETF варианти, изборът на правилния фонд изисква стратегически подход, който може да бъде подобрен с помощта на инструменти като

Microsoft Power BI или Microsoft Excel. Тези платформи позволяват на инвеститорите да анализират, визуализират и сравняват представянето на различните ETF фондове, като им помагат да вземат решения, основани на данни, съобразени с техните финансови цели.

Целта на този доклад е да предостави методика за избор на подходящ ETF за финансов портфейл на един инвеститор, като използва MS Power BI и MS Excel за сравнение на резултатите. Първо, определяме същността на ETF и разгледаме предимствата и потенциалните рискове, свързани с тях. След това ще проучим различните видове налични ETF, като ще предоставим рамка за разбиране на това как всеки вид може да се впише в разнообразен портфейл. Накрая, използвайки MS Power BI и MS Excel, ще демонстрираме как инвеститорите могат да сравняват резултатите на различни ETF, което ще позволи да се вземат по-информирани инвестиционни решения. Този структуриран подход ще гарантира, че инвеститорите могат уверено да избират ETF, които съответстват на техния толеранс към риск, финансови цели и пазарни перспективи.

2. МЕТОДИ

В този анализ използваме комбинация от академична литература, пазарни доклади и техники за визуализация на данни, за да разгледаме основните аспекти при избора на ETF. Първо, разглеждаме научни статии, инвестиционни ръководства и публикации на емитенти на ETF, за да осигурим задълбочено разбиране на ETF. След това използваме MS Power BI и MS Excel, за да създадем сравнителни анализи на представянето на избрани ETF в различни сектори, индекси и класове активи. Данните за това сравнение са събрани от надеждна финансова база данни като Yahoo Finance, а ключови показатели като ценова история, количество управлявани активи и коефициенти на разходите са използвани за оценка на пригодността на всеки ETF за различни профили на инвеститорите. Визуалното представяне на данните подпомага процеса на тълкуване и вземане на решения.

3. РЕЗУЛТАТИ

Борсово търгуваният фонд – Exchange-Traded Fund (ETF) е финансов инструмент, който обединява капитал от множество инвеститори, за да инвестира в диверсифициран портфейл от активи. Тези активи могат да варират от акции и облигации до суровини или валути в зависимост от целта на фонда. ETF-базирани финансови инструменти (б.а. в текста използваме думата „инструменти“ или съкращението ETF за кратко обозначаване на ETF-базирани финансови инструменти) се търгуват на големи фондови борси, точно както отделните акции, което ги прави високоликвидни и достъпни за широк кръг инвеститори. Основната привлекателност на ETF се състои в способността им да осигуряват незабавна диверсификация и по-ниски съотношения на разходите в сравнение с традиционните взаимни фондове. Освен това ETF предлагат прозрачност, тъй като инвеститорите могат лесно да проследяват базовите активи и цялостното представяне на фонда през целия ден на търговия. (Joshi et al., 2024)

ETF могат да бъдат пасивно управлявани, като следват индекс, например S&P 500, или активно управлявани, при които мениджърите на фонда вземат инвестиционни решения по свое усмотрение. Въпреки че пасивните ETF обикновено имат по-ниски такси, активно управляваните ETF могат да предложат потенциал за по-висока възвръщаемост чрез подобряване на представянето от това на пазара. С разрастването на пазара на ETF той се диверсифицира, като предлага продукти, които отговарят на изискванията на конкретни отрасли, държави, видове активи или инвестиционни стратегии. Това разнообразие от възможности позволява на

инвеститорите да използват ETF за постигане на различни финансови цели - от дългосрочен растеж на капитала до генериране на краткосрочен доход.

Вселената на ETF е огромна и непрекъснато се разширява, като предлага различни категории и видове фондове, за да отговори на нуждите на различните инвеститори. Най-общо, ETF могат да бъдат категоризирани в четири основни типа:

- ETF на базата на акции
- ETF на базата на облигации
- ETF на база стоки
- специализирани ETF

Както подсказва името, ETF, базирани на акции, инвестират в кошница от акции и често са проектирани да следват даден индекс. Те осигуряват инвестиция към широк спектър от компании в различни сектори, региони или пазарни капитализации.

От друга страна, ETF, базирани на облигации се фокусират върху ценни книжа с фиксиран доход, като предлагат на инвеститорите начин да получат възможност за инвестиция към държавни или корпоративни облигации с различен матуритет и доходност. Тези ETF могат да бъдат особено привлекателни за инвеститори, които не желаят да рискуват и търсят доход и запазване на капитала.

Борсово търгуваните фондове, базирани на суровини, предлагат възможност за инвестиция във физически активи като злато, петрол или селскостопански продукти. Те могат да бъдат ефективна защита срещу инфлация или валутни колебания, но често са по-волатилни от ETF на акции или облигации.

И накрая, специализираните ETF се отнасят към пазарни ниши и инвестиционни стратегии. Те могат да включват секторни ETF, ETF с обратен или ливъридж ефект, както и специализирани ETF, фокусирани върху области като чиста енергия или изкуствен интелект. Инвеститорите, които искат да уловят специфични пазарни тенденции или да се възползват от краткосрочни възможности, могат да намерят тези опции за привлекателни, въпреки че те обикновено са свързани с по-висок риск. ("What Are the Different Types of ETFs?" | etf.com (n.d.))

В този раздел разглеждаме приложението на MS Power BI и MS Excel за сравняване на представянето на ETF, което дава ценна информация за управлението на портфейла. С помощта на тези инструменти анализираме пазарната стойност, количеството управлявани активи и други финансови показатели, за да преценим ETF, които са подходящи за различни инвестиционни цели.

Динамичните визуализации на MS Power BI ни позволяват да представяме сложни данни по удобен за потребителя начин, което улеснява задълбоченото сравнение на ETF. Например с помощта на MS Power BI могат да се създават табла за проследяване на представянето на ETF за акции, облигации и стоки във времето, като използваме показатели като обща възвръщаемост, волатилност и съотношение на разходите. Тези визуални отчети могат да бъдат персонализирани, за да показват сравнения „side-by-side“, което улеснява идентифицирането на тенденциите и разликите в представянето на различните класове активи. Освен това функцията за разширяване на MS Power BI позволява на инвеститорите да изследват резултатите на детайлно ниво, например по сектори, региони или отделни ценни книжа в рамките на ETF.

За целта на нашия анализ са избрани по един ETF представител от всеки вид, в който е инвестирана най-голяма сума. Чрез сравнение на най-важните параметри даваме полезни насоки на инвеститорите, които са решили да инвестират сума в подобни финансови инструменти с цел да улесним избора им и да изградим най-подходящото финансово портфолио според индивидуалните предпочитания на инвеститора.

Избрани ETF за анализ

№	ETF_id	Име	Тип
1	SPY	SPDR S&P 500 ETF Trust	Акции
2	AGG	iShares Core U.S Aggregate Bond ETF	Облигации
3	GLD	SPDR Gold Shares	Стоки
4	QQQ	Invesco QQQ Trust	специализиран

Източник: Собствена разработка

При избор на времевия период, който да бъде анализиран, се ръководим от принципа на стопанските цикли. Според въпросният 5-годишен период е завършека на един краткосрочен цикъл. В икономиката тези краткосрочни цикли са известни и с името „цикъл на Китчин“ и е въведен като термин от британския икономист Джоузеф Китчин, който го използва за първи път в началото на XX век, след като се ръководи от развитието на британската индустрия. (Мавров и Колев, 2022)

Нашият избран период е подвластен на две от най-съществените събития за XX в. Това са пандемията от Ковид през 2020 г. и началото на военните действия от февруари 2022 г. Тези две значими събития оказват своето влияние на финансовите пазари. Чрез наблюдение на представянето на различните ETF опции през този период ще опитаме да дадем ценни насоки и съвети на инвеститорите, които биха могли да бъдат използвани при подобни сценарии в бъдеще.



Фигура 1. Промяна в цена и активи на SPDR S&P 500 ETF Trust в периода 2019-2024 г.

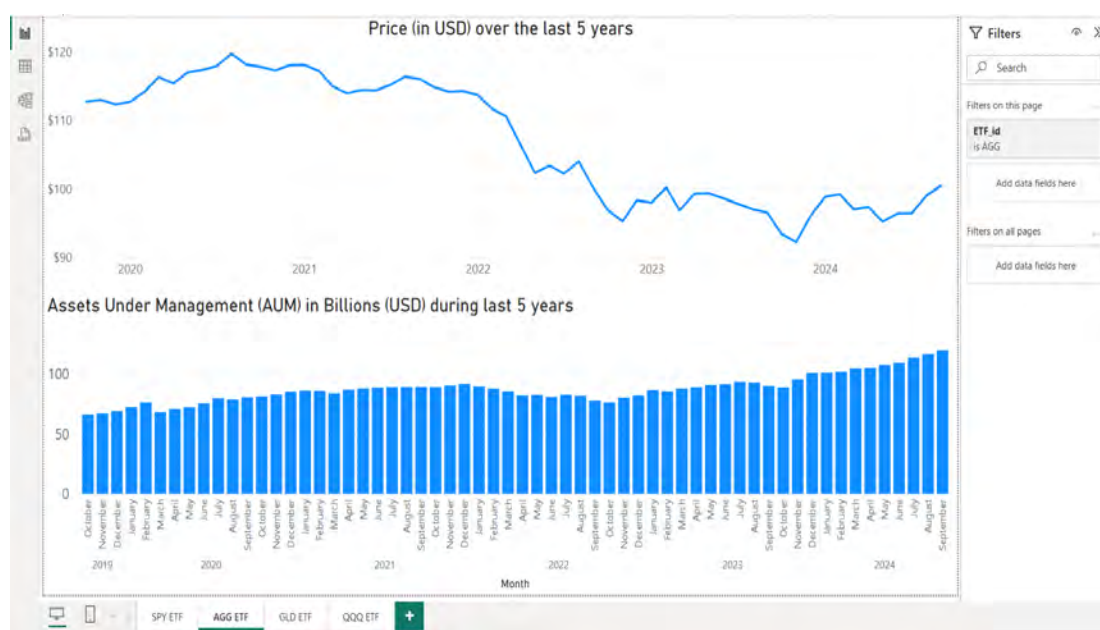
Източник: собствена разработка

Този ETF проследява един от най-популярните индекси, показател за състоянието на американската икономика Standard & Poor's (S&P) 500 Index. Както името му подсказва, индексът ни дава поглед над представянето на топ 500 компании в САЩ по пазарен дял. Първото търгуване с този фонд започва през Януари 1993 г., а през последните няколко години поради дигиталната революция, на която ставаме свидетели, компаниите от IT сектора съставляват

близо 1/3 от броя на компаниите в индекса. (“SPY ETF: The SPDR S&P 500 ETF Trust and What It Holds”, n.d.)

В периода на цялото си съществуване този ETF дава годишен ръст от около 10% средно на година, а в периода, който е обект на нашия анализ(2019 – 2024 г.) се наблюдава много добро представяне като нарастването на цената му е с почти двоен ръст(от 297,74\$ през октомври 2019г. до 558,35\$ през септември 2024г.). Единственият по-сериозен спад е по време на месеците от COVID пандемията (февруари-април 2020 г.), когато от стойността на брой спада от 323,35\$ до 247,98\$.

Другият показател, който е с водеща роля в нашия анализ, е сумата на инвестирания капитал през месеците отново за последните 5 години. Капиталът, който е бил поверен на тази ETF опция през 2019 г. е възлизал на 275 млрд. \$. Тази ETF опция е устояла стабилно на 5-годишния период, през който се наблюдават кризи като COVID пандемията и война в различни точки на планетата. Трендът при инвестирания капитал е възходящ през по-голямата част от анализирания период. През декември 2021 г. достига до висока стойност от 455 млрд. \$. След началото на военните действия в Украйна имаме спад в стойността, но във втората половина на 2023 г. активите под ръководството на този фонд достигат периода от преди войната, а през тази година имаме сума над 500 млрд., която е близко до достигане на 600 млрд. \$.(“SPY Total Assets Under Management Analysis | YCharts”, n.d.)



Фигура 2. Промяна в цена и активи на iShares Core U.S. Aggregate Bond ETF в периода 2019-2024 г.

Източник: собствена разработка

Тази ETF опция проследява движението на индекса, който е обвързан с американските облигации (Bloomberg U.S. Aggregate Bond Index). 90% от средствата, инвестирани в този индекс, са насочени към инструменти с фиксирана доходност. Представянето на този фонд освен, че е представителна извадка на пазара на облигации, е и ясен признак за състоянието на цялата икономика на САЩ. В индекса, който е проследяван от AGG се включват държавни ценни книжа, корпоративни облигации, ипотечни ценни книжа и общински облигации.(“What Is the Bloomberg Aggregate Bond Index, Who Tracks the Agg?”, n.d.)

През периода, в който анализираме представянето на този ETF, можем да отбележим негативен тренд в цената му. През първата половина от периода можем да отбележим стойност над 100\$, но през 2022 г. цената на закупена единица от този инструмент слиза под тази граница, след което се наблюдава леки колебания в цената му, но през миналия месец отново е със стойност от над 100\$ (100,49\$).

За сметка на това при сумата на инвестираните активи наблюдаваме ясно изразена позитивна тенденция (от 66,2 млрд.\$ през 2019 г. до 120 млрд. \$ през последния период на отчитане). (“iShares Core U.S. Aggregate Bond ETF (AGG) Stock Price, News, Quote & History - Yahoo Finance”, n.d.)

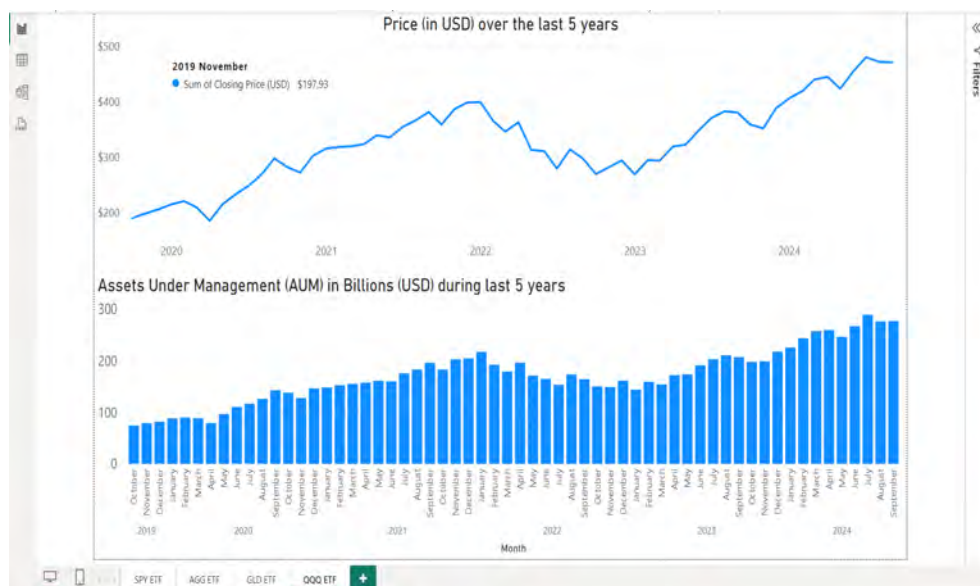


Фигура 3. Промяна в цена и активи на SPDR Gold Shares в периода 2019-2024 г.

Източник: собствена разработка

При ETF опциите, обвързани със суровини, имаме ясно изразен фаворит в лицето на фонда, обвързан със златото. Този вид суровина е считан от инвеститорите в продължение на дълги години като надежден инструмент за инвестиция, която е лишена от риск в моменти на рецесия и криза, както и в периоди, свързани с висока инфлация. Гореспоменатият ETF дава лесна възможност за инвестиция в тази привлекателна суровина. Друго предимство на този фонд пред закупуване на физическо злато е, че разходите по складиране и застраховане биха били непосилни за индивидуалния инвеститор. (“Gold ETFs and Gold Mining ETFs: What They Are and How They Work”, n.d.)

При анализ на графиките на този финансов инструмент се потвърждава теорията, че златото е опция, която е предпочитана в моменти на криза. В периодите на спад в цена и активи при предходните опции тук се наблюдава покачване на цена и активи. Такава е тенденцията в началото на 2020г., когато е Ковид пандемията, както и в началото на военния конфликт в Украйна през първата половина на 2022 г. Цялостният тренд и при двата важни за нас показателя е възходящ. Цената се покачва от 138\$ през 2019 г. до 232\$ през 2024 г. Докато покачването на активите, с които си служи фонда са от 44 млрд.\$ през 2019 г. до 73 млрд.\$ през 2024 г. GLD Total Assets Under Management Insights | YCharts (n.d.)



Фигура 4. Промяна в цена и активи на Invesco QQQ Trust в периода 2019-2024 г.

Източник: собствена разработка

QQQ ETF е последната опция, на която ще анализираме развитието през последните 5 години. Това е един ETF, който следи развитието на индекс Nasdaq 100. Този индекс се фокусира върху компании от технологичния сектор, който по време на последните 5 години бележи все по-голяма популярност, тъй като чрез въвеждането на пандемичните мерки през 2020г. множество компании увеличиха нивото на дигитализация и това довежда до прогрес на компаниите в технологичния сектор. (“QQQ ETF Risks and Rewards”, n.d.)

Цената на този ETF през 5 годишния период на анализ се покачва от 189\$ през 2019 г. на 470\$ през 2024 г. За същия период сумата на активите, които са обект на управление от този фонд се увеличават почти четворно (от 74 млрд.\$ през 2019 г. до 277 млрд.\$ през тази година. (“QQQ Performance & Stats | Invesco QQQ Trust”, n.d.)

При избора на специализирани ETF опции трябва да се вземе под внимание, че представянето им може да бъде контрастиращо. Ако инвеститорът реши да избере фонд, който е обвързан с индустрия, която е в подем, възможността за реализиране на печалба е много по-голяма от сценария, при който се подбира ETF, свързан с индустрия, която е в криза и шанса за загуба е по-голям.

Във финалния етап на нашия анализ ще направим директна съпоставка на избраните фондове. През 5-годишния период на нашия анализ най-добър резултат показват фондовете, базирани на акции и компании от техническия сектор, каквито са Invesco QQQ Trust и SPDR S&P 500 ETF Trust. Когато сравним и таксите за закупуване на фонд, можем да заключим, че SPY има над 2 пъти по-ниски такси от QQQ (0,2% срещу 0,09%). (“Yahoo Finance - Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News”, n.d.)

При фонда, който е базиран на облигации, имаме най-ниска стойност на таксите за закупуване, но при него се наблюдава най-негативен резултат в цената, както и в активите, които са управлявани от фонда.

SPDR Gold Shares се утвърждава като най-добра опция в случаите, когато финансовите пазари се намират в криза, но по-високата такса за придобиване и не толкова високия краен резултат инвеститорите биха предпочели другите финансови инструменти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изборът на подходящ ETF зависи от индивидуалните предпочитания на инвеститора, толерантността му към риск и пазарните перспективи. Като използват аналитични инструменти

като Power VI и Excel, инвеститорите могат да се ориентират в пазара на ETF с по-голяма увереност и прецизност. Тези инструменти предлагат ценни прозрения, които могат да помогнат за оптимизиране на конструкцията на портфейла, минимизиране на риска и максимизиране на възвръщаемостта с течение на времето.

Тъй като пазарът на ETF продължава да расте и да се развива, за инвеститорите е от решаващо значение да бъдат в крак с новостите и да останат бдителни в анализа си. Чрез комбинация от академични знания, пазарни проучвания и инструменти, базирани на данни, инвеститорите могат да изградят добре балансирани портфейли, които да отговарят на дългосрочните им финансови цели, като същевременно управляват присъщите на пазара рискове. Като се използва силата на технологиите, процесът на избор на ETF става не само по-ефективен, но и по-прозрачен и достъпен, предоставяйки на инвеститорите информацията, от която се нуждаят, за да успеят в днешната динамична финансова среда.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. “GLD Total Assets Under Management Insights | YCharts”. (n.d.). , available at: https://ycharts.com/companies/GLD/total_assets_under_management (accessed 21 October 2024).
2. “Gold ETFs and Gold Mining ETFs: What They Are and How They Work”. (n.d.). , available at: <https://www.investopedia.com/gold-and-gold-mining-etfs-8431193> (accessed 21 October 2024).
3. “iShares Core U.S. Aggregate Bond ETF (AGG) Stock Price, News, Quote & History - Yahoo Finance”. (n.d.). , available at: <https://finance.yahoo.com/quote/AGG/> (accessed 21 October 2024).
4. Joshi, G., Journal, R.D.-F.B. and 2024, undefined. (2024), “Exchange-traded funds and the future of passive investments: a bibliometric review and future research agenda”, SpringerG Joshi, RK DashFuture Business Journal, 2024•Springer, Springer Science and Business Media LLC, Vol. 10 No. 1, p. 17, doi: 10.1186/s43093-024-00306-8.
5. Management, L.L.-F.M. and P. and 2020, undefined. (2021), “The effect of ETFs on financial markets: a literature review”, SpringerLJ LiebiFinancial Markets and Portfolio Management, 2020•Springer, Springer, Vol. 34 No. 2, pp. 165–178, doi: 10.1007/s11408-020-00349-1.
6. “QQQ ETF Risks and Rewards”. (n.d.). , available at: <https://www.investopedia.com/ask/answers/061715/what-qqq-etf.asp> (accessed 21 October 2024).
7. “QQQ Performance & Stats | Invesco QQQ Trust”. (n.d.). , available at: <https://ycharts.com/companies/QQQ> (accessed 21 October 2024).
8. “SPY ETF: The SPDR S&P 500 ETF Trust and What It Holds”. (n.d.). , available at: <https://www.investopedia.com/articles/investing/122215/spy-spdr-sp-500-trust-etf.asp> (accessed 21 October 2024).
9. “SPY Total Assets Under Management Analysis | YCharts”. (n.d.). , available at: https://ycharts.com/companies/SPY/total_assets_under_management (accessed 21 October 2024).
10. “What Are the Different Types of ETFs? | etf.com”. (n.d.). , available at: <https://www.etf.com/sections/etf-basics/what-are-different-types-etfs> (accessed 21 October 2024).
11. “What Is the Bloomberg Aggregate Bond Index, Who Tracks the Agg?” (n.d.). , available at: <https://www.investopedia.com/terms/l/lehmanaggregatebondindex.asp> (accessed 21 October 2024).
12. “Yahoo Finance - Stock Market Live, Quotes, Business & Finance News”. (n.d.). , available at: <https://finance.yahoo.com/> (accessed 21 October 2024).
13. Мавров, X. and Колев, К. (2022), Макроикономика, Варна: Наука и икономика ИУ.

АНАЛИЗ НА СИСТЕМИ, БАЗИРАНИ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ, ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ

Славка Стаменова

Икономически университет – Варна /Катедра „Информатика“, Варна, България,
e-mail: slavka.stamenova@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Технологичното развитие в съвременния свят все по-често води до внедряването на системи, базирани на изкуствен интелект в различни сфери от живота на хората. От огромно значение е прилагането им в сферата на висшето образование. Тези технологии предлагат иновационни решения за анализ на данни, персонализиране на обучението, оптимизиране на административните процеси и учебните материали. Изкуственият интелект предлага широк набор от възможности за трансформация на висшето образование, с цел подобряване на обучението и управление на учебния процес. Целта на този доклад е да анализира системите, базирани на изкуствения интелект, използвани при обучението във висшето образование.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: образование, изкуствен интелект, обучение, процеси

AN ANALYSIS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED SYSTEMS FOR THE DELIVERY OF LEARNING IN HIGHER EDUCATION

Slavka Stamenova

University of Economics – Varna /Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
e-mail: slavka.stamenova@ue-varna.bg

ABSTRACT

Technological development in the modern world increasingly leads to the implementation of systems based on artificial intelligence in various spheres of people's lives. Their application in the field of higher education is of great importance. These technologies offer innovative solutions for data analysis, personalization of learning, optimization of administrative processes and learning materials. Artificial intelligence offers a wide range of possibilities for the transformation of higher education, with the aim of improving learning and managing the learning process. The purpose of this report is to investigate artificial intelligence-based systems used in higher education learning.

KEYWORDS: education, artificial intelligence, learning, processes

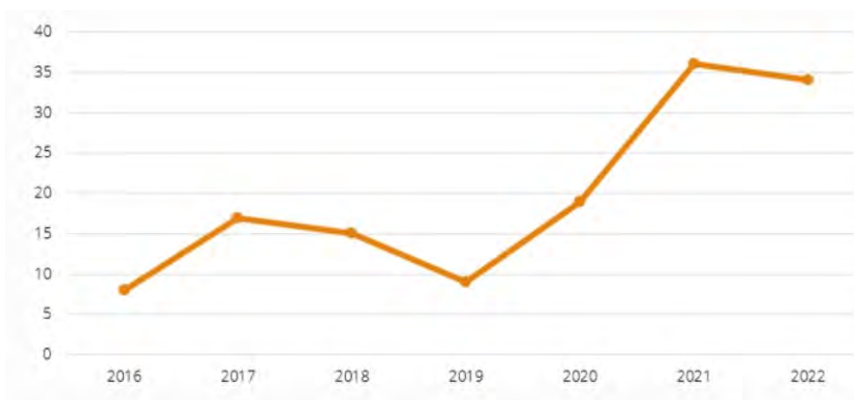
ВЪВЕДЕНИЕ

В ерата на технологична революция, изкуственият интелект (Artificial Intelligence - AI) е широко разпространен и играе важна роля в напредъка на много сектори от живота на съвременния човек (Crompton and Burke, 2023). Изкуственият интелект е една от най-бързо развиващите се технологии и се приема като технология на бъдещето в световен мащаб. Поради тази причина изкуственият интелект е от ключово значение и в технологичната трансформация на висшето образование. При традиционните образователни системи липсва гъвкавост, което ги прави трудно адаптиращи се към нуждите на преподаватели и студенти. През последните години приложението на AI в образованието е обект на изследвания, като се извеждат тенденции, стимулиращи дигиталната трансформация и автоматизация на обикновени процеси и задачи, като оценяване, класифициране на цифрови ресурси

и подходящо адаптиране на учебно съдържание (Krstić et al., 2022). Университетите все повече се стремят към подобряване на качеството на висшето образование в полза на служителите, студенти и своевременно адаптиране към нуждите на бизнеса, чрез прилагане на технологии, базирани на изкуствен интелект, като чатботове, инструменти за виртуална помощ и системи за адаптивно обучение. Целта на доклада е да се анализират и класифицират системите, базирани на изкуствен интелект, за осигуряване на обучението във висшето образование, както и да се представят предимствата и предизвикателствата, които носят, чрез тяхното интегриране. Някои AI приложения и платформи, като Bit.ai, Mendeley, Turnitin, elinik.io и Coursera, помагат за осъществяване на изследвания във висшето образование чрез анализиране на големи набори от данни, генериране на изводи и прогнози и идентифициране на модели, които биха били трудни за постигане при традиционен метод на проучване (Rahiman and Kodikal, 2023). Технологията непрекъснато се развива и има потенциал да бъдат разработвани все по-иновативни и продуктивни приложения на AI във висшето образование, водещи до научен прогрес.

1. ТЕХНОЛОГИЯТА ЗА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ

Терминът „изкуствен интелект“ датира от 1956 г. и е резултат от работата на Тюринг, който описва съществуването на „интелигентни разсъждения и мислене, които могат да влязат в интелигентни машини“. С напредъка на технологиите дефиницията за изкуствен интелект се променя, като „изчислителни системи, които са в състояние да участват в човешки процеси като учене, адаптиране, синтезиране, коригиране и използване на данни за сложни задачи за обработка“ (Crompton and Burke, 2023). Изкуственият интелект се фокусира върху създаването на интелигентни машини и системи, които изпълняват задачи и решават проблеми, които биха изисквали човешки интелект, като разбирането на естествен език. Тази технология разчита на изчислителна мощ и огромни количества данни, обработвани от алгоритми, за да решава проблеми, да автоматизира рутинни задачи, да рационализира процесите, да разпознава и класифицира изображения, реч, да прави прогнози и дори да взема решения. Изкуственият интелект се използва в индустриите по различни начини, от самоуправляващи се автомобили до цифрови асистенти и производството на роботи (Bridgeport, 2023). Поради развитието на информационните и комуникационни технологии се повишава необходимостта от прилагане на изкуствен интелект и във висшето образование. AI е инструмент, използван в различни предметни дисциплини, включително езиково, инженерно, математическо и медицинско образование (Crompton and Burke, 2023). На фигура 1 е представена тенденцията към използване на изкуствен интелект във висшето образование за периода 2016 – 2022 г., като се наблюдава значителен ръст в използването на AI през последните няколко години.

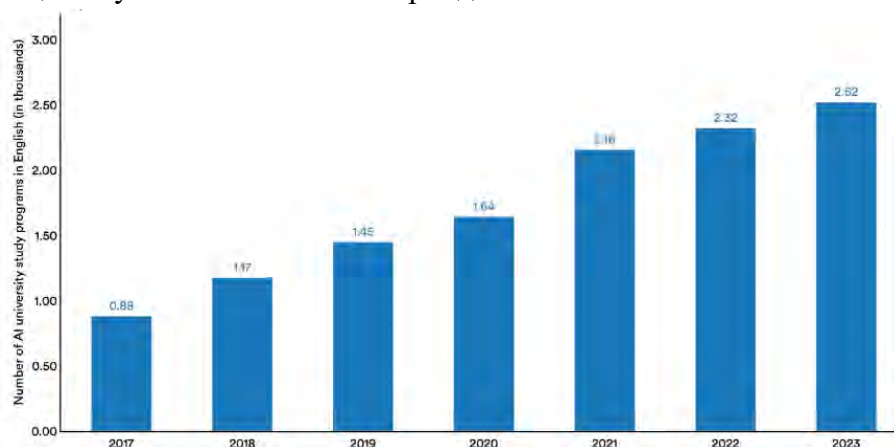


Фигура 1. Хронологична тенденция в изкуствения интелект във висшето образование

Източник: Създаден от (Crompton and Burke, 2023)

Според анализа на Zawacki-Richter за изкуствения интелект във висшето образование, съществуват четири основни приложения на AI: *профилиране и прогнозиране, оценка, адаптивни системи и персонализация и интелигентни системи за обучение* (Zawacki-Richter et. al., 2019). Университетите рационализират своите административни процеси, като използват инструменти за изкуствен интелект за системи за запис на студенти, информационни технологии, поддръжка, планиране, бюджетиране и други. Тези инструменти се използват и за интерпретиране на данни за набиране, прием и задържане на студентите, за да се предвиди дали ще има достатъчен интерес към дадена специалност. Това е от изключителна важност за превенция от поява на проблеми, като разпадане на курсове и специалности, и подпомага за повишаване на качеството на образование. Интегрират се чатботове с изкуствен интелект, за да предоставят помощ, съвети и възможности за обучение и бъдещо кариерно развитие по всяко време. Инструментите на изкуствения интелект подпомагат персонализирането на учебния процес за студентите, а за преподавателите се интегрират удобства, свързани с генериране на съдържание, разрешаване на проблеми с достъпността, оценяване и откриване на плагиатство (Kavitha et al., 2024). Институциите за висше образование използват изкуствен интелект в изследванията, като използват инструменти за изследователска подкрепа, като сортиране на големи количества данни, идентифициране и изграждане на модели и подготовка на ръкописи за публикуване. Подобрява се планирането на лекции, оценяването и професионалното развитие (Bridgport, 2023).

На фигура 2 е представена графика на броя на университетските програми на английски език, използващи изкуствен интелект за периода 2017 – 2023 г.



Фигура 2. Брой университетски програми на английски език, използващи AI

Източник: Създаден от (Studyportals, 2023)

Броят на англоезичните програми за висше образование, свързани с изкуствен интелект се е утроил от 2017 г., показвайки голямо годишно увеличение през последните пет години. Университетите по света предлагат все повече програми, фокусирани върху изкуствения интелект (Stanford University, 2024).

Изкуственият интелект има потенциала да революционизира висшето образование и да му даде нов облик, чрез предоставяне на персонализирана обратна връзка на студентите, автоматизиране на административни задачи, подобряване на качеството на образованието и подпомагане на нови открития и постижения в различни научни области (George and Wooden, 2023).

2. СИСТЕМИ, БАЗИРАНИ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ ВЪВ ВИСШЕТО ОБРАЗОВАНИЕ

Изкуственият интелект (AI) трансформира начина, по който се провежда обучението във висшето образование, чрез иновации и внедряване на нови технологии за подобряване на учебния процес (Tundrea, 2020). В таблица 1 са представени някои от основните типове системи с внедрен изкуствен интелект, използвани в образованието.

Таблица 1.

Основни типове системи с AI в образованието

Персонализирани обучителни платформи	Интелигентни системи за обратна връзка	Чатботове и виртуални асистенти	Аналитични платформи за данни
<p><i>Coursera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разнообразие от курсове - специализации и сертификати - интерактивно обучение - гъвкавост - партньорства 	<p><i>Gradescope</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - машинно обучение - ръкописни задания - автоматизиране на оценяването - онлайн задачи Bubble Sheets - достъпност 	<p>ChatGPT</p> <ul style="list-style-type: none"> - обработка големи количества данни - персонализиране - чувствителност към контекста - непрекъснато обучение - многоезичност - интегриране - достъпност 	<p>Brightspace</p> <ul style="list-style-type: none"> - онлайн курсове - персонализирано обучение - интуитивен интерфейс - анализ на обучение - мобилност и достъпност - автоматизиране на оценяването
<p><i>edX</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - курсове и сертификати - достъпност - многоезичност - интеграция с учебни платформи 	<p>Turnitin</p> <ul style="list-style-type: none"> - откриване на плагиатство - интеграция с учебни платформи - отзиви и оценяване - разнообразие от ресурси - развитие 	<p>IBM Watson</p> <ul style="list-style-type: none"> - разпознаване и разбиране на човешки език - машинно обучение и анализ на данни - анализ на настройки - Cloud и AI услуги 	<p><i>Blackboard</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - адаптивно обучение - инструменти за сътрудничество - оценяване - анализ на обучение - персонализиране - мащабируемост - достъпност

Източник: Собствена разработка

Персонализираните обучителни платформи анализират потребителските данни, за да предоставят индивидуализирани курсове и учебни планове, отговарящи на нуждите на всеки студент (Katsamakas, 2024). Примери за такива платформи са Coursera и edX. Coursera е водеща онлайн платформа за обучение, предлагаща голямо разнообразие от многоезични курсове. Партнира си с университети, организации и компании по целия свят, за да предостави висококачествено образователно съдържание. Предлага безплатни и платени курсове,

бакалавърски и магистърски степени. Интегрирани са интерактивни тестове, видео лекции, задачи и дискуссионни форуми. Предлага се на множество устройства, включително уеб и мобилни приложения (Coursera). EdX е друга онлайн платформа за обучение, основана от Харвардския университет и Масачузетския технологичен институт през 2012 г. Предлага безплатни и платени курсове по различни дисциплини, включително компютърни науки, бизнес, хуманитарни науки и здравни науки, програми MicroMasters и професионални сертификати. EdX предлага пълни онлайн програми за бакалавърска и магистърска степен, и MicroBachelor програми за начинаещи в кариерата. Съдържа видео лекции, интерактивно съдържание и оценявани задачи. Платформата поддържа многоезично съдържание и е отличен избор за повишаване на уменията и изследване на интересите със собствено темпо (edX).

Интелигентните системи за обратна връзка могат автоматично да оценяват работи и да предоставят конкретна обратна връзка, спестявайки време на преподавателите и осигурявайки бърза оценка за студентите. Примери за такъв тип платформи са Gradescope и Turnitin. Gradescope е иновативен онлайн инструмент, предназначен да рационализира процесите на оценяване. Помага за спестяване на време, осигурява подробна обратна връзка и последователност при оценяването. Използва машинно обучение за групиране на подобни отговори, което позволява на преподавателите да оценяват ефективно и последователно. Може да се интегрира със системи за управление на обучението (LMS) като Canvas, Blackboard, Moodle и разполага с удобен за потребителя интерфейс (Gradescope). Turnitin е широко използван инструмент за откриване на плагиатство и подпомагане на оценяването. Насърчава етичните практики за писане, сравнява материали с обширна база данни от академични доклади и уеб съдържание, подчертава съвпаденията и предоставя процентен резултат за идентифициране на потенциални проблеми. Работи с основните системи за управление на обучението (LMS) като Canvas, Blackboard и Moodle. Въведени са инструменти за откриване на текст, генериран от AI, като този от ChatGPT. Поддържа подавания на множество езици, разширявайки използваемостта му по целия свят (Turnitin).

Чатботове и виртуални асистенти са системи, които могат да отговарят на въпроси, да подпомагат администраторски задачи и да предоставят информация за курсове и ресурси. Такива системи са ChatGPT и IBM Watson. ChatGPT е усъвършенстван разговорен AI модел, разработен от OpenAI, предназначен да разбира и генерира човешки текст в отговор на въвеждане на текст. Той се хранва от архитектурата GPT (Generative Pre-trained Transformer) и има широк спектър от приложения, от отговаряне на въпроси до творческо писане, кодиране, обучение и други. Може да се вгражда в приложения, уебсайтове или инструменти чрез API на OpenAI. ChatGPT се използва широко за лична продуктивност, обучение и бизнес приложения (Hetler, 2024). Спестява време и усилия, и подобрява ефективността при анализ на данни, особено с Big Data (Lee, 2024). IBM Watson е усъвършенстван пакет от инструменти и услуги, базирани на AI, разработени от IBM. Той е предназначен да помогне на бизнеса и организацията да използват силата на изкуствения интелект за решаване на проблеми, вземане на решения и иновации. Поддържа чатботове, виртуални асистенти и езикови приложения. Предлага Watson Natural Language Understanding за анализ на настроението. Услугите на Watson AI са налични в IBM Cloud и други платформи, което го прави достъпен за хибридни и мулти-облачни среди (IBM).

Чрез **аналитични платформи за данни** AI анализира студентските данни, за да идентифицира рискови фактори и да предлага решения за подобряване на учебния процес. Примери за такива платформи са Brightspace и Blackboard. Те представляват цялостни системи

за управление на обучението (LMS), разработена от D2L (Desire2Learn). Съчетават гъвкавост, модерни функции, надеждни анализи и имат интуитивен интерфейс за създаване, управление и провеждане на курсове. Позволяват на преподавателите да предоставят персонализирана обратна връзка. Предоставят автоматизирано оценяване за тестове и някои задачи. Напълно са съвместими със стандартите за достъпност като WCAG и се интегрират с други инструменти като Zoom, Microsoft Teams и Google Workspace. Поддържат SCORM, LTI и xAPI стандарти за оперативна съвместимост на съдържание и данни (Brightspace).

3. ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА ВНЕДРЯВАНЕТО НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИЕТО

Инструментите на изкуствения интелект навлизат в множество аспекти от образователния процес и неизменно променят традиционното образование (Hié, 2024). Прилагането на AI в образованието оказва голямо влияние върху изпълнението на административни и управленски функции, улеснява изпълнението на много задачи и подобрява ефективността на обучението (Agumugam, 2024). Изкуственият интелект дава възможност за наблюдение на напредъка в обучението и използва асистенти и отчети, за да подобри способността на системата да адаптира съдържанието към нуждите на образователния процес (Krstić et al., 2022). На фигура 3 е представен SWOT анализ на възможностите, заплахите, силните и слабите страни по отношение на внедряването на изкуствен интелект в университетите.



Фигура 3. SWOT матрица на възможностите, заплахите, силните и слабите страни по отношение на внедряването на изкуствен интелект в университетите

Източник: Адаптиран от (Borisov and Stoyanova, 2024)

Към *силните страни* на използването на изкуствен интелект във висшето образование спада фактът, че университетите разполагат с големи бази данни, включително изследвания, които могат да се използват за обучение на AI системи за персонализиране на обучението, подобряване на ефективността и откриване на нови модели за изследвания. Университетите периодично актуализират своите учебни програми, подготвяйки студентите за професиите на бъдещето. Те могат да предлагат програми за изкуствен интелект (ИИ), както и курсове за надграждащо обучение за работещи. Като институция, посветена на подготовката на студентите за бъдещия пазар на труда, университетите са склонни да изследват и приемат нови технологии като AI. Университетите предлагат идеална среда за изследвания и експерименти с AI системи в работата в научната сфера, а студентите могат да дадат своевременна обратна връзка и да участват в процеса на разработване и тестване на AI системи. Към *слабите страни* на внедряването на изкуствен интелект в образованието се причислява липсата на доверие и дезинформацията на някои преподаватели и студенти, относно работата на AI и това как се генерира съдържание. За ефективно използване на AI инструментите, преподавателите трябва да бъдат обучени, което изисква време и ресурси. Прекомерното разчитане на ИИ може да доведе до намаляване на креативността, на критичното мислене и емоционалната интелигентност на учащите, и до увеличаване на опитите за плагиатизъм. Изкуственият интелект предоставя множество *възможности* в съвременното обучение, като подобрява комуникацията между преподаватели и студенти, чрез автоматични напомняния, актуализации на напредъка и персонализирани съвети. AI системите могат да се използват за анализиране на данни за обучение, за да се идентифицират области, в които преподаването и ученето могат да бъдат подобрени. Тази информация може да се използва за разработване на по-ефективни учебни програми и ресурси. AI може да анализира силните и слабите страни на отделните студенти, техните стилове на учене и темповете на напредък. Това дава възможност за създаване на персонализирани учебни планове, които отговарят на уникалните нужди на всеки студент. Студентите получават учебни материали и задачи, адаптирани към техните способности и напредък, което подобрява мотивацията и резултатите. AI системите могат да се използват за създаване на виртуални асистенти, които могат да предоставят необходимата помощ и да отговарят на въпроси, свързани с учебния процес. Системите, използващи изкуствен интелект се обучават от големи набори от данни и ако тези данни съдържат отклонения, това може да доведе до неверни резултати. Съществува *риск* от развитие на зависимост към ИИ, което може да доведе до намаляване на критичното мислене и уменията за решаване на проблеми, намаляване на възможностите за комуникация лице в лице, сътрудничество и изграждане на отношения, които са важни аспекти на образователния процес. Това може да повлияе негативно върху цялостната образователна среда и резултатите. Използването на AI в образованието повдига редица етични въпроси, като например кой контролира и има достъп до данните на преподаватели и студенти и как се използват тези данни (Borisov and Stoyanova, 2024). Макар да съществуват известни недостатъци, изкуственият интелект набира сила в развитието си и висшите учебни заведения трябва да работят в посока използването на неговите предимства и инструменти, за да направят съвременното образование ефективно и конкурентно (Bridgeport, 2023).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изкуственият интелект предлага значителен потенциал за трансформация на висшето образование чрез персонализиране на учебния процес, подобряване на достъпа до ресурси и оптимизиране на административните задачи. Интелигентните системи бързо променят

образователните институции на всички нива на образование, за да помогнат на хората да учат ефективно и да постигнат своите учебни цели (Alomari et al., 2021). Благодарение на изкуствения интелект програмите за преподаване и обучение стават все по-усъвършенствани. Към традиционните практики във висшето образование се добавят AI технологии, които да улесняват научния процес (Krstić et al., 2022). Според направения анализ на системите, използвани във висшето образование, интегрирането на AI има потенциала да подобри резултатите в системата на висшето образование. Заедно с всички предимства, внедряването на тези технологии поставя предизвикателства, като етични въпроси, защита на личните данни и необходимост от професионална подготовка на преподавателите (Slimi and Villarejo-Carballido, 2024). Прилагането на изкуствен интелект е в етап на развитие, като следва да се отчетат предизвикателства и да бъдат поставени ограничения и норми на използване (Rahiman and Kodikal, 2023). Следва да се проследи разработването на етични насоки за прилагането на изкуствен интелект във висшето образование, свързани с поверителността, сигурността и пристрастията и да осигурят рамка за ефективно използване на ИИ във висшето образование.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е направено в рамките на проект НПИ-65/2023 „Изкуственият интелект в помощ на хората с увреждания при осигуряване на дигитална достъпност в процеса на обучение във висшето образование“.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. ALOMARI, M., KHAN, H., AI-MAADID, A., ABU-SHAWISH, Z., HAMMAMI, H. (2021) Systematic Analysis of Artificial Intelligence-Based Platforms for Identifying Governance and Access Control, Security and Communication Networks. p.10 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/8686469>
2. ARUMUGAM, S. (2024) Benefits of AI in Higher Education, REGENT BUSINESS SCHOOL - Higher Education Institution. [Online] Available from: <https://regent.ac.za/blog/benefits-of-ai-in-higher-education> [Accessed: 2 October 2024].
3. BORISOV, B. and STOYANOVA, T. (2024) Artificial intelligence in higher education: pros and cons. SCIENCE International journal, 3(2), 01-07. doi: 10.35120/sciencej0302001b.
4. BRIDGEPORT, U. O. (2023) How is AI Used in Higher Education? [Online] University of Bridgeport, University of Bridgeport News. Available from: <https://www.bridgeport.edu/news/how-is-ai-technology-used-in-higher-education/> [Accessed: 2 October 2024].
5. BRIGHTSPACE. Division of Information Technology. [Online] Available from: <https://it.stonybrook.edu/services/brightspace> [Accessed: 17 November 2024].
6. COURSERA. Online Courses & Credentials From Top Educators. [Online] Available from: <https://www.coursera.org/> [Accessed: 01 November 2024].
7. CROMPTON, H. and BURKE, D. (2023) Artificial intelligence in higher education: the state of the field. Int J Educ Technol High Educ 20, 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>.
8. EDX. Build new skills. Advance your career. [Online] Available from: <https://www.edx.org/> [Accessed: 01 November 2024].
9. GEORGE, B. and WOODEN, O. (2023) Managing the Strategic Transformation of Higher Education through Artificial Intelligence. Administrative Sciences 13: 196. <https://doi.org/10.3390/admsci13090196>.

10. GRADESCOPE. Save time grading Gradescope. [Online] Available from: <https://www.gradescope.com/> [Accessed: 03 November 2024].
11. HETLER, A. (2024) What Is ChatGPT? Everything You Need to Know: TechTarget, WhatIs. [Online] Available from: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/ChatGPT> [Accessed: 17 November 2024].
12. HIÉ, A. (2024) How AI Is Reshaping Higher Education, AACSB. AACSB. [Online] Available from: <https://www.aacsb.edu/insights/articles/2023/10/how-ai-is-reshaping-higher-education> [Accessed: 2 October 2024].
13. IBM WATSON. (2024) IBM. [Online] Available from: <https://www.ibm.com/watson> [Accessed: 07 November 2024].
14. KATSAMAKAS, E., PAVLOV, O. and SAKLAD, R. (2024) Artificial Intelligence and the Transformation of Higher Education Institutions: A Systems Approach. Sustainability 16, no. 14: 6118. <https://doi.org/10.3390/su16146118>.
15. KAVITHA, K., JOSHITH, V. P., P RAJEEV, N., and S, A. (2024) Artificial intelligence in higher education: A bibliometric approach. European Journal of Educational Research, vol. 13, no. 3, pp. 1121-1137. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1121>.
16. KRSTIĆ, L., ALEKSIĆ, V. and KRSTIĆ, M. (2022) Artificial Intelligence in Education: A Review. 223-228. 10.46793/TIE22.223K.
17. LEE, D., ARNOLD, M., SRIVASTAVA, A., PLASTOW, K., STRELAN, P., PLOECKL, F., LEKKAS, D., PALMER, E. (2024) The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators perspectives, Computers and Education: Artificial Intelligence, Volume 6, 2024, 100221, ISSN 2666-920X, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100221>.
18. RAHIMAN, H. U. AND KODIKAL, R. (2023) Revolutionizing education: Artificial intelligence empowered learning in higher education. Cogent Education, 11(1). doi: 10.1080/2331186X.2023.2293431.
19. SLIMI, Z. and VILLAREJO-CARBALLIDO, B. V. (2024) Unveiling the potential: Experts perspectives on artificial intelligence integration in higher education. European Journal of Educational Research, vol. 13, no. 4, pp. 1477-1492. <https://doi.org/10.12973/eujer.13.4.1477>.
20. STUDYPORTALS. Number of AI university study programs in english [Online] Available from: <https://studyportals.com/> [Accessed: 08 November 2024].
21. TUNDREA, E. (2020) Artificial intelligence in higher education: challenges and opportunities. 2041-2049. 10.21125/inted.2020.0644.
22. TURNITIN. Plagiarism Detector: Prevent Academic Misconduct. [Online] Available from: <https://www.turnitin.com/> [Accessed: 03 November 2024].
23. ZAWACKI-RICHTER, O., MARÍN, V.I., BOND, M. et al. (2019) Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. Int J Educ Technol High Educ 16, 39 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЛОКАЛНО SEO ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ВИДИМОСТТА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТТА НА МАЛКИЯ И СРЕДЕН БИЗНЕС В ДИГИТАЛНАТА ЕРА

Яна Панчева

Икономически Университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България,
yana.pancheva@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

В съвременната дигитална среда местните бизнеси са изправени пред нарастваща конкуренция както от глобални компании, така и от други бизнеси в техния регион. Локалната SEO оптимизация се превръща в ключова стратегия за малките и средни предприятия (МСП), които целят да подобрят своята видимост и конкурентоспособност на регионално ниво. Резултатите от изследването показват, че чрез прилагането на добре насочени локални SEO стратегии, МСП могат да увеличат своето онлайн присъствие, да привлекат повече местни клиенти и да подобрят своята конкурентоспособност в дигиталната епоха.

Ключови думи: локално SEO, малки и средни предприятия (МСП), малък бизнес, среден бизнес, видимост.

APPLICATION OF LOCAL SEO TO IMPROVE THE VISIBILITY AND COMPETITIVENESS OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES IN THE DIGITAL AGE

Yana Pancheva

University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria,
yana.pancheva@ue-varna.bg

ABSTRACT

In the contemporary digital environment, local businesses face increasing competition from both global companies and other businesses in their region. Local SEO optimization is becoming a key strategy for small and medium-sized enterprises (SMEs) aiming to improve their visibility and competitiveness at a regional level. The results of the study show that by implementing well-targeted local SEO strategies, SMEs can increase their online presence, attract more local customers, and enhance their competitiveness in the digital age.

KEYWORDS: local SEO, small and medium-sized enterprises (SMEs), small business, medium business, visibility.

ВЪВЕДЕНИЕ

Дигитализацията трансформира бизнеса, като локалното SEO се превръща в основна стратегия за малките и средни предприятия (МСП), които се стремят да бъдат конкурентни в регионален контекст. С около 46% от търсенията в Google, насочени към локални намерения, оптимизацията за конкретни географски региони е от решаващо значение за достигане до местни клиенти. Този доклад изследва приложението на локално SEO за подобряване на онлайн видимостта, трафика и ангажираността на МСП в дигиталната епоха.

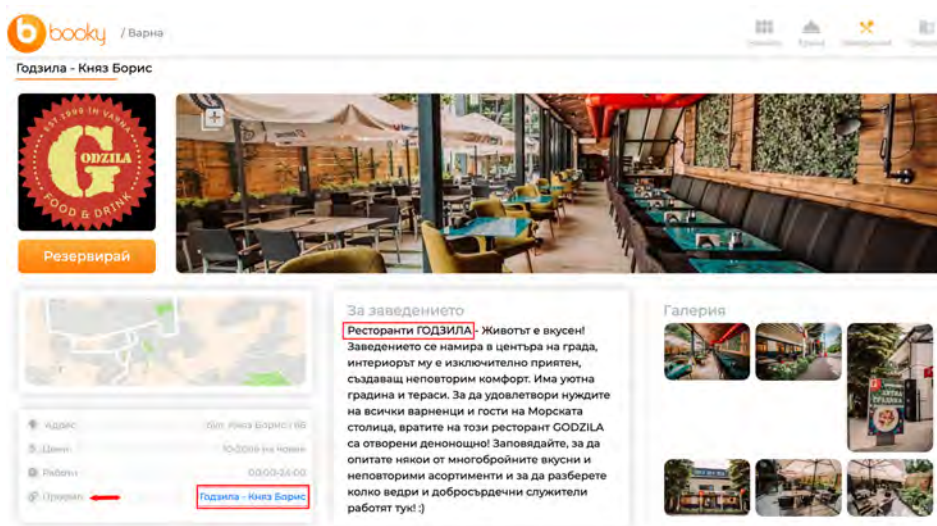
1. ОСНОВНИ КОМПОНЕНТИ НА ЛОКАЛНОТО SEO. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЛОКАЛНОТО SEO ЗА МАЛКИЯ И СРЕДЕН БИЗНЕС

За успешното прилагане на локално SEO е необходимо да се познават основните компоненти, които влияят на ранкинга на бизнеса в резултатите от търсенето. Сред тях се включват Google My Business (GMB): Оптимизацията на профила в GMB е основен аспект на локалното SEO. Профилът включва информация за местоположението, работното време, снимки на бизнеса и отзиви от клиенти. Това помага на потребителите да намират бизнеса по-лесно в търсачките и на Google Maps.

Отзиви на клиенти: Положителните отзиви в платформи като Google, Yelp, и Facebook играят ключова роля за локалното класиране. Те не само подобряват репутацията на бизнеса, но и повишават доверието на нови клиенти.

Локални ключови думи: Оптимизацията на съдържанието в уебсайта и блоговете чрез използване на локални ключови думи е важна за привличане на локалната аудитория. Използването на географски специфични думи като "ресторанти в София" или "пекарна във Варна" помага на бизнеса да се появи в резултатите на локалното търсене.

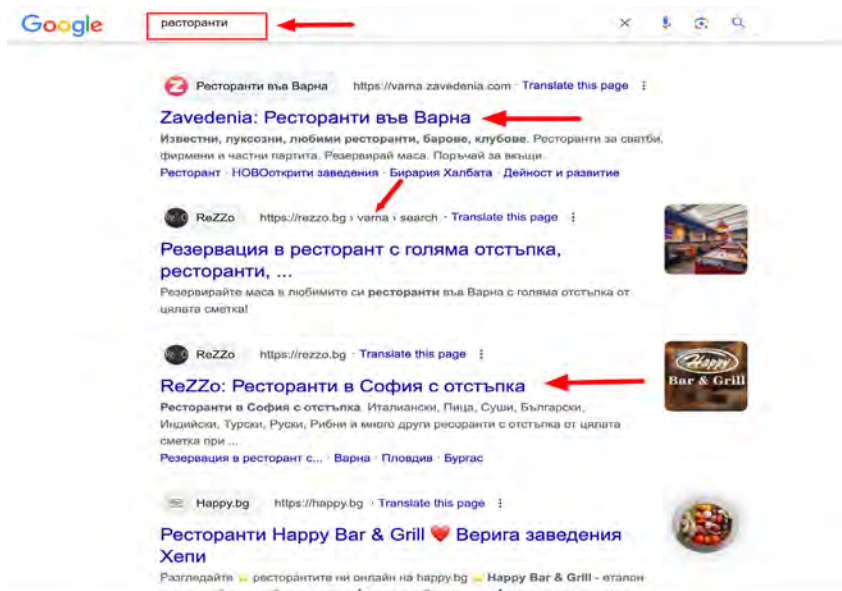
Локални линкове: Получаването на линкове от други локални бизнеси, новинарски сайтове и блогове е мощен SEO фактор. Локалните връзки играят роля не само за увеличаване на трафика, но и за повишаване на ранкинга в търсачките.



Фигура 1. Локален линк в директория за локални заведения във Варна

Източник: booky.bg С метод на търсене: Ресторанти Варна

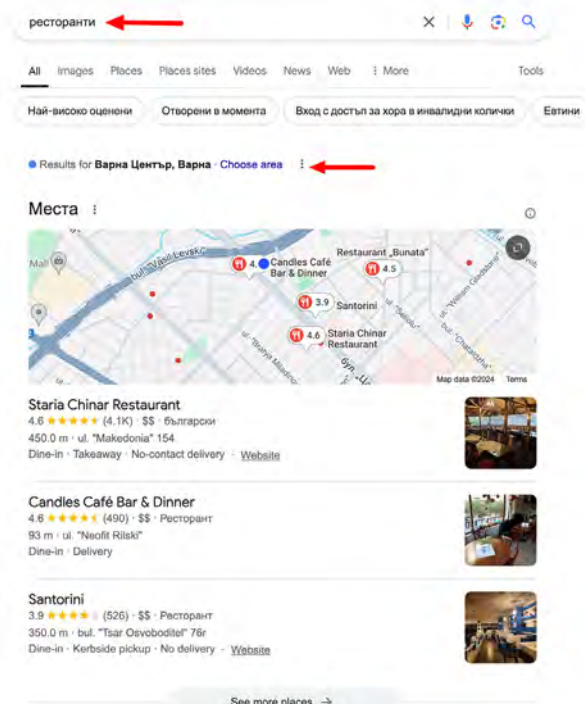
Докато глобалното SEO се стреми да увеличи видимостта на бизнеса на международно ниво, локалното SEO е насочено към привличане на клиенти от близките географски райони. Локалното SEO се фокусира върху специфични местоположения, като оптимизира ключови думи с локално значение и използва платформи като Google My Business. Основната разлика е, че глобалното SEO се конкурира за позиции в глобалната търсачка, докато локалното SEO акцентира върху предоставянето на информация за физически магазини, ресторанти, пекарни, кафенета и услуги в конкретен регион.



Фигура 2. Пример за търсене с ключова дума 'ресторанти' в Google.com, при което не е зададена конкретна локация с резултат в глобалното търсене.

Източник: google.com С метод на търсене: Ресторанти

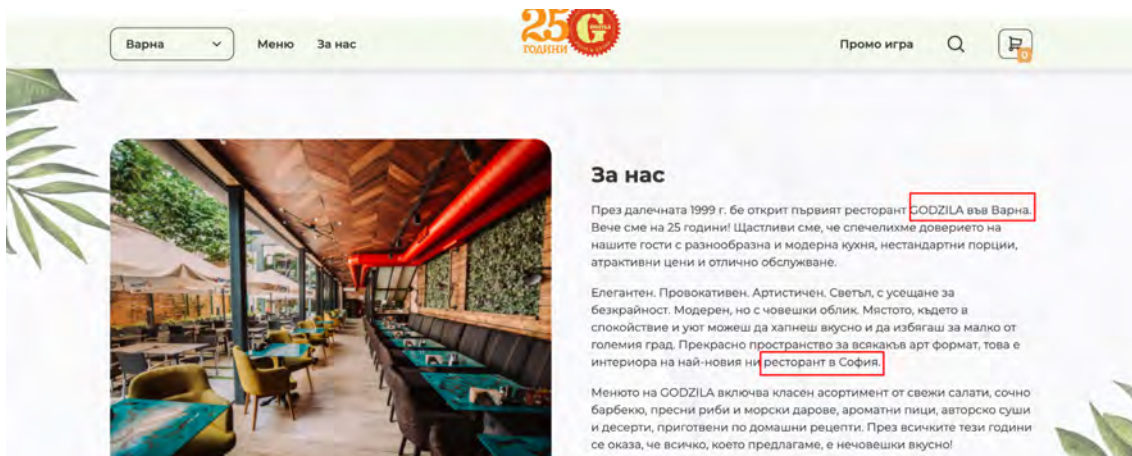
Фигура 2 показва резултати от търсене в Google.com с използване на ключовата дума “ресторанти”, без да е зададена конкретна локация. Въз основа на IP адреса, Google предоставя резултати както за Варна, така и за София. В случая не е уточнено в кой град или какъв вид ресторант се търси, но Google My Business автоматично ще предложи резултати, които съответстват на текущото местоположение на потребителя. Подробно разглеждане на подобно търсене е представено във Фигура 3.



Фигура 3. Пример за търсене с ключова дума 'ресторанти' в Google.com, при което не е зададена конкретна локация с резултат в Google My Business.

Източник: google.com С метод на търсене: Ресторанти

Малките и средни предприятия играят важна роля в икономиката на всяка страна. Според данни на Евростат, МСП съставляват 99% от всички бизнеси в Европейския съюз и осигуряват над 65% от работните места (Европейски парламент, 2024). Въпреки това, те често се сблъскват с предизвикателства при конкуриране с по-големи компании, които разполагат с повече ресурси за маркетинг и реклама. Локалното SEO предоставя уникална възможност на МСП да увеличат своята видимост и конкурентоспособност, като насочат маркетинговите си усилия към локалните потребители. Това е от особено значение за фирми, които разчитат на локални клиенти, като ресторанти, пекарни, фризьорски салони и други видове бизнеси, които предлагат физически услуги на място. Основните предимства на локалното SEO е, че то позволява на малкия бизнес да се конкурира с по-големи компании на местно ниво. Чрез оптимизацията на съдържание и присъствие в локалните резултати от търсене, МСП могат да привлекат нови клиенти и да увеличат продажбите си. Някои от ключовите предимства включват по-добра видимост в локалните търсения, увеличен трафик към физическия магазин и по-висока степен на ангажираност на клиентите. Google My Business е една от най-мощните платформи за локално SEO. Тя предоставя възможност на бизнеса да се появява в Google Maps и да се класира по-високо в локалните резултати от търсене. Оптимизацията на профила включва актуализиране на бизнес информация, добавяне на снимки и видеа, както и отговори на отзиви. Използването на локални ключови думи е една от най-важните стратегии в локалното SEO. Това включва интеграцията на думи и фрази, които потребителите използват при търсене на услуги или продукти в конкретен географски район. За да бъдат успешни, бизнесите трябва да идентифицират и оптимизират съдържанието си с фрази като "близо до мен" или специфични градове и квартали, където предлагат своите услуги.



Фигура 4. Интеграция на ключови думи в текстовете на уебсайта за по-добра оптимизация на локацията.

Източник: www.godzila.bg

Проучването на ключови думи е от основно значение за всяка SEO стратегия. При локалното SEO, този процес включва откриването на думи и фрази, които потребителите използват при търсене на локални услуги или продукти. Инструменти като Google Keyword Planner, Ahrefs и SEMrush могат да бъдат изключително полезни за идентифициране на подходящите локални ключови думи.

All keywords: 446 Total Volume: 11,190 Average KD: 17%

Keyword	Intent	Volume	KD %	CPC (USD)
ресторанти варна	C	6,600	20	0.22
варна ресторанти	C	880	19	0.26
хубави ресторанти варна	C	590	18	0.19
ресторанти във варна	C	390	14	0.25
ресторанти морска гара варна	n/a	260	n/a	0.18
малки ресторанти варна	n/a	210	n/a	0.51
евтини ресторанти варна	n/a	170	n/a	0.29
най добрите ресторанти във варна	n/a	170	n/a	0.25

Фигура 5. Търсене на ключова дума “ресторанти варна” в софтуера Semrush, който показва трафика и интензитета на ключовите думи.

Източник: www.semrush.com

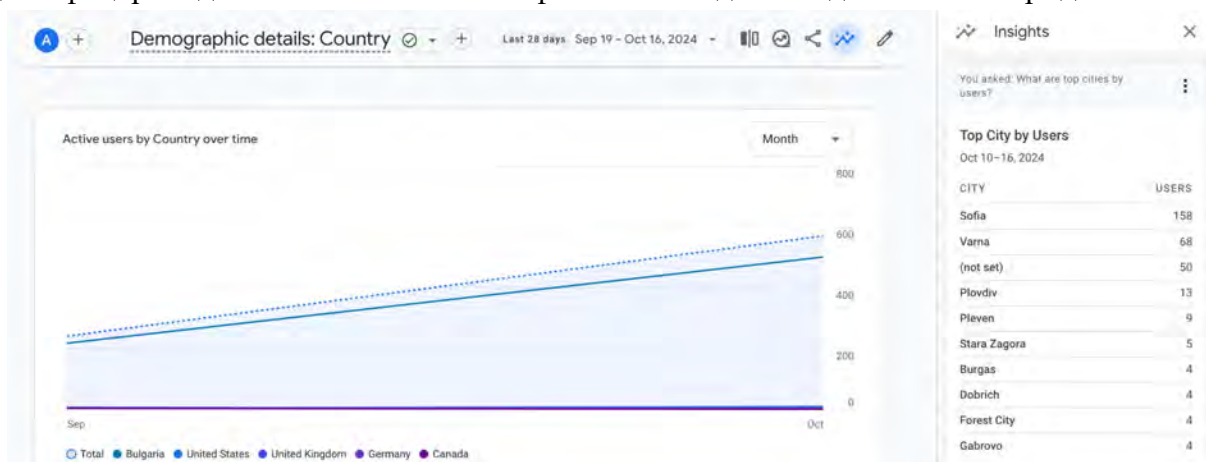
Едни от основните критерии при избора на ключови думи включват обема на търсене, като това измерва колко често дадена ключова дума се търси в определен период. Намерение на потребителя - локалните ключови думи трябва да отразяват реалните намерения на потребителя. Например, потребители, които търсят "ресторант Варна", най-вероятно искат да открият локален ресторант за посещение. Конкуренция - по-ниска конкуренция може да означава по-голяма вероятност за постигане на по-високи позиции в търсачките. Малките и средни бизнеси трябва да се фокусират върху ключови думи с умерена конкуренция, които все пак имат значителен обем на търсене. След като бизнесът идентифицира подходящите локални ключови думи, е важно те да бъдат включени в стратегически позиции на уебсайта, като например в заглавия, метаданни, текстове на страници и блогове и URL адреси. Наличието на бизнес в „Google Maps“ е ключов елемент за успех в локалното SEO. За да се гарантира видимост на бизнеса в резултатите от „Google Maps“, бизнесът трябва да бъде правилно оптимизиран чрез Google My Business, както и чрез локални онлайн каталози. Някои от най-добрите практики включват - съгласуваност на NAP (Name, Address, Phone), категории в Google My Business както и отзиви и рейтинги

2. СЪДЪРЖАНИЕ, НАСОЧЕНО КЪМ ЛОКАЛНАТА АУДИТОРИЯ. ЛОКАЛНО SEO

Локалното SEO изисква съдържание, насочено конкретно към нуждите и интересите на местната аудитория. Оптимизацията включва създаване на текстове и медии, които са релевантни за локалния пазар и съдържат локални ключови думи. Това може да включва блог публикации за новини и събития в региона, гидове за местни услуги или истории за бизнеса, свързани със съответната общност. Успешна стратегия е създаването на индивидуални страници за всяка локация, в която се предлагат услуги — това значително увеличава шансовете за високо класиране в локалните търсения. Тези страници могат да включват описание на услугите за конкретния район, локални препоръки и специални предложения. С нарастващото използване на мобилни устройства за търсене на локални услуги, оптимизацията на мобилната версия на сайта е от съществено значение. Мобилният сайт трябва да бъде бърз, лесен за навигация и оптимизиран за локални ключови думи, за да привлича потребителите в движение.

3. АНАЛИЗ, ИЗМЕРВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ЛОКАЛНОТО SEO. БЪДЕЩО РАЗВИТИЕ

Анализът и измерването на резултатите от локалното SEO са от решаващо значение за разбиране на ефективността на оптимизационните стратегии и за насочване на бъдещото развитие на дигиталното присъствие на бизнеса. Чрез инструменти като Google Analytics, както е показано на Фигура 6, може да се проследи трафикът, произхождащ от ключови локации като София и Варна за godzila.bg, което е показателно за успеха на локалната стратегия. Метрики като източници на трафик, сесии, продължителност на посещението и демографски данни помагат на бизнеса да идентифицира къде локалното SEO е най-ефективно и къде може да се оптимизира допълнително.



Фигура 6. Графика от Google Analytics за демографския трафик на уебсайта godzila.bg, показваща, че основният трафик идва от София и Варна.

Източник: <https://analytics.google.com/>

В бъдеще се препоръчва периодично наблюдение и обновяване на ключовите думи, свързани с локалните търсения, за да се запази конкурентното предимство. Развитието на локалното SEO може да включва по-нататъшно персонализиране на съдържанието според уникалните предпочитания на различните региони, интеграция на нови платформи за локални ревюта и оптимизация за гласови търсения, които се увеличават.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложението на локалното SEO за малките и средни предприятия е от съществено значение за тяхната конкурентоспособност в дигиталната ера. С правилното използване на стратегии като оптимизация на Google My Business, локализирано съдържание и мобилна оптимизация, бизнесите могат да подобрят своята видимост в локалните търсения и да привлекат нови клиенти. Технологиите продължават да се развиват, но основните принципи на локалното SEO – ангажираност с местната аудитория, персонализирани предложения и точни данни за местоположение – остават критично важни.

В бъдеще, бизнесите, които са готови да се адаптират към новите тенденции и предизвикателства, ще бъдат тези, които успяват да запазят и дори увеличат своя пазарен дял в локалния контекст.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. BRIGHTLOCAL. (2023) Local SEO Best Practices. Available from: <https://www.brightlocal.com/learn/local-seo/> [Accessed 17/10/2024].
2. BRYAN, R. (2021) Local SEO Secrets: 20 Local SEO Strategies You Should be Using NOW.

3. CHAFFEY, D. (2021) Digital Marketing: Strategy, Implementation and Practice. 7th Ed. London: Pearson Education Limited.
4. CORDINA, C. (2024) Малки и средни предприятия. Европейски парламент. Информационни фишове за Европейския съюз. Available from: <https://www.europarl.europa.eu> [Accessed 17/10/2024].
5. GHERGICH, A. and BROWN, J. (2022) The Importance of Mobile Optimization for Local SEO. Journal of Digital Marketing. 23 (4). pp. 45-58.
6. GOOGLE SUPPORT. (2023) Improve your local ranking on Google. Available from: <https://support.google.com/business/answer/7091> [Accessed 17/10/2024].
7. HUBSPOT. (2022) How Local SEO Works: Tips for Boosting Your Local Search Rankings. Available from: <https://blog.hubspot.com/marketing/local-seo> [Accessed 17/10/2024].
8. MIHM, D. (2021) Understanding Local Search Ranking Factors. Search Engine Land. Available from: <https://searchengineland.com/understanding-local-search-ranking-factors> [Accessed 17/10/2024].
9. MOZ. (2023) The Beginner's Guide to SEO. Available from: <https://moz.com/beginners-guide-to-seo> [Accessed 17/10/2024].
10. NENOV, A. (2023) Стартирай онлайн бизнес за 24 часа.
11. SCHWARTZ, E. (2021) Product-Led SEO: The Why Behind Building Your Organic Growth Strategy.
12. SEO TRIBUNAL. (2023) SEO Statistics You Should Know in 2023. Available from: <https://seotribunal.com/blog/seo-statistics/> [Accessed 17/10/2024].
13. AHREFS. (2023) Local SEO: The Complete Guide. Available from: <https://ahrefs.com/blog/local-seo/> [Accessed 17/10/2024].

ОБЗОР НА ВИДОВЕТЕ ИЗТОЧНИЦИ НА ДАННИ

Мартин Дойнов¹

¹ Икономически университет – Варна/Катедра „Информатика“, Варна, България
martin.doynov@ue-varna.bg

РЕЗЮМЕ

Събирането на информация и извличането на знания от нея е процес, залегнал в основата на човешкото развитие. С еволюцията на технологиите, методите за боравене с данни непрекъснато се надграждат и усложняват. Въпреки че в дигиталната епоха разполагаме с всякакви нови инструменти, подпомагачи процеса на подбор на данни, както и практически неограничени количества информация, с големите обеми нарастват както трудността да се намери същественото, така и рискът да станем жертва на неверни записи. Ако нямаме знанията как да филтрираме данните правилно и да извлечем добавена стойност от тях, те няма да ни служат. Именно това налага познаването в дълбочина на източниците на данни и добрите практики, които всеки изследовател трябва да познава, за да подбира само най-подходящото за своите проучвания. Тази изследователска работа се провежда като част от проект № ПНИ-КС24-04-DCAAITM.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: данни, източници, видове, информация, извличане

AN OVERVIEW OF THE DATA SOURCE TYPES

Martin Doynov¹

¹ University of Economics – Varna/Department of Informatics, Varna, Bulgaria
martin.doynov@ue-varna.bg

ABSTRACT

Collecting information and extracting knowledge from it is a cornerstone process of humanity's development. Along with the evolving technologies, the methods for handling data are also built upon and further sophisticated. Despite the variety of modern tools, helping researchers in the process of data collection, as well as the practically unlimited quantity of information at hand, the difficulty of finding substantial information and the risk of falling victim to faulty records increases due to the sheer volumes of available knowledge. If we do not possess the skills to filter data correctly and extract added value from the conclusions, they will be of no use. This is what necessitates the need for deepened understanding of data sources and the best practices essential to any researcher in order to pick only the most suitable material for their research. This academic work was conducted as part of project № ПНИ-КС24-04-DCAAITM.

KEYWORDS: data, sources, types, information, extraction

ВЪВЕДЕНИЕ

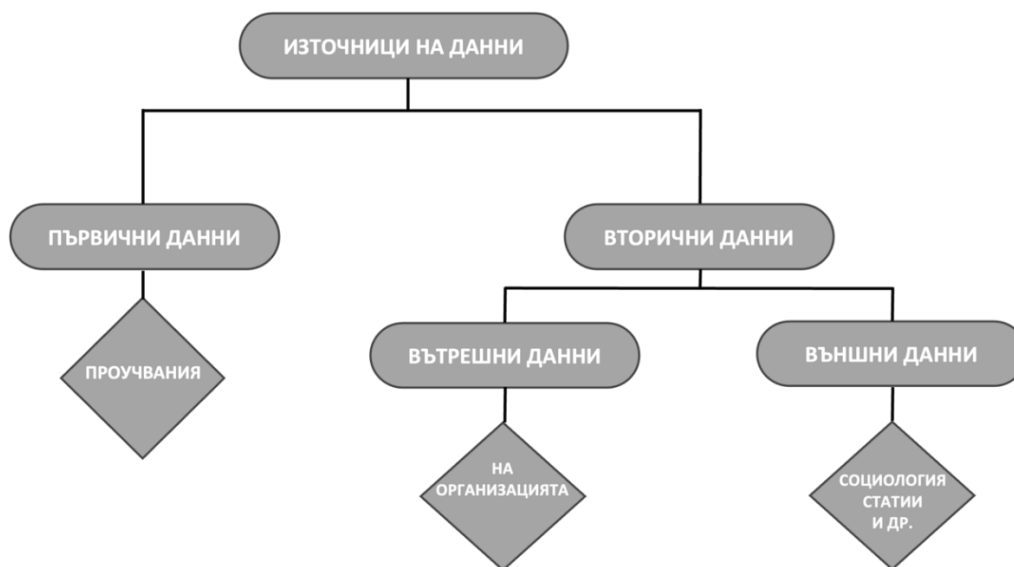
Преди предприемане на стъпки към обработката на данни, трябва да се състави план за техния подбор и да се оценят източниците, които ще бъдат използвани. Не винаги е нужно да разполагаме с големи количества данни, но и тяхното съдържание и структура да бъдат подходящи за нашите цели. Ако данните съдържат грешки, или тематиката им не съвпада с тази на нашето проучване, целият процес се превръща в безпредметен. Затова е нужно да познаваме различните типове източници и да знаем какво е нужно, за да спазваме правилна хигиена на данните.

Цел на доклада е да запознае аудиторията с различните видове източници на данни и да ги съпостави според признаците, които ги отличават един от друг. Ще бъдат изброени методи за събиране на данни, заедно с примери за приложението им в различен контекст. Основен разгледан източник на данни е световната мрежа Интернет, поради своята достъпност, популярност и непрекъснато увеличаващ се обем от данни. Особено внимание се обръща върху съвременните проблеми при подбора на информация, свързани с качеството на данните и обработката им, както и етичните и моралните проблеми, съпътстващи употребата на лични данни.

1. ТИПОВЕ ИЗТОЧНИЦИ НА ДАННИ

В повечето изследвания източниците на данни се делят на два основни типа – **ПЪРВИЧНИ** и **ВТОРИЧНИ** (вж. фиг. 1). Категоризират се според начина им на събиране. Както подсказва името, първичните данни са оригинални и се събират за първи път, докато вторичните данни вече са събрани или създадени от други. Основното отличаващо е, че първичните данни са факти и са оригинално създадени, а вторичните представляват анализ и интерпретация на първични данни.

Първичните данни се събират с цел решаване на конкретен проблем и отразяват реалността в момента. За разлика от тях, вторичните данни често се отнасят до минали събития и са събрани за цели, различни от разглеждания проблем. Терминът „първични данни“ се отнася до информация, създадена от изследователя, докато вторичните представляват вече налични данни, събрани от организации или агенции (Mesly, 2015). Процесът на събиране на първични данни изисква значителни усилия и време. За разлика от това, събирането на вторични данни е значително по-бързо и лесно. Източници на първични данни могат да бъдат проучвания, експерименти, наблюдения, въпросници и лични интервюта. В същото време, вторичните данни обикновено се черпят от източници като правителствени публикации, уебсайтове, книги, статии в списания и вътрешна документация (Ajaui, 2023).



Фигура 1. Разделение на видовете източници на данни

Източник: *geeksforgeeks.org* (2024)

Основните разлики между първичните и вторичните данни са изведени в таблица 1.

Сравнение на първичните и вторичните данни

Признак за сравнение	Първични данни	Вторични данни
Определение	Данни, събрани собственооръчно от изследователя	Данни, събрани предварително от някой друг
Актуалност	Събрани непосредствено преди проучването	Събрани в неопределен период в миналото
Сложност на събиране	Изисква голяма ангажираност от страна на проучвателя	Опростено
Разход	Скъпо	Икономично
Време на събиране	Дълго	Кратко
Специфичност	Винаги специално подбрани за целите на проучването	Може да не са подбрани специално за целите на проучването
Формат	Необработени	Обработени
Точност и надеждност	Висока	По-ниска

Източник: (Wagh, 2024). Адаптирано от автора

ПЪРВИЧНИТЕ ДАННИ произлизат от първични източници на информация, т.е. черпят се директно от първоизточника и са оригинални по естество. Изследователят трябва да отдели повече средства и самостоятелно да се потруди за събирането и преработката им, но резултатът винаги е по-точен и актуален от данните, събрани от вторичен източник. Някои възможни методи за получаване на първични данни са чрез:

- **Анкета.** Състои се от предварително подбрани въпроси, които биват зададени на определена целева група. Този метод се прилага от изследователи, частни лица, частни и обществени организации и от правителства (Mazhar et al., 2021). Пример за такова проучване е преброяването на населението, което в България се провежда онлайн чрез самостоятелен отговор на въпросите от страна на респондента, или от интервюиращ.
- **Наблюдение.** Това е най-често използваната практика, особено в проучвания, свързани с поведенческите науки. Този метод е особено подходящ при проучвания върху субекти, които по някаква причина не са в състояние да представят устно своите чувства. Пример за проучване чрез наблюдение е **преброяването** на броя автомобили, преминаващи през дадена улица за определен период от време (Mazhar et al., 2021).
- **Експеримент.** Изследователят задава предварително параметрите на средата и наблюдава ефектите ѝ върху даден обект. За да няма съмнение във верността на **информацията**, проучването трябва по възможност да се повтори, тестовата група да бъде представителна и резултатите да бъдат сравнени с контролна група, която не е била подлагана на експеримента.

Вторичните данни са информация, получена от предварително изготвени източници. За разлика от първичните данни, тук не участваме в процеса на проучване, а получаваме резултатите и изводите наготово. Така се пестят време и средства, но се рискува използването на неточна или остаряла информация. Те могат да са **вътрешни** или **външни**, в зависимост от това дали използваме информация от същата организация, за която правим проучването.

Вътрешни източници на данни са информационните системи, използвани от организацията за ежедневни операции, например CRM, ERP, счетоводни, финансови системи, системи за

контрол и мониторинг и др. Вътрешните източници не са публично достъпни. Организацията могат да ги използват за собствени анализи или да предоставят някои от тях за обработки.

Външни източници на данни са всички останали, които не са изготвени пряко за нашата организация. Тук влизат всички проучвания, статистики, публикации, статии и доклади на частни и юридически лица, правителствени и неправителствени организации и др. Често информацията, изготвена от правителствени организации, е безплатна и лесно достъпна за всички, но това не винаги важи за останалите изброени страни. Друго, което трябва да се вземе предвид, е областта на нашето проучване при избиране на подходящата платформа. Ако например изготвяме научен доклад, един полезен вторичен външен източник би бил **GOOGLE SCHOLAR**. Медицински лица използват също и **PUBMED**. Подобна платформа за икономисти е **IDEAS**, въпреки че за правилната икономическа оценка е нужен прегледът и на много други статистики и индекси.

Интернет източниците на данни са все по-предпочитан външен източник на данни поради предлагания богат избор от информация и удобния начин за достъп. Големият набор от непрекъснато увеличаващи се и усъвършенстващи се интернет услуги води до увеличаване на глобалния обем от данни в мрежата. Само за 2020-та година в интернет се генерира информация в размер на 64.2 ZB, като прогнозите за 2024-та година са тази стойност да стигне 147 ZB и да нараства с приблизително ~23% годишно (Taylor, 2023). Според Bankov (2017), интересът в областта на обработката и прилагането на информация, генерирана онлайн, се покачва значително поради нарастващия обем публикации в социалните мрежи.

Все повече фирми използват интернет канали за дигитализация на комуникацията и съхраняване на документи с цел повишаване на производителността и конкурентоспособността си на глобалния пазар (Sulova, 2021). Потенциалните предимства са значителни – чрез дигитализация на процеси, работещи с големи обеми данни, може значително да се съкрати времето за събиране, обработка и вземане на решения, базирани на тази информация. Освен това, преминаването от хартиен към софтуерен подход позволява автоматизиране на събирането на данни и подобряване на тяхното качество. Това от своя страна създава възможности за анализи в реално време, намаляване на рисковете, увеличаване на приходите, оптимизиране на разходите и други. (Kuyumdzhiev & Andreeva, 2023).

Приложението на иновативни технологии, каквито са Интернет на нещата (IoT), изкуствения интелект и анализи на Big Data в различни индустрии се изследва от много автори. Това се отнася и за големите езикови модели (Armyanova, 2022; Petrov et al., 2021; Parusheva & Aleksandrova, 2021). Въпреки че някои модели на изкуствен интелект не разкриват откъде са получили данните си за обучение, често е налична информация за това кои набори от данни или уеб обхождащи програми са били използвани (David, 2024). Доколкото е публично известно, те са били тренирани основно с информация от интернет. Данните в Интернет са специфични, динамични и постоянно променящи, което налага непрекъснатата нужда на големите езикови модели от актуална текстова информация, за да могат да изпълнят предназначението си като „...софтуерни (или хардуерни) системи, създадени от хората, които, при зададена комплексна цел, извършват действие във физическите или дигиталните измерения като възприемат околната си среда чрез събиране на данни, интерпретиране на събраната структурирана или неструктурирана информация, разсъждения върху знанията, или обработка на информацията, която е произлязла от тези данни и решава най-доброто действие/действия за да постигне тази цел“ (Angelova, Nisheva-Pavlova, Eskenazi and Ivanova, 2021).

Според Сълова (2021), основните източници на данни от интернет ресурси са:

- Данните от уеб базирани и мобилни приложения, например тези за дигитална търговия и

резервации. Тези данни са структурирани и се съхраняват в бази от данни.

- Данни от приложения, работещи с технологията IoT. Тези данни се генерират в реално време на потоци. Могат да бъдат структурирани (числови стойности), или неструктурирани (аудио и видео записи, изображения и друг снимков материал).
- Данни от форуми, блогове и други уебсайтове, съдържащи потребителски коментари и ревюта.
- Данни от социални медии.
- Данни от имейл съобщения.
- Данни, генерирани при използване на уеб приложенията и сайтовете.

2. СЪВРЕМЕННИ ПРОБЛЕМИ, СВЪРЗАНИ СЪС СЪБИРАНЕТО НА ДАННИ

Въпреки изобилието от данни в днешно време и тяхната привидна достъпност, парадоксално се получава така, че работата на специалистите, занимаващи се с извличане, обработка и анализ на данни, се усложнява поради монополизирането на областта от технологичните гиганти и разпространението на генеративния изкуствен интелект. Това установява Robyn Speer, създателят на Python библиотеката *wordfreq*, която от 2016-та година предоставя достъп до оценки на честотата на използване на дадена дума на над 40 езика.

През септември 2024-та година заявява, че работата в областта на обработката на естествения език се превръща в безполезна и закрива дейностите си по проекта. Отправя критики към публичните платформи Reddit и Twitter поради това, че прекратяват достъпа до безплатните си публични API-та, с което възпират независимите изследвания върху неформалния начин на изказ онлайн и така фаворитизират OpenAI и Google. Упреква ги и в стигматизирането на събирането на текстова информация, защото използват чужди текстове за корисни цели, най-вече за създаването на своите частни големи езикови модели.

Друго препятствие, което изтъква като съществено – модерните източници на лингвистични данни са „замърсени“ от генеративен изкуствен интелект и никой няма представа какъв е истинският човешки изказ след 2021-ва година. Това твърдение се потвърждава и от Philip Shapira, който установява, че ChatGPT неестествено завишава използването на някои думи в научните трудове, каквато е и думата “delve”.



Фигура 2. Използване на ключовата дума “delve” в заглавията и резюметата на научни публикации през годините
Източник: Shapira, 2024

Използването на тази дума се завишава през 2022-ра година, но значително нараства след 2023-та година, когато използването на ChatGPT става масово достъпно. Този феномен представлява значителна пречка в изследването на текстови източници онлайн, тъй като “delve” е само една от десет установени подобни думи, върху които ChatGPT има фиксация. Въпреки това, използването на определени думи не може да бъде точен критерий за намесата на изкуствен интелект в даден текст, тъй като е напълно възможно думата да е част от екзекутивния речник на автора. Robyn Speer твърди, че винаги е имало спам на думи в източниците на данни, използвани от *wordfreq*, но изкривяване на честотата на използване от такъв мащаб е невъзможно да бъде отсято, имайки се предвид и че генерираният текст е привидно написан от човешка ръка.

Подобно „замърсяване“ на данните винаги трябва да бъде предварително изчистено, преди да се пристъпи към изваждането на заключения. За да се осигури качеството на данните, задължително трябва да се оцени тяхната актуалност, консистентност и обзримост на поставения проблем. Според Petrov, et al. (2020), новите изисквания за работа в дигитална среда изискват спазване на следните основни принципи при избора и съхранението на данни:

1. Съхраняване само на данни, които са от съществено значение за бизнеса и отговарят на променящите се изисквания на дигиталната среда.
2. Данните трябва да бъдат с високо качество, извлечени от надеждни източници, с гарантирана точност и прецизност.
3. Необходимо е запазването както на актуални, така и на исторически данни, тъй като и двата типа играят различни, но допълващи се роли в бизнес процесите.
4. Прилагане на гъвкави методи за интегриране на системи и внедряване на иновативни подходи, които осигуряват ефективно събиране и обработка на нови данни.
5. Изграждане на цялостна структура от метаданни, която улеснява управлението на данните и осигурява бърз и лесен достъп до необходимите извадки.

Сериозно предизвикателство поставя и използването на лични данни на физически лица като източник. В това число е всяка чувствителна информация, злоупотребата с която би нанесла вреда за дадено лице, каквито са медицинските досиета, информацията по банкови сметки и документите. Подобен риск представлява и всяко друго мероприятие, навлизащо в личното пространство на индивида, каквито са различните социологически проучвания и ползването на социални медии. Позволяването на достъп до информация на лица, които нямат основание да я използват, може да доведе до сериозни щети. Затова е добра практика да се следва подходът на минимизиране на данни. Например, една система, проследяваща броя души на една локация, не се нуждае от самоличността на даден потребител, а само да отчете неговото присъствие. Съществува и вариант, в който се предоставя допълнителна информация, с цел търговците да изготвят персонализирани реклами според демографски признаци и предишна история в дигиталното пространство, но преди това трябва да се поиска позволение на лицето (Stoyanova, Vasilev, Cristescu, 2021). Минимизирането на данни се прилага и с помощта на анонимизиране или псевдонимизиране – два термина, използвани от европейското законодателство при създаването на Общия регламент относно защитата на данните (GDPR).

Псевдонимизацията, според определението на Европейския парламент, представлява обработка на лични данни по начин, който предотвратява свързването им с конкретен субект на данни без използването на допълнителна информация. Тази допълнителна информация трябва да се съхранява отделно и да бъде защитена чрез технически и организационни мерки, за да се гарантира, че данните не могат да бъдат свързани с идентифицирано или идентифицируемо физическо лице.

Тъй като псевдонимизираните данни могат да бъдат проследени обратно до индивида чрез допълнителната информация, те все още се считат за лични данни и попадат под регулациите на GDPR.

Анонимизацията е описана като процес, който, за разлика от псевдонимизацията, напълно заличава възможността да се проследи дадена информация обратно до източника ѝ. Така тези данни вече не попадат в обзора на GDPR и могат да бъдат използвани свободно за проучвания. Пример за анонимизация е групирането на годините на раждане на респондентите по периоди от анкета с цел да се предотврати изпъкването на определено лице и да бъде проследено. Подобно замаскиране на детайлите може да попречи на целите на изследването, но алтернативата е или да се приложи псевдонимизиране заедно с изискванията на GDPR, или данните въобще да не се използват.

Въпреки регулациите за неприкосновеност на личните данни, злоупотребите често влизат във ползрението на обществото поради нарушения. Подобен случай е скандалът със събирането на данни на потребители във Facebook и последвалото им използване от фирмата Cambridge Analytica с цел социален инженеринг. Компанията използва Facebook като платформа за своето приложение “This Is Your Digital Life”, което събира информация на потребител и неговите приятели. Така впоследствие става ясно, че от едва 270 000 души, използвали приложението, засегнатите са общо 87 милиона, въпреки че никога не са давали съгласието си на приятелите си или на Cambridge Analytica да използват и разпространяват личните им данни. Освен че информацията е събрана чрез манипулативни методи, тя по-късно се използва за профилиране и таргетиране на жертвите с цел по-ефективното прокаране на конкретни политически идеи. Последва съдебно производство за нелоялни практики срещу Meta, родителската компания на Facebook, при което заплаща \$725 млн. долара като споразумение за уреждане на делото. Опасения за подобни злоупотреби с лични данни има и за платформата TikTok и практиките на родителската ѝ компания ByteDance. Остават неясни правилата за съгласие, както и начините на съхранение на потребителски данни от фирмата и за какви цели ги използва. Поради тази причина, някои държави забраняват използването на TikTok на правителствени устройства, а други забраняват приложението изцяло, включително и за обикновени граждани. Прави впечатление, че въпреки централата на ByteDance да е ситуирана в Пекин, Китайската народна република е сред държавите, забранили TikTok. Вместо това, позволява негова стриктно контролирана версия, наричана Douyin, като по този начин единствено засилва съмненията към автентичността на компанията и нейните намерения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основата на всяко едно добро проучване е в неговата точност и анализите, които се базират на данни. Правилното комбиниране на първични и вторични източници е ключово за изграждането на цялостна представа върху тематиката на изследвания въпрос. Развитието на технологиите безсъмнено налага един нов стандарт, насочен към дигитализация на процесите, без значение от сферата на дейност. Модерните изследователи и специалисти по обработка на данни трябва да се съобразяват с фактори, които не са имали тези размери само допреди няколко години, или въобще не са съществували. Огромните данни, които се генерират всеки ден, представляват предизвикателство за тяхното събиране, съхранение и обработка. Анализът на все по-големите масиви от данни изисква определени познания от страна на изследователите, както и специализирани технологии и ресурси. Единствено с комплексни решения и колаборация между технологичните компании, правителствата и потребителите могат да се спазят всички съвременни изисквания за качество на данните и етичност при събирането им.

REFERENCES / ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Сълова, С. (2021) Извличане на знания и анализ на данни от интернет източници. Варна: Наука и икономика.
2. Angelova, G., Nisheva-Pavlova, M., Eskenazi, A. and Ivanova, K. (2021) Role of education and research for artificial intelligence development in Bulgaria until 2030. *Mathematics and Education in Mathematics*. 50, (Apr. 2021), 71–82.
3. Armyanova, M. (2022) Artificial Intelligence and its Role in Modern Business. In Scientific Conference of the Department of General Economic Theory (pp. 184-191). University of Economics-Varna.
4. Bankov, B. (2017) Extracting Top Trends from Twitter Discussions in Bulgarian. *Izvestia Journal of the Union of Scientists – Varna. Economic sciences series*, 2, pp. 254-259.
5. David, E. (2024) *OpenAI's news publisher deals reportedly top out at \$5 million a year*, *The Verge*. Available at: <https://www.theverge.com/2024/1/4/24025409/openai-training-data-lowball-nyt-ai-copyright> (Accessed: 09 November 2024).
6. geeksforgeeks.org (2024) *Sources of data collection: Primary and secondary sources* (2024) GeeksforGeeks. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/sources-of-data-collection-primary-and-secondary-sources/> (Accessed: 21 September 2024).
7. geeksforgeeks.org, (2024) *Different sources of data for data analysis* (2024) GeeksforGeeks. [Online] Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/different-sources-of-data-for-data-analysis/> (Accessed: 21 September 2024).
8. geeksforgeeks.org, (2024) *Methods of data collection: Statistics* (2024) GeeksforGeeks. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/methods-of-data-collection/> (Accessed: 21 September 2024).
9. Kuyumdzhiev, I., & Andreeva, A. (2023) Digital transformation of the general ledger process in universities: problems and possible solutions. Munich Personal RePEc Archive. *Uni-muenchen.de*. [online] doi:https://mpra.ub.uni-muenchen.de/116591/1/MPRA_paper_116591.pdf.
10. Mazhar SA, Anjum R, Anwar AI, Khan AA. (2021) Methods of data collection: A fundamental tool of research, *Journal of Integrated Community Health*. Vol. 10, No 21, pp. 6-10, DOI: <https://doi.org/10.24321/2319.9113.202101>.
11. Mesly, O. (2015) *Creating models in psychological research*. Etats-Unis: Springer press.
12. Parusheva, S., & Aleksandrova, Y. (2021) Digital technologies and tools-drivers of digitalization in construction. *Izvestia Journal of the Union of Scientists-Varna. Economic Sciences Series*, 10(1), 63- 71.
13. Petrov, P., Sulova, S., Radev, M., Aleksandrova, Y., Stoyanova, M., Mileva, L. and Yankov, P., (2020), Digitalization of business processes in construction and logistics, Publishing house "Knowledge and business" Varna, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:kab:monogr:8>.
14. Petrov, P., Vasilev, J., Petrova, S., & Mileva, L. (2021) Technological organization in big data analysis with Apache Kudu analytical tool. *Izvestia Journal of the Union of Scientists-Varna. Economic Sciences Series*, 10(2), 31-42.
15. Shapira, P. (2024) *Delving into 'delve'*, Benedictine University Library. Available at: <https://pshapira.net/2024/03/31/delving-into-delve/> (Accessed: 29 September 2024).
16. Speer, R. (2024) *Why wordfreq will not be updated*, GitHub. Available at: <https://github.com/rspeer/wordfreq/blob/master/SUNSET.md> (Accessed: 29 September 2024).
17. Stoyanova, M., Vasilev, J., Cristescu, M. (2021) Big Data in Property Management. Applications of Mathematics in Engineering and Economics: Proceedings of the 46th Conference on Applications of Mathematics in Engineering and Economics (AMEE '20), 7 – 13 June 2020, Sofia, Bulgaria, Melville,

NY: AIP Publ., Vol. 2333, № 1, 070001-1 - 070001-7.

18. Sulova, S. (2021) A conceptual model for the organization and storage of metadata for data from internet sources. [online] (2), pp.3–14. Available at: https://www.researchgate.net/publication/363309614_A_conceptual_model_for_the_organization_and_storage_of_metadata_for_data_from_internet_sources.
19. Taylor, P. (2023) *Data Growth Worldwide 2010-2025*, Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/> (Accessed: 09 November 2024).
20. Wagh, S. (2024) Research guides: Public Health Research Guide: Primary & Secondary Data Definitions, Primary & Secondary Data Definitions - Public Health Research Guide - Research Guides at Benedictine University Library. Available at: <https://researchguides.ben.edu/c.php?g=282050&p=4036581> (Accessed: 28 September 2024).

MEAL MASTER: AN INNOVATIVE AI SOLUTION FOR RECIPE GENERATION

David Petkov¹

¹University of Economics Varna, Faculty of Informatics, Varna, Bulgaria, davidpetkov2006@gmail.com

ABSTRACT

This paper aims to introduce Meal Master, a web platform driven by artificial intelligence, designed specifically to help with ideas on reducing household food waste and present quick and easy solutions for preparing meals, thereby reducing the time people usually spend preparing food. Artificial intelligence, algorithms, web-based systems, and modern web technologies have been implemented in this system. It provides professional and fast recipe suggestions based on photos or inputs provided by the user, considering any preferences and allergies in diets they have set in advance. By promoting healthy food consumption and minimising waste, Meal Master makes meal preparation faster, easier and more enjoyable.

KEYWORDS: *Artificial, Intelligence, Application, Cooking, Recipe.*

INTRODUCTION

Many people in the 21st century is professionally engaged and away from home during each working day. During these long periods, they often eat "raw food" or "fast food", which proves to be detrimental to their health (ANTRUM, C., WARING, M., COHEN, J. and STOWERS, K., 2023) [1], or in the slightly better case - in restaurants and canteens where the food does not always meet high health standards (CLAESSENS, I., GILLEBAART, M. and RIDDER, D., 2023) [3]. However, a large part of people desires to eat healthy and tasty food at home (BAUER, J., NIELSEN, K., HOFMANN, W. and REISCH, L., 2022) [2]. Coming home after work every day, they could prepare healthy meals for themselves, and their families based on the food items available at the time. In most cases, however, this will require the creation of a new recipe. Therefore, another obstacle appears: most people do not have the time and energy to create recipes themselves, let alone put research and creativity into this activity. This provoked the launch of a scientific study that would provide a quick, easy and effective solution to the problem. The developed solution is going to help with ideas on reducing household food waste and give quick and easy offers for preparing meals, thereby reducing the time people usually spend preparing food. The application can consider any preferences and allergies in diets users have set in advance. The result of the conducted research and the implementation of the solution in a real working system is already the basis for the activity of a progressive startup.

With the proliferation of readily available artificial intelligence (AI) models and systems (RUSSELL, S. and NORVIG, P., 2010) [19] providing APIs for developing software with broad applicability, great opportunities have opened for software engineers to develop applications that solve a very wide range of tasks, related to text and image analysis [9,19,14,18]. Therefore, it is logical to assume that an application can be designed and created that uses an AI system for text understanding and generation to analyse recipes and create new ones according to set criteria. But the problem posed suggests a study of existing scientific approaches through which a reliable solution can be reached. For this purpose, the work referred to modern, but also relatively extensive, scientific and scientific-applied publications that are closely related to the issue.

The present research aims to create an AI Web application that assists people in creating new recipes from currently available products. To achieve the intended goal, the following tasks have been set out: research to be conducted, appropriate software technologies to be selected, a model of the system to be created, the AI Web-based solution to be implemented and its work to be evaluated.

1. AI MODELS

An AI model for text understanding and generation is an artificial intelligence system specifically designed to process, comprehend, and produce human language text (RUSSELL, S. and NORVIG, P., 2010) [19]. These models are built using natural language processing (NLP) and machine learning techniques. Such modern models are, for example: GPT-4, Gemini 1.5, Claude 3.5, Mistral Large 2, Llama 3.2, Jamba 1.5, Mistral NeMo (Artificialanalysis, 2024) [5].

GPT-4 (Generative Pre-trained Transformer 4) (OpenAI, 2024) [11] is the fourth iteration of OpenAI's large language model in the GPT series, designed for natural language understanding and generation. It's built on the transformer architecture and trained on vast amounts of text data to understand and generate human-like language. Here are some key points about GPT-4: language understanding and text generation (handling complex instructions, and engaging in more nuanced conversations); multimodal capabilities (capable of understanding both text and images, allowing it to process and respond to image-based queries in addition to text); large model (powerful and capable of handling complex tasks with greater accuracy); good contextual understanding (it has an enhanced ability to follow and maintain the context of a conversation over longer interactions, leading to more coherent and relevant responses in longer discussions); improved safety and ethics (it possesses advanced safety mechanisms and follows stricter guidelines for ethical AI use). GPT-4 enhances the ability to interact with humans in natural and intuitive ways. OpenAI has developed the GPT-4 API. The API allows developers to integrate GPT-4 into their applications and projects, enabling them to leverage its advanced language understanding and generation abilities.

GPT-4o, also known as GPT-4 Omni, is an upgrade from previous models and supports text, image, and voice inputs, with a focus on text-to-text and speech-to-speech capabilities. This version has extended features, including advanced voice interaction. GPT-4o can generate and interpret audio, expanding its usability beyond just text and image modalities.

Gemini 1.5 (Google, 2024) [8] is a large language model developed by Google AI. It is a multi-modal and foundation model. API is available through the Google AI Studio platform. Mistral Large (Mistral AI, 2024) [16] is a large language model developed by Mistral AI, designed to assist with a wide range of tasks, from answering questions to generating creative content. Its capabilities include understanding and generating human-like text, making it a versatile tool for various applications. Mistral AI has developed an API. Llama 3.2 (Meta, 2024) [13] is a collection of large language models (LLMs). Developers can access an API. Jamba (Jamba, 2024) [12] is a Large Language Model created by AI21, trained in early 2024. With a knowledge cutoff of February 2024, Jamba is designed to provide helpful and professional responses, assisting users with a wide range of inquiries and tasks. Developers can access an API. Claude (Anthropic, 2024) [4] is an AI assistant created by Anthropic. It has a broad knowledge base that allows users to engage in conversations and assist with tasks on a wide variety of topics. Anthropic does not provide an API. Mistral NeMo (Mistral, 2024) [17] is a text-based AI model designed to understand and generate human-like text based on the input it receives. It can answer questions, provide explanations, or engage in conversation. Developers cannot access an API.

An AI model for text-to-image creation is a type of artificial intelligence model that can generate images from textual descriptions (RUSSELL, S. and NORVIG, P., 2010) [19]. These models use deep learning techniques, typically involving a combination of NLP and computer vision, to understand the text and then create a corresponding image. The most well-known text-to-image models (Artificialanalysis, 2024) [5] are DALL-E, developed by OpenAI (OpenAI, 2024) [11], Stable Diffusion - by Stability AI (Stable Diffusion, 2024) [20] and Midjourney - by Midjourney lab (Midjourney,

2024) [15]. They can generate high-quality, highly detailed, photorealistic and creative images from textual prompts.

2. EXISTING AI MODELS AND APPLICATIONS IN RECIPE GENERATION

Ahmet Değerli and Nevruz Tatlısu, the authors of (DEĞERLİ, A. and TATLISU, N., 2023) [7], investigate the capabilities of AI tools, specifically ChatGPT (versions 3.5 and 4) and Bard, in the context of food recipe generation. The research explores their competency in various tasks including recipe correction, adaptation, detailing, time management, and presentation. The study aims to determine the strengths and limitations of these AI tools in comparison to a professional chef, highlighting their potential as supportive assets within the gastronomy field. Overall, ChatGPT 4 demonstrated superior performance in recipe correction, time management, and presentation tasks compared to the other AI tools. ChatGPT 4 achieved an 80% accuracy rate in identifying and correcting errors in recipes, while ChatGPT 3.5 achieved around 50%. Bard's performance was inconsistent, ranging from 30% to 80% accuracy. Both ChatGPT versions successfully provided detailed and understandable instructions for a given brief recipe. ChatGPT versions effectively adapted recipes to meet specific dietary restrictions (vegan, vegetarian, gluten-free, keto). ChatGPT 4 excelled in creating efficient time management plans, effectively utilising passive cooking times. ChatGPT 4 generated the most detailed and aesthetically pleasing presentations, along with corresponding SVG code. Bard exhibited inconsistencies and unsolicited actions in its responses, making unnecessary substitutions, omissions, and revisions in recipes. The study highlights that although AI tools cannot currently replace human chefs or dietitians, they hold significant potential as supplementary tools to facilitate tasks, enhance performance, and generate creative ideas.

The author of (GEORGE, A., 2024) [9], A. George, explores the relationship between human bartenders and AI in cocktail creation. It examines consumer preferences for cocktails made by humans versus AI systems, finding that most participants prefer the bartender's creations, valuing the human touch, creativity, and personalization. The study also suggests potential opportunities for human-AI collaboration, proposing models where AI could serve as a creative tool to enhance the bartender's skills rather than replace them.

In (SWAN, M., KIDO, T., ROLAND, E. and SANTOS, R., 2024) [21] the authors explore the potential of AI in revolutionising healthcare and promoting healthy longevity. The development of AI infrastructure is happening rapidly, which is making it easier to study biology. The use of AI is encouraging in the third wave of digitisation, where lots of processes are becoming digital.

The authors of (RAZZAQ, M., MAQBOOL, F., ILYAS., M. and JABEEN, H., 2023) [18] propose Evo Recipes, a novel framework for generating new culinary recipes using a combination of evolutionary algorithms and generative AI. Evo Recipes uses a large knowledge graph, Recipe KG, and an ontology, Recipe On, to represent recipes in a machine-understandable format. Evolutionary operators, including mutation and crossover, are applied to recipes encoded in this format to introduce novelty and diversity. The generated recipes are then transformed into human-readable text using OpenAI's GPT API. The framework is evaluated through quantitative metrics, measuring novelty, simplicity, visual appeal, and feasibility, as well as through a qualitative survey that assesses the subjective aspects of the generated recipes. The authors conclude that Evo Recipes-generated recipes are novel, simple, visually appealing, and valid. Evo Recipes, however, cannot generate suggestions of what the finished dishes will look like (as images of the created recipes).

This research paper (VENKATARAMANAN, R., ROY, K., RAJ, K., PRASAD, R. and ZI, Y., 2023) [24] explores the creation of a novel generative AI model called Cook-Gen that is designed to

extract cooking actions from recipe text. The paper tackles the challenge of irregular data patterns in recipes, such as variations in language descriptions for the same action and infrequent occurrences of certain actions. The authors propose aggregation-based generative methods to overcome these challenges and compare Cook-Gen to other generative and discriminative models, finding that it significantly outperforms them while requiring fewer computational resources. Cook-Gen does not create new recipes from a list of ingredients, nor does it create images of dishes.

In (GIM, M., PARK, D., SPRANGER, M., MARUYAMA, K. and KANG, J., 2021) [10] Recipe Bowl is presented, a novel cooking recommendation system that uses a Set Transformer to learn meaningful representations of ingredients and recipes. The system takes a set of ingredients and cooking tags as input and suggests possible ingredient and recipe choices. The paper describes the dataset used to train Recipe Bowl, including a method for selecting target ingredients based on their Tf-Idf scores. It also details the model architecture, which consists of a Set Encoder and a 2-way Decoder and explains the loss objective function used for training. The authors present quantitative and qualitative analyses of Recipe Bowl's performance, highlighting its ability to suggest relevant and plausible ingredient and recipe recommendations based on recipe context and ingredient relations. Recipe Bowl's primary function is to recommend ingredients and recipes based on existing culinary knowledge, rather than generating completely new recipes.

While the reviewed works demonstrate significant advancements in the application of AI within the culinary domain, they do not fully encompass the comprehensive functionality of the goal of the present research. Specifically, these studies primarily focus on recipe correction, adaptation, ingredient recommendation, and, in some cases, the extraction of cooking actions from text. Notably, none of the reviewed works integrates the capability to generate new recipes from a given set of ingredients and suggests corresponding images of the finished dishes, which is going to be the core innovation of the present solution.

3. SELECTION OF AI MODELS FOR IMPLEMENTATION

Several main criteria should be considered when choosing the most suitable AI model. The chosen model should be as fast as possible, because the structure of the application is made so that the result returned from the request to the AI model, first passes through the API of the application, then at the same time it is sent to the user (owner of the request) as well as the database so that everything can be stored. From (Artificialanalysis, 2024) [22], we can see that the Meta and OpenAI models achieve the best results for Throughput. In the context of a culinary web and mobile application, AI models should be able to generate recipes based on available products and user preferences, as well as a photo of random culinary products. They should then be able to generate high-quality images in a similar style. The best AI text models according to (Artificialanalysis, 2024) [5] that can meet these requirements are GPT-4, GPT-4o, Gemini, Llama 3, Claude Sonnet 3.5 and Opus. The best AI models for image generation according to (Harry Guinness, 2024) [23] are Dall-E 3, Stable Diffusion 3 and Midjourney.

Meal Master uses OpenAI products, both to generate images and to generate text responses, dialogues, titles and internal AI operations. The following AI models have been chosen: GPT-4o and DALL-E 3. They are designed to work well together, ensuring a smooth integration process. GPT-4o generates the textual recipe, while DALL-E 3 creates corresponding images, providing a cohesive and comprehensive recipe generation and visualisation solution. The combination of GPT-4o and DALL-E 3 offers a superior user experience by delivering both detailed recipes and visually appealing images, catering to both the informational and visual needs of users.

4. DEVELOPMENT PHASES

The development process has been divided into the following four phases:

Phase 1: Planning and Research.

The first phase involves extensive planning and research to determine development challenges, followed by an analysis of existing solutions and market competitors.

Phase 2: Prototyping.

A basic prototype has been developed that includes key functionalities, mainly allowing users to enter available ingredients and generate recipe suggestions based on this data. The app introduces a chatbot powered by the OpenAI API that allows users to engage in text and image-based conversations. This chatbot not only provides recipe recommendations but also offers cooking tips and help, which makes preparing food an easy task. The app's recipe management feature allows users to save and manage their chat-generated recipes, and the chat history feature lets them go back to previous conversations for greater convenience.

Phase 3: AI models integration.

A notable innovation in the app is the image recognition feature by which users can take a picture of the ingredients available at that moment and then the app suggests recipes based on the image. This improves the overall user experience by making the process more intuitive and accessible. Additionally, an admin panel is included to monitor user activities and app metrics such as popular searches, user interactions, and subscription details. Subscription cost analysis can also be tracked to support the financial sustainability of the application.

Phase 4: Release Minimum Viable Product (MVP).

As the project progressed, AI models for recipe generation and ingredient management were developed and integrated into the platform. These models have undergone thorough testing and validation to ensure precision and reliability. After the testing phase, an MVP was released to gather user feedback.

5. CHOICE OF TECHNOLOGIES

To realise the Meal Master concept, modern web technologies have been carefully selected to ensure performance, scalability and ease of use. At the design stage, Figma and Canva are used to create an intuitive and visually appealing user interface. React with Vite.js has been chosen for building the frontend of the application for greater speed and dynamic visualisation in the web solution. For the mobile version, React Native is used to maintain a consistent user experience across devices. For design purposes, Tailwind CSS has been applied, ensuring that the app is both responsive and visually clean. For backend development, .NET Core is used to drive business logic and create a reliable API. The AI-powered recipe generation feature has been implemented using the OpenAI API integrated into the backend for seamless interaction. Payment management is handled by Stripe, enabling secure and efficient online transactions within the platform. Data storage is managed using MongoDB, chosen for its flexibility in handling user data, recipes and ingredient information. The hosting infrastructure is based on Azure, using services such as App Service, Static Web Apps and Cosmos DB to provide a scalable and reliable environment for both web and mobile applications. By using these technologies, Meal Master has been able to combine advanced AI functionality with a user-friendly interface, creating an innovative solution that simplifies meal preparation while reducing food waste.

6. APPLICATION MODEL, IMPLEMENTATION AND RESULTS

Two main output platforms have been built - a web-based one and a mobile one. This can be seen in the diagram of the created Meal Master model (Figure 2). For users to access the same data from both the internet and their mobile phone, Microsoft Entra ID has been integrated. After authorization and authentication, the user has access to the applications' functionalities. Every user action goes through the Meal Master API, which can be said to be the core of the application. This API implements OpenAI, Stripe, MongoDB, and Azure storage. Through Stripe, the application manages payments, subscription plans, as well as payment user accounts, invoices and statements. Through Azure Storage, user accounts are managed outside the application, and through OpenAI, chats, messages and photos are quickly and efficiently managed using their powerful AI models. All these technologies aim to achieve security and stability in the application and succeed in doing so.

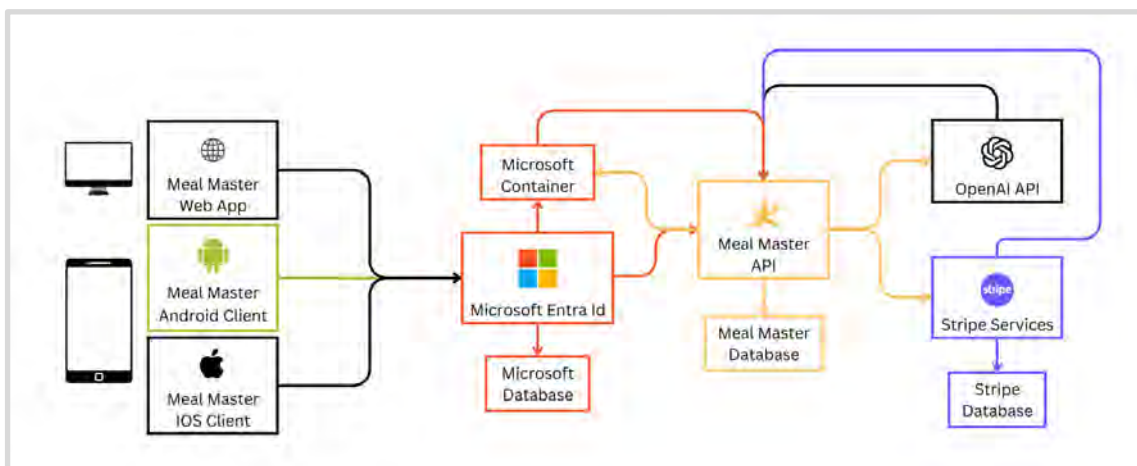


Figure 2. Application Model of the AI Solution

Source: Own elaboration

Using external sources to store important user information makes Meal Master as secure as possible for data storage. Absolutely no user information is stored on the database of the app itself, no emails, no location information, debit cards, names, etc. Only the chats and the access keys of each user to the external storage are stored. Even if these keys are stolen, it is still not possible to access the information since several more secret keys must be used, which only the isolated core of the application can access.

Figure 3 is a generated photo of a dish, demonstrating the AI's ability to analyse available ingredients and suggest a fully realised recipe. This preview serves as a proof of concept and the app's level of functionality, illustrating how it can take raw input such as an image of ingredients and create a detailed, appetising meal suggestion.



Figure 3. A meal suggestion generated by Meal Master

Source: Own elaboration

CONCLUSION

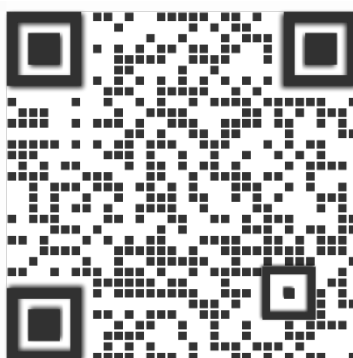
By leveraging cutting-edge AI technologies, Meal Master offers a comprehensive solution that not only generates personalised and contextually relevant recipes but also provides visually appealing images of the dishes. This capability sets Meal Master apart from existing solutions, which primarily focus on recipe correction, adaptation, and ingredient recommendation without integrating image generation. This combination of text and image generation capabilities addresses the limitations of current AI models, offering a more holistic and user-friendly approach to meal planning and preparation. Moreover, the use of modern web technologies and a robust API framework ensures that Meal Master is both scalable and efficient, capable of handling real-time interactions and providing quick responses to user inputs. The platform's ability to consider user preferences and dietary restrictions further enhances its practicality and appeal. Overall, Meal Master demonstrates the potential of AI to revolutionise everyday tasks, making meal preparation faster, easier, and more enjoyable while promoting healthy eating and reducing food waste.

Future developments in extending this AI solution may include extending personalised recommendations and integrating the app with IoT devices, such as smart refrigerators, to automatically track ingredient availability.

REFERENCES

1. ANTRUM, C., WARING, M., COHEN, J. and STOWERS, K. (2023) Within-store fast food marketing: The association between food swamps and unhealthy advertisement. *Preventive Medicine Reports*, Elsevier Journal, [Online] Volume 35. pp. 1-6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2023.102349> [Accessed 1/10/2024].
2. BAUER, J., NIELSEN, K., HOFMANN, W. and REISCH, L. (2022) Healthy eating in the wild: An experience-sampling study of how food environments and situational factors shape out-of-home dietary success. *Social Science & Medicine*, Elsevier Journal, [Online] Volume 299. pp. 1-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.114869> [Accessed 1/10/2024].
3. CLAESSENS, I., GILLEBAART, M. and RIDDER, D. (2023) Personal values, motives, and healthy and sustainable food choices: Examining differences between home meals and restaurant meals. *Appetite*, Elsevier Journal, [Online] Volume 182. pp. 1-12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106432> [Accessed 1/10/2024].
4. Claude 3.5. Available from: <https://claude.ai> [Accessed 1/10/2024]

5. Comparison of Models: Quality, Performance & Price Analysis. Artificial Analysis. Available from: <https://artificialanalysis.ai/models> [Accessed 1/10/2024]
6. DALL-E. Available from: <https://openai.com/index/dall-e> [Accessed 1/10/2024]
7. DEĞERLİ, A. and TATLISU, N. (2023) Cooking with ChatGPT and Bard: A Study on Competencies of AI Tools on Recipe Correction, Adaption, Time Management and Presentation. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 11 (4). pp. 2658-2673. Available from: <https://jotags.net/index.php/jotags/article/view/1974/3008> [Accessed 1/10/2024]
8. Gemini 1.5. Available from: <https://gemini.google.com> [Accessed 1/10/2024]
9. GEORGE, A. (2024) Human Touch: Exploring the Synergy Between Bartenders and AI in Cocktail Creation. *Partners Universal Innovative Research Publication*, 2 (2). pp. 106-118. Available from: <https://zenodo.org/records/10956977> [Accessed 1/10/2024]
10. GIM, M., PARK, D., SPRANGER, M., MARUYAMA, K. and KANG, J. (2021) RecipeBowl: A Cooking Recommender for Ingredients and Recipes Using Set Transformer, *IEEE Access*, vol. 9. pp. 143623-143633. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9570315> [Accessed 1/10/2024]
11. GPT-4. Available from: <https://openai.com/index/gpt-4> [Accessed 1/10/2024]
12. Jamba. Available from: <https://www.ai21.com/jamba> [Accessed 1/10/2024]
13. Llama. Available from: <https://www.llama.com> [Accessed 1/10/2024]
14. MANOCHANDAR, S. (2024) AI-Enhanced Smart Cooking Pot: A Culinary Companion with Intelligent Sensing. *Data Analysis and Forecasting Journal*, 2 (2). Available from: <https://doi.org/10.3991/itdaf.v2i2.48757> [Accessed 1/10/2024]
15. Midjourney. Available from: <https://www.midjourney.com> [Accessed 1/10/2024]
16. Mistral Large 2. Available from: <https://mistral.ai> [Accessed 1/10/2024]
17. Mistral NeMo. Available from: <https://mistral.ai/news/mistral-nemo> [Accessed 1/10/2024]
18. RAZZAQ, M., MAQBOOL, F., ILYAS., M. and JABEEN, H. (2023) EvoRecipes: A Generative Approach for Evolving Context-Aware Recipes. *IEEE Access*, vol. 11. pp. 74148-74164. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3296144> [Accessed 1/10/2024]
19. RUSSELL, S. and NORVIG, P. (2010) *Artificial Intelligence - A Modern Approach*, Third Edition. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, Pearson Education, New Jersey.
20. Stable Diffusion. Available from: <https://stability.ai/stable-image> [Accessed 1/10/2024]
21. SWAN, M., KIDO, T., ROLAND, E. and SANTOS, R. (2024) AI Health Agents: Pathway2vec, ReflectE, Category Theory, and Longevity. *Proceedings of the AAAI 2024 Spring Symposium Series*, 3 (1). Available from: <https://doi.org/10.1609/aaais.v3i1.31249> [Accessed 1/10/2024]
22. Text to Image AI Model & Provider Leaderboard. Artificial Analysis. Available from: <https://artificialanalysis.ai/text-to-image> [Accessed 1/10/2024]
23. The 7 best AI image generators in 2024. Available from: <https://zapier.com/blog/best-ai-image-generator> [Accessed 1/10/2024]
24. VENKATARAMANAN, R., ROY, K., RAJ, K., PRASAD, R. and ZI, Y. (2023) Cook-Gen: Robust Generative Modeling of Cooking Actions from Recipes. *Cornell University, Computer science section*. Available from: <http://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2306.01805> [Accessed 1/10/2024]



**ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ
В БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЕТО**

Сборник с доклади от Международна научна конференция по случай 55 години
от създаването на катедра „Информатика“ при Икономически университет – Варна

**INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES
IN BUSINESS AND EDUCATION**

Proceedings of the International Conference dedicated
to the 55th anniversary of the Department of Informatics

Предпечатна подготовка *Дора Томова*

Издателство „Наука и икономика“
Икономически университет – Варна
ул. „Евлоги Георгиев“ 24

Science and Economics Publishing House
University of Economics – Varna

ISBN 978-954-21-1184-9