

УДК 004.82:37.091.26

АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ АКАДЕМІЧНИХ ТЕКСТІВ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСІВ

Замета М.О.

mariia.zameta@nure.ua

Науковий керівник – Татарников А. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІСТ
м. Харків, Україна

The paper presents the architecture of an intelligent information system for automated assessment of academic texts based on microservices. A microservices approach is proposed to decompose the system into specialized modules: document upload, text preprocessing, AI analysis, AI-generated content detection, and reporting. The use of NLP models for linguistic analysis, asynchronous message queues for handling peak loads, and an API Gateway for service orchestration is substantiated. The system ensures data confidentiality throughout the entire processing lifecycle and enables independent updates of AI models without service interruption.

Масова цифровізація освіти та перехід на нові навчальні плани зі значним збільшенням частки самостійної роботи студентів суттєво підвищують навантаження на системи перевірки академічних робіт [1]. Оцінювання письмових завдань для великих груп студентів потребує значних часових ресурсів, які викладач міг би використати для безпосередньої взаємодії зі студентами.

Сучасні системи автоматизованого оцінювання мають обробляти різноманітні типи даних у реальному часі: неструктурований текст, програмний код, метадані документів та мультимедійні вкладення. Монолітна архітектура таких систем виявляє суттєві обмеження: складність горизонтального масштабування, висока зв'язність компонентів, ускладнення оновлення окремих модулів та єдина точка відмови. Натомість мікросервісна архітектура забезпечує незалежне розгортання, ізоляцію збоїв та технологічну гнучкість, що робить її пріоритетним вибором для побудови інтелектуальних освітніх платформ [2].

Запропонована архітектура системи передбачає чіткий розподіл функціональних обов'язків між автономними сервісами. Сервіс завантаження документів відповідає за приймання та валідацію вхідних файлів різних форматів. Сервіс препроцесингу забезпечує нормалізацію, токенизацію та структурування тексту перед аналізом. AI-аналіз виконує безпосередньо інтелектуальну оцінку роботи. Звітність формується у вигляді структурованої статистики для викладача.

Ключовою перевагою мікросервісного підходу є технологічна гнучкість: ML-моделі та NLP-компоненти реалізуються на Python (з використанням

бібліотек TensorFlow, spaCy, Hugging Face Transformers), тоді як високонавантажені API-шлюзи будуються на Go або Node.js для забезпечення мінімальної затримки відповіді [2]. Незалежне горизонтальне масштабування дозволяє, наприклад, під час сесії збільшувати лише потужність сервісу AI-аналізу, не торкаючись інших компонентів системи.

Сервіс лінгвістичного аналізу є центральним інтелектуальним компонентом системи. На основі сучасних NLP-моделей (зокрема, трансформерних архітектур типу BERT або GPT) він здійснює перевірку логічної зв'язності тексту, правильності структури академічної роботи (наявність вступу, основної частини, висновків), відповідності термінологічного апарату темі дослідження та якості аргументації [3]. Результати аналізу передаються у стандартизованому форматі.

Окремим критичним модулем є детектор AI-генерованого контенту. Він аналізує статистичні характеристики тексту: ентропію розподілу токенів, показники перплексії, стилістичну однорідність та відхилення від індивідуального стилю написання студента. Виявлення аномалій у цих параметрах сигналізує про можливе використання генеративних моделей при підготовці роботи. Інтеграційний шар (API Gateway) забезпечує єдину точку входу для клієнтського додатку, маршрутизацію запитів між сервісами, аутентифікацію користувачів та балансування навантаження.

Проходження студентської роботи через систему охоплює кілька послідовних етапів. На першому етапі студент завантажує документ через клієнтський інтерфейс; API Gateway валідує запит та передає файл до сервісу завантаження, який зберігає його у захищеному сховищі та генерує унікальний ідентифікатор задачі. На другому етапі повідомлення про нову задачу публікується в черзі (RabbitMQ або Apache Kafka), звідки його отримує сервіс препроцесингу для нормалізації тексту. Асинхронна черга повідомлень є ключовим механізмом відв'язки компонентів та забезпечення відмовостійкості під час пікових навантажень.

На третьому етапі нормалізований текст паралельно обробляється сервісами лінгвістичного аналізу та детекції AI-генерованого контенту. Четвертий етап передбачає агрегацію результатів та генерацію інтелектуального фідбеку сервісом звітності: формується детальний коментар з оцінкою за встановленими критеріями, виявленими проблемними місцями та конкретними рекомендаціями щодо покращення роботи. Конфіденційність даних забезпечується шифруванням на транспортному рівні (TLS) та рольовою моделлю доступу на рівні сервісу.

Запропонована мікросервісна архітектура системи автоматизованого оцінювання академічних текстів демонструє суттєві переваги перед монолітними аналогами. Завдяки ізоляції збоїв відмова одного компонента не призводить до зупинки всієї системи, що є критично важливим в умовах пікових навантажень під час сесійного контролю [1]. Можливість незалежного оновлення AI-моделей без переривання роботи системи гарантує актуальність

алгоритмів оцінювання та відповідність сучасному стану розвитку штучного інтелекту.

Важливим аспектом є й питання етики та конфіденційності: система має бути побудована з дотриманням принципів прозорості роботи алгоритмів та захисту персональних даних студентів і викладачів. Описана архітектура може стати базовим інфраструктурним рішенням для концепції «Smart University», інтегруючись із системами управління навчанням (LMS), платформами відеоконференцій та модулями аналізу емоційного стану студентів на основі комп'ютерного зору [1]. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку федеративних моделей навчання для підвищення якості AI-оцінювання без порушення конфіденційності навчальних даних.

Порівняння мікросервісного підходу з альтернативними архітектурними рішеннями дозволяє чіткіше окреслити його переваги у контексті освітніх платформ. Серверлес-архітектура (Serverless/FaaS) забезпечує ще вищу еластичність масштабування, однак суттєво ускладнює налагодження та моніторинг розподілених ланцюгів викликів і є економічно невигідною при постійному базовому навантаженні. Сервісна сітка (Service Mesh) на базі Istio або Linkerd може доповнювати мікросервісну архітектуру, забезпечуючи наскрізне шифрування трафіку, трасування запитів та централізоване управління політиками безпеки без необхідності модифікації прикладного коду. Саме така комбінація є оптимальною для освітніх систем, де конфіденційність персональних даних є законодавчо закріпленою вимогою [3].

Перспективним напрямом розвитку системи є інтеграція модуля персоналізованого зворотного зв'язку на основі накопиченої історії оцінювань конкретного студента. Аналіз динаміки типових помилок у роботах дозволяє виявляти системні прогалини у знаннях. Такий підхід узгоджується із концепцією адаптивного навчання, де AI виступає повноцінним навчальним асистентом, здатним у зручний для студента час допомогти закрити прогалини в знаннях [1].

Список використаних джерел:

1. Татарников А. О. Використання технології розпізнавання емоцій людини на основі штучних нейронних мереж в освіті / А. О. Татарников, наук. кер. Н. М. Сердюк // Цифровізація науки та сучасні тренди її розвитку: матеріали II Міжнародної студентської наукової конференції, Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2021. – С. 86-88.
2. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. O'Reilly Media, 2021. с. 616.
3. Devlin J., Chang M. W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. NAACL-HLT. 2019. с. 4171-4186.