

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ АНАЛІТИЧНИХ ЗВІТІВ ПРО УСПІШНІСТЬ СТУДЕНТІВ

Замета М.О., Татарников А.О.

Кафедра Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем,
Харківський національний університет радіоелектроніки,

Україна

E-mail: mariia.zameta@nure.ua,

andrii.tatarnykov@nure.ua

Abstract

The ongoing digital transformation of education has increased the amount and complexity of learning data, making manual assessment and reporting inefficient and prone to bias. This study offers an approach for automating educational analytics and performance reporting using machine learning algorithms. The proposed model combines optical character recognition (OCR) for extracting text from images and PDFs, semantic analysis with embedding-based models for content comparison, and a weighted scoring system to ensure objective multi-criteria evaluation. Additionally, generative AI tools like GPT-4 and LangChain are used to generate personalized feedback and recommendations, while data visualization modules deliver dynamic reports on students' progress. The system also features a plagiarism detection component based on similarity search and the Google Search API. Designed for integration with existing learning management systems (e.g., Moodle, Google Classroom), the solution aims to improve the accuracy, transparency, and efficiency of student performance assessment, supporting data-driven decision-making in modern educational environments.

Внаслідок прогресуючої цифрової трансформації суспільства, у тому числі сферах базової та вищої освіти, методики поширення інформації та збільшення обсягу навчальних даних постійно зростають. Через це, ускладнюються ручний аналіз кожного джерела або інформаційної бази, традиційні методи оцінювання не забезпечують достатньої об'єктивності та не дозволяють оперативно виявляти тенденції в успішності студентів. Тому автоматизація освітньої аналітики стає необхідною умовою підвищення ефективності навчального процесу та якості освітніх послуг.

Подібна цифровізація освітнього середовища передбачає перехід від паперових або частково автоматизованих форм звітності до інтегрованих інформаційних систем, що дозволяють збирати, зберігати та обробляти дані про навчальні результати у реальному часі та створюють основу для глибокого аналізу навчальних досягнень.

Технології машинного навчання відкривають нові можливості для інтелектуального аналізу освітніх даних. Алгоритми Machine Learning здатні автоматично виявляти закономірності у поведінці та результатах студентів, прогнозувати ризики зниження успішності, а також формувати персоналізовані рекомендації. Завдяки наведеному алгоритму та використанню методів класу штучного інтелекту підвищується точність і швидкість аналізу, зменшується людський фактор у процесі оцінювання, а викладач отримує потужний інструмент підтримки прийняття педагогічних рішень на основі використаної бази, затвердженної державними стандартами.

Метою дослідження є розроблення підходу до формування аналітичних звітів про успішність студентів із використанням алгоритмів машинного навчання, що забезпечують автоматизацію процесів оцінювання та моніторингу результатів навчальної діяльності, а також їх подальшої обробки для аналітики діяльності та освітнього процесу.

Широку аудиторію на сучасному етапі розвитку освітніх технологій отримали системи моніторингу успішності, інтегровані у навчальні платформи, зокрема Moodle Analytics, Google Classroom Insights, Microsoft Power BI та інші аналітичні інструменти. Вони дають можливість

збирати статистику відвідувань, переглядати оцінки, відстежувати динаміку виконання завдань і формувати базові звіти про навчальну активність студентів. Але зі збільшенням обсягу доступної для суспільства інформації та функціям завдяки штучному інтелекту, традиційних методів обробки даних стало не вистачати: попри значний потенціал таких систем, їхні можливості часто обмежуються стандартною візуалізацією даних без використання інтелектуальних методів аналізу. Основними недоліками традиційних підходів є потреба у ручному формуванні звітів та низька гнучкість у налаштуванні критеріїв оцінювання. Це знижує ефективність управління освітнім процесом і не дозволяє викладачеві оперативно реагувати на зміни в успішності студентів та готувати контрольні завдання для перевірки знань студентів після проходження навчальних матеріалів [1-2].

У процесі дослідження застосовано комплекс методів аналізу, обробки та інтерпретації освітніх даних із використанням технологій машинного навчання. Для забезпечення універсальності введення даних передбачено завантаження файлів у форматах JPG, PNG, PDF. Розпізнавання текстового вмісту здійснюється за допомогою технологій Optical Character Recognition, що підтримують як друковані, так і рукописні тексти [1]. Окрім цього, варто враховувати те, що надане студентом зображення у будь-якому з форматів надання рукописного тексту буде мати некоректну норму шумів, контрасту або куту за рахунок можливої відсутності пристроїв, таких як сканер, для ідеального варіанту сканування області тексту. Тому до наведеного функціоналу варто додати методи попередньої обробки зображень – фільтрація шумів, нормалізація контрасту, геометричне вирівнювання та сегментація областей тексту.

Для порівняння змісту студентських робіт з еталонними відповідями варто розробити таку систему, що зможе використовувати алгоритми семантичного аналізу тексту на основі векторних представлень (embedding-моделей) [3]. Окрім коректності наданого обсягу інформації та шаблону, аналіз охоплює оцінювання логічності викладу, повноти, структурованості тексту, а також виявлення граматичних і стилістичних помилок. Гнучка шкала оцінювання формується на основі вагових коефіцієнтів за критеріями, що задаються викладачем. Кожна оцінка супроводжується деталізованим поясненням із зазначенням сильних і слабких сторін відповіді у вигляді додаткових коментарів, які викладач може використати або редагувати перед наданням.

Багатокритеріальну оцінку можливо створити через використання вагової лінійної комбінації (Weighted Scoring Model) [4]. Це підхід до автоматичного оцінювання, у якому підсумковий бал за роботу формується на основі кількох критеріїв, кожен із яких має власну вагу (коефіцієнт значущості). Такий підхід дозволяє поєднати об'єктивні та суб'єктивні параметри оцінювання у єдину стандартизовану модель, яку легко масштабувати в залежності від критеріїв.

Кожен критерій C_i (наприклад, правильність, логічність, повнота, грамотність, стиль тощо)

оцінюється системою за шкалою від 0 до 1 або у відсотках. Далі для кожного критерію визначається

вага w_i , яка відображає його важливість у загальній оцінці. Формула для виконання обчислення

підсумкового бала має вигляд:

$$Score = \sum_{i=1}^n w_i \cdot C_i, \text{ де } \sum_{i=1}^n w_i = 1. \quad (1)$$

При автоматичному оцінюванні есе або розв'язання задач система може використовувати такі критерії та відповідну вагу, як семантична відповідність еталону (0,4), логічність викладу (0,2), повнота відповіді (0,15), граматики та стиль (0,15), оригінальність (0,1). Вага змінюється відповідно за належної форми контролю та уваги до окремих критеріїв, як в дослідженні перевірка та плагіат, а в звичайній лабораторній роботі – відповідність еталону. Повертаючись до прикладу, обчислення буде представлено як: $Score = 0.4C_1 + 0.2C_2 + 0.15C_3 + 0.15C_4 + 0.1C_5$

Головна перевага застосування вагової лінійної комбінації для оцінювання робіт в об'єктивності перевірки: кожен критерій базується на вимірюваних показниках (наприклад, семантична подібність або граматичні помилки). Система може пояснювати результат, показуючи, який внесок зробив кожен критерій у загальну оцінку.

Окрім цього, система матиме сумісність із machine learning, де ваги можуть бути визначені не вручну, а шляхом навчання моделі на попередніх оцінках викладачів (через регресію або навчання з учителем), що дозволяє автоматизувати процес перевірки однотипних форм контролю, як перевірка лабораторних робіт, мета яких – ознайомлення із обладнанням або технологією, що не потребує додаткового аналізу або дослідження студентом.

Для автоматичного створення якісного зворотного зв'язку інтегровано генеративні мовні моделі GPT-4 та фреймворк LangChain, які формують коментарі до змісту робіт і рекомендації щодо їх доопрацювання. Варто зауважити, що моделі навчаються на базі попередніх прикладів оцінювання, що забезпечує персоналізацію коментарів під стиль конкретного викладача, але при цьому не губить об'єктивність оцінювання, а лише звертає увагу на окремі умови виконання, вказані під час формування шаблону, або внаслідок аналізу попередніх перевірених робіт.

Важливою частиною функціоналу запропонованої системи є формування групових звітів, що формують статистику за курсом чи академічною групою, візуалізацію динаміки успішності студентів у вигляді академічної відомості або загальної таблиці успішності студентів, де буде знаходитися інформація із усіма проведеними формами контролю.

Впровадження у систему контентного аналізу на схожість, який виконує порівняння робіт між собою в межах курсу, а також зовнішній пошук збігів за допомогою Google Search API, зможе реалізувати виявлення плагіату, не застосовуючи у цьому занадто великий обсяг порівняльної інформації.

Розроблена модель наведеної системи передбачає інтеграцію аналітичного модуля з мобільним асистентом викладача або існуючими системами управління навчальним процесом (LMS, зокрема Moodle чи Google Classroom). Це дає можливість викладачу отримувати автоматично згенеровані звіти безпосередньо в мобільному інтерфейсі, оперативно відстежувати прогрес студентів, а також адаптувати критерії оцінювання до особливостей дисципліни, що може допомогти адміністрації навчального закладу звернути увагу на ефективність освітньої програми та сприяти надолуженням навчальних втрат.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на удосконалення моделей прогнозування успішності студентів, розширення бази навчальних даних, впровадження адаптивних рекомендаційних систем та використання глибоких нейронних мереж для підвищення точності оцінювання і персоналізації аналітики.

Література

1. What is OCR? – Optical Character Recognition Explained [Електронний ресурс] // AWS. Amazon Web Services. Режим доступу: <https://aws.amazon.com/what-is/ocr/>.
2. Аксак Н., Татарников А. Інформаційна система спостереження за поведінкою студентів під час проведення е-тестів // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2022. № 96. С. 7–13.
3. Embedding models. [Електронний ресурс] // Docs by LangChain. Режим доступу: https://docs.langchain.com/oss/python/integrations/text_embedding.
4. Decision-making based on the weighted scoring method. Online courses from QATestLab [Електронний ресурс] // Main page. Режим доступу: <https://en.training.qatestlab.com/blog/technical-articles/decision-making-based-on-the-weighted-scoring-method/>.