

Інформаційна технологія для тестування знань з використанням нечіткої логіки

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці інформаційної технології для тестування знань, головною метою якої є усунення обмежень традиційних методів оцінювання та створення більш гнучкого, адаптивного й здатного працювати з частковою правильністю підходу. У роботі підкреслено, що сучасні системи тестування орієнтуються переважно на бінарний принцип, що не дозволяє повноцінно враховувати різні рівні засвоєння матеріалу та логічні особливості відповіді користувача. Це призводить до втрати важливої інформації про глибину знань і суперечить сучасним вимогам компетентнісного оцінювання. Проведений аналіз систем Moodle, Google Forms, ClassMarker та інших платформ засвідчив відсутність механізмів роботи з неоднозначними або частково правильними відповідями, а також механізмів адаптивної зміни складності тесту відповідно до рівня підготовки користувача. На основі виявлених недоліків обґрунтовано доцільність застосування методів нечіткої логіки, розроблено інформаційну технологію для тестування знань та реалізовано систему на основі розробленої технології.

Ключові слова: тестування знань, нечітка логіка, часткова правильність, адаптивне оцінювання, інформаційні технології, інформаційні системи, FastAPI, React, PostgreSQL, інтелектуальні технології.

Abstract

The master's thesis is devoted to the development of an information system for knowledge testing, the main purpose of which is to overcome the limitations of traditional assessment methods and to create a more flexible, adaptive approach capable of handling partially correct answers. The work emphasizes that most modern testing systems rely on a binary evaluation principle, which does not allow for adequate consideration of different levels of knowledge acquisition or the logical characteristics of a user's response. This leads to the loss of important information about the depth of understanding and contradicts contemporary requirements for competency-based assessment. The analysis of systems such as Moodle, Google Forms, ClassMarker and similar platforms has shown the absence of mechanisms for processing ambiguous or partially correct answers, as well as the lack of adaptive adjustment of test difficulty according to the learner's level of preparation. Based on the identified limitations, the feasibility of applying fuzzy logic methods is substantiated, an information technology for knowledge testing is developed, and a system based on the proposed technology is implemented.

Keywords: knowledge testing, fuzzy logic, partial correctness, adaptive assessment, information systems, information technologies, FastAPI, React, PostgreSQL, intelligent technologies.

Вступ

Традиційні підходи до автоматизованого тестування знань ґрунтуються переважно на бінарній логіці визначення правильності відповіді, що передбачає поділ варіантів лише на «правильні» та «неправильні» [1]. Така схема не відображає різноманіття реальних навчальних ситуацій, у яких відповідь може бути частково правильною, логічно неповною або вимагати оцінювання ступеня впевненості. Ігнорування цих особливостей призводить до спотворення оцінки знань, втрати інформації про рівень розуміння матеріалу, а також знижує об'єктивність педагогічного контролю [2]. Тому актуальною є розробка сучасних інформаційних технологій, які забезпечують гнучкі та інтелектуальні механізми оцінювання відповідей, враховуючи часткову правильність та невизначеність.

Метою дослідження є підвищення точності та об'єктивності процесу тестування шляхом розроблення та впровадження інформаційної технології оцінювання знань, заснованої на методі нечіткої логіки. Запропонований підхід дозволяє відобразити складність навчального процесу, урахувати різні ступені правильності та сформувати більш реалістичні, педагогічно обґрунтовані підсумкові оцінки.

Результати досліджень

Аналіз сучасних інформаційних систем тестування, таких як Moodle, Google Forms, ClassMarker, Prometheus, показав, що більшість із них реалізує виключно дискретний підхід до оцінювання відповідей і не підтримує механізмів роботи з нечіткими, частково правильними або контекстно залежними відповідями [3]. Бінарність оцінювання обмежує можливості виявлення реального рівня засвоєння матеріалу, особливо у випадках, коли користувач демонструє часткове розуміння або дає змістовно наближену до правильної відповідь. Це суперечить сучасній компетентнісній парадигмі освіти, де важливим є не лише кінцевий вибір, а й глибина розуміння, логіка міркувань і якість аргументації.

Для подолання цих обмежень запропоновано інтелектуальну інформаційну технологію тестування, побудовану на методах нечіткої логіки. Апарат нечітких множин дозволяє трактувати результат тесту як ступінь належності до певних лінгвістичних оцінок («низький рівень», «середній рівень», «високий рівень»), що забезпечує плавні переходи між межовими станами оцінювання та усуває характерні проблеми бінарних моделей [4]. У розробленій моделі відповіді користувача інтерпретуються не як єдине правильне/неправильне твердження, а як значення на шкалі коректності із можливістю врахування ваги запитання, контексту та складності.

На основі цього підходу побудовано систему нечіткого логічного висновку, яка використовує функції належності трикутного типу, систему базових правил (типу «ЯКЩО відповідь частково правильна, ТО рівень знань – середній»), а також процедуру дефазифікації для формування кінцевої кількісної оцінки. Така математична модель забезпечує більшу відповідність реальним навчальним ситуаціям і дозволяє виявляти не лише факт правильності, а й рівень компетентності.

Для забезпечення практичної реалізації розробленої моделі створено повноцінну інформаційну систему з використанням FastAPI, PostgreSQL і React. Обчислення нечіткої логіки виконуються у бекенд-модулі, що забезпечує централізований контроль алгоритмів і унеможливорює маніпуляції результатами на клієнтській стороні. Інтеграція з веб-інтерфейсом дозволяє користувачам отримувати лінгвістичні оцінки в реальному часі, а викладачам – переглядати детальні звіти.

Проведене експериментальне тестування підтвердило ефективність запропонованого підходу: система коректно диференціює відповіді однакового балу, але різної логічної якості; зменшує вплив випадкових ворожих або «вгаданих» відповідей; забезпечує плавний перехід між рівнями оцінювання. Особливо важливо, що результати нечіткого оцінювання виявилися узгодженими з експертними педагогічними судженнями, що підтверджує обґрунтованість моделі. Аналогічні результати демонструють і зарубіжні дослідження у сфері нечіткого оцінювання тестових знань [5].

Висновки

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено інформаційну технологію для тестування знань із використанням нечіткої логіки, що дозволяє усунути недоліки традиційних бінарних методів оцінювання та забезпечити більш гнучке, об'єктивне й наближене до реальних педагогічних практик визначення рівня підготовки користувача. Запропонована модель, побудована на фазифікації, нечіткому висновку та дефазифікації, дає змогу інтерпретувати відповіді як лінгвістичні оцінки та працювати з частковою правильністю, що є неможливим у класичних системах. Розроблена система, реалізована на основі FastAPI, React і PostgreSQL, підтримує багаторольову взаємодію, забезпечує масштабованість і може бути інтегрована до сучасних цифрових освітніх середовищ.

Проведене тестування підтвердило коректність роботи модуля нечіткої логіки та ефективність побудованої архітектури: система стабільно визначає рівень знань користувача, адекватно реагує на різні типи відповідей і формує підсумковий результат, що узгоджується з експертними оцінками викладачів. Таким чином, досягнуто поставленої мети — створено інтелектуальну інформаційну технологію тестування знань, яка підвищує точність, об'єктивність і гнучкість оцінювання та може слугувати основою для подальшого розвитку адаптивних і персоналізованих освітніх систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide. The MathWorks, Inc., 1999. – 134 p.
2. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій / Ю. П. Зайченко. – К. : Слово, 2006. – 688 с.
3. Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем / Ю. П. Зайченко. – К. : Слово, 2004. – 353 с.
4. Solesvik, M., Kondratenko, Y., Kondratenko, G., Sidenko, I., Kharchenko, V., Boyarchuk, A. : Fuzzy Decision Support Systems in Marine Practice. In : IEEE Intern. Conf. on Fuzzy Systems, Naples, Italy (2017) DOI : 10.1109/FUZZ-IEEE.2017.8015471.
5. Zadeh, L. : Fuzzy sets. Information and Control 8(3), 338–353 (1965).

Попенко Дмитро Сергійович – студент групи ІКН-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dimka.popenko@gmail.com.

Науковий керівник: **Сілагін Олексій Віталійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua.

Popenko Dmytro Serhiyovich — student of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: dimka.popenko@gmail.com.

Supervisor: **Silagin Olexsiy Vitaliyovych** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua.