

**Ростислав Романко, Олександр Сторожук\*, Богдан Бекас\***

<sup>1</sup> магістрант кафедри КН, НЛТУ України, Львів, Україна,  
23romanko.r@nltu.lviv.ua.

<sup>2</sup> доцент каф. ІСКМ, НЛТУ України, Львів, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-6566-5271>. storozhuk@nltu.lviv.ua.

## **Розроблення алгоритму динамічного підбору тестів для інтерактивних ігор**

**Анотація.** робота присвячена розробці алгоритму динамічного підбору тестів для інтерактивної гри, що дозволить регулювати рівень складності питань в залежності від знань гравця, тим самим надаючи персоналізований та оптимальний досвід гри.

**Ключові слова** – ігровий процес, адаптивне тестування, підбір тем, алгоритм.

Елемент тестування знань не часто зустрічається в іграх. Найчастіше його можна побачити в освітніх іграх [1], де об'єднуються елементи навчання що представлені у вигляді гри, та перевірки пройденого матеріалу за допомогою тестів. Однак такі ігри більше фокусуються на навчальному аспекті гри та характеризуються статичними і невеликими наборами запитань, а також дисбалансом між ігровою та навчальною складовою.

Досить складно сфокусувати увагу гравця лише на навчальному аспекті, оскільки існує безліч факторів, таких як сторонні додатки, соціальні мережі та інші розваги, що будуть відволікати його та ускладнювати засвоєння навчального матеріалу.

Розроблення гри яка фокусується на ігровому процесі та має в собі певні елементи перевірки знань, може сприяти підвищенню ефективності засвоєння навчального матеріалу.

Просте додавання до гри тестів може мати негативний ефект на ігровий досвід гравця, який спричинений високою складністю тестів, низькою їх різноманітністю та частими повтореннями одних і тих самих запитань, на котрі гравець вже неодноразово давав правильні відповіді. Щоб вирішити дану проблему необхідно розробити алгоритми адаптивного тестування [2], що надавати-

муть кожному користувачеві унікальний досвід підлаштовуючись під їхній рівень знань.

Одним з підходів до адаптивного тестування є MST (Multi-stage testing), який розбиває тестування на кілька окремих етапів або стадій. Кожен етап містить набір питань певного рівня складності, спеціально підібраних для оцінки відповідного діапазону знань [3].

Даний підхід не часто зустрічається в програмах для тестувань як САТ [4], де питання підбираються динамічно після кожної відповіді, проте в інтерактивних іграх він дає змогу по різному застосовувати елемент тестування.

На першому етапі гравцю пропонується набір питань середнього рівня складності. Відповіді на ці питання дають змогу визначити приблизний рівень знань гравця. На основі цього на наступному етапі гравець отримує набір більш легких або більш складних питань. Після завершення останнього етапу накопичені результати дають змогу визначити загальний рівень знань гравця з високою точністю.

Важливою особливістю MST є те, що склад питань на кожному етапі є фіксованим і визначається заздалегідь. На рисунках 1 та 2 можна побачити діаграми, що представляють собою різні способи використання даного підходу [5].

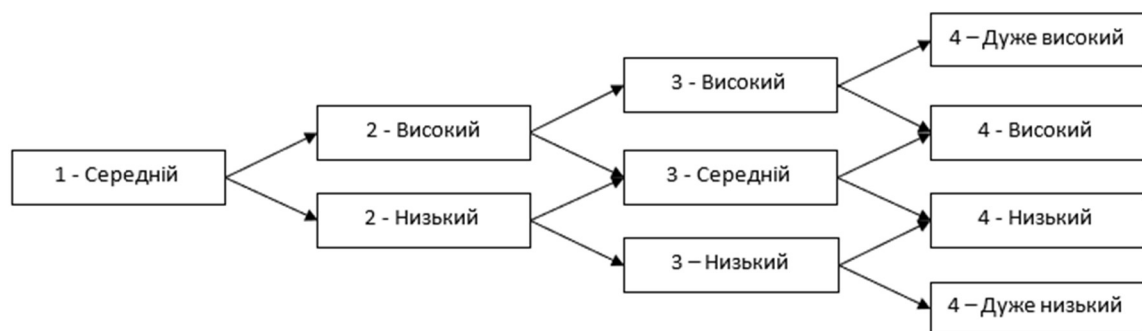


Рисунок 1. Діаграма моделі MST 1-2-3-4.

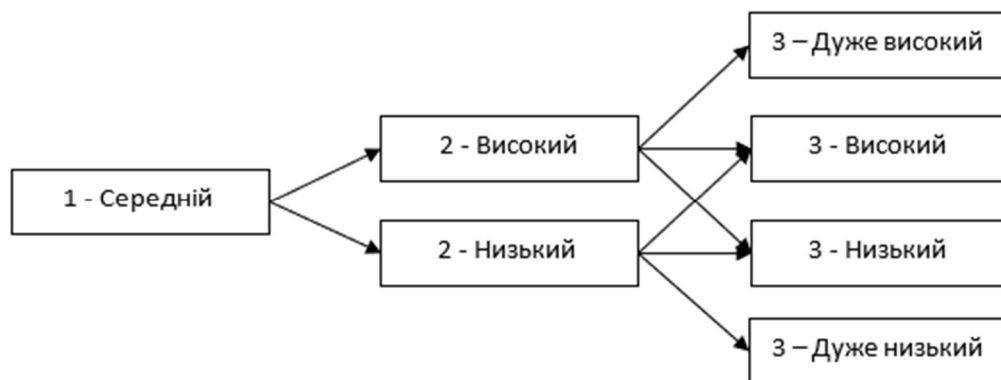


Рисунок 2. Діаграма моделі MST 1-2-4.

Розбиття на етапи може бути непоганим ігровим аспектом що дають змогу реалізувати різний ігровий досвід на кожному з них.

Хоч MST є хорошим підходом, він містить питання лише певної складності і в рамках гри її зміна може бути дуже різкою. Для вирішення цієї проблеми можна застосувати до цього алгоритму функцію густини нормального розподілу [6] для визначення кількості запитань кожного рівня складності в залежності від ваги знань гравця:

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right). \quad (1)$$

$x$  – рівень складності питання;

$\mu$  – поточна оцінка здібностей гравця;

$\sigma$  – стандартне відхилення.

Проходячи питання на етапі, кожне з них в залежності від коректності буде зсовувати вагу знань користувача в негативну чи позитивну сторону. Силу з якою буде зсуватись вага можна налаштувати окремо для кожного з рівнів складності, або залишити її однаковою для всіх. По закінченню етапу за формулою 1 для кожного рівня складності буде вираховуватись відсоток у наборі, після чого вони нормалізуються і обраховується їх кількість.

Оскільки тестування в грі буде побудовано на загальних тестах з певних предметних областей, воно може бути розбите на ряд тем зі своїми наборами питань. Така методика дають змогу в подальшому не лише оцінити загальні знання гравця, але й надати конкретні дані в якій з тем у нього виникали труднощі.

На рисунку 3, зображено приклад алгоритму що реалізує відбір тем. На вході 6 тем, на кожному з етапів може бути тільки 3 з них. На першому етапі випадковим чином вони обираються, в той час інші відкладаються. В даному випадку було обрано 2, 4 та 6 теми. Після закінчення етапу пройшло оцінювання яке показало, що друга тема не виконала вимогу в 50% правильних відповідей, отож вона перейшла до наступного етапу. В той час інші дві теми, що виконали її, були направлені у блок відкладених тем для наступного етапу. Оскільки до другого етапу перейшла лише одна тема, потрібно буде добрати ще дві з минулих відкладених. Це також робиться випадковим чином, після чого теми, які не були обрані відправляються до відкладених.

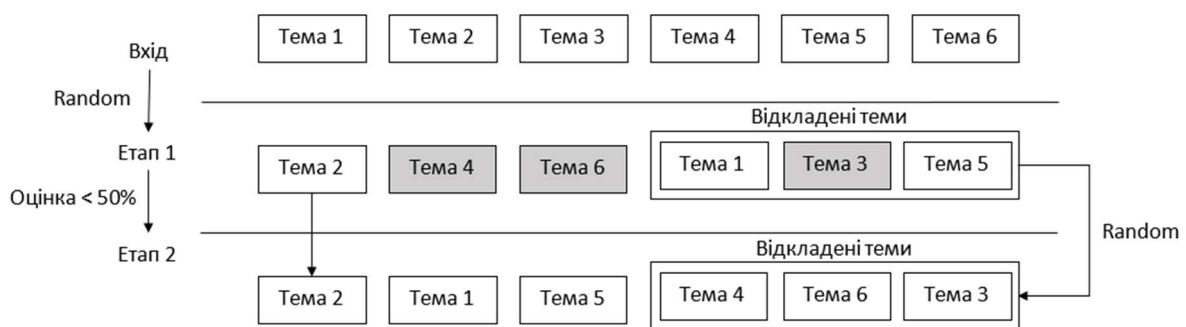


Рисунок 3. Алгоритм відбору тем

Простий випадковий відбір може призвести до того, що певні теми не будуть пройдені взагалі. Для вирішення такої проблеми можна для кожної окремої теми вираховувати кількість разів коли вона проходила поріг оцінки.

Якщо ж гра реалізована в жанрі рогалик, де гравець може зазнати поразки на початкових етапах і не матиме змоги пройти усі теми запропоновані тестом, доцільно зберігати дані про нього поза ігровим забігом.

**Висновки.** Розроблено алгоритм, який динамічно налаштовує складність питань та відбирає теми на кожному етапі гри відповідно до рівня знань гравця. Впровадження цього алгоритму забезпечує плавність та безперервність ігрового процесу.

### Список використаних літературних джерел

- [1] Arsa Widitiarsa Utoyo. Video Games as Tools for Education - Journal of Games Game Art and Gamification 3(2). 2021. С. 56-60 <https://doi.org/10.21512/jggag.v3i2.7255>.
- [2] Можаяв О. О., Горелов О. Ю. Адаптивне тестування знань у дистанційному навчанні. Протидія кіберзлочинності та торгівлі людьми. Харків. 2020. С. 171-173.
- [3] What is Multi-Stage Testing (MST)? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://bounadaptivetestlab.bogazici.edu.tr/what-multi-stage-testing-mst> - доступний станом на 01.11.2024.
- [4] Weiss, David J., and G. Gage Kingsbury. Application of computerized adaptive testing to educational problems. Journal of educational measurement 21.4 (1984), 361-375 <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1984.tb01040.x>.
- [5] Yi Zheng, Yuki Nozawa, Xiaohong Gao, Hua-Hua Chang. Multistage Adaptive Testing for a Large-Scale Classification Test: Design, Heuristic Assembly, and Comparison with Other Testing Modes. 2012. 44с.
- [6] Тичинська Л. М., Черпащук А. А. Теорія ймовірностей. Нормальний розподіл (закон Гаусса) [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/4tichinska\\_teoriya\\_jmovirnostej/35.htm](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/4tichinska_teoriya_jmovirnostej/35.htm) - доступний станом на 01.11.2024.

### **Development of an algorithm for dynamic test selection for interactive games**

**Rostyslav Romanko, Oleksandr Storozhuk, Bohdan Bekas**

The work is devoted to the development of an algorithm for dynamic selection of tests for an interactive game, which will allow adjusting the level of difficulty of questions depending on the player's knowledge, thereby providing a personalized and optimal gaming experience.