

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ РАША

Донбаська державна машинобудівна академія

Анотація

Для забезпечення об'єктивної оцінки знань запропоновано алгоритм адаптивного тестування на основі підходів сучасної теорії тестів.

Ключові слова: адаптивний алгоритм, модель Раша, сучасна теорія тестів IRT, інформаційна функція тестового завдання.

Abstract

To ensure an objective assessment of knowledge, the algorithm of adaptive testing based on the approaches of modern test theory has been proposed.

Keywords: adaptive algorithm, Rasch model, item response theory (IRT), information function of test item.

Вступ

Адаптивне тестування – це вид тестування, при якому порядок пред'явлення тестових завдань і складність наступного завдання залежить від відповідей учасника на попередні завдання. Завдяки тому, що при адаптивному тестуванні враховується рівень підготовки учасників, цей вид тестування є одним із самих ефективних методів контролю знань.

Метою даної роботи є розробка алгоритму адаптивного тестування для об'єктивної оцінки знань студентів при дистанційному навчанні, що стає особливо актуальним в умовах карантину COVID-19.

Результати дослідження

Для побудови алгоритму адаптивного тестування використовувалась модель Раша [1] яка визначається співвідношенням

$$P_{ni} = \frac{\exp(\theta_n - \beta_i)}{1 + \exp(\theta_n - \beta_i)}, \quad (1)$$

де P_{ni} – ймовірність того, що учасник n , $n=1, \dots, N$ з рівнем підготовки θ_n вірно виконає завдання i , $i=1, \dots, I$, з рівнем складності β_i .

Для початку роботи алгоритму необхідно визначити початкові рівні складності. З цією метою на початку сеансу тестування здійснюється накопичення первинної інформації про рівень підготовки учасника. Для цього йому видається Np завдань із середнім рівнем складності. Завдання для визначення початкового рівня учасника обираються викладачем. Потім, використовуючи отримані відповіді, розраховується початкова оцінка рівня підготовки студента, а також виконується перерахунок поточних значень рівня складності тестових завдань.

Початкова оцінка рівня підготовки i -го студента (в логітах) знаходиться за формулою:

$$\theta_i^0 = \ln \left(\frac{p_i}{q_i} \right), \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

де N – кількість учасників тестування, p_i – доля правильних відповідей i -го учасника на всі завдання, q_i – доля неправильних відповідей ($q_i = 1 - p_i$).

Рівень складності тестових завдань β_j^0 в логітах визначають за формулою:

$$\beta_j^0 = \ln \left(\frac{q_j}{p_j} \right), \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (3)$$

де M – кількість учасників тестування, p_j – доля правильних відповідей всіх учасників на i -те учасника завдання тесту, q_j – доля неправильних відповідей.

На наступному етапі необхідно початкові значення в логітах рівня підготовки учасників θ_i^0 і початкові значення в логітах рівня складності тестового завдання β_j^0 звести до єдиної інтервальної шкали[2]. У формулі для такого переходу закладена ідея зниження впливу складності завдань на оцінки учасників тестування.

Попередньо обчисливши середнє значення початкових логітів рівня знань студентів

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i^0}{N}$$

та стандартне відхилення V розподілу початкових значень параметра θ

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\theta_i^0 - \bar{\theta})^2}{N - 1},$$

отримаємо формулу для обчислення логіта складності j -ого завдання

$$\beta_j = \bar{\theta} + Y \cdot \beta_j^0, \quad j = \overline{1, M}, \quad (4)$$

де $Y = \left(1 + \frac{V^2}{2.89}\right)^{\frac{1}{2}}$

Аналогічно, обчисливши $\bar{\beta} = \frac{\sum_{j=1}^M \beta_j^0}{M}$, $W = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (\beta_j^0 - \bar{\beta})^2}{M - 1}}$, отримаємо формулу для обчислення логіта рівня знань i -го студента:

$$\theta_i = \bar{\beta} + X \cdot \theta_i^0, \quad i = \overline{1, N}, \quad (5)$$

Отримані значення дозволяють співставити рівень знань студентів із рівнем складності завдань тесту. Якщо $\theta_i - \beta_j$ – від’ємна величина і велика за модулем, то завдання складності β_j є надто важким для студента з рівнем знань θ_i , і воно не буде корисним для виміру рівня знань i -ого студента. Якщо ця різниця додатна і велика за модулем, то завдання надто легке, воно давно освоєно студентом. Якщо $\theta_i = \beta_j$, то ймовірність того, що студент вірно виконає завдання, дорівнює 0,5.

Далі обчислюються інформаційні функції тестового завдання і тесту в цілому.

Інформаційна функція i -го завдання для моделі Раша (1) $I_i(\theta)$ визначається як добуток ймовірності правильної відповіді $P_i(\theta)$ на це завдання на ймовірність невірної відповіді $Q_i(\theta)$:

$$I_i(\theta) = P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta) \quad (6)$$

На рис. 1 наведено інформаційну функцію i -го завдання.

Із рис. 1 видно, що тестове завдання, відповідь на які знають усі студенти, не дає ніякої інформації, також і завдання, відповідь на яке не знає ніхто. Корисну інформацію отримаємо, коли деякі учасники знають відповідь на завдання, а деякі – ні.

Інформаційна функція тесту обчислюється як сума інформаційних функцій тестових завдань:

$$I(\theta) = D^2 \cdot \sum_{j=1}^M I_j(\theta) \quad (7)$$

де D – поправний коефіцієнт ($D=1.7$), необхідний для наближення розподілу логістичної ймовірності до закону нормального розподілу.

Після обчислення інформаційної функції обчислюється похибка вимірювання SE , значення якої використовується для перевірки умови закінчення процедури тестування знань.

В моделі Раша похибка вимірювання залежить від рівня підготовки θ і обчислюється за формулою[3]:

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}} \quad (8)$$

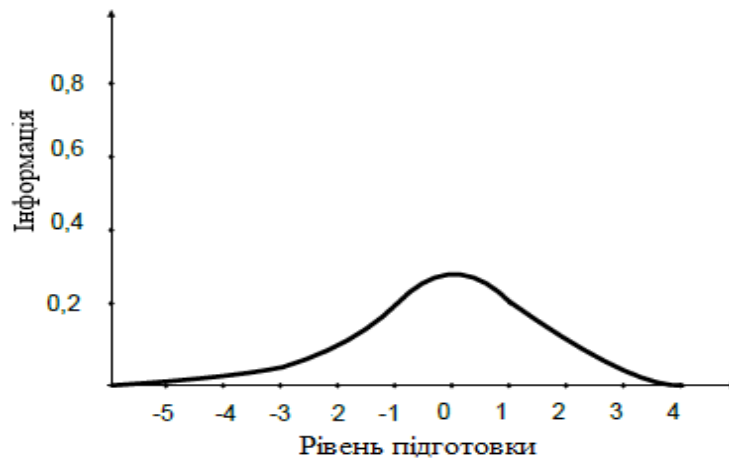


Рис. 1. Інформаційна функція тестового завдання

Якщо похибка прийме значення менш ніж порогове, яке задає викладач, то алгоритм адаптивного тестування закінчується. В іншому випадку обирається наступне тестове завдання. Для вибору наступного завдання використовується значення θ_i , обчислене за формулою (4.4). Наступним обирається те завдання, рівень складності якого найбільш близький до поточної оцінки рівня підготовки учасника θ_i . Це завдання має найбільший інформаційний внесок і його вибір скорочує загальну кількість необхідних тестових завдань.

Таким чином, розроблений алгоритм адаптивного тестування складається із наступних етапів:

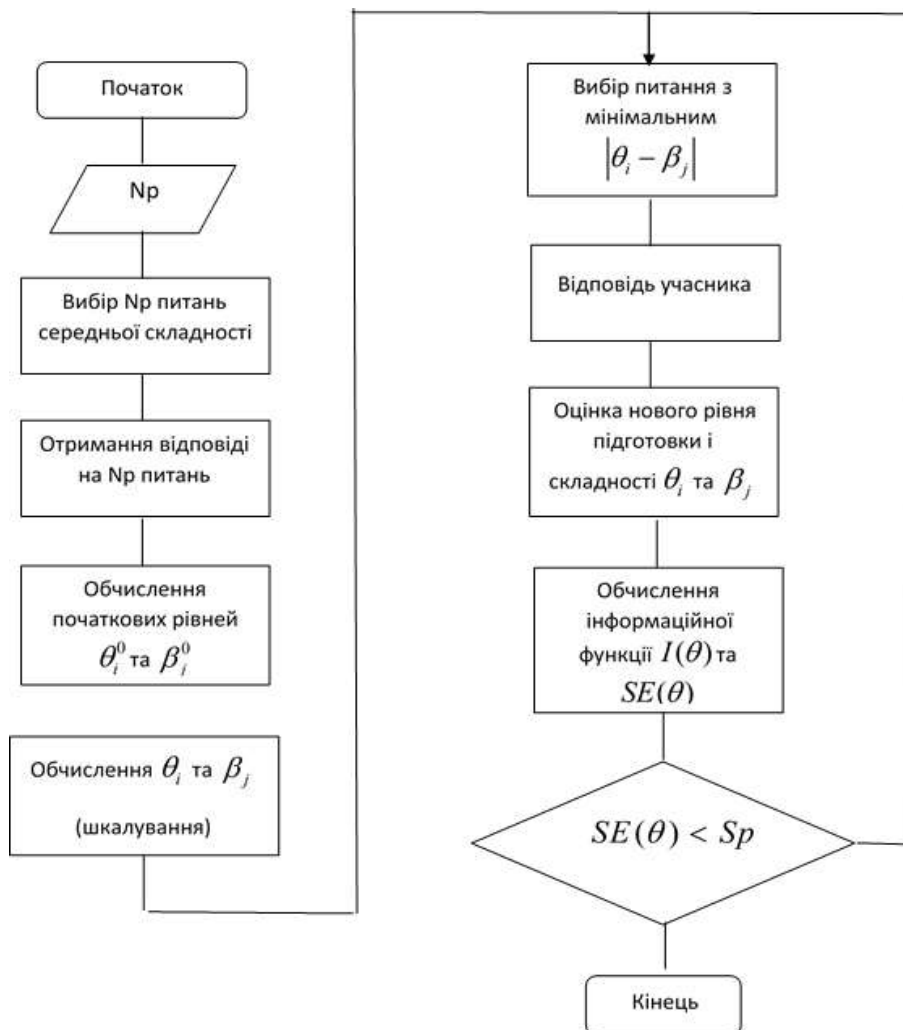


Рис. 2. Блок –схема алгоритму адаптивного тестування

1. Вибір 5-ти завдань середнього рівня складності з банку питань, який визначає викладач.
 2. Знаходження початкового рівня підготовки студента θ_i^0 та початкового рівня складності завдань β_j^0 за формулами (2) та (3).
 3. Зведення отриманих початкових значень θ_i^0 та β_j^0 до єдиної інтервальної шкали за допомогою формул (4) та (5).
 4. Обчислення інформаційної функції тестових завдань, на які відповів студент за формулами (6) та (7).
 5. Знаходження похибки вимірювання за формулою (8)
 6. Якщо похибка вимірювання менше порогового значення, то адаптивне тестування завершується.
 7. Якщо ні, то наступне завдання вибирається із умови $|\theta_i - \beta_j| = \min$.
 8. Далі алгоритм повторюється починаючи з пункту 3.
- Блок-схема алгоритму наведена на рис. 2

Висновки

Був запропонований алгоритм адаптивної оцінки знань на основі підходів сучасної теорії тестування, який складається з початкової оцінки рівня складності тестових завдань та рівня знань студентів, шкалування цих параметрів, вибору наступного питання на основі мінімізації модулю їх різниці та оцінки похибки вимірювання рівня знань з використанням інформаційної функції запропонованого питання. Застосування даного алгоритму дозволить поліпшити якість оцінювання знань студентів при дистанційному навчанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests. With a Foreword and Afteword by B.D. Wright. The Univ. of Chicago Press. - Chicago & London, 1980. - 199 p.
2. Ким, В.С. Тестирование учебных достижений. / В.С. Ким. – Уссурийск:Издательство УГПИ,2007. – 214 с.
3. Мазорчук М. С. Оценка параметров теста на основе модели IRT / М. С. Мазорчук, В. С. Добряк, К. А. Гончарова // Системи обробки інформації. - 2010. - Вип. 7. - С. 121-125. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2010_7_28

Костіков О.А. - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри «Автоматизація виробничих процесів», Донбаська державна машинобудівна академія, м.Краматорськ, email : alexkst63@gmail.com

Kostikov Alexander A. - candidate of physico-mathematical sciences, Associate Professor of Manufacturing Processes and Automation Engineering Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, email : alexkst63@gmail.com