

Ю.С. Павлючик, Ю.А. Скудняков
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО
ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники, г.Минск

В работе проведена оценка эффективности системы адаптивного электронного обучения. На основе результатов проведенного анализа сформулирован вывод о целесообразности разработки, использования и развития системы адаптивного электронного обучения в силу имеющихся у нее достоинств: гибкости, оперативности, комфортности процесса обучения, обеспечение высокого уровня усвояемости изучаемого материала.

Ключевые слова: методы оценки; системы адаптивного электронного обучения; эффективность; успеваемость.

Введение

Электронное обучение – обучение, реализованное на базе всестороннего применения мультимедиа, удаленного доступа к распределенным образовательным ресурсам на основе веб-технологий, с автоматизированным контролем и анализом результатов обучения, и широким использованием разнообразных сетевых средств взаимодействия обучаемых между собой и с преподавателем. Развитие электронного обучения вызвано недостаточной эффективностью традиционных систем обучения, таких как лекционные и практические занятия, вследствие их малой информативности и сложности в выработке индивидуального подхода к обучаемому. С использованием технологии адаптивного обучения, обучаемый получает возможность самостоятельно работать с учебным материалом, проходить контроль знаний и анализировать его результаты. Задания для контроля знаний подбираются с учетом успеваемости обучаемого.

Таким образом, вырабатывается индивидуальный подход к обучению.

Оценка эффективности адаптивного обучения

Эффективность адаптивного обучения определяется по его показателям качества, к основным из которых можно отнести:

- 1) трудность решаемого задания, определяемая числом правильных на него ответов;
- 2) доля правильных ответов, вычисляемая по формуле:

—,

(1)

где T – трудность задания, или общее количество правильных ответов на задание в группе обучаемых; n – количество обучаемых;

3) доля неправильных ответов, определяемая по формуле:

$$D = \frac{m}{n}, \quad (2)$$

где m – количество неправильных ответов на задание в группе обучаемых, n – количество обучаемых; 4) логит трудности задания L , определяющий меру трудности задания:

$$L = \ln \frac{D}{1-D}, \quad (3)$$

где D – доля неправильных ответов, определяется по формуле (2); $1-D$ – доля правильных ответов, определяется по формуле (1).

Чем выше значение данного показателя, тем труднее задание для группы обучаемых.

С точки зрения обучаемого существуют аналогичные характеристики – доля правильных и неправильных ответов обучаемого, логит уровня знаний.

Доля правильных ответов обучаемого на тестовые задания P определяется как отношение количества правильных ответов к общему количеству заданий:

$$P = \frac{r}{N}, \quad (4)$$

где r – количество правильных ответов обучаемого; N – количество заданий. Доля неправильных ответов Q определяется как доля неверных ответов к количеству заданий:

$$Q = \frac{N-r}{N}, \quad (5)$$

где r – количество правильных ответов обучаемого; N – количество заданий.

Логит уровня знаний L_k определяется как отношение доли правильных ответов к доле неправильных ответов обучаемого:

$$L_k = \ln \frac{P}{Q}, \quad (6)$$

где P – доля правильных ответов обучаемого, определяется по формуле (4); Q – доля неправильных ответов обучаемого, определяется по формуле (5).

Логиты трудности задания (3) и уровня знаний (6) являются симметричными. Таким образом, имея значения данных показателей, возможно подобрать обучаемому задания согласно его уровню знаний. На основании логитов трудности задания и успеваемости обучаемых имеется возможность рассчитать вероятность решения задания обучаемым при помощи метрической системы Г. Раша [1]:

$$\frac{P_{ij}}{1 - P_{ij}} = \frac{e^{b_j(\theta_i - \beta_j)}}{1 + e^{b_j(\theta_i - \beta_j)}}, \quad (7)$$

где θ_i – логит уровня знаний обучаемого, определяется по формуле (6); β_j – логит трудности задания, определяется по формуле (3).

Однако однопараметрическая модель Раша не может быть применена в том случае, если тест содержит задания с различной дифференцирующей способностью или дискриминативностью (способность заданий теста выявлять сильных и слабых обучаемых, дифференцировать обучаемых по их подготовке). Решение данной проблемы предложил А.Бирнбаум, который ввел еще один параметр – δ_j [1]:

$$\frac{P_{ij}}{1 - P_{ij}} = \frac{e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j)}}{1 + e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j)}}, \quad (8)$$

где δ_j – дифференцирующая способность отдельного задания.

Для еще более точного соответствия эмпирическим данным А.Бирнбаум ввел третий параметр – коэффициент угадывания γ_j [1]:

$$\frac{P_{ij}}{1 - P_{ij}} = \frac{e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j) + \gamma_j}}{1 + e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j) + \gamma_j}}, \quad (9)$$

где γ_j – коэффициент угадывания ответа на отдельное задание.

Также существует ещё четырёхпараметрическая модель, которая включает в себя дополнительно параметр «невнимательности» - α_j [1]:

$$\frac{P_{ij}}{1 - P_{ij}} = \frac{e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j) + \gamma_j - \alpha_j}}{1 + e^{b_j(\theta_i - \beta_j - \delta_j) + \gamma_j - \alpha_j}}, \quad (10)$$

где α_j – коэффициент невнимательности при ответе на отдельное задание.

Однако расчет всех параметров четырёхпараметрической модели является достаточно сложной задачей. Если для модели Г.Раша получен последовательный алгоритм нахождения параметров модели, то для остальных моделей для определения параметров используются численные методы на основе подхода максимального правдоподобия, что при большом объеме данных требует значительных вычислительных ресурсов [1].

Логиты трудности задания и уровня знаний являются одними из ключевых характеристик, поскольку позволяют подобрать задания обучаемому исходя из его уровня знаний. Следует отметить, что вышеприведенные показатели не отображают взаимосвязи между заданиями внутри теста, поэтому не могут отвечать за качество составления тестовых заданий. Для определения качества составления заданий и их соответствия друг другу внутри теста необходимо рассчитать общий уровень успеваемости, вариацию, дисперсию и дифференцирующую способность.

Общий уровень успеваемости является одним из наиболее простых показателей, характеризующий успеваемость обучаемых в группе. Он определяется путем вычисления среднего балла в группе обучаемых:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^n x_i$ – сумма правильных ответов обучаемых, принимавших участие в тесте; n – количество обучаемых.

Вариация показывает наличие отклонения между значениями баллов и средним арифметическим значением. Чем меньше значение вариации, тем менее сопоставимы задания внутри теста, поскольку они обладают примерно одинаковой сложностью. То есть все обучаемые решают задачу одинаково, например, не делают ошибок или допускают максимальное количество ошибок.

Из этого следует, что задача является либо слишком легкой, либо слишком сложной.

Расчет показателей вариации тестовых баллов начинается с определения суммы квадратов отклонений значений баллов от среднего арифметического :

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (12)$$

где $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ – количество правильных ответов испытуемого; \bar{x} – средний балл в группе обучаемых, определяется по формуле (11).

Показатель $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ зависит от числа обучаемых: при прочих равных условиях, чем больше группа, тем большей оказывается сумма квадратов отклонений значений баллов от среднего арифметического, что делает этот показатель несопоставимым для групп с разным числом обучаемых. Из этого следует, что значения показателя будут некорректными для групп с большим числом обучаемых. Поэтому для исправления отмеченного недостатка используют второй прием – делят $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ на число обучаемых в группе. В результате получается показатель вариации тестовых баллов, называемый диспер-

сией, который показывает величину квадрата суммы отклонений баллов от среднего арифметического балла:

$$\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (13)$$

где $\sum (x_i - \bar{x})^2$ – вариация баллов, определяется по формуле (12); n – количество обучаемых, при $n > 1$.

Стандартное отклонение является общепринятой мерой вариации тестовых баллов, которое вычисляется путем извлечения квадратного корня из значения дисперсии:

$$\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (14)$$

где $\sum (x_i - \bar{x})^2$ – вариация баллов, определяется по формуле (12); n – количество обучаемых, при $n > 1$.

Чем ниже показатели стандартного отклонения и дисперсии, тем выше вероятность того, что задания внутри теста подобраны некорректно. В этом случае на задания отвечают правильно или неправильно наибольшее число участников. Такие задания некорректно объединены внутри теста и подлежат удалению.

Задание в тестовой форме нельзя называть тестовым, если оно не коррелирует с суммой баллов по всему тесту. При наличии больших выборочных совокупностей и нормального распределения баллов по всему тесту рассчитывается вариант коэффициента корреляции Пирсона, который называется point-biserial (коэффициентом корреляции r_{pb}) [1]:

$$r_{pb} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2 + \sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad (15)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое по всему тесту для обучаемых, решивших задание верно; \bar{y} – среднее арифметическое по всему тесту для обучаемых, решивших задание неверно; $\sum (x_i - \bar{x})^2$ – величина стандартного отклонения результатов тестового балла от среднеарифметического значения, рассчитывается по формуле (14); n_1 – число обучаемых, решивших задание неверно; n_2 – число обучаемых, решивших задание верно, n – число обучаемых, решавших задание, определяется как сумма показателей n_1 и n_2 .

Нулевая корреляция свидетельствует об отсутствии у задания системных свойств (задание слабо или не связано с другими заданиями внутри теста, либо является слишком сложным для данного теста), присущих тесту. Та-

кие задания, равно как и задания с отрицательными значениями , устраняются из тестовых материалов, как не выдержавшие эмпирической проверки.

Анализ системы адаптивного электронного обучения

В [2] было предложено рассматривать процесс обучения как процесс управления сложной системой. Аналогично можно представить и процесс управления адаптивным контролем знаний (рис.1).

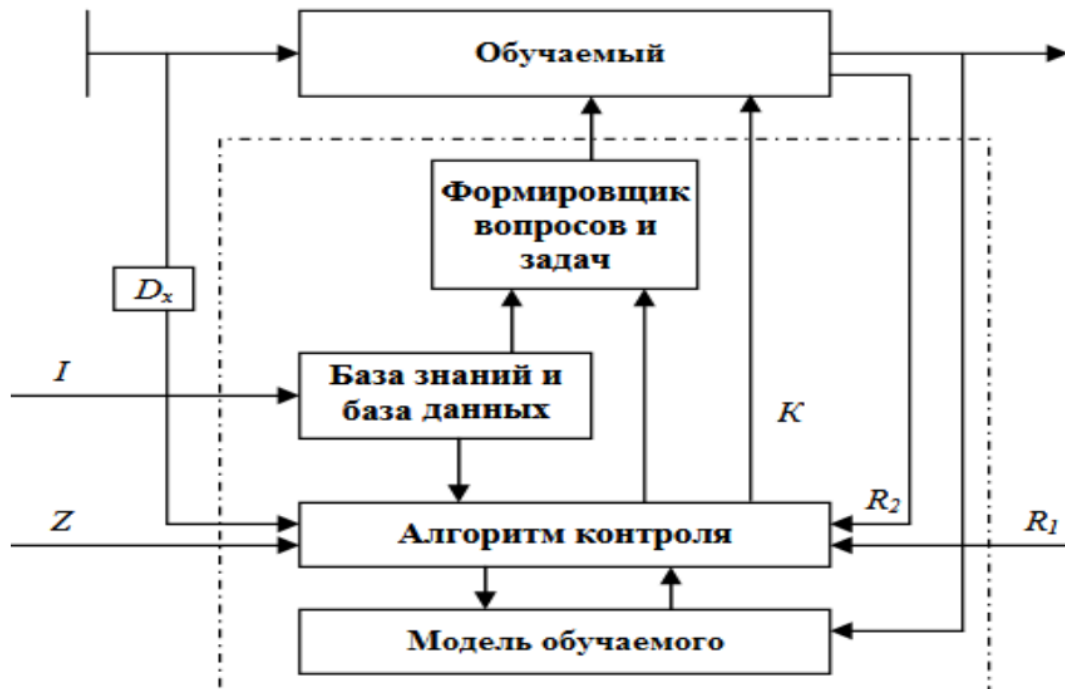


Рис.1. Модель адаптивного контроля знаний

Блок «Алгоритм контроля» выполняет следующий функционал:

1) проверка правильности ответов обучаемого и выполняемых им действий;

2) определение результатов выполнения обучаемым заданий [2].

«Модель обучаемого» содержит информацию об обучаемом (предыстория обучения, результаты текущей работы, общий уровень подготовленности).

«Формировщик вопросов и задач» используется для формирования и выдачи обучаемому очередного задания.

«База знаний (БЗ)» содержит методы и/или модели процесса контроля, а также совокупность знаний предметной области. «База данных (БД)» включает наборы вопросов и задач, предназначенных для проверки знаний обучаемого и/или данные для формирования заданий. Блок «Алгоритм контроля» на основе анализа ответа обучаемого, целей контроля и используемого метода проведения контроля, учитывая внешние ресурсы (например, возможности системы контроля) и внутренние ресурсы обучаемого (например, время контроля), а также состояние среды , определяет параметры за-

дания, которое должно быть предложено обучаемому. «Формировщик вопросов и задач», получив от «Алгоритма контроля» данные о параметрах следующего задания, выбирает из БД и/или БЗ необходимую информацию, формирует текст задания и выдает его обучаемому. В простейшем случае работа этого блока сводится к выбору нужного вопроса или задачи из базы данных. При некоторых видах контроля (например, при текущем контроле знаний или самопроверке) может быть предусмотрена обратная связь, которая состоит в выдаче комментария на ответ обучаемого [2].

Рассмотренная модель реализована с помощью разработанного программного средства на языке T-SGL.

Заключение

В работе проведена оценка эффективности функционирования системы адаптивного электронного обучения, основанной на анализе и использовании ряда основных показателей качества адаптивного обучения, математические модели которых легко поддаются программной реализации и, тем самым, достигается автоматизация контроля успеваемости обучаемых, высокое качество составления тестовых заданий и методических материалов.

При использовании данной системы обеспечиваются оперативность, комфортность гибкость процесса обучения, высокий уровень усвояемости изучаемого материала.

Библиографический список

1. Мазорчук, М.С., Добряк, В.С., Емельянов, П.С. Методы и модели анализа качества тестовых заданий и моделирование компьютерного адаптивного тестирования в системах адаптивного дистанционного обучения //Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии №73, 2016.
2. Зайцева, Л.В., Прокофьева, Н.О. Модели и методы адаптивного контроля знаний // EducationalTechnology&Society 7(4), 2004.