

УДК 681.3.00:007

Д.Э. Ситников¹, П.Э. Ситникова², Е.В. Титова¹, А.И. Коваленко¹, Д.И. Попов³¹ Харьковская государственная академия культуры, Харьков² Харьковский гуманитарный университет «Народная украинская академия», Харьков³ Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ЛОГИКО-АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

В данной работе рассмотрен логико-алгебраический метод моделирования логических связей между вопросами теста, позволяющий получить интегральный показатель, оценивающий знания испытуемого по R-бальной шкале. Метод основан на построении логических уравнений, которые описывают связи между тестовыми вопросами. Уравнения учитывают два уровня связей: между темами и подтемами. Учитываются также необходимые и достаточные условия знания испытуемым ответа на один вопрос для правильного ответа на другие вопросы.

Ключевые слова: оценка знаний, алгебра конечных предикатов, логическое уравнение.

Введение

Повышение роли экзаменационных комиссий в обеспечении оценки качества подготовки специалистов вызывает необходимость улучшения организации экзаменов и зачетов как важного инструмента объективной оценки знаний. Широкое внедрение и дальнейшее развитие вычислительной техники, а также то, что высшее образование в нашей стране становится все более массовым, позволяет разрабатывать и с успехом применять различные автоматизированные системы контроля знаний.

Одним из самых распространенных средств проверки приобретенных знаний является тестирование. Полученные результаты после соответствующей обработки позволяют получить числовой эквивалент интересующего нас признака. Существуют современные методы и алгоритмы анализа данных, основанные на тех или иных формальных моделях. Однако совокупность таких формальных моделей и соответствующих алгоритмов носит мозаичный характер, что связано с отсутствием базовых концепций, на которых они бы основывались. Следует отметить, что проблема анализа результатов, оценивание и определение качества знаний даже на концептуальном уровне еще не решена.

Современный образовательный процесс требует формирования творческой индивидуальности, которая способна эффективно решать вопросы экономического, политического и социального развития государства. Исторически сложившаяся система образования во всем мире – система массового обучения. И в начальной, и в средней, и в высшей школе преподавателям приходится вести занятия с большими группами обучаемых. В этих условиях возможность учета индивидуальных особенностей и дифференцированный подход к каждому из них ограничены по

времени, если применяются методы только личного участия преподавателя в выполнении весьма сложных и многообразных функций руководства познавательной деятельностью. Для проверки качества знаний необходимо время, зависящее от средств, используемых при его проведении. Традиционный контроль расточителен по времени, либо он не полон, если опрос ведется преподавателем выборочно. Более эффективен параллельный контроль всех обучаемых, осуществленный автоматизированной системой.

Одним из самых распространенных средств проверки приобретенных знаний является тестирование. Полученные результаты после соответствующей обработки позволяют получить числовой эквивалент интересующего нас признака. Существуют современные методы и алгоритмы анализа данных, основанные на тех или иных формальных моделях. Однако совокупность таких формальных моделей и соответствующих алгоритмов носит мозаичный характер, что связано с отсутствием базовых концепций, на которых они бы основывались. Следует отметить, что проблема анализа результатов, оценивание и определение качества знаний даже на концептуальном уровне еще не решена.

В связи с тем, что качество измерения знаний в существующих автоматизированных системах существенно ниже уровня, который обеспечивает при оценивании преподаватель, то наиболее перспективным направлением при автоматизированном контроле является метод, при котором в той или иной степени осуществляется формализация метода преподавателя при выставлении отметки.

Цель работы: разработать логико-алгебраический метод, позволяющий оценивать знания тестируемого с учетом логических связей между вопросами теста. Результат должен соответствовать R-бальной шкале, где R – произвольное натуральное число.

Двухуровневое моделирование логических связей между вопросами теста в 4-бальной системе

В данной статье предлагается метод построения автоматизированной системы контроля знаний, моделирующей логику преподавателя при выставлении оценки с использованием алгебры конечных предикатов [1].

Для наиболее точного измерения знаний, а также для решения проблемы угадывания правильного ответа при выборочном способе представления оценки оптимальным решением является подход, при котором автоматизированная система содержит проверку на возможность угадывания ответа при контроле, учитывающая логические связи между заданиями теста, а также структуру излагаемого материала преподавателем. Наиболее подходящим инструментом для описания моделей структуры учебного материала и анализа структуры знаний обучаемых является теория графов. Применение теории графов дает возможность выявить те ответы на задания теста, которые случайно угаданы при прохождении теста, а также рассматривать вопросы с различной степенью важности и емкости оцениваемых знаний [2, 3].

В предложенной автоматизированной контролирующей системе, имитирующей логику преподавателя при выставлении оценки, для наиболее точного измерения знаний задания теста разбиваются на два уровня: верхний, который образуется из вопросов теста и нижний, который состоит из заданий определенной темы, объединенных по общему признаку [2, 3]. Контроль знаний осуществляется в два этапа: оценивание каждой темы отдельно на нижнем уровне и выставление итоговой оценки на верхнем уровне, которая базируется на оценках по темам. Оценивая каждую тему отдельно, проводим проверку на полноту ответа темы, как на нижнем уровне, так и между уровнями и получаем вектор $\{\sigma_j^i\}_{j=1}^{N_T}$ ($i \in \{2,3,4,5\}$, $1=1,2, \dots, N_T$, N_T – количество тем в тесте) [3, 4]. Обозначение σ_{10}^4 , показывает, что по теме k_{10} испытуемый получил оценку «4». На основании данного вектора будет выставлена итоговая оценка за полученные знания, после проверки целостности логических связей на верхнем уровне.

Рассмотрим показатель уровня знаний обучаемого, который представляет собой возрастающую дискретную функцию, значения которой соответствуют полученным знаниям по темам. Рассмотрим отрезок, соответствующий положительной оценке i ($i \in \{3,4,5\}$) на 4-бальной шкале. Точка i делит отрезок оценки на две области: область I_n^i , лежащая слева от точки i , где знания ниже требуемых на дан-

ный балл, и область I_d^i , лежащая справа от точки i , уровень знаний которой превышает необходимую границу достаточных знаний для данного балла. Знания, лежащие в области I_n^i , являются необходимыми для получения оценки i ($i \in \{3,4,5\}$), а знания, лежащие в области I_d^i – достаточными.

Введем логическую переменную B_j^i (где j – номер темы, $j=1,2, \dots, N_T$, N_T – количество тем, i – бал, соответствующий уровню знаний для данной темы, $i \in \{3,4,5\}$). B_j^i является показателем необходимого и достаточного условия выставления оценки, причем $B_j^i = 1$, если знания по теме k_j , являются необходимыми и обязательными при оценивании на i -й балл и принадлежат области I_n^i , $i \in \{3,4,5\}$). Аналогично, если $\sigma_p^i \in I_d^i$ ($i \in \{3,4,5\}$) и знания по теме k_p являются достаточными при оценивании на i -й балл, то $B_p^i = 0$.

Была получена итоговая оценка уровня знаний испытуемого с учетом необходимого и достаточного условия выставления оценки на базе оценок по темам $\{\sigma_j^i\}_{j=1}^{N_T}$ ($i \in \{2,3,4,5\}$, $1=1,2, \dots, N_T$, N_T – количество тем в тесте) для традиционной 4-бальной системы оценивания $\{4,5\}$. Решён вопрос пограничного варианта, когда оценка испытуемого попадает в «зону машины уверенности» Δ и находится на границе между оценками [5]. На практике решением данной проблемы являются промежуточные оценки, например, «3+» или «4-». Предложенный подход моделирования логики преподавателя при контроле знаний изложен для общепринятой 4-бальной системы.

Обобщение логико-алгебраического подхода к оценке знаний

Известно, что с 2000/2001 учебного года в системе общего среднего образования были введены новые критерии оценивания достижений обучения, и был осуществлен переход к 12-бальной системе оценивания. Это связано с реализацией принципа гуманизации образования, методологической переориентации процесса обучения с информационной формы на развитие индивидуальности человека как личности, дифференцированное оценивание достижений обучения каждого ученика.

Изложенная методика может быть применена не только для 4-бальной системы оценивания, но и для 12-бальной, и R-бальной шкалы. R показывает количество делений на шкале оценок (R – натуральное число). Формализуем в виде уравнений логику преподавателя при оценивании знаний обучаемого для R-бальной системы оценивания

$$\sigma^{\gamma} = \bigwedge_{k=\alpha}^{\gamma} \left[\bigwedge_{j=1; B_j^k=1; }^{N_T} \sigma_j^k \vee \left(\bigwedge_{i=1; B_i^k=0; }^{N_T} \sigma_i^k \right) \right], \quad (1)$$

$$\bigwedge_{d=\gamma+1}^{\varpi} \left[\bigwedge_{v=1; B_v^k=1; }^{N_T} \sigma_v^d \vee \left(\bigwedge_{\varepsilon=1; B_{\varepsilon}^k=0; }^{N_T} \sigma_{\varepsilon}^d \right) \right]$$

где γ – оценка по R-бальной шкале оценивания, $\gamma \in \{1, 2, \dots, R\}$; α – начальное значение шкалы, за которое ставится положительная оценка, $\alpha \leq i$ (в 4-бальной шкале $\alpha=3$); ϖ – конечное значение R-бальной шкалы, $\varpi \geq i$.

Обычно $\varpi = R$ (для 4-бальной шкалы $\varpi = 5$), хотя могут быть тесты, которые не рассчитаны на наивысший балл, соответствующий уровню творческого мышления и особенного дарования ($\alpha < R$ для 12-бальной шкалы, т.е. заранее обусловлено, что знания, соответствующие 12 баллам не измеряются при автоматизированном контроле).

Если знания испытуемого не соответствует требуемому уровню и $\sigma_{\alpha}=0$, согласно формуле (1), то ему выставляется оценка на балл ниже установленного нижнего предела оценивания α : $\sigma_{\alpha-1}=1$.

В случае, когда оценка должна быть выставлена в форме «зачтено» – «не зачтено» ($R=2$, $i \in \{0,1\}$, оценка $\alpha=1$ или $\alpha=0$ соответственно), тогда оценка равна начальному и конечному значению R-бальной шкалы $i = \alpha = \varpi$ и формула (1) имеет вид:

$$\sigma^{\gamma} = \bigwedge_{i=1; B_i=1; }^{N_T} \sigma_i \vee \left(\bigwedge_{j=1; B_j=1; }^{N_T} \sigma_j \right).$$

Оценка σ_j , вычисляется соответственно полученным знаниям в рамках темы k_j ($j = 1, 2, \dots, N_T$, N_T – количество тем) в виде «зачтено» – «не зачтено» [3].

Таким образом, формула (1) позволяет формализовать логику преподавателя при выставлении оценки за приобретенные знания и соответствует R-бальной системе оценивания.

Выводы

В данной статье предложен метод оценивания знаний с учетом логических связей между вопросами теста. Рассматриваются и логически моделируются два уровня тестов с учетом необходимых и достаточных условий знания испытуемым той или иной темы для правильного ответа на другие вопросы данной темы или других тем. С помощью логических уравнений алгебры конечных предикатов построена модель, позволяющая автоматизировать получение интегрального показателя по R-бальной шкале оценивания. Предложенная модель позволяет отойти от традиционного подхода к оценке знаний, основанного на подсчете правильных и неправильных ответов на вопросы теста, и получить более точное представление о знании испытуемым тем тестов в их логической взаимосвязи.

Список литературы

1. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта: Проблемы и перспективы / Ю.П. Шабанов-Кушнарченко. – Х.: Вища школа, 1987. – 158 с.
2. Ситников Д.Е. Логічні засоби оцінювання знань студентів / Д.Е. Ситников, Г.Г. Асеев, В.М. Вакулєнко // Вісник ХДІК – Вип. 1. – Бібліотекознавство. Документознавство. Інформатика. – Х., 1999. – С. 176-181. –
3. Асеев Г.Г. Об одном логико-алгебраическом подходе к построению автоматизированных систем контроля знаний / Г.Г. Асеев, Д.Э. Ситников, В.М. Демина // Вестник ХГПУ. – Вып. 51. Системный анализ, управление и информационные технологии. – Х., 1999. – С. 193-198.
4. Ситников Д.Э. Представление процесса формирования оценки знаний в виде логических уравнений с конечными предикатами / Д.Э. Ситников, В.М. Демина // Вестник ХГПУ. – Вып. 93. Системный анализ, управление и информационные технологии. – Х., 2000. – С. 115-119.
5. Демина В.М. Оценивание знаний в автоматизированной контролирующей системе / В.М. Демина, Д.Э. Ситников // Економіка, менеджмент, освіта в системі агропромислового комплексу: Мат. Всеукр. наук. конф. молодих вчених-аграрників. – Х., ХДАУ, 11-13.10.2000. – С. 141-145.

Поступила в редколлегию 29.04.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Гребенник, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ЛОГІКО-АЛГЕБРАЇЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ОЦІНКИ ЗНАТЬ

Д.Е. Ситніков, П.Е. Ситнікова, О.В. Тітова, А.І. Коваленко, Д.І. Попов

Запропоновано метод формування інтегрального показника оцінки знань з використанням апарату алгебри скінченних предикатів. Логічні зв'язки між питаннями тестів моделюються за допомогою логічних рівнянь. Це дозволяє брати до уваги не тільки кількість правильних відповідей, але й виключати елемент випадковості, випадкового вгадування правильної відповіді. Інтегральний показник формується для будь-якої R-бальної шкали оцінювання.

Ключові слова: оцінка знань, алгебра скінченних предикатів, логічне рівняння.

A LOGIC-ALGEBRAIC METHOD FOR DETERMINING AN INTEGRAL KNOWLEDGE ASSESSMENT RATING

D.E. Sitnikov, P.E. Sitnikova, E.V. Titova, A.I. Kovalenko, D.I. Popov

A method for forming an integral knowledge assessment rating has been suggested. This method uses the finite predicate algebra tool. Logic links between test questions are modelled with the help of logic equations. This allows taking into account not only the number of correct answers but also excluding correct random answers. The integral rating is formed for any R-marks assessment scale.

Keywords: assessment of knowledge, the algebra of finite predicate logic equation.