ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММАХ

SEPARATE ASPECTS OF MATHEMATICAL SUPPORT OF THE KNOWLEDGE CONTROL SYSTEM IN COMPUTER TRAINING PROGRAMS

УДК 371.315.7

Карабанов Ростислав Михайлович, профессор кафедры специальной техники и информационных технологий, кандидат технических наук профессор, Владимирский юридический институт ФСИН России, г. Владимир

Karabanov R.M. krm730@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются отдельные вопросы математического обеспечения разработки тестирующих модулей компьютерных обучающих программ. При анализе модели функционирования модуля оценивания знаний выявляются признаки отнесения ответа тестируемого к эталонному. С целью исключения неоднозначности оценивания определяются основные терминологические понятия. Степень сходства ответа и эталона для дифференцированного оценивания ответов определяется на основе использования монотонного функционала. Анализируется случай представления ответа множеством элементов или произвольной последовательностью элементов, при этом оценивание ответа производится путем определения расстояния между множествами. Для случая контрольных заданий с выборочным ответом приводится математический аппарат,

позволяющий сопоставить ответ, выбранный тестируемым, с эталонным ответом, и осуществить в компьютерной обучающей программе оценивание знаний обучающихся.

Annotation

The article discusses certain issues of mathematical support for the development of testing modules of computer training programs. When analyzing the functioning model of the knowledge assessment module, signs of referring the respondent's answer to the reference one are revealed. In order to eliminate the ambiguity of the assessment, the basic terminological concepts are determined. The degree of similarity between the response and the standard for the differential assessment of responses is determined based on the use of a monotonic functional. The case of the presentation of the answer by a set of elements or by an arbitrary sequence of elements is analyzed, while the answer is estimated by determining the distance between the sets. For the case of control tasks with a selective answer, a mathematical apparatus is provided that allows one to compare the answer chosen by the test taker with the reference answer, and to carry out the assessment of students' knowledge in a computer training program.

Ключевые слова: компьютерная обучающая программа, модуль оценивания знаний, вопрос, контрольное задание, эталонный ответ, сходство, множество элементов, подмножество.

Keywords: computer training program, knowledge assessment module, question, test task, reference answer, sameness, many elements, subset.

Информационные технологии в образовании на протяжении последних двадцати лет активно обеспечивают эффективное повышение качества усвоения учебного материала, способствуют интенсификации обучения. Используются различные формы и методы взаимодействия, способы подачи материала, анализа, оценки и извлечения информации в процессе взаимной коммуникации между обучающимися и информационной средой.

Одними из эффективных электронных образовательных сред являются компьютерные обучающие программы, позволяющие обучающимся

«компенсировать дефицит общения с преподавателем» [1]. В компьютерные обучающие программы при разработке могут закладываться элементы различного функционального содержания. При использовании в образовательном процессе компьютерные обучающие программы позволяют обучающимся активно изучать учебный материал, контролировать свои знания, самостоятельно «стоить траекторию» обучения по отдельным блокам дисциплин, совершенствовать отдельные практические навыки.

Компьютерная обучающая программа как учебное средство как правило состоит из двух подсистем [1]:

– информационной;

– программной.

Разработка компьютерных обучающих программ может осуществляться способом математического программирования или с использованием специализированных приложений.

Достаточный интерес представляет разработка системы контроля знаний для компьютерной обучающей программе. Одним из основных элементов математического обеспечения системы контроля знаний является модель функционирования модуля оценивания знаний (ответов) тестируемого [2]. Принцип функционирование этого модуля заключается в том, что при использовании любого способа ввода ответа выделяются некоторые признаки, в соответствии с которыми ответ относится к категории правильных или неправильных, или выявляется степень соответствия эталонному ответу.

При рассмотрении возможных способов представления вопросов и ответов с целью исключения неоднозначного понимания определимся со значениями основных терминов, характеризующих систему контроля знаний в компьютерной обучающей программе.

«Вопрос» – это предъявление информации по прямому каналу связи (от обучающей системы к обучаемому), имеющей определённую значимость для одной или нескольких категорий (единиц) знаний об изучаемом объекте.

«Контрольное задание» – множество вопросов, сформированное по определённым правилам.

«Ответ» – совокупность значений параметров, представленная в соответствии с заданной формой. Существуют следующие наиболее распространенные формы ответов:

– выборочная форма ответа, при которой вопрос сопровождается несколькими готовыми вариантами ответов для выбора одного или нескольких правильных из них;

– числовая форма ответа, являющаяся обычно результатом решения предложенной задачи;

– текстовая форма ответа, проводимая без анализа, когда правильным считается ответ, полностью совпадающий с эталоном;

– специфические формы ответов, такие как выбор элемента графического изображения.

Для дифференцированного оценивания ответов в математическом аппарате модуля оценивания знаний целесообразно использовать какой-либо монотонный функционал, который позволит определять степень сходства ответа и эталона.

Для случая, когда ответ представляет собой множество элементов или произвольную последовательность элементов, оценивание ответа возможно произвести определением расстояния между множествами [3].

В общем случае, если существуют два множества M_a и M_e, состоящие из элементов базового множества R, между которыми необходимо определить расстояние, то для величины расстояния должно выполняться следующее условие [4]:

$$|aa| = 0, \ \forall a;$$

$$|ab| = |ba|, \ \forall a,b;$$

$$|ab| + |bc| \leq |ac|, \ \forall a,b,c.$$

Зададимся интервалом [0,1] изменения расстояния r таким образом, что:

$r = 0$, если $M_a \equiv M_e$;

$r = 1$, если $M_a \cap M_e = \varnothing$;

$0 < r < 1$, если $M_a \cap M_e \neq \varnothing$.

Тогда расстояние между подмножествами $A = \{a_i\}$ и $B = \{b_i\}$ множества R может быть определено как:

$$r = 1 - \frac{K}{L}, \quad (1)$$

где K – количество одинаковых элементов в подмножествах A и B;

$L = |A| = |B|$ – мощность подмножеств.

Если $|A| \neq |B|$, т.е. количество элементов в подмножествах неодинаково, то для учёта этого следует изменить формулу (1) следующим образом:

$$r = 1 - \frac{K}{L + K_b}, \quad (2)$$

где $K = |A \cap B|$ – количество совпадающих элементов в подмножествах A и B;

$L = |A|$ – мощность подмножества A;

$K_b = (|A| - K)$ – количество элементов в подмножестве B, которых нет в A.

В соответствие понятию «расстояние между множествами» поставим понятие «степень сходства множеств».

Степень сходства множеств δ – это величина, обратная расстоянию:

$$\delta = 1 - r. \quad (3)$$

За счёт объединения формул (2) и (3) оценивание ответа возможно произвести по степени сходства δ_1 между ответом тестируемого (множество $S_a = \{a_1, a_2, \ldots, a_i, b_1, b_2, \ldots, b_j\}$) и эталонным ответом (множество $S_e = \{a_1, a_2, \ldots, a_i\}$) по формуле [3]:

$$\delta = \frac{K_a}{L + K_b}, \quad (4)$$

где $L = |S_e|$, $K_a = |S_a \cap S_e|$, $K_b = |S_a| - K_a$.

Таким образом, использование полученной зависимости позволяет осуществить в компьютерной обучающей программе оценивание знаний тестируемых обучающихся с применением контрольных заданий с выборочным ответом в случае разработки модуля тестирования непосредственным программированием.

Литература

1. Аязбаев Т.Л., Галагузова Т.А. Технология создания компьютерных обучающих программ // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3-1. – С. 76-78. URL: http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=6702 (дата обращения: 06.08.2020).
2. Кулиева З.Ю. Модели автоматических обучающих систем, их структура и классификация // Проблемы информационных технологий. 2012. № 1 (5). URL: https://jpit.az/ru/journals/75 (дата обращения: 06.08.2020).
3. Карпова И.П. Анализ ответов обучаемого в автоматизированных обучающих системах // Информационные системы, 2001, № 11. – С. 49-55.
4. Теория множеств / Ф. Хаусдорф ; пер. с нем. Н. Б. Веденисова под ред., с предисл. и доп. акад. П. С. Александрова и акад. А. Н. Колмогорова. – Издание шестое. – Москва : Либроком, 2018. – 304 с.

Literature

1. Ayazbaev T.L., Galaguzova T.A. Technology of creating computer training programs // International Journal of Experimental Education. – 2015. – No. 3-1. – P. 76-78. URL: http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=6702 (date accessed: 06/08/2020).
2. Kulieva Z. Yu. Models of automatic training systems, their structure and classification // Problems of information technologies. 2012. No. 1 (5). URL: https://jpit.az/ru/journals/75 (date accessed: 06/08/2020).
3. Karpova I.P. Analysis of the learner's answers in automated training systems // Information Systems, 2001, No. 11. – pp. 49-55.
4. Set theory / F. Hausdorff; transl. from Germ. by N.B. Vedenisov, ed., with a preface. and add. acad. P.S. Aleksandrov and acad. A.N. Kolmogorov. – Sixth edition. – Moscow: Librokom, 2018. – 304 P.