

УДК 681.03.06:37.004

В.В. Марков, Е.С. Рура**ПОДСИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТЕХНИКИ НЕЧЕТКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ***

Работа посвящена проектированию подсистемы тестового контроля знаний на основе использования техники нечеткого программирования. Показана методика формирования стратегии контроля на основе нечетких оценок ответа и предложен аппарат вычисления текущих интегральных оценок для её построения. Рассмотрен алгоритм функционирования подсистемы на основе нечеткой модели экзаменатора с динамическим формированием стратегии контроля. Использование предложенной подсистемы тестирования позволит повысить объективность и адекватность оценки знаний обучаемых.

Нечеткая модель экзаменатора; качество ответа; нечеткая интегральная оценка ответов; динамическая стратегия управления контролем.

V.V. Markov, E.S. Ruhra**TESTING KNOWLEDGE SUBSYSTEM BASED ON TECHNIQUE
OF FUZZY PROGRAMMING**

The work deals with the design of the test control subsystem of knowledge through the use of techniques of fuzzy programming. The method of forming a control strategy based on fuzzy evaluation is shown and the technique of calculation of the current integrated estimates for its construction is offered. The algorithm of the operation of subsystem based on fuzzy model of examiner with the dynamic formation control strategy is described. Using the proposed testing subsystem will improve the objectivity and value assessment of trainee's knowledge.

Fuzzy model of the examiner; quality of response; fuzzy integral evaluation of the responses; dynamic strategy of control.

Введение. В настоящее время в современном обществе широко развивается и внедряется дистанционное и автономное обучение на базе компьютерных технологий. Отличительной особенностью таких методов образования является максимальная самодостаточность и независимость от внешних ресурсов что позволяет реализовывать образовательный процесс в любом месте и в любое время и является неоспоримым преимуществом автономного и дистанционного обучения.

Одним из ключевых моментов реализации таких методов обучения являются методика и инструментарий контроля знаний, по результатам которых строится траектория процесса обучения. К сожалению, современные средства контроля знаний (тестовые системы) далеко не всегда могут дать объективную оценку уровня знаний обучаемого [1]. Причина этого, в первую очередь, кроется в используемых методиках оценки знаний с помощью компьютерных технологий

Для решения данной проблемы предлагается использование тестовой системы, основанной на нечеткой модели экзаменатора. Благодаря такому подходу тестовая система позволяет оценивать не просто правильность ответа, а совокупное общее качество ответов обучаемого. Эта функция реализуется на основе нечетких оценок качества ответов и оперирования значениями функции принадлежности [2, 3].

1. Архитектура процесса контроля. Процесс контроля можно представить как аналог процесса в некоторой системе управления, где управляющие воздействия отображаются контрольными вопросами, а отклики на них – ответами [7, 9]. В этом случае архитектура процесса контроля может выглядеть следующим образом (рис. 1):

* Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 13-07-00537).



Рис. 1. Архитектура процесса контроля

Целью контроля является слежение за объектом контроля и оценка его состояния текущего и итогового после заданной совокупности контролирующих воздействий. Под контролирующими воздействиями будем понимать базовые (тип 1), дополнительные (тип 2) и уточняющие (тип 3) вопросы и задания. Модель объекта контроля \mathbf{A} тогда можно представить следующим образом:

$$\mathbf{A} = \{a_{ij}\}; i=1, n; j=[1, 3], \quad (1)$$

где i – количество сегментов области контроля; j – вид контролирующего воздействия (тип контрольного вопроса); a_{ij} – реакция объекта контроля на контролирующее воздействие (ответ обучаемого). Очевидно, что для любого ответа можно определить его качество R , т.е. соответствие эталонному ответу, через значение функции принадлежности:

$$\forall a_{ij} \in \mathbf{A} \Rightarrow \exists R(\mathbf{A}/a_{ij} \in \mathbf{A}); R(\mathbf{A}/a_{ij}) \Rightarrow \mu(a_{ij}); \mu(a_{ij}) \in \mathbf{M} = [0, 1], \quad (2)$$

где $\mu(a_{ij})$ – значение функции принадлежности (показатель качества ответа). Показатель качества ответа может быть определен с применением алгоритмов, описанных в [4].

Далее, достигнутое для текущего контролирующего воздействия T качество ответа, в свою очередь, определяет тип последующего воздействия C :

$$\forall \mu(a_{ij}) \rightarrow F_{ig}, g = 1, p; \text{app} F_{ig} \leftarrow \mu_{j\min} \leq \mu(a_{ij}) \leq \mu_{j\max}, \quad (3)$$

то есть, для любого сегмента контроля могут быть назначены предельные значения качества реакции объекта, определяющие тип и характер последующего воздействия на объект. Фактически, выделение предельных значений подразумевает создание системы правил и, как следствие, формулирование стратегии контроля. Указанные правила могут быть зафиксированы следующим образом:

$$\begin{aligned} 0,85 \leq \mu(a_{ij}) \leq 1, j_T=1 \rightarrow j_C=1; \\ 0,7 \leq \mu(a_{ij}) < 0,85, j_T=1 \rightarrow j_C=2; \\ 0,55 \leq \mu(a_{ij}) < 0,7, j_T=1 \rightarrow j_C=3; \\ 0,45 \leq \mu(a_{ij}) < 0,55, j_T=1 \rightarrow j_C=3; \\ 0,45 \leq \mu(a_{i+1j}) < 0,55, j_T=3 \rightarrow j_C=3; \\ 0 \leq \mu(a_{ij}) < 0,45, j_T=1 \rightarrow j_C=1; \\ 0 \leq \mu(a_{i+1j}) < 0,45, j_T=1 \rightarrow j_C=0 \end{aligned} \quad (4)$$

Приведенные правила, которые, по сути, и определяют стратегию контроля, можно проиллюстрировать шкалой качества ответов (рис. 2):

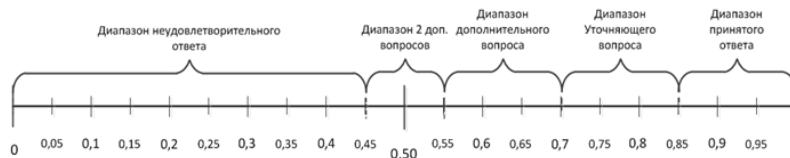


Рис. 2. Шкала влияния качества ответов $\mu(a_{ij})$ на выбор стратегии контроля

Как уже указывалось выше, формирование стратегии контроля осуществляется динамически, поэтому возникает необходимость определения текущих интегральных оценок функции принадлежности μ_{int} . С другой стороны, собственно результаты по отдельным сегментам контроля не позволяют построить саму функцию принадлежности. Разрешение ситуации возможно с помощью эмпирических правил:

$$\mu_{int} = \mu_{i,1} - \mu_{act}, \text{ если } \mu_{i,1} > \mu_{ij} \quad (5)$$

$$\mu_{int} = \mu_{i,1} + \mu_{act}, \text{ если } \mu_{i,1} < \mu_{ij} \quad (6)$$

$$\mu_{act} = \frac{|\mu_{i,1} - \mu_{ij}|}{\mu_{i,1}} * k_j, \quad (7)$$

где μ_{act} – вклад в текущую оценку функции принадлежности качества ответа на дополнительный или уточняющий вопрос; k_j – весовой коэффициент для дополнительного ($j=2$) или уточняющего ($j=3$) вопроса.

Суммарная оценка качества знаний по всем фрагментам контроля может быть определена, в соответствии с [5], следующим образом:

$$\mu_{\Sigma} = \frac{N}{\frac{1}{\mu_{int1}} + \frac{1}{\mu_{int2}} + \dots + \frac{1}{\mu_{intn}}}. \quad (8)$$

Завершающим этапом контроля является дефаззификация дефаззификация полученной суммарной оценки качества ответов по всем сегментам контроля, вычисленная в соответствии с (8). Формально операция дефаззификации может быть сведена к определению соответствия полученного значения итоговой функции принадлежности заранее выбранной четкой шкале (например, системе ESTC).

2. Структура системы. Структура системы контроля, реализующая приведенную выше методику организации контроля, показана на рис. 3.

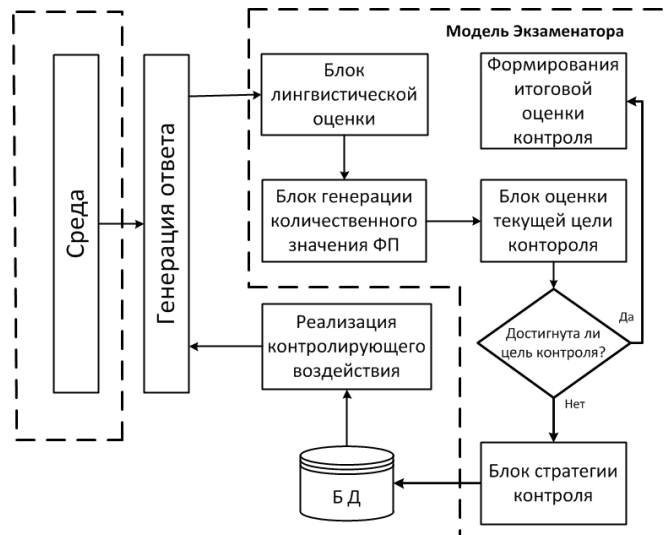


Рис. 3. Структура системы контроля знаний

В основу построения системы положена нечеткая модель экзаменатора [2, 6, 8]. Функциональное назначение блоков, реализующих эту модель, заключается в следующем:

- ◆ блок лингвистической оценки на основе специальных алгоритмов [4] обрабатывает ответ обучаемого и сравнивает его с эталонным, т.е. определяет качество ответа на текущий вопрос;
- ◆ блок генерации количественного значения функции принадлежности (ФП) на основании установленного качества ответа определяет текущую интегральную оценку значения ФП;
- ◆ блок оценки текущей цели контроля определяет, достигнута ли локальная или глобальная цель контроля. Если достигнута локальная цель, то, на основе рассчитанных результатов, формируется дальнейшая стратегия контроля. По достижении глобальной цели осуществляется дефазификация итогового результата контроля;
- ◆ блок стратегии контроля определяет следующее контролирующее действие для реализации дальнейшего контроля;
- ◆ блок реализации контролирующего воздействия выбирает из БД соответствующее контрольное задание и предъявляет его обучаемому.

Заключение. Предложенный подход к решению задачи контроля знаний, базирующийся на нечеткой модели экзаменатора и технике нечеткого программирования позволяет с высокой степенью полноты и достоверности оценить уровень знаний обучаемого, позволяет, в отличие от большинства существующих тестовых систем, использовать расширенную базу вопросов, ориентированных на развернутые ответы обучаемого. Экспериментальные исследования программной реализации предложенной структуры показали справедливость описанной методики контроля и предложенных структурных и алгоритмических решений. Особенности функционирования подсистемы тестового контроля знаний на основе использования техники нечеткого программирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Горова Т.Ю.* Современные системы компьютерного тестирования: аналитический обзор // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2013. – № 1 (17). – С. 79-80.
2. *Марков В.В.* Методика извлечения и оценки знаний на основе нечеткой модели экзаменатора // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 137-141.
3. *Курейчик В.М.* Особенности построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 92-98.
4. *Марков В.В., Луцан М.В.* Организация тестового контроля знаний на основе нечеткой модели экзаменатора // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 242-248.
5. *Коньшева Л. К.* Основы теории нечетких множеств. – Изд-во Питер, 2011. – 192 с.
6. *Бова В.В., Курейчик В.В., Нужнов Е.В.* Проблемы представления знаний в интегрированных системах поддержки управленческих решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 7 (108). – С. 107-113.
7. *Кравченко Ю.А.* Метод создания математических моделей принятия решений в много-агентных подсистемах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 7 (120). – С. 141-145.
8. *Родзин С.И.* Вычислительный интеллект: немонотонные логики и графическое представление знаний // Программные продукты и системы. – 2002. – № 1. – С. 20-22.
9. *Кравченко Ю.А.* Применение метода анализа иерархий в алгоритме принятия решений с учетом ряда параметров адаптации // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 7 (132). – С. 247-253.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор М.М. Ошхунов.

Марков Владимир Васильевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: vlavas-m@yandex.ru; 347928, г. Таганрог, Некрасовский, 44; тел.: 88634371651; кафедра систем автоматизированного проектирования; доцент.

Пура Егор Сергеевич – e-mail: tranc0327@yandex.ru; кафедра систем автоматизированного проектирования; студент.

Markov Vladimir Vasilievich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: vlavas-m@yandex.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371651; the department of computer aided design; associated professor.

Ruhra Egor Sergeevich – e-mail: tranc0327@yandex.ru; the department of computer aided design; student.