

УДК 004.02

DOI 10.18101/978-5-9793-1496-9-347-354

ОБЗОР МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

© **Е. С. Мельникова**¹, магистрант, **И. С. Тулохонова**², доцент
Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, +7(3012)215689
e-mail: ¹katrin.airen@yandex.ru, ²istulokhonova@mail.ru

В статье проведен обзор технологий и методов создания интеллектуальной системы контроля знаний. Рассмотрены способы интеллектуального анализа ответов на задания, требующие написание хода решения поставленной задачи и развернутого ответа. Разработана модель событийного управления процесса оценивания результатов контроля знаний с использованием методологии построения динамических дискретных вычислительных систем, позволяющая определить на основе анализа дерева маркировок достижимость определенного уровня системы и обучаемого в ней, а также последовательность событий, приводящих систему в определенное состояние деятельности обучаемого. Это позволило сформулировать функциональные требования к интеллектуальной системе контроля знаний и способы определения сходства и оценки меры близости к эталонному ответу.

Ключевые слова: контроль знаний, технология, метод, интеллектуальная система, определение сходства, мера близости, эталонный ответ, сеть Петри.

OVERVIEW OF INTELLECTUAL CREATION METHODS AND TECHNOLOGIES STUDENT KNOWLEDGE CONTROL

*E.S. Melnikova*¹, undergraduate, *I.S. Tulokhonova*², associate professor
East Siberia state university of technology and management
670013, Russia, Ulan-Ude, Klyuchevskaya St., 40v, +7(3012)215689
e-mail: ¹katrin.airen@yandex.ru, ²istulokhonova@mail.ru

The article provides a review of technologies and methods for constructing an intelligent knowledge control system. Methods for the intellectual analysis of answers to tasks that require writing the course of solving the problem and a detailed answer are considered.

A model of event management of the process of assessing the results of knowledge control using the methodology for constructing dynamic discrete computing systems has been developed, which allows determining, on the basis of the analysis of the marking tree, the attainability of a certain level of the system and the student in it, as well as the sequence of events that bring the system to a certain state of student activity. This made it possible to formulate functional requirements for an intelligent knowledge control system and methods for determining similarity and evaluating the proximity measure to a reference answer.

Keywords: control of knowledge, technology, method, intelligent system, determination of similarity, measure of proximity, reference response, Petri net.

Повышение эффективности управления образовательным процессом напрямую связано с внедрением инновационных образовательных и информационных технологий в учебный процесс, включая интеллектуальные системы контроля знаний. Очевидно, что в образовательной системе особое место занимает контроль — отслеживание усвоения знаний и мониторинг качества обучения. Интеллектуальный модуль проверки заданий, как неотъемлемая часть обучающей системы, предоставляет возможность оценивать задания в автоматическом режиме и сравнивать полученные результаты с ответами, данными обучающимися.

В настоящий период внедрения новых образовательных моделей, привычных технологий автоматизированного тестирования, как одной из наиболее объективных форм контроля знаний, используемых в процессе обучения и реализованных в системах проверки тестовых заданий, зачастую бывает недостаточно для оценки уровня теоретических знаний или практических навыков в той или иной учебной дисциплине. Поэтому создание и применение интеллектуальной системы контроля знаний, которая позволяет проверять развернутые ответы обучающихся (например, алгоритм, формула решения задачи, определение, понятие терминов, описание связей объектов и др.) и определять уровень приобретенных знаний и навыков в определенной предметной области, является необходимой реальностью процесса обучения.

Интеллектуальные системы контроля знаний стали широко использоваться в образовательной деятельности, например: при проведении пробного ЕГЭ, при принятии теоретического экзамена в ГАИ, в обучающих, социологических, психологических интернет-тестах и др. Подобные системы имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами контроля знаний:

- автоматизированный процесс проверки заданий;
- объективность оценки контроля знаний;

- формирование результативной базы данных, при необходимости осуществляются запросы к ней;
- мониторинг и статистика успеваемости обучающихся;
- высокий уровень масштабируемости тестовых систем;
- защита от фальсификации результатов тестирования;
- on-line и off-line режимы проверки знаний обучающихся.

При этом остается проблема оценки сходства и близости развернутого ответа обучающегося к эталонному, решение ее недостаточно освещено в работах по созданию и применению интеллектуальных систем контроля знаний.

Обзор и текстологический анализ работ по теории и практике тестирования, методам интеллектуальной системы контроля знаний [1, 2, 3] и др. показывает, что интеллектуальная система проверки знаний обучающегося позволит существенно модернизировать тестовые технологии контроля знаний и поднять их на качественно иной уровень. Для нее характерно постоянное расширение круга решаемых задач, что требует развитых функциональных возможностей. Эту цель следует достигать не за счет трудоемкого программирования, а вводом новых декларативных сведений в удобной для пользователя форме. Они автоматически должны преобразовываться во внутреннее представление знаний. Средства представления знаний должны быть простыми, однородными и достаточно выразительными для описания структуры предметной области.

Следует, что создание интеллектуальной системы проверки заданий обучающегося требует разработки моделей в рамках теории интеллектуальных вычислений и инженерии знаний, концептуальная составляющая которых базируется на экспертной системе и нейронечеткой сети. На этом основании рассмотрим интегрированный подход, основанный на технологиях и методах построения интеллектуальных систем.

Технология, основные методы и способы интерпретации элементов контроля в системе обобщены в таблице 1.

В общем случае, процесс определения степени сходства и близости анализируемого и эталонного ответа описывается этапами определения:

- типа ответа;
- шаблона;
- полноты соответствия;
- избыточности соответствия;
- непротиворечивости;
- недостижимости на начальных позициях;
- беступиковости и k -ограниченности.

Таблица 1 — Технология, основные методы и способы интерпретации элементов контроля интеллектуальной системы

<i>Технология</i>	<i>Метод</i>	<i>Классы моделей знаний (данных)</i>	<i>Способы интерпретации элементов контроля</i>	<i>Методология (подход)</i>
Экспертная система	Вероятностный Экспертной оценки	Поисковая система Объектно-ориентированная БД База знаний	Ссылка на объект (запись)	CPN (условие-действие) ИИ (продукционные правила)
Нейронная сеть	Генетический	Логические модели знаний	Ссылка на объект (константу, переменную, предикат, функцию и др.)	ИИ (продукционные правила)
Нейронечеткая сеть	Определения сходства	Временные логики Нечеткие логические модели знаний	Ссылка на объект (константу, переменную, предикат, функцию и др.)	ИИ (правила нечетких продукций)

Шаблоны эталонных ответов должны быть построены заранее, сходство и близость фраз, формул определяется с использованием аппарата нечеткой логики. Такая мера близости рассчитывается на основе наличия ключевых слов в ответе, их количества и связям между ними. Каждому ключевому слову в разрабатываемой системе присуждается определенный вес — значимость ключевого слова в предметной области или в рамках задания. Сумма весов ключевых слов ответа, а также наличие семантических связей между ключевыми словами будет определяющей мерой близости, определяющей оценку контроля знаний обучающегося.

В силу этого можно предположить, что система интеллектуального контроля знаний обладает эффективными процедурами обработки информации и основными функциональными возможностями:

- содержит онтологию предметной области, релевантную предметным знаниям, по которым организуется контроль знаний;
- обладает возможностью интеллектуального анализа и оценивания развернутых ответов обучаемого;
- выводит итоговую оценку знаний обучаемого по результатам сопоставления эталонной модели, содержащейся в интеллектуальной системе контроля знаний.

Рассмотрим способы интеллектуального анализа ответов на задания, требующие табличного представления решения задачи, и на задания, требующие написания хода решения задачи.

1. Анализ ответа на задание, требующее представления алгоритма решения задачи. Матричный шаблон эталонного ответа и ответ обучаемого могут иметь несущественные различия. В этом случае проверяем соответствие столбцов и строк матриц. Если обнаружено несоответствие, необходимо матрицу ответа тестируемого привести к матрице эталонного ответа посредством элементарных преобразований матриц, транспонированием матрицы. Затем необходимо приступить к сравнению соответствующих элементов матриц, в результате которого и определяется степень близости матриц. При реализации анализа ответа на задание можно использовать метод экспертной оценки.

2. Анализ ответа на задание, требующее написания хода решения задачи. В данном случае на основе шаблона формул происходит сравнение формул ответа тестируемого с формулами эталонного ответа, при этом могут иметь место следующие ситуации:

- все формулы ответа тестируемого совпали с формулами эталонного ответа;
- часть или все формулы ответа тестируемого не совпали с формулами эталонного ответа.

В первом случае оценка определяется тривиально. Во втором случае производится вывод формул ответа тестируемого, не совпавших с формулами эталонного ответа. Далее сравниваются конечные результаты решения задачи, а затем определяются показатели ответа тестируемого, позволяющие степень близости ответа.

При обработке информации в ответе, представленного в виде последовательности формул, развернутого ответа вычислительной системе сложно провести его анализ на полноту соответствия, непротиворечивость, недостижимость на начальных позициях; беступиковость и k -ограниченность системы.

В этом случае воспользуемся событийным управлением процесса оценивания результатов контроля знаний обучающегося. Под событием понимаем описание состояния анализируемого объекта в некоторый момент времени (во время и после выполнения теста), характеризующее набором признаков или свойств объекта.

Сеть Петри, моделирующая данный процесс деятельности, приведена на рисунке 1.

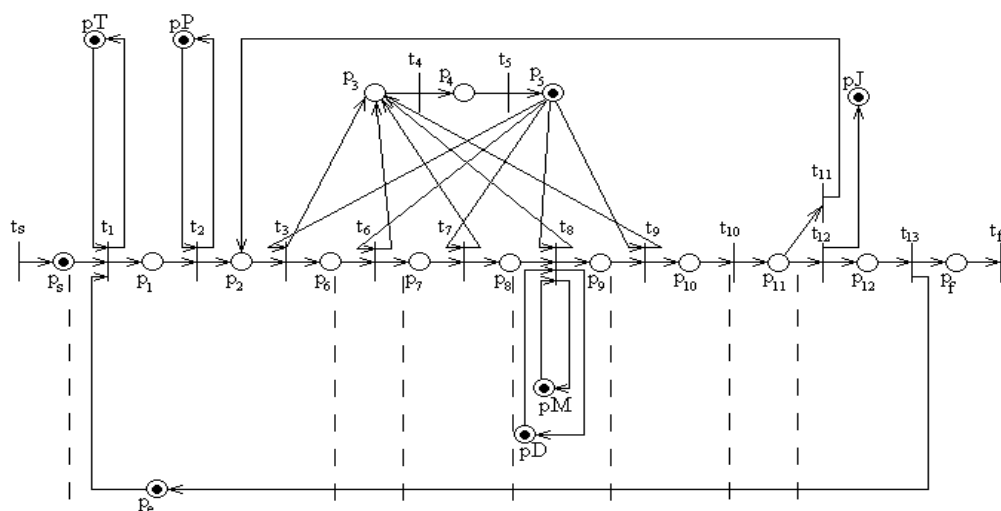


Рисунок 1 — Сеть Петри в управлении процессом контроля знаний обучающихся

Основные позиции $P_m, P_d, P_t, P_j, P_s, P_e, P_f$ — моделируют внешние условия по отношению к учебному процессу: P_m — база знаний, P_d — база ресурсов, P_t — база тестовых материалов, P_p — база тем проектных работ, P_j — архив результата, P_s — обучаемый присутствует, P_e — обучающая система свободна, P_f — тест выполнен. К основным переходам нужно отнести t_s — обучаемый входит в систему, t_f — обучаемый выходит из системы.

Помимо внешних событий опишем внутренние условия, моделируемые позициями:

P_1 — обучение возможно, идентификация пользователей произведена; P_2 — тема тестирования выбрана; P_3 — ответ возможен; P_4 — выбор типа контроля завершен; P_5 — решение принято, доступ к работе возможен; P_6 — существует проблема; P_7 — способ решения определен; P_8 — создан алгоритм решения; P_9 — исполнение работ завершено; P_{10} — анализ проделанной работы выполнен и обобщение работ произведено; P_{11} — оценивание ответа произведено; P_{12} — контроль завершен.

События, моделируемые переходами:

t_1 — производится регистрация; t_2 — выбирается тема тестирования; t_3 — выявление проблемы (цели контроля); t_4 — выбирается тип контроля; t_5 — предоставляется доступ к работе; t_6 — определяется метод решения; t_7 — создание алгоритма решения; t_8 — ответ отправлен на проверку; t_9 — производится обобщение и анализ работы; t_{10} — оценивание результата и процесса; t_{11} — результат от-

правляется в архив; t_{12} — работа над тестом завершается; t_{13} — начинается работа над новой темой.

Отметим также дуги от переходов к позициям P_m , P_p , P_t соответственно, которые моделируют процесс возврата образовательных ресурсов в хранилища после использования.

Начальная маркировка позиций сети выглядит следующим образом:

– база основных учебных модулей:

$$mM = 1'1 + 1'2 + \dots + 1'M;$$

– база проектных шаблонов заданий по модулям:

$$mP = \{1'(1,1) + 1(1,2) + \dots + 1'(1,N)\} + \{1'((2,1) + (1'2,2) + \dots + 1'(2,N))\} + \dots + \\ + \{1'(M,1) + 1(M,2) + \dots + 1'(M,N)\};$$

– база тестовых материалов:

$$mT = \{1'(1,1) + 1(1,2) + \dots + 1'(1,L)\} + \{1'((2,1) + (1'2,2) + \dots + 1'(2,L))\} + \dots + \\ + \{1'(M,1) + 1(M,2) + \dots + 1'(M,L)\};$$

– $m5 = 1's$; $mS = 1's$; $me = 1's$.

Здесь M — количество модулей в курсе, N — количество контрольных заданий, L — количество тестовых заданий. Предполагается, что $M < N < L$.

Все остальные позиции в начальный момент не содержат ресурсов, т.е. имеют нулевую маркировку.

Таким образом, проведен обзор методов и технологий для создания интеллектуальной системы контроля знаний, концептуальная составляющая которых базируется на экспертной системе и нейронечеткой сети. Это позволяет обеспечить интеллектуальный анализ ответов на задания, требующие написание хода решения поставленной задачи и развернутого ответа. Проведен анализ работоспособности системы на соответствие и непротиворечивость, беступиковость и открытость посредством технологии моделирования динамических дискретных систем. Вследствие этого построена сеть Петри, позволяющая определить на основе анализа дерева маркировок достижимость определенного уровня системы и обучаемого в ней, а также последовательность событий, приводящих систему в определенное состояние деятельности обучаемого.

Библиография

1. Базарон С.А. Система интеллектуального анализа и оценивания конструируемых ответов при автоматизированном тестировании: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Красноярск, 2011. — 22 с.

2. *Присяжнюк Э.* Нечеткая модель автоматизированной системы контроля знаний модулей // Информационные технологии и знания. — 2008. — Т. 2. — С. 465-468.

3. *Разахов Б.Ш., Сатыбалдина Д.Ж.* Методы интеллектуальной системы контроля знаний студентов для дистанционного обучения [Электронный ресурс]. — URL: <http://gisap.eu/ru/node/17905> (дата обращения 20.04.2020).

Bibliography

1. *Bazaron S.A.* The system of intellectual analysis and evaluation of constructed answers in automated testing: dissertation abstract for the degree of candidate of technical sciences. — Krasnoyarsk, 2011. — 22 p.

2. *Prisyazhnyuk E.* Fuzzy model of an automated system for controlling the knowledge of modules // Information Technologies and Knowledge. — 2008. — V. 2. — P. 465-468.

3. *Razakhov B.Sh., Satybaldina D.Zh.* Methods of an intellectual system of students' knowledge control for distance learning [Electronic resource]. — URL: <http://gisap.eu/ru/node/17905> (access date 04.20.2020).