



OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 007.52:004.81

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ УСВОЕННЫХ ЗНАНИЙ ПО ОБУЧАЮЩЕМУ КУРСУ, ПРЕДСТАВЛЕННОМУ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ

Янковская А.Е. *, Шурыгин Ю.А. **, Ямшанов А.В. **, Кривдюк Н.М. **

** Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Томский государственный университет,
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Сибирский государственный медицинский университет,
г. Томск, Россия,
ayyankov@gmail.com*

*** Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
г. Томск, Россия
kcup@kcup.tusur.ru
yav@keva.tusur.ru
knm@kcup.tusur.ru*

Рассматривается новый подход к построению диагностических тестов по учебной дисциплине, представленной в виде формализованных знаний, заданных семантической сетью. Также предлагается новый подход для разработки учебного курса в виде удобном как для естественного представления, так и для формализации знаний. Описывается архитектура интеллектуальной обучающе-тестирующей системы, основанной на предлагаемом подходе. Обсуждаются проблемы и преимущества применения рассматриваемых подходов. Кроме того, предлагается новый подход к оценке уровня усвоенных знаний и инструментарий для визуализации этой оценки, построенный на основе 3-симплекса. Рассматривается отображение результатов тестирования и динамики обучения респондента с применением 3-симплекса, приводятся иллюстрирующие примеры. Приводятся преимущества применения когнитивного средства 3-симплекса при создании интеллектуальной обучающе-тестирующей системы и перспективы дальнейшего развития модуля визуализации.

Ключевые слова: интеллектуальная обучающе-тестирующая система, семантическая сеть, смешанные диагностические тесты, средства когнитивной графики, 3-симплекс, программный модуль.

ВВЕДЕНИЕ

В 70-х годах XX столетия начался переход к использованию вычислительных систем. В настоящее время переход стал массовым в различных областях применения. Этот процесс затронул и сферу образования. Массовая компьютеризация повлияла на то, как мы обучаем и как мы учим. Всё больше учебных дисциплин и образовательных предметов используют информационные технологии с применением всемирной паутины. Всего за несколько лет МООСs (Massive Open Online Courses - массовые открытые онлайн-курсы) приобрели миллионную аудиторию студентов со всего мира [Koller, 2012, Костюк, 2014]. Появилось множество новых подходов в образовании к обучению, среди которых весьма

перспективным подходом является смешанное образование и обучение (Blended Education and Training) [Bliuc, 2007, Yankovskaya, 2013]. Кроме того, в настоящее время имеется множество других индикаторов, указывающих на существенные изменения в традиционной системе образования. Использование новых информационных технологий не только позволяет «оцифровывать» традиционные образовательные процессы и практики, но и создавать принципиально новые подходы – учить по-другому. Умение использовать новые возможности информационных технологий становится востребованным для современного преподавателя и серьезным конкурентным преимуществом для образовательных учреждений в борьбе за выживание и таланты.

При этом в борьбе за таланты приходится играть в рамках установленных доступных ресурсов. В связи с этим, весьма актуален вопрос достижения консенсуса высокого качества образования и оптимизацией временных и стоимостных затрат, используемых на это образование. Многие из существующих попыток ухода от индивидуального и группового обучения между обучающимися и преподавателем в сторону конвейерного и доступного обучения вызывают отторжение, как у преподавателей, так и у обучаемых (респондентов).

Значимыми проблемами, влияющими на это отторжение, являются:

1. Отсутствие или недостаток личного контакта между разработчиком курса, преподавателем и непосредственно обучаемым.

Следует отметить, что достаточно часто преподаватель сам является разработчиком курса. Однако мы придерживаемся более общей модели, когда разработчик и преподаватель являются разными лицами.

2. Отсутствие удобного средства контроля за обучением.

Почти все подходы по оценке качества обучения, используемые в подобных системах (например, тесты) [Титов, 2010], имеют ряд недостатков: носят псевдовероятностный характер и напоминают скорее лотерею, чем проверку знаний, поскольку проверяют знания лишь на уровне определений, а не навыков оперировать ими; позволяют легко манипулировать системой проверки и получать лучшие оценки результатов обучения, чем реальный уровень знания.

Современный уровень развития информационных и коммуникационных технологий позволяет создать значительный фундамент для модернизации существующих образовательных систем, начиная со школ до ВУЗов и центров профессиональной подготовки и переподготовки.

Одной из отличительных черт современного этапа развития образовательных систем является поиск и применение педагогами-исследователями эффективных способов использования достижений в различных проблемных областях: информатики, кибернетики, синергетики, теории искусственного интеллекта, распознавания образов и других. Для применения большинства из уже имеющихся достижений необходима строгая формализация знаний проблемной области, лежащих в основе учебной дисциплины.

Ниже опишем проблемы и способы их решений, связанные со следующими задачами:

1. Тестирование, как способ проверки степени усвоения знаний.

2. Методологический аппарат для построения базы данных и знаний по диагностическим тестам и вспомогательные механизмы, облегчающие процесс тестирования.

3. Оценка результатов прохождения тестов и их визуальная интерпретация с применением графических, включая когнитивные, средств визуализации.

В настоящее время, тестирование знаний респондентов проводится, в основном, на основе тестов, для которых не важен порядок вопросов предъявляемых тестом (безусловных тестов) с использованием среды Интернет в режиме off-line или on-line. Как правило, в обучающе-тестирующих системах весьма слабо развита объяснительная компонента результатов тестирования, а также организация диалога преподавателя с респондентом. Кроме того, проверка тестирования по конечному результату (ответу), тем более на основе меню и с использованием безусловных тестов, не всегда возможна, но всегда примитивна [Янковская, 2011].

1. Основные понятия и определения

Приведем основные понятия и определения используемые далее.

Респондент – человек, проходящий обучение, например, студент ВУЗа.

Преподаватель – человек, проводящий или сопровождающий процесс обучения респондента.

Разработчик – человек, разрабатывающий курс обучения и/или курс тестирования по рассматриваемой дисциплине.

Обычный текст (ОТ) – текст в общепринятом понимании, например, данная статья.

Текст со специальной разметкой (ТСР) – обычный текст с вкраплениями служебной информации, наиболее ярким примером которого является вики-разметка.

«Обычная оценка» (ОЦ) – оценка результатов тестирования респондента в общепринятом понимании, например, количество баллов по 100 балльной или 5-ти балльной шкале.

Карта действий респондента (КДР) – максимально подробный журнал действий респондента, получаемая и используемая внутри интеллектуальной обучающее-тестирующей системы.

Структурированные знания (СЗ) – представление учебного курса в виде, пригодном для анализа интеллектуальной обучающее-тестирующей системой.

Проверяющий тест указывает на факт наличия ошибки, но не указывает на саму ошибку.

Под образом понимается совокупность различных результатов тестирования, одинаково оцениваемые по выбранной шкале (например, 5-и балльная, 100 балльная, 10-и балльная).

Диагностический тест (ДТ) – совокупность признаков, различающих любые пары объектов, принадлежащих разным образам.

Безусловный диагностический тест – тест, в котором не важен порядок вопросов предъявляемых тестом.

Условный диагностический тест – тест, в котором каждый последующий вопрос зависит от результатов, полученных на предыдущих вопросах.

Смешанный диагностический тест, представляет оптимальное сочетание безусловных и условных составляющих [Yankovskaya, 1996].

2. Архитектура интеллектуальной обучающе-тестирующей системы

Архитектура интеллектуальной обучающе-тестирующей системы не создается с нуля, а является продолжением исследований, приведенной в публикации [Янковская, 2014]. Ниже на рис. 1 представлена модифицированная архитектура системы.

По сравнению с предложенной ранее архитектурой, изменён подход к созданию курса обучения/тестирования. Если ранее создание учебного курса и создание курса тестирования были несвязанными задачами, то в модифицированной структуре эти задачи объединены. Идея объединения состоит в представлении учебной дисциплины в виде достаточно близком к обычному тексту, но в то же время удобном для формализации зависимостей между знаниями. Для этого предлагается формат представления текста со специальной разметкой и специальный инструментарий, который предназначен для того чтобы:

1. Строить сетевую модель знаний между терминами, излагаемыми в рамках учебной дисциплины.
2. Проверять корректность учебного курса по изучаемой дисциплине для построенной модели.
3. Сопровождать разработку курса обучения, показывая потенциально непроработанные или изолированные от другого материала области знаний.

4. Сопровождать разработку курса тестирования, осуществляя автоматические проверки и показывая области учебной дисциплины, еще не покрытые курсом обучения.

5. Удалять всю служебную разметку и преобразовать текст со специальной разметкой к обычному тексту.

Подробное описание модели представления обучающего курса приводится в следующем разделе.

Представим последовательность обучения (тестирования) респондента по модифицированной архитектуре интеллектуальной обучающе-тестирующей системы:

1. Респондент проходит обучение по интересующей его дисциплине или ее части. Содержательно учебный курс по соответствующей дисциплине может быть представлен обычным текстом, но при этом иметь дополнительное интерактивное и мультимедийное содержание.

2. На основе пройденного материала такого, для которого не важна последовательность задаваемых вопросов, формируется безусловная составляющая теста. Респондент отвечает на содержащиеся в тесте вопросы из безусловной составляющей теста.

3. Осуществляется переход к условной составляющей теста. При этом после каждого ответа на вопрос, система определяет, какой вопрос задается следующим из условной составляющей теста.

Условная составляющая теста содержит: 1) вопросы другого уровня сложности, относящиеся к знаниям, уже проверенным пройденной частью теста; 2) вопросы, проверяющие насколько хорошо респондент может использовать новые знания, объединяя уже проверенные.

4. Во время прохождения теста в базу данных записываются все шаги, которые совершает респондент. Такая детализация не является необходимой для вычисления оценки респондента, но может быть весьма полезна для исследователя или преподавателя. На основе этой последовательности шагов и решений респондента формируется карта действий респондента (КДР).



Рисунок 1 – Архитектура обучающе-тестирующей системы

5. После прохождения респондентом всех вопросов КДР проецируется в набор оценочных коэффициентов, определяющих насколько хорошо респондент справляется с различными заданиями на основе следующих способностей: 1) запоминание и воспроизведение материала в неизменённом виде; 2) воспроизведение материала в изменённом виде; 3) извлечение новых знаний на основе изученного материала; 4) решение задач и т.д.

После завершения обучения и тестирования респонденту показывается сеть проверенных знаний, интерпретация КДР и вычисленные коэффициенты в виде «обычной оценки». Далее, если у респондента есть фрагмент учебного курса, который он не изучил или не смог успешно пройти тестирование, то он может продолжить обучение, вернувшись к пункту 1.

6. При успешном завершении процедуры тестирования по всему учебному курсу считается, что учебная дисциплина успешно изучена и респондент усвоил весь предлагаемый учебный курс (с возможными допущениями). При этом результатом прохождения всего учебного курса будет оценка, отражающая усредненные показатели за все этапы тестирования, пройденные респондентом.

Поскольку общепринятой в России является 5-ти балльная шкала оценки результатов, которая весьма груба, то для лучшего отражения уровня знаний и навыков респондента предлагается использовать вышеописанный набор оценочных коэффициентов, который определяет, насколько хорошо респондент справляется с различными классами задач. Так как такая оценка является более сложной для интерпретации, чем общепринятая, то целесообразно применение дополнительных инструментов, например, когнитивных графических средств на базе 3-симплекса. О применении данного инструмента излагается далее в разделе "Применение 3-симплекса для интерпретации результатов обучения".

3. Модель представления учебной дисциплины

Существует множество различных способов представления знаний в интеллектуальных системах, из которых наиболее часто используются способы представления знаний, приведенные ниже [Поспелов, 1990]:

1. Продукционная, основанная на представлении знаний в виде правил "если-то".
2. Семантическая, основанная на представлении знаний в виде семантической сети, узлы которой соответствуют понятиям и объектам, а дуги – связям между объектами.
3. Фреймовая, основанная на представлении знаний в виде структур данных, для некоторого концептуального объекта.
4. Логическая, основанная на представлении знаний в виде совокупности формул, определенных в конечном алфавите.

При этом для представления учебной дисциплины некоторые модели являются более удобными, нежели другие и различные авторы имеют разные предпочтения по модели, наиболее подходящей для представления учебного курса.

Тем не менее, формализация уже имеющегося учебного курса в любой из упомянутых выше моделей является весьма трудоемкой задачей, сопоставимой с написанием нового учебного курса. Кроме того, разработка нового курса также потребует значительных затрат, для того чтобы представить информацию как в виде удобном для изучения респондентом (в виде обычного текста), так и в виде удобном для анализа интеллектуальной системой (в виде структурированных знаний).

В качестве консенсуса между достаточностью структурированности знаний и простотой их поддержки предлагается следующий подход:

1. Весь учебный курс хранится в виде текста со специальной разметкой (ТСР). Пример такого текста изображен на рис. 2.
2. При необходимости получения обычного текста, из исходного текста удаляется вся служебная разметка и остается только обычный текст. Пример такого текста изображен на рисунке 4.

Подсистема управления процессами

=====

{@Процесс} {!это} {последовательная программа} располагающая {\программным\ окружением}, достаточным для своего выполнения.

{@Программное окружение} {!образуют} {системные программы} и {системные структуры}, обслуживающие данную программу.

{@Диспетчеризация процессов} это процесс {!распределения} {квант времени} между {процессами}, существующими в системе и находящимися в состоянии {\состояние процесса\ готов}.

{@Важнейшими аппаратными ресурсами ВС} {!являются} {ЦП} и {ОП}.

{@Управление |ЦП| и |ОП|} {!осуществляется} как программно - {подпрограммами ядра ОС|=программное управление ЦП и ОП|}, так и аппаратно - {аппаратурой ЦП|=аппаратное управление ЦП и ОП|}.

При этом {@программное управление ЦП и ОП} {!использует} и {!дополняет} соответствующее {аппаратное управление \ЦП и ОП\}.

Рисунок 2 – Пример исходного текста со специальной разметкой

При необходимости получения структурированных знаний, из исходного текста удаляются все фрагменты, не защищенные служебной разметкой, все идентификаторы приводятся к начальной форме, строится семантическая модель знаний в виде семантической сети. Пример такой сети изображен на рис. 5.

Как уже говорилось, текст со специальной разметкой представляет собой обычный текст с вкраплениями служебной информации. Весь текст разбивается на утверждения, в каждом из которых есть:

1. Объект – терм, который определяется в данном утверждении. В служебной разметке он выглядит как “{@Объект}”.

2. Один или несколько субъектов. Это термы, которые участвуют в утверждении, но не являются объектом. В служебной разметке они выглядят как “{Субъект}”.

3. Один или несколько основных глаголов, определяющие связь между объектом и субъектом (субъектами). В служебной разметке они выглядят как “{!Определяет}”.

Вид семантической сети определяется следующими правилами:

1. Она представляет собой ориентированный граф со связями без имен и весов.

2. Вершины могут быть одним из двух типов: 1) терм, отражающий какое-то понятие из предметной области; 2) связь, показывающая отношение между одним или несколькими термами.

3. Вершины, представляющие собой термы, имеют вид прямоугольника. Будем использовать для их обозначения понятие “вершина-терм”.

4. Вершины, представляющие собой связи, имеют вид прямоугольника со скругленными углами. Будем использовать их для обозначения понятие “вершина-связь”.

5. Различные вершины-термы не могут быть соединены между собой напрямую без вершин-связей.

6. Связь, исходящая из вершины-связи к вершине-терму, показывает, что данный терм определяется данной связью (является объектом). Связь, входящая из вершин-термов в вершину-связь, показывает, что данные термы, участвуют в определении объекта (являются субъектами).

После формирования данной сети, необходимо покрыть все связи сети набором тестов. При этом тестовый вопрос может быть задан как к одной связи, так и к нескольким. На рис. 3 показаны примеры отображения таких вопросов, обозначенных (1) и (2) соответственно.

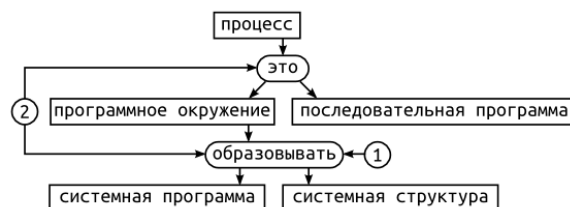


Рисунок 3 – Пример покрытия сети тестами

Примерами подобных вопросов, например, могут быть:

1. Вопрос с несколькими правильными ответами: "Что образует программное окружение процесса?" и ответами: 1) операционная система; 2) системная программа; 3) пользователь; 4) интернет; 5) системная структура.

2. Вопрос с одним правильным ответом: "Без чего не может существовать процесс?" и ответами: 1) пользователя; 2) программного shell'a; 3) устройства ввода-вывода; 4) системной структуры; 5) вытесняющего планировщика задач.

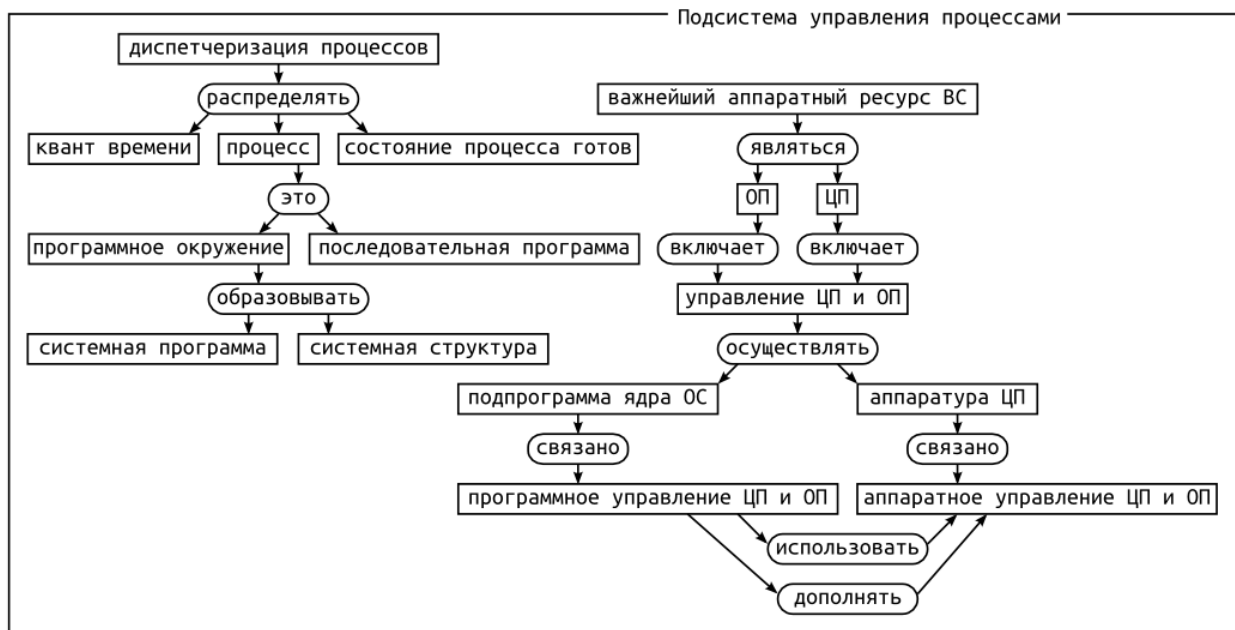
С другой стороны одна связь может быть покрыта как одним вопросом, так и несколькими. Хотя это и противоречит составлению теста с точки зрения минимально достаточного количества вопросов, это может иметь смысл, поскольку сокращает вероятность жульничества респондентом и переводит диалог между респондентом и обучающей системой на уровень близкий к естественному.

Подсистема управления процессами

Процесс - последовательная программа располагающая окружением, достаточным для своего выполнения. Окружение программы образуют системные программы и системные структуры, обслуживающие данную программу. Диспетчеризация процессов это процесс распределения квант времени между процессами, существующими в системе и находящимися в состоянии готов.

Важнейшими аппаратными ресурсами ВС являются ЦП и ОП. Управление ЦП и ОП осуществляется как программно - подпрограммами ядра ОС, так и аппаратно - аппаратурой ЦП. При этом программное управление ЦП и ОП использует и дополняет соответствующее аппаратное управление.

Рисунок 4 – Пример выходного обычного текста



4. Математические основы отображения исследуемого объекта в 3-симплексе

В основе принятия и обоснования решений в обучающе-тестирующих системах лежит следующая теорема, предложенная в публикациях [Янковская, 2000, Yankovskaya, 2004].

Теорема: для любого набора одновременно не равных нулю чисел a_1, a_2, \dots, a_{n+1} , где n – размерность правильного симплекса, можно найти одну и только одну такую точку, что $h_1:h_2:\dots:h_{n+1} = a_1:a_2:\dots:a_{n+1}$, где h_i ($i \in \{1, 2, \dots, n+1\}$) – расстояние этой точки до i -ой грани [Янковская, 1991, Кондратенко, 1992].

При $n=3$ коэффициент a_i ($i \in \{1, 2, 3, 4\}$) представляет собой степень условной близости исследуемого объекта к i -му образу.

Поскольку 3-симплекс обладает свойством постоянства суммы расстояний (h) из любой точки до его граней и свойством сохранения отношений $h_1/a_1=h_2/a_2=h_3/a_3=h_4/a_4$, то расстояния h_1, h_2, h_3, h_4 вычисляются на основе коэффициентов a_i ($i \in \{1, 2, 3, 4\}$) и операции нормализации из следующих соотношений

$$\left\{ \begin{array}{l} h = \sum_{i=1}^4 h_i \\ h = \alpha \sum_{i=1}^4 a_i \end{array} \right., \quad (2)$$

по формуле

$$h_i = \frac{h \cdot a_i}{\sum_{i=1}^4 a_i}, npu \ i \in \{1, 2, \dots, 4\}, \quad (3)$$

где α – коэффициент масштабирования.

Данная теорема использовалась в более чем тридцати прикладных интеллектуальных системах и в трех инструментальных средствах выявления различного рода закономерностей и принятия диагностических, организационно-управленческих и классификационных решений в целях принятия и обоснования принимаемых решений.

Далее при изложении будем использовать термин 3-симплекс, опустив слово правильный.

5. Применение 3-симплекса для интерпретации результатов обучения

Поскольку в ходе тестирования происходит достаточно подробный сбор информации о процессе прохождения теста, то целесообразно применение дополнительных инструментов, которые облегчают преподавателю задачу анализа этой информации. Задачу анализа информации удобно декомпозировать как минимум на две подзадачи:

1. Разработка инструментария для анализа процесса прохождения теста, позволяющего упростить интерпретацию карты действий респондента (КДР).
2. Разработка инструментария для анализа результата прохождения теста, упрощающего интерпретацию набора оценочных коэффициентов для различных классов задач.

В связи с рамками публикации будет рассмотрен только инструментарий для упрощения анализа

оценочных коэффициентов, а вопросы, связанные с инструментарием для упрощения анализа КДР, будут рассмотрены в следующих публикациях.

Для визуализации и обоснования динамики результатов прохождения теста также как и ранее предлагается использовать 3-симплекс, но с небольшими изменениями.

Переходя от одномерной оценки (например, 5-ти бальной), отражающей величину усвоенного материала к многомерной оценке, основанной на наборе оценочных коэффициентов, становится целесообразным использование 3-симплекса, отображающего образы 5-и бальной шкалы оценки результатов тестирования: неудовлетворительно (2), удовлетворительно (3), хорошо (4), отлично (5).

Один из 4-х образов, сопоставлен грани 3-симплекса, соответствует образу респондента, который не проявляет успеха ни в одной из областей знаний по набору оценочных коэффициентов. Это необходимо для того, чтобы на 3-симплексе было возможным осуществить разделение объектов с одинаковыми отношениями расстояний от объекта до граней 3-симплекса, но с различными абсолютными показателями оценочных коэффициентов. Для примера, респондент с показателями 2-1-2-2 и респондент с показателями 6-3-6-6, без введения дополнительного образа, будут представлены в виде одной точки, но обладать отличающимися в 3 раза абсолютными показателями.

Приведем пример использования 3-симплекса для области разработки программных систем.

В рамках разработки клиент-серверной программной системы с мультимедийными возможностями целесообразен перевод набора оценочных коэффициентов в следующие показатели: 1) решение задач требующих большой сосредоточенности; 2) решение нетривиальных задач; 3) быстрая обучаемость и знание большого количества технологий.

На 3-симплексе вышеизложенные показатели отображены, соответственно, оранжевым, желтым и зеленым цветами (рис.6).

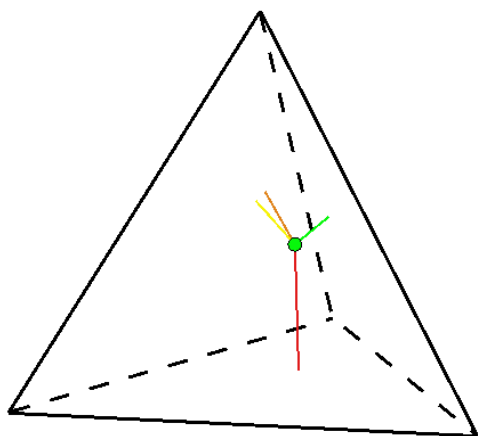


Рисунок 6 – Пример использования 3-симплекса

Исходя из вышеизложенного по изображенному на рис. 6 3-симплексу можно утверждать, что мы рассматриваем специалиста немного выше среднего уровня с примерно одинаковым распределением способностей, но небольшим перевесом в сторону увлечения изучения и применения различных технологий (3-го показателя).

Имея такую информацию о каждом исполнителе, можно эффективно планировать ход разработки программы.

Заключение

В статье отражена актуальность проводимых исследований и уровень развития современных интеллектуальных обучающе-тестирующих систем. Показана целесообразность внедрения смешанного обучения с использованием смешанных диагностических тестов, представляющих собой оптимальное сочетание безусловной и условной составляющих.

Кратко описаны проблемы и способы их решения для задач: проверки степени усвоения знаний; создания методологического аппарата, а также базы данных и знаний; оценки результатов прохождения тестов как по фрагменту учебного курса, так и по всему учебному курсу.

Приведена модифицированная архитектура интеллектуальной обучающе-тестирующей системы. Дано описание модели представления учебного курса в интеллектуальной обучающе-тестирующей системе как для респондента в виде обычного текста, так и для системы в виде текста со специальной разметкой, который может быть представлен в виде семантической сети.

Указаны способы формирования вопросов для тестирования по семантической сети с указанием примеров.

Представлены ранее созданные математические основы отображения исследуемого объекта в 3-симплексе. Приводится применение 3-симплекса для интерпретации результатов обучения в виде удобном для анализа показателей обучения или качества составления учебного курса.

Описаны оценочные коэффициенты, отражающие используемые респондентом способности для решения различного класса задач:

- запоминание и воспроизведение материала в неизменённом виде;
- воспроизведение материала в изменённом виде;
- извлечение новых знаний на основе изученного материала;
- решение задач и т.д.

Описана идея системы оценок, основанная на сопоставлении существенных показателей по выбранной дисциплине, представленной набором оценочных коэффициентов.

Дальнейшие исследования направлены на программную реализацию описанного инструментария и развитие предложенного подхода.

Также дальнейшие исследования направлены на создание инструментария для визуализации и анализа карты действий респондента, по изучению выбранной учебной дисциплины, представленной в интеллектуальной обучающее-тестирующей системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты № 13-07-98037р_сибирь-а, № 13-07-00373а и № 14-07-00673), а также частично гранта РГНФ (проект № 13-06-00709).

Библиографический список

[Кондратенко, 1992] Система визуализации TRIANG для обоснования принятия решений с использованием когнитивной графики / С.В. Кондратенко, А.Е. Янковская // Тезисы докладов III конференции по Искусственному интеллекту. Том, Тверь, 1992, 152-155

[Костюк, 2014] Массовые открытые онлайн курсы – современная концепция в образовании и обучении / Костюк Ю.Л., Левин И.С., Фукс А.Л., Фукс И.Л., Янковская А.Е. // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 1 (26). – С. 89-98.

[Поспелов, 1990] Данные и знания / Поспелов Д.А. // Искусственный интеллект. Справочник в 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник/ под ред. Д. А. Поспелова. Будущее искусственного интеллекта. 1990, 7-13.

[Титов, 2010] Информатика: экспресс-подготовка к интернет-тестированию: учебное пособие / В.М. Титов, О.Н. Рубальская, О.В. Маленкова и др.; под ред. О.Н. Рубальской - М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010, -240 с.

[Янковская, 1991] Преобразование пространства признаков в пространство образов на базе логико-комбинаторных методов и свойств некоторых геометрических фигур / А.Е. Янковская // Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии. Тез. докладов I Всесоюзной конференции. Часть II. – Минск, 1991. – С. 178-181.

[Янковская, 2000] Отражение образного мышления специалиста в интеллектуальной распознающей системе патогенеза заболевания / Янковская А.Е., Тетенов Ф.Ф., Черногорюк Г.Э // Компьютерная хроника. – 2000. – №6. – С. 77-92.

[Янковская, 2011] Янковская А.Е. Смешанные диагностические тесты – новая парадигма создания интеллектуальных обучающих и контролирующих систем // Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Новое качество образования в новых условиях". – Томск: ТОИПКО, 2011. – Т.1. – с. 195-203. (ISBN 978-5-903029-30-3).

[Янковская, 2014] Средства когнитивной графики в интеллектуальных обучающе-тестирующих системах / Янковская А.Е., Ямшанов А.В., Кривдюк Н.М. // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2014), Материалы IV междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БГУИР, с 303-308, 2014.

[Bliuc, 2007] Research Focus and Methodological Choices in Studies into Students' Experiences of Blended Learning in Higher Education / A. M. Bliuc, P. Goodyear, R.A. Ellis // Internet and Higher Education, 10, (2007), 231-244.

[Koller, 2012] What we're learning from online education / Koller D. // TED-talks, august 2012. http://www.ted.com/talks/daphne_koller_what_we_re_learning_from_online_education.html

[Yankovskaya, 1996] Design of Optimal Mixed Diagnostic Test With Reference to the Problems of Evolutionary Computation / Yankovskaya A. // Proc. of the First International Conference on Evolutionary Computation and Its Applications, Moscow, EVCA'96, 1996. P. 292-297.

[Yankovskaya, 2004] Optimization of a set of tests selection satisfying the criteria prescribed / A.E. Yankovskaya, V.I. Mozheiko

// 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-7-2004). Conference Proceedings, Vol. I, St. Petersburg: SPbETU 2004, 145-148

[Yankovskaya, 2013] Application Mixed Diagnostic Tests in Blended Education and Training / Yankovskaya A.E., Semenov M.E.

// Proceedings of the IASTED International Conference Web-based Education (WBE 2013) February 13 - 15, 2013 Innsbruck, Austria. – 2013. pp. 935-939.

APPLICATION OF COGNITIVE GRAPHICS TOOLS BASED ON THE 3-SIMPLEX IN INTELLIGENT TRAINING-TESTING SYSTEMS

Yankovskaya A.E.^{*}, Shurygin Y.A.^{**},
Yamshanov A.V.^{**}, Krivdyuk N.M.^{**}

** Tomsk State University of Architecture and Building*

*National Research Tomsk State University
Tomsk State University of Control Systems and
Radioelectronics
Siberian State Medical University
Tomsk, Russia*

ayyankov@gmail.com

*** Tomsk State University of Control Systems and
Radioelectronics
Tomsk, Russia*

kcup@kcup.tusur.ru

yav@keva.tusur.ru

knm@kcup.tusur.ru

In the paper, a new approach to construct diagnostic tests for a learning course, represented in structured knowledge form (semantic network), is given. Also, a new approach to develop a learning course in representation, which is useful for usual examination and for knowledge formalization, is proposed. The architecture of intellectual training-testing system based on these approaches is presented. Then, we discuss the advantages and problems of applying these approaches. Besides, the method to estimate numerical rating of learned lessons and special tool for solution this task based on the 3-simplex are suggested. The displaying results of testing and the dynamics of learning with using the 3-simplex are considered. In conclusion, we discuss the advantages of using the 3-simplex in creating intelligent training-testing systems and the prospects for further development of the visualization module.