

Заключение

Путем комбинации учебных модулей, тем и уровней изучения можно создать индивидуальные образовательные траектории, ориентированные на различные формы обучения, аудиторию и на отдельных студентов. Таким образом, реализуется принцип адаптации.

Для всего образовательного процесса в области программирования и баз данных в соответствии с указанными принципами были разработаны учебники [1, 2] и пособия [3, 4], в которых учебный матери-

ал классифицирован по специализации и уровням изучения. Для контроля знаний студентов были разработаны примеры, упражнения и задачи для программирования, темы практических, контрольных и курсовых работ, тесты для электронного тестирования, вопросы для зачетов и экзаменов.

Разработанное методическое и программное обеспечение было применено в учебном процессе в нескольких высших и средних учебных заведениях с различными формами обучения и показало свою эффективность.

Литература

1. Плещев В.В. Информатика и программирование. Quick Basic и Visual Basic 6.0, VBScript, HTML, ASP, Dreamweaver, Crystal Reports с примерами и упражнениями: Учеб. 3-е изд., испр. и доп. (реком. УМО Минобразования РФ). Екатеринбург, 2002.
2. Плещев В.В. Высокоуровневые методы информатики и программирования. Delphi 5, C++ Builder 5, Visual C++ с примерами и упражнениями: Учеб. 2-е изд., испр. и доп. (реком. УМО Минобразования РФ). Екатеринбург, 2002.
3. Плещев В.В. Базы данных. Visual FoxPro, Access, SQL Server, Oracle: Учеб. пос. Екатеринбург, 2002.
4. Плещев В.В. Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий: Учеб. пос. Екатеринбург, 2003.

УДК 378

О.Г. Берестнева, О.В. Марухина*, А.М. Уразаев***

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

*Томский политехнический университет

**Томский государственный педагогический университет

Создание интеллектуальной системы компьютерного тестирования не дань моде, а необходимость, связанная с требованиями сокращения временных и стоимостных затрат на обучение субъектов образовательного процесса. Она должна обеспечивать упрощение процедур тестирования, тщательного анализа и удобного представления его результатов в различных проблемных областях.

Для эффективного анализа результатов тестирования вне зависимости от задачи, решаемой пользователем, особое значение приобретают методы визуализации, обеспечивающие для разных тестов единую форму представления конечной информации в виде отображений, адекватных зрительному восприятию человека и удобных для однозначного толкования полученных результатов. Так как результаты тестирования komponуются в виде числовых таблиц, то методы визуализации должны способствовать наглядному изображению этих таблиц в графическом виде.

В последнее время разработано достаточно большое количество интеллектуальных систем и методик для оценки качества подготовки специалистов. К числу этих систем относятся такие, например, как «Экспертные обучающие системы как инструмент педагогического общения» [1], целью которой является

разработка модели экспертной обучающей системы; «Автоматизированная обучающая система по английскому языку с использованием мультимедиа и гипертекстовых учебных пособий» [2], целью которой ставилось создание автоматизированных обучающих компьютерных курсов английского языка. Следует указать также на систему «Компьютерного информационного обеспечения учебного процесса» [3], которая используется для создания системы компьютерных программ при автоматизации учебного процесса.

При сравнительном анализе приведенных выше систем можно отметить, что в качестве исходной информации в них используются среднестатистические данные, достоверность которых практически невозможно оценить для конкретных тестируемых групп и проконтролировать. Кроме того, в этих случаях дополнительно вводятся оценочные показатели, устанавливаемые, как правило, экспертным путем. Таким образом, эти используемые сегодня подходы к созданию систем имеют ряд недостатков, а именно: субъективизм, низкую достоверность исходной информации и, как следствие, низкое качество результатов оценки.

Рассматриваемый в настоящей работе подход, лишен этих недостатков, поскольку выводы основа-

ны на реальных, а не среднестатистических данных. Он позволяет принципиально по-новому подойти к оценке качества подготовки специалистов с использованием интеллектуальных систем в условиях использования компьютерной сети, баз данных и баз знаний [4–16]. Ниже приводятся алгоритмы; описание интеллектуальной системы компьютерного тестирования, реализующей изложенные алгоритмы; кратко излагаются результаты апробации системы и пути дальнейшего ее развития.

Алгоритмическое обеспечение

Ключевыми алгоритмами, реализуемыми в интеллектуальной системе, являются:

- 1) создание и модификация тестов,
- 2) тестирование,
- 3) принятие решения по результатам тестирования,
- 4) визуализация результатов.

В создании и модификации тестов использовались закрытая (альтернативная) и открытая формы тестовых заданий.

Под *закрытой* понимается такая форма тестовых заданий, где тестируемому предлагается ряд вариантов ответов, среди которых один или несколько правильных. В открытой форме тестируемый должен сам ввести правильный ответ.

Для формирования обобщенной оценки по результатам тестирования на этапе принятия решений в работе были использованы два алгоритма: упорядочения альтернатив при аддитивности критериев и принятия решения в условиях неопределенности, основанных на математическом аппарате, представленном в [17–19].

Алгоритм оценки и упорядочения альтернатив при аддитивности критериев основан на аддитивной свертке, обобщенной на случай нечеткой исходной информации. При этом используется треугольное представление нечетких оценок альтернатив и коэффициентов важности критериев [19].

Кратко изложим алгоритм упорядочения m альтернатив по n критериям: a_1, a_2, \dots, a_m . Соответствующую оценку-альтернативу обозначим R_{ij} , $i = \overline{1, m}$. Относительную важность каждого критерия зададим коэффициентом W_j , $j = \overline{1, n}$. В этом случае взвешенная оценка i -й альтернативы вычисляется по формуле

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_j R_{ij}}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (1)$$

или, если оценки нормированы, по формуле

$$R_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij}. \quad (2)$$

На основе полученных взвешенных оценок R_i сравниваются альтернативы. Для этого вводится нечеткое множество I , заданное на множестве индексов альтернатив $\{1, 2, \dots, m\}$, и значение соответствующей

функции принадлежности интерпретируется как характеристика степени того, насколько альтернатива a_i является лучшей. Значение $\mu_i(i)$ вычисляется по формуле

$$\mu_i(i) = \sup_{\substack{r_1, r_2, \dots, r_m: r_i > r_j \\ j=1, n}} (\min(\mu_x(x), \mu_y(y))). \quad (3)$$

Упорядочение альтернатив осуществляется по неубыванию значений функции принадлежности.

В алгоритме принятия решения в условиях неопределенности используется свертка на основе операции пересечения нечетких множеств [19].

Пусть имеется множество из m альтернатив: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$.

Для критерия C может быть рассмотрено нечеткое множество

$$C = \{\mu_C(a_1)/a_1, \mu_C(a_2)/a_2, \dots, \mu_C(a_m)/a_m\},$$

где $\mu_C(a_i) \in [0, 1]$ – соответствующая оценка альтернативы a_i по критерию C .

Если имеется n -критериев C_1, C_2, \dots, C_n , то формула для выбора наилучшей альтернативы может быть записана в виде пересечения соответствующих множеств

$$D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n.$$

Операция пересечения нечетких множеств соответствует операции \min , выполняемой над их функциями принадлежности

$$\mu(D(a_i)) = \min_{j=1, m, i=1, n} (\mu(C_j(a_i))). \quad (4)$$

Для выделения однотипных групп тестируемых используются методы кластерного анализа, в частности *distant*-алгоритмы, в которых в качестве меры упорядочения образов в пространстве $R^2 \{Y_n^0\}_1^N$ принимается близость точек по расстоянию между ними [20].

В дальнейшем под термином «таблица данных» понимается ее математическое определение как матрицы данных $T_{ML}(X)$. При этом полагается, что над таблицей данных $T_{ML}(X)$ можно проводить любые математические операции, разрешенные для матриц данных. Элементами N и L будем обозначать число строк и столбцов в матрице (таблице). Вектору $X_n \in R^L$ соответствует n -я строка матрицы $T_{ML}(X)$. Она показывает, какие значения приняли все L координат для точки конца этого вектора. Вектором $X_l \in R^L$ обозначим l -й столбец таблицы $T_{ML}(X)$. Он определен значениями l -го параметра на всех N элементах выборки X . Число X_{nl} соответствует значению l -го параметра у n -го элемента. Возможны два способа описания: с помощью исходной таблицы данных $T_{ML}(X)$ и с помощью матриц близости.

Для визуального представления числовой таблицы $T_{ML}(X)$ требуется найти такое описание образов ее элементов в виде таблицы $T(Y)$, для которого взаимное расположение точек-образов в R^2 (геометрическая структура данных) незначительно отличает-

ся от взаимного расположения элементов X_i в R^L (структура исходных данных). Это условие формализуется соотношением

$$\varepsilon = \min_W \varepsilon(F_{\text{сд}}, F_{\text{гсд}}), \quad (5)$$

где ε – функция, определяющая рассогласование структур данных в пространствах R^L и R^2 для выбранного способа их описания; $F_{\text{сд}}$ – описание структуры исходных данных; $F_{\text{гсд}}$ – описание геометрической структуры данных; $W = \{w\}$ – совокупность критериев, по которым можно минимизировать функцию ε .

Для отображения данных в пространстве R^3 реализован алгоритм, основанный на фрактальных ландшафтах. В его основе лежит методика множественного разбиения треугольной основы с последующим растягиванием вершин смежных треугольников по оси OZ [21].

Краткая характеристика системы MG-SYSTEM

Интеллектуальная система MG-SYSTEM предназначена для конструирования тестов различной сложности и размерности с последующим сохранением результатов тестирования в базах данных, а также для проведения их комплексного анализа, реализуемых на основе вышеприведенных алгоритмов, и визуализации результатов тестирования.

Каждый алгоритм реализуется соответствующим программным модулем:

- 1) создание и модификация тестов,
- 2) тестирование,
- 3) принятие решения по результатам тестирования,
- 4) визуализация результатов.

Программная реализация системы соответствует современным стандартам:

- контекстно-зависимая справочная система, позволяющая получить справку о том или ином программном компоненте, не запуская исполняемый модуль;
- удобный пользовательский интерфейс, представляющий стандартные Windows-компоненты;
- надежность в хранении данных путем использования мировых стандартов доступа к базам данных;
- модифицируемость блоков программы за счет модульной реализации системы.

Разработанная интеллектуальная система MG-SYSTEM представляет собой стандартное Windows MDI-приложение, отвечающее всем современным требованиям программного продукта для операционных систем Windows 95/98/ NT.

MDI-приложение означает, что программа представляет собой многодокументальный интерфейс, состоящий из одного главного окна и множества динамически создающихся дочерних окон, связанных с главным окном на уровне программных событий.

Система MG-SYSTEM написана на языке Object Pascal в среде Delphi 3.0 с использованием BDE (Borland Database Engine) и компонентов RXControls. Базы данных и знаний используются в стандарте Paradox 7.0.

Опыт апробации

В разработанную систему были включены следующие компьютерные тесты:

- по учебным дисциплинам кафедры прикладной математики Томского политехнического университета (компьютерная математика, линейная алгебра и аналитическая геометрия, информатика) и кафедры общей и прикладной психологии Томского государственного педагогического университета (математические основы психологии, профориентология, компьютерная психодиагностика);
- для оценки уровня подготовки выпускников кафедры;
- профессиональной ориентации.

Результаты опытной эксплуатации системы показали, что система значительно сокращает временные затраты на опрос студентов, объективно контролирует знания студентов и позволяет автоматически протоколировать результаты тестирования.

Заключение

Разработанная интеллектуальная система MG-SYSTEM реализована на языке программирования Object Pascal в среде Delphi 3.0 с использованием поддержки баз данных BDE, позволяет конструировать тесты различной сложности и размерности, сохранять результаты тестирования в базах данных и знаний и проводить комплексный анализ и визуализацию результатов тестирования.

В процессе разработки системы были решены следующие основные задачи:

1. Разработаны алгоритмы и программы для отслеживания учебной деятельности студентов в течение всего срока обучения, а также для оценки остаточных знаний.
2. На основе существующих методов теории нечетких множеств разработан алгоритм обобщенной оценки уровня подготовки специалиста.
3. Программно реализована визуализация результатов тестирования с помощью средств компьютерной графики.
4. Интерфейсная организация системы в режиме реального времени.

Система MG-SYSTEM позволяет интерактивно получать, хранить и обновлять данные как на одного испытуемого, так и групп испытуемых.

Для программной реализации визуализации результатов были использованы наиболее перспективные направления: представление данных с помощью

фрактальных ландшафтов и отображение скоплений точек на основе кластерного анализа, в котором близость точек по расстоянию между ними определяется с помощью distant-алгоритмов.

Интеллектуальный интерфейс системы (человек-компьютер) реализован в режиме реального времени с учетом современных технологий.

Благодаря модульности реализации алгоритмов система позволяет дополнять ее новыми алгоритма-

ми обработки экспериментальных данных; например, в последний вариант системы включены экспертно-статистические алгоритмы.

Опыт применения системы в учебном процессе показал целесообразность распространения данной системы в вузах страны, а также расширения возможностей системы путем включения других дисциплин.

Работа частично поддержана грантом РФФИ (проект № 03-06-80128).

Литература

1. Котикова В.Н. и др. Экспертные обучающие системы // Искусственный интеллект в образовании: Тр. междунар. семин. Ч. 2. Казань, 1996.
2. Курушин Д.С. и др. Автоматизированная обучающая система по английскому языку с использованием мультимедиа и гипертекстовых учебных пособий // Там же.
3. Ситников Ю.К., Плеухова Л.Ф. Компьютерное информационное обеспечение учебного процесса // Там же.
4. Марухина О.В., Берестнева О.Г. Системный подход к оценке качества образования // Стандарты и качество. 2002. № 4.
5. Berestneva O., Kotova (Maroukhine) O., Blacher A., Petichenko A. Computer testing the knowledge and skills of students of devotion applied mathematics // Abstr. the third Russian-Korean Intern. Symp. of Skeins and Technology KORUS'99. 22-25 June 1999 at Novosibirsk State Technical University. Novosibirsk, 1999. V. 2.
6. Maroukhine O.V. et al. Information technologies in education quality assessment // Abstr. the 6th Intern. Symp. on Science and Technology Novosibirsk State Technical University 24-30 June 2002. Novosibirsk, 2002. V. 2.
7. Berestneva O.G. et al. Evaluation of quality education on the basis of modern information technologies // 2002 IEEE Intern. Conf. on Artificial Intelligence Systems ICAIS, 5-10 Sept. 2002. Divnomorskoe, 2002.
8. Берестнева О.Г., Котова О.В., Воробьева Н.Г. и др. Новые информационные технологии в учебном процессе, дистанционное обучение и Интернет // Информационные технологии в образовании: Сб. тр. участников IX Междунар. конф.-выставки. Ч. 3. М., 1999.
9. Берестнева О.Г., Котова О.В., Дубинина И.А., Иванкина Л.И. Новые информационные технологии в учебном процессе // Информационные технологии в образовании: Сб. тр. Ч. 3. М., 1999.
10. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Государственный образовательный стандарт как критерий качества образовательного процесса // Проблемы и практика инженерного образования: Тр. V Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 24-26 мая 2002. Томск, 2002.
11. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Информационные технологии в оценке качества образовательных услуг // Образовательный стандарт нового поколения. Организационно-технологическое и материально-техническое обеспечение: Тр. конф., посвящ. 300-летию инженерного образования в России. Томск, 2001.
12. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Методы многомерного анализа данных в задачах оценки качества образования // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. 2002. № 1.
13. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Оценка и управление качеством образовательной деятельности // Мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 2002.
14. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Применение компьютерных технологий и сети Интернет для оценки качества образовательных услуг в системе высшей школы // Качество образования. Достижения. Проблемы: Мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2001.
15. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Проблемы оценки качества образования в техническом вузе // Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах: Мат-лы II Междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск, 25 нояб. 2001 г.: В 6 ч. Ч. 3. Новочеркасск, 2001.
16. Берестнева О.Г. и др. Оценка учебных дисциплин как критерий качества образовательного процесса: Деп. в НИИВО. № 240-2001 от 09.12.01.
17. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М., 1982.
18. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М., 1976.
19. Борисов А. и др. Принятие решений на основе нечетких моделей. Рига, 1990.
20. Попечителей Е.П., Романов С.В. Анализ числовых таблиц в биотехнических системах обработки экспериментальных данных. СПб., 1985.
21. Шемитц Дж. Delphi 3: Библиотека программиста. СПб., 1998.