УДК 004.9:510

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ОРИЕНТИРОВАННОЙ НОТАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ, СОХРАНЯЮЩЕЙ СЕМАНТИКУ

Вовк А.И.\*, Рубан Ю.Я.\*, Гирнык Д.А.\*\*

\* Государственный научно-исследовательский институт автоматизированных систем в строительстве, г.Киев, Украина

### vovk@ndiasb.kiev.ua ruban@ndiasb.kiev.ua

\*\* Международный научно-учебный Центр информационных технологий и систем Национальной Академии наук Украины, г.Киев, Украина

### den@girnyk.com

В работе рассмотрена система тестирования, использующая WEB-ориентированную нотацию, реализующую натуральный язык представления математических текстов и сохраняющую их семантику. Ключевые слова: WEB-математика, математическая нотация, дистанционное обучение, тестирование.

### Введение

Особенностью существенной части многих научных и образовательных ресурсов, содержащих математику, физику, экономические науки и т.п., является наличие математических формул. В частности, при разработке систем тестирования по техническим дисциплинам приходится сталкиваться с необходимостью использования математических выражений как при формулировании заданий, так и при подготовке ответов.

# 1. Математические тексты в системах тестирования

ГНИИ автоматизированных систем строительстве проводит аттестацию ведущих работников отрасли. Одним из обязательных условий оценки знаний является прохождение специальных тестов. Используя обычные схемы тестовых заданий, например, выбор одного или нескольких правильных ответов из заданного списка предлагаемых, не всегда удается эффективно решать задачу оценки знаний субъектов тестирования. Поскольку проблемы в различных отраслях знаний аналогичные, достаточно рассмотреть этот вопрос на примере тестирования по математике. Сначала традиционный вариант тестового рассмотрим задания, который представлен на рис. 1.

# Пример тестового вопроса "Вибор многих (одного) из многих"

Укажите значение наибольшего среди действительных корней алгебраического уравнения 4-го порядка

$$x^4 - 4x^2 + 8x - 4 = 0$$

- $= 1+\sqrt{7}$
- 3+√3
- $= 1-\sqrt{7}$
- 2
- √ -1+√3
- $= 2 + \frac{\sqrt{3}}{2}$

### ОТОСЛАТЬ ОТВЕТ

Рисунок 1 - Скриншот страницы сайта http://asdev.com.ua/do/ При таком подходе к тестированию участник тестирования не обязан знать, как решаются подобные уравнения и что такое комплексные числа. Для подстановки представленных вариантов решений в исходное уравнение ему достаточно знать математику в пределах алгебраических преобразований, выполнив которые, он найдет нужный ответ.

Теперь предложим более сложное задание, представленное на рис. 2.

## Пример тестового вопроса "Ввод математического выражения"

Наберите (в желтом окне) с помощью клавиатуры значение наибольшего среди действительных корней алгебраического уравнения 4-го порядка

$$x^4 - 4x^2 + 8x - 4 = 0$$



примеры оформления ответа ВНИМАНИЕ: это не варианты ответа



Рисунок 2 — Скриншот страницы сайта http://asdev.com.ua/do/ .

В этом случае для нахождения ответа необходимо уметь решать подобные уравнения, в том числе знать, что такое комплексные решения. Для ввода, корректировки и проверки правильности ответа создан плагин, в основе которого используется нотация редактора математических формул MathTextView ([MathTextView, 2000], [Вовк и др., 2007], [Вовк и др., 2007], [Вовк и др., 2011]), которая сохраняет семантику формулы. Для чего это необходимо при создании тестовых заданий по математике, физике, экономике? Ведь существует широко распространенный язык ТеХ и ряд

родственных ему языков (см. Д. Кнут [Knuth, 1984]). Однако этот язык не обладает информацией о семантике формулы. Это, во-первых, затрудняет создание разумного WISIWIG-редактора (What You See Is What You Get, что видишь, то и получишь) Например, в рассматриваемом плагине все промежуточные операции завершаются "на лету". Редактор добавит отсутствующую скобку, потребует ввода недостающего операнда и т.д. Во-вторых, наличие семантики дает возможность корректно проверить правильность решения. Ведь даже в таком простом примере, представленном нами, может быть, по крайней мере, два варианта правильного ответа:  $-1 + \sqrt{3}$  и  $\sqrt{3} - 1$ , если не учитывать, что  $\sqrt{3} = 3^{1/2}$  или даже  $\sqrt{3} = 3^{0.5}$ (хотя последние два случая можно и исключить, заранее оговорив форму ответа или расширив соотверствующим образом список правильних <del>ответов)</del>. Если же попросить субьекта тестирования для рассматриваемого случая выписать все действительные решения уравнения, например, в виде массива  $(-1+\sqrt{3},-1-\sqrt{3})$ , то в этом случае добавится еще одна неоднозначность, связанная с порядком записи решений в массиве. Таким образом, приходим к выводу, что без сохранения семантики, невозможно или очень затруднительно корректно оценить правильность ответа. Предлагаемый плагин по мощности символьных преобразований, конечно, уступает такому продукту, как Maple [Maple], но для тестовых заданий вполне может быть пригоден. Что касается известного редактора, использующего математической разметки MathML, отвергается нами по причине сложной нотации, которая вряд ли когда-нибудь будет реализована в системах тестирования. Язык MathML - это язык, который целесообразен при машинной обработке математических текстов. Подчеркнем, что язык разметки MathTextView основан на том, что математические выражения сами обладают строгой структурой, являющейся носителем семантики.

Для демонстрации возможностей языка MathTextView, применяемого для выполнения целей тестирования с использованием математических текстов, приведем еще пару примеров. Отметим, что нотация MathTextView позволяет отобразить около 250 математических объектов [MTV]:

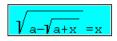
- арифметические операции;
- отношения;
- элементарные функции;
- пределы;
- интервалы;
- скобки;
- логические операции;
- представление множеств;

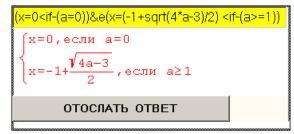
- операции над множествами;
- произвольные функции, индексы;
- векторы, матрицы;
- производные;
- интегралы, ряды, произведения;
- кванторы;
- разное;
- греческие буквы;
- готические буквы;
- спецсимволы;
- схематические рисунки;
- графики;
- размерности.

Пример нотации логической конструкции представлен на рис. 3.

### Пример тестового вопроса "Ввод математического выражения"

Запишите (в желтом окне) решение нелинейного уравнения





примеры оформления ответа ВНИМАНИЕ: это не вариант ответа

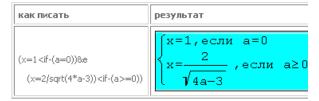


Рисунок 3 — Скриншот страницы сайта http://asdev.com.ua/do/ .

Особенность этого примера – использование логических операторов для отображения обычных ситуаций, возникающих при решении школьных примеров повышенной сложности.

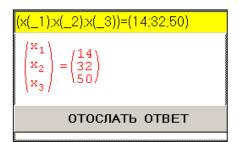
Следующий пример, представленный на рис. 4, посвящен решению систем уравнений,

представленных в матричном виде.

### Пример тестового вопроса "Ввод математического выражения"

Запишите (в желтом окне) решение нелинейного уравнения

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 228 \\ 516 \\ 804 \end{pmatrix}$$



примеры оформления ответа ВНИМАНИЕ: это не вариант ответа

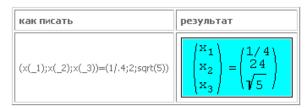


Рисунок 4 — Скриншот страницы сайта http://asdev.com.ua/do/.

Отметим здесь, что с учетом семантики, например,  $x^2$  – означает возведение в квадрат в отличите от  $x(^2)$ , где  $(^2)$  – верхний индекс.

Система тестирования, реализующая предложенные методы, построена в формате IMS QTI (Instructional Management Systems Question and Test Interoperability) на языке XML и основана на IMS ([García, 2010], [Harchay, 2010], [Gutiérrez, 2010]), одном из ключевых отраслевых стандартов в области e-Learning, который поддерживается IMS Global Learning Consortium [IMS GLC].

# 2. Плагин для тестирования по математике

Плагин имеет следующую структуру входных параметров.

<OBJECT classid=

#### </OBJECT>

Отметим, что здесь представлен "мгновенный HTML-кода, поскольку снимок" значения TestNum, Answer и CorrectAnswer параметров формируются "на лету" с помощью программного обеспечения, расположенного на сервере. Кроме этот плагин обладает еще возможностью - он отсылает вариант ответа на сервер. Значение параметра CorrectAnswer "подглядывания" закодировано во избежание правильного ответа. Конечно, здесь необходимо дополнительно также использовать системные методы защиты HTML-кода от чтения. Значение параметра Answer необходимо для предоставления возможности корректировки ответа, если есть резерв отпущенного времени. Параметры TextWIDTH и TextHEIGHT задают соответственно ширину и высоту формы, являющейся контейнером плагина.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены вопросы разработки систем тестирования, использующих WEB-ориентированную нотацию, реализующую натуральный язык представления математических текстов и сохраняющую их семантику.

### Библиографический список

[MathTextView, 2000] Математика в Интернете [Электронный ресурс]. – 2000. -Режим доступа: http://math.accent.kiev.ua. – Дата доступа: 30.11.2011.

[Вовк и др. 2000] Вовк А.И. и др. Язык представления математических текстов в интернете. В кн.: Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. Збірник наукових праць. Кривий Ріг, Вид. відділ НМетАУ, 2004.

[Вовк и др., 2007] Вовк А.И., Гирнык Д.А. Язык общения математиков в Интернете. В кн.: New Information Technologies in Education for all: State of the art and Prospects (ITEA-2007), Kiev, Ukraine, IRTC, 21-23 November 2007, p.p. 96 – 103.

[Вовк и др., 2011] Вовк А.И., Гирнык Д.А. Webориентированная нотация математических текстов, сохраняющая семантику. В кн.: Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Минск, 2011, с.431-434

[Knuth, 1984] Donald E. Knuth, The TeXbook (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley), 1984.

[García, 2010] García, A.; Barchino, R.; de Marcos, L.; García, E.; Hilera, J.-R.; Gutiérrez, J.-M.; Otón, S.; Martínez, J.-J.; Gutiérrez, J.-A. Tool for Generation IMS-QTI v2.1 Files with Java Server Faces // IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010, pp. 627–628.

[Harchay, 2010] Harchay, A.; Cheniti-Belcadhi, L.; Braham, R.; An Investigation of the Enhancement and the Formal Description of IMS/QTI Specification for Programming Courses // IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010, pp. 113 – 115.

[Gutiérrez, 2010] Gutiérrez, I.; Kloos, C.D.; Crespo, R.M.; Assessing assessment formats: The current picture: Special session: Assessing assessment formats: // IEEE 10th International Conference on Education Engineering (EDUCON), 2010, pp. 1233 – 1238.

[IMS GLC] IMS Global Learning Consortium [Электронный ресурс]. –1997. -Режим доступа: http://www.imsglobal.org/. – Дата доступа: 05.12.2011.

[MTV] Редактор математических текстов.help [Электронный ресурс]. — 2000 .-Режим доступа: http://math.accent.kiev.ua/article/04/png\_htm/04\_00\_png.htm. — Дата доступа: 05.12.2011.

[Maple] Maplesoft — [Электронный ресурс]. — 1990 http://www.maplesoft.com/. - Дата доступа: 05.12.2011.

# DEVELOPMENT OF TEST SYSTEMS USING WEB-ORIENTED NOTATION, MATHEMATICAL TEXTS, WHICH PRESERVES THE SEMANTICS

Vovk A.I.\*, Ruban Y.Y.\*, Girnyk D.A.\*\*

\* State Scientific-Research Institute automated systems in the building, Kiev, Ukraine

### vovk@ndiasb.kiev.ua ruban@ndiasb.kiev.ua

\*\* International Research and Training Center of Information Technologies and Systems National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

### den@girnyk.com

The paper considers the testing system that uses a WEB-oriented notation, which realizes natural language presentation of mathematical texts and preserving their semantics.

### INTRODUCTION

Feature of a substantial part of many scientific and educational resources that contain mathematics, physics, economics, etc., is the existence of mathematical formulas. In particular, the development of test systems in technical disciplines faced with the need to use mathematical expressions, as in the formulation of tasks and the preparation of responses.

### MAIN PART

In the systems tested in mathematics using schemes with a choice of one or more correct answers from a list of possible answers is often does not lead to effective evaluation of the knowledge test subjects.

The paper proposes to use for this purpose mathematical text editor mathtextview. notation mathtextview, in contrast to the notation of tex, the semantics of a mathematical expression.

We propose specifically designed for this purpose, plug-in. we consider a number of examples of the test section of the school mathematics with the use of this plugin.

### **CONCLUSION**

The questions of development of test systems that use WEB-oriented notation, which realizes natural language presentation of mathematical texts and sohranyayuschnyu their semantics.