

Кабенов Д.И.,
PhD, докторант
Разахова Б.Ш. канд. техн.
наук, доцент
Сатыбалдина Д.Ж., канд.
физ.-мат.наук, PhD доктор
Муратхан Р.,
PhD, докторант
Евразийский
национальный
университета
им Л.Н. Гумилева,
Казахстан

Участники конференции,
Национального первенства
по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиат-
ского первенства
по научной аналитике

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

В этой статье предлагается основа для проектирования и разработки интеллектуальной информационной системы контроля знаний. Использование традиционных тестов предполагает выбор ответов на базе нечеткой логики. Предполагается использовать их должным образом только в случае строго формально задаваемых вопросов. Это приводит к совершенно простым вопросам. Но приобретение знания включает в себя не только (и не столько) запоминание априорных подлинных фактов, но способность понимания общих явлений, тенденций. Для управления этим знанием "открытые" (без вариантов ответа) тестовые задания являются более эффективными. В этой работе мы представили подход анализа текста основанного на онтологии для автоматической оценки ответов студента на естественном языке (казахский язык). Использование интеллектуальных алгоритмов может также быстро менять систему оценки и контрольной схемы, что значительно улучшает качество и скорость тестирования.

Ключевые слова: интеллектуальная система, онтология, анализ текста, контроль знаний, системтестирования

1 Введение

Успешное электронное обучение происходит в рамках комплексной системы, которая объединяет инструменты для создания электронных учебных материалов, подсистемы контроля знаний и подсистем для поддержки учебного процесса. Кроме того, практикующая кредитно-модульная система организации учебного процесса делает разработку эффективных средств контроля знаний студентов важным. Исследовательский анализ этой проблемы показывает тенденцию расширения использования тестов в качестве инструмента оценки качества изучаемого материала [1]. Основным преимуществом компьютерных тестов является возможность задать всем студентам в равных условиях вопросы и в соответствии со шкалой равных оценок. Это повышает объективность контроля знаний по сравнению с традиционными методами.

В настоящее время существует множество систем тестирования в различных областях знаний, например OLAT [2] Moodle [3], Sakai [4] и Authorware [5]. Большинство из этих инструментов обеспечивает возможность создания мультимедийных тестов, тестирование для традиционного обучения и электронного обучения, сохранения и передачи результатов учителю для управления пользователями и учебными группами.

С другой стороны, использование традиционных тестов предлагает выбор ответов (и их оценки, соответственно)

на основе двухпозиционной логики [1]. Это приводит к совершенно простой формулировке вопроса, которые "лежат на поверхности". Для "открытого" контроля знаний вопросы (без предложенных вариантов ответов) являются более эффективными. Тем не менее, адекватная автоматическая проверка ответов на вопросы этого типа является трудной задачей. Шаблоны ответов в виде стандартных выражений не в состоянии привлечь во внимание разнообразие присущее родному языку. Кроме того, требуется автоматическое обнаружение случайных ошибок (опечаток, типографических ошибок), и правописания.

Для того, чтобы облегчить недостаток тестового контроля знаний в этой статье мы предлагаем применение методов искусственного интеллекта и средств, в частности, онтологической инженерии. Описание основного знания онтологии Планиметрия представлено в статье. Классы понятий, их структура и свойства определены. Список использованной информации и характеристик продукции учтены.

Для текстов геометрического решения задач онтологическое описание ситуаций представлено в результате преобразования и оценки структуры концепции. Показано, что анализ текста на основе онтологий может открыть "анатомию" подготовки правильного ответа, который может быть использован при анализе ответов студентов и поиске именно того момента, который вызвал трудности в их рассу-

ждениях.

Результаты исследования могут быть использованы при создании интеллектуальных систем тестирования при обработке казахского языка. Предлагаемая концепция системы тестирования позволяет использовать результаты интеллектуальной оценки уровня пользователя и предоставляет набор тестов, приспособленных к уровню подготовки теста. Система распределяет вопросы по сложности, основываясь на данных, полученных в ходе тестирования. Это дает возможность построения адаптивных тестов, которые не требуют коррекции на уровне пользователей.

Работа организована следующим образом. Раздел 2 описывает соответствующую работу. В разделе 3 мы проводим Планиметрическую онтологию. Раздел 4 описывает систему тестирования предлагаемой концепции, основанной на анализе текста, основанного на онтологии. Мы заканчиваем с некоторыми выводами и дальнейшей работой в разделе 5.

2 Связанные работы

2.1 Автоматизированная проверка знаний

Для многих стран, электронное обучение ценится и используется в качестве движущей силы для ускорения технического, промышленного и экономического развития общества. Как предмет исследования, электронное обучение является мультидисциплинарным и междисциплинарным и охватывает широкий

спектр научно-исследовательских тем с учеными по различным дисциплинам, проводящими электронное обучение соответствующих исследований, начиная от проекта содержания и до соответствующей стратегии. Продольные тенденции исследования электронного обучения с использованием методов интеллектуального анализа текста, описаны в [6]. Авторы анализируют значительное число научно-исследовательских работ и предоставляют полезную информацию для исследования электронного обучения на ранних стадиях и акцент смещается от вопросов эффективности электронного обучения до преподавания и обучения.

Текущие теории электронного обучения подчеркивают важность установленного процесса познания и персонализированное обучение [6]. Контроль знаний является интеллектуальной проблемой, требующей высокого качества решения, которые помогут выйти на новый этап в методике преподавания, так как это может дать возможность реализовать идею индивидуального подхода к обучению в массовых масштабах. Автоматизированное тестирование знаний становится очень популярным в наши дни, во-первых, потому что это экономит рабочее время учителя, освобождает его от рутинной работы и позволяет обеспечить объективную оценку знаний, результаты которых не зависят от субъективного мнения разных учителей.

В работе [7] представлена недавно разработанная компьютеризированная система конструктивного тестирования со множеством выборов. Система сочетает в себе краткий ответ (КО) и формат множества выборов (МВ), предлагая тестируемому лицу ответить на тот же вопрос дважды, сначала в формате КО, а затем в формате МВ.

В работе [8] авторы разработали программный инструмент, который позволяет подготовить тестовые вопросы и проведение тестирования с использованием любого из предлагаемых ниже типов вопросов. Описание этого программного средства и интеллектуальные алгоритмы для оценки знаний представлены в предыдущей работе авторов [9].

В работах [10, 11] описаны методы реализации механизма контроля знаний студентов с помощью теории нечетких множеств в сочетании с нейронной сетевой технологией. В работах приме-

няются некоторые серьезные улучшения в логике оценки знаний и методик интерпретации данных студенческих ответов. Представленная архитектура является типичной конфигурацией аппаратного и программного обеспечения в среде интрасети образовательных учреждений.

Анализ указанных работ показывает, что обычные линейные испытания с простыми формами ответа на этот вопрос не совсем отвечают требованиям комплексного контроля знаний студентов. Прежде всего речь идет о естественных и математических науках, особенностью которых является тесная взаимосвязь понятия, темы и разделы курса, в качестве основного критерия для обучения - умение решать задачи различного характера и уровней сложности. Поэтому требуется разработка адаптивных, нелинейных и интеллектуальные методов испытаний с более различными типами задач и формами ответа. В то же время, новые системы тестирования должны включать в себя все достижения инструментов контроля знаний предыдущих поколений.

2.2 Онтологии

Для того чтобы построить онтологию Планиметрии, выгоднее понять необходимость онтологии и некоторых работ, посвященных онтологии на основе анализа текста.

Онтология является явной формальной спецификацией условия в явной спецификации предмета и отношений между ними [12]. Онтологии могут использоваться в качестве средства для поддержки совместного и повторного использования знаний [13]. Это подход повторного применения основан на предположении, что если схема моделирования, т.е. онтологии, детально указана и взаимно согласована сторонами, и затем можно ею поделиться, повторно использовать и распространять знания. Во многих дисциплинах сейчас разрабатываются стандартные онтологии, которые могут использоваться экспертам в этой области для совместного использования и аннотирования информации в своей области. Методы решения задач, предметно-независимые приложения и программные агенты используют онтологии и базы знаний, построенной на данных онтологии [14].

Повторное использование существующих онтологий может быть необходима, если наша система должна будет взаимодействовать с другими приложениями, которые уже пришли к онтологиям или контролируемым словарям [14]. Существуют библиотеки повторно используемых онтологий в Интернете и в литературе, например, в библиотеке онтологий Ontolingua [15], или библиотеке онтологий DAML [16].

Потребность в онтологиях связана с неспособностью существующих методов адекватно автоматически обрабатывать тексты на родном языке. Для получения высокого качества обработки текста, вы должны иметь подробное описание проблемной области с большим количеством логических связей, которые показывают связи между терминами. Использование онтологий может обработать текст на родном языке таким образом, что он станет доступным для автоматической обработки [17].

В этой работе мы развиваем онтологию Планиметрии эта онтология используется в качестве основы для автоматической проверки геометрического решения задачи. В работе [18] авторы разработали аналогичные онтологии для автоматического синтеза структурных изображений планиметрических рисунков (цифр). Мы используем некоторые понятия онтологии, полученные с согласия авторов.

3 Онтология Планиметрия

Онтология является формальным детальным описанием понятий в области дискурса (классов (иногда называются понятиями)), свойств каждого понятия, описывающие различные характеристики и атрибуты понятия (слотов (иногда называют ролями или свойствами)), а также ограничения на слоты (границы (иногда называемые ограничениями роли)) [14]. Онтология вместе с набором индивидуальных примеров классов представляет собой базу знаний.

Разработка онтологии включает в себя [14]:

- определение классов в онтологии,
- организация классов в таксономической (подкласс-суперкласс) иерархии,
- определение свойств и описание допустимых значений для этих свойств,
- заполнение значений свойств экземпляров.

Наша онтология состоит из трех уровней. Первый уровень содержит классы, экземпляры которого не могут быть получены из других классов. Ровная Форма Класса представляет все объекты контурных форм. Конкретные Ровные Формы - экземпляры этого класса.

Ближайшие уровни создаются с помощью процесса рассуждений, то есть с использованием блока рассуждений онтологий или через различные модули, вызываемыми ReasoningManager (менеджер рассуждения). Чем выше уровень, тем более подробна информация, например, во втором уровне многогранники классифицируются в пятиугольники или треугольники или четырехугольники, и в третьем уровне треугольники классифицируются также в прямоугольные, равносторонние и равнобедренные треугольники (если классификация по сторонам будет учитываться см. Рисунок 1).

Если класс А является суперклассом класса В, то каждый экземпляр В также является экземпляром А. Иными словами, класс В представляет собой понятие, которое является «разновидностью» А [14]. Например, каждый равносторонний треугольник обязательно является равнобедренным треугольником. Каждый равнобедренный треугольник обязательно треугольник. Таким образом, класс равнобедренного треугольника является подклассом класса равностороннего треугольника.

Слоты описывают свойства классов и экземпляров. Каждое свойство может быть установлено на определенное значение или формулу для расчета стоимости имущества: например, треугольник имеет стороны, имеет углы, стороны имеют длины, углы имеют степень меры. Все подклассы класса наследуют слот этого класса. С другой стороны, подклассы могут иметь свои собственные свойства. Например, равнобедренный треугольник имеет стороны, которые имеют длину, с этих двух сторон равны, а третья сторона имеет специальное название - основание (см. рис.2).

Фрагменты онтологии, в том числе структуры и свойства понятий являются основой для описания ситуации, которая определяется входными данными для решения геометрических задач. Понятия и отношения определяются

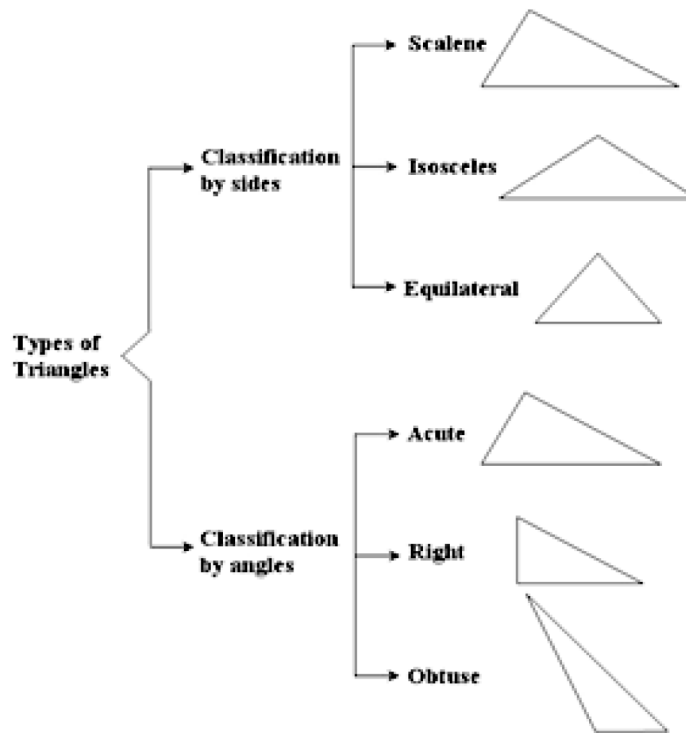


Рис. 1. Виды треугольников. Классификация по сторонам и классификация по углам.

Мы организуем классы в иерархической таксономии с вопросом, если, будучи экземпляром одного класса, то обязательно ли объект будет (то есть, по определению) экземпляром другого класса.

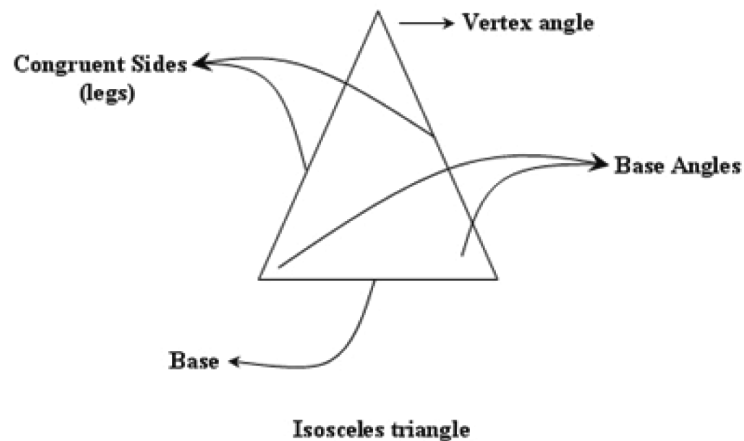


Рис. 2. Равнобедренный треугольник. Углы напротив двух равных сторон, называются углами при основании. Углы напротив основания называется углом при вершине.

входными условиями (текст геометрических задач) вводятся в дополнение к этим фрагментам онтологии.

4 Предлагаемая система тестирования концепции, основанной на анализе текста на основе онтологии

По сравнению с традиционными формами обучения, электронное обучение имеет ряд преимуществ: адаптация к ин-

дивидуальным особенностям учащихся, свобода выбора времени, места и уровня образования, использования новых методов обучения, современных средств связи и передачи информации между студентами и учителями. Тем не менее, контроль знаний особенно важен в связи с отсутствием прямого контакта между студентами и преподавателями.

Организация контроля знаний тесно связана с проблемой выбора типа во-

просов, способом формирования траектории тестирования и методом проверки ответов.

Для решения этих задач мы предлагаем концепцию интеллектуальной системы тестирования на основе онтологии предметной области. Планиметрическая онтология используется в качестве онтологии предметной области.

Предлагаются следующие типы вопросов для контроля качества знаний:

- Тестовые вопросы закрытой формы, т. е. когда предлагаются вопросы с несколькими вариантами ответов, один из которых является правильным и должен быть выбран;

- Тестовые вопросы открытой формы, т. е. вопросы без предложенных вариантов ответов (такие вопросы полезны для оценки знаний терминов, определений, понятий и т.д.);

- Ситуационные испытания, то есть, набор тестовых заданий, предназначенных для решения проблемных ситуаций (геометрические задачи).

Предлагается специальный метод выбора режима траектории тестирования. тестовый набор не формируется случайными примерами из базы данных тестов. Выбор вопросов основывается на анализе ответов на предыдущие вопросы. Этот алгоритм основан на оригинальной методике выбора вопросов в соответствии с системой, соответствующей современному уровню знаний студентов [11].

Для анализа и проверки ответов студента на вопросы теста открытой форме предлагается анализ текста на основе онтологии. Описание знаний в предметной области онтологии Планиметрии было представлено в Разделе 3. Семантический анализ текста на родном языке представлен на следующем этапе.

1. Предварительно лингвистическая обработка исходного текста (морфологический и синтаксический анализ предложения) необходима для отделения терминов (классы, подклассы, свойства и отношения).

2. Формальное понимание текста как результат построения онтологической графы.

В работе были построены [19] формализованные синтаксические правила, анализ и синтез алгоритмов словосочетания и предложения на казахском языке. Результаты исследования могут быть использованы при создании интеллекту-

```
domains
polygon = triangle;
pentagon;
quadrangle
triangle=triangle1(classification_by_sides);
triangle2(classification_by_angles);
classification_by_sides=scalene;
isosceles_triangle;
equilateral_triangle
scalene=sc(sides)
isosceles_triangle=is_tr(sides)
equilateral_triangle=eq_tr(sides)
sides=sides(side_a, side_b, side_c)
side_a, side_b, side_c =real
classification_by_angles=acute_triangle;
right_triangle;
obtuse_triangle
acute_triangle=ac_tr(angles)
right_triangle=r_tr(angles)
obtuse_triangle=o_tr(angles)
angles=angles(angleA, angleB, angleC)
angleA, angleB, angleC =real
predicates
nondetermtreangle_tip(treangle,symbol)
Hence, an inference rule describing that the triangle is isosceles can be given by
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-Side_a=Side_b, Angle_A=Angle_B,Y=isosceles;
Side_b=Side_c,Angle_B=Angle_C,Y=isosceles;
Side_a=Side_c,Angle_A=Angle_C,Y=isosceles,!.
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-
Side_a>Side_b,Side_b>Side_c,
Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,Y=scalene,!.
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-
Side_a=Side_b, Side_b=Side_c,Y=equilateral;
Angle_A=3.14/3,Angle_B=3.14/3,
Angle_C=3.14/3, Y=equilateral.
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-
Angle_A<1.57,Angle_B<1.57, Angle_C<1.57,
Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,Y=acute.
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-
Angle_A=1.57, Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,
Y=right; Angle_B=1.57,
Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,
Y=right;Angle_C=1.57,
Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,Y=right.
treangle_tip(treangle(sides(Side_a,Side_b,Side_c),
angles(Angle_A,Angle_B,Angle_C)),Y):-
Angle_A>1.57,Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,
Y=obtuse; Angle_B>1.57,
Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,Y=obtuse;
Angle_C>1.57,Angle_A+Angle_B+Angle_C=3.14,
Y=obtuse.
```

рис. 3)

альных систем человек-машина с возможностью взаимодействия на казахском языке.

Опишем вкратце предложенный метод проверки геометрического решения задачи на основе онтологий. Тексты геометрической задачи представляют собой набор связанных предложений [18]. К ним относятся простые и сложные предложения, неполные предложения (с анафорой и многоточиями). Формальное понимание текста геометрических задач является их представлением в языке знаний в предметной области онтологии Планиметрии. Это представление должно быть подключено и расширено с заполнением значения слота для случаев с описанием ситуации, представленной текстом.

Рассмотрение всего процесса анализа геометрических задач в этой статье не представляется возможным. Поэтому, давайте рассмотрим структуру ситуации, которая должна быть получена в результате онтологии на основе лингвистического анализа для одной геометрической задачи.

Текст задачи: определить тип треугольника, который имеет стороны длиной равные 5, 6, 6. Предварительно лингвистическая обработка исходного текста представляет следующие понятия и комбинации понятий, которые сопоставимы с онтологией, представленной на рисунке 3, например: тип (треугольник); имеет стороны (из класса треугольника), имеет длину, равна.

Для формального описания онтологии Планиметрии используется Пролог (язык программирования логики) [20]. Механизм логического вывода Пролог используется для построения онтологической графы. Формальное описание онтологии (см. рис. 3) использует следующие типы данных с использованием альтернативных функциональных элементов.

5 Выводы и последующая работа

Эта статья представляет собой подход на основе онтологии, который решает проблему анализа текста на основе онтологии. Мы разработали онтологию Планиметрия для автоматической проверки ответов на «открытые» вопросы (без вариантов). Результаты исследования могут быть использованы в создании интеллектуальных систем

тестирования на основе обработки на казахском языке.

Наша концепция системы тестирования использует результаты интеллектуальной оценки уровня пользователя и предоставляет набор тестов, приспособленных к уровню подготовки студента. Система контроля знаний распределяет вопросы по сложности, основанные на данных, полученных во время тестирования. Это дает возможность построения адаптивных тестов, которые не требуют коррекции на уровне пользователей.

Дальнейшие исследования в рамках методологических аспектов автоматизированного контроля знаний будут касаться разработки баз данных тестовых вопросов разных типов и разных уровней сложности. Кроме того, в рамках технических аспектов исследователи будут продолжать разработку программного обеспечения, которая реализует все этапы семантического анализа текстов на основе онтологической техники и обработки родного языка.

Литература:

1. Prisyazhnyuk, E.: Fuzzy model of the Automated System of Module Knowledge Control. *Int. J. Information Technologies and Knowledge*, Vol.2 (2008) 465-468.
2. OLAT – The Open Source LMS. [Online] Available from: <http://www.olat.org/website/en/html/index.html>.
3. Moodle Trust. Moodle.org: Open-source Community-based Tools for Learning. [Online] Available from: <http://moodle.org/>.
4. Sakai Foundation. Sakai Project. [Online] Available from: <http://sakaiproject.org/>.
5. Adobe Systems Incorporated. Adobe Authorware 7. [Online] Available from: <http://www.adobe.com/products/authorware/>
6. Hung Jui-long.: Trends of E-learning Research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British J. of Educational Technology*, Vol. 43.1, (2012) 5–16
7. Park, Jooyong.: Constructive multiple-choice testing system. *British J. of Educational Technology*. Special Issue: Learning objects in progress, Vol. 41.6, (2010) 1054–1064.
8. Alexeyev, A.N., Volkov, N.I., Kochevsky, A.N.: Types of Questions for Computer-Aided Testing of Students' Knowledge Computer Modelling and New Tech-

nologies, Vol.11.3, Riga (2007) 35–42.

9. Alexeyev, A.N., Volkov, N.I., Kochevsky, A.N.: Elements of Fuzzy Logic in Computer-Aided Control of Knowledge. *Otkrytoyeobrazovaniye*, Vol. 4, Moscow (2003) 23–25 (In Russian).

10. Shahbazova, Sh., Freisleben, B.A.: Network-Based Intellectual Information System for Learning and Testing. *Proceedings of the Fourth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing*, Siegen, Germany (2000) 308-313.

11. Shahbazova, Sh.: Application of Fuzzy Sets for Control of Students Knowledge. *Application Comput. Math.*, Vol.10.1, Special Issue (2011) 195-208.

12. Gruber, T.R.: Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International J. of Human-Computer Studies*, Vol.43(5-6), (1995) 907–928.

13. Decker, S., Erdmann, M., Fensel, D. and Studer, D. *Ontobroker: Ontology based access to distributed and semi-structured information*. DS-8: Semantic Issues in Multimedia Systems, 1999.

14. Noy, Natalya F. and McGuinness, Deborah L.: *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.

15. Maedche, A., Neumann, G. and Staab, S.: *Bootstrapping an Ontology-based Information Extraction System*. Intelligent exploration of the web, Physica-Verlag GmbH Heidelberg, Germany, (2003) 345 – 359.

16. The Ontolingua ontology library. [Online] Available from: <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>

17. The DAML ontology library. [Online] Available from: <http://www.daml.org/ontologies>

18. Khakhalin, G., Kurbatov, S., Naidenova K., Lobzin A.: Integration of the Image and NL-text Analysis/Synthesis Systems. In Rafael Magdalena (eds): *Intelligent Data Analysis for Real-Life Applications: Theory and Practice*. IGI Global (2012).

19. Razakhova, B.: Automation of the analysis and synthesis of word-combinations and sentences of the Kazakh language. PhD thesis (in Kazakh language). L. Gumilyov Eurasian National University. Astana (2009).

20. Visual Prolog 7.3. [Online] Available from: <http://www.visual-prolog.com>