

УДК 007:519.816

Е.Г. Нетавская

Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина
neelena@list.ru

Структурно-онтологический подход к оптимизации процессов контроля знаний

Верификация процессов контроля знаний является достаточно сложной субъективизированной процедурой. В статье предлагается подход к контролю знаний, базирующийся на объективизации оценки учащегося посредством автоматизации процесса формирования множества вопросов и процедуры их реализации при соблюдении условия их полноты. Композиция двух условий: полноты охвата учебного материала и минимизации информационной избыточности – реализуется за счет построения отображения онтологии предметной области курса на формализованную схему проблемно-ориентированного представления учебного материала. В результате реализации структурно-онтологического подхода оптимизируется процесс обучения и повышается эффективность контроля знаний.

Введение

На современные процессы обучения оказывают доминирующее влияние такие факторы, как лавиноподобный рост количества информации, информационных источников, развитие всемирной глобальной сети и растущие потребности производителей материальных благ и услуг. В то же время поиск необходимой информации наталкивается на большое количество нерелевантных данных, имеющих к рассматриваемой задаче весьма отдаленное отношение. Для решения такой проблемы в современных информационных технологиях возникли направления, именуемые инженерией знаний (Knowledge Ingeneering) и извлечением знаний из текстов (Text Mining). Некоторое отношение к ним имеет и электронное обучение (E-learning).

Прикладными областями, в которых сосредоточены главные соответствующие разработки, являются:

- анализ информационных ресурсов в Интернете;
- контроль знаний учащихся;
- дистанционное обучение.

Так, в работе [1] предложена понятийно-тезисная модель представления знаний, на базе которой авторы планируют разработать систему автоматизированной генерации тестов для контроля знаний. Вместе с тем в ней отсутствует упоминание о полноте такого представления информации и о полноте теста, который должен представлять знание обучаемым всего учебного курса. Другой подход к решению аналогичной задачи [2], [3] базируется на использовании анализа формальных понятий Вилле-Гантера и направлен на автоматическое формирование понятий, закономерностей и ассоциаций в предметной области. Доминирующее значение в работе занимает модель состава-включения информационных элементов, что, безусловно, не исчерпывает семантическое разнообразие изложения учебного материала. Важным направлением является оптимизация поиска информации в сети Интернет по критерию пертинентности, рассматриваемая в [4]. Предложенный подход, базирующийся на композиции онтологии и тезауруса, является, безусловно, актуальным, однако трудоемкость его практической реализации может перечеркнуть положительный эффект от внедрения.

Таким образом, в рассмотренных работах присутствует видение перспективности двух основных направлений применения онтологий в практических приложениях. Одно из них связано с оптимизацией информационного поиска, другое – с повышением эффективности процесса приобретения знаний. Некоторая ограниченность рассмотрения проблемы контроля знаний в существующих работах и актуальность разработки систем дистанционного контроля знаний свидетельствуют в пользу создания автоматизированных систем, базирующихся на структурированном представлении учебного материала, классификации вопросов, определении их полноты.

Постановка задачи объективизации автоматизированного контроля знаний

Онтологии претендуют на определяющую роль в общей структуре инжиниринга знаний. Связано это с общностью подхода к формированию онтологий и приобретению знаний. Последний, в подавляющем большинстве случаев, имеет четко выраженный дедуктивный характер – «от общего – к частному». Такая же нисходящая процедура является атрибутом составления онтологии, что наиболее четко проявляется в отношении «целое – часть». Их дуализм указывает на возможность оптимизации учебных курсов путем их структурирования и реализации отображения «онтология предметной области → структура учебного курса». Важной составляющей частью такого процесса является контроль знаний.

Известно, что онтология (V) представляется тройкой элементов $V = \langle T, S, R \rangle$, где T – термины, основные понятия предметной области, S – отношения на множестве T , R – интерпретация T и S . Учебный курс (V) можно представить совокупностью $V = \langle P, Z, Q, M_o, M_e, K, A \rangle$, где P – множество проблем; Z – множество целей; Q – совокупность задач; M_o, M_e – множества моделей и методов соответственно; A – множество средств; K – совокупность критериев для оценки элементов множеств M_o, M_e, A .

Поскольку процесс контроля знаний носит субъективный характер, возникает необходимость его объективизации, полной или частичной. При полной форме лицо, принимающее решение (преподаватель), полностью устраняется от оценки и контроль осуществляется только экспертной системой. При этом возникает проблема формирования множества вопросов Ω . Очевидно, что множество Ω должно быть полным, т.е. отображать содержимое всего курса. Утверждаем, что при этом в Ω должны быть адекватно представлены сущности из V и из U . Следующее требование является атрибутом процесса контроля, а именно: последовательность вопросов для контроля знаний должна обладать свойством рационализма, смысл которого, приблизительно, является таким:

- последовательность вопросов для каждого учащегося содержит все структурные элементы курса;
- при правильных ответах тестируемого недопустимыми являются вопросы, один из которых является частным случаем другого;
- последовательность вопросов должна предполагать различные формы ответов (категории качественные и количественные, в форме слов и предложений, чисел четких и нечетких).

Таким образом, задача, рассматриваемая в статье, сводится к определению аспектов отображений $V \rightarrow U$ и $U \rightarrow V$, а также формированию процедуры преобразования $\langle V, U \rangle \rightarrow \Omega$ при вышеизложенных ограничениях и особенностях представления разработки

процедур формирования подмножеств $\Omega_i \subset \Omega$, где Ω_i – последовательность вопросов для i -го тестируемого с реализацией алгоритма коррекции в реальном времени, $i = \overline{1, n}$, где n – количество тестируемых.

Элементный базис структурно-онтологического подхода к оптимизации процессов контроля знаний

Рассмотрим аспекты формирования онтологий и структур учебных курсов. В качестве базового примера приведем этапы создания онтологий известного стандарта IDEF5:

1. Изучение и систематизация начальных условий с установлением основных целей разработки онтологии.
2. Сбор и накопление исходных данных.
3. Обработка данных, при которой анализируется и группируется исходная информация.
4. Начальное развитие онтологии – формируется предварительный вариант.
5. Уточнение и верификация онтологии.

Создание онтологии предметной области учебного курса направлено на оптимизацию структуры и элементного базиса дисциплины с целью обеспечения полноты и порядка ее структурных элементов. Такая онтология может быть использована в процессе обучения и в процессе контроля знаний. Кроме того, она является средством, способствующим пониманию структуры курса учащимися.

Традиционный метод формирования онтологии базируется на опыте и знаниях преподавателя и осуществляется «вручную». Его значительная трудоемкость свидетельствует в пользу разработки систем, автоматизирующих значительную часть работы. Алгоритм, реализованный в них, может быть таким:

1. Определить типы отношений между понятиями предметной области.
2. Определить частоты, с которыми встречаются в электронном конспекте курса имена существительные.
3. Предложить процедуру исключения избыточных имен существительных и реализовать ее.
4. Считая полученные существительные определяющими понятиями, определить их отношение с другими терминами предметной области посредством получения соответствующего множества глаголов (есть, состоит, позволяет, формирует, делит...).
5. Если уже зафиксированные понятия и отношения требуют интерпретации, то формировать толковый словарь предметной области.
6. Сформировать множество определительных существительных, имеющих отношение к определительным существительным. При этом зафиксировать их атрибуты.
7. Реализовать дополнительные процедуры, необходимые для уточнения, лучшего понимания и обеспечения полноты онтологии.

Структуру учебного курса обычно определяют по индуктивной или дедуктивной схеме. Согласно первой из них, изложение учебного материала начинается с представления некоторых обобщенных моделей и методов. Затем рассматривается конкретная задача, которая решается с их помощью. Возможно также знакомство с программно-алгоритмическими средствами, предназначенными в том числе и для решения подобных задач. Решение определенной совокупности задач с помощью изученных методов и моделей формирует у обучаемого представление о предметной области курса.

Дедуктивная или проблемно-ориентированная структура курса обладает рядом преимуществ, главным из которых является то, что обучаемый априори анализирует проблемную ситуацию, изучает противоречия, альтернативы и процесс ее решения, в отличие от предыдущего подхода, на всех стадиях осуществляется при его активном участии. Будем определять проблему как расхождение между желаемым и реальным состоянием систем, объектов, процессов. Формулировка проблемы влечет определение цели, которая является воображаемым состоянием некоторого объекта, к которому субъект имеет намерение применить определенное воздействие для перехода объекта из текущего состояния в вышеупомянутое воображаемое. Такой переход называется достижением цели.

Традиционно проблемно-ориентированный подход реализуется по схеме:

1. Анализ проблемных ситуаций.
2. Формулировка проблемы.
3. Выдвижение гипотез и приобретение новых знаний.
4. Проверка гипотез.
5. Отображение проблем на множество задач.
6. Поиск метода решения и, собственно, решение.
7. Верификация и метода, и результата.

Осуществляя отображение классической схемы на учебный процесс, получаем такие этапы (рис. 1):

1. В результате анализа предметной области курса выполняем формулировку проблем.

2. Для каждой из них формируем множество задач, решение которых свидетельствует о разрешении проблемы.

3. Определяем аспекты решения (АР) каждой из задач, такие, как требования к исходным данным, точность результата, скорость решения, тип результата и т.п.

4. Анализируем преимущества и недостатки (ПиН) различных известных подходов к решению задач. Осуществляем ретроспективный анализ (РА) задач-аналогов.

5. Рассматриваем модели и методы решения задач.

6. Представляем алгоритмизацию таких методов.

7. Изучаем известное программно-алгоритмическое обеспечение для решения поставленных задач рассмотренными методами, а также осуществляем разработку собственных приложений.

Пример использования такой схемы для курса «Интеллектуальный анализ данных» приведен на рис. 2. Представляется рациональным к ключевым понятиям онтологии такого учебного курса отнести: «проблема», «задача», «метод», «модель», «алгоритм», «приложение». Представляя онтологию нисходящей, иерархической графоподобной структурой, заметим, что она имеет не древовидный характер, одной из причин чего является наличие некоторых атрибутов у многих терминов.

При формировании множества вопросов для одного учащегося возможны два подхода. Первый из них базируется на принципе непрерывности и означает, что тестирование производится непрерывно вне зависимости от количества правильных и неправильных ответов. Оценка выставляется по результатам анализа их отношения. Недостатками такого подхода является информационная избыточность, приводящая к неоправданно большому времени тестирования в случае низкого уровня знаний; отсутствие градации вопросов, а также допуска нечеткости в ответах; отсутствие возможности адекватной реакции на неправильные ответы, заключающейся в уточнении вопросов, их детализации или, наоборот, обобщении.

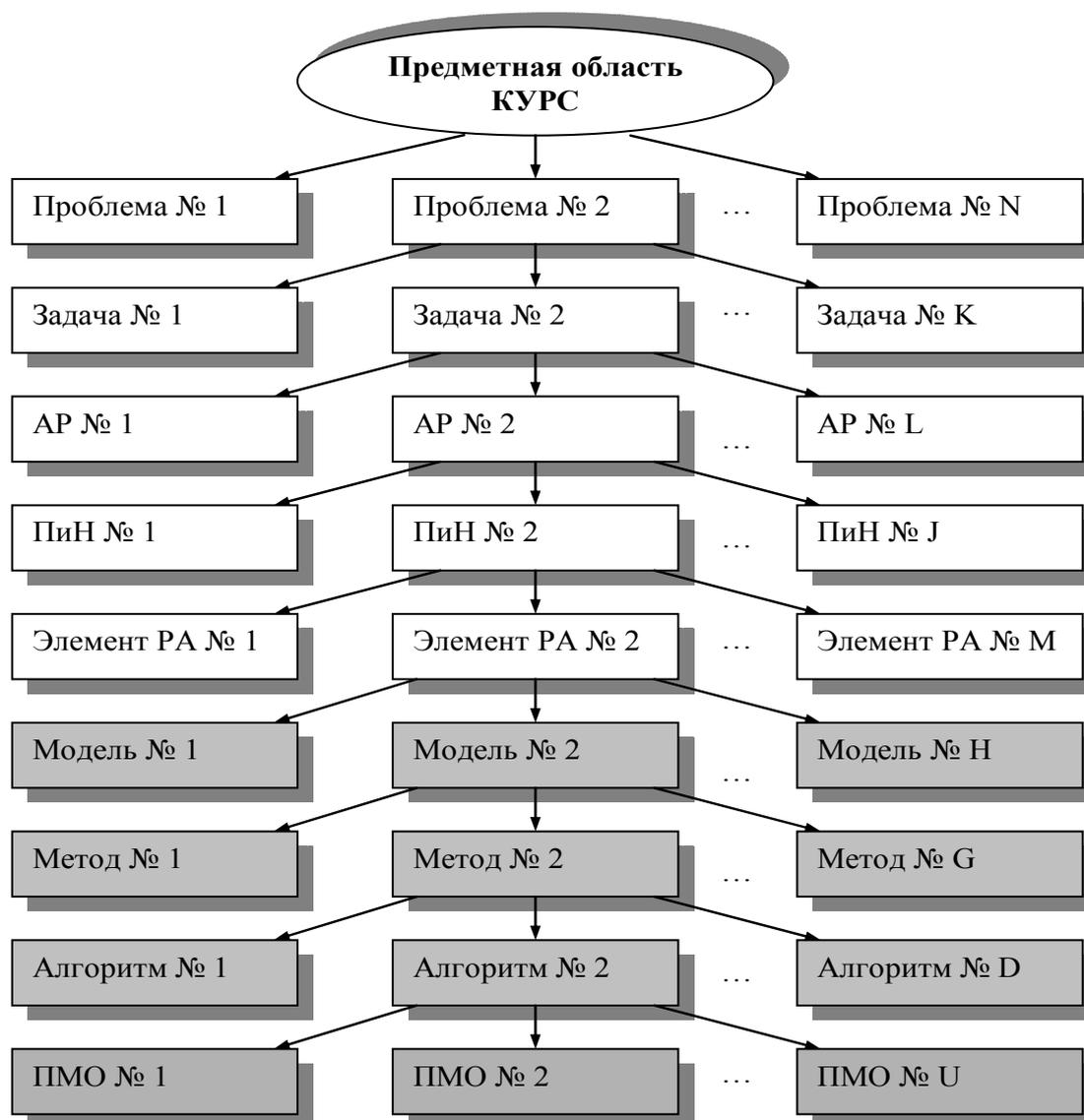


Рисунок 1 – Проблемно-ориентированная структура курса

Второй подход базируется на принципе управляемости и сопровождения тестируемого на каждом этапе контроля знаний. В частности, если на вопрос дан недостаточно правильный ответ, то принимается решение о продолжении или прерывании тестирования. Если тестирование прерывается, то выставляется негативная оценка. В противном случае необходимо определить дальнейшие действия. Такими действиями может быть продолжение локального тестирования (вопросы, связанные с определенным понятием, методом, темой и т.д.), необходимое для уточнения уровня знаний; переход на более низкий уровень по иерархии вопросов (вопросы, в которых рассматриваются частные случаи исходного понятия); переход на более высокий уровень (вопросы, в которых исходное понятие является частным случаем более общего понятия); переход к вопросам другой темы, о других понятиях и т.п. Преимуществом такого интерактивного подхода является минимизация времени тестирования, поскольку оно может быть прервано в случае критичности «уровня незнания»; использование онтологического представления учебного курса позволяет наиболее полно отображать содержимое курса в задаваемых вопросах.

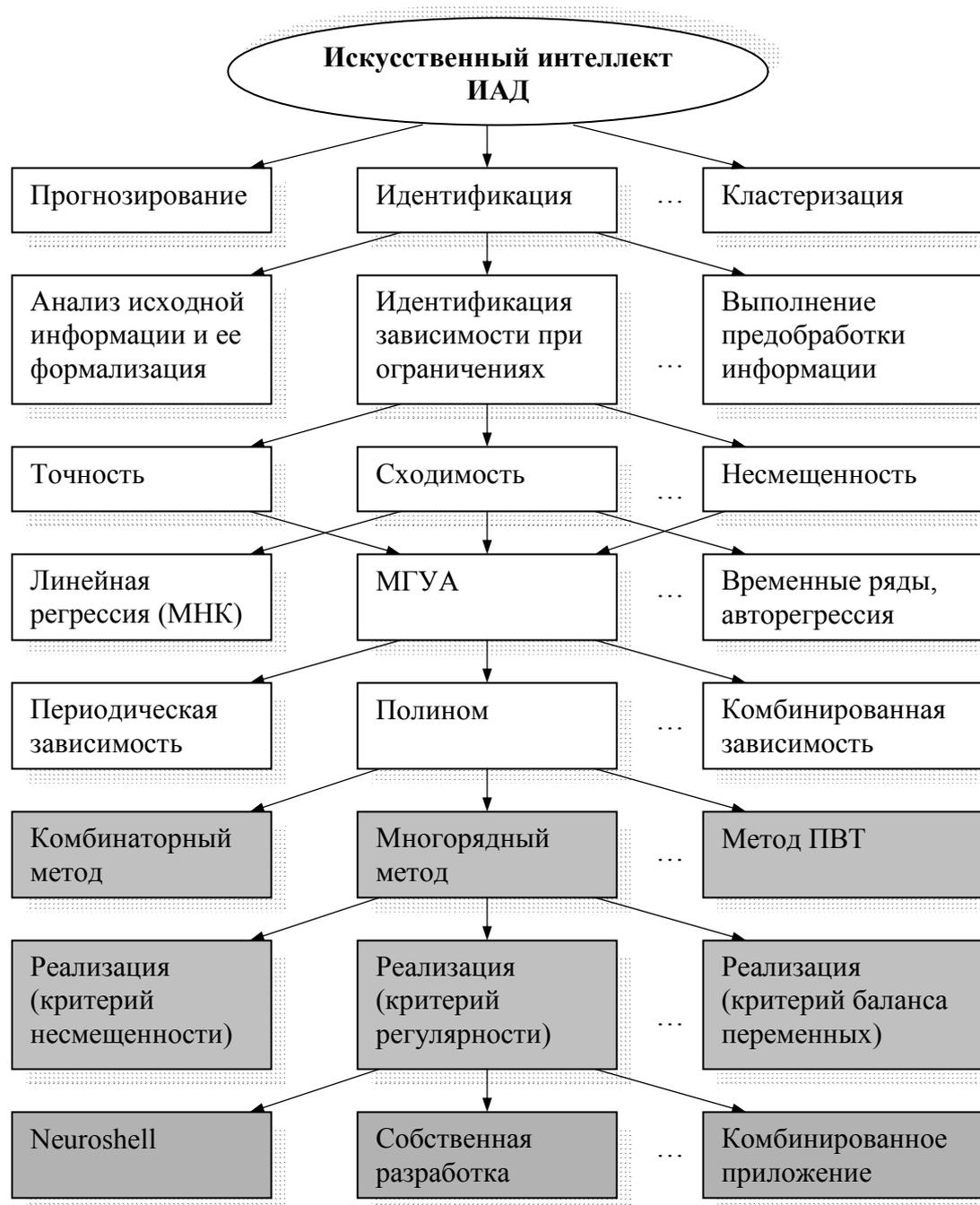


Рисунок 2 – Структура курса «Интеллектуальный анализ данных»

Использование второго подхода для контроля знаний требует выполнения ряда условий:

- разработки онтологии учебного курса с учетом предложенных принципов;
- разработки алгоритма тестирования, реализующего интеллектуальные функции, заключающиеся в принятии решений о его прекращении или продолжении, и базирующегося на использовании представлений «И-ИЛИ»-графовой структуры;
- классификации вопросов тестирования с указанием градации правильности ответов на вопросы различных типов;
- разработки композиционного метода оценки ответов.

Заключення

Предложенный структурно-онтологический подход к контролю знаний обладает несомненными преимуществами перед другими методами оценки знаний учащихся. Полнота охвата предметной области, выраженная в множестве ответов и базирующаяся на онтологии предметной области, объективизирует процесс тестирования. Оптимизация процесса контроля знаний происходит за счет структурирования информации и реализации процедуры прерывания теста, а также определения в режиме реального времени последовательности вопросов в зависимости от предыдущих ответов. Недостатком такого подхода является значительная трудоемкость построения онтологии и реализации метода оценки знаний.

Литература

1. Титенко С.В., Гагарін О.О. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі // Сб. трудов VI Межд. конф. «Интеллектуальный анализ информации. – 2006». – Киев. – 2006. – С. 298-307.
2. Таран Т.А., Сирота С.В. Обучение понятиям в интеллектуальных обучающих системах на основе формального концептуального анализа // Искусственный интеллект. – 2000. – № 3. – С. 340-347.
3. Таран Т.А., Копычко С.Н., Сирота С.В., Гулякина Н.А. Методика извлечения знаний при построении интеллектуальных обучающих систем // Сб. трудов VI Межд. конф. «Интеллектуальный анализ информации – 2006». – Киев. – 2006. – С. 282-287.
4. Рогушина Ю.В., Гладун А.Я. Онтологический подход к мультилингвистическому анализу информационных ресурсов в сети Интернет // Сб. трудов VI Межд. конф. «Интеллектуальный анализ информации – 2006». – Киев. – 2006. – С. 237-246.

О.Г. Нетавська

Структурно-онтологічний підхід до оптимізації процесів контролю знань

Верифікація процесів контролю знань є досить складною суб'єктивізованою процедурою. У статті пропонується підхід до контролю знань, що базується на об'єктивізації оцінки того, хто вчиться, шляхом автоматизації процесу формування багатьох питань і процедур їх реалізації при дотриманні умов їх повноти. Композиція двох умов: повноти охоплення учбового матеріалу і мінімізації інформаційної надмірності – реалізується за рахунок побудови відображення онтології предметної області курсу на формалізовану схему проблемно-орієнтованого зображення учбового матеріалу. В результаті реалізації структурно-онтологічного підходу оптимізується процес навчання і підвищується ефективність контролю знань.

E.G. Netavskaya

Verification of control processes of knowledges is enough difficult subjective procedure. In the paper the approach to the control of knowledges is offered, being based on estimations objektivization of studying by means the automation process of great number forming of questions and procedure of their realization at the observance of condition of their plenitude. Composition of two terms: plenitudes of scope of educational material and minimization of informative surplus will be realized due to construction of ontology reflection of course subject domain on the formal chart of problem-oriented presentation of educational material. As a result of realization of structural-ontological approach an educational process is optimized and risen efficiency of knowledges control.

Статья поступила в редакцию 27.06.2006.