

УДК 004.89

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ПОИСКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ АЛГОРИТМОМ РАССУЖДЕНИЙ ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ

Ужва А.Ю.

*ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: alexey@uzhva.ru*

Развитие электронных форм образовательных ресурсов, а также рост их количества, делает актуальной задачу поиска ресурсов в соответствии с целями обучения и характеристиками обучаемого. Среди известных методов решения данной задачи наиболее перспективными являются онтологические модели представления знаний, а также алгоритм рассуждений по прецедентам. Для интеграции данных моделей и алгоритмов должна быть разработана модель прецедента, позволяющая эффективно использовать знания онтологической модели в цикле рассуждений по прецедентам. Применение онтологической модели прецедента, интегрирующей знания онтологии в цикл рассуждений по прецедентам, позволяет повысить качество адаптивного поиска. Данный результат может быть использован для поддержки дистанционных форм образования, а также в существующем образовательном процессе в вузах.

Ключевые слова: онтологическая модель представления знаний, рассуждения по прецедентам, образовательные ресурсы, адаптивный поиск

ONTOLOGY DOMAIN MODEL FOR ADAPTIVE EDUCATIONAL RESOURCES SEARCH USING CASE-BASED REASONING ALGORITHM

Uzhva A.Y.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: alexey@uzhva.ru

Digital educational resources development makes actual adaptive educational resources search problem. This kind of search must be performed according to learner profile, learner knowledge and educational goal. Ontology model and case-based reasoning algorithm are most straightforward technics that could be used in adaptive search of educational resources. Ontology model must be integrated into case-based reasoning cycle in order to achieve full knowledge integration. This is done by implementing ontology-based case model which allow to use all ontology knowledge in case-based reasoning cycle. Resulting system can be used in e-Learning systems and in existent university educational process. It allows improving quality of educational resources selection on per-learner basis.

Keywords: ontology; case-based reasoning; educational resources, adaptive search

С учетом современных требований, предъявляемых к специалистам, процесс обучения все более усложняется, происходит активное развитие электронных форм обучения.

Электронные образовательные ресурсы обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными образовательными ресурсами, такими как низкая стоимость, легкость передачи информации, возможность получить доступ к большому количеству альтернативных источников образовательного материала. Помимо этого ЭОР несут в себе возможности, недоступные для традиционных образовательных ресурсов, например, использование мультимедийных (аудио, видео) материалов, тренажеров, а так же возможность персонализации образовательного материала.

Количество ежегодно публикуемых образовательных ресурсов увеличивается ежегодно. Так в 2011 году издано более 4 млн образовательных ресурсов, в то время как в 2002 году их было издано менее 250 тысяч. Таким образом, актуальной зада-

чей становится автоматизация поиска ЭОР, позволяющих обучаемым достичь поставленных целей в процессе обучения.

Под адаптивным поиском образовательных ресурсов понимается поиск ЭОР, набор и последовательность представления материала которого выстроены с учетом целей, текущего поля знаний и предпочтений обучаемого. Показано, что адаптивные методы поиска образовательных ресурсов способны повысить эффективность обучения до 40%.

Для адаптивного поиска электронных образовательных ресурсов разработан ряд методов и автоматизированных систем, использующие такие подходы, как аннотирование образовательных ресурсов (таксономическая классификация), применение нейросетей, решающих деревьев, байесовского вывода, графовых моделей и алгоритмов, алгоритмов рассуждений на онтологии, алгоритмов рассуждений по прецедентам. Наиболее перспективными являются существующие разработки в области онтологических моделей представления знаний [1, 4, 5]. Онтологическая мо-

дель позволяет формализовать и управлять знаниями о структуре предметной области, образовательных курсов, образовательных материалов. Алгоритм рассуждения по прецедентам хорошо зарекомендовал себя при решении задач, в которых существенную роль играют неявные экспертные знания, а также в случаях когда большую ценность имеет опыт предыдущих решений.

Т.к. при решении задачи адаптивного поиска образовательного ресурса важную роль играют как явные знания о последовательности, структуре образовательного материала, так и опыт применения тех или иных подходов на практике, является перспективным изучение возможности совместного применения онтологической модели и алгоритма рассуждений по прецедентам для задачи адаптивного поиска ЭОР [3].

Требования к структуре и функциям модели предметной области

Для реализации поставленной задачи было принято решение построить онтологическую модель предметной области, включающую в себя следующие структурные компоненты:

1. Модель образовательного курса, содержащая знания об образовательных дисциплинах, включая состав входящие в рабочую программу дисциплины компетенций, субкомпетенций (тем), их объемы в учебных часах, а так же знания об отношениях и связях между ними.

2. Модель поля знаний, включающая концепты и отношения изучаемой предметной области.

3. Модель обучаемого, содержащая знания об обучаемом, включая его персональные характеристики и предпочтения.

4. Модель образовательного ресурса, содержащая знания об образовательных ресурсах, включая их библиографические данные, набор охватываемых ресурсом тем.

5. Модель образовательной коллекции, которая должна содержать список включенных в коллекцию образовательных ресурсов, а также последовательность их изучения.

6. Модель прецедента, обеспечивающая поддержку выбранных методов и алгоритмов построения персонифицированных образовательных коллекций.

На данной модели решена задача адаптивного поиска образовательных ресурсов в соответствии с требованиями рабочей программы и образовательного стандарта, а также текущим полем знания, персональными предпочтениями и характеристиками пользователя с использованием методов рассуждений по прецедентам [6].

Разработка модели

Разработанная мета-онтологическая модель предметной области M состоит из следующих компонент:

$$M = \langle MO, I, RL, RR \rangle,$$

где M – мета-онтологическая модель предметной области; MO – множество управляемых онтологических моделей; $I = \emptyset$ – множество экземпляров мета-онтологии; $RL = \emptyset$ – множество правил вывода мета-онтологии; RR – множество отношений мета-онтологии.

$$MO = \langle OC, OL, OK, OColl, OStd \rangle,$$

где OC – онтологическая модель прецедента; OL – онтологическая модель обучаемого; OK – онтологическая модель поля знаний; $OColl$ – онтологическая модель образовательной коллекции; $OStd$ – онтологическая модель образовательного стандарта.

$$RL = \{includes, teaches, forms, has\},$$

где *includes* – отношение «включает»;
teaches – отношение «обучает»;
forms – отношение «формирует»;
has – отношение «имеет».

Онтологическая модель мета-описания MO определяет структуру мета-описания, используемую в других онтологических моделях данной предметной области. Модель позволяет ассоциировать экземпляры классов с набором пар «ключ-значение», при помощи которых могут быть сохранены данные о сущностях предметной области.

Онтологическая модель прецедента OC обеспечивает поддержку интеграции онтологических моделей представления знаний и алгоритма рассуждений по прецедентам.

Онтологическая модель образовательной коллекции $OColl$ обеспечивает поддержку аннотирования электронных образовательных ресурсов, объединения их в образовательные коллекции для изучения концептов предметной области и задания соответствия образовательного ресурса и концепта предметной области.

Онтологическая модель обучаемого OL обеспечивает поддержку описания свойств и характеристик обучаемого, таких как его идентификационные данные (ФИО, группа, курс), текущее поле знаний, персональные характеристики и предпочтения.

Онтологическая модель образовательного стандарта $OStd$ включает в себя описание образовательных курсов и их элементов, а также взаимосвязей между ними, определяющих принадлежность образовательных единиц к образовательному курсу, а также зависимость между образовательными единицами и междисциплинарные

связи. Данная онтологическая модель отражает компетентностную модель образования, введенную в 3-м поколении Федерального государственного образовательного стандарта.

Формально описание прецедента Case имеет вид:

$$\text{Case} = \langle S, TC, \text{Coll}, \text{Est} \rangle,$$

где Case – прецедент.

Индекс прецедента:

S – поле знания и персональные предпочтения обучающегося;

TC – цель обучения.

Решение прецедента:

Coll – образовательная коллекция.

Оценка решения:

Est – оценка качества составления коллекции.

$$S = \langle RKF, \text{Prefs} \rangle,$$

где RKF = $\langle KI_1, KI_2, \dots, KI_n \rangle$ – набор освоенных компетенций предметной области; Prefs – персональные предпочтения обучающегося.

При этом под целью обучения TC понимается набор теоретических и практических знаний, которые обучаемый должен получить в процессе обучения:

$$\text{Task} = \{KI_1, \dots, KI_n\},$$

где KI_i – i -й элемент целевого поля знаний студента, который необходимо изучить в процессе обучения при помощи найденных образовательных ресурсов.

На данной модели составлено описание 63 прецедентов поиска образовательных коллекций. Поставлена задача разработки алгоритма выбора близких прецедентов с использованием онтологической функции оценки близости, которая должна учитывать онтологические знания об обучаемых, рабочих программах и образовательных ресурсах.

Интеграция представленных моделей в цикл рассуждений по прецедентам

Обеспечена интеграция онтологической модели представления знаний во все этапы проведения рассуждения по прецедентам (таблица):

Использование онтологических знаний на различных этапах цикла РПП

Название этапа цикла РПП	Тип используемых знаний	Задачи
Формирование прецедента	Продукционные правила	Доопределение неполного индекса прецедента
Поиск прецедентов	Семантические отношения концептов онтологии, продукционные правила	Оценка структурного сходства полей знаний; проверка соответствия целей обучения
Адаптация прецедента	Продукционные правила	Проверка целостности составленного прецедента
Оценка прецедента	Значение оценки прецедента	Сохранение оценки прецедента в базу прецедентов

– Онтология описывает структуру задания прецедента. Онтология содержит информацию о возможных целях обучения, текущих знаниях студента и его индивидуальных особенностях. Онтология задаёт основу для поддержки анализа полноты предоставленных сведений о знаниях студента. Онтология может быть использована для доопределения индекса прецедента (если пользователь его не полностью задал) на основе содержащихся в онтологии знаний.

– Онтология позволяет оценить структурное сходство полей знаний обучаемых различных прецедентов. Алгоритмы поиска и оценки близости прецедентов сильно зависят от модели представления прецедента, заданной онтологией. Также онтология позволяет проверить сходство найденных прецедентов целям обучения.

– На этапе адаптации используются знания, содержащиеся в онтологии в виде правил сопоставления одних параметров

описания с другими параметрами для доопределения параметров, для которых наиболее близкие к прецеденту-запросу прецеденты дают противоречивые значения.

– На этапе оценки прецедента структура прецедента может быть использована для сохранения найденной коллекции, а также ее оценки в базу прецедента.

На данной модели поставлена задача реализации алгоритма поиска образовательных ресурсов на основе рассуждения по прецедентам, реализующего процедуру оценки близости фрагментов онтологии, соответствующих компонентам описания прецедента TC и S [2].

Выводы

Разработанная онтологическая модель представления знаний о предметной области «электронные образовательные ресурсы» обеспечивает поддержку алгоритма рассуждения по прецедентам для поиска

электронных образовательных ресурсов за счет онтологической модели прецедента. Это позволяет повысить качество адаптивного поиска за счет интеграции знаний онтологии в цикл рассуждений по прецедентам.

На данной онтологической модели формализованы знания о 26 предметах образовательной программы направления 231000 «Программная инженерия», в рамках которых автоматизированно заполнено 216 субкомпетенций. Детально проработаны первая часть части курса «Алгоритмические языки программирования» и вводная часть курса «Интеллектуальные системы». На формирование онтологической модели было затрачено на 60% меньше времени по сравнению с ручным заполнением.

Список литературы

1. Ужва А.Ю. Онтологическая модель предметной области, обеспечивающая поддержку рассуждений по прецедентам для поиска образовательных ресурсов / А.Ю. Ужва, И.Г. Жукова, М.Б. Кульцова // Изв. ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып. 9: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – № 11. – С. 110–113.
2. Ужва А.Ю. Модели и методы поиска образовательных ресурсов на основе рассуждений по прецедентам и онтологии / А.Ю. Ужва, М.Б. Кульцова // XV региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 9-12 ноября 2010 г.): тез. докл. / ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград, 2011. – С. 189–191.
3. Интеграция онтологических моделей представления знаний и рассуждений по прецедентам для генерации персонализированных образовательных коллекций / А.М. Дворянкин, А.Ю. Ужва, И.Г. Жукова, М.Б. Кульцова // Инновационные технологии в обучении и производстве: сб. науч. тр. всеросс. конф. – Камышин, 2009. – С. 59.
4. Heckmann D., Schwartz T., Brandherm B. Gumo—the general user model ontology // User modeling. – 2005. – С. 149–149.

5. Henze N. Personalization services for e-learning in the semantic web // Design of Adaptive Feedback in a Web Educational System. – 2005. – С. 55.

6. Zhou L. Ontology learning: state of the art and open issues // Information Technology and Management. – 2007. – Т.8, № 3. – С. 241–252.

References

1. Uzhva A.Yu. Ontologicheskaya model' predmetnoj oblasti, obespechivayu-shhaya podderzhku rassuzhdenij po precedentam dlya poiska obrazovatel'nyx resursov / A.Yu. Uzhva, I.G. Zhukova, M.B. Kul'cova // Izv. VolgGTU. Seriya «Aktual'nye problemy upravleniya, vychislitel'noj texniki i informatiki v texnicheskix sistemax». Вып. 9: mezhvuz. sb. nauch. st. / VolgGTU. Volgograd, 2010. no. 11. pp. 110–113.
2. Uzhva A.Yu. Modeli i metody poiska obrazovatel'nyx resursov na osnove rassuzhdenij po precedentam i ontologii / A.Yu. Uzhva, M.B. Kul'cova // XV regional'naya konferenciya molodyx issledovatelej Volgogradskoj oblasti (Volgograd, 9–12 noyabrya 2010 g.) : tez. dokl. / VolgGTU [i dr.]. Volgograd, 2011. pp. 189–191.
3. Integraciya ontologicheskix modelej predstavleniya znaniy i rassuzhdenij po precedentam dlya generacii personalizirovannyx obrazovatel'nyx kollekcij / Dvoryankin A.M., Uzhva A.Yu., Zhukova I.G., Kul'cova M.B. // Innovacionnye tehnologii v obuchenii i proizvodstve. - sb. nauch. tr. vsеросs. konf. Kamyshin, 2009. pp. 59
4. Heckmann D., Schwartz T., Brandherm B. Gumo—the general user model ontology // User modeling. 2005. pp. 149–149.
5. Henze N. Personalization services for e-learning in the semantic web // Design of Adaptive Feedback in a Web Educational System. 2005. pp. 55.
6. Zhou L. Ontology learning: state of the art and open issues // Information Technology and Management. 2007. т. 8, no. 3. pp. 241–252.

Рецензенты:

Лукьянов В.С., д.т.н., профессор кафедры ЭВМиС, ВолгГТУ, г. Волгоград;
 Камаев В.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой САПР и ПК, ВолгГТУ, г. Волгоград.
 Работа поступила в редакцию 14.02.2013