

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin
(editors)

**Information Models
of
Knowledge**

**ITHEA[®]
KIEV – SOFIA
2010**

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)

Information Models of Knowledge

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria (www.foibg.com).

Printed in Ukraine

Copyright © 2010 All rights reserved

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org ; e-mail: info@foibg.com

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

© ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

ISBN 978-954-16-0048-1

C/o Jusautor, Sofia, 2010

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЛЕКСИЧЕСКОЙ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПО ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫМ ТЕКСТАМ

Ольга Лесько, Юлия Рогушина

Аннотация: Рассматриваются методы автоматизации формирования онтологии предметной области (ПрО), интересующей пользователя, путем лингвистической обработки естественно-языковых документов, pertinentных этой ПрО, в частности, словарных статей толковых словарей, доступных через Web энциклопедий и т.д. Предлагается одновременно формировать специализированную лексическую онтологию (СЛО) этой ПрО, имеющую фиксированную структуру и содержащую сведения о лексемах, соответствующих терминам этой ПрО. СЛО затем используется для лингвистического анализа ЕЯ-текстов, позволяя обнаруживать фрагменты ЕЯ-текста, связанные с понятиями ПрО. Результаты такого анализа используются далее как для дополнения онтологии ПрО, так и для решения задач пользователя.

Keywords: Semantic Web Technologies, ontology, natural language processing

ACM Classification Keywords: I.2.4 Knowledge Representation Formalisms and Methods - Semantic networks, H.3.3 Information Search and Retrieval - Retrieval models

Введение

Развитие информационных технологий и увеличение объемов обрабатываемых сведений привело к появлению более сложных методов представления и преобразования информации. В настоящее время большую распространенность получили информационные системы (ИС), базирующихся на знаниях, т.е. системы, в которых поддерживается обработка информации на семантическом уровне.

В частности, во многих ИС для представления распределенных, совместно используемых знаний используются онтологии и тезаурусы [1,2]. Построение онтологий различных областей, содержащих основные понятия и зависимости между ними, невозможно автоматизировать полностью, однако можно значительно снизить трудоемкость построения понятийного аппарата предметной области (ПрО) при помощи лингвистической обработки естественно-языковых текстов, релевантных этой ПрО и содержащих знания о ней. Подобные подходы широко используются при создании прикладных поисковых систем [3,4], систем дистанционного обучения [5] и электронной коммерции. В настоящее время уже разработаны системы автоматизированного построения онтологий, например Text2Onto [6].

Способы создания и использования онтологий в ИС очень сильно различаются в зависимости от направленности самих ИС и специфики ПрО, от того, какие именно естественные языки являются средством представления знаний о ПрО, но в основном они тем или иным образом ориентированы на стандарты и программные средства, разработанные в рамках проекта Semantic Web.

При разработке онтологии ПрО (ОПрО), интересующей пользователя, в данной работе предлагается использовать *специализированную лексическую онтологию* (СЛО) – такую лексическую онтологию этой ПрО, которая создается и пополняется параллельно разработке ОпрО на основе анализа корпуса ЕЯ-текстов, которые пользователь посчитал относящимися к исследуемой ПрО. СЛО является инструментом, на основе которого итеративно выполняется анализ семантики ЕЯ-текстов.

Принципиальное отличие СЛО от обычных лексических онтологий заключается в том, что в качестве экземпляров класса «лексема» в нее включаются только те понятия, которые связаны с понятиями ОпрО, а не все встречающиеся в ЕЯ понятия. Это значительно уменьшает размер онтологии и, соответственно, сокращает время ее обработки.

При решении ряда интеллектуальных задач пользователю надо использовать формализовано представленные знания соответствующей предметной области (ПрО), представленные в виде онтологии. Обычно такая онтология, полностью соответствующая информационным потребностям пользователя, им самим и должна быть построена с использованием фрагментов других онтологий и средств автоматизированного извлечения онтологических знаний из ЕЯ-текстов. Вспомогательным средством при этом является создание соответствующей лексической онтологии, которая в дальнейшем может использоваться и для решения других задач.

Постановка задачи

Чтобы автоматизировать построение онтологии предметной области, предлагается одновременно с ее построением строить специализированную лексическую онтологию этой ПрО и использовать ее затем для извлечения знаний из ЕЯ-текстов: СЛО позволяет семантически размечать ЕЯ-текст понятиями ПрО и обнаруживать связи между этими понятиями, которые затем фиксируются в онтологии ПрО. Реализация базовых процедур анализа, синтеза и понимания естественного языка компьютером является первым необходимым звеном в цепочке «Компьютерная обработка естественно-языковых текстов – Представление знаний – Компьютерная обработка знаний» [3].

Построение онтологии ПрО

Под онтологией (О) будем понимать упорядоченную тройку $O = \langle X, R, F \rangle$, где X - конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области, которую представляет онтология O ; R - конечное множество отношений между концептами заданной предметной области; F - конечное множество функций интерпретации, заданных на концептах и отношениях онтологии O [7]. Основными типами онтологических отношений являются отношение принадлежности (**instance-of**) и отношение класс - подкласс (**subkind-of**). [8]. Отношения описывают связи между классами и экземплярами классов.

В контексте информационных технологий под онтологией понимается система или схема понятий (а не терминов) области знаний, отношений между ними и правил операций над ними, исчерпывающим образом представляющая область знаний. Онтология включает формальные определения всех используемых терминов (дескрипторов понятий), отношений и операций. Такие определения должны быть с одной стороны понятны разработчикам и, главное, пользователям, с другой стороны быть операбельными при машинной обработке. Следовательно, необходимо установить соответствие между словами естественного языка, понятными пользователю, и их формальными определениями, пригодными для автоматизированной обработки различными программами и алгоритмами.

Таким образом, возникает необходимость в построении двух онтологий:

- **СЛО**, под которой в дальнейшем мы будем понимать онтологию, понятиями которой является то подмножество лексем какого-либо ЕЯ, которое используется для описания понятий определенной ПрО, ее отношениями - онтологические отношения между лексемами (синонимия, меронимия, гипонимия, гиперонимия, антонимия, родство и т.д. [9]), экземплярами понятий могут быть поименованные сущности, а свойствами понятий - те словоформы ЕЯ, которые соответствуют лексеме, а множество аксиом является пустым)
- **онтологии предметной области**, в которой явным образом указываются связи между понятиями ПрО (при этом для определения понятий и связей используется терминология, формализованная в лексической онтологии).

Лексическая онтология может быть в дальнейшем использована при извлечении информации из ЕЯ-текстов. Такая онтология позволила бы извлекать информацию независимо от того, какими словами она сформулирована. Кроме того, она была бы полезна при решении таких задач, как разрешение эллипсисов, анафорических ссылок, морфологической и лексической омонимии.

В процессе построения онтологии ПрО предлагается выполнять лингвистический анализ текстов статей толковых словарей как данной ПрО, так и общей лексики. При этом словарные определения могут редактироваться пользователем в зависимости от его потребностей. Важно только, чтобы словарные статьи были хорошо отформатированными текстами, удовлетворяющими требованиям к определениям. Эти требования таковы:

Онтология ПрО позволяет формализовано представлять знания этой ПрО и использовать смысловые связи между понятиями, специфичные именно для этого домена (причем такие связи могут также описываться понятиями из лексической онтологии - теми словоформами, которые соответствуют глаголам и отглагольным существительным).

Структура онтологии ПрО.

Множество концептов предметной области X состоит из двух подмножеств: X_1 – множества концептов верхнего уровня, которые не определяются через другие концепты, и X_2 – множества производных концептов, которые определяются через другие концепты: $X = X_1 \cup X_2$.

Концепты верхнего уровня X_1 – это те знания, которые мы считаем априорно известными каждому пользователю, и, следовательно, нет необходимости формализовывать их каждый раз заново при создании каждой прикладной онтологии (например, онтологии ПрО). К таким знаниям относятся, например, сведения об единицах измерения («минута состоит из 60 секунд», географических объектах («Киев – столица Украины» и т.д. в качестве формализации таких знаний в дальнейшем мы предлагаем использовать ссылки на онтологии верхнего уровня или общие онтологии (такие, как SUMO[9]). Значительно сложнее сформировать множество X_2 , уникальное для каждой ПрО. Каждый элемент множества X_2 представляет собой вектор, состоящий из идентификатора класса ID, идентификатора суперкласса s , списка атрибутов A , и списка значений атрибутов V .

$$X_2 = \{x_i : x_i = \langle ID, s \in X, s \neq x_i, A = \{a_1, \dots, a_m\}, V \rangle\}$$

Множество отношений предметной области также представляет собой объединение множества атрибутов A и множества отношений R_0 : $R = A \cup R_0$. Множество R_0 в свою очередь состоит из множества отношений верхнего уровня, которые не определяются через другие концепты, и множества производных, которые определяются через другие концепты.

Множество понятий верхнего уровня можно представить, например, так

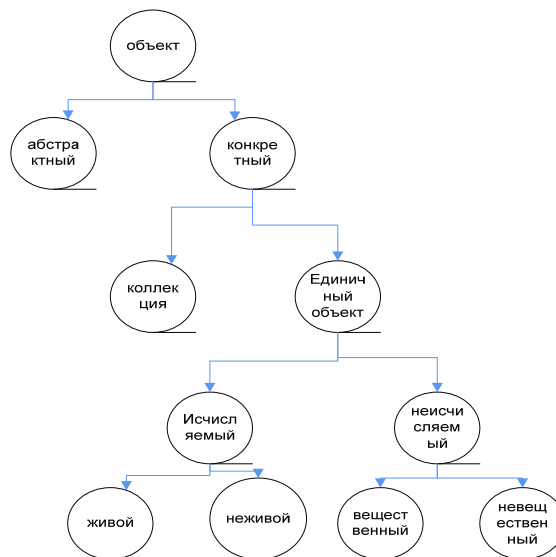


Рис.1. Пример онтологии верхнего уровня

Данная классификация построена на основе грамматических классов существительных и онтологии SUMO [10].

Основные типы отношений между понятиями ПрО и методы их определения

Основные типы онтологических отношений и способы их выражения в естественном языке описаны, например, в [9] и [11].

Как указывается в [1] и [13], для определения различных видов отношений между словами в ЕЯ-текстах не всегда необходимо выполнять полный синтаксический анализ с учетом окончаний всех слов. В процессе речевого общения человек в первую очередь использует семантику слов, и только в случае неоднозначности используются окончания ([13], [15]) поэтому для выделения определительных отношений не предполагается использовать формальное описание синтаксических структур. В данном случае используются определения, данные пользователем, или найденные в «Великому тлумачному словнику Української мови» [17].

В некоторых случаях предлагается заменять существительные, выполняющие функцию определения, на соответствующие классы.

Например, в процессе анализа предложения «До цієї книги цікавість викликати важко» находим в словаре определение

ЦІКАВІСТЬ, -вості, ж. 1. Бажання, намагання дізнатися про щось в усіх подробицях; увага до кого-, чого-небудь; допитливість.

Так как в данном предложении есть только одно слово, которое может быть связано с существительным в виде «до кого-, чого-небудь», формируется словосочетание «цікавість до цієї книги».

Структура специальной лексической онтологии (СЛО)

Структура лексической онтологии определяется ее назначением. Поскольку лексическая онтология должна отображать лексемы естественного языка в понятия ПрО, каждой лексеме должен быть приспан ID соответствующего класса, а также следующие виды валентности лексемы:

лексическая валентность - потенциальная сочетаемость с другими словами, лексическими группами или классами слов;

морфологическая валентность — потенциальная сочетаемость с морфемами словообразования и словоизменения. Под **синтаксической валентностью** — способность занимать определенные позиции в тех или иных синтаксических структурах и вступать в синтаксические связи с теми или иными классами слов.

Под лексемой [19] мы понимаем объединение корневых и аффиксальных морфем, образующих лексическую единицу, независимо от возможных для нее синтаксических функций, парадигмы и валентности.

Множество синтаксических правил отображает определенные синтаксические структуры в отношении ПрО с учетом семантики. Онтологические отношения (синонимия, таксономия) находятся в процессе обращения к онтологии ПрО.

Общая схема построения СЛО в процессе разработки онтологии ПрО

Очевидно, что пользователю сразу и вручную создать онтологию ПрО, которая будет адекватно отражать все доступные пользователю знания об этой ПрО, – задача практически нереальная для любой сколько-нибудь сложной сферы деятельности. Поэтому следует строить такую онтологию итеративно, а в качестве вспомогательного средства формализации знаний использовать СЛО, в которую помещать информацию, обнаруженную пользователем в процессе анализа ЕЯ-текстов, связанных с этой ПрО. СЛО также

формируется пользователем не сразу, а итеративно, причем обе создаваемые и совершенствуемые онтологии оказывают влияние друг на друга.

Общая архитектура системы соответствует архитектуре системы автоматизированного построения онтологий Text2Onto [6]. Основными модулями системы являются on-line словарь, лингвистический процессор, и модуль пополнения онтологии.

При этом надо выполнить следующие шаги:

сформировать начальный словарь терминов ПрО. Терминами ПрО могут считаться лексемы, определения которых даются в текстах из данной ПрО, либо названия объектов, свойства которых описываются. Для нахождения определений в тексте используется алгоритм, приведенный в [18]. Например, терминами в ПрО «Мебель» могут быть «столик», «компьютерный столик», если даются их определения или свойства объектов. Определение слова «компьютерный» в данном случае не требуется, независимо от частоты его встречаемости. Такие определительные словосочетания находятся в результате семантико-синтаксического анализа, в процессе которого используется толковый словарь, как описано выше. Также термины могут вводиться вручную пользователем (при этом можно использовать подмножества и пересечения ранее сформированных наборов терминов, например, толковых словарей). Кроме того, для нахождения таких терминов можно использовать процедуру, приведенную в [13].

дать ЕЯ-определение каждого из выбранных пользователем терминов (например, "Кóшка — одомашненная форма мелкого хищного млекопитающего семейства кошачьих — дикой ближневосточной кошки" (самостоятельно либо воспользоваться различными толковыми словарями), сформировав таким образом корпус текста для дальнейшего анализа (при этом термины используются как ключевые слова при поиске в Web)

Определим более детально эту процедуру. Предположим, пользователь внес термин X в начальный словарь терминов ПрО. Если пользователь достаточно четко представляет себе его значение, то он пытается сам дать ему то определение, которое наиболее адекватно описываемой ПрО. Если пользователь не смог дать определение слову X, он находит некоторые определения X в толковых словарях, Википедии и т.д., выбирая устраивающие его. Если этого оказывается недостаточно, то пользователь обращается к поисковым системам Интернета с X в качестве ключевого слова и выбирает подходящие ИР, найденные этими ИПС. Затем все найденные результаты объединяются в один ЕЯ-документ – корпус текстов.

проанализировав выбранный заранее корпус текстов, расширить начальный словарь терминов ПрО теми понятиями, которые использовались в определениях, и опять найти ЕЯ - определения каждого из терминов (аналогично п.2 либо через ссылки на онтологии верхнего уровня)

эти шаги повторять итеративно до тех пор, пока пользователь не будет удовлетворен предоставленным ему набором понятий, а все термины будут определены либо через другие понятия, либо через ссылки на понятия онтологии верхнего уровня (ссылка типа «общеизвестный термин») или просто сопровождаемы указателем «неопределимо в рамках ПрО».

перейти к формированию СЛО. Элементы словаря терминов ПрО – это экземпляры класса «лексема» СЛО. Необходимо на основе анализа ранее сформированного корпуса текстов зафиксировать допустимые словоформы этих лексем, а также их морфологические свойства. На этом этапе для каждой из морф определяется класс слов, с которым она сочетается. Если таких классов больше одного, пользователю предлагается определить новый тип отношений. Каждой лексеме поставить в соответствие ID класса в онтологии ПрО.

перейти к формированию онтологии ПрО. Каждой лексеме из СЛО ставится в соответствие единственное понятие в онтологии ПрО. При этом нескольким лексемам из СЛО может соответствовать одно понятие онтологии ПрО

сформировать экземпляры класса «предложение» СЛО путем лексического анализа корпуса текстов.

установить семантические связи между теми понятиями онтологии ПрО, которым соответствуют лексемы, являющиеся свойствами одного экземпляра класса «предложение», используя СЛО, осуществить семантическую разметку текста определений понятиями онтологии ПрО. Проанализировать полученные онтологии, внести в них изменения и вернуться к п.7. Общая схема первого этапа алгоритма приведена на рис.2.

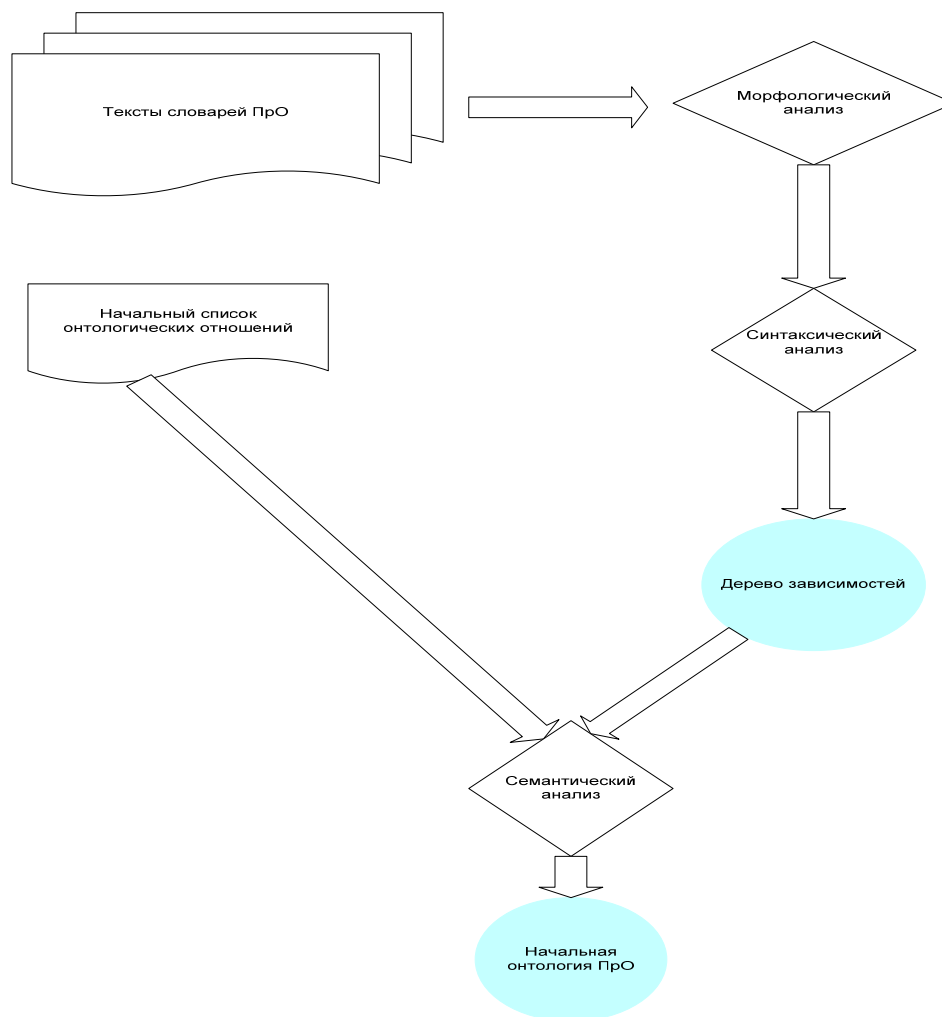


Рис.2. Общая схема первого этапа алгоритма

Пример использования алгоритма

Рассмотрим в качестве примера процесс построения онтологии ПрО на примере онтологии «Мебель». Вначале построим список терминов, например {стол, стул, комод, шкаф}. Понятие «стол» в данном случае определяется как совокупность таких атрибутов, как высота, ширина, глубина, наличие дополнительных элементов.

Пусть в тексте выделено предложение «Стол угловой компьютерный с надставкой для работы дома "Домашний офис" для работы дома или в офисах переоборудованных из квартир». Понятие «стол» в данном случае определяется как совокупность таких атрибутов, как высота, ширина, глубина, наличие дополнительных элементов. Если в корпусе текстов встречается словосочетание «Стол компьютерный», добавляется класс «*».

В результате анализа предложения создаются следующие классы

СТОЛ = {(угловой, *), (компьютерный, обеденный, офисный)}.

Далее формируются номера классов:

ID {(угловой, компьютерный)} = 1

Назначение = {компьютер, обед}

Дополнительные элементы = {надставки}

Надставки = {для работы дома "Домашний офис"}

Предлог «с» определяет отношение принадлежности.

Затем строка «Размер 105x85x194Нсм» преобразуется в атрибуты ширина, глубина, высота объекта с ID.

Далее, если в тексте встретится объект «Стол угловой офисный», добавляем к множеству стол один элемент ID {(угловой, офисный)} = 2;

Представим множество подклассов класса стол в виде пространства, в данном случае двухмерного. Координатой класса (угловой, компьютерный) теперь будет ID [1][1], а класса (угловой, офисный) = ID [1][3].

В случае, когда в корпусе текстов не найдены словосочетания, например, «Стол офисный» и «Стол компьютерный», размерность первой координаты можно уменьшить с целью уменьшения размерности матрицы ID подклассов.

Теперь для того, чтобы найти в онтологии экземпляр «Стол угловой офисный» достаточно среди множества ID найти элемент с координатой ID [1][3], причем поиск будет выполняться независимо от порядка ввода слов «Стол угловой офисный» или «Стол офисный угловой».

Использование СЛО и онтологии ПрО в процессе лексического анализа.

Обе онтологии, построенные в результате работы алгоритма, могут использоваться для решения задач лексического анализа в тех случаях, когда необходима информация о семантике слов. Среди таких задач следующие:

- - определение денотата слова. Например «Во дворе растет каштан. Листья дерева пожелтели». В этом случае в последних двух предложениях надо найти объект x класса «дерево»
- - восстановление эллипсисов. Например «В магазинах появилась новая книга. Обложка ярко оформлена». В этом случае необходимо установить, что объект *книга* в первом предложении содержит функциональную часть *обложка*, о которой идет речь во втором предложении.
- - разрешение синтаксической неоднозначности. Например «Замки для дверей с несколькими цилиндрами». В данном случае возможны два варианта построения дерева зависимостей: «замки с несколькими цилиндрами» и «двери с несколькими цилиндрами». Поскольку в онтологии ПрО будет существовать класс «замки с цилиндрами», будет выбран правильный вариант.

Выводы

Суть предложенной концепции – чтобы автоматизировать построение онтологии предметной области, предлагается использовать специализированную онтологию, имеющую фиксированную структуру и связывающую понятия этой ПрО с определенными лингвистическими единицами – лексемами того или иного ЕЯ. Автоматизируя создание онтологий ПрО, можно достичь интероперабельного использования знаний в современных распределенных знание-ориентированных приложениях. Автоматизация создания онтологии достигается за счет: а) формализованного описания понятий ПрО в виде словарных статей; б) отказа от формализованного описания большого числа отношений. Описываются только отношения, необходимые в данной ПрО.

Полученная онтология позволяет 1) находить информацию в онтологии независимо от формулировки запроса; 2) разрешать различные случаи неоднозначности в текстах; 3) находить денотат для каждого объекта текста. В результате проведенных исследований получен список синтаксических структур,

соответствующих определениям в ЕЯ-текстах. Предложенный метод дает хорошие результаты в том случае, когда имеется большое количество документов при небольшом разнообразии синтаксических конструкций.

Следующим шагом в разработке предложенного метода может быть создание алгоритма распознавания и семантической интерпретации поименованных сущностей в ЕЯ-текстах. Описание процессов в ПРО в виде выполнения определенных операций позволит реализовать цепочку «входное сообщение – система знаний – реакция» [0].

Литература

1. Палагин А.В., Петренко Н.Г. [Системно-онтологический анализ предметной области](#) // УСИМ. – 2009. – № 4. – с.3-14.
2. Величко В., Волошин П., Свитла С. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем. – www.foibg.com/ibs_isc/ibs-15/ibs-15.pdf
3. Палагин О.В., Свитла С.Ю., Петренко М.Г., Величко В.Ю. [Про один підхід до аналізу та розуміння природномовних об'єктів](#) // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2008, №7. с.128–137.
4. Gladun A., Rogushina J. Use of Semantic Web technologies in design of informational retrieval systems // Building and Environment, 2009 Nova Scientific Publishing, New-York, USA. – P.89-103.
5. Gladun A., Rogushina J. Garcia-Sanchez F., Martinez-Bejar R., Fernandez-Breis J.T. An application of intelligent techniques and Semantic Web technologies in e-learning environments // Expert Systems with Applications, An International Journal, 2009, V.36. – P.1922-1931.
6. <http://www.neon-toolkit.org/wiki/1.x/Text2Onto>
7. Musen M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protege with the EON Architecture // Methods of Inform. in Medicine, 1998. - P.540-550.
8. IDEF5 Method Report // <http://www.idef.com/pdf/Idef5.pdf>
9. Добров Б.В., Лукашевич Н.В., Невзорова О.А., Федунев Б.Е. Методы и средства автоматизированного проектирования прикладной онтологии // Известия РАН. Теория и системы управления. М.: 2004. № 2. – С.58-68.
10. <http://www.ontologyportal.org>
11. Розробка методів та засобів онтолого-лінгвістичного аналізу природно-мовних об'єктів./ М.Г.Петренко, О.В. Палагін, В.Ю. Величко. С.Л. Кривий - Київ -2009. -38 с. (препр., Інститут кібенетиким ім. В. М. Глушкова.)
12. Отношения в RussNet-e.// http://project.phil.pu.ru/RussNet/relations_ru.shtml
13. Виталий Величко, Павел Волошин, Светлана Свитла. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОЗДАНИЕ ТЕЗАУРУСА ТЕРМИНОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ// International Conference “Knowledge-Dialogue-Solution” KDS-2 2009, Kyiv, Ukraine, October, 2009, http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-15/ibs-15-p03.pdf.
14. Одинцов В.В. Стилистика текста. — Изд. 4-е — М. : ЛКИ, 2007. — 262с.
15. G. Miram. Алгоритмы перевода. Вступительный курс по формализации перевода / Translation Algorithms: Introduction to Translation Formalization- К., Эльга, ника-центр. 2004. – 176 с.
16. Лурия А. Р.Язык и сознание. Под редакцией Е. Д. Хомской. Изд-во Моск. ун-та, 1979, 320 с.
17. <http://slovyk.net>
18. Лесько О. Н., Рогушина Ю. В. Использование онтологий для анализа семантики естественно-языковых текстов. // Проблемы програмування, № 3, 2009. – С. 59-66.
19. Арнольд И.В. Стилистика. Современный английский язык // Флинта Издательство, 2002, 384 с.

Информация об авторах

Ольга Лесько, Институт программных систем, oll112233@ukr.net

Юлия Рогушина – с.н.с., к.ф.-м.н., доцент, Институт программных систем НАН Украины, Украина, Киев, 44, пр.Глушкова, 03680; e-mail: jjj@ukr.net

Область исследований: технологии Semantic Web, менеджмент знаний