

От информационного пространства к пространству знаний. Онтологии в Интернет.

изложение составил О.Г. Чанышев

Введение

Средствам обработки данных в сети WWW все труднее справляться с лавиной информации, добавляемой в сеть ежедневно. Интернет сегодня - это дом Хаоса. Кроме серверов, поддерживаемых компаниями, фирмами, университетами, на которых, представлена тематическая информация, более или менее структурированная, Web "населяют" домашние страницы, соединяющие в себе все что угодно. Такая дезорганизованность крайне затрудняет и запутывает процесс поиска нужной информации...

Необходим переход к семантически значимому представлению информации в сети. Мировое Internet-сообщество уже активно включилось в процесс **реконструирования Web-пространства в пространство знаний**. Лидирующим направлением для реализации приложений в этой области являются агентные технологии и мультиагентные системы. В отдельный класс выделяются исследования, использующие **онтологии** для представления знаний в Интернет.

1 Три способа превращения данных в знания в Интернет

Машины поиска и извлечения информации, такие как "Yahoo!", "Lycos", "Infoseek", используют механизм поиска по ключевым словам и не учитывают контекст, в котором существует информация. Вот почему результатом работы таких систем могут быть сотни тысяч ссылок. Аннотирование документов и создание каталогов вручную требует слишком много времени, кроме того взгляды индексатора (даже эксперта в фиксированной проблемной области) и пользователя на документ могут не совпадать.

Другой подход к решению проблемы интеллектуализации Интернет заключается в дополнении специальными семантическими тагами стандартного HTML для того, чтобы "внести знания" прямо в страницы. Очевидно, практическая вероятность его реализации существенно меньше, чем требование к авторам текстов приводить список ключевых слов. Если только не аннотировать документы автоматически.

Предлагается также расширить HTML с целью получения семантических индексов к информации, организованной в виде так называемых Lightweight Deductive Databases, где связи между отдельными страницами определяются гипертекстовыми ссылками с атрибутами. Дедуктивные базы данных являются расширением реляционных за счет применения правил логического программирования.

Предлагает создать Всемирную базу данных (WorldWide Data Base), состоящую из файлов, которые содержат полученные из Интернет небольшие фрагменты документов с описанием содержащихся в них понятий в виде объектов. Объекты представляются на специальном языке

и могут включать ссылки на другие объекты, HTML-документы в Интернет или файлы из самой базы данных.

В последнее время серьезное развитие получила парадигма, с точки зрения которой **Web рассматривается как потенциальная база знаний**. Для работы со знаниями в сети нужны специальные методы представления и обработки знаний, интерпретации запросов и т.д. Задача здесь прежде всего в том, чтобы адаптировать методы и средства, разработанные в ИИ для систем, основанных на знаниях, в новую проблемную область. В рамках такого подхода сейчас внимание различных исследователей привлекают **онтологии** (1995) как средство построения распределенных и неоднородных систем баз знаний в Интернет. **Адекватным средством реализации таких систем являются агентные технологии и мультиагентные системы**. Онтологии включают абстрактное описание как очень общих, так и специфичных для конкретной предметной области терминов. Вопрос о корректном способе анализа знаний с целью определения терминов остается пока открытым.

Одной из сильных сторон онтологий являются их потенциальные свойства для решения таких важных задач как разделение знаний и их повторное использование. Это заключение основывается на предположении о том, что если общая схема (представления и использования знаний), - то есть онтология, - явно определена для работающих с ней агентов как общий ресурс, то этот ресурс возможно разделять между агентами и многократно использовать [Fridman Noy, Hafner, 1997].

2 Подробнее о термине "онтология" и его связи с термином "тезаурус", или Кентавр по имени ТЕОН

2.1

Начиная обсуждение взаимосвязи понятий Тезауруса и Онтологии следует констатировать, что определениям далеко до определенности. Действительно, согласно "Современному словарю иностранных слов":

Тезаурус [гр. Thesaurgos запас]

1. *словарь, в котором максимально полно представлены все слова языка с исчерпывающим перечнем примеров их употребления в текстах; в полном объеме осуществим лишь для мертвых языков;*
2. *идеографический словарь, в котором показаны семантические отношения (синонимические, родо-видовые и др.) между лексическими единицами;*
3. *в информатике - полный систематизированный набор данных о какой-либо области знаний, позволяющий человеку или вычислительной машине в ней ориентироваться.*

Нариньяни замечает, что это не идеальное определение, но достаточно объемное. С Онтологией же дело обстоит сложнее, - не так давно этот термин относился исключительно к философии.

Онтология [гр. on (ontos) сущее] - *философское учение о бытии, его основах, принципах, структуре и закономерностях.*

В этом определении еще не нашел отражения тот факт, что в начале 90-х годов этот термин был заново "осмыслен" искусственным интеллектом. Искусственный интеллект решил

поднять до "основ бытия" уровень своего направления, занимавшегося формальными моделями (описаниями) знаний о какой-либо области, переименовав их в Онтологии. Типичная - одна из многих - характеристика читается так:

Онтология - это набор определений (на формальном языке) фрагмента декларативных знаний, ориентированный на совместное многократное использование различными пользователями в своих приложениях. В онтологии вводятся термины, типы и соотношения (аксиомы), описывающие фрагмент знания.

Видно, что определения Тезауруса и приведенное определение Онтологии почти совпадают. Это и не удивительно, поскольку еще недавно сегодняшняя Онтология именовалась Тезаурусом.

Однако теперь в наступившем смешении понятий стало ясно, что этим терминам придется размежеваться: Тезаурус скорее более закреплен за лексикой в проекции на семантику, а Онтология в ее новом, информационном употреблении - это семантика и прагматика, возможно до известной степени в проекции на язык.

2.2

Таким образом, проблема расщепляется на две тесно связанные составляющие:

(а) языковую, организующую лингвистическую информацию о соответствующей проекции ЕЯ на данную предметную область, и

(б) систему знаний об этой предметной области, в идеале - ее формальную модель (МПО).

Теперь термин *тезаурус* уместно было бы связать именно с первой составляющей, поскольку основной ее частью является лексика, а на других ее компонентах - морфологии и синтаксисе - специфика области отражается в гораздо меньшей степени. Термин же *онтология* можно было бы отнести ко второй составляющей, поскольку его использование не только отдает дань моде, но и отражает намерение технологии интеллектуальных систем переходить от конструирования приземленных и ограниченных "разовых" МПО к описаниям знаний о предметных областях, способных становиться частями более общих моделей знаний.

Таким образом, ядром интеллектуальных систем с активным использованием компьютерной лингвистики становится тандем "Тезаурус плюс Онтология", высокая интегрированность которого позволяет считать его существом нового типа - нечто вроде кентавра, которому вполне подходит имя ТЕОН.

2.3

Какими представляются две основные части ТЕОНа и их отношения друг с другом?

ОН: комплекс понятий от самых общих до наиболее конкретных, охватывающий полный спектр объектов и отношений, включая события и процессы, а также значения (атрибутов и отношений), определяемые, если необходимо, во времени и пространстве. Эта система сущностей связывается как универсальными зависимостями типа "общее - частное", "часть - целое", "причина - следствие" и т.п., так и специфическими для соответствующей МПО. Определяя сущности в ОН, можно использовать различные аппараты представления знаний, - например, фреймы, слоты которых связываются ограничениями, обуславливающими допустимые сочетания их значений. В качестве ограничений могут выступать продукции, логические, алгебраические, табличные и другие зависимости.

Таким образом, ОН - это модель предметной области, использующая все доступные средства представления знаний, релевантные для данной области.

ТЕ. В определенном смысле ТЕ - это **ОН** для лингвистических знаний с проекцией на конкретную МПО. Как уже говорилось, основную часть этих знаний составляет проблемно-ориентированная лексика, организованная с учетом всех проекций этого материала: морфологии, поверхностного и глубинного синтаксиса, словообразования, синонимии, омонимии и др. С расширением применения ТЕ на системы с использованием голоса, туда должны войти и компоненты фонетики и просодии.

ОН формируется на основе технологии знаний специалистами - инженерами знаний и экспертами в соответствующей предметной области. **ТЕ** формируется компьютерными лингвистами, создающими проекцию на эту область лингвистического обеспечения.

Однако это разделение условно: между ТЕ и ОН нет четко определенной границы, они слишком тесно взаимосвязаны и со временем, возможно, будут эволюционировать из тандема в нечто иное.

Например, универсальным дополнением ТЕ и ОН должна служить система синтактико-семантических эквивалентных преобразований, позволяющая каждой включенной в Тезаурус лексической конструкции сопоставить максимально полное множество содержательно эквивалентных ей форм.

Основная область применения ТЕОНА'а. Очевидно, что сегодня, в отличие от семидесятых годов, фокус применений интеллектуальных систем обработки ЕЯ-текста сместился из области "чистых" анализа и синтеза к таким взаимосвязанным зонам приложений, как:

- Поиск в Интернете и в корпусе текстов в конкретных ПО,
- Индексация материалов ПО,
- Контент анализ,
- Реферирование,
- Понимание текста в узких ПО,
- Интеллектуальные машинные словари, сочетающие тезаурус, толковый и фразеологических словарь, их взаимосвязь со словарями других языков,
- Прагматически-ориентированный диалог и т.п.

Очевидно, что ТЕОН и его составляющие не могут быть созданы "совершенными" одним большим скачком. И потому, что их создание по необходимости должно пройти этапы от простого к сложному. И, естественно, потому что планка этого совершенства будет постоянно расти с развитием компьютерной лингвистики и технологии знаний.

2.4

Перейдем к заключению. Перекрывающиеся сегодня понятия Тезауруса и Онтологии предлагается функционально и концептуально развести, создав на основе их тандема нечто единое, охватывающее как МПО, так и ее лингвистическое (в простом случае хотя бы лексическое) обеспечение. Это новое образование предлагается назвать ТЕОН в честь исходных слагаемых.

Нариньяни полагает, что ТЕОН, если его предварительные и упрощенные версии появятся в достаточно близком будущем, станет со временем ключевым компонентом интеллектуальных систем, оперирующих с ЕЯ-текстами.

3 Агенты

3.1 Что такое агент?[]

Слово агент восходит к латинскому *agere* - вести, действовать. Главное качество агентов - способность выполнять какую-то делегированную ему работу в чьих-то интересах. В этом их сходство с роботами. Фактически, агенты - это и есть роботы, только предназначенные не для физической работы, а для работы с информацией. Идея интеллектуальных помощников при общении пользователей с машиной родилась в середине 70-х и была частично воплощена во многих популярных продуктах: Microsoft встраивает Wizards и System Agent в Windows 95, в Microsoft Office появляется скрепка-помощник и т.п. Настоящий бум в области программных агентов начался с развитием Интернета. Говорящие агенты а-ля Julia общаются с вами в виртуальных мирах. Информационные агенты, такие как PointCast, доставляют вам новости и сообщают об изменениях на избранных сайтах. Shopping agents, подобные Bargian Finder, сравнивают за вас цены в многочисленных электронных магазинах. Роботы-пауки бродят по ссылкам и индексируют информацию для поисковых серверов, и т. д. Появилось понятие *agentware* - архитектурный принцип организации обработки информации, подобный, например, клиент-серверной архитектуре.

Существует множество типов агентов, различающихся по своим "способностям". Так, есть обучаемые и не обучаемые агенты, умеющие взаимодействовать с другими агентами, и "индивидуалы", агенты с различной степенью автономности, и т. д. Для Сети идеальны агенты, сочетающие все эти возможности. Обучаясь вкусам и предпочтениям своего хозяина, самостоятельно взаимодействуя от его имени с другими агентами, представляющими интерес поставщиков разного рода услуг, такие агенты способны создать по-настоящему комфортную среду обитания пользователей Сети.

Отличительная черта таких программных агентов - стремление как можно лучше понять, что от них требуется. Они наблюдают за поведением хозяина, стараясь уловить закономерности и предложить свои услуги для выполнения каких-либо рутинных операций.

3.2 Интеллектуальные агенты

В настоящем разделе вводится ряд определений, относящихся к агентным технологиям. Эти определения не претендуют на окончательность, поскольку в среде исследователей нет единого мнения по этому вопросу.

Под интеллектуальным агентом будем понимать некоторую систему [3], которая обладает следующими характеристиками:

- автономность - действия агента определяются только его внутренним состоянием, никакие внешние раздражители не могут директивно влиять на поведение агента, если это не было предусмотрено его структурой;
- реактивность - агенты существуют в рамках некоторого окружения, с которым взаимодействуют, т.е. способны воспринимать изменения среды и реагировать на них;
- проактивность - агенты проявляют целенаправленное поведение для решения своей задачи, т.е. агент старается решить поставленную перед ним задачу в условиях изменяющейся среды, для чего планирует свои действия самостоятельно;

- социальные способности - агенты способны взаимодействовать и кооперироваться друг с другом для решения поставленных задач.

Системы, которые полностью составлены из агентов, где нет других сущностей, содержащих в себе управление, называют агентными системами.

Указанные свойства интеллектуального агента являются более сложными, чем это может показаться на первый взгляд. Рассмотрим детально каждой из свойств.

Выделим, прежде всего, про-активность, т.е. поведение, определяемое целью. Не сложно построить систему, которая будет проявлять целенаправленное поведение - мы делаем это каждый раз, когда пишем процедуру на Pascal, функцию на C или метод на Java. Когда мы пишем такую процедуру, то мы описываем ее в терминах некоторых предположений на которых она основывается (формально, ее предусловий) и эффекта, который она производит, если предположения верны (ее постусловий). Эффект процедуры - это и есть ее цель: то, что автор программы хотел, чтобы эта процедура делала. Если предусловие верно при вызове процедуры, то мы предполагаем, что процедура сработает корректно: что она завершится, и при завершении постусловие будет удовлетворено, т.е. что цель будет успешно достигнута. Это пример целенаправленного поведения: процедура является просто планом или рецептом для достижения цели. Такая модель программирования подходит для решения множества задач. Например, она работает, когда мы рассматриваем функциональные системы - такие, которые берут некоторый x и вычисляют некоторый $f(x)$. Компилятор - это классический пример функциональной системы.

Но для нефункциональных систем, это простая модель программирования, основанного на целях, неприемлема, поскольку она построена на важном ограничивающем предположении. Эта модель предполагает, что среда не меняется, пока выполняется процедура. Если окружение меняется, в частности, если предположения (предусловия) процедуры становятся неверными, во время выполнения процедуры, то поведение процедуры может стать неопределенным, что чаще всего приводит к аварии программы. Аналогично, модель предполагает, что цель или мотивация выполнения этой процедуры, остается актуальной пока она выполняется, то есть, по крайней мере, до момента завершения процедуры. Если цель перестает быть нужной, то просто нет никакого смысла продолжать выполнять эту процедуру.

В большинстве сред ни то, ни другое предположение верным не является. В частности, в системах, которые слишком сложны для того, чтобы их можно было представить в виде одного агента (мультиагентные системы), или где имеется неопределенность среды, вышеуказанные предположения не верны. В таких средах простое выполнение процедур без учета верности их предположений является плохой стратегией. В таких динамичных средах агент должен быть реактивным (как описано выше). Он должен быть способен реагировать на события, которые происходят в среде, если эти события влияют на его цели или на предположения, на которых он основывается при выполнении действий, которые должны привести его к достижению его цели.

Как мы уже видели, построение чисто целенаправленных систем не так уж сложно. Аналогично, построение чисто реактивных систем - таких, которые постоянно отвечают окружению также не сложно; их можно реализовать как таблицы поиска, которые ставят в соответствие событию ответное действие. Как ни странно, сложность появляется, если необходимо построить систему, сочетающую в себе свойства целенаправленности и реактивности. Агенты должны пытаться систематически достигать своих целей, возможно путем использования сложных алгоритмов поведения. Но мы не хотим, чтобы наши агенты просто тупо пытались достичь своих целей путем исполнения алгоритмов, о которых известно, что они не принесут результатов,

или пытались достичь уже никому не нужных целей. Агент должен быть способен реагировать на новую ситуацию, в то время, когда эта реакция может быть полезной. Тем не менее, агент не должен только реагировать на входящие события (которых наверняка много) и никогда не концентрироваться на своей цели в достаточной степени, чтобы ее достигнуть.

С другой стороны, нет ничего удивительного, в том, что задача нахождения баланса между реактивностью и целенаправленностью очень сложна. В конце концов, даже люди часто не могут решать эти задачи достаточно эффективно. Сколько раз мы сталкиваемся с ситуацией, когда управляющие продолжают работы над проектом, результаты которого уже никому не нужны или когда человек меняет работу настолько часто, что не успевает ничего сделать на очередном месте? Эта проблема - проблема нахождения баланса между целенаправленностью и реактивностью - является самой сложной проблемой для создателя агентов.

Наконец, обсудим социальные способности как последний компонент гибкости автономного действия по введенному определению. С одной стороны, социальные способности тривиальны: каждый день миллионы компьютеров по всему миру рутинно обмениваются различной информацией, предназначенной для людей и других компьютеров. Но возможность обмениваться потоками битов - это еще не социальные способности. В мире людей только небольшое количество осмысленных целей может быть достигнуто без кооперации с другими людьми, которые, вообще говоря, имеют другие, не совпадающие цели - другими словами, они автономны и имеют собственный план действий. Эти социальные способности, включая возможность динамически договариваться и координироваться, представляет собой гораздо более сложную и гораздо менее исследованную область, чем просто обмен потоками битов.

Несмотря на большое количество сложных задач проектирования агентных систем, которые были приведены выше, вполне возможно создавать системы, являющиеся агентными системами. Рассмотрим возможную архитектуру интеллектуального агента и способов его взаимодействия.

Для обеспечения вышеприведенных характеристик, интеллектуальный агент, как правило, состоит из следующих компонентов:

- интерфейс - отвечает за взаимодействия агента со средой и состоит из сенсоров и эффекторов;
- база знаний агента - хранит все имеющиеся у агента знания. Сюда входят знания об интерфейсах и функциональности других агентов, а также данные, относящиеся непосредственно к решаемой задаче;
- планировщик задач - отвечает за планирование дальнейшей деятельности агента на основании имеющихся знаний о задаче и окружении.

Рассмотрим подробно каждый из компонентов:

В интерфейс входят различные функциональные блоки, которые отвечают за взаимодействия агентов со средой. Сенсор отвечает за получение агентом сообщений от среды и других агентов (которые в случае автономности агента ничем не отличаются от среды по способу взаимодействия). Эффектор, напротив, служит средством посылки среде и другим агентам сообщений этого агента. Все взаимодействие с сетевым окружением и прочие подробности реализации обычно не включаются в интерфейс, т.к. обеспечиваются более низкоуровневыми средствами (например, агентным framework на котором реализуется система).

База знаний агентов служит для хранения всех без исключения знаний, полученных в процессе жизни агента. Сюда входят база моделей агентов, база знаний о решаемой задаче и база знаний собственного <опыта>.

В базе моделей агентов хранятся знания об устройстве и интерфейсах вызовов других агентов. Изначально, в базе имеется некоторая информация об устройстве других агентов, которая нужна для начала работы. Знания помещаются в эту базу по мере взаимодействия с другими агентами. Получение и хранение таких знаний очень важно в агентной системе, поскольку общая конфигурация системы (количество, функции и состав агентов) может меняться с течением времени без остановки функционирования.

База знаний о решаемой задаче содержит условие задачи, а также знания, получаемые в процессе решения. Она хранит промежуточные результаты решения подзадач. Также, в базе данных хранятся знания о способах решения задач и методах выбора этих способов.

База знаний собственного <опыта> содержит знания агента о системе, которые нельзя отнести к предыдущим категориям. В эту базу помещаются знания о решениях предыдущих задач и различные побочные (хотя, возможно, полезные) знания.

Планировщик задач отвечает за планирование деятельности агентов по решению задачи. Как уже отмечалось выше, планировщик должен балансировать деятельность агента между построением планов решения задачи в изменяющихся условиях и непосредственным выполнением намеченных планов.

4 Онтологии и Web

Сегодня перечень проектов, которые в той или иной степени связаны с онтологиями на Web, уходит за горизонт, поэтому здесь остановимся только на самых интересных из них. Проект СУС® создания мульти-контекстной базы знаний и машины вывода, разрабатываемой Сусорп. Основная цель этого гигантского проекта раз и навсегда построить базу знаний всех общих понятий, включающую семантическую структуру терминов, связей между ними, правил, которая будет доступна разнообразным программным средствам [Lenat, 1995].

В рамках проекта (КА)2 (Knowledge Acquisition Initiative) по организации интеллектуального доступа к документам онтология является основой для аннотации WWW - документов. (КА)2 - это открытая инициатива, в рамках которой участники включаются в процесс создания распределенной онтологии и модели извлечения знаний (онтологии предметной области). Одной из целей (КА)2 является трансформация из представления WWW (как базы знаний) в систему, основанную на знаниях [Benjamins, Fensel D., 1998].

Авторы работы [Luke et al., 1997] в проекте SHOE предлагают аннотировать информацию, содержащуюся в HTML-документах, также используя онтологии. В SHOE "владельцы" информации могут сами аннотировать свои документы и расширять конкретную онтологию новыми понятиями. В этой системе центральный администратор онтологий не определен. Как следствие, давая запрос, пользователь может не знать все термины, которые используются для аннотации HTML-документов. Поэтому ответ на запрос может не содержать важную для пользователя информацию.

В проекте Ontobroker [Fensel V. D., et. all, 1998] предлагается организация онтологии с автоматической аннотацией WWW-документов семантической информацией. Основная идея данного проекта - это использование метафоры группы по интересам (newsgroup), чтобы определить группу людей, у которых общий взгляд на понятия и их место в общей онтологии. В отличие от SHOE, в Ontobroker имеется администратор онтологий и клиенты могут узнать все термины онтологий. В SHOE используется дескриптивная логика как базисный формализм для вывода, а Ontobroker использует логику, основанную на фреймах и поддерживает довольно сложный механизм вывода ответа на запрос. Созданный в рамках этого проекта специаль-

ный поисковый механизм Ontocrawler поддерживает полную коллекцию всех аннотированных с помощью Ontobroker HTML-страниц.

Как отмечалось выше, в последние несколько лет резко усилился интерес к разработке интеллектуальных поисковых механизмов. Альянс свойств онтологий и систем, основанных на знаниях, в сочетании с текущей задачей интеллектуализации информационного поиска определили привлекательность идеи их использования в этом направлении. **Таким образом, в настоящее время методы искусственного интеллекта определяющим образом влияют на развитие средств автоматического извлечения и анализа информации в сети Интернет и рассматриваются как катализатор для возникновения следующего этапа развития поисковых средств.**

5 Заключение

Попытки структурировать Web предпринимаются постоянно. Онтологии это еще одна попытка решить проблему информационного переполнения в сети. Основные задачи, которые могут успешно решаться (и решаются) на базе онтологий, включают

- предоставление знаний для вывода информации, которая релевантна запросу пользователя;
- фильтрация и классификация информации;
- индексирование собранной информации;
- организация общей терминологии, которой могут пользоваться для коммуникации программные агенты и пользователи.

До сих пор возможности логического вывода в Интернет практически не применялись. С "приходом" баз знаний и систем, основанных на знаниях, в Web появляются новые перспективы в освоении сетевого пространства.

Конечно, существует ряд спорных моментов и нерешенных проблем. Далее обсуждаются некоторые из них.

Идея приписывания каждому HTML-документу либо заголовка с описанием ключевых слов и семантическими связями между ними [Luke et. al, 1996], либо другой классифицирующей информации проста и понятна, но пока практически не реализуема.

Нельзя ожидать, что онтологии будут использоваться каждым пользователем, но даже если это станет возможным, то крайне затруднительным окажется процесс коммуникации пользователей с целью договориться об используемых терминах.

Безусловно, возможна автоматическая модификация документов, но, по крайней мере, необходимы единые стандарты формата мета-тегов и четко определенные протоколы взаимодействия разных составителей онтологий.

Использование идеи групп по интересам также проблематично, так как другие пользователи, имея другую модель мира, не смогут "распознать" нужные им документы. Наконец, разработка онтологий занимает много времени.

Большие онтологии, такие как СУС, создаются на основе абстрактного и очень общего описания понятий предметной области и связей между ними. Реально для каждого пользователя возможен свой контекст для представления терминов в зависимости от ситуации и модели

мира пользователя. Поэтому часто пользователю не нужна огромная онтология, содержащая описание "всего мира".

Использование нескольких онтологий для учета контекстного взгляда конкретного пользователя представлена в [Takeda H., Iino K., Nishida T, 1995]. Каждое понятие описывается с нескольких точек зрения. Но при данном решении возможна ситуация "сегментации знаний" в сети.

Направление развития данной парадигмы определяется решением указанных выше проблем, то есть какими быть онтологиям в Интернет:

- универсальными или ограниченными предметной областью (областями);
- уникальными в системе или состоящими из распределенного подмножества;
- доступными для редактирования всем пользователям или только администратору.

Возможно интересные результаты даст поиск новых структурных решений внутренней организации онтологии, способов доступа к хранящейся в ней информации, новых методов вывода и представления ее для пользователя. Необходимо развивать методы взаимодействия пользователя с онтологией (онтологиями).

Вовлечение систем, основанных на знаниях на Web, компонентом которых являются онтологии, позволяет рассматривать всемирную паутину как организованное и структурированное пространство знаний, что, возможно, приведет к использованию информации в сети на новом уровне.

И задача номер 1 на этом пути - автоматическая формализация знаний.

Список литературы

- [1] Наталия В. Майкевич. От информационного пространства к пространству знаний. Онтологии в Интернет. 1998. Исследовательский центр искусственного интеллекта, Институт программных систем Российской Академии Наук Переславль-Залесский, 152140, Россия. e-mail: nut@botik.ru
- [2] Кентавр по имени ТЕОН: Тезаурус + Онтология
- [3] СЕРГЕЙ ШУМСКИЙ. Нейросетевые агенты в интернете
- [4] Курдюков А.А. Интеллектуальные агенты и их применения в инженерном проектировании.