

Федеральное агентство по образованию РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уральский государственный университет им. А.М. Горького
Математико-механический факультет
Кафедра математической экономики

Исследование и разработка методов взаимодействия с активным информационным агентом

“Допущен к защите”

_____ 2008 г.

Квалификационная работа на степень
бакалавра наук по направлению
"математика, компьютерные науки"
студента группы КН-402
Дернова Григория Сергеевича

Научный руководитель:
КТН, доцент кафедры ИПУ
Авербух Владимир Лазаревич

Екатеринбург

2008

Реферат

Дернов Г.С. Исследование и разработка методов взаимодействия с активным информационным агентом. Квалификационная работа на степень бакалавра: стр. 58, библиограф. 70 назв.

Ключевые слова

Интеллектуальный агент, взаимодействие с агентом, спонтанная интерактивность, педагогический агент, обучающая система, JADE.

Содержание

Объектом исследования является межагентное и человек-агентное взаимодействие в случае, если агент инициируется изменением среды. Предметом исследования служат интеллектуальные педагогические агенты. Цель исследования заключается в поиске возможностей развития традиционной обучающей среды в направлении многоагентности и интеллектуальности. Для достижения поставленной цели исследуется специфика и инструментарий разработки агентов и многоагентных систем, вопросы построения интерфейса в случае многоагентности и выявление его специфики для обучающих систем, выдвигаются функциональные требования к прототипу и исследуется его практическая значимость в сравнении с существующими системами. Результаты исследования будут использованы в качестве теоретического основания разработки многоагентной обучающей системы.

Оглавление

Введение.....	3
Объект исследования	
Предмет исследования	
Актуальность исследования	
Цель и задачи исследования	
1. Межагентное взаимодействие.....	12
Алгоритм и структура агента	
Интеллектуальные агентные системы	
Многоагентные системы	
Агентные платформы	
Агентная платформа JADE	
Сценарии взаимодействия	
2. Человек-агентное взаимодействие.....	28
Общий анализ	
Педагогические агенты	
3. Исследование обучающих систем.....	32
Функциональные требования	
Анализ существующих систем	
4. Прототип обучающей системы.....	40
Заключение.....	57
Литература.....	59

Введение

Объект исследования

Предмет исследования

Актуальность исследования

Цель и задачи исследования

Объект исследования

Агент как сущность

Традиционно под агентом понимается некоторая автономная сущность в составе информационной системы, решающая определенную подзадачу этой системы. В дополнение, на конференции по агентноориентированным системам (agent-based systems), проходившей в 2005 году в Германии, сообществом в качестве основных для агента были утверждены также свойства реактивности как восприятия окружающей среды при помощи датчиков и дееспособности как наличия исполнительных механизмов, которые способны влиять на среду.

Исторически агенты появились около 20 лет назад и быстро перешли из академических проектов в промышленные разработки. Причина столь активного роста заключается в том, что агенты представляют собой инновационный, не имеющей альтернативы во многих областях, подход к проектированию систем, в котором ведущую роль занимает взаимодействие (interaction) их друг с другом и с пользователем системы. Этот вопрос является центральным в данной работе, поэтому определим его точнее.

Взаимодействие

Анализ существа указанной темы вызывает трудности у многих авторов в связи с недостаточным диалогом информатики с гуманитаристикой. Поэтому многие исследования по межагентному (agent-agent) и человек-агентному (human-agent) взаимодействию пребывают в интуитивной форме, апеллируя к здравому смыслу (common sense theory) и не достигая научной строгости. Возьмем на себя смелость определиться с теорией.

Среда агента, информационная система, суть множество информации, воспринимаемое как целое. Ранние научные определения информации в качестве атрибута материи или в качестве негэнтропии (Шеннон) не позволяют исследовать ее качественные характеристики. Лишь в 80-е годы, когда информатика обозначила свою обособленность от математики, физики и техники, главную роль в определении информации стал играть человек. В современном понимании информация доступна только в процессе интерпретации символьных структур, реализуясь на ментальном и языковом уровнях. В случае исследования взаимодействия наиболее интересен языковой уровень, представленный словами, предложениями, текстами, новыми языками и речью (в том числе визуальными).

Активный агент как способ взаимодействия

По способу взаимодействия с пользователем агенты разделяются на пассивных и активных. В первом случае пользователь сам инициирует активность агента, что приводит к выполнению его алгоритма и последующему останову (“засыпанию”, suspend). Во втором же активность агента инициируется изменением среды. В данной работе предметом исследования являются именно активные агенты, целесообразность использования которых в интеллектуальных системах продемонстрирована выше.

Вывод

Таким образом, объектом исследования являются языковые возможности межагентного и человек-агентного взаимодействия в случае, если активность агента инициируется средой.

Предмет исследования

Общий анализ

По мнению экспертов к настоящему моменту языки общего характера исчерпали себя и возникла необходимость в специализированных языках, которые соответствуют конкретным предметным областям и конкретным способам взаимодействия с системой. Выше обосновывается выбор интеллектуального педагогического агента.

Интеллектуальный агент как специфика взаимодействия

Будем называть интеллектуальным агента, поведение которого “напоминает” человеческое, то есть отвечает известному тесту Тьюринга. Несмотря на недостатки указанного определения, его достаточно, чтобы утверждать, что интеллектуальность является естественным продолжением автономности агентов. Особенно это верно в случае активных агентов, которые обладают инициативой в диалоге с пользователем, демонстрируя эффект Пигмалиона (эффект Элизы).

Педагогический агент как предметная область

В предположении интеллектуальности, использование агентов наиболее продуктивно для моделирования различных социальных взаимодействий, “социального интеллекта”. В случае возникновения отношений, являющихся предметом педагогики, говорят о педагогическом агенте.

Обучающая система

В экспертных системах наибольшую пользу использование агентов приносит в случае наличия сложных, динамически изменяющихся

структур знаний или даже неизвестных структур знаний. Примером последней ситуации являются интеллектуальные педагогические системы, называемые также обучающими.

Вывод

Таким образом, предметом исследования являются языковые возможности взаимодействия интеллектуальных педагогических агентов как с учеником, так и между собой в случае, если активность агента инициируется средой.

Цель и задачи исследования

Цель исследования

В силу того, что центральным для агентного подхода являются вопрос их взаимодействия, данное исследование следует понимать в качестве первого шага в разработке многоагентной обучающей системы. Необходимо выявить основные возможности развития обучающих систем, а также инструменты реализации этих возможностей.

Следует показать, что наиболее важными в порядке убывания приоритета представляются исследовательские, теоретические и прикладные результаты. Внимание к исследовательской функции работы обосновывается тем, что следует понять причины бурного роста использования агентов в популярных приложениях в 90-е годы и последующую стогнацию, вплоть до прекращения поддержки инструментария их разработки (к примеру, MS Agent уже не поддерживает многие новые функции браузера). Внимание к теоретическим положениям обосновывается тем, что, по мнению экспертов, область многоагентных систем является значительно менее развитой в теории искусственного интеллекта, чем область, к примеру, представления знаний. А небольшое внимание к прикладным вопросам взаимодействия агентов можно объяснить тем, что большинство многоагентных систем являются закрытыми и тем, что разработка интеллектуальных систем требует большого разнообразия умений.

Задачи исследования

Выделим список вопросов, на которые нужно ответить в ходе исследования, чтобы реализовать поставленную цель:

- 1) Является ли исследование актуальным?
- 2) Какова специфика программирования агентов в отличии от традиционных сущностей?
- 3) Какова специфика программирования многоагентных систем в отличии от информационных?
- 4) Какое качество делает многоагентную систему интеллектуальной?
- 5) Какие инструменты существуют для программирования интеллектуальных многоагентных систем?
- 6) Какой интерфейс характерен для многоагентных систем?
- 7) Какой интерфейс характерен для многоагентных обучающих систем?
- 8) Какие функциональные требования предъявляются к обучающим системам?
- 9) Является ли актуальным вопрос разработки многоагентной обучающей системы?

Актуальность исследования

Общий анализ

Прежде чем решать задачу, следует понять, является ли она проблемной, то есть не имеющей пока должного решения. В принципе, уже то, что вопрос взаимодействия агентов в составе интеллектуальной системы (в отличие, например, от методов представления знаний) еще не имеет устоявшейся теории и программной поддержки (можно назвать около 20 одинаково популярных платформ для реализации МАС) говорит о проблемности вопроса. Однако, рассмотрим подробнее темы взаимодействия, обучения, и многоагентности в интеллектуальной среде.

Проблема взаимодействия

Интерес к вопросам взаимодействия подтверждается множеством положений. К примеру, на международной конференции по общим вопросам развития техники в 2004 году учеными Стэнфордского университета была озвучена тенденция смещения интересов в область человеко-машинных систем, Билл Гейтс в качестве лидера компании "Майкрософт" (Microsoft) назвал интерфейс персональных компьютеров главным вызовом для отрасли в 21 веке. Речь идет не только об увеличении роли человека в отношении "человек-компьютер", но и тем, что усложняющийся функционал современных программ уже не может быть эффективно представлен традиционным статичным интерфейсом.

Проблема обучения

Относительно обучения можно отметить возрастающую роль систем дистанционного образования и так называемых информационных

технологий обучения (например, мультимедиа-презентаций). По сведениям ЮНЕСКО 70% знаний приобретаются сейчас вне классических форм обучения. Кроме того, в докладах "Института ЮНЕСКО по вопросам ИТ в образовании" наиболее высокие требования предъявляются к инициативности и социализации ученика в образовательном процессе, что может обеспечить только активный процесс взаимодействия с учителем (пусть виртуальным), предоставляемый обучающими системами.

Проблема агентов

Относительно агентов следует упомянуть их бурное внедрение в промышленные системы второй половины 90-х годов и последующий отказ. Причина заключается в недостаточной специализации поведения агента для предметной области, нужд и возможностей пользователя. Важнейшей задачей в процессе извлечения информации, как, впрочем, и в процессе приобретения знаний, является минимизация роли эксперта – участника процесса. Важно определить теоретические границы.

Вывод

Казалось бы, комбинация указанных проблем только усиливает сложность задачи и требует по отдельности решить вопросы интеллекта, интерфейса, технологий обучения. На самом деле они дополняют друг друга: многоагентность одновременно позволяет моделировать социальное поведение ученика/учителя и создает интерактивный интерфейс.

1. Межагентное взаимодействие

Алгоритм и структура агента

Интеллектуальные агентные систем

Многоагентные систем

Агентные платформы

Агентная платформа JADE

Сценарии взаимодействия

Алгоритм и структура агента

Общий анализ

Для задачи программирования агентов можно использовать традиционную объектно-ориентированную парадигму. Однако, в случае экспертных систем гораздо продуктивнее сначала определить знания в декларативном виде в качестве сущностей и отношений, а потом обрабатывать их машиной вывода, подбирающей последовательность действий на основе исходных условий. Количество алгоритмов гораздо меньше количества постановок задач, поэтому за счет разделения описания задачи от поиска ее решения значительно упрощается разработка.

Объектно-ориентированная парадигма

- ▶ логика
 - ▶ восприятие
 - ▶ действие
 - ▶ обучение
- ▶ взаимодействие
 - ▶ коммуникация
 - ▶ кооперация или конкуренция в зависимости от общности цели
 - ▶ управление другими агентами
- ▶ целенаправленность, то есть включение агента в систему для решения общей задачи

Экспертная парадигма

- ▶ представление знаний, модельное и визуальное
- ▶ инженерия знаний
- ▶ методы принятия решений

Общая структура

Помимо алгоритма и функции полезности, структурообразующими для агента, находящегося в среде, являются датчики для ее восприятия и исполнительные механизмы для действия в среде. В случае примера с таксистом средой служат дороги и другие автомобили, исполнительными механизмами - руль и педали, а датчиками - спидометр.

Реактивность и адаптация

Под реактивностью агента понимается способность отвечать на действия среды. Общая схема взаимодействия со средой: when Event if Condition then Action. Для того, чтобы классифицировать виды оказываемых на агента внешних воздействий, агент должен моделировать окружающую среду. В случае полностью наблюдаемой среды агент называется простым и логика его реакции сводится к if Condition then Action.

Планирование

Планирование есть способность синтезировать цепочки действий для достижения целевого состояния. Планирование является основой интеллектуального управления, т. е. автоматического управления автономным целенаправленным поведением программно-технических систем. Среди методов ИИ-планирования сегодня выделяют классическое

планирование, то есть планирование в условиях статической среды, динамическое планирование, то есть планирование в условиях изменения среды и, главное, учета такого изменения, иерархическое планирование, то есть когда действия абстрактного плана высокого уровня конкретизируются более детальными планами нижнего уровня, частично-упорядоченное (или монотонное) планирование, когда план строится на основе частично упорядоченного множества подпланов. При этом , общий план (элементами которого являются подпланы), обязан быть монотонным, а каждый из подпланов может быть немонотонным. Добавлю, что монотонность это такое свойство плана, когда каждое его действие уменьшает различия между текущим состоянием и целью поведения. Например, если план движения робота к цели таков, что каждый его шаг приближает к цели, то план монотонен, но если он наткнулся при этом на препятствие и требуется его обойти, то монотонность плана нарушится. Однако, если план обхода препятствия выделить в отдельный подплан и рассматривать оный как элемент исходного плана, то монотонность последнего восстановится.

Обучение (машинное)

Обучением называется процесс в результате которого формируются необходимые цепочки ответных действий агента на историю воздействия. Таким образом обеспечивается адаптивность системы - настройка параметров и структуры системы с целью достижения требуемого качества. Основным механизмом обучения служит генератор проблем.

Интеллектуальные агентные системы

Общий анализ

Традиционно под искусственным интеллектом (artificial intelligence) понимается алгоритм, решающий некоторую мыслительную задачу. Это бихевиористская концепция, или концепция "черного ящика", которая избегает исследования самих мыслительных процессов. Наряду с определением интеллектуальности при помощи теста Тьюринга, для агентного взаимодействия она оставляет больше вопросов, чем ответов.

“Возникающий” интеллект

Ключевым моментом в проектировании многоагентных систем является скачок от дифференциальных характеристик, представленных индивидуальным поведением агента, к интегративным, то есть решению интеллектуальной задачи. Соответствующий переход в системном анализе получил название “возникающий” интеллект (emergent intelligence). К примеру, каким образом на основе определения простого поведения муравья в известной системе StarLogo удастся достичь их объединения в коллектив?

Столь важен этот факт еще и потому, что не только агенты влияют на возникающие структуры, верно и обратное. К примеру, аплодисменты в зале начинаются неорганизованно и децентрализованно, с добавлением новых участников процесс стабилизируется к определенному ритму и с этого момента новые участники лишь подчиняются сложившемуся ритму.

Само понятие скачка означает, что сложившиеся социальные отношения, относящиеся к системному измерению, основываются на межагентном взаимодействии, но не являются их прямой суммой.

Оптимизационная модель

Для разрешения этой проблемы предлагается использовать так называемую оптимизационную модель искусственного интеллекта. В этом случае агент оперирует понятиями (реализуемыми как переменные), закодированными человеком, и в зависимости от истории ("последовательности актов восприятий") и текущего состояния, которое само интерпретируется понятийно, стремится к наиболее эффективному поведению ("действию в среде"). Критерий эффективности ("функция полезности") задается человеком.

Соответствующая модель поддерживается большим математическим аппаратом: теорией оптимального управления, теорией принятия решений, теорией игр. Однако, в данном исследовании центральным является не синтаксический, а семантический и прагматический аспекты системы.

То есть главным критерием ИИ служит вариативность его действий (выбор на множестве). К примеру, автомобиль должен добраться в определенное место за минимальное время, варьируя выбор маршрута и соблюдая ПДД.

Таким образом, в отличие от традиционных программ, в случае разработки интеллектуального алгоритма ведущее значение приобретает не само решение, а правильная постановка задача и поиск оптимального решения.

Многоагентные системы

Определение

Многоагентной называется система, решающая одну задачу несколькими агентами методом передачи знаний и задач (действий) между ними. Ее агенты являются ограниченными, то есть не знают о всей системе, и децентрализованными, то есть не управляют всей системой. В случае разнородности входящих в нее агентов по структуре или поведению многоагентная система называется гетерогенной, иначе - гомогенной.

Объекты программирования

- ▶ примитивы агента
- ▶ цели (состояние агента во времени, влияние выполнения задачи на состояние, способы достижения цели и что происходит, если их нельзя достигнуть)
- ▶ организация
- ▶ окружение
- ▶ взаимодействие

Методы программирования

В силу децентрализации с точки зрения разработчика многоагентные интеллектуальные системы отличаются необходимостью исследования процессов не “сверху вниз”, а “снизу вверх”. Этот способ сложнее, но гораздо устойчивее.

С одной стороны, некоторая комбинация агентов, работающих в составе системы, уже образует некоторую общую функцию полезности $F1$. С другой стороны, к системе со стороны предъявляются функциональные

требования, то есть функция полезности F2. Поэтому перед разработчиком многоагентной системы стоит следующий фундаментальный вопрос: как скорректировать индивидуальное поведение агентов так, чтобы максимизация F1 как можно больше коррелировало с максимизацией F2. Поэтому в разработке МАС большое внимание уделяется средствам анализа поведения системы.

Агентные платформы

Определение

Агентная платформа - базовый инструмент разработки многоагентных систем, позволяющий создавать и уничтожать, интерпретировать, запускать и перемещать агентов.

Таким образом, основные функции агентных платформ:

- ▶ взаимодействие агентов
- ▶ передача сообщений между агентами внутри платформы (на различных уровнях: на уровне сетевых пакетов, сообщений какого-либо языка общения, протоколов общения) и между разными платформами
- ▶ поддержка онтологий
- ▶ управление агентами, их жизненными циклами
- ▶ поиск агентов и данных о них внутри системы
- ▶ безопасность

Недостатки современных платформ

Можно утверждать, что на сегодняшний день не существует полноценной агентной платформы, соответствующей требованиям построения агентов. С точки зрения принципов распределенного объектно-ориентированного программирования необходимость передачи методов может быть существенно сокращена в том случае, если может быть обеспечен удаленный доступ к общим методам посредством передачи ссылок на удаленные объекты, данных экземпляров этих объектов и их состояний. Однако в дополнение к концепции ООП, каждый агент имеет возможность

создания копий самого себя с полной или ограниченной функциональностью, обеспечивая возможность настройки на среду путем исключения неэффективных методов и замены их новыми.

Таким образом, традиционная для объектно-ориентированного программирования схема класс/объект нарушается, так как агент имеет возможность постоянного изменения сценария поведения без его изменения в родительском классе. Многозначное наследование позволяет создавать экземпляры агентов, смешивая сценарии поведения, схемы наследования и атрибуты, определенные в родительских классах.

Следовательно, система разработки, которая бы полностью соответствовала принципам построения агентов, должна соответствовать таким требованиям: обеспечение перенесения кода на различные платформы, доступность на многих платформах, поддержка сетевого взаимодействия, многопоточная обработка и некоторые другие.

Основные представители платформ

Сравнение агентных платформ будем проводить по следующим показателям:

- ▶ области применения
- ▶ технологии (языку, стандартам организации FIPA)
- ▶ сообществу разработчиков
- ▶ расширяемости (API и плагины)
- ▶ интеграции с корпоративными системами
- ▶ документации

- ▶ лицензии
- ▶ связи с коммерческими структурами и примерами проектов

Наиболее известны следующие агентные платформы для разработки:

- JADE
- Coguaar (самый крупный проект, поддерживается DARPA)
- Aglobe (недостаточная поддержка FIPA-рекомендаций)
- Jason (использует собственный язык AgentSpeak для описания агентов)
- Jack (требуется коммерческая лицензия для использования)

Кроме того, важную роль для выявления закономерностей поведения многоагентной системы играют агентные платформы для моделирования: MASON, RePast, Ascape, NetLogo.

Агентная платформа JADE

Общий анализ

JADE (Java Agent DEvelopment Framework) на данный момент является наиболее популярной агентной платформой. Проанализируем ее по указанному ниже плану:

- ▶ область применения - неограничена: веб, мобильные устройства, промышленное планирование и логистика, научные исследования, экспертные системы
- ▶ технологии: Java SE/ME, поддержка FIPA
- ▶ интеграция: Java EE, CORBA, XML
- ▶ документация: хорошая
- ▶ лицензия: LGPL
- ▶ потребители: Motorola, Prologica GmbH, France Telecom, Telecom Italia
- ▶ сообщество разработчиков: зрелое, потому что долгое время JADE была единственной платформой после гибели платформ первых поколений
- ▶ инструментарий разработки: реализация, тестирование и отладка, развертывание (отладка обработчиков поведения, сниффер сообщений, средства тестирования, управление платформой и агентами), существует реализация для IDE Eclipse (основного инструмента разработки на Java)
- ▶ реализация: язык описания Java, механизмы интеллекта доступны через сторонние плагины BDI и FSM, есть библиотека протоколов согласно

стандартам FIPA, поддержка онтологий, плагины Semantic Web и Web Services

Примитивы пакета взаимодействия

Рассмотрим стандарт FIPA о взаимодействии агентов. Аббревиатура ACL обозначает язык взаимодействия агентов. Его примитивами являются слова `inform` и `request`, состоящие из предусловия (являются необходимо истинными для достижения цели) и "рационального эффекта" (цели отправителя).

Предусловие `inform` (утверждения) в том, что отправитель:

- считает его истинным
- намерен, чтобы получатель поверил в его истинность
- не считает, что получатель осведомлен об его истинности

Предусловие `request` (действия) в том, что отправитель:

- намерен, чтобы было выполнено действие, указанное в содержании
- считает, что получатель способен выполнить это действие
- не считает, что получатель уже намерен выполнить действие

Само сообщение выглядит следующим образом:

(<тип сообщения>

```
:sender      // отправитель
:receiver    // получатель(и)
:content     // содержание
:reply-with  // метка исходящего сообщения
:in-reply-to // ссылка на входящее сообщение
:replyBy     // лимит времени на ответ
```

:language // язык
:ontology // онтология
:protocol // протокол общения
:conversation-id // идентификатор разговора
)

Сценарии взаимодействия

Рассмотрим примитив межагентного общения: отправитель сообщения S желает проинформировать получателя H об истинности высказывания P с использованием слов W .

И представим его дискретный сценарий:

- 1) намерение (отправитель S решает, что высказывание P должно быть передано получателю H)
- 2) выработка (преобразование высказывания P во фрагмент речи, обеспечивающий высокую вероятность восстановления смысла высказывания)
- 3) синтез (физическая реализация слов $W1$, то есть $W1'$)
- 4) восприятие (получатель H воспринимает $W1'$ как $W2'$ и расшифровывает как $W2$)
- 5) анализ (слова $W2$ имеют толкования $P1, \dots, Pn$)
 - a) синтаксический (построение дерева синтаксического вывода, в котором внутренние узлы являются словосочетаниями, а внутренние - словами)
 - b) семантический (извлечения смысла фразы в некотором языке представления)
 - c) прагматический (зависимость значения слова от контекста, то есть способа употребления)
- 6) устранение неоднозначности (получение толкования Pi):
 - a) модель мира (вероятность истинности в мире)

- b) мыслительная модель (вероятность передачи истинного высказывания агентом при условии, что факт имел место)
 - c) языковая модель (вероятность выбора определенного набора слов при наличии намерения сообщить высказывание)
- 7) усвоение (P_i становится для агента более истинным или более ложным)

2. Человек-агентное взаимодействие

Общий анализ

В данном исследовании пользователь в составе многоагентной системы будет реализован в качестве агента особого типа: рецепторы которого суть мышь и клавиатура, а общение доступно только в процессе визуализации на экране монитора. Иными словами, агент пользователя не имеет полного доступа к среде, не является идентичным пользователю, что сильно усложняет этапы анализа (5) и устранения неоднозначности (6) из сценария взаимодействия.

Визуализация

Для решения задач визуализации будем использовать теорию метафор В.Л. Авербуха. В связи с тем, что агенты способны моделировать социальное поведение, наиболее перспективным следует считать использование антропоморфных метафор: метафору диалога, метафора интуиции (озарения) агента, метафору дирижера и оркестра и пр.

Кроме того, известны системы, основанные и на аудиоязыках. К примеру, управление движением черепахи на экране при помощи аккордов, которые значительно более естественны для восприятия детей с развитыми музыкальными способностями: можно наблюдать, что в случае управления мышкой вполне здоровые дети не могут сопоставить движение рукой и действие на экране.

Агент, взаимодействующий с пользователем, зачастую реализует метафору ассистента. В частности, Алан Кей, один из создателей теории агентов, определяет их как "программы, которые при получении задания способны

поставить себя на место пользователя, а в случае попадания в тупик задают ему уточняющие вопросы".

Дополнительно, огромное значение приобретает динамика взаимодействия, которая является основной соответствующего интерфейса. В отличие от современного функционального интерфейса, который предоставляет инструменты в виде иконок по требованию, агентный интеллектуальный интерфейс инициирует их появление в связи с событием и контекстом, используя метафору уточняющего диалога. Новый интерфейс представляет собой переход от семантических текстов (слово и соответствующее ему значение) к прагматическим ("прагма" - дело; определяя смысл слова через способ его употребления в языке).

Только путем интерактивного предоставления инструментария работы с системой можно преодолеть конфликт возрастающих возможностей программ и ограниченных способностей восприятия и памяти человека. Например, в случае интерактивных карт, которые предоставляют информацию, связанную по смыслу с вашим текущим местоположением.

Педагогические агенты

Педагогические агенты по определению реализуют функции педагога, поэтому многое перенимают у ассистентов. Агенты обладают различными способностями. Общими, к примеру, координацией голоса и действий (Elliott 1977), вводом естественного языка (Ball 1996), персонификацией (Koda and Mayes 1999). И специализированными, как то слежение за действиями студента (Johnson 1997) реализацией методов деятельностной педагогики (Lester 1997a).

Самые известные анимированные агенты, которые помогают в навигации по темам, обращают внимание студента на интересные моменты, проводят презентации: Стив (Steve; живет в трехмерном мультимедиа), Адэле (Adele; живет в веб), Герман (Herman the Bug; общительный ботаник).

Мерселл [10] использует для обучения интерактивную педагогическую драму "Яркие идеи Кармен" (Carmen's bright ideas), в которой агенты являются актерами, а ученики - актерами либо зрителями. Пользователи участвуют в разрешении проблем по типу квеста. В качестве платформы реализации выбран Thespian. Позже метафора драмы получила интересное продолжение в системе языкового обучения TactLang, которая изменяет поведение в зависимости от педагогических целей, языка, страны и пр. Примером может служить разговор в восточном кафе с арабом. Логика реализуется при помощи PsychSim (многоагентная система для ментального моделирования).

Отдельно выделяют класс агентов для обучения на равных (peer learning), что достигается правдоподобием обстановки, к которой присутствует агент и пользователь на экране либо самим агентом, ведущим с вами диалог, используя мимику, эмоции и пр. Здесь стоит отдельно упомянуть

сетевых агентов типа RAR, которые визуализируют собеседника на другом узле.

Третий класс ПА - демонстрационные. Они используют деятельностную педагогику для изучения принципов, законов, связей. Пользователь, изменяя параметры или программируя агентов можно наблюдать их изменившееся поведение. К примеру, Wilensky на платформе NetLogo изучает электромагнетизм, агентами выступают элементарные частицы.

3. Исследование обучающих систем

Функциональные требования

Анализ существующих систем

Функциональные требования

Общий анализ

В результате анализа педагогической литературы, консультаций преподавателей, использующих ИТ в своей деятельности, были выявлены основные пути роста обучающих систем. Однако, не только педагогика формулирует принципы для информатики, но и информатика рождает новую педагогику. Таким образом, следует сначала определиться с техническими возможностями и требованиями. В связи с этим фактом последнее время получила развитие профессия тьютора - человека, подбирающего технологии исходя из педагогических задач.

Технические возможности

Главной технической критерием системы в ходе данного исследования является интеллектуальность агента. Данное выше определение позволяет называть педагогического агента интеллектуальным, если он оперирует дидактическими параметрами и максимизирует дидактический критерий полезности.

Во-вторых, в связи с развитием дистанционного образования и требованием совместимости, особую роль должны играть веб-технологии.

В-третьих, ИТ позволяют по-новому демонстрировать теории: индукцией (от частного к общему), дедукцией (от общего к частному), абдукцией (понимание частного на основе общего).

Теперь обратимся непосредственно к требованиям современной педагогики по отношению к основным ролям: учителя ("как учить"), ученика, автора ("что учить": наука, метанаука, дидактика).

Личностная ориентация (ученик)

Многоуровневость

По образованности. Учебник должен быть одновременно нескучным троечнику и интересным отличнику, предоставляя возможность углубить свои знания по интересной области. Например, Классический труд "Теория справедливости" Роулза изучается как учебник и как монография; математический анализ одни используют на уровне понятий и теорем, другие - добавляют доказательства.

По задачам обучения. Один и тот же ученик может использовать учебник для углубления знаний или подготовки к экзамену, поэтому необходим разный уровень изложения. Например, "Эволюция физики" Эйнштейна и Инфельда излагается без формул, поэтому используется гуманитариями как доступный учебник, а физиками - для иллюстрации интересных положений.

Дидактическая. Сформулированный Каменским принцип от простого к сложному позволяет постепенно раскрыть содержание глав и обратно - синтезировать их содержание (выводы). Ведь "если вы не можете изложить теорию учебника кратко - не пишите учебник". Современная дидактика настаивает на уменьшении объема учебника, увеличении его концептуальной насыщенности и выводе все большего материала за рамки обязательного с присутствием в дополнениях. Дополнениями являются именной и предметный указатели, пособия (хрестоматии, задачник, тетрадь).

Инициативность. Переход от teaching к learning.

Проблемный метод Дьюи: ученик ставится в проблемную ситуацию, формулирует и преодолевает ее, используя теорию в качестве инструмента.

Активная работа с текстом. Выделения, создание заметок.

Индивидуальная коллективность. Организация дискуссий, где большее количество учеников могут участвовать одновременно.

Теоретический строй (наука)

Верное представление научно-теоретического строя считается главным содержанием учебника: наука плюралистична, но ее теории неравнозначны. В учебнике поле постоянного напряжения - это теория, о которой идет речь: ученик должен осознавать ее основные принципы (фрейм понимания) и/или понятия. ИТ позволяют реализовать разнообразную связность теорий.

Внутри науки теории ранжируются по области применения. В экономике если говорят о государстве, на первый план выходит кейнсианство, об анализе цен - неоклассика. Для ранжирования можно использовать метод Саати.

Внутри предметной области - по концептуальной зрелости: более развитые теории позволяют интерпретировать менее развитые (Поппер). Здесь можно отметить следующие моменты:

Исторический курс. В современной педагогике не рекомендуется включать его до теоретического, потому что так исторические события подаются как очевидные, а они должны пониматься с позиции современных теорий. С другой стороны, после теоретического курса он не так интересен. ИТ позволяют вплетать исторический материал в качестве демонстрации

роста знания в теоретический курс и при этом иметь возможность вычленить этот материал (к примеру, по имени исследователя).

Иллюстрации обыденными представлениями, которые позволяют получать коммуникацию с повседневной жизнью.

Междисциплинарность (метанаука)

Современное образование междисциплинарно: экономика бедна без математических формул, полет стрелы из механики прекрасно иллюстрирует производную. В этом смысле учебник представляет собой энциклопедию, что плохо согласуется с объемом традиционного бумажного учебника.

В энциклопедии особое внимание уделяется языку, употреблению слов, их значению в составе разных теорий.

Энциклопедичность делает знание более действенным, усиливает эффект основной теории, указывает место в системе наук, но угрожает превратить текст в "кашу".

Методология (дидактика)

Сбор статистики. Помогает улучшать учебник.

Рекомендации для учителя составляют около 15% книги: как рассказывать, вопросы для повторения, литература - что, как и когда читать ученику.

Контроль учителя. С точки зрения современной педагогики автор обязан указывать его дидактические принципы. А системы искусственного интеллекта, кроме того, позволяют их реализовывать в качестве

допустимого множества (см. ниже), формируя на этапе создания определенный способ взаимодействия с учеником.

Анализ существующих решений

Общий анализ

Недавний доклад профессора и лауреата премии президента РФ Г.В. Рыбкиной в Российской академии по искусственному интеллекту "Обучающие системы в мире: состояние и перспективы" содержит очень точную фразу: "Педагогические системы последних поколений интеллектуальны, но не являются интеллектуальными педагогическими системами". Что соответствует центральной идее работы о необходимости введения педагогических понятий и педагогических критериев полезности в алгоритмы интеллектуальных систем.

Среди недостатков были также названы:

- ▶ отсутствие организующих систему моделей стратегии и тактики обучения
- ▶ некумулятивность агентов, то есть использование простых агентов if-then без истории

Аналогично мнение А.Г. Каспржака, декана факультета менеджмента в образовании: "К сожалению, компьютеры не изменили пока ничего - они не превзошли учителя даже в традиционной педагогике, что же говорить о создании новой педагогики". И мнение разработчика нескольких электронных учебников Е.Т. Башмакова: "Современные КСО носят интеллектуальный характер лишь в частностях".

Последующий анализ систем, проведенный в ходе данного исследования, дополнительно выявил следующие недостатки:

- ▶ использование психологических (ментальных), а не педагогических (социальных) критериев

- ▶ персонализация присутствует во всех системах, но должна накапливать информацию методом обучения (адаптацией)
- ▶ функциональные, а не интеллектуальные интерфейсы
- ▶ слабая мультиагентность, не отражающая теоретический строй и междисциплинарность, что, скорее всего, относится к недостатком модели знаний системы

Основные системы

Можно выделить порядка 10 обучающих систем, в авангарде которых находится система IDEAL. В каждой из них заявлены интерактивные и интеллектуальные свойства, однако, следует понимать, что эти термины употребляются иначе.

Отметим особенности изученных систем:

- ▶ NBLE принимает решения на основе графа, в вершинах которого расположены оценки за тему
- ▶ EON использует аналогичную систему - граф допущенных ошибок
- ▶ FLUTE строит сеть на основе процентов прогресса
- ▶ KBS является, прежде всего, адаптивной к целям обучающегося
- ▶ IDEAL адаптация уровня материала по уровням исходя из сетей Байеса (метод принятия решений)
- ▶ SYDNEY проводит психологические тестирования перед/после процесса обучения

Таким образом, абсолютное большинство обучающих систем использует оверлейные (векторные и сетевые) некумулятивные модели, а также

учитывает уровень знаний и структуру курса, меньшее число анализирует психотип и качество выполнения заданий, и, наконец, практически никакие системы не ставят в критерий стиль и метод обучения.

Система IDEAL

Систему IDEAL (Intelligent distributed environment for active learning) можно считать высоким стандартом для обучающих систем. Ее безусловное достоинство - открытая архитектура, доступная улучшению даже преподавателям.

Подробнее о достоинствах изученной системы:

- ▶ персонализация по профилю уровня овладения материалом
- ▶ многоагентность
- ▶ планирование расписания обучения: агентом по степени готовности студента или студентов вручную при помощи диаграммы тем для повторения и изучения
- ▶ возможность сборки лекции покомпонентно

Система образована педагогическими агентами, неудачно реализованными, правда, на языке JavaSpace:

- ▶ персональный агент студента, который использует сеть Байеса показателей продуктивности - по изученным к настоящему моменту главам распределяет по уровням знаний
- ▶ агенты курсов и учебных блоков со знаниями технологий курса
- ▶ учебный агент, который синтезирует двух предыдущих, понимает и генерирует язык
- ▶ групповой агент, который создает групповой профиль

4. Прототип обучающей системы

Общая архитектура и трассивер обучения

Агент ученика

Агент курса

Агент учителя

Агент интерфейса

Агенты базовых сервисов

Заключение

Основные результаты

Проведенное исследование выявило основные возможности агентного подхода для развития обучающих систем. Прежде всего, это относится к разработке интеллектуального интерфейса, введению проблемного метода обучения, построению системы на базе дидактических параметров и дидактической функции полезности.

Кроме того, были получены ответы на поставленные ниже вопросы:

- 1) Является ли исследование актуальным? Является, в силу увеличения внимания к человеко-машинному взаимодействию и ограничений функционального интерфейса, развития дистанционного образования и кризиса агентного подхода.
- 2) Какова специфика программирования агентов в отличии от традиционных сущностей? Основное внимание уделяется инженерии и представлению знаний (декларативному опианию), на основе которых агентом принимаются решения.
- 3) Какова специфика программирования многоагентных систем в отличии от информационных? Программирование “снизу вверх” и децентрализация, внимание к моделированию взаимодействий.
- 4) Какое качество делает многоагентную систему интеллектуальной? Рациональность ее агентов, образование устойчивых структур с обратной связью.

- 5) Какие инструменты существуют для программирования интеллектуальных многоагентных систем? Агентные платформы, к примеру, JADE. Однако, все из них не лишены недостатков, пришедших от объектно-ориентированного подхода в целом.
- 6) Какой интерфейс характерен для многоагентных систем? Агентный, антропоморфный, ассистентный.
- 7) Какой интерфейс характерен для многоагентных обучающих систем? Интерфейс на основе педагогических агентов: “драматических”, “демонстрационных”, “равноправных” .
- 8) Какие функциональные требования предъявляются к обучающим системам? Инициативность, проблемное обучение, энциклопедичность.
- 9) Является ли актуальным вопрос разработки многоагентной обучающей системы? Безусловно, в силу недостаточного использования в современных системах дидактических параметров и дидактической функции полезности.

Перспективы работы

Основные результаты проведенного исследования будут использованы в качестве теоретического основания разработки обучающей многоагентной системы.