

К. Н. Захарьин, Г. М. Цибульский,

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

МОДЕЛЬ АКТИВНОГО УЧЕБНОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ АГЕНТНОГО ПОДХОДА*

Аннотация

В статье рассматривается модель активного учебного объекта на основе агентного подхода, обеспечивающая реализацию одного шага поиска и акта обучения. Предложен концептуальный подход к построению информационной обучающей системы и решению задачи обучения на основе выделения в структуре учебных объектов инвариантной части, а также передачи части управления учебным процессом от надсистемы к учебным объектам.

Ключевые слова: учебные объекты с активными свойствами, агентный подход к построению учебных объектов.

Введение

Существующая практика разработки и использования учебно-измерительных материалов в информационных обучающих системах и образовательных средах в большей своей части основывается на объектном подходе. В качестве основной формы представления и обмена учебными материалами рассматриваются *учебные объекты* (англ. learning object), использование которых позволяет создавать независимые элементы представления учебного содержания и назначения, которые могут быть применены многократно в учебных целях. Практика использования учебных объектов на сегодняшний день достаточно обширна. Доминирующим подходом является рассмотрение достаточно большого количества учебных объектов, удовлетворяющих решению задачи обучения (репозитория учебных объектов) в структуре некоторой информационной обучающей системы, которая для такого множества учебных объектов играет роль надсистемы, осуществляя выбор очередного объекта для предъявления его обучаемому. Учебные объекты в таком статусе являются хоть и самостоятельными

(имеющими собственную структуру, описание и данные об использовании), но пассивными сущностями, так как их реализация в учебном процессе целиком и полностью зависит от надсистемы.

Кроме того, актуализация отдельных учебных объектов, а значит, и репозитория в целом, также зависит от надсистемы. С увеличением количества учебных объектов, в условиях необходимости обеспечения высоких темпов актуализации учебных материалов, кратным росту количества обучаемых, каждому из которых необходимо обеспечить рациональную последовательность учебных объектов, объем данных, которыми должна оперировать надсистема управления учебными объектами, возрастает геометрически. При этом происходит централизация управления всей совокупностью учебных объектов. В условиях изменчивости либо содержания учебных объектов, либо формы его представления большая часть накопленных данных, как правило, оказывается нерелевантной существующему на текущий момент множеству учебных объектов.

Так, опыт использования электронных обучающих курсов в Сибирском федеральном университете,

* Публикация выполнена при финансовой поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Контактная информация

Захарьин Кирилл Николаевич, директор центра обучающих систем информационно-телекоммуникационного комплекса Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660041, г. Красноярск, пр-т Свободный, д. 79/10; *телефон:* (391) 206-27-06; *e-mail:* kzhakharyin@sfu-kras.ru

Цибульский Геннадий Михайлович, доктор тех. наук, профессор, зав. кафедрой систем искусственного интеллекта, директор Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; *адрес:* 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, д. 26Б; *телефон:* (391) 291-25-75; *e-mail:* GTsybul'skiy@sfu-kras.ru

K. N. Zakhar'in, G. M. Tsibul'skii,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

ACTIVE LEARNING OBJECTS MODEL ON THE BASIS OF AGENT-BASED APPROACH

Abstract

The article discusses active learning objects model on the basis of agent-based approach, ensuring the implementation of a single step search and tutoring act. There is a conceptually approach to building information tutoring systems on the basis of allocation in the structure of the invariant parts of learning objects, as well as the transfer of the management of the educational process from the upper-level system to learning objects.

Keywords: active learning objects, agent-based approach for learning object structure.

каждый из которых по своей структуре представляет один или несколько учебных объектов, за период 2012–2016 годов показал, что в условиях актуализации учебных материалов в каждом семестре (т. е. в условиях модификации учебных заданий, контрольно-измерительных материалов) в среднем около 35–45 % от накопленных ранее данных об обучении, на основании которых можно было бы автоматически сформировать рекомендации для очередного обучаемого, теряют установленные ранее ассоциации с текущим содержанием.

На практике это означает, что, во-первых, недостающие данные восполняются преподавателем, а во-вторых, часть учебного содержания используется в учебном процессе технически впервые, несмотря на то что подобные формы или содержание ранее уже фактически использовались. Между тем сильная сторона идеи учебных объектов отражает возможность их многократного использования в различных образовательных контекстах. Повышение количества направлений для модификации учебных объектов на множестве обучаемых в условиях высоких потребностей в актуализации учебных объектов снижает возможности многократного использования сложных (составных) объектов.

Сегодня при разработке и использовании крупных информационных обучающих систем *возникает задача обеспечения условий для повышения возможностей многократного использования учебных объектов*. В современной литературе в основном рассматриваются учебные объекты пассивной природы — их выбор осуществляется надсистемой. В данной статье предложен концептуальный подход к решению указанной задачи на основе выделения в структуре учебных объектов инвариантной части, а также передачи части управления учебным процессом от надсистемы к учебным объектам.

Представление процесса обучения

Исследования вопросов построения учебных объектов, удовлетворяющих различные образовательные потребности, постулируют самодостаточность (автономность) учебных объектов, выражающуюся в наличии в их структуре необходимого содержания для обучения заданной цели. Другим свойством учебных объектов является возможность организации отношений вида «часть — целое» (комбинаций) с другими объектами [4–5].

Часто имея разнородный состав, а также различную форму, обычно в сочетаниях текста, изображений, видео- и звуковых материалов, учебные объекты используются как первоначально, так и повторно в различных учебных контекстах. Причем возможности использования отдельной реализации учебного объекта в различных целях априори заданы в его описании, которое формализуется метаданными.

Использование учебных объектов по назначению осуществляется в некоторой информационной обучающей системе. Далее *под информационной обучающей системой (ИОС) будем понимать электронную (компьютерную) информационную систему, осуществляющую выбор и вывод для обучаемого начального и, в зависимости от результатов*

обучения, последующих учебных объектов в рамках некоторой заданной предметной области. При этом множество учебных объектов, доступных для вывода обучающей системой, определяется несколькими факторами: объемом понятий предметной области, заданными целями обучения, количеством вариантов форм представления знаний в учебных объектах и др. Среди прочих ИОС будем рассматривать только такие, которые ориентированы на изучение знаний.

Рассмотрим такое представление процесса обучения знаниям, в котором заданы объект, субъект и методы обучения, представленные в виде соответствующих знаний [3]:

- знания о предмете обучения (знания о том, *чему* учить);
- знания об обучаемом (знания о том, *кого* учить);
- знания о методе обучения (знания о том, *как* учить, или знания о модели обучения).

В случае реализации такого процесса с использованием информационной обучающей системы между системой и обучаемым возникает диалог, с помощью которого формируется обратная связь и обеспечивается поддержка активности обучаемого.

Процесс обучения знаниям с использованием учебных объектов рассматривается как дискретный процесс, на каждом шаге которого обучаемый получает обучающее воздействие от обучающей системы в форме некоторого количества обучающей информации, после чего осуществляется измерение степени усвоения полученных знаний. Если обучающая информация обучаемым воспринята в достаточной степени, то осуществляется переход на следующий шаг обучения. Если обучающая информация воспринята в недостаточной степени (т. е. результат обучающего воздействия оказался отрицательным), то выполняется либо переход для изучения иного учебного материала, представленного другими объектами, либо повторное изучение ранее изученного материала.

В зависимости от особенностей обучаемых, а также от уровня подготовки учебных и измерительных материалов последовательность действий обучающей системы априори не известна.

Предметная область может быть представлена в виде совокупности соответствующих дифференциально общих взаимосвязанных понятий. *Под понятием будем понимать «результат обобщения предметов некоторого класса и мысленного выделения самого этого класса по определенной совокупности общих для предметов этого класса — и в совокупности отличительных для них — признаков»* [1].

Каждое понятие характеризуется совокупностью признаков обобщения предметов — *содержанием понятия*, а также классом обобщаемых в понятии предметов — *объемом понятия*. Тогда для каждого понятия определено конечное множество *свойств (признаков)*, которые могут принимать различные значения. Элементы опорного множества, на котором определены эти свойства, представляют собой реализации рассматриваемого понятия. Следовательно, каждая реализация понятия характеризуется конкретными значениями признаков. При этом для каждого понятия значения этих свойств обладают не-

которой компактностью, границы которой отделяют рассматриваемое понятие от другого понятия. Таким образом, для каждого понятия в пространстве свойств может быть задан некоторый *формальный базис*.

Основную сложность функционирования ИОС следует связывать с возможными подходами к реализации поиска очередного фрагмента обучающей информации, предъявляемой обучаемому в рамках соответствующего акта обучения.

В обучении ответ на вопрос «чему учить?» должен быть получен до начала обучения. Ответ на вопрос «как учить» может быть получен после того, как получен ответ на вопрос «кого учить?» В этой связи информационная обучающая система, в базе знаний которой имеется первоначальное множество учебных объектов, перед началом обучения осуществляет проверку готовности обучаемого к обучению, которая сравнивается с пороговым уровнем знаний, и если текущий уровень знаний достаточен, то обучение может быть начато.

Начальный уровень знаний является переменной величиной для каждого конкретного обучаемого. Далее от особенностей обучаемых зависит, какие признаки понятий будут ими усвоены в первую очередь, а какие в последующую. Также особенностями обучаемых определяются условия, в которых те или иные признаки понятия могут быть усвоены.

Состав учебного объекта

Среди существенных свойств учебных объектов, вытекающих из их назначения и области применения, можно выделить свойство повторного (многократного) использования. В работах D. Wiley [4–6] были исследованы вопросы формирования учебных объектов и операционные свойства этих объектов. Основные известные ограничения в использовании учебных объектов заключаются в том, что возможность многократного использования учебных объектов обратно пропорциональна их размеру.

Отталкиваясь от того, что люди, изучая новое, дополняют новыми знаниями уже имеющиеся у них знания, эффективность учебного объекта, т. е. возможность его использования в конкретном контексте, будет определяться тщательностью проработки его содержания под конкретный результат обучения. В свою очередь, проработка содержания под конкретный результат обучения входит в противоречие с принципом повторного использования учебного объекта в рамках других образовательных задач (другого контекста). Возникает известный парадокс возможности многократного использования [6].

Во многих научных группах (университеты США, научные проекты ЕС), занимающихся разработкой проектов в области расширения возможностей онлайн-образования, повышение уровня применимости учебных объектов решается за счет их детализации. Так, в частности, отдельно выделяются:

- малый объект — единичный учебный объект, не связанный с другими (например, единичное изображение, иллюстрация, определение и пр.);
- большой объект — множество учебных объектов, связанных с целью получения агрегированного учебного объекта (например, в виде веб-страницы).

Часто в обозначении объема больших (составных) объектов используются следующие элементарные понятия: квант, кадр, статья, объект, единица знаний, структурная единица и т. п. Особенностью примененных таких и им подобных обозначений является то, что они сами по себе не определяют минимальный объем учебно-измерительных материалов: количество информации в различных квантах, кадрах, статьях и т. п. может существенно различаться. Другой особенностью рассматриваемых обозначений является то, что для достижения запланированных результатов обучения они изначально рассчитаны на дальнейшее укрупнение. Так, набор квантов может образовывать отдельную тему, кадры объединяются в статьи, статьи — в некоторые условные модули, и т. д. В конечном счете, минимальный объем учебно-измерительных материалов может включать несколько кадров, статей и т. д. Чаще всего только педагог, опираясь на свой опыт в своей предметной области, может определить количество информации, которое целесообразно предъявить обучаемому за один сеанс обучения. Обозначения такого рода целесообразно рассматривать в качестве инструмента педагога для разработки смысловой структуры своего образовательного ресурса и дальнейшей композиции учебных материалов в некоторую заранее заданную последовательность.

С учетом необходимости сохранения познавательной ценности акта обучения и с целью сохранения возможности повторного использования учебного объекта рассмотрим в качестве примера **описание малого учебного объекта**, в основе которого будет лежать обучение только одному понятию.

В таком случае структура учебного объекта может быть представлена следующим образом:

- *формальный базис* — объем и содержание понятия, обучение которому осуществляется с помощью учебного объекта;
- *дефиниция* — обучающая информация, обеспечивающая представление формального описания изучаемого понятия для обучаемого;
- *оценочно-измерительный базис*, обеспечивающий начальную и завершающую проверку степени усвоения знаний;
- *продукция, реализующая одношаговый поиск*;
- *метаданные*, обеспечивающие представление свойств учебного объекта для ИОС.

В обучении важным является дать обучаемому представление об изучаемом понятии оптимальным способом. Мы можем считать цель обучения в рамках текущего обучающего акта достигнутой тогда, когда у обучаемого сформировался достаточный образ изучаемого понятия, представление о котором, включая представления о предыдущих изученных понятиях, достаточны для дифференциации понятий на отдельные понятия и классы понятий, идентификации (выделения) и обобщения понятий по различным признакам. Формирование такого образа понятия у обучаемого наиболее близко к познавательному образу, предполагающему учет гносеологических характеристик (ценностных, качественных, количественных, структурных, характеристик адекватности, семантики и др.). Последовательно, от одного

акта обучения к другому у обучаемого формируется представление о некотором связанном множестве понятий, т. е. о системе понятий.

В соответствии со структурой понятия, представленной в работе [1], дефиниция содержит указание на отнесение понятия к определенному роду, а также признаки, необходимые и достаточные для отделения изучаемого понятия от других понятий. В основе создания дефиниции лежат знания преподавателя как об определяемом понятии, так и о предметной области в целом. Ядром дефиниции выступает номинальное определение понятия, в котором, в первую очередь, приводится разъяснение с использованием терминологии предметной области. Разъяснение дополняется интерпретацией понятия в рамках контекста рассматриваемой предметной области.

С гносеологической точки зрения каждая дефиниция характеризуется таким набором признаков, который в совокупности отражает исчерпывающее описание содержания учебного объекта, природу изучаемого понятия, а также его свойства. Из всей совокупности признаков, описывающих понятие, для учебных целей в дефиниции должно найти отражение необходимое и достаточное множество информативных признаков для достижения цели обучения.

Разъяснение и интерпретация, в свою очередь, дополняются реальным определением (экспликацией понятия), представляя многообразие его возможных реализаций.

Представление дефиниции должно производиться на языке конкретной науки, который образуется путем пополнения общеупотребительного языка специальной терминологией. При описании должно быть как можно меньше неточностей, которые встречаются в быденном языке. Частично точность достигается более строгим определением понятий [2].

Конкретная реализация формы представления обучающей информации фиксируется в учебном объекте и является неизменной в процессе функционирования ИОС до тех пор, пока не будет выявлена необходимость актуализации учебного объекта либо

его удаления из среды ИОС. В свою очередь, наличие необходимого объема знаний у обучаемого позволяет ему правильно выделять (идентифицировать, опознавать) объекты из области профессиональной деятельности, тем самым успешно реализуя предусмотренные ИОС оценочные процедуры.

Начальная постановка задачи обучения

Пусть заданы:

- начальное состояние обучаемого, определяемое имеющимися у него знаниями о некотором множестве понятий. Если среди этого множества понятий выделяется некоторое непустое подмножество понятий, знания о которых достаточны для начала обучения, то будем полагать, что обучаемый готов к началу обучения;
- конечное состояние обучаемого, определяемое совокупностью понятий предметной области и связями между этими понятиями, для каждого из которых определен объем, содержание и пороговый уровень усвоения.

Тогда последовательность операторов перехода, осуществляющих:

- акт вывода обучающей информации обучаемому →
- соответствующий предыдущему акту акт проверки уровня усвоения знаний →
- акт выбора очередного объема обучающей информации в зависимости от результатов проверки знаний,

составляет решение задачи обучения тогда и только тогда, когда эта последовательность переводит обучаемого в конечное состояние.

Иными словами, *задача обучения задана тогда, когда задана текущая модель обучаемого и эталонная модель обучаемого*. В данной постановке задача обучения может рассматриваться в качестве задачи управления, в рамках которой опознается образ, воспроизводимый обучаемым, и формируется возврат класса ситуации (рис. 1) для принятия решений о дальнейших действиях.

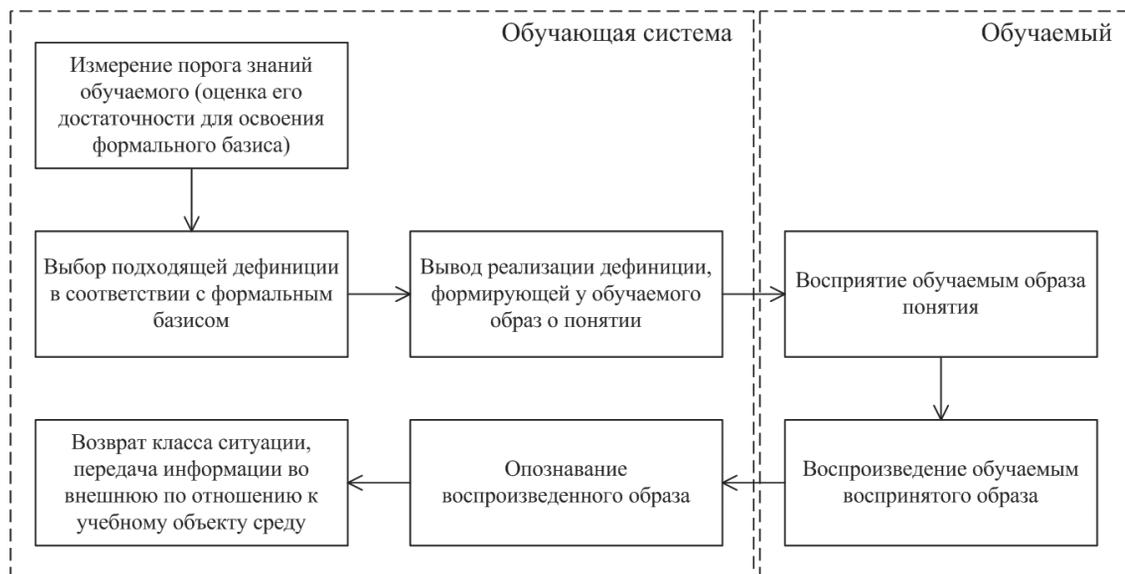


Рис. 1. Взаимодействие обучающей системы и обучаемого

Очевидно, что реализация данной схемы происходит последовательно, в процессе решения задачи обучения, т. е. от одного изучаемого понятия к следующему.

В процессе решения задачи обучения традиционная ИОС, оперирующая множеством учебных объектов, будет формировать управляющие воздействия на обучаемого и оценивать полученную реакцию. С учетом большой вариативности условий, в которых осуществляется решение задачи обучения, среда решения задачи обучения характеризуется большим пространством поиска, динамичностью модели предметной области, неопределенностью части данных об обучаемом. В таких условиях схема решения задачи обучения, которая максимизирует функционал, приводящий к достижению цели обучения, не может быть задана априори.

Модель активного учебного объекта

В условиях невозможности задания условий для глобального поведения ИОС целесообразно рассматривать решение задачи обучения на индивидуальном уровне. Для этих целей применяется *агентное моделирование*, которое предполагает, что в системе должно быть задано индивидуальное поведение агента, а глобальное поведение возникает как результат деятельности множества агентов, каждый из которых реализует один шаг обучения соответствующего учебного объекта.

Исходя из того, что каждый учебный объект обладает формализованными знаниями о том, на каком этапе обучения он может быть использован, а также позволяет хранить информацию о своей деятельности, его можно рассматривать в качестве самостоятельной

активной сущности — *агента*. Основная идея применения агентов заключается в том, что каждый агент имеет собственные ресурсы для достижения собственных целей, взаимодействия с другими агентами и разрешения конфликтов с целями других агентов для достижения общей цели. Таким образом, каждый из имеющихся в репозитории ИОС учебных объектов может преследовать собственные, заложенные в ядре продукции, цели поведения, в основе которых лежит одношаговый поиск, соответствующий его формальному базису, осуществляя при этом взаимодействие со средой и другими агентами. В целом множество таких учебных объектов соответствует структуре предметной области изучаемой дисциплины.

Преимуществом агентного подхода к рассмотрению задачи обучения является то, что разработка модели возможна в отсутствие знаний о глобальных зависимостях: можно обладать малыми знаниями о решении задачи обучения на глобальном уровне (о глобальной последовательности операций), т. е. в рассматриваемом случае последовательности шагов обучения, но, понимая индивидуальную логику поведения участников процесса, возможно получить глобальное решение задачи. Также для моделирования предметной области важно, что при использовании учебных объектов на основе агентной модели снижается трудоемкость актуализации учебного содержания: уточнение отдельных понятий, изменение форм представления содержания выполняются на локальном уровне и не требуют глобальных изменений.

В простейшем случае структуру агента — учебного объекта (активного учебного объекта) можно представить, как показано на рисунке 2.

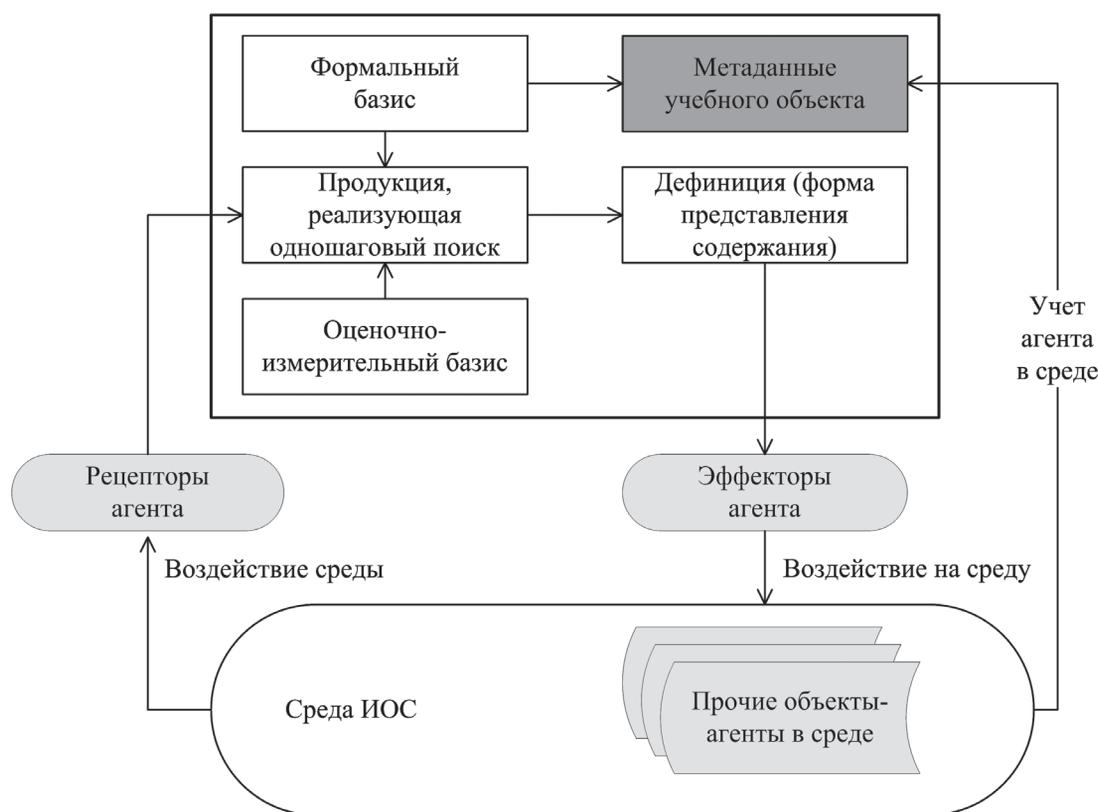


Рис. 2. Общая структура активного агента — учебного объекта

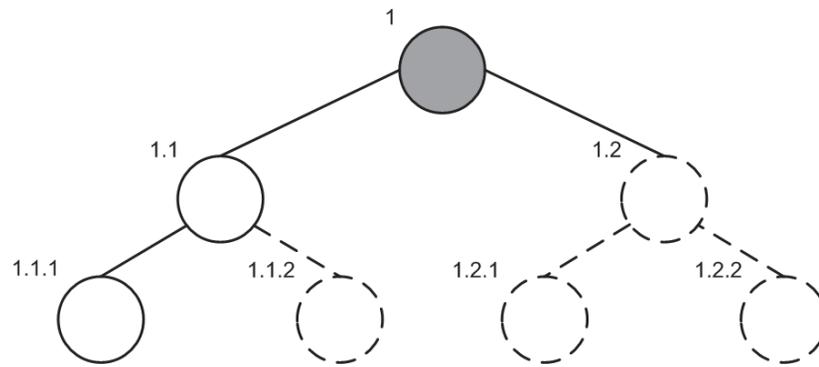


Рис. 3. Начальная модель обучаемого

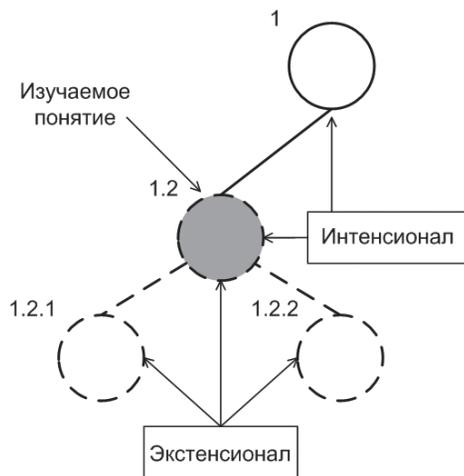


Рис. 4. Реализация шага поиска и акта обучения

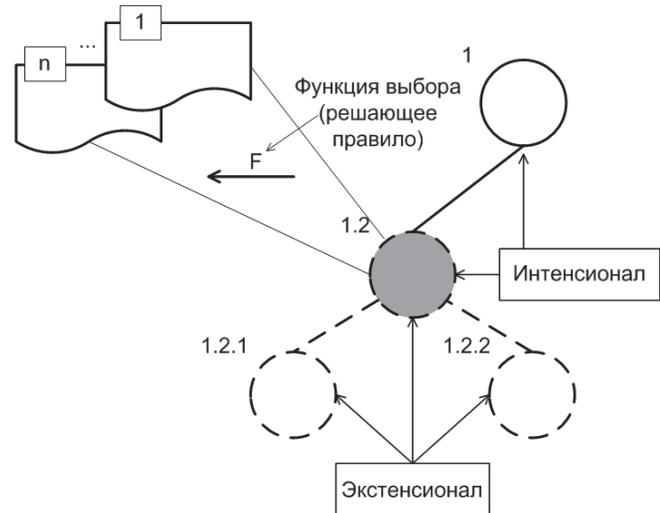


Рис. 5. Альтернативный поиск

Тогда под реализацией шага поиска активного учебного объекта понимаем реализацию шага обучения одному понятию, заданному формальным базисом учебного объекта (так как происходит распознавание класса ситуации на каждом шаге), т. е. формирование у обучаемого наиболее полного из возможных представлений о понятии в соответствии с целью обучения и дефиницией учебного объекта. Начальная модель обучаемого задается графом (рис. 3). Пунктирными линиями обозначены те понятия, которые обучаемый еще не изучил.

Для реализации акта обучения активный учебный объект (агент) выделяет сегмент (рис. 4), который будет соответствовать реализации одного шага поиска в модели предметной области.

На рисунке 4 формализация понятия с порядковым номером 1.2 определяет формальный базис этапа (акта) обучения. Дефиниция понятия 1.2 выражается в обучающей информации. Если обучение прошло неуспешно, реализуется альтернативный шаг поиска (рис. 5).

На данном шаге поиска происходит выбор альтернативной дефиниции с помощью функции выбора (решающего правила). В свою очередь, совокупность сочетаний выбора альтернативной дефиниции и альтернативной формализации образуют локальную схему решения задачи обучения.

В настоящее время в Институте космических и информационных технологий Сибирского фе-

дерального университета разрабатывается модель активного учебного объекта и моделирования группового поведения учебных объектов-агентов с использованием средств моделирования AnyLogic.

Заключение

По мере работы агентов появляется возможность получать все больше данных о предпочтениях пользователей как в явном виде (путем анкетирования, обработки пользовательских запросов), так и в основном неявно с помощью анализа статистики работы агентов. На базе этой информации возможно построение эвристических классификаций обучаемых и построение предположений об очередных шагах обучаемых, что позволяет соответствующим образом корректировать средства навигации, формировать образовательные сценарии (например, в зависимости от уровня подготовки пользователя или времени, которым он располагает). Получение данных о таких предпочтениях пользователя позволяет говорить об улучшении адапционных свойств ИОС.

В результате управление учебным процессом основывается на получении и обработке следующих данных:

- данные об эффективности формы и содержания. Позволяют оценивать, насколько отдельные блоки содержания эффективно усваиваются группой обучающихся или отдельным

студентом. Например, насколько быстро студент переходит от одного учебного объекта к другому или насколько точно проверочное задание соответствует содержанию обучения. Такой тип данных собирается и анализируется с помощью специальных алгоритмов и методов обработки информации такого рода;

- данные об эффективности студента. Что именно запомнил студент из пройденного материала и на каком уровне? Каковы причины неверного ответа? Какова вероятность того, что студент успешно пройдет очередное задание? Такие вопросы о персональных учебных действиях студента являются ключевыми для повышения эффективности образовательного процесса, однако эти данные являются наиболее сложными для сбора и интерпретации.

В целом предложенный подход на основе формирования коллектива активных учебных объектов-агентов для достижения учебной цели позволяет реализовать необходимый уровень адаптации и управ-

ления в масштабах ИОС. Между тем конкретные процедуры и алгоритмы формирования структуры системы, подходы к представлению объекта управления требуют дополнительных исследований.

Список использованных источников

1. *Войшвилло Е. К.* Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1989.
2. *Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
3. *Карпенко А. П., Добряков А. А.* Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем. Обзор // Наука и образование: науч. изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2011. №. 7.
4. *Wiley D. A.* Instructional use of learning objects. Agency for Instructional Technology, 2001.
5. *Wiley D.* Learning objects, content management, and e-learning // Content management for e-learning. Springer New York, 2011.
6. *Wiley D.* The Reusability Paradox. OpenStax CNX. 25 мая 2013 года. <http://cnx.org/contents/dad41956-c2b2-4e01-94b4-4a871783b021@19>

НОВОСТИ

Реальное время. Наше

В компании «АстроСофт» из Санкт-Петербурга сообщили о создании российской операционной системы реального времени ОСРВ МАКС (Операционная система реального времени для мультиагентных когерентных систем).

Павел Бойко, заместитель директора «АстроСофта» по направлению системного ПО, подчеркнул: МАКС является полностью отечественной разработкой и специалисты компании владеют исчерпывающим стеком используемых в ней технологий. «Мы создавали МАКС в течение двух лет, не применяя сторонние компоненты, дистрибутивы Linux или фрагменты других ОСРВ», — пояснил он.

Собственные инвестиции «АстроСофт» в создание ОСРВ составили около 50 млн руб.

Разработчики подчеркивают, что отечественная ОС реального времени является универсальной платформой, которая предоставляет возможность значительно ускорить выпуск встраиваемого программного обеспечения для различных приложений, включая решения для Интернета вещей. Один из важных параметров ОС — компактный размер ядра, не превышающий 12 Кбайт.

Как и ОС реального времени, предлагаемые в настоящее время на мировом рынке, МАКС осуществляет управление задачами, обеспечивает работу с прерываниями, имеет механизмы ввода-вывода, а также других характерных для данного класса операционных систем функций.

ОСРВ МАКС, по словам Бойко, рассчитана на энергоэффективные устройства, которые, как правило, характеризуются ограниченными ресурсами памяти и производительности процессоров. Операционная система способна организовать совместную работу множества устройств, используя для этого технологию разделяемой памяти, что позволяет заметно повысить производительность при их использовании для решения одной задачи.

К отсутствующим в других ОС реального времени функциям в «АстроСофт» относят также распределенное

резервирование данных, возможность «горячей» замены оборудования, автоматическое реконфигурирование сети, а в дальнейшем — поддержку ячеистых (mesh) сетевых структур и отказоустойчивого сетевого взаимодействия.

ОСРВ МАКС способна работать с микроконтроллерами зеленоградской компании «ПКК Миландр»; целевыми для этой ОС здесь считают процессорные ядра ARM Cortex-M0, Cortex-M3, Cortex-M4.

«ПКК Миландр» первой в России получила лицензию на использование архитектуры процессорных ядер ARM в микроконтроллерах собственной разработки. Компания создает микроэлектронные компоненты для применения в различных областях, в том числе изделия с приемкой заказчика для специальных задач. В выпускаемых «ПКК Миландр» микроконтроллерах с процессорными ядрами ARM и сигнальных процессорах используются различные операционные системы реального времени, что, как поясняют ее представители, заметно усложняет разработку систем, в которых устанавливаются эти компоненты, а также повышает их стоимость.

Операционная система МАКС поддерживает также продукты европейской компании STMicroelectronics.

Павел Васильев, генеральный директор «АстроСофта», подчеркнул, что ведутся переговоры и с другими отечественными производителями электронных изделий, в частности с компанией «Ангстрем-Т».

Разработчики МАКС рассчитывают на использование своей ОС в ЖКХ, госпрограмме «Безопасный город», автоматизации производства, сельском хозяйстве и ряде других областей.

Васильев считает стратегически важной задачей выпуск собственных средств разработки программного обеспечения, рассчитывая на 15-летний опыт создания компиляторов с языков Си/C++. В настоящее время поддерживаются инструменты разработки компаний Keil и IAR Systems, в планах — решения на основе Eclipse.

(По материалам международного компьютерного еженедельника «Computerworld Россия»)