

*С.Н. Иванов***Модель информационной образовательной системы, основанной на мультиагентной технологии***S.N. Ivanov***Model of Educational Information System Based on Multi-Agent Technology**

Рассматриваются технологии адаптации, применяемые в интеллектуальных обучающих системах. Предложена модель системы, основанная на мультиагентном подходе, описываются агенты, их роли и алгоритм взаимодействия.

**Ключевые слова:** интеллектуальные обучающие системы, агенты, мультиагентные системы.

This article considers the technologies of adaptation used in intelligent educational systems and proposes a model system based on multi-agent approach, describes the agents, their roles and algorithm of interaction.

**Key words:** intelligent educational systems, agent, multi-agent system.

Одним из ключевых компонентов для построения информационно-образовательной среды являются интеллектуальные обучающие системы, которые реализуют механизмы адаптации в зависимости от индивидуальных потребностей обучаемого. В данной работе рассматриваются технологии адаптации и модель информационно-образовательной системы, основанная на мультиагентном подходе.

Современные адаптивные и интеллектуальные обучающие системы разделяют на два типа [1, 2]:

- интеллектуальные обучающие системы (ИОС);
- системы адаптивной гипермедиа.

На данный момент можно выделить следующие разновидности технологий, применяемых в ИОС:

- построение последовательности курса обучения (*curriculum sequencing*, также называемой технологией учебного планирования *instructional planning technology*) – основная цель данной технологии – построение индивидуальной последовательности курса для обучаемого (последовательности информационных блоков и последовательности знаний). В данной технологии выделяют несколько видов построения последовательности:

- активное построение – подразумевает наличие цели обучения (подмножество понятий изучаемой предметной области, которыми надо овладеть). Системы, реализующие данную технологию: ELM-ART-II, InterBook, Tutor, KBS-Hyperbook ILESA, DCG и SIETTE;

- пассивная последовательность (*корректировка*) – это технология обратной связи и не требует активной цели обучения. Она начинает действовать, когда пользователь не способен решить задачу или ответить на вопрос правильно. Цель технологии в этом случае – предложить пользователю подмно-

жество доступного информационного материала, которое может заполнить пробел в знаниях студента для разрешения заблуждения. Примеры систем, построенных на данной технологии: InterBook, PAT-InterBook, CALAT, VC Prolog Tutor, and Remedial Multimedia System;

- поддержка в решении задач – технология обратной связи и не требует активной цели обучения. В свою очередь ее разделяют на:

- интеллектуальный анализ решений – цель данной технологии определить, верно ли ответил обучаемый на поставленные перед ним вопросы, сам принцип решения и ошибки не рассматриваются. Применяется для построения модели обучаемого. Пример, реализующий такой подход, – система PROUST;

- интерактивная поддержка в решении задач – цель данной технологии, в отличие от рассмотренной выше, – поддержка обучаемого на каждом шаге решения поставленной задачи. Реализована в системе LISP-TUTOR;

- поддержка в решении задач на примерах – эта технология основывается на успешном опыте решения задач обучаемым, таким образом, позволяет решать новые задачи на примере ранее решенных. Пример реализации: ELM-ART, ELM-ART-II, AlgeBrain.

Среди адаптивных гипермедиа выделяют следующие технологии:

- адаптивное представление (*adaptive presentation*) – адаптация в данном случае заключается в настройке содержимого страницы;

- адаптивной поддержкой навигации (*adaptive navigation support*) – адаптация заключается в изменении индекса или карт. Данную технологию мож-

но рассматривать и как обобщение технологии последовательности курса для гипермедиа систем, так как они обе преследуют общую цель – построить для обучаемого оптимальную последовательность для изучения учебного материала. Примеры систем: ISIS-Tutor и Нураadapter.

Стоит отметить, что в последнее время среди средств обучения можно также выделить технологию дополненной реальности [3], которая позволяет накладывать виртуальные объекты на реальные. Отличие виртуальной реальности от дополненной реальности в том, что в первом случае пользователь полностью погружается в искусственную среду и не может видеть реальный мир, в то же время дополненная реальность добавляет к реальному пространству виртуальные объекты. Таким образом, дополненная реальность «дополняет» реальное окружение, а не полностью его заменяет, что позволяет снабдить реальные объекты дополнительной контекстной информацией и управлять доступом к ней.

Большинство систем дополненной реальности работают на маркерах (или метках). Маркеры – это точки или линии с известными координатами, которые выделяются видеосистемой из общей картины реального мира и являются идентификаторами виртуальных 2D и 3D моделей. Маркеры могут быть искусственными и естественными.

Пример систем, реализующих данную технологию, – Magic Book.

В то же время большинство систем, использующих технологию дополненной реальности, реализуют ее только в качестве дополнительного интерактивного материала, не позволяя виртуальным объектам взаимодействовать с пользователем.

Таким образом, системы, основанные на принципах адаптивной гипермедиа, обеспечивают адаптивное представление, в то время как интеллектуальные обучающие системы – построение последовательности обучения, а системы дополненной реальности позволяют построить единое рабочее пространство [4], «дополненное» виртуальными объектами. Объединяя эти системы, получим интеллектуальную систему, которая сочетает оба подхода.

Можно выделить следующие требования к системе:

- построение последовательности курса обучения;
- поддержка в решении задач:
  - интеллектуальный анализ решений;
  - интерактивная поддержка в решении задач;
  - поддержка в решении задач на примерах;
- адаптивное представление и навигация;
- сбор и хранение информации об обучаемом для построения модели;
  - доступ к репозиторию обучающих объектов (база знаний);
  - трекинг объектов и распознавание группы маркеров;

– обеспечение обучаемому доступа к учебному материалу.

Рассмотрим модель системы, построенной на мультиагентном подходе. Мультиагентные системы – это системы, основанные на использовании интеллектуальных агентов, особенностью которых является их способность взаимодействовать друг с другом, а также обладать знаниями об окружающей среде, в которой они существуют [5].

Применение данной технологии для построения ИОС [6] дает ряд преимуществ:

- агенты обладают знаниями об окружающем мире, что позволяет им принимать решения в заданной проблеме без участия пользователя;
- агенты являются автономными – таким образом, спроектированные изначально для одной предметной области, они могут быть использованы с небольшими изменениями для другой.

Для функционирования системы необходимо создание онтологии предметной области.

Онтология – это база знаний специального типа, которая может «читаться» и пониматься, отчуждаться от разработчика и/или физически разделяться ее пользователями [7].

Учитывая специфику решаемых в данной работе задач, конкретизируем понятие онтологии. Онтология – это спецификация некоторой предметной области, включающей в себя словарь терминов (понятий) предметной области и множество связей между ними, которые описывают, как эти термины соотносятся между собой.

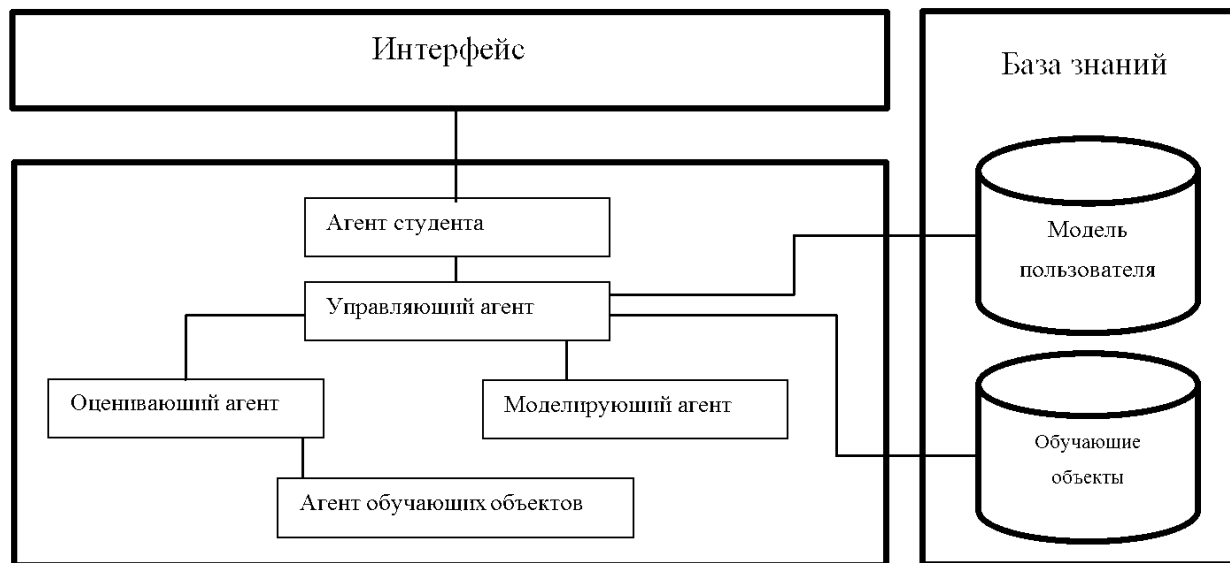
В рассматриваемой нами модели предполагается создание следующих онтологий:

- онтология предметной области, которая является репозиторием обучающих объектов;
- онтология как база знаний для агента (модель пользователя его предпочтения);

Таким образом, в разрабатываемой модели агенты занимают промежуточный слой в системе и отвечают за сбор и анализ данных об обучаемом, его текущих знаниях, предпочтениях и потребностях (сбор данных может носить как явный характер, путем анкетирования, так и неявно анализируемую статистику запросов и их тематику). На основании этих данных агенты могут обновлять модель обучаемого, предполагать следующие шаги пользователя, адаптировать представление и средства навигации и строить последовательность обучения для пользователя.

Рассмотрим более подробно модель системы (рис.).

**Агент студента** – ответственен за связь со студентом и обеспечивает интерфейс между системой и пользователем, адаптирует представление и средства навигации в соответствии с моделью, которая сформировалась в системе, в случае использования технологии дополненной реальности обеспечивает трекинг и распознавание групп маркеров.



Модель системы

**Управляющий агент** – основной целью является сбор информации о студенте, предоставленной от других агентов, их анализ и обработка, обеспечение других агентов информацией, полученной в результате анализа.

**Моделирующий агент** – ответственен за выполнение расчетов в соответствии с общим педагогическим подходом моделирования (таких как нечеткая логика или Байесовские сети), который создает модели навыков студентов и их целей обучения, таким образом, моделируются потребности каждого студента в необходимой ему информации. Моделирование происходит на основе подходящих данных, которые предоставил управляющий агент.

**Агент обучающих объектов** – ответственен за обработку и передачу запросов на получение учебного материала, управляет множеством обучающих объектов и обеспечивает соответствующими объектами студентов, которые могут обучаться по разным методикам.

**Оценивающий агент** – ответственен за предоставление и проверку задач и тестов пользователю в соответствии с его моделью, гарантирует, что обучающие объекты будут представлены в индивидуальной и адаптированной форме для каждого студента. Данный агент часто обновляет информацию о студенте, и поэтому любое изменение в усвоении данных отражается динамично.

Алгоритм функционирования системы при индивидуальном подборе учебного материала состоит из следующих шагов:

*Шаг 1.* Пользователь  $P$  запрашивает учебный материал у агента студента  $A_{st}$ .

*Шаг 2.*  $A_{st}$  передает требования  $t$  управляющему агенту  $A_a$ ,  $A_a$  вносит изменения в модель пользователя  $M_p$ .

*Шаг 3.* Моделирующий агент  $A_m$  формирует требования  $t_m$  в соответствии с  $M_p$ , полученной от  $A_a$

$$A_m(t, M_p) \rightarrow t_m. \quad (1)$$

*Шаг 4.* Агент обучающих объектов  $A_o$  формирует запрос  $Q_{ip}$  на получение обучающих объектов  $O_i$  из репозитория  $O$  в соответствии  $t_m$

$$Q_{ip}(O, t_m) \rightarrow O_i. \quad (2)$$

*Шаг 5.* Оценивающий агент  $A_e$  осуществляет индивидуальный подбор учебных материалов  $O_{ip}$  в соответствии с  $M_p$

$$A_e(O_i, M_p) \rightarrow O_{ip}. \quad (3)$$

*Шаг 6.*  $A_a$  вносит изменения в модель пользователя  $M_p$ .

*Шаг 7.*  $O_{ip}$  передается  $A_{st}$  отображает их обучаемому.

Таким образом, интеллектуальные обучающие системы могут осуществлять адаптацию материала и строить последовательность курса обучения в зависимости от индивидуальных потребностей обучающегося и области знаний, что позволяет повысить эффективность процесса обучения, сделав его более интерактивным и индивидуальным.

## Библиографический список

1. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. In C. Rollinger and C. Peylo (eds.)

// Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, Konstantliche Intelligenz. – 1999. – №4.

2. Brusilovsky P. Methods and techniques of adaptive hypermedia // User Modeling and User-Adapted Interaction. – 1996. – №6 (2–3).

3. Azuma R. A Survey of Augmented Reality // PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments. – 1997. – Vol. 6, №4.

4. Chen Y.-C. A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications. – Hong Kong, China, 2006.

5. Luck M., McBurney P., Preist C. Agent technology: Enabling next generation computing a roadmap for agent based computing. – Southampton, UK: AgentLink, 2003.

6. Иванов С.Н., Кудинов В.А. Об архитектуре компьютерных обучающих систем на основе мульти-агентных систем // Ученые записки: Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2010. – №1.

7. Хорошевский В.Ф., Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб., 2001.