

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Коваленко Дмитрий Сергеевич,
инженер-программист ОАО «Нижневартовсквиз»
05.13.18
wedmak_dk@rambler.ru

Аннотация. В статье кратко рассмотрены работы, посвященные моделированию процесса обучения и применению мультиагентных систем для моделирования процесса обучения.

Ключевые слова: Мультиагентные системы, интеллектуальные агенты, моделирование процесса обучения.

THE USE OF MULTI-AGENT SYSTEMS FOR MODELING THE LEARNING PROCESS

Kovalenko Dmitry Sergeevich
Engineer-programmer of «Nizhnevartovskavia»

Abstract. The article briefly reviewed the works devoted to modeling the process of learning and the use of multi-agent systems for modeling the learning process.

Keywords: Multi-agent systems, intelligent agents, modeling the learning process.

Введение

Моделирование процесса обучения позволяет изучать и анализировать влияние различных факторов на процесс обучения, выбирать оптимальные стратегии и методы обучения, оперативно реагировать на изменяющиеся требования к процессу образования.

Использование мультиагентных систем (МАС, англ. Multi-agent system) при моделировании позволяет избежать недостатков, присутствующих в классическом подходе – системному анализу, имитационному моделированию, теории игр и др.

Мультиагентные системы, образованные из взаимодействующих интеллектуальных агентов, добивающихся собственных целей могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы.

В МАС задачи распределены между агентами, каждый из которых рассматривается как

член группы или организации. Распределение задач предполагает назначение ролей каждому из членов группы, определение меры его ответственности и требований к опыту.

Мультиагентное моделирование процесса обучения

Общий подход к моделированию процесса обучения с помощью МАС заключается в построении агентных моделей различного уровня с различной степенью детализации.

В работе Марахтанова А.Г., Варфоломеева А.Г. «Многоагентная модель студенческой группы как инструмент управления качеством обучения» сделана попытка применить мультиагентный подход к оптимизации состава студенческой группы и требований учебного процесса с целью максимального повышения качества обучения.

Ключевым элементом МАС становится интеллектуальный агент, способный воспринимать ситуацию, принимать решения и коммуницировать (общаться) с другими объектами.

ми [1]. При этом агенты взаимодействуют в определенной среде. Главное отличие МАС от существующих жестко организованных программных систем состоит в наличие нового свойства – способности к самоорганизации. Исследования показывают, что процесс образования устойчивых пространственно-временных структур и состояний равновесия нельзя не учитывать в процессе работы модели [2].

Решая задачу моделирования, авторы выделяют агентов 2 видов:

- Агент-студент (AS);
- Агент – источник ресурса (AR).

Агенты могут взаимодействовать друг с другом путем обмена сообщениями на известном и понятном каждому агенту языке.

Агентов типа AR в системе два:

- Агент – источник денег (ARM);
- Агент – источник знаний (ARK).

Каждый AS обладает ресурсами трех типов: Знания, Денежные средства, Время.

Агент-студент может пополнять денежные средства и знания, воспользовавшись услугами системных агентов AR (ARM и ARK).

Агент типа AS может получать знания не только от агента-источника знаний, но и от любого другого AS-агента системы. При этом, получить знания от другого AS-агента можно, затратив меньшее время и не расходуя денежных средств. Тем не менее, чтобы воспользоваться такой возможностью, необходимо согласие обоих агентов AS1 и AS2 на обмен знаниями. Агент AS2 согласен поделиться знаниями с AS1, если обладает свободным временем и достаточным объемом знаний по i -й области. Кроме того, на решение об оказании помощи влияет наличие обязательств перед агентом AS1 или негативных воспоминаний (из опыта предыдущих общений).

Ментальные свойства агентов типа AS включают в себя:

1. Распределение приоритетов
2. Социально-экономический статус
3. Коммуникационный характер

Изначально агент одинаково относится ко всем другим агентам, в соответствии со своим «коммуникационным характером», однако,

исходя из опыта общения, он может изменить свое отношение к определенным агентам. К примеру, если агент AS1 часто получал помощь от агента AS2, он не будет к нему злонамеренным, каким должен быть по отношению ко всем другим. В то же время альтруистичный агент не поможет тому, кто подводил его много раз.

Вступая в коммуникационный контакт с агентом AS2, агент AS1 пытается определить его ментальные свойства, а также объем ресурсов, которыми агент AS2 обладает. Однако точных значений он никогда получить не может. Поэтому при выборе одного из агентов системы для общения, агент AS1 может пользоваться только предположениями об этих значениях.

В определенные промежутки времени агенты системы испытывают воздействия со стороны среды, в которой находятся. Воздействия могут быть 2-х видов:

«Предупреждение об акте контроля» – содержит информацию о том, что в ближайшее время будет осуществлен акт контроля – процесс, который потребует от агента знаний объемом не менее $k^{\text{CONTR}} \{k_1^{\text{CONTR}}, k_2^{\text{CONTR}}, \dots, k_n^{\text{CONTR}}\}$ и денежных средств объемом не менее m^{CONTR} .

«Акт контроля» – процесс, инициируемый средой, который действует согласно следующим правилам:

1) Если по какой либо области знаний i агент AS обладает знаниями k_i^{AS} , а контроль требует знаний не менее k_i^{CONTR} , то:

- Если $k_i^{\text{AS}} < k_i^{\text{CONTR}}$, и $k_i^{\text{CONTR}} - k_i^{\text{AS}} < p$, то при следующем контроле норма знаний по области i должна быть больше на k_i^{CONTR} , по сравнению с базовым значением. Другими словами, если у агента знаний в области i меньше, чем необходимо, но не на много (отличие от нормы меньше, чем константа p), в следующий раз его норма будет на постоянную величину k_i^{CONTR} больше, чем соответствующий элемент вектора k^{CONTR} .
- Если $k_i^{\text{AS}} < k_i^{\text{CONTR}}$, и $k_i^{\text{CONTR}} - k_i^{\text{AS}} \geq p$, агент покидает систему.

- Если $k_i^{AS} > k_i^{CONTR}$, и $k_i^{AS} - k_i^{CONTR} > p^+$, агент премируется денежными средствами m^{prize} (аналог стипендии).

2) Если агент AS обладает денежными средствами m^{AS} , а контроль требует денежных средств не менее m^{CONTR} , то:

- Если $m^{AS} < m^{CONTR} * mpr^{AS}$, и $m^{CONTR} - m^{AS} < \gamma$, то при следующем контроле норма денежных средств должна быть больше на m^{CONTR} , по сравнению с базовым значением. Другими словами, если у агента денежных средств меньше, чем необходимо, но не на много (отличие от нормы меньше, чем константа γ), в следующий раз его норма будет на постоянную величину m^{CONTR} больше, чем общее значение m^{CONTR} .
- Если $m^{AS} < m^{CONTR} * mpr^{AS}$, и $m^{CONTR} - m^{AS} \geq \gamma$, агент покидает систему.
- Значения p^-, p^+, k_i^{CONTR} ($i=1..n$), γ , m^{CONTR} передаются в «предупреждении об акте контроля» и известны всем агентам AS-типа, наряду со значениями вектора k^{CONTR} и числа m^{CONTR} .

Причина деятельности любого AS-агента в системе – желание осуществить свои цели:

1. Остаться в системе;
2. Сэкономить (накопить) максимум ресурсов, приоритетных для агента.

В определенные промежутки времени агенты системы испытывают воздействия со стороны среды, в которой находятся. Среда порождает процессы, которые требуют наличия у агентов определенного уровня знаний и денег. Если агент не обладает требуемым объемом ресурсов, он покидает систему, то есть не осуществляет своей главной цели. В случае если объем ресурсов больше определенного порога, агент может получить награду. (Например, имея большой объем знаний по ключевым областям, агент получает денежную награду – аналог стипендии).

В данной модели не понятна роль денежных средств m , необходимых агенту AS для прохождения «акта контроля». Если трату денежных средств m и времени t для получения знаний k и трату знаний и времени для получения денежных средств еще можно допустить в

рамках модели, то необходимость в денежных средствах для прохождения «акта контроля» и накопление долга сильно приближает модель к негативным сторонам реальной жизни.

В работе Федяева О. И., Жабской Т.Е., Грач Е.Г., «Многоагентная модель процесса обучения студентов на кафедральном уровне» рассматривается задача построения новой модели процесса обучения студентов дисциплинам, основанная на агентно-ориентированном подходе, которая на основе сохранения близких к реально существующим взаимоотношениям между участниками учебного процесса и предоставления возможности автономного и распределенного выполнения учебно-методических обязанностей позволяет повысить децентрализованность и индивидуальность работы всех участников процесса обучения на кафедральном уровне.

В учебном процессе, выполняемом кафедрой, участвуют следующие субъекты: профессорско-преподавательский состав кафедры (заведующий кафедрой M, лекторы L1, L2, ..., Ln, ассистенты P1, P2, ..., Pk), лаборанты (Y1, Y2, ..., Ym), студенты (X1, X2, ..., Xn). На каждом отрезке времени (семестре) студенты изучают предусмотренные учебным планом специальности дисциплины (D1, D2, ..., Dm). Изучение каждой дисциплины включает прослушивание лекций (Lect1, Lect2, ..., Lectk), выполнение лабораторных работ, возможно выполнение курсовой работы и сдачу экзамена (зачёта). Для успешной учебы студентам необходимо посещать лекции и общаться с преподавателями на практических и лабораторных занятиях, т.е. существуют установленные взаимодействия и взаимоотношения между субъектами учебного процесса. [3]

Учебный процесс может быть описан следующими компонентами:

$$УП = (S, K, R, Act, I, T, U),$$

где $S = \{M, (X1, X2, \dots, Xn), ((L1, L2, \dots, Ln), (P1, P2, \dots, Pk)), (Y1, Y2, \dots, Yl)\}$ – множество субъектов учебного процесса; K – среда (кафедра), в которой функционирует данный процесс; R

– отношения, установленные для субъектов учебного процесса (горизонтальные: лектор-ассистент, лектор-диспетчер; вертикальные: студент-лектор, студент-ассистент, студент-диспетчер); Act – множество действий, выполняемых субъектами; I – множество установленных видов общения и взаимодействий между субъектами; T- расписание учебных занятий; U – состояние выполнения учебного плана студентом (экзаменационные ведомости, учебно-методические карты дисциплин).

Учебный процесс на кафедре (K) выполняется посредством действий (Act) и взаимодействий (I) между конкретными субъектами (X_i, L_i, P_i, Y_i), определяемыми кафедрой отношением R (например, лектор-дисциплина-студент, лектор-ассистент), происходящих по строгому расписанию (T). Кафедра,

моделирования является распределенным и динамичным.

Ставится цель создать такую компьютерную среду обучения (виртуальную кафедру K'), в которой сохраняются все необходимые для учёбы отношения (R) и устраняются жесткие пространственно-временные ограничения в виде расписания занятий (T) (рис.1):

$$УП = \{S, K', R, Act, I, U\}.$$

Такая среда может быть построена только на основе агентно-ориентированного подхода, использующего принципы распределенного искусственного интеллекта [4].

Для разработки агентно-ориентированной модели процесса обучения на кафедральном уровне применялась универсальная методология «Gaia» [5], позволяющая учитывать осо-

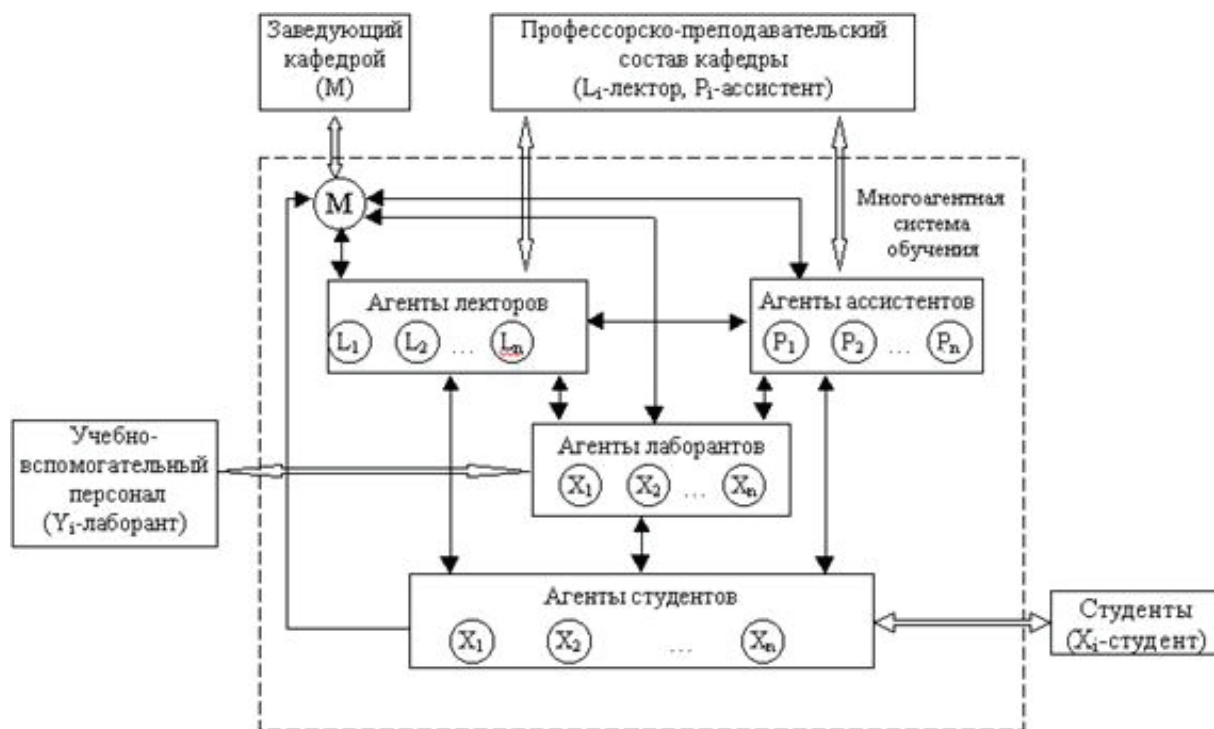


Рис. 1. Схема организации индивидуального обучения студентов на основе агентно-ориентированного подхода

как среда для проведения учебного процесса, может накладывать различные ограничения, например, в виде дефицита аудиторий. Таким образом, учебный процесс как объект

бенности системы обучения на макро и микро уровнях. С помощью этой методологии выполнен агентно-ориентированный анализ обучения, который позволил системно перейти от

этапа постановки задачи на создание компьютерной среды обучения к этапу проектирования различных моделей виртуальной кафедры, удобных для программной реализации.

Для детализации моделей выделены абстрактные и конкретные понятия поставленной задачи. К абстрактным понятиям отнесены роли, полномочия, обязательства, протоколы, активность, обязательства жизнеспособности, условия безопасности. Эти понятия используются во время анализа для концептуализации системы. Конкретные понятия (например, агентные типы, услуги, связи между агентами) используются на этапе проектирования и имеют непосредственный программный аналог в системе. МАС обучения на уровне кафедры рассматривается как набор ролей, которые определенным образом взаимосвязаны между собой и принимают участие в постоянных и наделённых законным статусом образцах взаимодействия с другими ролями.

В работе выделены и описаны роли взаимодействующих должностных лиц и сотрудников кафедры: студента, лектора, лаборанта, ассистента. К положительным сторонам работы относятся подробное описание ролей на примере роли «Студент», примеры протоколов взаимодействия, описанные в соответствии с методологией «Gaia» - модель агентов МАС, модель услуг и модель связей.

Работа Глибовец Н.Н. «Использование JADE (Java Agent Development Environment) для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения агентного типа» посвящена особенностям агентных технологий и перспективам их использования для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения.

В случае рассмотрения компьютерной системы поддержки дистанционного обучения (КСПДО) средой для взаимодействия агентов и человека видится специализированная программная оболочка, которая обеспечивает интерфейс между учеником (слушателем), учителем и администратором. [9]

Представлены три агента: “слушатель” который взаимодействует с “преподавателем”

используя возможности “администратора”. При этом функциональность каждого агента такая же, как и в реальном процессе обучения. Например, одним из сценариев такого взаимодействия может быть: “слушатель” сдает тест проверки знаний и отправляет “преподавателю” для проверки; “преподаватель” проверяет тест и передает результаты тестирования “администратору”.

Понятие автономности является естественным и очень важным для систем дистанционного обучения. Понятно, что слушатель будет отдавать предпочтение индивидуальному стилю обучения. Все действия как слушателя так и учителя, администратора наперед предусмотреть невозможно. Поэтому персональный помощник одной из групп должен иметь возможность самостоятельной оценки ситуации, желаний, предпочтений и т.п. и на их основе: порождать новые сценарии общения; делать перехват инициативы диалога; иметь способность самообучения с помощью использования обратной связи между участниками общения; кооперировать действия нескольких представителей групп агентов на решения какой-то общей задачи.

Миграция агентов может поддерживаться не только между постоянно присоединенными к сети узлами, но и между мобильными платформами, которые подключаются к постоянной сети на некоторые промежутки времени и возможно по низкоскоростным каналам. Клиент присоединяется к постоянной сети на короткий промежуток времени с мобильной платформы, отправляет агента для исполнения задачи и отсоединяется; потом клиент присоединяется к другому узлу сети и забирает результаты работы агента. Другой вариант – сервер, на который должен переместиться агент, присоединяется до сети, а потом отсоединяется. В этом случае агент должен уметь переместиться на такой сервер, который временно присоединяется, и вернуться в постоянную сеть.

Перспективными отраслями использования мобильных агентов в КСПДО видятся: навигация и просмотр, получение информации из хранилищ, сортировка и классификация,

фильтрация; напоминание, программирование, диспетчеризация (scheduling), поддержка советами; тренинги, ориентация в предмете, предоставление помощи, поиск новой инфор-

который содержит информацию о предметах, студентах и т.п.;

File Server – файловый сервер, хранит все материалы и контрольные работы.

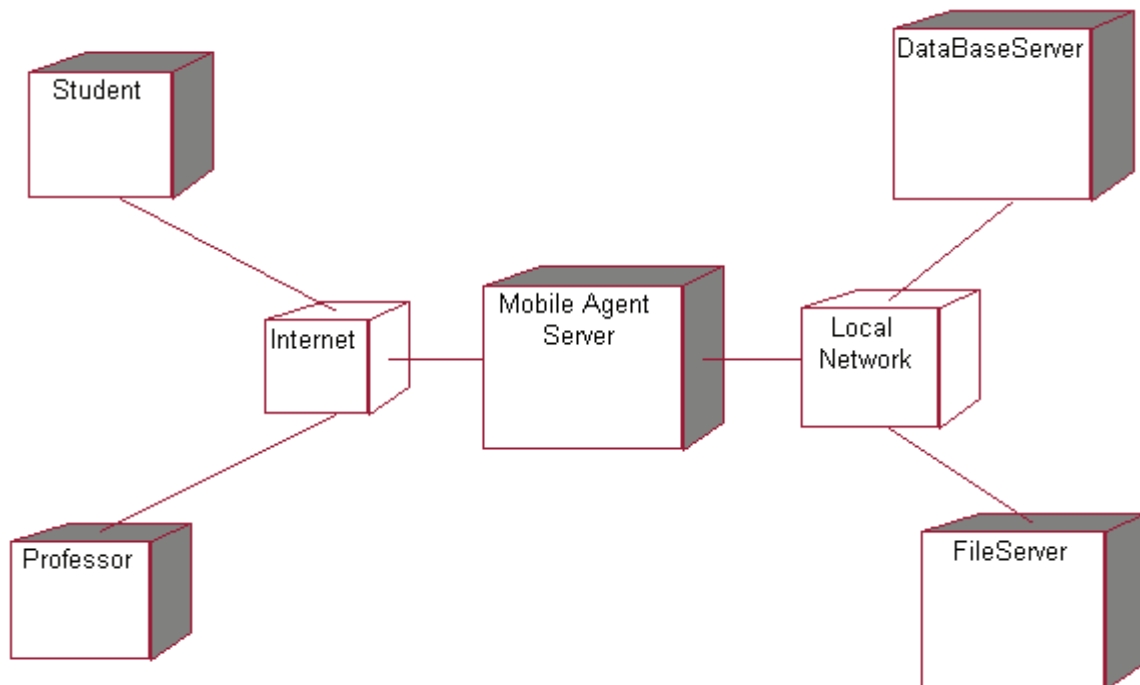


Рис.2. Модель КСПДО агентного типа

мации; противник в играх, партнер в играх.

В работе представлена разработанная при помощи языка UML (Unified Modeling Language) модель КСПДО агентного типа.

Student – компьютер студента, который использует мобильный агент для обучения;

Professor – компьютер профессора, который использует сервер дистанционного обучения (мобильного агента) для проверки и предоставления новых заданий;

Internet – группа устройств, предоставляющих доступ к глобальной сети Интернет;

Mobile Agent Server – сервер мобильных агентов;

Local Network – устройства локальной сети, обеспечивающие связь серверов;

DataBase Server – сервер БД (например, MS SQL Server 2000, Oracle9i, DB/2 Sybase),

В работе описаны диаграммы физической структуры системы, диаграмма взаимодействия классов агента обучения, диаграммы обмена сообщениями между агентами. Данные диаграммы дают наглядное представление о взаимодействии элементов MAS.

Также к достоинствам работы можно отнести проработанность описания программной части системы, четкое описание классов и методов.

В работе проанализированы как теоретические, так и практические особенности использования агентных технологий в КСПДО. Модель MAS построена с учетом основных характерных черт дистанционного образования – гибкости, модульности, параллельности, технологичности.

Выводы

В данной статье кратко рассмотрены работы, посвященные моделированию процесса обучения и применению мультиагентных систем для моделирования процесса обучения.

Моделирование процесса обучения – сложная, многокритериальная задача для моделирования. На процесс обучения воздействует множество явных и скрытых факторов.

Применение МАС в моделировании процесса обучения эффективно применимо в моделировании систем дистанционного обучения.

Моделирование мониторинга процесса

обучения с использованием агентов видится в двух вариантах:

а) Агенты для мониторинга среди агентов – студентов, агентов – преподавателей и т.п. в МАС моделирования процесса обучения, реализованной на агентной платформе.

б) Агенты в виде программных сущностей, анализирующих существующие информационные потоки и базы данных (журналы успеваемости, отчеты, результаты тестирования)

Более перспективным представляется первый вариант, т.к. он обеспечивает более гибкое управление и возможность оперативного внесения изменений.

Список литературы:

1. Марахтанов А.Г., Варфоломеев А.Г. Многоагентная модель студенческой группы как инструмент управления качеством обучения. Материалы международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (26 - 28.02.2007, г. Екатеринбург). 2007. Т. 2. С. 148-150.
2. Евгеньев Г.Б., Нехорошкин Н.И., Ященко В.В. Многоагентная система управления целевыми программами// Научная сессия МИФИ-2006. Сб. науч. тр. В 16 томах. Т.3. Интеллектуальные системы и технологии. – М.: МИФИ, 2006. – с. 26-27.
3. Федяев О. И., Жабская Т.Е., Грач Е.Г., «Многоагентная модель процесса обучения студентов на кафедральном уровне». Сб. науч. тр. ДонНТУ. Серия: «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2006), выпуск 5(116) — Донецк: ДонНТУ, 2006. — с. 105-116.
4. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика – М.: УРСС, 2002
5. Elisabeth A. Kendall, Margaret T. Malkoun, and Chong Jiang. A methodology for developing agent based systems for enterprise integration. In D. Luckose and Zhang C., editors, *Proceedings of the First Australian Workshop on DAI, Lecture Notes on Artificial Intelligence*. Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, 1996.
6. Вашик К., Кудрявцев В. Б., Строгалов А. С., *Проект "IDEA". Введение в новое поколение программного обеспечения типа ICBI для передачи знаний и навыков с помощью экспертной системы*, Link & Link Software GmbH, Dortmund, 1995
7. В. Б. Кудрявцев, П. А. Алисейчик, К. Вашик, Ж. Кнапп, А. С. Строгалов, С. Г. Шеховцов, «Моделирование процесса обучения», *Фундамент. и прикл. матем.*, **15:5** (2009), 111–169
8. Кудрявцев В. Б., Алёшин С. В., Подколзин А. С., *Введение в теорию автоматов*, Наука, М., 1985
9. Глибовец Н.Н. Использование JADE (Java Agent Development Environment) для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения агентного типа // *Educational Technology & Society* - №8(3) - 2005 - С. 325-345