

РАСШИРЕННЫЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

© 2016 В.Л. Юмашев

ЧОУ ВО "Международный институт рынка", г. Самара, Россия

Статья посвящена разработке мультиагентной модели как основы информационной системы для организации единого информационного пространства для поддержки образовательного процесса. Описано современное состояние образовательных технологий и существующие мультиагентные модели, лежащие в основе информационных систем поддержки дистанционного и онлайн-обучения. Предложено расширение существующих образовательных пространств с объединением их в единое информационное образовательное пространство. Описана мультиагентная модель с виртуальными посредниками, расширяющая существующую мультиагентную парадигму образовательного процесса. Продемонстрированы функциональные особенности элементов описываемой модели.

Ключевые слова: мультиагентные модели, образовательное пространство, виртуальный посредник, дистанционное обучение, система управления обучением.

Современное образование – это отрасль, где присутствует множество участников образовательного процесса. Один тип участников – это участники, получающие образование разного рода – студенты, абитуриенты, слушатели различных курсов. С другой – участники, которые это образование предоставляют: традиционные и онлайн-учебные заведения, курсы разных форматов и размеров, а также отдельные преподаватели и учителя.

Каждый участник образовательного процесса ставит перед собой цели: учащийся – получить образовательную услугу, учебное заведение или преподаватель (любого рода и формы) – предоставить эту услугу в обмен на другой ресурс. На образовательный процесс также влияет окружение: текущая ситуация и тенденции в экономике, требования представителей различных отраслей хозяйства, законодательная ситуация и т.п.

С появлением информационных технологий (ИТ) и их повсеместным внедрением, в том числе в образовательный процесс в образовании произошли серьезные изменения. Эти изменения можно разделить на этапы. На предварительном «до-ИТ» этапе образовательный процесс состоял из

традиционных компонентов: передача знаний (лекции, очные занятия и семинары, лабораторные работы), самостоятельная работа (домашние задания, самостоятельное изучение), контроль (зачеты, экзамены и т.п.), методические материалы (книги, печатные методические материалы и документация, печатные научные издания), средства организации (расписания, учебные планы). С приходом ИТ были внесены цифровые элементы в каждый из перечисленных компонентов: появились цифровые лекционные и методические материалы, цифровые средства контроля и т.п. Однако новые цифровые элементы не меняли сути учебного процесса, построенного по схеме «лекция-практика-контроль» и не меняли директивную сущность образовательного процесса.

Настоящие изменения в образовательном процессе начались с широким распространением сети Internet. Это был первый этап. Сначала некоторые элементы взаимодействия учащихся и учебных заведений были перенесены в сети в виде простых web-сайтов и учебных порталов (хотя четкого определения понятия «учебный портал» не было и каждый понимал его по-своему), разрозненных информационных систем.

Сайты использовались в первую очередь для облегчения доступа учащихся к образовательному контенту – в виде веб-страниц и скачиваемых файлов: происходил переход знаний из «оффлайн» источников в «онлайн». Эти изменения позволяли решать проблему доступности образовательных элементов для участников образовательного процесса, не меняя схему «лекция-практика-контроль».

На следующем этапе появились системы управления контентом (CMS – content management systems) для удобного управления содержимым сайтов пользователями, имеющими лишь базовые навыки в области web-технологий, а также системы управления курсами, которые так же сокращаются как CMS (course management system), и которые мы будем сокращать CrMS для отличия от CMS. Протокол HTTP и базирующиеся на нем web-технологии стали основным способом получения учащимися информации из локальных (вуза) и глобальных (Internet) компьютерных сетей. Важно было то, что в системах CMS/CrMS материалы подавались не в виде разрозненных элементов в электронно-цифровом виде, а были связаны в учебные предметы и курсы, то есть представляли собой связную проекцию традиционных методик в цифровую область. В итоге системы управления курсами и контентом добавили к доступности образовательного процесса удобство и интегрированность путем добавления пользовательского интерфейса (UI – user interface). Однако особенностью технологий второго этапа было то, что они не были ориентированы на результат. Вопросы результативности обучения по-прежнему решались за рамками ИТ в «оффлайне».

Третьим этапом в развитии образовательных систем стали системы управления процессом обучения (LMS – learning management system), в функции которых входит: предоставление доступа к контенту по учебной программе или образовательному треку, управление профилями учащихся, отслеживание их прогресса и успехов во всех аспектах учебного процесса, обеспечение доступа к

программам обучения и расписанию, контрольные точки, индивидуальные задания, отчетность по успехам, тестирование и анализ навыков учащихся. В функции LMS не входят функции управления контентом. Эти функции возложены на LCMS (learning content management system), являющуюся дополнением к LMS и играющую роль интерфейса к созданному контенту. LCMS является развитием предыдущего поколения CMS/CrMS, дополненных функциями взаимодействия с LMS и функциями модульной организации контента для перекомпоновки материала под требования курсов, треков и программ [8]. Примерно в этот же период времени появился русскоязычный термин СДО – система дистанционного обучения, который сейчас трактуется очень широко: от CMS до LMS.

Образовательные технологии, появившиеся на третьем этапе, решают задачу повышения результативности обучения: насколько качественно освоен предмет или направление. Процесс обучения с использованием LMS/LCMS выстраивается таким образом, чтобы обучаемый достиг наилучшего результата в освоении курса, дисциплины, трека. Для повышения результативности в LMS реализуются различные адаптивные методики подачи материала и оценки прогресса обучающегося [11].

Параллельно с развитием LMS/LCMS на базе инициативы по развитию открытых и свободных образовательных ресурсов (OER) в крупных зарубежных вузах (MIT и пр.) зародилась и развилась идея массовых онлайн-курсов [10] – MOOC – massive open online course и других схожих инициатив, основными особенностями которых были: онлайн-среда обучения, большое количество слушателей курса или учебного трека, повторное использование и открытость всех учебных материалов и образовательных ресурсов. Но при всей инновационности по форме MOOC не вносили дополнительных категорий в описанную схему развития образовательного процесса, реализуя уже

упомянутые категории: доступность, удобство и результативность. Все описанные этапы представлены в виде многоуровневой схемы (рисунок1), где элементы каждого уровня базируются на предыдущем и дополняют их чем-то новым. Первый уровень (первый этап) добавил к «традиционным» технологиям гипертекст, электронные версии документов, электронные версии справочников, словарей и энциклопедий, электронные версии расписаний и планов. В схему добавлен базовый «нулевой»

уровень для отражения того, что содержание первого уровня поступает в информационные системы из оффлайновых источников. Технологии, появляющиеся на втором уровне, добавляют удобство создания и потребления образовательного материала путем добавления пользовательских интерфейсов и интерактивных помощников. Технологии третьего уровня ориентированы на результат и соединяют цифровой контент и методики обучения.



Рисунок 1 – Развитие и структура образовательного процесса

Образовательный процесс на любом уровне – это взаимодействие самостоятельных субъектов по обмену ресурсами. Одни субъекты имеют, например, материальные и временные ресурсы и хотят получить образовательные ресурсы, другие – наоборот, обладают разного рода образовательными ресурсами и готовы их передать. Оба типа субъектов в той или иной степени самостоятельны в принятии решений. Особенно эта самостоятельность стала проявляться с появлением онлайн систем и отхода от традиционных очных методов обучения. Для имитации систем с большим количеством субъектов хорошо подходят мультиагентные модели, состоящие из агентов, основными свойствами которых являются [1,6]: полуавтономность, чувствительность, активность, социальность. Агенты взаимодействуют друг с другом и с окружением.

Вскоре после появления мультиагентного подхода появились информационные системы, реализованные на базе мультиагентных моделей образовательного процесса [2,7]. В одних моделях присутствовали главным образом два типа агентов: студент и преподаватель, которые взаимодействовали напрямую. В других моделях присутствовали агенты-клиенты (студенты и преподаватели) и специальный промежуточный агент (mediation agent), функцией которого было обеспечение взаимодействия агентов-клиентов. На базе мультиагентных моделей строились информационные системы поддержки учебного процесса. Однако эти модели охватывали только взаимодействие агентов в пределах одного курса, трека или онлайн-системы. То есть упомянутые мультиагентные системы работали на втором и третьем уровне приведенной на рисунке ранее иерархии.

Категория результативности, введенная в виде LMS/LCMS на третьем уровне схемы, подразумевает результат освоения материала какого-то отдельного курса или учебного трека (группы курсов). Например, в рамках подготовки frontend-разработчика для создания web-сайтов предполагается, что слушатель должен изучить HTML, CSS, JavaScript, некоторые фреймворки и т.п. В системе с помощью тестов и заданий отслеживается прогресс учащегося, и в зависимости от результатов прохождения того или иного изучаемого предмета трек может незначительно меняться, могут добавляться или сокращаться темы и разделы, но общий план «HTML-CSS-JavaScript-фреймворки» остается неизменным. Если учащемуся для работы над реальными frontend-проектами потребуется изучить дополнительные технологии, например Java, то ему придется брать этот курс за пределами трека. Внедряя новые категории и новые подходы в процесс обучения и обеспечивая высокую результативность по отдельным курсам и трекам, существующие системы не обеспечивают эффективность обучения и не гарантируют, что на выходе образовательного процесса получится специалист, отвечающий требованиям реального бизнеса.

Если рассмотреть современное образование в общем, отстранившись от методик и алгоритмов конкретного курса или LMS, то можно увидеть разделенную на отдельные площадки образовательную среду с присутствующими на них активными самостоятельными субъектами двух типов: учащиеся – потребители образовательных ресурсов и образовательные организации либо отдельные преподаватели – поставщики образовательных ресурсов. Кроме того, в образовательной среде неявно присутствуют регулирующие органы (министерства и агентства) и бизнес-сообщество. Регуляторы и бизнес образуют рабочий фон и вносят в среду правила и требования. Важным в общей картине образования является самостоятельность (автономность)

участников в принятии решений и в формировании своего поведения.

В современных условиях учащийся имеет возможность получить необходимые образовательные ресурсы из разных источников: разные вузы, разные сайты, разные LMS/LCMS/МООС, индивидуальные преподаватели и репетиторы. Поэтому для решения задачи повышения эффективности образовательного процесса имеет смысл, во-первых, расширить модель мультиагентного взаимодействия за рамки одного образовательного учреждения или одной образовательной онлайн-системы и объединить всех участников в единое информационное пространство (ЕИП) – единую образовательную среду, а во-вторых, управлять образовательным процессом в этом ЕИП.

В итоге получаем: первый уровень добавляет к традиционным образовательным технологиям технологии Internet, второй уровень – технологии пользовательского интерфейса UI, третий уровень – технологии обучения, четвертый уровень добавляет технологии управления ЕИП. В этом пространстве у каждого из участников присутствуют три обязательных свойства: самостоятельность (в принятии решений), ограниченность представления (ни у кого нет полной картины пространства) и децентрализация (нет одного управляющего).

У двух основных типов участников ЕИП – учащихся (потребители) и образовательных субъектов (поставщики) есть цели и критерии, которые определяют их поведение. Для агента-потребителя это (но не ограничиваясь):

- совокупность запросов к образовательным ресурсам
- минимизация затрат, как материальных, так и временных
- минимизация времени поиска, то есть максимизация скорости получения ресурса
- максимизация релевантности полученных образовательных услуг – интегральной оценки соответствия полученной услуги запросам

Для агента-поставщика это (но не ограничиваясь):

- максимизация прибыли, как материальной, так и нематериальной, например репутационной
- максимизация скорости ухода от него ресурсов, то есть минимизация времени задержки ресурса у него.

Для взаимодействия предлагается некая площадка, обеспечивающая контакт потребителя и поставщика образовательных ресурсов. Эту площадку требуется создать, насытить ее поставщиками и потребителями, следить за ней, и при необходимости удалить, то есть обеспечить полный жизненный цикл площадки. В различных отраслях проблема взаимодействия ранее решалась либо созданием такой площадки на базе потребителя, либо на базе поставщика. В создаваемом ЕИП реализуется третий вариант – площадки, не зависящие от указанных двух типов субъектов. Для этого в модели требуется третий тип агентов – виртуальный посредник, который обеспечивает жизненный цикл площадки. Кроме того посредник, сглаживает конфликт между поставщиком и потребителем: если посмотреть на критерии деятельности (см. выше) двух типов агентов, то видно, что некоторые из них разнонаправлены, например, минимизация затрат агента-ученика и максимизация прибыли агента-учителя. Виртуальные посредники создаются и вводятся в модель управляющим центром. Важно понимать, что в модели ЕИП задача управляющего центра состоит не в

императивном управлении всем пространством, а только в создании автономных или полуавтономных виртуальных посредников и наделении их нужными свойствами. Таким образом, управляющий центр реализует идею кондиционального управления (управления обстоятельствами) [3].

Таким образом, в создаваемой модели ЕИП предлагается метод виртуальных посредников (*ВП*), заключающийся в введении в модель третьего типа активных агентов, и с использованием различных алгоритмов создания *ВП* и управления их деятельностью решается задача улучшения критерия эффективности и достигается указанная выше цель. Виртуальные посредники анализируют виртуальный рынок (виртуальную среду) на наличие агентов, их требования, ресурсы и пр. и создают виртуальные площадки, существующие некоторое время.

Модель ЕИП используется в реализации информационной системы, где все участники образовательного пространства представлены программными агентами: агенты-поставщики образовательных ресурсов (учебные заведения и отдельные преподаватели и учителя), агенты-потребители образовательных ресурсов (студенты, абитуриенты, слушатели курсов повышения квалификации и т.п.), виртуальные образовательные посредники. Также в ИС необходимо ввести агенты, создающие окружение: бизнес-агенты, законодательные агенты. Получается общая схема, представленная на рисунке 2.

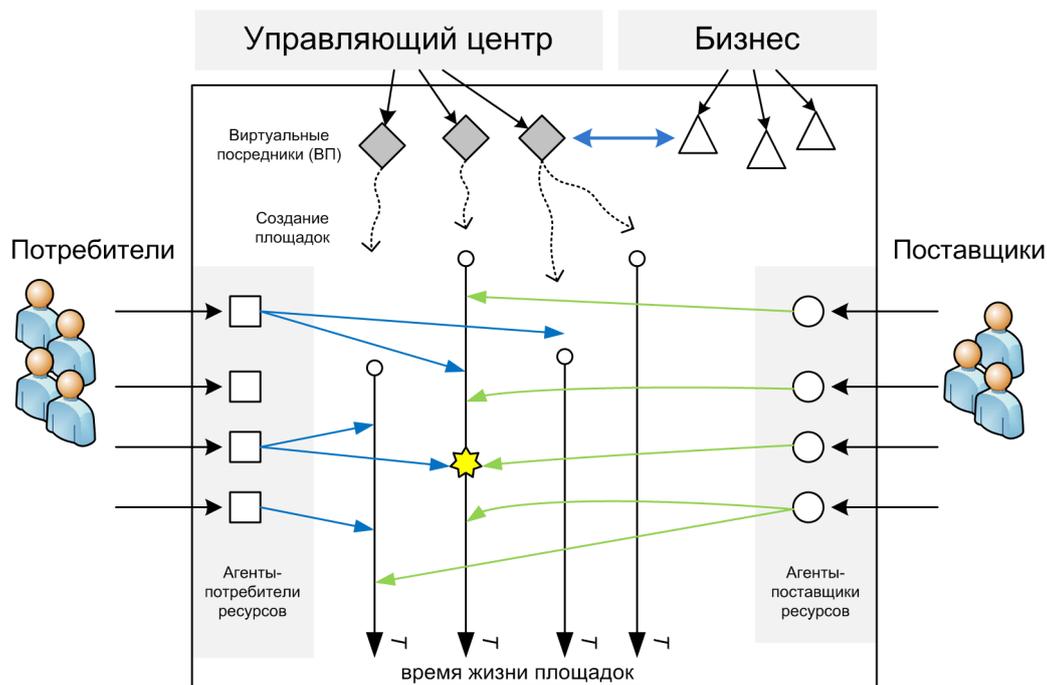


Рисунок 2 – Модель образовательного пространства (ЕИП)

В реализуемой ИС каждый участник ЕИП представлен одним экземпляром агента. Для эффективной реализации ИС требуется максимально точное соответствие программных агентов реальным потребителям и поставщикам образовательных ресурсов: требуется разработать и реализовать внутреннюю логику всех агентов и виртуальных посредников. Со стороны агентов: алгоритм поиска взаимодействия (как агенты ищут площадку и попадают на нее, как они ищут других агентов и т.п.), классы агентов (по активности, автономности и т.п.). Со стороны виртуальных посредников: алгоритм создания площадок и управления их жизненным циклом, алгоритм взаимодействия с агентами, представляющими окружающую среду (бизнес, законодательство и т.п.). Со стороны управляющего центра: определить набор критериев и методику оценки эффективности виртуального образовательного пространства, определить алгоритм генерации виртуальных посредников с учетом повышения эффективности, алгоритм сокращения виртуальных посредников и при необходимости соответствующих площадок, другие вспомогательные алгоритмы.

Рассмотрим элементы модели. В первую очередь необходимо описать модель агентов-потребителей, агентов-поставщиков, представляющих образовательные ресурсы, их типы, поведение, внутренние алгоритмы.

Каждый образовательный ресурс имеет набор параметров и значений этих параметров. Все пространство ресурсов разбивается на отдельные элементы – кванты ресурсов. Каждый квант ресурсов характеризуется вектором пар "параметр-значение", среди которых отдельно выделена стоимость ресурса для потребителя и доходность для поставщика. Требование потребителя к искомому ресурсу также задается вектором пар "параметр-значение". Дополнительно у потребителя может быть требование не к одному ресурсу, а распределение во времени, какой ресурс и когда ему понадобится.

При оценке соответствия того или иного кванта ресурсов требованиям потребителя используется понятие релевантности [9]. Принятие решения о взаимодействии делается на основе функции принятия решения, в которой участвует релевантность. Итог взаимодействия потребителя и ресурса (или поставщика ресурса) – удовлетворенность сделкой. Уровень удовлетворенности зависит от

соответствия параметров сделки ожиданиям. С точки зрения потребителя, чем более релевантный ресурс ему достался и чем по более низкой цене, тем больше степень удовлетворенности. С точки зрения поставщика – чем по большей цене удалось заключить сделку и чем меньше ресурс простаивал (находился у поставщика), тем больше степень удовлетворенности. В удовлетворенности потребителя и поставщика определенную роль играет и время. Со временем уровень удовлетворенности имеет свойство затухать. Если потребитель совершил сделку, то у него повысился уровень удовлетворенности. Если у потребителя есть еще другие запросы на ресурсы и он не может удовлетворить эти запросы, то уровень удовлетворенности падает.

На основе сказанного можно определить несколько классов агентов, среди которых будут выделяться два

крайних случая: «жадный» и «уступчивый». «Жадный» агент очень тщательно ищет варианты (предложений ресурсов, если потребитель; запросов на ресурсы, если поставщик), старается выбирать наиболее выгодные по цене и по релевантности. Но каждая заключенная сделка создает достаточно сильный всплеск уровня удовлетворенности. Но из-за редкости сделок удовлетворенность между ними сильно затухает. «Уступчивый» агент старается заключать сделки чаще, принимать менее релевантные ресурсы, возможно по более высокой цене. Уровень подъема удовлетворенности от таких сделок ниже. Но из-за частоты сделок уровень удовлетворенности испытывает меньшие всплески и имеет более сглаженный характер. Эскизные графики удовлетворенности двух описанных типов агентов приведены на рисунке 3.

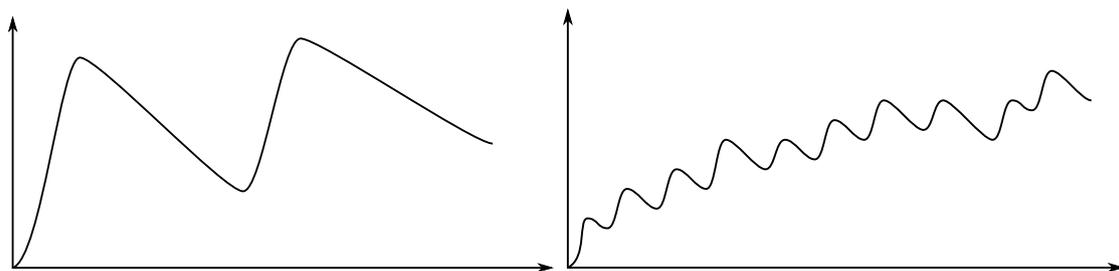


Рисунок 3 – Схематичные графики удовлетворенности двух типов агентов

Математическая модель удовлетворенности может быть представлена как воздействие коротких импульсов на интегратор. У «жадного» агента импульсы редкие, но сильные, а у «уступчивого» – частые и слабые.

Между этими двумя крайними вариантами существуют промежуточные «умные» типы агентов, использующих адаптивные алгоритмы поиска взаимодействия. Адаптивность алгоритма заключается в анализе частоты и соответствия требованиям поступающих предложений и изменении уровня релевантности, необходимого при принятии решения о сделке.

Таким образом, получается общая структура агента (рисунок 4):

- объект с интерфейсом;

- через интерфейс другие агенты могут получать информацию о требованиях агента, если это потребитель, или о параметрах ресурса, если это поставщик;

- через другую часть интерфейса агент-поставщик и агент-потребитель взаимодействуют с виртуальным посредником: подают заявки на доступ к площадке взаимодействия и получают предложения на вход в указанную площадку;

- внутри агентов-потребителей и агентов-поставщиков представлена логика поиска взаимодействия с учетом релевантности, временных характеристик, уровня удовлетворенности;

- внутри функциональная структура типов «агент-поставщик», «агент-потребитель» и «виртуальный посредник» будет различаться;

- в пределах одного типа внутренняя структура будет различаться на уровне параметров.

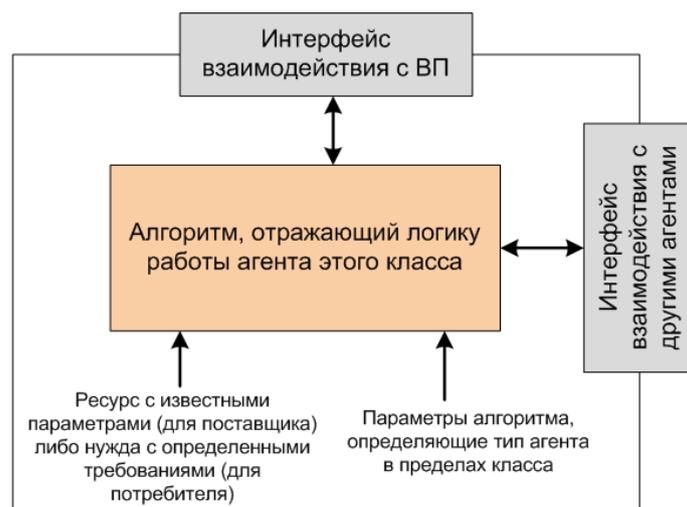


Рисунок 4 – Структура агента

Внутренняя функциональная структура агента-потребителя приведена на рисунке 5:

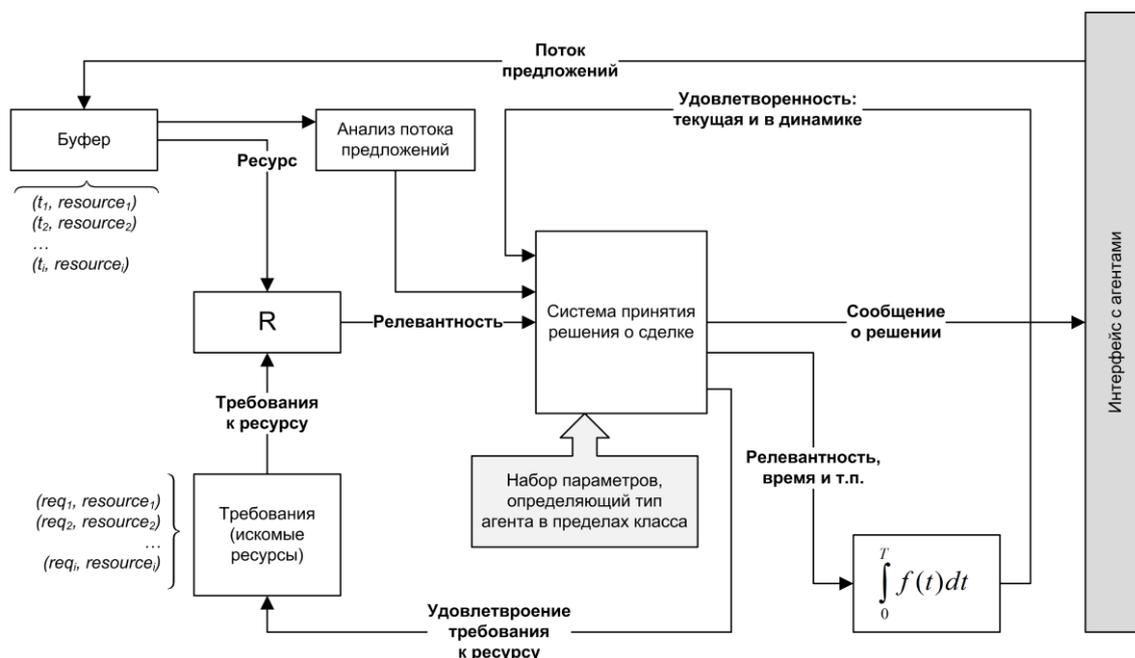


Рисунок 5 – Функциональная структура потребителя

Внутренняя функциональная структура агента-поставщика образовательного ресурса – аналогична, с небольшими изменениями. Буфер обоих типов агентов хранит:

- полную историю запросов/предложений за определенный период; длина буфера истории определяется свойствами агента и может быть различной у различных агентов; эта история используется для анализа потока запросов/предложений;

- актуальные запросы/предложения ресурсов с учетом того, что и у запросов, и у предложений, и у самих ресурсов установлено время жизни (см. далее).

Модуль анализа потока изучает полную историю в буфере и создает некий индекс напряженности. Чем меньше поток объектов, чем меньше объектов были приняты из-за низкой релевантности, тем выше индекс напряженности, что должно влиять на систему принятия решения о сделке. И наоборот, чем активнее поток

ресурсов, чем больше среди них релевантных, тем ниже индекс напряженности. Понижение индекса напряженности может, например, приводить к повышению требований к ресурсам (в запросах или в предложениях). Наоборот, повышение индекса напряженности может приводить к снижению требований и к более уступчивой логике при принятии решений о сделке. Помимо этого, агент может хранить историю индекса напряженности и при определенных обстоятельствах самостоятельно уходить с площадки.

Кроме указанных на схемах относительно простых элементов внутренняя логика работы агентов может включать в себя различные элементы систем искусственного интеллекта.

Рассмотрим площадку и обмен информацией между агентами. Обмен информацией о ресурсах – запросы на ресурсы, предложения ресурсов,

предложения заключения сделок – происходит в виде сообщений. Каждое сообщение содержит: идентификатор отправителя сообщения, идентификатор получателя сообщения, тип сообщения (запрос, предложение, сделку) и информацию о ресурсе: идентификатор ресурса, его параметры, запрашиваемая или предлагаемая стоимость. Кроме того, у сообщения, у предложения ресурса и у запроса на ресурс должно быть время жизни во избежание переполнения буферов агентов низкорелевантными запросами и предложениями.

Площадка играет роль шины – или канала – сообщений (message bus). Агенты подключаются к шине как равноправные участники, а виртуальный посредник играет роль арбитра шины. Арбитр управляет доступом агентов и общей работой шины (рисунок 6).

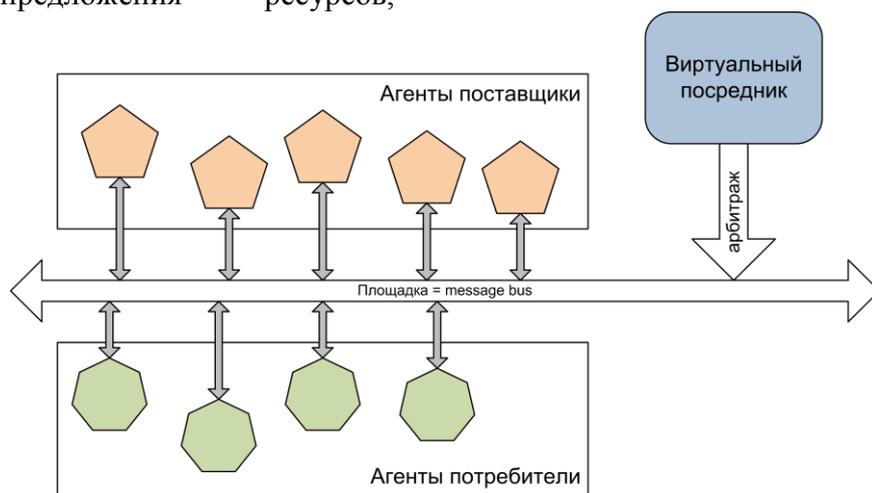


Рисунок 6 – Площадка как шина сообщений

Когда у агента-поставщика ресурса появляется ресурс, то агент отправляет на шину широковещательное сообщение (broadcast message), которое принимают все агенты-потребители и копируют к себе в буфер для дальнейшей обработки. Когда у агента-потребителя появляется новый запрос на ресурс, агент посылает широковещательное сообщение, которое принимают все агенты-поставщики и также заносят в свой буфер. Если агент принимает решение о сделке, он посылает сообщение выбранному контрагенту

(unicast message) с предложением о сделке и параметрами сделки. Если оба агента посчитали сделку приемлемой, то посылается какое-то сообщение, что ресурс занят (использован), чтобы другие агенты удалили из буферов предложение ресурса и запрос ресурса.

Площадки, собирающие поставщиков и потребителей широко распространены в различных отраслях бизнеса и в первую очередь – в области купли-продажи и предоставления различных услуг. Примерами таких площадок являются:

торговые агрегаторы, например AliExpress, eBay; учебные агрегаторы, объединяющие относительно однородные учебные заведения, например Coursera; агрегаторы по сдаче-съему квартир, например FlatForTrip; биржи фрилансеров.

Агентные модели с введенными в них виртуальными посредниками продемонстрировали эффективность в сфере услуг, например в автоматизированной информационной системе многофункциональных центров (МФЦ), оказывающих услуги государственных и муниципальных организаций населению [4], в транспортной отрасли [5]. При этом

метод виртуального посредничества в области образования является новым как в отечественном образовании, так и за рубежом. В зарубежной методической литературе они частично отражаются в принципах организации MOOC и платформах Coursera, Udacity, EdX.

Создаваемая на базе мультиагентной модели с виртуальными посредниками ИС ЕИП позволит поднять эффективность образовательного процесса для всех участников образовательного пространства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Городецкий В.И., Грушинский М.С, Хабалов А.В. Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта, 1998. № 2. С. 28-29.
2. Иванов С.Н. Модель информационной образовательной системы, основанной на мультиагентной технологии // Известия АлтГУ. 2012. №1-1 С.156-159.
3. Ивашенко А.В., Юмашев В.Л., Пейсахович Д.Г., Леднев А.М. Модели систем кондиционального управления в многоакторной интегрированной информационной среде предприятия // Надежность и качество – 2013 : тр. Междунар. симп. : в 2 т. / под ред. Н.К.Юркова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – Том 2. – с.302-303.
4. Ивашенко А.В., Сюсин И.А. Управление виртуальным посредническим оператором в сфере услуг // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 1 (59). – С. 90–94.
5. Ивашенко А.В., Сюсин И.А., Юмашев В.Л. Анализ ритмичности назначения для повышения эффективности планирования в транспортной логистике // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 4, Т. 16. – С. 388–392.
6. Ландсберг С.Е., Хованских А.А. Особенности построения информационных систем с использованием мультиагентных технологий // Вестник ВГТУ. 2014. №3-1 С.37-39.
7. Нарожный А. В. Агентно-ориентированный подход к построению систем управления процессом обучения // ВЕЖПТ. 2013. №3 (65) С.20-23.
8. Охотникова Е.С. Математические методы и модели в современных системах управления обучением // Вестник ТюмГУ. 2007. №5 С.86-94.
9. Юмашев В.Л. Моделирование стратегий риелтора в многоакторной информационной среде // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2014): труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2014. – с.183-187
10. Bozkurt, A., Akgun-Ozbek, E., Yilmazel, S., Erdogdu, E., Ucar, H., Guler, E., Sezgin, S., Karadeniz, A., Sen-Ersoy, N., Goksel-Canbek, N., Dincer, G., Ari, S., & Aydin, C. H. (2015). Trends in distance education research: A content analysis of journals 2009-2013. The International Review Of Research In Open And Distributed Learning, 16(1), 330-363.
11. Coates H., James R., Baldwin G. A Critical Examination Of The Effects Of Learning Management Systems On University Teaching And Learning. Tertiary Education and Management. 2005, 11(1), 19-36.

EXTENDED MULTI-AGENT APPROACH IN AGGREGATE E-LEARNING ENVIRONMENT MODELLING

© 2016 Vladimir L. Yumashev

International Market Institute, Samara, Russia

The article discusses the development of a multi-agent model as a base for information system to support complex e-learning environment. The modern state of learning technologies and multi-agent models for learning environment and distance e-learning are discussed. It is suggested to extend the existing separate e-learning environments by aggregation them into single e-learning space. It is suggested to extend the existing multi-agent models with two agent types by adding new virtual mediation agents. Functional elements of discussed model are described.

Keywords: multi-agent model, education environment, virtual mediation agent, distance learning, learning management system.