

Приложения ИА и МАС (Конспект)

Системы электронной коммерции

Одной из перспективных областей применения агентных технологий является электронная коммерция (ЭК). Электронная коммерция (e-commerce) включает распространение, покупку, продажу, маркетинг и сервисное обслуживание товаров и услуг посредством электронных систем, таких как Интернет и другие компьютерные сети.

Использование агентных технологий в системах ЭК получило название *опосредованной агентами* электронной коммерции (*agent-mediated e-commerce*). В области ЭК принято выделять два класса процессов «бизнес с потребителем» (business-to-consumer – B2C) и «бизнес с бизнесом» (business-to-business – B2B).

Агенты в электронной коммерции B2C. В системах B2C с позиций покупателя агенты используются для реализации следующих действий: *идентификация потребности, посредничество в выборе товара* (product brokering), *формирование коалиций покупателей, коммерческое посредничество* (merchant brokering) и *проведение переговоров*.

На этапе *идентификации потребности* потребитель осознает потребность в некотором товаре или услуге. Традиционно потребность приобретения товара или услуги стимулируется рекламой, информацией, полученной от знакомых или из других источников. При использовании агентного подхода потребность также может стимулироваться специальными агентами пользователя, часто называемыми агентами-уведомителями (notification agents). Агенты данного типа «знают» профиль пользователя, периодически сопоставляют его с каталогами товаров (услуг) и уведомляют пользователя всякий раз, когда соответствующие товар или услуга становятся доступными. Для построения пользовательских профилей используются различные подходы: наблюдение за поведением пользователя [***], методы прямого опроса [***] и методы индуктивного логического программирования [***].

На стадии *посредничества в выборе товара* агент определяет, какой товар лучше купить для удовлетворения идентифицированной потребности. Основными методами, используемыми на данном этапе, являются: *фильтрация на основе свойств, фильтрация на основе взаимодействия и фильтрация на основе ограничений*.

После определения нужного товара, можно сразу переходить к фазе *посредничества в его приобретении*, однако в ряде случаев целесообразно сначала *сформировать коалицию* с другими покупателями. Коалиция в общем случае представляет собой группу агентов, сотрудничающих для решения общей задачи [***]. В коалициях покупателей каждый покупатель представлен своим собственным агентом, и эти агенты стараются сформировать группу, чтобы совместно выступить с более крупным заказом.

Коммерческое посредничество включает нахождение агентом подходящего продавца для покупки у него требуемого товара или услуги. Простейший подход предполагает поиск продавца, предлагающего данный товар по самой низкой цене. Во многих случаях, цена не является единственным определяющим фактором для покупателя, а должны учитываться и другие факторы (время доставки, гарантийные услуги и др.)

После выбора продавца важным шагом является *проведение переговоров* относительно сроков и условий поставки товара. Способности проведения переговоров являются существенными, поскольку важнейшими изменениями, которые должна привести опосредованная агентами электронная коммерция, считаются динамическое ценообразование и персонализация предложений. В переговорах агенты готовят и оценивают предложения в интересах сторон, которые они представляют, с целью обеспечения максимальных выгод своим пользователям. При этом они придерживаются некоторой стратегии переговоров, определяемой соответствующим протоколом.

В настоящее время в опосредованной агентами электронной коммерции B2C в основном используются две категории переговоров: аукционы и двусторонние переговоры.

Аукционы являются одним из наиболее изученных и широко применяемых методов переговоров в электронной коммерции [***]. Список Интернет-аукционов уже в 2002 г. насчитывал более 2 500 позиций.

Он-лайн аукционы устраняют естественные физические ограничения традиционных аукционов, обеспечивают доступ миллионам глобально распределенных потребителей и большое разнообразие товаров, выбираемых в рамках гибкого механизма ценообразования. Роль агентов в аукционах – представлять своих пользователей. Они должны выполнять мониторинг аукционов, анализировать ситуацию на рынке и принимать решения, когда и по какой цене выставлять заявки по требуемым позициям. Использование агентов позволяет сэкономить время и одновременно участвовать в

нескольких аукционах, повышая качество принимаемых решений.

Двусторонние переговоры включают поставщика товара/услуги и потребителя, договаривающихся о взаимоприемлемых условиях сделки. В отличие от большинства работ по аукционам (являющих формой переговоров одного со многими или многих со многими), двусторонние переговоры обычно связаны с много-атрибутными контрактами, рассматривающими вопросы цены, качества, дату поставки и т. д.

Как и в случае аукционов, не существует преимущественной модели или стратегии переговоров, подходящей для всех случаев. Наиболее часто используются на практике три группы подходов в области двусторонних переговоров:

- принятие решений путем явных рассуждений о поведении оппонентов;
- принятие решений путем нахождения наилучшего текущего решения;
- подход, основанный на аргументации.

Агенты в электронной коммерции B2B. Электронная коммерция B2B имеет дело со сделками между предприятиями и организациями, которые, как правило, более сложны, чем в случае B2C. Одной из главных целей B2B является совершенствование цепочек поставок за счет повышения эффективности и скорости закупок [***].

В обширной литературе по B2B рассматриваются различные бизнес-модели (например, [***]). Для анализа места и ролей агентов в B2B, рассмотрим модель жизненного цикла B2B представленную на рис. 6.1.

В рамках этой модели агентов наиболее целесообразно использовать на стадиях формирования партнерства, посредничества и переговоров, поскольку все эти стадии включают сложные вопросы, связанные с принятием решений, поиском и сопоставлением.

Формирование партнерства. Современные информационные технологии позволяют компаниям искать партнеров по всему миру, обеспечивая высокую динамичность и гибкость партнерских отношений [***]. Формирование партнерства может включать создание новой виртуальной организации, а также нахождение партнеров, поставляющих товары или услуги в цепочках поставок.

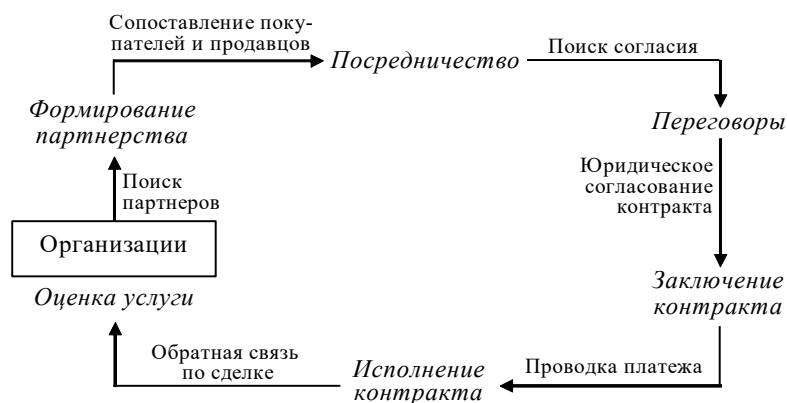


Рис. 6.1. Модель жизненного цикла B2B

Посредничество (Brokering) представляет собой процесс сопоставления продавцов товаров и услуг с покупателями, которые в них нуждаются [***]. Для продавцов этот процесс связан с распространением товаров и поиском потенциальных покупателей. Для покупателей – с поиском продавцов требуемых товаров или услуг, предлагающих их по минимальным ценам и с лучшим качеством. Особенности *посредничества* в B2B, по сравнению с B2C, являются большие объемы и повторяемость сделок.

Для повышения эффективности получения компаниями нужной информации в B2B коммерции используются информационные брокеры, которые могут быть как отдельными агентами, так и МАС. В англоязычной литературе для таких агентов часто используется термин *matchmaker* [***].

Брокеры реализуют следующие функции [***]: сбор и обработка информации; поддержание самообучающегося репозитория информации о пользователях; построение профилей пользователей; мониторинг позиций, представляющих интерес для пользователя; фильтрация информации; интеллектуальное прогнозирование запросов пользователя; торговые переговоры между потребителями и поставщиками, сотрудничество с другими брокерами и защиту пользователя от вторжений.

Переговоры. Стадия переговоров начинается после того, как поставщики и потребители нашли друг друга, и имеет целью согласовать состав и условия сделки. Заключая контракты, продавцы могут адаптировать свои предложения под условия и сроки конкретного заказчика и существующую в данный момент на рынке ситуацию. Покупатели могут сократить стоимость цепочек и ускорить поставки, извлечь выгоду из механизма динамического ценообразования и расширить базы данных своих поставщиков.

По сравнению с переговорами в системах B2C, B2B переговоры

рассматривают более сложные, как правило, повторяющиеся сделки, относительно более крупных партий поставки. Методы переговоров, обсуждавшиеся в контексте B2C, могут также применяться и в B2B системах. Однако наиболее часто для проведения переговоров в B2B используются аукционы и заключение контрактов.

Аукционы в B2B системах. В настоящее время на Web существует множество торговых площадок B2B (Remarkets, Ariba), предоставляющих услуги аукциона и позволяющих организациям торговать друг с другом в масштабах глобального рынка. По оценкам аналитиков через такие механизмы в настоящее время реализуется до 25% электронных коммерческих сделок.

Заключение контрактов рассматривает переговоры, касающиеся перераспределения работ между агентами. При этом один агент старается заключить контракт на выполнение некоторой части работ с другим агентом, обещая соответствующее вознаграждение [Kraus S.]. Первым многоагентным протоколом заключения контрактов был протокол контрактной сети, рассмотренный в 2.

Данный подход был применен в таких областях как рынок электроэнергии, производственное планирование и составление расписаний, электронная торговля финансовыми инструментами [***].

Военные приложения

Проекты агентства DARPA. В настоящем разделе будут рассмотрены несколько проектов в области искусственных интеллектуальных систем, реализуемых на базе технологий ИА, MAC и Семантического Web, поставленных и финансируемых агентством передовых оборонных исследовательских проектов Министерства обороны США DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Основное предназначение этого ведомства в соответствии с действующим американским законодательством заключается в «поддержании технологического превосходства США над потенциальным противником и предотвращении технологической внезапности со стороны противника».

Программа CoABS. В 1997 г. DARPA инициировало пятилетнюю исследовательскую программу CoABS (Control of Agent Based Systems) с бюджетом 60 млн. долл., направленную на разработку и демонстрацию использования агентных технологий в системах командования, управления, связи и разведки. В этой программе приняли участие более 20 университетов

и компаний, которые использовали собственные архитектуры агентов, языки коммуникации, онтологии и агентные сервисы.

В частности, в CoABS Grid была реализована интеграция агентов RETSINA (Университет Карнеги-Меллона), агентов TEAMCORE (Институт Информационных наук Южно-Калифорнийского университета), агентов AAA (Институт штата Орегон) и др. Интегрируемые системы мобильных агентов включают D'Agents (Дартмутский колледж), EМАА (Lockheed Martin) и Nomads (Университет Западной Флориды).

Программа CoABS структурировалась по следующим основным направлениям:

- агентный грид (CoABS Grid);
- стандарты интероперабельности агентов;
- масштабированные стратегии управления агентами.

В рамках первого направления разрабатывалось множество инструментов, позволяющих осуществить доработку унаследованных военных систем для использования агентных технологий на базе концепции «адаптера грид».

Задача второго направления – определить стандарты, поддерживающие интероперабельность агентов, включая взаимодействия агентов с человеком, межагентные коммуникации, интерфейсы агентов с программным обеспечением и управление агентами.

В рамках третьего направления выполнялись разработка и тестирование стратегий управления агентами для мониторинга, координации и контроля совокупностей агентов, в диапазоне от простых задач, включающих кооперацию малых групп агентов, до очень сложных взаимодействий, включающих тысячи агентов.

С февраля 2000 г. по октябрь 2002 г. в рамках программы CoABS был выполнен международный проект CoAX (The Coalition Agents Experiment), представляющий собой крупномасштабный эксперимент по технологической интеграции, призванный продемонстрировать потенциальную полезность технологии интеллектуальных агентов при совместных операциях коалиции. В этой программ участвовало 26 партнеров из США, Великобритании и Австралии. Эксперименты по масштабируемости, проведенные с использованием CoABS Grid, показали, что одновременно на Grid могут существовать до 10000 агентов, без существенной деградации производительности сервисов просмотра.

Система CoABS использовалась для решения задачи планирования

оптимальных маршрутов эвакуации персонала посольства США из Ирака в Кувейт. В данном сценарии интеллектуальные агенты собирали информацию о погодных условиях, расписании движения пассажирского и военного транспорта, заторах на различных магистралях и данные из полицейских отчетов, анализировали её и предлагали возможные пути эвакуации на случай чрезвычайной ситуации в разное время суток и в различных районах города.

Мультиагентная среда C4ISR. В [***] рассмотрена основанная на агентах тестовая среда системы командования, управления, связи, компьютерных сетей, разведки, слежения и наблюдения – C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance & Reconnaissance).

Данная архитектура построена на основе программной среды моделирования военных действий *OneSAF Testbed Baseline* (OTB), широко используемой за рубежом. Среда OTB позволяет математически моделировать военные транспортные средства, самолеты, сенсоры, военное снаряжение, а также поддерживает имитационное моделирование непредсказуемых действий, неопределенности поступающей от сенсоров информации и др.

Расширение OTB было реализовано с использованием мультиагентной системы RETSINA, разработанной в университете Карнеги-Меллона. RETSINA была выбрана из-за наличия библиотек, которые могут быть установлены на многих платформах и быстро адаптированы к различным унаследованным системам.

Проект Coordinators. Проект Coordination Decision Support Assistants (Coordinators) агентства DARPA преследует цель создания распределенной интеллектуальной системы программного обеспечения, которая поможет боевым единицам приспособлять и согласовывать их миссии при изменении внешней ситуации, воздействующей на их планы. Интеллектуальные программные координаторы должны обеспечить выполнение этих функций, рассуждая о задачах, назначенных на боевые единицы, выбирая время решения задач, определяя, как задачи боевых единиц взаимодействуют друг с другом, оценивая последствия возможных изменений (времени реализации задачи, назначений задач), или выбирая решения из числа предварительно запланированных для непредвиденных обстоятельств и ситуаций [***].

Цель программы состоит в том, чтобы создать менеджеров координации

(интеллектуальное программное обеспечение), воздействующих на планы боевых единиц и помогающих им приспособливаться к изменению окружающей среды в реальном масштабе времени.

Координаторы должны уменьшить нагрузку на воина в напряженных условиях поля боя, помочь адекватно реагировать на изменения обстановки. С интеллектуальной поддержкой, обеспеченной координаторами, принимаемые решения должны стать более быстрыми и менее трудоемкими. Наиболее важно, что воин будет в состоянии сосредоточиться на более высокоуровневом управлении ходом боевой операции, в то время как координаторы возьмут на себя функции информационного обмена, рассуждений о последствиях изменений, оценки выбора.

Необходимо отметить, что функции системы не затрагивают первоначальное планирование операций, а ориентированы только на интеллектуальное их сопровождение и перепланирование в ходе боевых действий. Первоначальные планы формируются автономно и априорно с использованием существующих военных методов и систем планирования.

Программа включает пять основных технических областей: распределенная координация деятельности, контекстно-зависимая стратегия координации, машинное обучение, организационное рассуждение и мета-познание. Сложность проблемы исследования определяется необходимостью обеспечить поддержку координации крупномасштабных военных операций, в которых боевые единицы могут иметь роли в различных миссиях. Возможности системы должны обеспечивать распределенную координацию по большому числу связанных общей целью миссий, которые изменяются динамически, и автоматизированное принятие решения в близком к реальному масштабе времени на основании рассуждений о военной политике принятия решения и процедурах координации.

Проект DARPA Agent Mark Up Language. Проект DARPA Agent Mark Up Language (DAML) агентства DARPA предусматривал создание технологии, которые должны позволить программным агентам динамически идентифицировать и понимать информационные источники, а также обеспечить способность взаимодействия между агентами в семантической манере [***].

В процессе разработки проекта DAML предполагалось решение следующих задач:

- создание основанного на XML языка повышенного уровня, позволяющего пользователям создавать распознаваемые процессорами

семантические аннотации для определенных сообществ агентов;

- разработка инструментальных средств, обеспечивающих удобное для пользователей и прозрачное к предметной области использование DAML для создания Web-страниц и других информационных источников;

- использование инструментальных средств для разработки примеров и отладки систем на основе агентов, распространение DAML среди заинтересованных потребителей;

- повышение производительности инструментальных средств;

- адаптация технических решений не только к потребностям системам военного, но и коммерческого назначения.

Проект предусматривал разработку языка и инструментальных средств для качественно нового метода работы в Семантическом Web с целью поддержки агентов в следующих областях военной деятельности:

- анализ разведывательных данных;

- планирование военных операций;

- программное обеспечение агентов для системы C4ISR;

- сенсорные сети.

Особенностью проекта является то, что в сложных системах, создаваемых с использованием ранее созданных баз данных и контентохранилищ, возможно использование различных языков, в том числе HTML, XML (ориентированных на работу в WWW) и DAML (для работы в Семантическом Web). Если при использовании HTML информация имела формат, ориентированный на доступ к ней через индивидуальные Web-браузеры, а при использовании XML – на компьютерный доступ и обработку, но с существенно ограниченной семантикой, то DAML должен обеспечить качественно новые методы работы в Семантическом Web.

Формализация поддержки семантической стратегии в DAML предусматривается как на базе моделей, так и аксиом. В основу идеологии DAML положена сеть связанных онтологий – боевых средств, угроз, геопрограмственной информации, сенсоров.

Проект Fast Connectivity for Coalition Agents Program Fast C2AP. Целью проекта Fast Connectivity for Coalition Agents Program (Fast C2AP) агентства DARPA является развитие системы на базе агентов CoABS с целью обеспечения широкого распространения агентных технологий в различных военных службах [***]. Основное назначение системы – обеспечение безопасности работы агентов с Web-службами и доведение информационных возможностей и услуг системы до конечных военных пользователей (а не

только операторов высоких уровней планирования и управления боевыми действиями). Дополнительно ставится задача сокращения времени взаимодействия агентов, повышения интеллектуальных возможностей агентов в части ситуационного понимания планов и оценки действий, сокращения времени трудоемкости обслуживания системы.

Одним из основных принципов, реализуемых в Fast C2AP, является расширенные коммуникативные свойства агентов, методы, используемые для «объявления» сообществу о том, что данный агент доступен для коммуникации и взаимодействия. В Fast C2AP обеспечивается регистрация агентов в справочной службе, имеющей в любой момент времени сведения о всех присутствующих в локальной части сети агентах. Механизмы регистрации и справочной службы обеспечивают реализацию в Fast C2AP технологии многоагентной сети, функциональной и коммуникативной интеграции гетерогенных агентов.

Программное обеспечение Fast C2AP включает программы справочной службы, регистрации агентов, коммуникации агентов, безопасности.

В основу концепции Fast C2AP положены механизмы обеспечения безопасности, в том числе:

- шифрование данных, передаваемых между агентами;
- получивший сообщение агент может расшифровать данные только в том случае, если передающий агент доверяет агенту-получателю; технически такой способ реализуется с использованием Secure Sockets Layer (SSL);
- использование двух типов агентов – общественных и частных; последние ограничены возможностью коммуникаций только в пределах своего подкласса.

Одной из отличительных черт Fast C2AP является обеспечение способности агентов взаимодействия с Web-службами.

Предусматривается использование результатов Fast C2AP для создания в многоагентной среде общей морской картины боевых действий, что позволит единственному командиру управлять более чем 100 судами. При этом доля ложных тревог в режиме идентификации аномального поведения объектов управления не должна превышать 1 %.

Технология Fast C2AP используется различными военными приложениями (например, морской системой С6F). Однако разработчики рассматривают ее как систему универсального применения, способную найти широкое применение в различных областях техники и коммерции.

Проект Taskable Agent Software Kit. Целью проекта Taskable Agent Software Kit (TASK) агентства DARPA является развитие математических и вычислительных аспектов технологий на основе агентов применительно к задачам Министерства обороны [***]. В результате исследований должны быть разработаны:

- математически методы моделирования и анализа поведения агентов;
- методы проектирования агентов;
- инструментальные средства проектирования агентов.

Ключевые цели исследования включают:

- модели поведения агента – комплекс средств моделирования, развивающих методы моделирования поведения агентов, работающих в динамических и хаотических окружающих средах;
- разумное поведение агента - применение стохастических и эвристических методов оптимизации для того, чтобы достигнуть разумного поведения агента в контексте неполных и неточных сведений об окружающих средах;
- моделирование систем агентов – моделирование свойств масштабируемости, стабильности и динамики работы для выявления критических условий и областей устойчивой работы крупномасштабных многоагентных систем;
- инструментальные средства создания агента - основанные на указанных выше принципах инструменты, позволяющие, в том числе, использовать в составе комплексных систем унаследованные системы, не ориентированные на агентные технологии.

Программа предусматривает междисциплинарные исследования, в том числе – с использованием аналогий биологических систем, математических методов моделирования с использованием методов статистической физики для крупномасштабного моделирования или использования марковских процессов для анализа поведения.

Объединение в проекте методов анализа, моделирования и оптимизации в сочетании с набор инструментов должно обеспечить возможность формирования полномасштабной окружающей среды для многоагентных систем.

Проекты Personalized Assistant that Learns (PAL) и Cognitive Assistant that Learns and Organizes (CALO) компании SRI International. Миссия программы Personalized Assistant that Learns (PAL) агентства DARPA состоит в том, чтобы радикально улучшить способы, которым компьютеры

поддерживают действия и решения людей, создать интеллектуальные системы, которые смогут рассуждать, обучаться на основе опыта, выработать предложение по необходимым действиям и объяснить процесс и результат своего решения.

Как отмечается в [***], существующие системы программного обеспечения в вооруженных силах и в других областях отличаются уязвимостью и неспособностью к эффективным действиям при изменении внешней среды и возникновении новых ситуаций, в связи с этим часто требуется детальное перепрограммирование компьютерных систем при возникновении непредвиденных обстоятельств. Проект создания интеллектуального ассистента (помощника) преследует цель создания интеллектуальных систем программного обеспечения, которые могли бы учиться самостоятельно, приспособиться к изменяющимся ситуациям без потребности в постоянном перепрограммировании. Предполагается, что технология PAL сможет значительно сократить финансовые затраты Министерства обороны на создание и эксплуатационную поддержку информационных систем различных видов.

Развитие систем на базе знаний, способных адаптироваться и приспосабливаться к целям, задачам и потребностям пользователя, должно кардинально расширить диапазон применения средств данного типа при проведении военных операций. В качестве одного из основных направлений в рамках рассматриваемого проекта определено создание *обучаемого персонального помощника* нового поколения (головной исполнитель - компания SRI International в рамках проекта Cognitive Assistant that Learns and Organizes - CALO).

При реализации интеллектуального персонального помощника предусматривается комплексное использование целого ряда развивающихся инфокоммуникационных технологий, что должно обеспечить:

- возможности изучать и улучшать основные функциональные возможности персональных помощников с учетом накопленного опыта;
- представление знаний о целях, структуре и поведении системы, что позволит интеллектуальному персональному помощнику «размышлять» о его способностях и соответствии выполненных действий целям системы;
- реализацию ориентированных на потребности пользователя интерфейсов взаимодействия с помощником, основанных на естественном языке, картинах, жестах;
- использование при выработке решений данных, поступающих от

визуальных и слуховых датчиков различной физической природы и т. д.

Проекты Advanced Logistics Project (ALP) и Ultralog. Целью начатой в 2000 году трехлетней программы Advanced Logistics Project (ALP) агентства DARPA, являлось создание интеллектуальной информационной системы управления военными действиями, обеспечение высоконадежной информационной поддержки военных операций. Проект предусматривал полный централизованный мониторинг всех деталей театра военных действий и помощь в принятии стратегических решений. Реализация проекта ALP должна помочь сократить время, необходимое на составление детального плана крупной военной кампании (соизмеримой с «Бурей в пустыне») с 60 дней до 1 часа [***]. Для этого созданы программы оперативного планирования деятельности сложных систем, раннего предупреждения о возможных отклонениях от плана, а также визуализации всех логистических процессов [***].

Основой разрабатываемой инфраструктуры является сеть интеллектуальных агентов, ориентированная на работу в условиях динамически изменяющейся окружающей военной среды с учетом особенностей обычной и информационной войн.

Высокую надёжность планируется достичь за счет использования распределенной вычислительной архитектуры, в которой множество отдельных компьютеров решают собственные небольшие логические задачи, исходя из обстановки на местах, после чего на их основе в центре управления вырабатывается общая стратегия действий.

Проект Ultralog предусматривает исследования в следующих основных направлениях: безопасность, масштабируемость, надежность, интеграция технологий [***] и развитие ранее реализованных методов в следующих направлениях:

- реализация безопасных, масштабируемых, основанных на знаниях агентов логистических информационных систем; способные к выживанию агенты и сообщества агентов;
- развитие традиционных систем планирования до уровня адаптивных систем, обладающих оперативными знаниями о имеющихся ресурсах и возможностями по полностью распределенной организации выполнения возложенных на информационную систему задач;
- обеспечение противостояния одновременному кибер- и кинетическому нападению с возможной деградацией управляемой системы; поддержка приемлемой работоспособности при кинетическом и кибернападении в

течение периода 180 дней;

- поиск и реализация новых подходов к обеспечению жизнеспособности систем логистики.

Планируется, что система должна оставаться работоспособной в условиях направленных нападения врага в ходе информационной войны и 45%-ой потере элементов инфраструктуры. Опытный образец системы должен обеспечивать работу сообщества более чем 1000 агентов средней сложности в условиях целенаправленных физических и информационных угроз.

Агенты и МАС в управлении телекоммуникационными сетями и сервисами

Управление телекоммуникационными сетями и сервисами является одной из перспективных областей приложений агентных систем. Не случайно в состав консорциума FIPA входят крупнейшие компании, работающие на рынке телекоммуникационных услуг и технологий, такие как Alcatel, British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom и др. В области управления телекоммуникационными сетями и сервисами FIPA разработала ряд важных спецификаций:

- Network Management and Provisioning Specification (спецификация управления сетью и предоставления сетевых услуг);
- Quality of Service Ontology Specification (спецификация онтологии качества услуг);
- Query Interaction Protocol Specification (спецификация протокола запроса);
- Subscribe Interaction Protocol Specification (спецификация протокола подписки);
- Contract Net Interaction Protocol Specification (спецификация протокола контрактной сети);
- Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification (спецификация итеративного протокола контрактной сети).

Спецификация *FIPA Network Management and Provisioning Specification* [203] рассматривает динамический сервис Виртуальной Общей Сети (Virtual Public Network), позволяющий настроить мультимедийное соединение между несколькими пользователями сети. Описывается взаимодействие агентов держателей контента, агентов провайдеров сети и агентов конечных пользователей.

Традиционные приложения для управления сетью (например, TMN или

основанные на SNMP решения) реализуют фиксированную функциональность по управлению сетью и интерфейсы взаимодействия, которые не удовлетворяют гибкости и сложности, которые требуются динамическому мультимедийному сервису. Агентные технологии позволяют обеспечить данные требования, реализуя автоматические переговоры о заключении контракта на обслуживание и о последующей конфигурации услуг.

Сервис Виртуальной Общей Сети реализуется тремя типами агентов, каждый из которых представляет интересы одной из сторон мультимедийного взаимодействия (рис. 6.2):

- персональный агент коммуникаций (Personal Communications Agent, PCA) представляет интересы пользователей сети;
- агент поставщика услуги (Service Provider Agent, SPA) представляет интересы поставщика услуги;
- агент поставщика сетевых ресурсов (Network Provider Agent, NPA) представляет интересы поставщика сетевых ресурсов.

Для каждого типа сети, используемой для обслуживания требования, предполагается наличие специального агента, способного перевести поступившие от SPA требования в соответствующие параметры настройки конфигурации сети.

Обслуживание в Виртуальной Общей Сети инициализируется пользователем с помощью его PCA. Пользователь указывает различные требования, к обслуживанию включая желательное качество обслуживания, ограничение по стоимости и продолжительность предоставления услуги.

На первом этапе PCA ведет переговоры с другим PCA о предварительных условиях. Это взаимодействие происходит до начала работы Виртуальной Общей Сети с использованием обычных ресурсов сети. Иницирующий PCA договаривается с доступными SPA о получении требуемого уровня обслуживания. SPA, в свою очередь, ведут переговоры с NPA о получении оптимального решения и обеспечении обслуживания на уровне сети. Предполагается, что SPA и NPA взаимодействуют с сервисами и системами управления сетью, реализованными как традиционное программное обеспечение, чтобы сконфигурировать сеть для обслуживания.

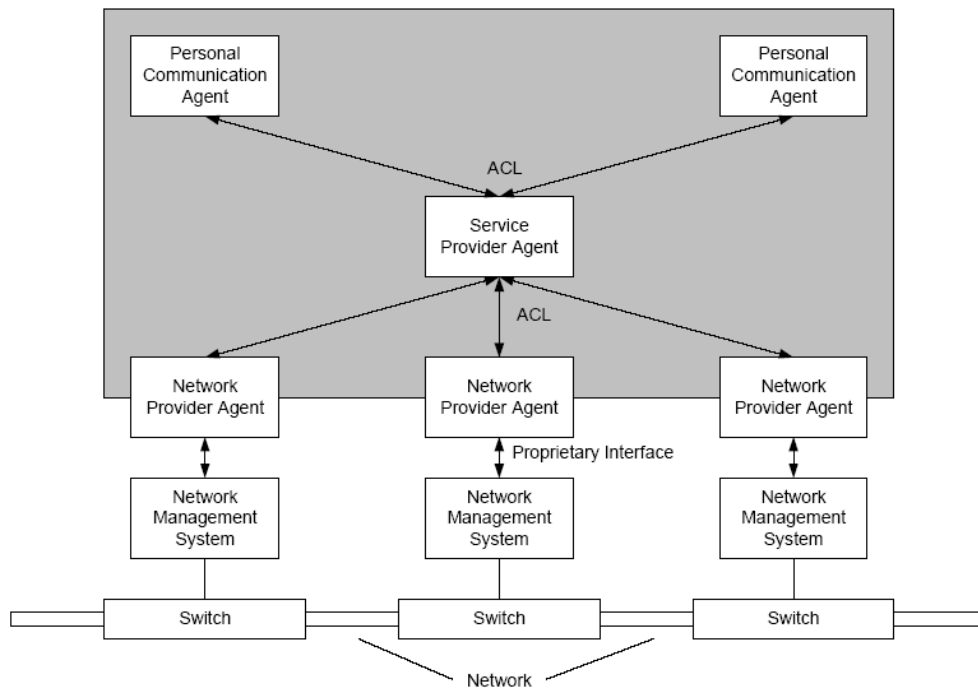


Рисунок 6.2. Модель взаимодействия компонентов сервиса VPN

В открытой информационной среде агенты могут однозначно понимать сообщения друг друга, если они используют общую онтологию. Спецификация *FIPA Quality of Service Ontology Specification* [***] определяет онтологию, содержащую базовые понятия в области качества сервиса (QoS). Эта онтология включает такие понятия как «качество сервиса», «стоимость», «время», «канал передачи данных», «протокол транспортного уровня», а также их свойства, возможные значения этих свойств и предикаты, применяемые к этим объектам.

FIPA Query Interaction Protocol Specification [***] описывает взаимодействие между двумя агентами. В соответствии с данным протоколом агент-инициатор взаимодействия запрашивает что-либо у агента-участника. Агент-участник может выполнить запрос (ответить на запрос) или отклонить его.

FIPA Subscribe Interaction Protocol Specification [***] специфицирует взаимодействие между двумя агентами. Агент-инициатор посылает запрос на извещение об изменениях интересующего его объекта. Агент-участник может выполнить запрос (посылать извещения агенту-инициатору при каждом изменении объекта) или отклонить его.

Спецификация *FIPA Contract Net Interaction Protocol Specification* [***] описывает модификацию рассмотренного в 2 протокола контрактной сети. Один агент-инициатор для решения сложной задачи декомпозирует её на ряд

простых заданий и предлагает другим агентам-участникам выполнить отдельные задания. Агент-инициатор берёт на себя функции менеджера.

Спецификация FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification [208] является расширением протокола Contract Net Interaction Protocol. В данной версии протокола агент-менеджер может итеративно уточнять свои требования к заданию и стоимости его выполнения.

В последние годы отмечается заметный рост интереса к использованию технологий интеллектуальных агентов и мультиагентных систем в задачах управления сетями и сервисами [***, ***].

В одной из первых работ в этой области [***] агентный подход использовался для управления услугами *виртуальных частных сетей* (VPN). Телекоммуникационные услуги, такие как VPN, базируются на двух уровнях: *логический уровень* отражает пользовательское видение сети, которое строится с использованием физического уровня, отражающего реальную физическую сеть оператора. Агенты в этом случае используются для автоматизации переговоров между поставщиками и потребителями услуг, когда потребитель просит изменить параметры услуги или восстановить сеть после отказа.

Агент-потребитель (*customer agent*) обладает знаниями о логической структуре VPN и ее использовании, тогда как агент поставщик (*provider agent*) знает логическую и физическую реализацию VPN каждого потребителя. Таким образом, агенты имеют модель внешнего мира, в котором они работают. Агент-потребитель знает пропускную способность и степень загрузки каждого транка (логического канала). Агент-поставщик для каждого логического канала знает физические связи, на которых они построены. Когда происходит отказ сети, затрагиваются VPN, построенные на отказавших сетевых элементах. В этом случае агент-потребитель сначала просит агента-поставщика выполнить восстановление. Во многих случаях полное и немедленное восстановление невозможно и начинаются переговоры.

Агенты-потребители стараются найти промежуточные решения, основанные на знаниях использования ими соответствующих транков, и предлагают агентам поставщикам частичные решения за счет обновления логической структуры их VPN. Агент-поставщик координирует эти решения и выполняет необходимые обновления для достижения приемлемой конфигурации. Как агенты-потребители, так и агенты-поставщики используют логические рассуждения, основанные на их моделях сети и

убеждениях о сетевых элементах. Агенты, разработанные в этом приложении, использовали концепцию агентно-ориентированного программирования [***] и функции планирования с использованием планировщика PRODIGY.

В [***] рассмотрен процесс проектирования и пилотная реализация интеллектуальных агентов для решения задач предоставления VPN. Агенты и их взаимодействия совместимы со спецификациями FIPA и реализованы с использованием агентной платформы FIPA-OS.

Рассматриваемый сценарий связан с предоставлением конечным пользователям виртуальной частной сети на основе публичной коммуникационной сети (такой как Интернет). Услуга, предоставляемая конечному пользователю, как правило, состоит из комбинации различных сетевых сервисов. Эти сетевые сервисы можно разделить на три области: область коммуникаций конечного пользователя, область сетевых услуг и область сетевых коммуникаций. Каждая из этих областей представлена соответствующими агентами (рис.6.3):

- персональные коммуникационные агенты (*Personal Communication Agent, PCA*);
- агенты – поставщики услуг (*Service Provider Domain Agent, SPA*);
- агенты – поставщики сети (*Network Provider Domain Agent, NPA*).

PCA вместе со своим конечным пользователем устанавливает требования к услуге. Пусть, например, конечный пользователь хочет организовать встречу с использованием видеоконференции. Тогда PCA контактирует с PCA других пользователей и планирует встречу (согласовывает время) с использованием видеоконференции. Затем иницирующий PCA проводит переговоры с SPA для получения лучшей услуги из доступных. SPA, в свою очередь, устанавливает необходимые параметры требуемых услуг и проводит переговоры с NPA для получения оптимального решения.

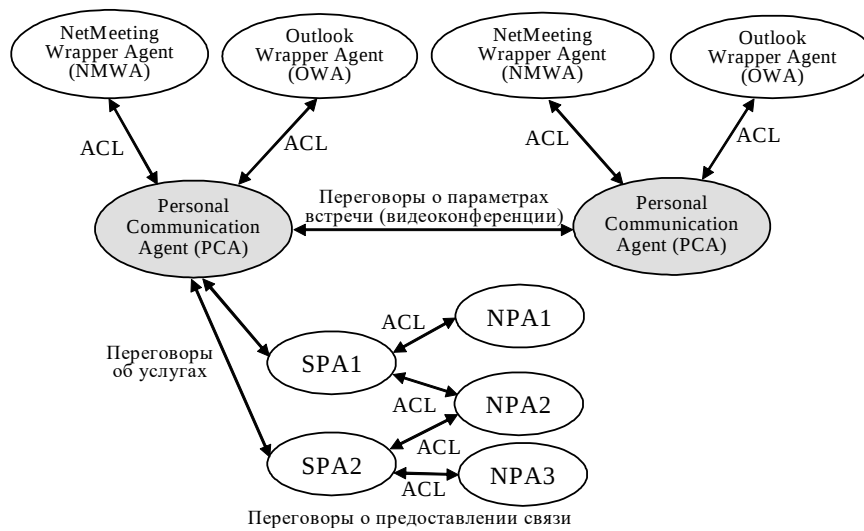


Рис. 6.3. Переговоры между агентами о предоставлении телекоммуникационных услуг

Цель всех участников – найти лучшее из возможных соглашений в терминах качества услуги, стоимости и штрафов. Достижение этой цели может потребовать планирования и решения подзадач между произвольным числом поставщиков и потребителей услуг. Действительно, часто существует более одного поставщика услуг, у которого потребители или другие поставщики услуг могут запрашивать соответственно услуги или подуслуги. Поэтому общая система может рассматриваться как группа взаимодействующих и автономных агентов, предоставляющих и потребляющих услуги друг друга через многосторонние переговоры.

Кроме того, эти агенты оперируют в высокодинамичной среде, в которой сервисы часто обновляются, вводятся в действие новые, а старые сервисы удаляются и дают сбои. Требования пользователя также могут меняться: могут потребоваться новые услуги, услуги могут потребоваться раньше или позже, чем изначально предполагалось, более высокое качество может стать более важным и т. д. Во всех этих случаях справиться со сложностью задач можно посредством переговоров.

Приведенные на рис. 6.3 персональные коммуникационные агенты (PCA) не предназначены для интеграции с унаследованными системами, эту задачу решают агенты-оболочки (wrapper agents), обеспечивающие необходимые взаимодействия. Два агента-оболочки, используемые PCA (OWA и NMWA) обеспечивают доступ соответственно к календарю пользователя и инструментам видеоконференции.