



Мультиагентные системы

ст. преподаватель кафедры Вычислительной техники
Тихвинский В.И.



2. 1 Основные понятия МАС(1)

Система, в которой несколько агентов могут общаться, передавать друг другу некоторую информацию, взаимодействовать между собой и решать поставленную задачу называется мультиагентной системой (МАС). В МАС задачи (или подзадачи) 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».



2. 1 Основные понятия МАС(2)

Многоагентные системы зародились на пересечении теории систем и распределенного искусственного интеллекта. С одной стороны, речь идет об открытых, активных, развивающихся системах, в которых главное внимание уделяется процессам взаимодействия агентов как причинам возникновения системы с новыми качествами. С другой стороны, достаточно часто МАС строятся как объединение отдельных интеллектуальных систем, основанных на знаниях. МАС обычно состоит из следующих основных компонент:

- множество организационных единиц, в котором выделяются: подмножество агентов, манипулирующих подмножеством объектов;
- множество задач;
- среда, т. е. некоторое пространство, в котором существуют агенты и объекты;
- множество отношений между агентами;
- множество действий агентов (например, операций над объектами).



2. 1 Основные понятия МАС(3)

Основой формой организации взаимодействия между агентами, характеризующаяся объединением их усилий для достижения совместной цели при одновременном разделении между ними функций, ролей и обязанностей является кооперация. В общем случае это понятие можно определить формулой: кооперация = сотрудничество + координация действий + разрешение конфликтов. Под координацией обычно понимается управление зависимостями между действиями. Коммуникация между искусственными агентами зависит от выбранного протокола, который представляет собой множество правил, определяющих, как синтезировать значимые и правильные сообщения. Фундаментальными особенностями группы, составленной из агентов, сотрудничающих для достижения общей цели, являются социальная структура и распределение ролей между агентами.



2. 1 Основные понятия МАС(4)

Основой архитектуры агента является контекст, или серверная среда, в котором он исполняется. Каждый агент имеет постоянный идентификатор – имя. В серверной среде может исполняться не только исходный агент, но и его копия. Агенты способны самостоятельно создавать свои копии, рассылая их по различным серверам для исполнения работы. По прибытии агента на следующий сервер его код и данные переносятся в новый контекст и стираются на предыдущем местонахождении. В новом контексте агент может делать все, что там не запрещено. По окончании работы в контексте агент может переслать себя в другой контекст или по исходящему адресу отправителя. Агенты способны также выключаться («умирать») сами или по команде сервера, который переносит их после этого из контекста в место, предназначенное для хранения.

2. 1 Основные понятия МАС(5)

На рисунке ниже показана укрупненная структура типичного агента. Входами являются внутренние параметры агента и данные о состоянии среды. Выходы – параметры, воздействующие на среду и информирующие пользователя (или программу, выполняющую роль менеджера в системе) о состоянии среды и принятых решениях. Решатель – процедура принятия решений. Решатель может быть достаточно простым алгоритмом или элементом системы искусственного интеллекта.



2. 1 Основные понятия МАС(6)

В архитектуре МАС основную часть составляет предметно-независимое ядро, в составе которого выделяются следующие базовые компоненты (рис. 2.2):

- служба прямого доступа обеспечивает непосредственный доступ к атрибутам агентов;
- служба сообщений отвечает за передачу сообщений между самим агентами, а также между агентами и дополнительными системами ядра;
- библиотека классов агентов (часть базы знаний) содержит информацию о классификации агентов в данной МАС.
- сообщество агентов – серверное "место", где размещаются агенты; этот блок, кроме жизнедеятельности агентов, обеспечивает еще функции по загрузке/записи агентов и их свойств и за оптимизацию работы агентов с ресурсами.
- онтология – предметная база знаний, содержащая конкретные знания об объектах и среде функционирования, представляемые в виде соответствующей семантической сети.





2. 1 Основные понятия МАС(7)

Общая методология восходящего эволюционного проектирования МАС может быть представлена цепочкой: <среда – функции МАС – роли агентов – отношения между агентами – базовые структуры МАС – модификации>, и включает следующие этапы:

- формулирование назначения (цели разработки) МАС;
- определение основных и вспомогательных функций агентов в МАС;
- уточнение состава агентов и распределение функций между агентами, выбор архитектуры агентов;
- выделение базовых взаимосвязей (отношений) между агентами в МАС ;
- определение возможных действий (операций) агентов;
- анализ реальных текущих или предполагаемых изменений внешней среды.



2. 1 Основные понятия МАС(8)

При проектировании организацию агентов можно рассматривать как набор ролей, находящихся между собой в определенном отношении, и взаимодействующих друг с другом. Таким образом, методология восходящего проектирования МАС требует предварительного задания исходных функций (ролей агентов), определения круга их обязательств по отношению друг к другу, формирования исходных и развивающихся структур на основе выделенных функций и исследования адекватности этих структур характеру решаемых задач в выделенных проблемных областях

Главная идея нисходящего проектирования состоит в определении общих социальных характеристик МАС по некоторому набору критериев, построении базовых типов их организаций с последующим определением требований к архитектуре агентов. Когда речь идет о "выращивании" искусственных социальных систем и сообществ, на первый план выдвигается нисходящий подход к организационному проектированию.



2. 2 Современные международные стандарты создания агентов и платформы MAC(1)

Существует несколько международных подходов к созданию мультиагентных систем, наиболее известные из них – это OMG MASIF, созданный Object Management Group, в основе которого лежит понятие мобильного агента; спецификации FIPA (Foundations for Intelligent Physical Agents), основанные на предположении об интеллектуальности агента, а также стандарты, разработанные исследовательским подразделением Пентагона – Агентством Передовых Оборонных Научных Исследований (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA), в частности Control of Agent Based Systems.

Относительно мобильности и интеллектуальности агентов, большинство специалистов сходятся на том, что мобильность – центральная характеристика агента, интеллектуальность – желаемая, но не всегда строго требуемая.

Деятельность FIPA заключается в совместном исследовании и разработке членами организации международных согласованных спецификаций, которые позволят максимизировать взаимодействие между агентными приложениями, услугами и оборудованием. Членами FIPA являются такие высокотехнологичные компании как Alcatel, Boeing, British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, Fujitsu, Hitachi, HP, IBM, Fujitsu, Hewlett Packard, IBM, Intel, Lucent, NEC, NHK, NTT, Nortel, Siemens, SUN, Telia, Toshiba, различные университеты, государственные организации.



2. 2 Современные международные стандарты создания агентов и платформы МАС(2)

Спецификации FIPA ориентируются на обеспечение возможности взаимодействия интеллектуальных агентов через стандартизированную коммуникацию агентов и языки контента. Наряду с общими основами коммуникации FIPA специализируется также на протоколах онтологии и переговоров для поддержки взаимодействия в конкретных прикладных сферах (транспортная поддержка, производство, мультимедиа, поддержка сетевого взаимодействия).

Стандарт OMG MASIF нацелен на создание условий для миграции мобильных агентов между мультиагентными системами посредством стандартизированных интерфейсов CORBA IDL.

Организация DARPA инициировала работу по распределению знаний (Knowledge Sharing Effort), в результате которой языки программирования агентов были разделены на синтакс (syntax), семантику (semantics) и прагматику (pragmatics):

- KIF – Knowledge Interchange Format (syntax);
- Ontolingua – a language for defining sharable ontologies (semantics);
- KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) – a high-level interaction language (pragmatics).



2. 2 Современные международные стандарты создания агентов и платформы МАС(3)

Важным элементом при создании мультиагентных систем является язык коммуникации агентов – Agent Communication Language, который определяет типы сообщений, которыми могут обмениваться агенты. В рамках парадигмы коммуникации между агентами, кооперация между ними достигается за счет ACL, языка контента и онтологии, которые определяют набор базовых концепций, используемых в сообщениях кооперации. Онтология здесь выступает синонимом понятия API (Application Programming Interface), т.е. она определяет конкретный интерфейс интеллектуальных агентов.

На техническом уровне коммуникация между агентами происходит за счет передачи сообщений используя какой-либо транспортный протокол нижнего уровня (SMTP, TCP/IP, HTTP, POP). Альтернативами к использованию ACL является ряд других языков, таких как языки БД (SQL), Distributed object systems (CORBA и др.), Service languages (e-speak от Hewlett Packard, BizTalk от Microsoft и др.) и Web languages (XML, RDF, DAML).

Еще одной альтернативой ACL является CORBA ORB, разработанный уже упоминавшийся Object Management Group. Вся функциональность, предоставляемая CORBA доступна и на языке JAVA, путем комбинации Java RMI, Java RMI servers, Jini, Java event servers и других.



2. 2 Современные международные стандарты создания агентов и платформы MAS(4)

В настоящее время языки коммуникации агентов продолжают эволюционировать. Поскольку совместимость – определяющая характеристика агентов, при разработке MAS – очень важна именно стандартизированная коммуникативность. Основными объектами для стандартизации являются: архитектура агента, языки взаимодействия агентов, протоколы взаимодействия агентов, знания агентов, языки программирования агентов.

Как отмечают эксперты в области разработки агентов, для последующей эволюции технологий создания агентов необходимы следующие действия:

- развитие семантики языков коммуникации агентов (ACL) (общих языков контента и онтологии; языков для описания действий агентов, намерений и стремлений);
- развитие онтологии агентов (разделяемые онтологии для свойств агентов и их поведения);
- улучшение использования метаданных (абстрактное и совмещаемое со многими языками контента);
- декларативные и ясные протоколы (языки для определения протоколов высокого уровня, базирующиеся на более примитивных);
- практический обмен знаниями между агентами (социальные механизмы для обмена информацией и знаниями, рассмотрение обмена знаниями как мобильный код);
- развитие схем и методов для контроля за системами агентов (искусственные рынки, естественный отбор и т. п.).

2. 2 Современные международные стандарты создания агентов и платформы MAC(5)

Агентные платформы представляют собой один из способов построения распределенных систем и позволяют описать и предоставить доступ всех приложений, работающих на агентной платформе к необходимым им сервисам. Кроме того, в функции агентной платформы входит распределение агентов, аудит их функционирования и управление. Агентная платформа в стандартах FIPA представляет собой следующую конструкцию:



Система управления агентами (СУА) представляет собой также агента, который осуществляет контроль доступа и использования агентной платформы. В каждой агентной платформе присутствует одна СУА, которая предоставляет сервис жизненного цикла программных агентов и их реестр с идентификаторами, а также содержит состояния каждого программного агента. Маршрутизатором каталога является программный агент, который обеспечивает направление запросов в другие агентные платформы. Система транспортировки сообщений, или канал коммуникации агентов, является программным компонентом для управления потоками сообщений, приходящих на агентную платформу.

2. 3 Платформы для разработки МАС(1)

Перед тем, как приступать к созданию приложений на Android, необходимо выбрать подходящий инструментарий разработки и установить соответствующий Android SDK.

Наиболее популярные средства разработки МАС следующие:

1. JADE (Java Agent Development Framework) — широко используемая программная среда для создания мультиагентных систем и приложений, поддерживающая FIPA-стандарты для интеллектуальных агентов. Включает в себя среду выполнения агентов (агенты регистрируются и работают под управлением среды), библиотеку классов, которые используются для разработки агентных систем, набор графических утилит для администрирования и наблюдения за жизнедеятельностью активных агентов. Программная среда JADE подключается к любому проекту на языке Java. Агенты JADE могут быть совершенно разными — от простых, только реагирующих, до сложных — ментальных.



2. 3 Платформы для разработки МАС(2)

2. JACK Intelligent Agents — Java платформа для создания мультиагентных систем. Так же как и JADE, расширяет Java своими классами. JACK одна из немногих платформ, где используются модель логики агентов, основанная убеждениях-желаниях-намерениях (Belief–desire–intention software model – BDI), и встроенные формально-логические средства планирования работы агентов.
3. MadKIT — модульная и масштабируемая мультиагентная платформа, написанная на Java. Поддерживает агентов на разных языках: Java, Python, Jess, Scheme, BeanSchell. Красиво визуализирует и позволяет управлять этими агентами.
4. AgentBuilder — большой коммерческий продукт, выпускаемый так же и в Academic Edition. Агенты достаточно интеллектуальны, и общаются на языке KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) и обладают ментальной моделью. Платформа является Java-ориентированной.



2.3 Платформы для разработки МАС(3)

5. Cougaar (Cognitive Agent Architecture) — также Java-ориентированная платформа для построения распределенных мультиагентных систем. Включает не только исполняющую систему (run-time engine), но и некоторые средства для визуализации, управления данными и др.
6. NetLogo — кроссплатформенное программируемое окружение для программирования мультиагентных систем.
7. VisualBots — бесплатный мультиагентный симулятор в Microsoft Excel с Visual Basic синтаксисом.
8. MASON — Java библиотека для моделирования мультиагентных систем.
9. REPAST — набор инструментов для создания систем, основанных на агентах.
10. CogniTAO — C++ платформа разработки автономных мультиагентных систем, ориентированная на реальных роботов и виртуальных существ (CGF).
11. Jason — с языком программирования агентов AgentSpeak и основанной на нем средой разработки и выполнения МАС



2. 4 Область применения МАС(1)

На сегодняшний день мультиагентные системы используются для разработки широкого спектра информационных и промышленных систем. В промышленности МАС наиболее распространены применительно к решению задач автоматизации управления сложными системами, для сбора и обработки информации, в играх. Мультиагентные технологии применимы и в управлении мобильными ресурсами, а также в таких сферах, как проектирование объектов, промышленное производство, финансовое планирование и анализ рисков, распознавание образов, извлечение знаний из данных, понимание текста и решение других сложных проблем.

Так, например, IBM использует агентов для производства полупроводниковых микросхем, датская судостроительная компания – для заварки отверстий в кораблях, а в Японии система на базе агентов выполняет функции интерфейса оператора сверхскоростного поезда.



2. 4 Область применения МАС(2)

МАС могут применяться как для конструирования и моделирования гибких производственных систем, так и для управления реальными системами производства (логистика), продажи продукции различного назначения (е-коммерции), интеграции и управления знаниями и научной работы. Большое значение в мультиагентном подходе имеет социальный аспект решения современных задач как его концептуальная основа. Такие системы должны постоянно "жить" на сервере предприятия и непрерывно участвовать в решении задач, а не быть запускаемыми от случая к случаю, а для этого – обеспечивать пользователю возможность введения новых данных и компонентов. Наконец, такие системы должны накапливать информацию, извлекать из нее новые знания и в зависимости от этого изменять свое поведение с течением времени.



2. 4 Область применения МАС(3)

В настоящее время интеллектуальные агенты применяются в следующих областях бизнеса:

- управление распределенными или сетевыми предприятиями;
- сложная и многофункциональная логистика;
- виртуальные организации и Интернет-порталы по продаже продуктов и услуг;
- управление учебным процессом в системах дистанционного обучения;
- компании с развитыми дистрибьюторскими и транспортными сетями (например, в Procter&Gamble);
- управление каналами распределения;
- моделирование предпочтений пользователей.

2. 4 Область применения МАС(4)

Для крупных компаний преимущества мультиагентного подхода очевидны. Среди них можно отметить: сокращение сроков решения проблем, уменьшение объема передаваемых данных за счет передачи другим агентам высокоуровневых частичных решений; сокращение сроков согласования условий и формирования заказов.

Для распределенных компаний преимущества в первую очередь заключаются в возможности оптимального обеспечения продукцией, облегчении контроля удаленных подразделений и структур и взаимодействия с ними.

Для компаний с широким и быстро меняющимся ассортиментом – возможность гибко реагировать на изменения в предпочтениях клиентов и просчитывать периоды изменения. Для компаний, оказывающих услуги – накопление опыта взаимодействия и решения проблем не только "в головах" сотрудников, но и в МАС.

2. 4 Область применения МАС(5)

Среди примеров компьютерных программ-агентов, существующих в настоящее время и широко используемых в Интернете можно выделить следующие:

- Copernic Agent (<http://www.copernic.com/>) – одновременно отправляет запросы нескольким популярным поисковым системам, выбирает наиболее рейтинговые ссылки, сопоставляет их между собой, удаляет дубли и, сортируя отобранное по рейтингу в соответствии со своим алгоритмом ранжирования, выводит их пользователю.
- MySimon (<http://www.mysimon.com/>) – осуществляет интеллектуальный поиск, сравнивая цены миллионов товаров в более чем двух тысячах онлайн-магазинов.
- MP3-Wolf (<http://www.trellian.com/>) – сканирует Интернет в поисках нужных пользователю музыкальных файлов. В процессе работы он использует различные поисковые системы, а также сайты, найденные им ранее и содержащиеся в его базе.
- WebSite-Watcher (<http://www.aignes.com/>) – предназначена для слежения за изменениями на сайтах. Поддерживает работу RSS-ленты. Имеет гибкие настройки по предотвращению ложных срабатываний, когда отдельные изменения на страницах носят случайный или технический характер, например изменение числа просмотров.



2. 4 Область применения МАС(6)

Помимо этого, агенты могут быть уполномоченными представителями пользователя при общении с другими пользователями или их агентами, при решении порученных им задач.

Для решения задач автоматизации управления ресурсами предприятий в реальном времени в последнее время разрабатывается большое количество интеллектуальных программных систем нового поколения, построенных на основе мультиагентных технологий, которые позволяют автоматизировать полный цикл управления мобильными ресурсами в реальном времени, включая:

- оперативную реакцию на важные события;
- динамическое планирование и адаптивное перепланирование заказов/ресурсов;
- взаимодействие с клиентами, менеджерами и исполнителями для согласования принимаемых решений через Интернет или сотовый телефон;
- мониторинг исполнения построенных планов и бизнес-процессов заказчика;
- перепланирование расписаний в случае рассогласования между планом и фактом.



2. 4 Область применения МАС(7)

В таких системах агенты способны взаимодействовать друг с другом путем переговоров и демонстрировать коллективный интеллект, возникающий в системе в форме спонтанных цепочек согласованных изменений планов агентов.

Таким образом, в разработке программных систем используются фундаментальные принципы самоорганизации и эволюции, присущие живым системам, например, колонии муравьев или рою пчел, отличающихся способностью решать сложные задачи в реальном времени, открытостью к изменениям, высокой эффективностью, надежностью и живучестью.

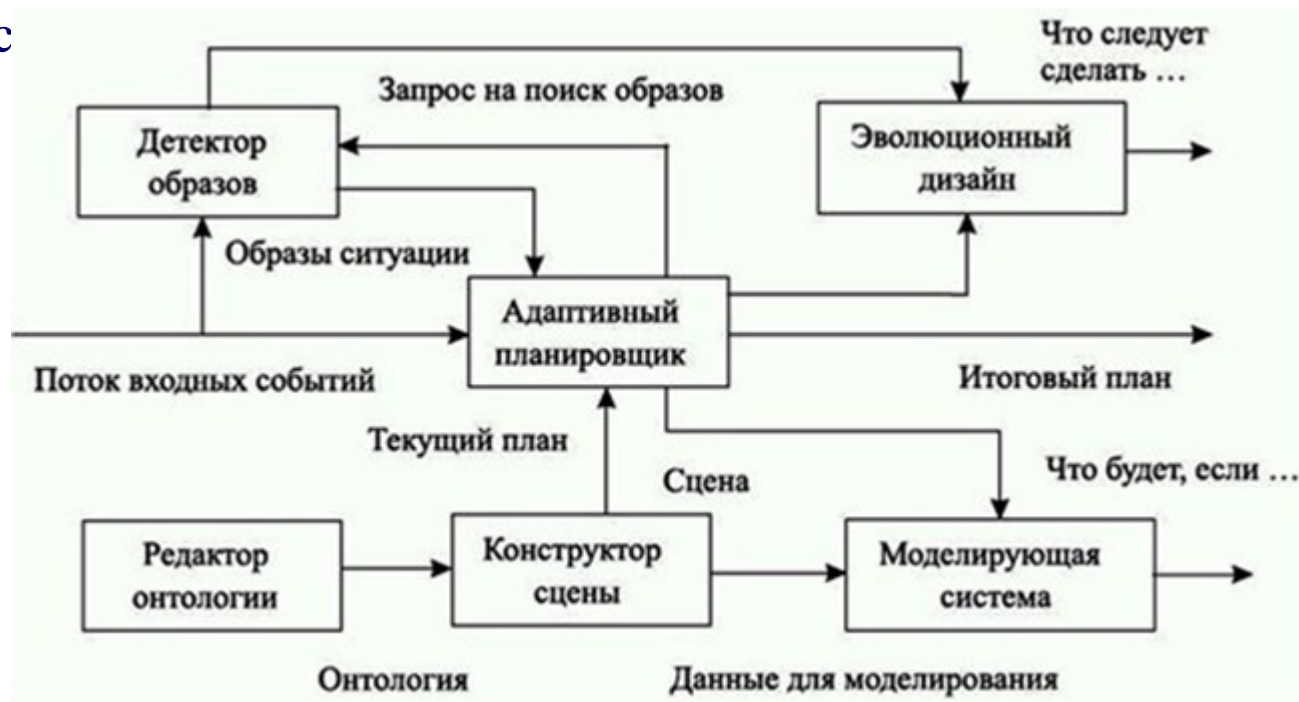
Обычно такие системы легко интегрируются с существующими коммуникаторами, учетно-контрольными системами предприятия, электронными картами, средствами GPS навигации, RFID-чипами (способ автоматической идентификации объектов посредством радиосигналов) и т.п.

2. 5 Пример схемы взаимодействия

Применение мультиагентных инструментальных средств позволяет решить ряд сложных задач производственной и транспортной логистики.. Для решения этих задач использовалась инструментальная платформа, которая состоит из основных модулей, предс

```

graph LR
    A[Что следует] --> B[ ]
  
```



2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (2)

Детектор образов распознает типовые ситуации, возникающие в ходе поступления заявок и вырабатывает прогноз заявок и рекомендации по планированию с учетом предыстории.

Адаптивный планировщик обрабатывает поток входящих событий (поступлений заявок, ввода новых ресурсов, выхода из строя ресурсов и т. п.).

Конструктор сцены позволяет редактировать начальную конфигурацию сети и определить все параметры ресурсов компании. Конструктор сцены основывается на общей базе знаний (онтологии), описывающей деятельность компании, в которой присутствуют базовые понятия и отношения между ними, и которая при развитии бизнеса может расширяться с использованием редактора онтологии.



2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (3)

Редактор онтологии позволяет ввести и изменить общую онтологию компании, описывающую модель знаний предметной области, которая затем применяется в редакторе сети для описания конфигурации бизнеса. Онтология содержит базовые знания и отношения между ними, представляемые в форме семантической сети.

Эволюционный дизайн модуль, вырабатывающий предложения по улучшению конфигурации сети в части увеличения или уменьшения определенного числа ресурсов, изменению географии ресурсов и т. д.

Моделирующая система программный модуль, позволяющий осуществлять моделирование ситуации по принципу "Что если?".



2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (4)

Приведём пару примеров построения МАС для решения конкретных управленческих задач.

МАС для распределения заказов такси. Для одной из крупнейших в мире компаний корпоративного такси Addison Lee (Лондон) была разработана система, которая позволила распределять и планировать примерно 13 тысяч заказов в день при наличии нескольких тысяч собственных машин (из них до 800 постоянно на линии), оснащенных средствами GPS-навигации. При появлении нового заказа система автоматически находит наилучшую машину, получая сведения о координатах ближайших машин на электронной карте Лондона, и предварительно бронирует заказ. Если эта машина была уже занята, то начинается цепочка переговоров, направленная на разрешении возникшего конфликта и достижение компромисса, что позволит перебросить старый заказ на другую машину, если это выгодно для всех. Но и после этого работа системы с новым заказом не останавливается.

В среднем на подачу машины требуется около 15 минут, при этом примерно половину этого времени система продолжает непрерывно искать возможности для улучшения перевозки с учетом поступающих заказов и появляющихся новых ресурсов и не принимает окончательного решения до момента, когда необходимо отправлять машину с учетом времени пути проезда до заказа. Когда уже пора отправлять автомобиль на заказ, система принимает окончательное решение, посылает водителю сообщение о параметрах заказа и ждет подтверждения о приеме заказа.



2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (5)

Внедрение такой системы дало возможность роста компании за счет повышения управляемости. Существенно увеличилась эффективность автопарка (10-15%) благодаря оптимальному распределению заказов за счет минимизации "холостого" пробега и времени простоя автомобилей. Также сократилось количество опозданий и время обслуживания заявок.

МАС для управления группами интеллектуальных роботов. Хорошим примером интеллектуальных агентов служат роботы. Роботы могут иметь широкий ассортимент искусственных органов чувств (сенсорные датчики) и искусственных эффекторов (манипуляторы, педипуляторы). Их мобильность достигается благодаря колесным, гусеничным, шагающим и прочим системам перемещения. Активность и автономность роботов тесно связаны с наличием средств целеполагания и планирования действий, систем поддержки решения задач, а интеллектуализация, помимо обладания системой обработки знаний, предполагает развитые средства коммуникации различных уровней, вплоть до средств естественного языкового общения.

Неотъемлемым атрибутом интеллектуальных роботов является наличие специальной подсистемы планирования, составляющей программу действий робота в реальных условиях окружающей среды, которые определяются рецепторами робота. Для планирования деятельности робот должен иметь знания о свойствах окружающей среды и путях достижения целей в этой среде.

Рассмотрим два подхода к управлению группой интеллектуальных роботов.

2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (6)

Первый основан на рыночных отношениях в группе роботов. Его суть заключается в следующем. Сначала каждый робот генерирует список целей. Цели, соответствующие известным областям среды, исключаются из списков, а оставшиеся размещаются в порядке следования. Каждый робот, по очереди, пытается продать каждую из целевых задач всем остальным роботам группы, с которыми возможна связь, выставляя их на аукцион. Каждый из остальных роботов предлагает цену, которая определяется предположительными расходами и доходами. Робот-аукционист, предлагающий целевую задачу, ждет, пока все роботы не предложат цену. Причем на это отводится определенное время. Если какие-либо роботы предлагают цену, большую чем минимум, предложенный роботом-аукционистом, то целевая задача передается тому из них, который предлагает наибольшую цену. После того, как все аукционы проведены, роботы начинают движение к первой своей цели. По ее достижении каждый робот генерирует новые цели и начинает движение к следующей цели, содержащейся в задании, предлагая все оставшиеся в списке целевые задачи остальным роботам группы через аукцион. Однако в этом подходе используются очень громоздкие механизмы аукционов и регулирования цен, что существенно ограничивает его применение.

Другой подход к организации мультиагентного взаимодействия в группах интеллектуальных роботов основан на принципах коллективного управления, характерных для коллективов людей.



2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (7)

Коллективом называют группу роботов, решающих общую целевую задачу и взаимодействующих между собой для решения этой задачи наилучшим для группы образом. Коллективное взаимодействие — это взаимодействие, охватывающее большое число элементов некоторой системы и проявляющееся в их согласованных действиях.

Метод коллективного управления заключается в том, что каждый робот группы, во-первых, самостоятельно управляет процессом своего функционирования, т. е. определяет свои действия, а во-вторых, согласовывает эти действия с действиями других роботов группы, для того чтобы наиболее эффективно, т. е. с минимальными затратами и максимальной выгодой для группы, решить целевую задачу.

2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (8)

Основные принципы коллективного управления:

- каждый член коллектива группы самостоятельно формирует свое управление (определяет свои действия) в текущей ситуации;
- формирование управлений (выбор действий) каждым членом коллектива осуществляется только на основе информации о коллективной цели, стоящей перед группой, ситуации в среде в предыдущей отрезок и в текущий момент времени, своем текущем состоянии и текущих действиях других членов коллектива;
- в качестве оптимального управления (действия) каждого члена коллектива в текущей ситуации понимается такое управление (действие), которое вносит максимально возможный вклад в достижение общей (коллективной) цели или, иными словами, дает максимально возможное приращение целевого функционала при переходе системы "коллектив-среда" из текущего состояния в конечное;
- оптимальное управление реализуется членами коллектива в течение ближайшего отрезка времени в будущем, а затем определяется новое управление;
- допускается принятие компромиссных решений, удовлетворяющих всех членов коллектива, то есть каждый член коллектива может отказываться от действий, приносящих ему максимальную выгоду, если эти действия приносят малые выгоды или даже ущерб коллективу в целом.

2. 5 Пример схемы взаимодействия модулей инструментальной системы (9)

В отличие от группового управления, которое может быть как централизованным, так и децентрализованным, коллективное управление группой роботов всегда децентрализованное по своей сути. Поэтому описанный метод коллективного управления роботами наиболее эффективен при реализации в распределенных мультиагентных системах. Основное преимущество — относительно низкая вычислительная сложность алгоритмов, что позволяет быстро принимать если не оптимальные, то близкие к ним решения в условиях динамически изменяющейся ситуации. Этот подход применяется не только для решения задач коллективного управления интеллектуальными роботами, но и для решения проблемы организации отказоустойчивого вычислительного процесса в распределенных многопроцессорных информационно-управляющих системах сложных динамических объектов.



Спасибо за внимание!