

связано с тем, что в первом случае поиск использует определённые методы распознавания, которые весьма сложны.

В современных ГИС поиск пространственных объектов ведётся по названию или какому-либо известному свойству объекта или параметру в базе пространственных или атрибутивных данных. При этом, как правило, поиск реализуется средствами СУБД. Примером пространственного поиска может быть текстовый запрос к БД, состоящий из ключевого слова или группы ключевых слов. Однако иногда исключена возможность какого-либо поиска: ограниченный доступ к БД, при работе с серверными приложениями ГИС в сети Internet, или когда геоинформационная система не предоставляет такую возможность.

Технические аспекты развития систем распознавания совершенствуются. Однако предположения, что возможности программных средств систем распознавания будут совершенны, как и способности человека к распознаванию, пока не подтверждены. Накопленные знания необходимо систематизировать с целью формирования эффективного метода пространственного поиска. Предполагается, что именно систематизация известных методов создаст предпосылки для появления новых, более эффективных решений, в области распознавания объектов и явлений применительно к пространственному поиску и обработке данных в ГИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Газета ARCREVIEW, Современные геоинформационные технологии, №4 (31), 2004. – С. 10.
2. Архив космоснимков Global Land Cover Facility, <http://glcf.umacs.umd.edu/index.shtml>.
3. Библиотека некоммерческого партнёрства «Прозрачный мир», <http://www.transparentworld.ru/bibl/>
4. Закревский А.Д. Логика распознавания // Изд. 2-е, доп.- М.: Едиториал УРСС, 2003.
5. Газета ARCREVIEW, Современные геоинформационные технологии, №3 (30), 2004. – С. 22.

С.Н. Еркин, В.В. Янушко

СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ АГЕНТОВ В МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ (МАС)

За последние 10 лет развитие телекоммуникационных технологий привело к возникновению концепций кросс-платформенных, распределённых и интеллектуальных программных систем. Такие системы могут быть реализованы разными способами, но именно мультиагентные системы (МАС) концентрируют все необходимые для таких технологий свойства с наибольшей выразительностью и полнотой. Результаты от внедрения агентных технологий подтвердили предсказанную перспективность этому направлению. Технология и теория агентов продолжают развиваться в рамках исследовательских и коммерческих проектов. Особое внимание уделяется интеграции методов искусственного интеллекта, которые до настоящего времени находили применение преимущественно в исследовательских работах, в реальные коммерческие приложения (персональные помощники, обработчики почты, программы для электронной коммерции, компьютерные игры, системы управления и контроля сложными процессами в медицине, промышленности, системы для поиска и обработки информации). Концепция агентов, разработанная в рамках мультиагентных технологий и мультиагентных систем (МАС), предполагает наличие активности, т.е. способности программы самостоятельно реагировать на внешние события и выбирать соответствующие действия. Сегодня агентные технологии предлагают различные типы агентов, модели их поведения и свойства, семейство архитектур и библиотек.

лиотеки компонентов, ориентированные на современные требования, такие, например, как распределенность, автономность и др. [2].

На рис.1 приведена возможная схема взаимодействия агентов различного типа в МАС.

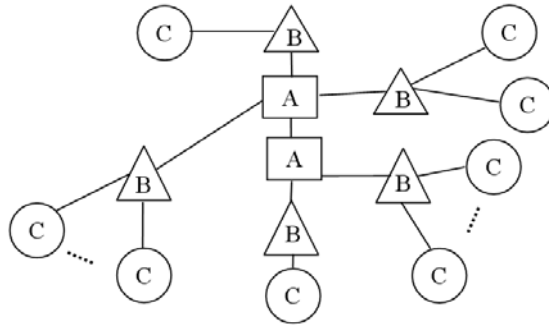


Рис.1. Схема взаимодействия агентов в МАС

Как видно из рисунка (см. рис.1) агенты типа **A** могут взаимодействовать только с агентами типа **B** или с себе подобными. Агенты типа **B** могут, кроме того, иметь множественные связи с агентами типа **C**. Непосредственно между собой агенты типа **A** и **C** не взаимодействуют.

Общепринятого определения термина «агент» не существует. Рассматриваемый в какой-либо системе мультиагент – это аппаратная или программная сущность, способная действовать в интересах достижения некоторых целей, поставленных перед ним владельцем и/или пользователем. Таким образом, агенты рассматриваются, как автономные компоненты, действующие по определенному сценарию [1-2].

Агенты подразделяют на четыре основных типа: простые, умные (smart), интеллектуальные (intelligent) и действительно интеллектуальные (truly intelligent).

Интерес для построения МАС в задачах инженерии знаний представляют, в большей степени, интеллектуальные и действительно интеллектуальные агенты, которые отличаются тем, что помимо автономного выполнения, взаимодействия с другими агентами и слежения за окружением могут адаптировать свое поведение, использовать абстракции, обучаться на прецедентах.

Программные интеллектуальные агенты – это новый класс систем программного обеспечения, которое действует либо от лица пользователя, либо от лица системы, делегировавшей агенту полномочия на выполнение тех или иных действий. Они являются, по сути, новым уровнем абстракции, отличным от привычных абстракций типа классов, методов и функций. Но при этом, разработка МАС позволяет создавать системы, обладающие расширяемостью, масштабируемостью, мобильностью, переносимостью, что, несомненно, очень важно при разработке систем, основанных на знаниях.

Агенты характеризуются следующими свойствами:

- ◆ **автономность** – агенты функционируют без прямого вмешательства людей или каких-либо других объектов и владеют определенной способностью контролировать свои действия и внутреннее состояние;
- ◆ **методы (способы) общения** – агенты взаимодействуют с другими агентами при помощи некоторого коммуникационного языка;
- ◆ **реактивность** – агенты способны воспринимать окружающую среду (которая может быть физическим миром, пользователем, взаимодействующим

щим через графический интерфейс, коллекцией других агентов, Internet-ом, или, возможно, всем вместе взятым) и адекватно реагировать в определенных временных рамках на происходящие в окружающей среде изменения;

- ◆ **активность** – агенты не просто реагируют на изменения среды, но и обладают целенаправленным поведением и способностью проявлять инициативу;
- ◆ **индивидуальная картина мира** – каждый агент имеет собственную модель окружающего его мира (среды), которая описывает то, как агент видит мир (агент строит свою модель мира на основе информации, которую получает из внешней среды);
- ◆ **коммуникабельность и кооперативность** – агенты могут обмениваться информацией с окружающей их средой и другими агентами (возможность коммуникаций означает, что агент должен получать информацию об окружающей его среде, что дает ему возможность строить собственную модель мира, более того, возможность коммуникаций с другими агентами является обязательным условием совместных действий для достижения целей);
- ◆ **интеллектуальное поведение** – поведение агента включает способность к обучению, логичной дедукции или конструированию модели окружающей среды для того, чтобы находить оптимальные способы поведения [1].

Следовательно, каждый агент – это процесс, который владеет (располагает) определенной частью знаний об объекте и возможностью обмениваться этими знаниями с другими агентами.

Классификацию агентов можно провести в двух направлениях – по их инструментальной реализации (языку программирования агентов) и по основным приметам, которыми они владеют [1].

Следует отметить, что на сегодня не существует языка программирования или инструментальной системы разработки, которая бы полностью соответствовала требованиям построения агентов. С точки зрения принципов распределенного объектно-ориентированного программирования (ООП) необходимость передачи методов может быть существенно сокращена в том случае, если может быть обеспечен удаленный доступ к общим методам посредством передачи ссылок на удаленные объекты, данных экземпляров этих объектов и их состояний. Однако в дополнение к концепции ООП, каждый агент имеет возможность создания копий самого себя с полной или ограниченной функциональностью, обеспечивая возможность настройки на среду путем исключения неэффективных методов и замены их новыми. Традиционная для ООП схема класс/объект нарушается, т.к. агент имеет возможность постоянного изменения сценария поведения без его изменения в родительском классе. Многозначное наследование позволяет создавать экземпляры агентов, смешивая сценарии поведения, схемы наследования и атрибуты, определенные в родительских классах. Следовательно, система разработки, которая бы полностью соответствовала требованиям построения агентов, должна была бы соответствовать следующим требованиям: обеспечение перенесения кода на различные платформы, доступность на многих платформах, поддержка сетевого взаимодействия, многопоточковая обработка и некоторые другие.

Чаще всего в агентных технологиях используются: универсальные языки программирования (Java); языки, «ориентированные на знания», такие, как языки представления знаний (KIF), языки переговоров и обмена знаниями (KQML, AgentSpeak, April), языки спецификаций агентов; специализированные языки про-

граммирования агентов (TeleScript); языки сценариев (Tcl/Tk); символьные языки и языки логического программирования (Oz).

Одно из самых главных свойств агента – это интеллектуальность. Интеллектуальный агент владеет определенными знаниями о себе и об окружающей среде, и на основе этих знаний он способен определять свое поведение. Интеллектуальные агенты являются основной областью интересов агентной технологии. Важна также среда существования агента: это может быть как реальный мир, так и виртуальный (компьютерный), что является важным в связи с всеобщим распространением сети Internet.

От агентов требуют способности к обучению и даже самообучению. Поскольку обучение обуславливает наличие знаний у обучаемого, то обучаемым или самообучаемым может быть только интеллектуальный агент. В зависимости от наличия свойства планирования агенты подразделяются на регулирующие и планирующие. Если умение планировать не предусмотрено (регулирующий тип), то агент будет постоянно переоценивать ситуацию и заново вырабатывать свои действия на окружающую среду. Планирующий агент имеет возможность запланировать несколько действий на различные промежутки времени. При этом агент имеет возможность моделировать развитие ситуации, что дает возможность более адекватно реагировать на текущие ситуации. Однако агент должен учитывать не только свои действия и реакцию на них, но и сохранять модели объектов и агентов окружающей среды для предсказания их возможных действий и реакций.

Агент может иметь доступ к локальным и глобальным ресурсам. При этом агентов, которые имеют доступ к локальным ресурсам (ресурсы, к которым имеет доступ пользователь, в том числе и сетевые), называют персональными помощниками, они автоматизируют работу текущего пользователя, помогая ему в выполнении некоторых операций. Соответственно, сетевой агент самостоятельно получает доступ к информации, не доступной пользователю напрямую либо доступ к которой не был предусмотрен. Важным свойством является мобильность – возможность менять свое местонахождение в окружающей среде. Для программного агента под мобильностью понимается возможность передвигаться по сети от компьютера к компьютеру. Переходя от одного компьютера к другому, такой агент может обрабатывать данные и передавать по сети только результаты своей работы. Система, в которой несколько агентов могут общаться друг с другом, передавать друг другу некоторую информацию, взаимодействовать между собой, и называется многоагентной (МАС) [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Трахтенгерц Э.А.* Компьютерная поддержка принятия согласованных решений. // Информационные технологии (приложение к журналу), 2002, №3.
2. <http://dll.botik.ru/nut/searchagents.html>.

И. Ю. Косов, В.В. Марков

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЙ САПР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ПРАВИЛ ЯЗЫКОВ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

Введение. Уровень сложности программного обеспечения современных САПР достаточно высок, и эффективная разработка программных решений проектных задач в используемой операционной среде иногда серьезно затруднена.