

А.И. Михалев, А.А. Стенин, И.Г. Шитикова, В.А. Лемешко
**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА
ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ**

Аннотация. В данной статье предложена модель интеллектуальной мультиагентной системы формирования предметно-ориентированной эволюционной модели знаний и методы ее построения посредством логической оценки получаемых данных из нейронной сети с нейронами, обладающими памятью и интегральной логикой. Предложен оригинальный метод реализации логики на основе генетического алгоритма, который обрабатывает пополняемую базу знаний и совершенствует каждое следующее поколение «генов» посредством взвешивания семантических данных на основе суперпозиции эталонной реакции на ситуацию и оценки ситуации текущим поколением «генов».

Ключевые слова: интеллектуальная мультиагентная система, нейронная сеть, генетический алгоритм, модель знаний, предметная область

Введение

В настоящее время, в смысле автоматизации информационного поиска и извлечения специализированных данных, активно ведётся работа по разработке алгоритмов, которые автоматически генерируют программы-посредники. Задача извлечения является сложной, поскольку требуется извлечь не только вид схемы данных, но также и связанную с ним семантическую информацию. Достижение полной автоматизации в этом вопросе маловероятно, и речь лишь может идти о создании автоматизированных методов и систем извлечения информации из Интернет. Актуальное исследование в области работы со слабо структурированной информацией на основе интеллектуальных агентов привели к появлению большого количества альтернативных инструментов их создания.

Предлагаемая в данной работе интеллектуальная мультиагентная система (ИМС) связана с решением задачи сокращения затрат

времени на поиск необходимых данных и улучшения их смыслового качества.

Постановка задачи

Формализованная модель ИМС может быть представлена тройкой основных функциональных компонентов $MAS = (S, AG, VS)$, где:

- S есть конечное множество состояний внешней среды;
- $AG = \{ag1... agn\}$ есть конечное множество агентов, каждый из которых представлен расширенной моделью интеллектуального агента;
- $VS: S \times A_{ag1} \times \dots \times A_{agn} \rightarrow 2S$ есть функция, описывающая возможную реакцию внешней среды на действия всех агентов системы. Множество всех возможных совместных действий системы обозначим $ACS = A_{ag1} \times \dots \times A_{agn}$.

Известно [2], что множество S развивается эволюционно, распределяясь равномерно по разным логическим категориям знаний. Отсюда и формируемая модель знаний (МЗ), которая с учетом общего состояния множеств AG , VS , ACS и условия важности развития их отдельных составляющих, постоянно обновляет и уточняет своё смысловое содержание. Множество AG связано с созданием онтологий для описаний расширенных моделей и модульного дополнения моделей агентов. Множество ACS динамично обновляется, учитывая все воспринимаемые агентами изменения внешней среды на основе их интегрального опыта. Низкая эффективность работы существующих автоматизированных систем поиска специализированных данных для формирования моделей знаний предметных областей связана с отсутствием адаптивных интеллектуальных механизмов постоянного информационного обновления моделей знаний. Одним из вариантов ее решения и является предлагаемая в данной работе модель ИМС.

Синтез интеллектуальной мультиагентной системы

Структурно ИМС представляет собой нейронную сеть с нейронами, обладающими памятью и интегральной логикой. При этом адаптация ИМС к изменениям внешней среды происходит по принципам генетического алгоритма [5]. Интеллектуальные агенты в данной ИМС обеспечивают интеграцию нейронной сети с логикой принятия решений, основанной на мультиагентном методе синтеза деревьев решений [6]. В предлагаемой ИМС модификация указанного метода состоит в том, агенты переходят с узла на узел не с помощью случай-

ного выбора, а генетическим отбором лучшего потомства. Процесс обучения в ИМС реализуется с обратными связями по различным акцепторам, которые связывают ядро ИМС с модулями обработчиками разных акцепторов и распределённых баз данных, выбранных и построенных под архитектуру ИМС. Данная ИМС предусматривает систематизацию данных моделей знаний и возможность варьирования логического текстостроения. Для реализации элемента «решение» используется опыт, приобретённый так называемым актуальным сенсорным полем (АСП) [3]. АСП – это ассоциативные связи актуальных полей сенсоров с обычной и когнитивной памятью. Далее производится логическая надстройка над ассоциативным запоминающим полем АЗП [3]. Для этого отфильтровываются на начальном этапе поступления информации исключения из правил системы, особые случаи паттернов построения семантики и т.д., а также информация для скрытого латентного слоя. Шифрование информации происходит по схеме вероятностной генерации числовой последовательности случайных кодовых слов из определённой выборки ключевых слов, которые передаются асинхронно в каждом пакете данных с «хэш-ключом соответствия». После осуществления транзакции и передачи пакета данных, ключ уничтожается и генерируется автоматически новая последовательность с новым ключом, вычисляемым из новой последовательности. В случае нарушения работы ИМС используется отдельно построенная выборка, отбираемая по принципу сильнейшего поколения «генов».

Для формирования логики действий интеллектуального агента существует два варианта описания семантики [1]:

- с динамическим ментальным состоянием. В этом случае предполагается, что агент обновляет свое ментальное состояние («намерения») на каждом шаге взаимодействия с внешней средой.
- со статическим ментальным состоянием. В этом случае предполагается, что ментальное состояние агента не изменяется со временем.

Важной составляющей системы является коинтегрированное действие интерпретаторов обоих вариантов описаний семантики. Для этого используется алгоритм автоматического (или автоматизированного) создания онтологий и их запись в распределённую базу данных (РБД). Эта РБД используется интерпретаторами МЗ с автоматическим

выделением категорий в области аксиом построения паттернов, которые характеризуются следующими обязательными онтологическими связями:

- мета описанием базы данных (концептуальная схема);
- описанием знаний об элементах базы данных;
- знаний о взаимосвязи понятий базы данных с понятиями естественного языка) [4].

Все знания предметной области составляют множество ΞS терминов (ключевых слов/запросов) и описываются в виде закономерностей на основе различных типов отношений (прямых и обратных), которые разбиты на восемь групп [4]. Такое разбиение даёт возможность сформировать первый уровень «онтологического представления» информации, т. е. понятийного базиса спецификаций. Фактически, это формирование ассоциативного ряда над базисом аксиом с отображением интегральных и дифференциальных оценок действительности и выделением случайной и предметно-ориентированной информации на скрытый слой, хранящийся в отдельной базе.

Любое решение ИМС есть логически обоснованный общий учёт оценок всех отношений со взвешенными коэффициентами групп отношений и их приоритетными воздействиями на среду и друг на друга. «Намерение» определяется поставленной перед интеллектуальным агентом целью, которая определяется последовательностью оценок приоритетов воздействия определённых логических групп с привлечением эталонной модели, учитывающей все оценки и «возмущения» множеств S , AG , VS , ACS . «Возмущение» есть изменённое состояние основной модели по отношению к эталонной модели.

Каждый последующий уровень выбора онтологического представления информации формируется с учетом специфики предыдущего и интегральной оценки состояний системы в данный момент времени, в котором эталонная модель остаётся стабильной. Алгоритм формирования реализуется на основе индекса специфики принятия решений, определяемого по формуле:

$$i = F(l_j, s_k, h(j, k)), \quad (1)$$

где i – коэффициент обозначающий интегральное соотношение индекса ситуации $s_k = f(h)$ (k – вид ситуации, f определяется пересечением множеств k и k^*) к индексу специфики l_j (j – специфика логики), h – суперпозиционная оценка (учитывается база вероятностей событий), n

- максимальное количество видов ситуаций для группы векторов, $\bar{S}$
- вектор ситуации, $\bar{SL}$ - направляющий вектор в пространстве логики, вида ситуации и их суперпозиционной оценки h .

Суть бинарного (0 и 1) направляющего вектора состоит в том, что он нулями «обнуляет» те точки векторов ситуаций (определённых групп), которые ИА не должен «проходить» для решения поставленной задачи. Точки векторов - это точки-действия пространства БЗ направляющих логик (действия агентов сети). БЗ направляющих логик включает в себя направляющие вектора, множества специфик логик, вектора и виды ситуаций, скорректированные оценки экспертов для $\bar{S}$ - $\bar{SL}$ и $\bar{S}^*$ - $\bar{SL}^*$ соответственно и временные поведенческие характеристики о количестве раз применений логик и оценок качества (как экспертных, так и системных – агентов оценщиков).

Работа ИМС согласно формуле (1) происходит следующим образом. Индекс спецификации уровня онтологического представления

$$l_j = L(k, j, h), \quad (2)$$

функционально определяется через $(k, j) \cap (k^*, j^*)$. Если такое пересечение есть, то оно выделяется (происходит отсечение лишних состояний и оценок) в оценочную меру h и составляет с k, j - три меры функции поведения ИА для «сложившейся» ситуации в пространстве поведений, т.е. поведение агента определяет индекс спецификации логики.

Коэффициентами $\bar{SL}$ являются приоритеты, увязанные через дифференциальную составляющую генетического кода потомства G , применяемой в определении индекса спецификации логики:

$$l_j = \int G(s_k) dl, \quad (3)$$

основанном на выборе $\bar{S}$. Каждое новое возмущение создаёт новый момент и переводит статическое ментальное состояние в динамическое учитывая оценки всех возмущений, давая возможность перехода на новый временной этап системы.

Дифференциальное состояние потомства генетического кода G , - это оценка возможного прироста или падения потомства на вектор в пространстве решений трёхмерной функции поведения агента (мерами являются множества (k, j, h)), делают агенты-оценщики, при

этом мера считается полной (то есть коэффициент при точке вектора $\bar{SL} = 1$), тогда и только тогда, когда:

$$\begin{cases} dh \neq 0 \\ dj > 0 \\ dk > 0 \end{cases} \quad (4)$$

Для построения такой ИМС необходимо иметь соответствующий инструментарий для организации предметной области, создания программных средств спецификации архитектуры агентства и поведения агентов, а также программных средств отладки агентных приложений и наблюдения за поведением созданных агентов. Отсюда для построения ИМС необходим инструментарий, состоящий из двух компонентов:

- средств разработки;
- окружения периода исполнения.

Первый компонент ориентирован на поддержку процессов анализа предметной области, создаваемой МАС, и проектирование агентов с заданным поведением. Второй – обеспечивает эффективную среду для выполнения агентно-ориентированных программ. Общая схема проектирования и реализации агентно-ориентированных приложений представлена на рис.1 [7].



Рисунок 1 - Технологическая схема процесса разработки агентно-ориентированных приложений

При этом процесс обработки информации агентом ("жизненный цикл" агента) включает следующие основные шаги:

- обработка новых сообщений;
- определение правил поведения в текущей ситуации;
- выполнение действий, специфицированных этими правилами;
- обновление ментальной модели в соответствии с правилами;
- планирование.

Заключение

В данной работе разработана модель ИМС формирования эволюционной модели знаний предметной области с алгоритмом принятия решений, основанным на генетическом подходе и мультиагентном методе синтеза деревьев решений и нейронной сети, использующей индекс специфики принятия решений. Снижение времени поиска в ИМС обусловлено алгоритмом отбора управляющих решений, использующим оценки множеств видов ситуаций и специфик логики, а не сами множества.

Повышение качества информации достигается на каждой итерации отбором поведений с высокой частотой использований и отсеканием области суперпозиционных оценок индексом специфики логики и индексом ситуации, что повышает уровень онтологического представления информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугайченко Д.Ю. Разработка и реализация методов формально-логической спецификации самонастраивающихся мультиагентных систем с временными ограничениями: диссертация кандидата физико-математических наук [Место защиты: С.-Пб. гос. ун-т].- Санкт-Петербург, 2007.- 259 с.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб-2000. ПИТЕР – 48 с.
3. Кисленко Ю.И. От мысли к знанию (нейрофизиологические основания). Киев-2008. «Український літопис». – 38 с.
4. Найханова Л.В., Евдокимова И.С. Методы и алгоритмы трансляции естественно-языковых запросов к базе данных в sql-запросы.- Улан-Удэ: ВСГТУ, 2004.-148 с.
5. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. -221 с.
6. С.А. Субботин, Ан.А. Олейник, Е.А. Гофман, С.А. Зайцев, Ал.А. Олейник Интеллектуальные информационные технологии проектирования автоматизированных систем диагностирования и распознавания образов. Харьков – 2012. Компания Смит. – 318 с.
7. Чекинов Г.П., Чекинов С.Г. Применение технологии многоагентных систем для интеллектуальной поддержки принятия решений (СППР) // Сетевой электронный научный журнал «Системотехника», №1, 2003.