

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ И МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРАХ

И.А. СТАРИКОВА, А.А. ТОРОЕВ

Для решения задачи идентификации ситуаций в условиях старения и нечеткого представления данных предлагается использование информационных технологий, которые учитывают особенности описанной проблемы. Приводятся обоснования возможных методологий, оценка их слабых и сильных сторон по определенным видам критериев, а также выделение моментов, которые могут быть полезны при моделировании ситуаций.

To solve the problem of identifying situations under the conditions of aging and fuzzy data map use of information technologies which take into account peculiarities of the described substantiations of possible methods, estimation of their advantages and drawbacks by certain criteria as well as highlighting of moments which will be useful in modelling situations.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в результате глобального развития информатизации общества перед органами государственного и регионального управления стоит серьезная задача повышения эффективности регулирования экономикой, политикой и другими сферами жизни общества. С целью систематизации подходов по решению проблем обеспечения безопасности государства в различных ситуациях необходимо создать систему поддержки принятия тактических и стратегических управленческих решений с использованием методов визуализации и аналитической обработки информации. Информационная автоматизированная система управления ситуациями должна обеспечивать различные области оценки контроля ситуаций и воздействия на ситуации, использование моделей различных угроз и особенностей управления процессами в таких разнообразных областях, как геополитика, экономика, антитеррор и т. д. В соответствии с указанными целями основные задачи системы управления ситуациями, которые решаются в ситуационном центре (СЦ), формулируются следующим образом:

- постоянный сбор, обработка и хранение информации, затрагивающей все стороны жизнедеятельности государства и общества и определяющей их безопасность;
- обеспечение управления и предотвращения развития ситуаций, включая информационную поддержку лиц, принимающих государственные управленческие решения, и представление информации о результатах реализации принятых решений;
- формирование соответствующих информационных моделей угрожающего развития ситуаций, выявление, оценка и прогнозирование угроз, влияющих на развитие ситуаций в заданных пределах;
- совершенствование механизмов нейтрализации угроз негативного развития ситуаций и ликвидации последствий их реализации;
- формирование единой системы управления и контроля различных ситуаций, совершенствование ее организационной структуры и механизма функционирования.

Таким образом, в системе объединяются информационные и интеллектуальные ресурсы, необходимые для рассмотрения и подготовки вариантов решений по проблемной ситуации.

В задачах организационного управления часто встречаются ситуации, в которых исходные условия их возникновения и предотвращения нечетко определены, процессы принятия решений нередко наталкиваются на труднопреодолимое препятствие — огромный объем противоречивых данных с разной степенью достоверности, содержащихся в информационных системах, поступающих из разноплановых источников. Такими источниками для пользователей СЦ высших органов государственной власти могут служить:

- министерства и ведомства;
- межгосударственные организации государств-участников СНГ;
- научно-исследовательские организации, предприятия и объединения;
- средства массовой информации;
- агентурные сведения и аналитические отчеты государственных и негосударственных институтов;
- сеть Интернет.

Таким образом, вследствие развития сетевых технологий вопрос разработки надежного пользовательского интерфейса с удаленными источниками информации становится актуальным. Одним из эффективных путей решения возникающих проблем является создание единого механизма доступа к внутренним и внешним ресурсам в виде корпоративного информационного портала, который интегрирует такие внутренние приложения, как: электронная почта, доступы к базам данных, Data Mining и системы управления документами, с внешними приложениями (службы новостей Интернет и потребительские Web-узлы).

В данной работе предлагается выбор методологии идентификации ситуаций в условиях старения и нечеткого представления данных для распределенных информационных сред с высоким уровнем защиты от несанкционированного доступа. В процессе анализа существующих методов проводится оценка их слабых

и сильных сторон по определенным видам критериев, а также выделение моментов, которые могут быть полезны при моделировании ситуаций.

1. АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ МЕТОДОВ

Для решения задачи идентификации ситуаций и принятия управленческого решения в СЦ могут быть использованы следующие информационные технологии, которые могут учесть возможные особенности вышеописанной проблемы:

- Интеллектуальный анализ данных (Data Mining), который обеспечивает автоматизированный поиск ранее неизвестных закономерностей в базах данных информационного фонда. Использование добытых знаний позволяет существенно упростить для аналитиков процедуры содержательного анализа и повысить эффективность построения моделей экспертами.

- Нечеткие множества – средства формализации естественно-языковых высказываний и логического вывода.

- Мультиагентное управление, позволяющее решать задачи распознавания ситуаций и принятия оптимальных решений.

Сбор и хранение информации в СЦ обеспечивает наполнение баз и банков данных, баз знаний, а также функционирование систем телекоммуникационного информационного взаимодействия. Современные подходы по извлечению знаний из баз данных связаны с построением хранилища данных, позволяющего «высвободить» информацию из жестких рамок оперативных систем и лучше осознать проблемы реальной деятельности. Хранилище данных – это интегрированный накопитель информации, собранной из других систем, на основе которого строятся процессы принятия решений и анализа данных. Одними из основных возможностей, появляющихся в результате построения хранилищ данных, являются следующие:

- применение средств поддержки принятия решений на основе технологий интеллектуального анализа данных (обнаружение знаний в базах данных), включающих методы логического вывода, нейронных сетей и нейрокомпьютеров, и др.;

- использование средств, повышающих простоту поиска информации и обращения к конкретным прикладным функциям, например, гипертекстовым, естественного языка, речевого ввода [6].

Ключевым достоинством интеллектуальной обработки данных (Data Mining) является возможность *автоматического порождения гипотез* о взаимосвязи между различными параметрами или компонентами данных. Выделяют пять стандартных типов закономерностей, которые позволяют выявлять методы Data Mining: ассоциация, последовательность, классификация, кластеризация и прогнозирование [6].

Ассоциация имеет место в том случае, если несколько событий связаны друг с другом. Если существует цепочка связанных во времени событий, то говорят о *последовательности*. С помощью *классификации* вы-

являются признаки, характеризующие группу, к которой принадлежит тот или иной объект. Это делается посредством анализа уже классифицированных объектов и формулирования некоторого набора правил. *Кластеризация* отличается от классификации тем, что сами группы заранее не заданы. С помощью кластеризации средства Data Mining самостоятельно выделяют различные однородные группы данных. Основой для всевозможных систем *прогнозирования* служит историческая информация, хранящаяся в БД в виде временных рядов. Если удастся построить или найти шаблоны, адекватно отражающие динамику поведения целевых показателей, есть вероятность, что с их помощью можно предсказать и поведение системы в будущем [6].

Особую ценность в обнаружении закономерностей имеют логические методы. Эти методы позволяют находить в банке данных логические цепочки (правила), характерные для одной группы объектов (записей БД) и не характерные для других групп, что является важным, так как обрабатываемые данные принадлежат различным организациям и ведомствам.

На основе выявляемых логических правил решаются задачи прогнозирования, классификации, распознавания образов, сегментации БД, извлечения из данных «скрытых» знаний, интерпретации данных, установления ассоциаций в БД и др. Логические методы работают в условиях разнородной информации. Их результаты эффективны и прозрачны для восприятия [7].

Вместе с тем, главной проблемой логических методов обнаружения закономерностей является *проблема перебора вариантов*. Известные методы либо искусственно ограничивают такой перебор, либо строят так называемые деревья, дающие полезные результаты только в случае независимых признаков. Они создают иерархическую структуру классифицирующих правил типа «ЕСЛИ... ТО...», имеющую вид дерева. Для того чтобы решить, к какому классу отнести некоторый объект или ситуацию, требуется ответить на вопросы, стоящие в узлах этого дерева, начиная с его корня. Вопросы имеют вид «значение параметра А больше х?». Если ответ положительный, осуществляется переход к правому узлу следующего уровня, если отрицательный – то к левому узлу; затем снова следует вопрос, связанный с соответствующим узлом. Популярность подхода связана с наглядностью и понятностью. Но очень остро для деревьев решений стоит проблема значимости. Дело в том, что отдельным узлам на каждом новом построенном уровне дерева соответствует все меньшее и меньшее число записей данных – дерево дробит данные на большое количество частных случаев. Чем больше этих частных случаев, чем меньше обучающих примеров попадает в каждый такой частный случай, тем менее уверенной становится их классификация. Если построенное дерево слишком «кустистое», т. е. состоит из неоправданно большого числа мелких веточек, оно не будет давать стати-

стически обоснованных ответов. Как показывает практика, в большинстве систем, использующих деревья решений, эта проблема не находит удовлетворительного решения. Кроме того, общеизвестно, и это легко показать, что деревья решений дают полезные результаты только в случае независимых признаков. В противном случае они лишь создают иллюзию логического вывода [7].

Известные эволюционные методы (в частности, генетические алгоритмы) используют сильные эвристические допущения.

Пусть нам надо найти решение задачи, наиболее оптимальное с точки зрения некоторого критерия. Пусть каждое решение полностью описывается некоторым набором чисел или величин нечисловой природы. Скажем, если нам надо выбрать совокупность фиксированного числа параметров рынка, наиболее влияющих на его динамику, это будет набор имен этих параметров. Об этом наборе можно говорить как о совокупности хромосом, определяющих качества индивида — данного решения поставленной задачи. Значения параметров, определяющих решение, будут тогда называться генами. Поиск оптимального решения при этом похож на эволюцию популяции индивидов, представленных их наборами хромосом. В этой эволюции действуют три механизма: отбор сильнейших — наборов хромосом, которым соответствуют наиболее оптимальные решения; скрещивание — производство новых индивидов при помощи смешивания хромосомных наборов отобранных индивидов; и мутации — случайные изменения генов у некоторых индивидов популяции. В результате смены поколений, в конце концов, вырабатывается такое решение поставленной задачи, которое уже не может быть далее улучшено [6].

Генетические алгоритмы имеют ряд недостатков. Критерий отбора хромосом и сама процедура являются эвристическими и далеко не гарантируют нахождения «лучшего» решения. Как и в реальной жизни, эволюцию может «заклинить» на какой-либо непродуктивной ветви. И, наоборот, можно привести примеры, как два неперспективных родителя, которые будут исключены из эволюции генетическим алгоритмом, оказываются способными произвести высокоэффективного потомка. Это особенно становится заметно при решении высокоразмерных задач со сложными внутренними связями.

Архитектура нейросетевых систем пытается имитировать построение нервной ткани из нейронов. В одной из наиболее распространенных архитектур, многослойном перцептроне с обратным распространением ошибки, эмулируется работа нейронов в составе иерархической сети, где каждый нейрон более высокого уровня соединен своими входами с выходами нейронов нижележащего слоя. На нейроны самого нижнего слоя подаются значения входных параметров, на основе которых нужно принимать какие-то решения, прогнозировать развитие ситуации и т. д. Эти значе-

ния рассматриваются как сигналы, передающиеся в вышележащий слой, ослабляясь или усиливаясь в зависимости от числовых значений (весов), приписываемых межнейронным связям. В результате на выходе нейрона самого верхнего слоя вырабатывается некоторое значение, которое рассматривается как ответ, реакция всей сети на введенные значения входных параметров. Для того чтобы сеть можно было применять в дальнейшем, ее прежде надо «натренировать» на полученных ранее данных, для которых известны и значения входных параметров, и правильные ответы на них. Эта тренировка состоит в подборе весов межнейронных связей, обеспечивающих наибольшую близость ответов сети к известным правильным ответам [6].

Основным недостатком нейросетевой парадигмы является необходимость иметь очень большой объем обучающей выборки. Другой существенный недостаток заключается в том, что даже натренированная нейронная сеть представляет собой черный ящик. Знания, зафиксированные как веса нескольких сотен межнейронных связей, совершенно не поддаются анализу и интерпретации человеком.

Таким образом, среди систем Data Mining можно различить два самостоятельных обширных класса:

- нейросетевые алгоритмы;
- алгоритмы поиска IF... THEN логических правил.

С точки зрения критерия достоверности, данные методы дают наиболее оптимальные решения задачи. Методы поиска логических правил являются весьма существенными для построения баз знаний, требующих умения вводить понятия, метапонятия и семантические отношения на основе множества фрагментов знаний о предметной области, что подтверждает актуальность разработки новых подходов и алгоритмов Data Mining в классе IF... THEN правил.

При описании проблемных ситуаций или систем некоторые входные, а часто и выходные данные могут быть выражены нечетко, при чем часть информации, поступающей в СЦ, представляется не в числовом, а в символьном виде, т. е. будем иметь дело с лингвистическим описанием. Использование слов и предложений, а не чисел мотивировано тем, что во многих современных системах не реализован отбор информации по критериям естественных языков [5]. Поскольку слова в общем менее точны, чем числа, понятие лингвистической переменной дает возможность приближенно описывать явления, которые настолько сложны, что не поддаются описанию в общепринятых количественных терминах. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности [4]. В частности, нечеткое множество, представляющее собой ограничение, связанное со значениями лингвистической переменной, можно рассматривать как совокупную характеристику различных подклассов элементов универсального множества. В этом смысле

роль нечетких множеств аналогична той роли, которую играют слова и предложения в естественном языке. Важным аспектом понятия лингвистической переменной является то, что эта переменная более высокого порядка, чем нечеткая переменная, в том смысле, что значениями лингвистической переменной являются нечеткие переменные.

Существует несколько основных аспектов понятия лингвистической переменной. Во-первых, лингвистическая переменная связана двумя правилами:

- синтаксическое правило – определяет способ порождения лингвистических значений;
- семантическое правило – определяет способ вычисления смысла.

Однако лингвистический подход не является по своей природе целиком качественным: вычисления совершаются, а затем используется лингвистическое приближение для преобразования чисел в слова [5].

Основу эффективного функционирования СЦ составляют информационные технологии и системы. В последние годы в области робототехники и искусственного интеллекта активно разрабатываются мультиагентные технологии и мультиагентные робототехнические системы, которые рассматриваются как интеллектуальные агенты, имеющие собственные базы данных и знаний или нейронную сеть (НС) с самоорганизующейся архитектурой и средства связи с другими агентами для обмена информацией в процессе совместного (кооперативного) принятия решений, самоорганизации и автоматического формирования сетевого управления. Т. е. под интеллектуальным агентом следует понимать высокоинтегрированную систему, способную к целенаправленным автономным действиям в открытых мирах (физических или виртуальных) на основе представления и обработки знаний [3].

Будем рассматривать информационную автоматизированную систему управления ситуациями как коллектив интеллектуальных агентов, связанных компьютерными каналами связи для достижения общей цели. Характерными особенностями интеллектуальных агентов являются:

- адаптивность – агент обладает способностью обучаться, т. е. автоматически приспосабливаться к неопределенным условиям в динамической среде;
- автономность – способность самостоятельно решать локальные задачи. Агент работает как самостоятельная программа, ставя себе цели и выполняя действия для достижения этих целей;
- коллаборативность – способность к коллективному целенаправленному поведению в интересах решения общей задачи. Агент может взаимодействовать с другими агентами, играя роль поставщика или потребителя информации, либо одновременно выполнять оба действия;
- способность к рассуждениям – агенты могут обладать частичными знаниями или механизмами вывода;
- информационная и двигательная мобильность, т. е. способность активно перемещаться и целенаправ-

ленно искать и находить информацию, энергию и объекты, необходимые для кооперативного решения общей задачи [2].

Мультиагентное управление позволяет координировать целенаправленную деятельность автономных агентов, планировать их поведение и взаимодействие, адаптироваться к изменяющейся среде и разрешать конфликты между агентами на стратегическом уровне управления и коммуникации, т. е. посредством обмена информацией по каналам связи. Принцип действия мультиагентных систем управления основывается на разделении общей задачи на целый ряд взаимосвязанных локальных задач, решение которых возлагается на интеллектуальные системы управления отдельных агентов. В результате такой декомпозиции решение общей задачи распределяется между специализированными автономными агентами. Интеллектуальная система управления каждого агента может решить только свою локальную задачу, однако она, в свою очередь, не обладает достаточными энергетическими ресурсами и знаниями для решения глобальной задачи. Поэтому интеллектуальные агенты могут решить общую задачу только коллективно [3].

План распределения задач между агентами будем называть оптимальным, если он гарантирует выполнение общей задачи за минимальное время. Такой план обеспечивает максимальную производительность мультиагентной системы. Для решения задачи оптимального распределения задач между агентами целесообразно использовать приближенные алгоритмы и эвристические процедуры. Эти алгоритмы основываются на методе ветвей и границ, позволяющем за конечное число шагов построить бинарное дерево вариантов распределения задач. Чтобы уменьшить число шагов алгоритма и минимизировать сложность дерева вариантов, можно использовать различные критерии локальной оптимальности и экспертные правила, описывающие знания о задаче. [3]

Автономными частями мультиагентной системы являются:

1. *Агент администрирования системы.* Данная часть является главной в отделе хранения информационных ресурсов. Вся информация хранится в базе данных на сервере, доступ к которой с клиентской машины осуществляется с помощью .asp скриптов. Этот агент является «скелетом» всей системы.

Каждая новая поступающая в систему информация должна быть зарегистрирована. Это может быть реализовано двумя способами: прямой записью в базу данных на сервере или с помощью административного управляющего модуля. С помощью него реализуется управление учетными записями пользователей (добавление, удаление, реконструкция). Доступ к его интерфейсу имеет только администратор. При входе в систему имеется модуль идентификации, который запрашивает имя пользователя и пароль: при вводе специальной комбинации вы попадаете в среду администрирования, которая представляет веб-страницу со

встроенными дополнительными функциями взаимодействия с сервером и базой данных. В ней администратор может просматривать информацию об объекте исследования, вставлять новые данные, удалять устаревшую информацию [1].

2. *Поисковые агенты системы.* Агентные системы данного назначения можно разделить на следующие категории:

системы неспециализированных поисковых агентов;

системы специализированных поисковых агентов;

системы с использованием методов и средств искусственного интеллекта.

Неспециализированный поисковый агент может искать информацию по ключевым словам и устойчивым словосочетаниям. Западных аналогов таких систем очень много. Это, в основном, коммерческие программы, такие, как AnchorPage (Iconovex); AppControl (Seagate Software); Hotbot (Inktomi) и многие другие. Кроме поиска они поддерживают многочисленные сервисы, такие, как передача запроса пользователя сразу на множество машин поиска, настройка на личные предпочтения пользователя, формирование тематической базы данных на основе результатов поиска, обучение агента. Все программы можно определить как надстройки над обычными машинами поиска. Они объединяют ссылки на сайты, найденные множеством машин поиска, исключая повторные и неработающие ссылки, показывая неплохие результаты. Но ни одна система этого класса не в состоянии самостоятельно отобрать только полезную информацию и предоставляет это пользователю. Конечно, используя эти программы, можно существенно снизить количество результирующих документов от сотен тысяч, доставляемых обычными машинами поиска, до сотен и даже нескольких десятков. Но степень «попадания в запрос» все-таки низкая.

Основные недостатки таких систем можно свести к следующим:

- результаты лишь немного лучше, чем при поиске без агента,
- обучение агента обычно проходит в интерактивном режиме, алгоритмы обучения не оптимальны и обучение занимает много времени,
- агент не накапливает знания об областях поиска.

Специализированные агенты поиска приспособлены искать информацию только в какой-то определенной предметной области. Большинство этих агентов очень жестко устроено. Они «умеют» очень хорошо работать на определенных сайтах с фиксированным форматом данных (адреса этих сайтов могут быть «защиты» в агента). У агентов из систем этой категории недостатки те же, но есть один плюс: четкое срабатывание на хорошо структурированных данных в известном формате.

Среди агентных систем с использованием методов и средств искусственного интеллекта есть продукты с использованием средств искусственного интеллекта,

таких, как представление знаний, правила вывода новых знаний, механизмы обучения, лингвистическая обработка естественно-языковых текстов. Сложные интеллектуальные агенты разрабатываются преимущественно с использованием технологии нейронных сетей.

Общими недостатками интеллектуальных агентов являются слабая обучаемость. Результаты поиска используются, чтобы улучшить следующий поиск по этим же темам, но недостаточно полно и эффективно. Такие системы являются полезными инструментами при поиске информации в Интернет, но не могут сделать этот поиск полностью автоматическим [1].

Учитывая вышесказанное, можно сказать, что при сборе и поиске информации для СЦ необходимо использовать все три разновидности поисковых агентов, чтобы информация была как можно более релевантной и достоверной.

3. *Агенты принятия решений.* Важнейшим требованием к таким системам является принятие решений в реальном времени при функционировании в динамической и неопределенной среде. Традиционные подходы к обеспечению режима реального времени, основанные на априорных допущениях об условиях функционирования системы, не пригодны в полной мере для построения агентов, действующих в динамических и неопределенных мирах, так как временные ограничения на принятие решений выявляются агентом динамически на основе анализа ситуации, меняющейся непредсказуемым образом.

Системы данного класса, согласно современным представлениям, должны строиться на основе принципа ограниченной эффективности, в соответствии с которым, в общем случае, невозможно за имеющееся время решить все задачи с максимальным качеством. Реализация данного принципа предполагает наличие в архитектуре агента комплекса взаимосвязанных механизмов «фокусировки внимания» на наиболее значимых для него задачах. Эти механизмы должны работать на разных уровнях архитектуры агента и обеспечивать выработку решений по организации действий агента за время, соответствующее динамике процессов во внешней среде [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена проблема выбора методов идентификации ситуаций в условиях старения и нечеткого представления данных для распределенных информационных сред. В настоящее время становится очевидным, что в будущем эффективность процесса управления и принятия решений все в большей степени будет зависеть от качества информации. При этом основные методологические направления повышения качества информационного обеспечения государственного управления в контексте рассматриваемой проблемы можно сформулировать следующим образом:

- выработка методологических принципов внедрения ситуационных центров как средств системной ин-

теграции интеллектуальных информационных технологий в практику государственного управления;

- выработка методологии консолидации информационных ресурсов и четкое определение границ их распространения, создание и развитие информационных фондов на основе методологии распределенных вычислений и хранения данных;

- создание систем подготовки решений на базе современных интеллектуальных информационных средств обработки данных;

- разработка широкого класса моделей социально-экономических и общественно-политических процессов.

Исходя из обзора методологий, проведенного в статье, видно, что систему управления ситуациями необходимо реализовывать на базе следующих интеллектуальных информационных технологий:

- современные интеллектуальные информационные средства обработки данных;

- моделирование процесса принятия решений в нечетких многовариантных условиях;

- мультиагентное управление.

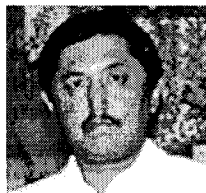
Литература: 1. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта, — 1997, № 1. 2. Поспелов Д.А. От коллектива автоматов к мультиагентным системам // In Proc. of the Intern. Workshop «Distributed Artificial Intelligence and Multi-agent System», St-Petersburg, 1997. 3. Тимофеев А.В. Мультиагент-

ные системы планирования поведения транспортных роботов в среде с препятствиями // Экстремальная робототехника. X научно-техническая конференция. — Санкт-Петербург, 1999. 4. Жирабок А.Н.. Нечеткие множества и их использование для принятия решений. // Статьи Соросовского Образовательного журнала, 2001. 5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976. — 165 с. 6. Дюк В.А. Data Mining – обнаружение знаний в базах данных – СПб: Изд-во «БСК», 15 п.л. 7. Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. — М.: Наука. Физматлит, 1997.

Поступила в редколлегию 07.09.2004



Старикова Инна Алексеевна, стажер-исследователь ХНУРЭ. Область научных интересов: управление и использование баз данных и знаний, проектирование информационных систем.



Тороев Асанбек Абакирович, генеральный директор СП «Вычислительной техники и средств автоматизации». Область научных интересов: проектирование информационных систем контроля и управления, производство и использование солнечных батарей.