

УДК 681.51

А.В. Щербаков, Г.С.Федорова

Харьковский национальный экономический университет, Харьков

МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ГИБРИДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассмотрено понятие гибридной интеллектуальной системы, обоснована необходимость разделения сложных интеллектуальных систем на уровни. Проанализированы преимущества и недостатки распределения интеллектуальных систем на уровни. Предложены уровни детализации для задач управления и принятия решений.

Ключевые слова: информация, гибридные интеллектуальные системы, многоуровневый подход.

Введение

Актуальность. Интеллектуальные системы сегодня не просто влияют на деятельность предприятий, ускоряя и оптимизируя бизнес-процессы, они становятся неотъемлемой частью этих процессов. Область их применения постоянно расширяется, а сами они становятся все более и более сложными.

Приобретая глобальный характер, такие системы могут иметь очень сложную архитектуру, предполагающую функционирование такой системы в виде набора компонентов, каждый из которых выполняется в отдельном узле. Поскольку число таких систем возрастает, то требования, предъявляемые к ним, становятся достаточно серьезными, сложность проектирования и разработки таких систем увеличивается.

В настоящее время научные исследования в области искусственного интеллекта направлены на изучение и построение сложных, больших и слабо формализуемых технических, экологических, экономических, политических и социальных проблем, порождаемых процессом развития цивилизации.

Одним из перспективных направлений в теории интеллектуальных систем является разработка теоретико-информационного подхода к построению этих систем.

Интеллектуальная система является многоуровневой и иерархической системой, которая получается из простейших систем заменой некоторых ее базовых элементов интеллектуальными подсистемами. В настоящее время примером интеллектуальной системы может служить сеть Интернет, в которой реализуются профессиональные ориентированные локальные базы знаний и локальные базы данных. Сама сеть представляет собой рабочую подсистему, а пользователи системы выступают в роли активизирующей подсистемы. В целом они могут рассматриваться как интеллектуальная система.

Цель статьи – показать возможность разделения сложных гибридных интеллектуальных систем на уровни, предложить возможную детализацию на уровни для задач управления и принятия решений.

Основная часть

Под гибридной интеллектуальной системой (ГИС) принято понимать систему, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека [1]. Таким образом, ГИС – это совокупность аналитических моделей, экспертных систем, искусственных нейронных сетей, нечетких систем, генетических алгоритмов, имитационных статистических моделей.

Гибридные интеллектуальные системы – новая и перспективная фундаментальная область междисциплинарных исследований, ориентированная на решение сложных практических задач с использованием интеграции знаний [2].

Для построения гибридных интеллектуальных систем можно выбрать целый ряд подходов, которые, в зависимости от поставленных перед системой целей, могут реализовать эти цели с тем или иным успехом. Новые подходы к построению ГИС связываются с применением интеллектуальных технологий, использующих средства представления знаний для построения интегрированных моделей.

В связи с бурным ростом объемов информации в различных отраслях знаний все более актуальной становится задача эффективного информационного обеспечения научной и производственной деятельности, а также процессов принятия решений. Как

правило, эта задача рассматривается в контексте создания хранилищ документов и их систематизации с целью облегчения поиска необходимой информации. Однако, возможностей, предоставляемых построенными в рамках такого подхода информационными системами, оказывается недостаточно для эффективной поддержки научной и производственной деятельности.

Это связано, в первую очередь, с ограниченностью методов и средств представления, поиска и интерпретации данных. В существующих системах данные в основном представляются в виде текстовых документов или формализованных записей баз данных, а интерпретация и представление данных в виде фактов, как правило, не поддерживается и возлагается на пользователя.

С появлением и усложнением интеллектуальных систем очевидную значимость приобрели подходы к построению систем с использованием, так называемых слоев (уровней). Многоуровневый подход – это модель взаимодействия, в которой набор интеллектуальных систем или их составных компонентов взаимодействует и обменивается знаниями в некотором внутреннем представлении [3, 4].

Концепция уровней – одна из моделей, используемых для разделения сложных систем, на более простые части. При таком подходе выделяют верхний уровень, описывающий систему в целом, под ним располагается более низкий уровень, на котором делается описание, используемое верхним уровнем и т.д. Таким образом, если смотреть снизу вверх, то получается, что каждый нижележащий уровень обеспечивает функциональность, которую использует вышележащий для обеспечения методов более высокого уровня.

Основные задачи, для решения которых применяется многоуровневый подход, обычно сводятся к следующим:

1. Повышение производительности системы за счет переноса части функциональности с одной подсистемы на другую декомпозируя задачи.
2. Снижение эксплуатационных расходов, а также снижение аппаратных требований.
3. Минимизация нагрузки.
4. Повышение эффективности использования вычислительных ресурсов за счет концентрации нагрузки.
5. Повышение производительности и доступности путем дублирования и резервирования подсистем с оптимизацией распределения нагрузки.
6. Повышение структурированности программных систем за счет реализации компонентов в виде независимых модулей (объектов), обеспечение возможности комплектации готовой системы из таких модулей.
7. Потребность в интеграции различных при-

ложений в едином интерфейсе.

Распределение системы на уровни предоставляет целый ряд преимуществ:

- отдельный уровень можно воспринимать как единое самодостаточное целое, которое не зависит от наличия других уровней;
- возможен выбор альтернативной реализации базового уровня;
- зависимость между уровнями сводится к минимуму;
- созданный уровень может служить основой для нескольких различных уровней.

Схема распределения обладает и определенными недостатками:

- уровни способны многое удачно инкапсулировать, однако существуют ограничения (модификация одного уровня связана с необходимостью внесения каскадных изменений в остальные уровни);
- наличие избыточных уровней нередко снижает производительность системы. При переходе из уровня в уровень моделируемые сущности обычно подвергаются преобразованиям из одного представления в другое. Несмотря на это, инкапсуляция нижележащих функций зачастую позволяет достичь весьма существенного преимущества.

Однако самое трудное при использовании уровней – это определение содержимого и границ ответственности каждого уровня.

Построение структуры гибридной интеллектуальной системы связано в первую очередь с построением модели системы, в которой должны быть определены как традиционные элементы системы, так и модели обработки знаний, реализуемые интеллектуальной системой. В интеллектуальной системе новыми элементами по сравнению с традиционной системой являются все интеллектуальные преобразования или элементы управления знаниями, которые связаны с реализацией искусственного интеллекта, т.е. с использованием технологий экспертных систем, базы знаний, принятия решений, ассоциативной памяти, нечеткой логики, семиотических сетей, управления структурной динамикой и т.п. [5].

В задачах управления и принятия решений сложных объектов обычно можно выделить несколько уровней детализации. К ним, в первую очередь, следует отнести:

- уровень задач организационного управления и принятия решений;
- уровень задач управления и контроля технического состояния объекта;
- уровень задач управления, прогнозирования и оценки технического состояния объекта.

Каждый уровень определяется различной глубиной детализации описания процессов и особенностями представления пространства состояний.

К основным существенным характеристикам,

присущим всем иерархическим системам относятся: последовательное вертикальное расположение подсистем, составляющих данную систему (вертикальная декомпозиция); приоритет действий или право вмешательства подсистем верхнего уровня; зависимость действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций.

Ниже представлена формализация многоуровневого подхода.

Иерархия слоев представляет собой совокупность вертикально расположенных решающих подсистем S_i . Каждая из таких подсистем может быть, во-первых, описана как отображение $S_i : C_i \rightarrow C_{i-1}$ и, во-вторых, представлена в виде решающего элемента. А именно, заданы множество решаемых задач $D_i(\gamma_i), \gamma_i \in C_i$ и преобразование T_i , такое, что для любого входа γ_i выход $\gamma_{i-1} = S_i(\gamma_i)$ определяется функцией $\gamma_{i-1} = T_i(x_i)$, где x_i – решение задачи $D_i(\gamma_i)$. Таким образом, входы γ_i выступают в качестве параметров (задаваемых непосредственно вышестоящим элементом), конкретизирующих решаемые задачи в S_i ; соответственно выходы γ_{i-1} , получающиеся после применения преобразования T_i , являются в свою очередь параметрами, задаваемыми непосредственно нижестоящему элементу [2, 3].

Выделим следующие основные доводы в пользу многоуровневого подхода.

Иерархическое упорядочение часто связано с процессом изменения структуры уже существующей системы в целях повышения эффективности ее работы. При создании объединенной (или «интегрированной») системы управления редко имеется возможность коренной перестройки и рационализации всего комплекса ввиду наличия ряда экономических, технических и социальных ограничений. Приходится исходить из имеющейся уже системы регулирования рабочих процессов и управления на нижнем уровне, добавляя к ней управление более высокого уровня и осуществляя тем самым интеграцию всего управления системой.

Глобальная задача, для осуществления которой создается система, может быть конкретизирована путем установления иерархии необходимых работ и подзадач.

В многоуровневой децентрализованной системе можно локализовать изменения в процедуре выработки решений, вызванные изменениями в протекании подпроцесса, и снизить тем самым затраты времени и средств. В общем случае система при этом быстрее адаптируется.

Имеющиеся ресурсы используются значительно лучше, если при решении сложных крупномас-

штабных задач применять многоуровневый подход. Разумеется, это положение не бесспорно, ибо в общем случае применимость такого подхода зависит от умения правильно подобрать многоуровневую структуру.

Следует отметить, что переход от классической двухуровневой структуры к тому или иному варианту многоуровневой архитектуры сам по себе не гарантирует повышения эксплуатационных характеристик системы. Если качественные параметры можно определить уже на этапах постановки задачи и проектирования, то количественные характеристики далеко не всегда могут быть с уверенностью предсказаны.

Предварительная оценка производительности многоуровневой системы, основанная на некоторой универсальной математической модели, крайне проблематична. На характер стохастических процессов, протекающих в системе, оказывает влияние ряд трудно формализуемых факторов.

Представляется возможным оценить вероятно-временные характеристики компонентов реальной масштабной гибридной интеллектуальной системы. Результаты такой оценки, если она выполнена на достаточно раннем этапе разработки, могут привести к значительной экономии средств при внедрении системы, поскольку появляется возможность снизить аппаратные требования к наиболее критическим компонентам за счет корректировки (оптимизации) структуры системы.

В зависимости от гибридной интеллектуальной системы, в которую внедряются информационные технологии с использованием многоуровневого подхода, возможно различное пространственное распределение пользователей и средств информационной технологии. Разным может быть и комплекс решаемых задач, характер и временной интервал реализации целей интеллектуальной системы также зависят от того, в какой области она используется.

На основе приведенного выше краткого анализа становится очевидным, что только подходы с использованием гибридных моделей, которые бы учитывали особенности выделенных уровней, а так-

е интегрировали преимущества составляющих их моделей при одновременном исключении их недостатков, являются перспективными.

Выводы

На основе анализа особенностей взаимодействующих процессов предметной области и выделенных уровней определено, что процессы часто характеризуются иерархичностью, значительной сложностью.

Построение гибридной интеллектуальной системы может быть сложным процессом, особенно если требуется значительная функциональность. Построение может быть зачастую упрощено разбиением системы на уровни, каждый из которых отвечает за часть функциональности и взаимодействует с другими уровнями.

Такой подход обеспечивает разработку интегрированных решений, построенных на объективных данных. При использовании представленного подхода гибридная интеллектуальная система будет иметь гибкую архитектуру, состоящую из подсистем, находящихся на различных слоях.

Список литературы

1. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы / А.В. Гаврилов. – Новосибирск: НГТУ, 2003.
2. Барсегян А.А. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян. – 2-е изд. – СПб: БХВ-Петербург. – 2007. – 384 с.
3. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / А.В. Колесников; под ред. А.М. Яшина. – СПб.: СПбГТУ, 2001.
4. Hybrid Intelligent System [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.slideshare.net/ikensolutions/hybrid-intelligent-systems-presentation>.
5. Гибридная интеллектуальная система [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа к ресурсу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гибридная_интеллектуальная_система.

Поступила в редколлегию 19.04.2011

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. С.В. Смеляков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

БАГАТОРІВНЕВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

О.В. Щербаков, Г.С. Федорова

У статті розглянуто поняття гібридної інтелектуальної системи, обґрунтовано необхідність поділу складних інтелектуальних систем на рівні. Проаналізовано переваги і недоліки розподілу інтелектуальних систем на рівні. Запропоновано рівні деталізації для задач управління та прийняття рішень.

Ключові слова: інформація, гібридні інтелектуальні системи, багаторівневий підхід.

MULTILEVEL APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF HYBRID INTELLIGENT SYSTEM

O.V. Shcherbakov, G.S. Fedorova

In the article the notion of a hybrid intelligent system, the necessity of separation of complex intelligent systems levels. The advantages and disadvantages of distributed intelligent systems levels. Proposed levels of detail for management tasks and decision making.

Keywords: information, hybrid intelligent systems, multi-layered approach.