



УДК 004.89: 519.179

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИБРИДНЫХ СИСТЕМАХ

Комарцова Л.Г.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Калужский филиал)
г. Калуга, Россия*

lkomartsova@yandex.ru

В докладе рассматриваются проблемы создания гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия решений, что позволит более эффективно выполнять задачи, связанные с распознаванием, предсказанием, планированием действий и т.д. в режиме реального времени. Предложены новые гибридные модели и алгоритмы обучения, что позволит повысить эффективность решения сложных практических задач.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные технологии, системы искусственного интеллекта, гибридные системы, нейронные сети, системы нечеткой логики, экспертные системы, гибридные системы

Введение

В последние годы наблюдается рост числа успешных примеров использования гибридных интеллектуальных систем в различных прикладных областях, таких, как, медицинская диагностика, распознавание речи и естественных языков, создание мобильных роботов, мониторинг и контроль производственных процессов, финансовые приложения. Гибридные интеллектуальные системы (ГС), работающие на основе принципов объединения нескольких методов представления и обработки знаний, позволяют получать значительно лучшие результаты решения по сравнению с интеллектуальными системами (ИС), использующими единственный метод для тех же проблем [Kasabov, 2003], [Jang et al., 1997], [Medsker, 1998]. Однако проблемы создания и использования гибридов для конкретных приложений все еще не решены. Остается много вопросов, связанных с тем, на каком уровне проводить объединение разных интеллектуальных технологий, какие гибриды являются наиболее перспективными, как учесть динамику изменения среды функционирования ИС и т.д. Для решения этих и других проблем в статье рассматриваются особенности наиболее известных интеллектуальных технологий и возможности их интеграции в ГС.

В зависимости от поставленной научной или практической задачи, необходимо использовать различные технологии. Поэтому необходимо исследовать возможности различных ИТ для объединения технологий с целью компенсации

недостатков и усиления достоинств каждой из технологий при решении сложных задач.

1. Оценка возможностей информационных технологий для решения задач

Проведем оценку возможностей различных информационных технологий для решения определенного типа задач:

Представление знаний:

ЭС – правила;
НЛ – правила;
НС – модель (персептрон).

Вывод:

ЭС – точный;
НЛ – приближенный;
НС – приближенный.

Степень обучения:

ЭС – средняя;
НЛ – нет;
НС – хорошая.

Степень обобщения:

ЭС – слабая;
НЛ – очень хорошая;
НС – очень хорошая.

Взаимодействие с человеком:

ЭС – хорошее;
НЛ – хорошее;

НС – хорошее.

Объяснение:

ЭС – очень хорошее;
НЛ - очень хорошее;
НС – слабое.

Тестирование:

ЭС – очень хорошее;
НЛ - очень хорошее;
НС – среднее.

Адаптация:

ЭС – слабая;
НЛ - слабая;
НС – хорошая.

Анализируя представленные сравнительные данные, можно заметить, что, например, нейронные сети (НС) являются наилучшей технологией для решения задач обучения, адаптации и обобщения, экспертные системы (ЭС) и нечеткие системы (построенные на основе нечеткой логики – НЛ) обладают хорошими объяснительными возможностями и т.д. В соответствии с этим, в зависимости от решаемой задачи, нужно выбирать такую технологию, которая будет давать наилучший результат. В соответствии с этим гибридные технологии, объединяющие несколько информационных технологий при решении конкретных задач, представляются наиболее перспективными.

Под гибридной интеллектуальной системой (ГС) будем понимать систему, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека. Интеграция методов, с одной стороны, дает возможность использовать индивидуальную силу каждого из методов для решения специфических частей задачи, что позволит создать более эффективные модели представления и обработки знаний. С другой стороны, гибридный подход основывается на том, что только синергетическая комбинация интеллектуальных технологий может достичь полного спектра когнитивных и вычислительных возможностей, реализуемых в компьютерных моделях интеллектуальных систем.

Существуют, по крайней мере, две главные причины, по которым необходимо использовать именно гибридные системы [Kasabov, 2003]:

– некоторые требования для решения проблем искусственного интеллекта (ИИ) не могут быть принципиально выполнены на основе единственного подхода;

– для решения сложных проблем ИИ создаваемые модели также не могут быть реализованы с помощью одного какого-то метода.

По мере социального и технического развития общества появляются новые требования, которые приходится учитывать при решении сложных интеллектуальных задач. Естественно, что одного

метода для удовлетворения всем требованиям не существует. Выбор методов для обработки исходной информации зависит от особенностей решаемых задач, от числа количественных и качественных параметров, описывающих проблему, от уровня проработанности задачи. Поэтому необходимо определять условия применимости каждого из методов, а также алгоритмы, позволяющие адаптировать их к решению конкретных задач проблемной области.

Обзор информационных технологий, использующихся в современных ИС, показывает, что в статических и динамических проблемных средах эффективными являются определенные методы. Например, в некоторых случаях наилучшее решение может быть получено путем использования эволюционных методов, в частности на основе генетических алгоритмов, на всех этапах поиска рационального решения, что позволяет перейти от моделей представления и использования знаний с жесткими связями к моделям с динамически меняющейся структурой в зависимости от решаемой задачи.

2. Классификация гибридных систем

Цели интеграции отдельных технологий в ГС и основная терминология впервые были введены Bezdek J. [Bezdek, 1994]. Предложенная им модель интеграции отдельных технологий базируется на различных уровнях интеллектуальной активности компонентов, объединяемых в иерархическую систему. Главное отличие введенной модели от других ГС состоит в увеличении сложности решаемых задач при переходе от низшего уровня, соответствующего вычислительному интеллекту, к более высокому уровню ИИ, а затем к биологическому, моделирующему человеческий интеллект. Рассматриваемая модель показывает взаимосвязь уровней при обработке информации, при этом, в зависимости от имеющейся информации и решаемых задач, активизируется определенный уровень. Вычислительный интеллект определяет уровень обработки числовых данных, ИИ основан на процедурах обработки символов и данных, используя правила и нечисловые данные. Биологический интеллект обрабатывает сенсорные входы, и на основе ассоциативной памяти выполняет процедуру распознавания образов.

В модели Besdek J. вычислительный и искусственный интеллект являются строительными блоками для построения более сложного биологического интеллекта. Вычислительный интеллект имеет дело только с числовыми данными, обладает способностью распознавания и не использует знания в смысле ИИ, но при этом вычислительные нейроподобные системы являются моделями, которые появились из биологии. Эти компоненты могут быть нейронными сетями (НС) с прямым распространением сигналов,

самоорганизующимися сетями Кохонена и т.д., представляться с помощью генетических алгоритмов или эволюционных моделей. Системы, основанные на явных знаниях, или на прецедентах являются промежуточным уровнем; сюда же можно отнести когнитивные модели, имитирующие работу отдельных элементов мозга. Модели на основе нечеткой логики аккумулируют числовую и семантическую информацию и также являются компонентами символического уровня.

Создание гибридных моделей ГС в смысле Besdek связано с расширением возможностей низкоуровневого вычислительного интеллекта за счет высокоуровневого ИИ с целью реализации биологического интеллекта.

IRIS-модель (Integration of Reasoning, Informing and Serving). Эта гибридная модель была предложена Soucek В. [Soucek, 1991] и предназначалась для создания более эффективной интеллектуальной технологии для бизнеса с целью достижения основных показателей производства: темпы, качество, минимальные затраты. Модель базируется на системном подходе к созданию ИС и включает как инженерные методики, так и ряд интеллектуальных компонент, а именно, методы, используемые в научных дисциплинах, таких, как, биология, когнитивная психология, лингвистика, эпистемология, компьютерные науки. Важность создания таких гибридных моделей заключается в возможности обработки разнообразных данных и обобщении знаний. В настоящее время наиболее высоким уровнем, реализованным в этой гибридной модели, является уровень понимания (распознавания): интеграция знаний из различных источников; способность к объяснению; категоризация объектов в классы; реализация функций понимания; ассоциативность; обучение; обобщение и т.д.

Для реализации более высоких уровней требуется решение проблем организации диалога с системой на естественном языке, возможности обмена информацией любого типа (текста, графики) между уровнями, возможности представления и обработки нечеткой и неопределенной информации. Это наиболее перспективные направления исследования принципов построения ИС.

Классификация по L. Medsker. L. Medsker [Medsker, 1998] предложил пять типов гибридных моделей, классифицируемых по степени связанности отдельных модулей: автономные, трансформационные, слабо связанные, сильно связанные, полностью интегрированные.

Автономные модели состоят из независимых программных компонент, которые не взаимодействуют между собой при решении проблем ИИ. Использование таких моделей преследует несколько целей:

1) возможность сравнения способов решения задач определенного типа для выбора наилучшего;

2) использование моделей в параллельном режиме для сокращения времени получения результата;

3) использование одной технологии после окончания работы другой может подтвердить или опровергнуть полученный результат;

4) использование одной технологии для быстрого создания прототипа ИС, который затем будет развиваться на основе другой технологии; например, ИС может быть быстро обучена на конкретных данных, а более полное исследование проблемы будет впоследствии проведено с помощью ЭС.

Трансформационные модели имеют возможность трансформации друг в друга, в отличие от автономных, при решении одной задачи с целью получения наилучшего результата. Наиболее часто используются гибридные модели ЭС→ИС и ИС→ЭС.

Слабо связанные модели - это по существу первая реальная форма интеграции ИС. Приложение распределяется между различными интеллектуальными компонентами, которые взаимодействуют через файлы данных. Достоинства слабо связанных систем заключаются в простоте разработки и использовании в качестве программного обеспечения коммерчески доступных программ, снижающих время на программирование.

Категории слабо и сильно связанных моделей имеют значительное перекрытие. Сильно связанные системы могут быть представлены теми же компонентами, что и слабо связанные системы: пре- и постпроцессорами, сопроцессорами, но которые работают быстрее.

Полностью интегрированные модели имеют общие структуры данных и знания. Взаимодействие между различными компонентами осуществляется на уровне методов. Наиболее известным гибридом этого класса являются нейро-нечеткие системы [Jang et al., 1997], в которых, например, многослойная нейронная сеть моделирует нечеткий вывод или нечеткая нейронная сеть выполняет нечеткую кластеризацию. Преимущества полной интеграции заключаются в том, что ИС, построенные на такой основе, могут одновременно обладать такими возможностями, как, адаптивность, обобщение, обучаемость, устранение шума или ослабление его влияния на конечный результат, использование логической дедукции. Эти возможности не достижимы в ИС с единственной интеллектуальной технологией.

Классификация по W. Wermter. Предложенные схемы классификации и терминология описания гибридных систем L. Medsker и другими авторами связаны с анализом степени взаимодействия между интеллектуальными модулями и иногда перекрываются. S.Wermter [Wermter, 1997] поставил задачу создания схемы классификации, которая бы включила все или большую часть основных особенностей предложенных ранее

классификаций, а также учитывала бы тенденцию развития новых интеллектуальных технологий, которые еще не были включены в классификационные схемы. В этом смысле S. Wermter рассматривает ГС как непрерывно развивающуюся (эволюционную) систему. Предложенная им классификационная схема включает три основные группы.

Первая группа – это унифицированные гибридные системы, состоящие из специализированных нейросетевых компонент, выполняющих функции символьных систем. Унифицированные системы строятся по двухуровневому способу: нижний уровень состоит из многих НС, каждая из которых реализует одно из правил базы правил, а верхний уровень – это НС, которая из многих правил в реальном масштабе времени выбирает одно активное правило. Несмотря на эффективность работы таких систем, они имеют ограниченное применение вследствие сложности разработки.

Вторая группа - трансформационные модели, использующие два формата представления: в виде ЭС и НС, которые могут преобразовываться в процессе функционирования ГС. Наиболее интересные особенности таких систем – возможность вставки, извлечения и обновления знаний.

Третья группа – модульные системы, функционирующие подобно биологическим системам, встречающимся в природе. Как правило, такие системы включают подсистемы, ответственные за реализацию определенных функций. Модульные ГС содержат несколько НС и несколько баз правил, которые могут иметь различную степень интеграции, при этом в процессе функционирования структура модулей не меняется. Поэтому для работы такой системы целесообразно создавать нейросетевую базу знаний, которая будет содержать набор модулей (обученных НС) для решения определенных проблем. Главная особенность модульных ГС – возможность параллельной обработки информации для повышения скорости или надежности вычислений.

Классификация по Kasabov N. Дальнейшее направление исследований в области построения гибридных систем связывается с созданием эволюционных, постоянно развивающихся систем, работающих в режиме on-line и подстраивающихся под конкретную решаемую задачу. Для этого должны быть предложены новые модели машинного интеллекта, включающие различные типы НС, созданные по модульному и иерархическому принципу, новые нейро-нечеткие и адаптивные системы. Kasabov N. в [Kasabov, 2003] предложил проект многоуровневой постоянно развивающейся эволюционной ГС, на каждом уровне которой возможна подстройка к решаемой задаче.

Генетический уровень (определяет вид и числовые параметры активационной функции НС, величину порога (bias), способ агрегации входов, количество входов и т. д.)

Нейронный уровень (реализует определенную функцию в системе и определяет радиус рецептивной области взаимодействия с другими нейронами).

Ансамбль нейронов (характеризуется структурой, способом распространения сигналов по НС, количеством слоев и нейронов в каждом слое, алгоритмом обучения, функцией оценки и интерпретации результатов работы сети).

Уровень многомодульной иерархической структуры (определяет количество и тип нейросетевых модулей системы, механизмы взаимодействия между отдельными модулями и принципы обмена информацией с НЛ для объяснения результатов решений, способ организации блока принятия решений, связь с внешней средой).

Популяция эволюционных систем (обеспечивает их развитие и взаимодействие на основе использования генетических алгоритмов).

Заключение

Основная цель исследования принципов построения эволюционных ГС заключается в модификации известных методов и технологий ИИ для обработки разнотипной информации в реальном масштабе времени. Другая, не менее важная цель – исследование принципов функционирования мозга и генетики для создания новых вычислительных моделей ГС в практических приложениях.

Библиографический список

- [Kasabov, 2003] Kasabov N. Evolving connectionist systems. Springer-Verlag London Limited.-2003.
- [Jang et al., 1997] Jang J.-S.R., Sun C.-T., Mizutani E. Neuro-Fuzzy and Soft computing. –Prentice-Hall, Inc.-1997.
- [Medsker, 1998] Medsker L. Hybrid intelligent systems.-Kluwer Academic Publishers. -1998.
- [Wermter, 1997] Wermter S. Hybrid approaches to neural network-based language processing. Technical Report TR-97-030. International Computer Science Institute, Berkely, California, 1997.
- [Bezdek, 1994] Bezdek J. What is computational intelligence?, in [Zurada J, Marks I, Robinson C. Computational Intelligence: Imitating Life, IEEE Press, New York, 1994.
- [Soucek, 1991] Soucek B., and the IRIS Group (eds), Neural and Intelligent Systems Integration, John Wiley and Sons, New York. - 1991.

INTEGRATED INTELLIGENT TECHNOLOGY IN HYBRID SYSTEMS

Komartsova L.G.

*The Bauman Moscow State Technical University,
Kaluga, Russia*

lkomartsova@yandex.ru

Problems of creating a hybrid intelligent decision support system are reviewed in this report.