

Введение

Расширение областей применения методов и средств искусственного интеллекта приводит к следующему:

- существенно увеличиваются размеры перерабатываемых баз знаний;
- усложняется структура перерабатываемых знаний. Это, в частности, вызвано переходом к предметным областям, имеющим сложную иерархическую, многоуровневую структуру, а также активным использованием метаинформации (метазнаний), что приводит к расслоению базы знаний на уровни в соответствии с тем, какие фрагменты знаний и по отношению к каким являются метазнаниями. В базе знаний современной интеллектуальной системы должно поддерживаться описание связей между связями, связей между целыми структурами, связей между различными фрагментами перерабатываемых баз знаний. Сложноструктурированный характер имеют интенциональные знания, т.е. знания о свойствах и законах описываемых предметных областей, знания о семантике естественных языков, знания о нестационарных (динамических) системах, которые формально определяются как метасистемы, заданные на стационарных системах, определяющих различные состояния (ситуации) нестационарной системы, знания о конфликтующих системах с различным числом уровней рефлексии;
- усложняется семантика и расширяется типология задач, решаемых в интеллектуальных системах, что, в свою очередь, приводит к усложнению стратегий, используемых для их решения, к существенному усложнению операций (механизмов, правил) переработки знаний и к существенному увеличению их количества. В современных интеллектуальных системах используются не только классические, но и всевозможные неклассические логики (нечеткие логики, ситуационные логики, логики доверия, логики аргументации, логики открытия, логики разрешения противоречий, различные прикладные логики, псевдофизические логики, логики, поддерживающие немонотонный вывод в открытых квазиаксиоматических теориях, логики, моделирующие различного вида правдоподобные рассуждения - рассуждения "здорового смысла", рассуждения по аналогии, рассуждения по ассоциации, рассуждения на основе убеждений);
- существенно повышаются требования к открытости (гибкости, наращиваемости, модифицируемости) интеллектуальных систем. Открытость системы характеризуется возможностью широкого развития системы путем ее локальных изменений, высокой технологичностью (низкими накладными расходами) эволюции системы. Открытый характер предотвращает моральное старение сложных интеллектуальных систем, в ходе эксплуатации которых продолжается активный процесс их создания. В интеллектуальных системах нового поколения в ходе их эксплуатации легко наращиваться и модифицироваться должны не только сами базы знаний, но и языки представления знаний, а также системы операций переработки знаний (правил вывода). Открытый, гибкий, модифицируемый, легко перестраиваемый, адаптируемый характер интеллектуальных систем нового поколения означает то, что их формальной основой являются уже не формальные модели (формальные системы), в которых фиксируются язык, совокупность аксиом и система правил вывода, а семиотические модели, в которых не фиксируются ни язык, ни аксиомы, ни правила вывода;
- появляется необходимость в том, чтобы из нескольких интеллектуальных систем можно было легко построить интегрированную систему. Здесь имеются в виду и интеграция языков представления знаний, и интеграция самих баз знаний, и интеграция систем операций переработки знаний. В современные интеллектуальные системы должны легко интегрироваться (при необходимости) самые различные модели переработки знаний: и классические модели дедуктивного вывода, и модели нечеткого вывода, и модели индуктивного вывода (обнаружения закономерностей, формирования понятий, формирования гипотез), и всевозможные модели распознавания (классификации, идентификации, обнаружения), и модели обучения, и модели принятия решений (планирования поведения, ситуационного управления), и многие другие модели. Возможность такой интеграции различных моделей, в частности, позволяет легко синтезировать конкретную интегрированную модель переработки информации, требуемую для конкретной прикладной интеллектуальной системы, из имеющегося арсенала стратегий и механизмов решения задач;
- существенно повышается потребность в гибридных интеллектуальных системах, которые представляют собой результат интеграции интеллектуальных систем с другими типами систем переработки информации (например, с различными пакетами прикладных программ, с различными информационно-поисковыми системами, поддерживаемыми различными СУБД);
- появляется необходимость в интеграции дискретных и непрерывных моделей переработки информации (к последним, в частности, могут быть отнесены нейросетевые модели) и к созданию моделей переработки информации, сочетающих в себе как дискретные, так и непрерывные свойства (к таким моделям, в частности, могут быть отнесены формальные модели нечеткого логического вывода);
- появляется острая необходимость в создании эффективных средств защиты от несанкционированных изменений, вносимых в интеллектуальную систему в ходе ее эксплуатации (это обратная сторона высокого уровня гибкости), а также от несанкционированного применения интеллектуальной системы, в частности, от несанкционированного доступа к хранимым знаниям. К указанным средствам защиты относятся, в частности, средства обнаружения противоречий как в базах знаний, так и в системах операций переработки знаний, средства тестирования (отладки) баз знаний и систем операций;
- появляется необходимость в поддержке взаимодействия интеллектуальной системы (в ходе решения задачи) не только с одним пользователем, но и с целым коллективом пользователей. В рамках такого коллективного (распределенного) решения общей задачи интеллектуальная система становится равноправным

членом этого коллектива, обеспечивающим координацию совместного решения соответствующей задачи. Указанные интеллектуальные системы строятся на основе специального класса моделей решения задач - кооперативных моделей [1; 647] (Абдрахманов Б.К. 1990 г. - Исследования ; Macintosh D.J.. 1987 г. - DistrDEfDES).

Перечисленные тенденции развития интеллектуальных систем, в свою очередь, приводят к недопустимому увеличению времени реакции создаваемых прикладных интеллектуальных систем, а также к недопустимому увеличению сроков разработки и отладки прикладных интеллектуальных систем.

В настоящее время разработчиков и потребителей прикладных интеллектуальных систем не устраивает ни производительность этих систем, ни степень их гибкости, которая в конечном счете определяется трудоемкостью внесения изменений в ходе отладки интеллектуальных систем или в ходе их совершенствования. Очевидно, что всем этим сдерживается использование в прикладных интеллектуальных системах мощных современных моделей представления и переработки знаний, создаваемых в теоретических исследованиях по искусственному интеллекту. Признанным в настоящее время является то, что разрешение указанного противоречия лежит в направлении создания компьютеров, имеющих нетрадиционную архитектуру и ориентированных на реализацию интеллектуальных систем. Тем не менее результаты исследований по созданию таких компьютеров представляются в настоящее время достаточно скромными. Причиной этого является не только сложность проблемы, но и то, что работы по созданию средств аппаратной поддержки интеллектуальных систем либо направлены на аппаратную поддержку частных аспектов и не претендуют на повышение эффективности всей технологии проектирования интеллектуальных систем, либо ориентируются на весьма простые на сегодняшний день модели представления и переработки знаний, в результате чего не поддерживаются ни сложные иерархические структуры знаний, ни сложные правила вывода, ни семиотические (самоизменяемые, динамические) модели переработки знаний, ни интеграция различных моделей переработки знаний.

Итак, расширение областей применения методов и средств искусственного интеллекта приводит к необходимости создания принципиально новых инструментальных средств, поддерживающих переработку сложноструктурированных знаний, а также легко расширяемые и модифицируемые стратегии решения неформализованных задач. В основе таких инструментальных средств должны лежать специальные компьютеры, ориентированные на параллельную переработку сложноструктурированных знаний (параллелизм здесь необходим для обеспечения требуемой производительности сложных интеллектуальных систем), а также согласованные с этими компьютерами языки представления знаний и формальные модели параллельной переработки знаний.

Целесообразность комплексного подхода к созданию параллельных компьютеров переработки сложноструктурированных знаний подтверждается опытом разработки различных нетрадиционных компьютеров. Этот опыт показывает, что практическая и, следовательно, коммерческая ценность каждой такой разработки обуславливается не столько эффективностью самого компьютера, сколько эффективностью технологии его использования. В особенности это касается компьютеров, требующих уточнения нетрадиционных информационных технологий.

Для интеллектуальных систем нового поколения необходимость перехода от создания отдельных моделей переработки информации к созданию легко расширяемого семейства согласованных друг с другом моделей обусловлена, во-первых, тем, что в интеллектуальных системах должны использоваться не только собственно модели переработки знаний (модели дедуктивного вывода, модели индуктивного вывода, модели правдоподобных рассуждений и т.д.), но и нейросетевые модели, а также модели, ориентированные на использование хранимых программ, имеющих самую разнообразную денотационную и операционную семантику, и, во-вторых, тем, что практическая реализация всевозможных моделей переработки знаний предполагает их интерпретацию в конечном счете на основе процедурных моделей. Необходимость переноса акцента с разработки отдельных моделей на разработку целого семейства согласованных друг с другом моделей имеет особую актуальность, если речь идет о создании семейства параллельных асинхронных моделей. Это связано с тем, что проблема интерпретации параллельных моделей переработки знаний на основе соответствующих процедурных моделей является нетривиальной, так как подходящие для этой цели процедурные параллельные модели отсутствуют.

В данной книге, а также в работе [411] (ПрогрВМ-2001 г.) описываются результаты исследований, которые посвящены созданию легко расширяемого семейства согласованных друг с другом моделей параллельной переработки информации, в состав которого включаются:

- различные модели параллельной переработки знаний, соответствующие различным логикам, различным стратегиям решения задач;
- различные модели, обеспечивающие реализацию хранимых в памяти программ и неформальных процедур, устроенных самым различным способом;
- базовые модели, обеспечивающие интерпретацию всех вышеперечисленных моделей, ориентированные на реализацию в специально предназначенных для этого параллельных компьютерах и определяющие архитектуру этих компьютеров.

Указанные формальные модели, соответствующие различным уровням параллельной интеллектуальной системы, нецелесообразно разрабатывать независимо друг от друга, так как хорошая согласованность этих моделей, основанная на простых принципах их интеграции и интерпретации, является важнейшим фактором эффективности интеллектуальной системы в целом.

Предлагаемый подход к решению поставленных задач основан на следующих положениях:

- ориентация на графодинамическую парадигму переработки информации, в основе которой лежит понятие графодинамической (нелинейной структурно перестраиваемой) памяти, где поддерживается развитая форма ассоциативного доступа, а переработка информации сводится не только к изменению состояния элементов памяти, но и к изменению конфигурации связей между ними;
- создание в рамках графодинамической парадигмы целого семейства графовых языков (графовых языков представления знаний различного вида, графовых языков программирования), т.е. языков, конструкциями (текстами) которых являются графовые конструкции;
- использование принципа языка-ядра (базового языка) при создании указанного выше семейства графовых языков;
- ориентация на открытые языки;
- стремление максимальным образом приблизиться в создаваемых графовых языках к семантическому представлению информации, основанному на теоретико-множественной парадигме, что приводит к использованию специальных семантических сетей в качестве конструкций этих языков;
- ориентация на однородные семантические сети. Семантические сети, относящиеся к классу однородных, обеспечивают более унифицированное представление различного вида информации и тем самым существенно упрощают интеграцию различной информации в рамках одной базы знаний, а также существенно упрощают реализацию различных графодинамических моделей;
- стремление к созданию простых и выразительных метаязыковых средств в используемых однородных семантических сетях, что должно обеспечить представление сложноструктурированной информации любого вида;
- ориентация на асинхронный (децентрализованный) принцип управления процессом переработки информации, который по сравнению с синхронным принципом обеспечивает более высокую гибкость моделей переработки информации.

Основным результатом работы является комплекс инструментальных средств проектирования прикладных интеллектуальных систем различного назначения, включающий следующие компоненты:

- фактографический язык SCB (Semantic Code Basic);
- язык SC (Semantic Code), являющийся расширением языка SCB и основой для построения различных логических языков и языков программирования;
- язык SCL (Semantic Code Logic), являющийся одним из возможных (но не единственно возможным) логических языков, построенных на основе языка SC;
- язык описания целей (заданий) в графодинамических ассоциативных машинах;
- язык SCP (Semantic Code Programming), являющийся языком программирования, ориентированным на переработку знаний, представленных в виде текстов языка SC и его подязыков;
- среда разработки прикладных интеллектуальных систем, включающая средства ввода и редактирования баз знаний на указанных языках, средства разработки и отладки соответствующих программ.

Практическая ценность полученных результатов заключается в том, что предложенный инструментальный комплекс проектирования параллельных интеллектуальных систем позволяет, во-первых, существенно расширить области применения методов и средств искусственного интеллекта и, во-вторых, значительно повысить возможности проектируемых интеллектуальных систем. Это достигается благодаря:

- эффективной поддержке сложноструктурированных знаний;
- поддержке гибких (открытых, легко расширяемых, модифицируемых) и мощных стратегий и механизмов решения трудноформализуемых задач;
- поддержке параллельной переработки знаний.

Перспективными направлениями применения предложенного в данной работе комплекса средств проектирования интеллектуальных систем являются все те приложения, где приходится оперировать сложноструктурированными знаниями, где требуется использование сложных моделей решения задач, где необходим высокий уровень гибкости систем, где имеют место серьезные ограничения во времени. Примерами таких приложений являются:

- подсистемы естественно-языкового текстового и речевого интерфейса, для создания которых необходимы лингвистические базы знаний, имеющие весьма сложную иерархическую структуру, переработка которых должна осуществляться в реальном масштабе времени;

- интеллектуальные обучающие и тренажерные системы [236] (*ИнтелОСиВУО-2001кн*);
- интеллектуальные систем автоматизации деятельности организаций, интеллектуальные виртуальные организации [236] (*ИнтелОСиВУО-2001кн*), интеллектуальные системы управления корпоративными знаниями;
- интеллектуальные геоинформационные системы;
- интеллектуальные системы поддержки принятия решений в условиях дефицита времени;
- интеллектуальные системы управления сложными объектами;
- интеллектуальные системы поддержки проектирования сложных объектов;
- интеллектуальные системы защиты информационных ресурсов открытых корпоративных систем.