

Исследование формирования систем искусственного интеллекта

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича

С.И. Штеренберг

В статье рассмотрены проблемы и их решения по разработке и применению экспертных систем искусственного интеллекта для образовательных сфер деятельности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, экспертные системы, нейронные сети, база знаний, нечеткая логика.

Key words: artificial intelligence, expert systems, neural networks, knowledge base, fuzzy logic.

Достаточно трудно дать точное определение, что такое интеллект человека, потому что интеллект – это сплав многих навыков в области обработки и представления информации. Интеллект (intelligenc) происходит от латинского intellectus – что означает ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека. С большой степенью достоверности интеллектом можно называть способность мозга решать (интеллектуальные) задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

В информационный век перед системой образования встали новые задачи: формирование нового менталитета, базирующегося на обмене информацией и знаниями; создание новых видов когнитивной методологии для генерации новых знаний; создание новой образовательной среды для удовлетворения потребностей получения образования в удобное время, в любом месте на протяжении всей жизни человека.

Происходит смена ведущего субъекта образования: принцип преподавателя «следуй за мной» меняется на принцип

учащегося «веди себя сам» с помощью средств обучения и консультаций преподавателей. Взаимовлияние ИИ и образования: типология знаний и анализ возможностей их формализации для автоматизации обучения; использование инженерии знаний; теоретические аспекты получения знаний; практические методы извлечения знаний; программные реализации (языки, оболочки и прикладные экспертные системы (ЭС) и нейросистемы); интеллектуальные процедуры, реализованные в зарубежных и в отечественных интеллектуальных обучающих системах; подготовка и переподготовка инженеров по знаниям в России, анализ гуманитарной (психологической и лингвистической), математической и программистской составляющих.¹

В основе функционирования ЭС лежит использование знаний, а манипулирование ими осуществляется на базе эвристических правил, сформулированных экспертами. ЭС выдают советы, проводят анализ, выполняют классификацию, дают консультации и ставят диагноз. Они ориентированы на решение задач, обычно требующих проведения экспертизы человеком-специалистом. В отличие от машинных программ, исполь-

зующий процедурный анализ, ЭС решают задачи в узкой предметной области (конкретной области экспертизы) на основе дедуктивных рассуждений. Главное достоинство экспертных систем – возможность накапливать знания, сохранять их длительное время, обновлять и тем самым обеспечивать относительную независимость конкретной организации от наличия в ней квалифицированных специалистов.

Информационные технологии необходимы для повышения эффективности производственных и бизнес процессов. Внедрение перспективных систем ИТ, использующих средства интеллектуального анализа данные, позволяет снизить издержки производства, повысить достоверность анализа, правильно выбирать стратегию и тактику поведения на рынке. Кроме того, адаптивные экспертные системы могут помочь в создании интереснейших новшеств в образовательной деятельности. Известно, что многие будущие инженеры, технические специалисты обучаются по старым методам предоставления знаний. Теоретически, если задействовать систему «здорового» противовеса или же систему препятствий на пути к завершению цели, например построению компьютерной системы, то потенциал такого обучения заметно возрастет. Осуществить противовес или же некую конкурирующую область мышления можно при помощи внедрения адаптивных экспертных систем искусственного интеллекта.

Как следует из результатов анализа, проведенного в гл. 1, интеллектуальные средства представления и извлечения знаний являются, как правило, гибридными системами, включающими компоненты Экспертные системы (ЭС), нечеткая логика (НЛ) и нейронные сети (НС). Экспертные системы могут оказаться полезными для сбора информации, необходимой для совершенствования учебных курсов в процессе их эксплуатации. К такой информации относятся данные

о допускаемых обучаемыми ошибках при ответах на контрольные вопросы. Эти данные можно получить в результате анализа работы механизма логического вывода пробующего вывести неверные ответы. Поэтому необходим анализ существующих инструментальных средств для проектирования интеллектуальных ИТ-систем, позволяющих использовать:

- механизм нечеткого логического вывода для представления логической взаимосвязи между посылами и заключениями для правил базы знаний;
- экспертные системы для описания баз знаний (БЗ) в виде системы правил логического вывода;
- нейронные сети для отражения БЗ в топологии (информационном поле) НС;
- принципы подобия биосистемам для обеспечения реализации механизмов самоорганизации, защиты и эволюционного развития информационных технологий (ИТ);
- методы адаптации интеллектуальных компонентов ИТ-систем и, прежде всего, информационных полей НС к динамике окружения с целью автоматической коррекции баз знаний в процессе обучения НС;
- средства анализа откорректированных БЗ с целью извлечения знаний посредством интеллектуального анализа данных.

Методы, основанные на эволюционном подходе, связаны с моделированием эволюционных процессов. Технология эволюционных вычислений включает понятие эволюционного алгоритма. Согласно классификации в состав эволюционных алгоритмов входят генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, эволюционное и генетическое программирование, а также другие методы эволюционных вычислений, составляющие около 95 % программного обеспечения (ПО). Разрабатывается множество новых методов, основанных на эволюцион-

¹ <http://www.bytic.ru/cue99M/cw4jr6aat7.html>

ном моделировании, но использующих базовые технологии – главным образом классический генетический алгоритм (ГА), эволюционные стратегии и эволюционное программирование. При решении задач оптимизации наиболее часто используют ГА, что и определило состав инструментальных средств, реализующих эволюционный подход.

В соответствии с порядком выполнения обязательных действий предлагается реализовывать распространение само-модифицирующегося кода по программным приложениям, аппаратно-программным приложениям и активизация адаптивной системы противодействия и конкуренции для учащихся.

Вследствие некоторого воздействия извне или необходимости изменить саму себя, программа пытается улучшить свою новую копию или приспособить ее к новым условиям среды куда она внедряется. Принцип действия адаптивной системы завязан на процессе сбора информации об обучающемся. Разрабатываемая программа будет уметь интегрироваться в среду, собирать сведения об окружающем ее мире. Процессу само-обучению программы будет способствовать реестр знаний или база знаний. База знаний, представленная в виде системы правил If-Then, дополняется значениями условной вероятности наступления события H (гипотеза) при условии, что произошли события E, перечисленные в части If правила.

If E is true Then His true too {with probability p}.

Вероятностные рассуждения по методу Байеса дают достоверные оценки ожидаемых событий, однако нуждаются в статистических сведениях в объеме, достаточном для расчетов значений условных вероятностей событий, фигурирующих в правилах базы знаний.

Как альтернативу рассуждениям по методу Байеса при отсутствии статистических данных, необходимых для расчетов значений условных вероятностей,

успешно применяют факторы уверенности. Фактор уверенности {cf} рассматривают как значение экспертной оценки, например в диапазоне [-1, 1]. Максимальное значение фактора уверенности, равное +1, соответствует истине, а минимальное, равное -1, – ложному сообщению. Формируется шкала соответствия качественных понятий числовым значениям степени достоверности, согласно которой и производится оценка каждого из правил базы знаний.

If E is true Then H is true {cf}.

И рассуждения Байеса и метод факторов уверенности обладают общим недостатком, связанным с необходимостью привлечения специалистов высокой квалификации, способных достоверно определить качество значительного числа правил базы знаний экспертной системы, оперирующих с большим объемом разнородной и качественной информации.

Для лучшего понимания взаимодействия с системой важно дать представления интерфейса для пользователя. Интерфейс пользователя - это система программных и аппаратных средств, обеспечивающих для конечного пользователя использование компьютера для решения задач, которые возникают в среде его профессиональной деятельности либо без посредников либо с незначительной их помощью. Это совокупность средств интеллектуального интерфейса, имеющих гибкую структуру, которая обеспечивает возможность адаптации в широком спектре интересов конечных пользователей.

Подсистема приобретения знаний предназначена для добавления в базу знаний новых правил и модификации имеющихся. В ее задачу входит приведение правил к виду, позволяющему подсистеме вывода применять это правило в процессе работы. В более сложных системах предусмотрены еще и средства для проверки вводимых или модифицируемых правил на непротиворечивость с

имеющимися правилами.

Основу ЭС составляет подсистема логического вывода, которая использует информацию из базы знаний (БЗ), генерирует рекомендации по решению искомой задачи. Чаще всего для представления знаний в ЭС используются системы продукции и семантические сети. Допустим, БЗ состоит из фактов и правил (если <посылка> то <заключение>). Если ЭС определяет, что посылка верна, то правило признается подходящим для данной консультации и оно запускается в действие. Запуск правила означает принятие заключения данного правила в качестве составной части процесса консультации. Цель ЭС - вывести некоторый заданный факт, который называется целевым утверждением (то есть в результате применения правил добиться того, чтобы этот факт был включен в рабочее множество), либо опровергнуть этот факт (то есть убедиться, что его вывести невозможно, следовательно, при данном уровне знаний системы он является ложным). Целевое утверждение может быть либо «заложено» заранее в базу знаний системы, либо извлекается системой из диалога с пользователем. Работа системы представляет собой последовательность шагов, на каждом из которых из базы выбирается некоторое правило, которое применяется к текущему содержимому рабочего множества. Цикл заканчивается, когда выведено либо опровергнуто целевое утверждение. Цикл работы экспертной системы иначе называется логическим выводом. Логический вывод может происходить многими способами, из которых наиболее распространенные – прямой порядок вывода и обратный порядок вывода. Прямой порядок вывода – от фактов, которые находятся в рабочем множестве, к заключению. Если такое заключение удастся найти, то оно заносится в рабочее множество. Прямой вывод часто называют выводом, управляемым данными.

Наиболее перспективным способом

преодоления кризиса представляется использование в обучении с помощью компьютера искусственного интеллекта, который становится в настоящее время одним из важнейших направлений применения вычислительных машин. Средства искусственного интеллекта разрабатываются с целью моделирования интеллектуальной деятельности человека в самых разнообразных областях ее проявления. Как оказалось, важную роль искусственный интеллект может играть и в компьютерном обучении. Обучающие системы нового поколения обычно называются экспертно-обучающими системами (ЭОС). Они часто содержат в своем составе те или иные средства искусственного интеллекта. Хотя ЭОС разрабатываются как в нашей стране, так и за рубежом, их применение носит пока ограниченный характер. Это объясняется рядом причин, среди которых отметим трудности, с которыми сталкиваются преподаватели при формализации учебного материала, необходимость участия в эксплуатации систем опытных программистов, слишком сложный интерфейс, то есть совокупность средств взаимодействия пользователей с вычислительной системой. Да и возможности, открывающиеся перед разработчиками при использовании искусственного интеллекта, пока используются далеко не в полной мере. Тем не менее, очевидно, что создание ЭОС, свободных от перечисленных недостатков, – дело ближайшего будущего.

Под искусственным интеллектом понимается обычно способность автоматических или автоматизированных систем брать на себя некоторые функции интеллекта человека, например, принимать оптимальные решения на основе анализа внешних воздействий и с учетом ранее полученного опыта. Можно выделить несколько направлений, в которых развиваются средства искусственного интеллекта. Среди них отметим экспертные системы интеллектуальные игры,

распознавание образов, робототехнику, общение с ЭВМ на естественном языке. К одному из направлений развития искусственного интеллекта можно отнести и обучение. При этом наиболее важное значение при разработке ЭОС должны играть экспертные системы и возможность общения с ЭВМ на естественном языке.

Основой любой системы искусственного интеллекта является семантическая модель знаний, которыми обладает человек в некоторой предметной области. Эту модель обычно называют базой знаний. Она должна быть представлена таким образом, чтобы не только фиксировать имеющиеся знания, но и давать возможность получать на их основе новые знания, относящиеся к выбранной предметной области. Процесс, с помощью которого получают новые знания, – это логический вывод или, другими словами, дедуктивный метод доказательства, формулируемый в рамках математической логики. Из сказанного видно, что систему искусственного интеллекта можно рассматривать как совокупность знаний и механизма логического вывода.

Наконец, отметим, что средства искусственного интеллекта, которые могут применяться в обучении, отнюдь не ограничиваются экспертными системами. Сами системы логического программирования представляют хорошие учебные средства для курсов информатики. В специализированных системах могут большую пользу принести такие разработки как распознавание образов, синтез программ, робототехника. Особое значение имеет естественно-языковый интерфейс с пользователями на естественном языке, ограниченном соответствующей предметной областью. Применение естественного языка по сути решает проблему удобного для пользователей интерфейса.

Знания можно представлять различным образом. Известны системы, в которых они представляются семантическими сетями, фреймами, с помощью про- дукционных правил, с помощью логики

предикатов. Именно последний метод наиболее важен, по крайней мере, при использовании средств искусственного интеллекта в компьютерном обучении. В этом случае база знаний представляется в виде фактов и правил. Факты используются для представления известных знаний. Правила позволяют выводить новые знания. В общем виде они могут быть представлены выражением «Если А, то В», то есть «Если истинно знание А, то истинно знание В». Для того чтобы подробнее описать модель представления знаний в логике предикатов и принципы построения механизма логического вывода, необходимо познакомить читателя с некоторыми понятиями математической логики, что, к сожалению, выходит за рамки настоящей статьи.

Вывод:

Ключевым фактором, определяющим сегодня развитие ИИ-технологий, считается темп роста вычислительной мощности компьютеров, так как принципы работы человеческой психики по-прежнему остаются неясными (на доступном для моделирования уровне детализации). Поэтому тематика ИИ в образовании выглядит достаточно стандартно и по составу почти не меняется уже долгое время. Но рост производительности современных компьютеров в сочетании с повышением качества алгоритмов периодически делает возможным применение различных научных методов на практике. Так случилось с интеллектуальными игрушками, так происходит с домашними роботами.

Снова будут интенсивно развиваться временно забытые методы простого перебора вариантов (как в шахматных программах), обходящиеся крайне упрощенным описанием объектов. Но с помощью такого подхода (главный ресурс для его успешного применения - производительность) удастся решить, как ожидается, множество самых разных задач (например, из области криптографии). Уверенно действовать автономным устройствам в сложном мире помогут достаточно простые, но ресурсоемкие алгоритмы адаптивного поведения. При этом ставится цель разрабатывать систе-

мы, не внешне похожие на человека, а действующие, как человек.

Ученые пытаются заглянуть и в более отдаленное будущее. Можно ли создать автономные устройства, способные при необходимости самостоятельно собирать себе подобные копии (размножаться)? Способна ли наука создать соответствующие алгоритмы? Сможем ли мы контролировать такие машины? Ответов на эти вопросы пока нет.

Продолжится активное внедрение формальной логики в прикладные системы представления и обработки знаний. В то же время такая логика не способна полноценно отразить реальную жизнь, и произойдет интеграция различных систем логического вывода в единых оболочках. При этом, возможно, удастся перейти от концепции детального представления информации об объектах и приемов манипулирования этой информацией к более абстрактным формальным описаниям и применению

универсальных механизмов вывода, а сами объекты будут характеризоваться небольшим массивом данных, основанных на вероятностных распределениях характеристик.

Сфера ИИ, ставшая зрелой наукой, развивается постепенно – медленно, но неуклонно продвигаясь вперед. Поэтому результаты достаточно хорошо прогнозируемы, хотя на этом пути не исключены и внезапные прорывы, связанные со стратегическими инициативами. Например, в 80-х годах национальная компьютерная инициатива США вывела немало направлений ИИ из лабораторий и оказала существенное влияние на развитие теории высокопроизводительных вычислений и ее применение во множестве прикладных проектов. Такие инициативы будут появляться, скорее всего, на стыках разных математических дисциплин – теории вероятности, нейронных сетей, нечеткой логики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартынов, Д. В. Искусственный интеллект и образование / Д. В. Мартынов, И. А. Смольникова // Сб. 9 конф.-выставки «Информационные технологии в образовании-99». – М., 1999. – Ч. 2. – С.172-174.
2. Новикова, В. А. Искусственный интеллект и экспертные системы [Электронный ресурс] / В.А. Новикова, Е.Ю. Андреева, Д.К. Туйкина; Каз. гос. ун-т., каф. прикл. математики. – URL: http://expro.ksu.ru/materials/ii_i_es/book.html, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 18.11.2014).
3. Компьютер обретает разум: пер. с англ. – М., 1990. – 240 с.
4. Братчиков, И. Л. Теория и практика автоматизации учебного процесса / И. Л. Братчиков, И.В. Марусев, А.Ю. Казаков. – СПб., 1993. – Ч. 1: Искусственный интеллект в обучении. – 52 с.
5. Джарратано, Д. Экспертные системы: принцип разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли. – 4-е изд. – М., 2007. – 1152 с.
6. Джексон, П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – М., 2001. – 624 с.
7. Попов, Э.В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э.В. Попов. – М., 1987. – 288 с.
8. Марселлус, Д. Программирование экспертных систем на Турбо Прологе: пер. с англ. / Д. Марселлус. – М., 1994. – 255 с.
9. Моисеев В.Б. Представление знаний в интеллектуальных системах // Информатика и образование. – 2003. – № 2. – С. 84-91
10. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М., 2004. – 424 с.