

ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ

В настоящее время **сфер применения** систем искусственного интеллекта (ИИ) достаточно много. Речь идет о разработке интеллектуальных информационных систем в той или иной области. Прежде всего – это различные экспертные системы в медицине, проектировании, военном деле, геологоразведке, машиностроении, банковской сфере и т.д. Например, задача выделения кредитов связана с риском невозврата или несвоевременного возврата и требует оценки надежности клиента по множеству критериев, каждый из которых лишь частично характеризует финансовую благонадежность клиента. Аналогично, вложение денег в рискованные, но сулящие большие доходы сферы. Например, хорошо известно, что много денег вложили в Интернет в связи с бумом интернет-технологий, однако значительная часть проектов оказалась убыточной. В настоящее время весьма актуальна задача поиска ответов на смысловые вопросы (в том же Интернете). Смысловой вопрос требует точечного (точного) ответа, а не указания множества ссылок на документы, как это делается в поисковиках типа Google.

В экспертных системах велика роль **человека-решателя**. В настоящее время это обусловлено его незаменимостью в части генерации гипотез и обработки неформализованных знаний. Технология решения задач человеком отличается от машинной арифметики. Интуитивная составляющая механизма угадывания имеет тем большее значение, чем менее формализована задача.

Таким образом, представление задачи играет важную роль в плане разделения ролей человека и машины в процессе решения. Общую парадигму ЭС с учетом сказанного можно представить следующим образом

$$\text{ЭС} = \text{База Знаний} + \text{Машина Вывода} + \text{Человек-решатель} \quad (1.1)$$

Эту же парадигму можно применить и к произвольной интеллектуальной информационной системе (ИИС), расширив ее с учетом функциональной специфики:

$$\text{ИИС} = \text{База Знаний (база данных)} + \text{Машина Вывода} + \text{Человек-решатель} + \text{Прикладное_обеспечение} \quad (1.2)$$

Прикладное обеспечение может включать систему машинной графики, статистической обработки, формирования отчетности, САПР и пр.

Для построения ИИС нужны

1. математические методы для обработки знаний и модели для представления знаний;
2. программные средства для работы со знаниями.

В настоящее время имеется достаточно широкий спектр **математических методов** для работы со знаниями: методы распознавания образов, методы классической математической логики и неклассических логик, статистические методы, методы поиска решений на основе эвристических механизмов на деревьях состояний, методы принятия решений, использование нейросетевых моделей и др.

Имеется спектр программных систем для работы со знаниями. Отметим здесь в первую очередь языки искусственного интеллекта типа Пролога и Лиспа, прикладные экспертные системы типа Project Expert, EMYCIN (известная медицинская экспертная система), GURU (оболочковая экспертная система широкого назначения), различные прикладные пакеты, например, для работы с нейросетями и т.п.

Таким образом, констатируем следующее.

Имеется набор специфических задач, которые можно назвать интеллектуальными. Для решения этих задач разработан широкий набор математических методов. Заметим, что одного какого-то метода нет, поскольку интеллектуальные задачи сложные и требуют многостороннего рассмотрения под различными углами зрения. Вместе с тем можно выделить два главных направления в создании методов решения интеллектуальных задач.

Первое. Имитация и подражание естественным механизмам мозга и живой природы. Это направление включает нейросети, генетические алгоритмы, механизмы эвристического поиска.

Второе. Методы, группирующиеся вокруг математической логики (как классической) так и неклассических.

Математическая логика работает с объектами произвольной природы и отношениями (предикатами), описывающими связи между объектами. Следовательно, по своему духу математическая логика ориентирована на обработку и представление знаний в наибольшей степени, чем любая иная математическая дисциплина, например та же математическая статистика.

Наконец, имеется набор программных средств и технологий для работы со знаниями, позволяющих практически воплотить идеи искусственного интеллекта.

Концепция экспертных систем была предложена американцами Э.Фейгенбаумом и Мизесом. Эта концепция основана на использовании знаний для решения проблем. В прикладной математике сформировалось несколько подходов к решению проблем

вообще. Впервые глобальную идею предложил немецкий математик и философ Г.Лейбниц в 17 в., который поставил задачу создать универсальный решатель задач. Эта глобальная проблема упирается в два пункта:

- Язык для описания задач
- Универсальный алгоритм (решатель).

После создания немцем Г.Фреге языка предикатов в его современном варианте (конец 19 в.) полагали, что именно логика даст ключ к реализации идеи Лейбница. В 1912г. англичане Б.Рассел и А.Уайтхед опубликовали двухтомное издание под названием “Principia Mathematica”, целью которого был перевод современной математики на “рельсы” логики. Однако Рассел обнаружил парадокс, вошедший в историю под его именем. Его суть состоит в следующем. Пусть Z – множество всех множеств, не содержащих самого себя в качестве собственного элемента. Спрашивается, содержит ли Z элемент $\{Z\}$? На этот вопрос нельзя дать ни положительный, ни отрицательный ответ. Был обнаружен ряд других парадоксов, поставивших под сомнение возможность логики и теории множеств служить основой математической науки. В **логическом** подходе к математике не удастся, например, формализовать понятие бесконечно малой величины, что имеет принципиальное значение для анализа. В связи с ограниченностью логического подхода к решению укажем еще два направления: **аксиоматическое** и **интуиционистское (конструктивистское)**. Аксиоматическое направление восходит к древним грекам (вспомним аксиомы геометрии Евклида). Аксиоматическое направление отстаивал Д. Гильберт. Суть этого подхода состоит в следующем. Всякая задача может быть сформулирована как некоторая теорема (теорема существования решения). Эта теорема подлежит доказательству стандартными средствами, например, с помощью техники приведения к противоречию (*reductio ad absurdum*). После получения доказательства из него извлекается ответ на поставленную задачу. Уязвимым местом этого подхода оказалась невозможность построить алгоритм доказательства (опровержения) произвольной теоремы в теории, не менее сильной, чем арифметика целых чисел. Данный результат принадлежит А. Черчу; он известен как результат о неразрешимости логики первого порядка в широком смысле. Раньше Черча австрийский математик К. Гедель доказал существование алгоритмически неразрешимых проблем в любых формальных теориях, содержащих арифметику целых чисел. Результат Черча является частным по отношению к результату Геделя. Таким образом, аксиоматический метод, как и логический, является ограниченным. **Интуиционистская (конструктивистская) математика** – это направление логики, которое признает существование только тех

объектов, которые можно построить (предъявить). В этой математике не признается закон исключенного третьего, следовательно, рассуждение, основанное на принципе *reductio ad absurdum*, не может считаться доказательным. Однако и конструктивистская математика не дает решения известных проблем (например, проблемы тождества слов в теории групп; проблемы эквивалентности контекстно-свободных языков и др.). Знаменитые результаты Геделя, Черча, Поста, Тарского, А. Маркова, П. Коэна и др. математиков показывают, что рассмотренные направления математики не могут служить универсальной основой для решения задач (универсальной основы вообще не существует). Наконец, следует отметить тезис Черча, который указывает, что любая вычислимая функция математики есть комбинация простейших рекурсивных функций и операторов рекурсии, минимизации и подстановки. Таким образом, в решении проблем нельзя преодолеть общую проблему алгоритмической неразрешимости (бесконечного, заметим, перечня задач), оставаясь на позициях существующих формальных средств.

Тем не менее, в связи с появлением ЭВМ, развитием технологической базы логические и аксиоматические идеи нашли реализацию в прикладной сфере.

В 1965г. Дж. Робинсон разработал принцип резолюций в логике – эффективный и удобный для вычислительной реализации метод логического вывода. Это обстоятельство создало предпосылки для практической реализации программ прикладной логики. В это время получили развитие также идеи **эвристического программирования** Ньюэла, Саймона, Шоу, Лената и др. Эвристическое программирование базируется на построении дерева решения задачи, узлы которого соответствуют состояниям задачи. Переход в новый узел связан с выбором альтернативы из множества альтернативных переходов. Цель эвристики – указать правило для выбора “наилучшей” альтернативы.

Концепцию логического программирования (**ПроЛога**) создал Р. Ковальский. Заслуга Ковальского в том, что он придумал процедурную интерпретацию логических формул (сами формулы рассматриваются как программные вызовы). Логическая программа состоит из наборов альтернативных вызовов. Поэтому представляется разумным включить в выбор альтернатив эвристическую оценку (чего в действительности нет). Идеи объединения логического и эвристического программирования отмечались в ряде работ.

Первая реализация Пролога получена в 70-х годах прошлого века в Марселе (Франция) на основе языка программирования Паскаль. Работа осуществлена под руководством Кольмерозера. Практически одновременно создают Пролог в Эдинбургском университете (Д. Уоррен). В отмеченное время широким фронтом ведут работы в области **нечеткой логики** и теории нечетких множеств (создана Л. Заде в 60-е годы). Эти работы получили официальный статус в амбициозной японской программе создания ЭВМ пятого

поколения. Японская программа подстегнула исследовательские работы во многих странах, включая СССР. Хотя результаты ее оказались не столь значительными, как ожидалось в начале, данная программа позволила четко уяснить существующие возможности, ограничения и надежды. Именно на волне этой программы началось широкое развитие проблематики экспертных систем.

Экспертные системы (ЭС) – это технологии извлечения решения задачи из базы знаний, представленной в удобном для машинной обработки виде.

Два основных механизма ЭС – база знаний и машина вывода – соответствуют двум составляющим системы решения задач – языку описания задачи и алгоритму решения задачи, отмеченным в начале параграфа.

В настоящее время ЭС нашли широкое коммерческое использование. Область применения включает медицину, психологию, промышленное планирование, теорию изобретений, САПР и пр. Задачи, которые решает ЭС, относятся к категории ***интеллектуальных.***