

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Искусственный интеллект	5
1.1. Введение в системы искусственного интеллекта	5
1.1.1. Понятие об искусственном интеллекте	5
1.1.2. Искусственный интеллект в России.	11
1.1.3. Функциональная структура системы искусственного интеллекта	13
1.2. Направления развития искусственного интеллекта	14
1.3. Данные и знания. Представление знаний в интеллектуальных системах.	17
1.3.1. Данные и знания. Основные определения	17
1.3.2. Модели представления знаний.	19
1.4. Экспертные системы	28
1.4.1. Структура экспертной системы	28
1.4.2. Разработка и использование экспертных систем	30
1.4.3. Классификация экспертных систем.	31
1.4.4. Представление знаний в экспертных системах	35
1.4.5. Инструментальные средства построения экспертных систем	36
1.4.6. Технология разработки экспертной системы	38
Контрольные вопросы и задания к главе 1	43
Литература к главе 1	44
Глава 2. Логическое программирование.	45
2.1. Методологии программирования.	45
2.1.1. Методология императивного программирования	46
2.1.2. Методология объектно-ориентированного программирования	48
2.1.3. Методология функционального программирования	50
2.1.4. Методология логического программирования	51
2.1.5. Методология программирования в ограничениях	53
2.1.6. Методология нейросетевого программирования.	54
2.2. Краткое введение в исчисление предикатов и доказательство теорем	55
2.3. Процесс логического вывода в языке Prolog	58

2.4. Структура программы на языке Prolog	62
2.4.1. Использование составных объектов	67
2.4.2. Использование альтернативных доменов	68
2.5. Организация повторений в языке Prolog	69
2.5.1. Метод отката после неудачи	70
2.5.2. Метод отсечения и отката	72
2.5.3. Простая рекурсия	73
2.5.4. Метод обобщенного правила рекурсии (ОПР)	73
2.6. Списки в языке Prolog	75
2.6.1. Операции над списками	80
2.7. Строки в языке Prolog	86
2.7.1. Операции над строками	87
2.8. Файлы в языке Prolog	90
2.8.1. Предикаты Prolog для работы с файлами	90
2.8.2. Описание файлового домена	92
2.8.3. Запись в файл	92
2.8.4. Чтение из файла	93
2.8.5. Модификация существующего файла	94
2.8.6. Дозапись в конец уже существующего файла	94
2.9. Создание динамических баз данных в языке Prolog	98
2.9.1. Базы данных на Prolog	98
2.9.2. Предикаты динамической базы данных в языке Prolog	99
2.10. Создание экспертных систем	103
2.10.1. Структура экспертной системы	103
2.10.2. Представление знаний	104
2.10.3. Методы вывода	105
2.10.4. Система пользовательского интерфейса	105
2.10.5. Экспертная система, базирующаяся на правилах	106
Контрольные вопросы и задания к главе 2	109
Литература к главе 2	111
Глава 3. Нейронные сети	112
3.1. Введение в нейронные сети	112
3.2. Искусственная модель нейрона	118
3.3. Применение нейронных сетей	122
3.4. Обучение нейросети	124
Контрольные вопросы и задания к главе 3	127
Литература к главе 3	127

ГЛАВА 1

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

1.1. Введение в системы искусственного интеллекта

1.1.1. Понятие об искусственном интеллекте

Система искусственного интеллекта (ИИ) — это программная система, имитирующая на компьютере процесс мышления человека. Для создания такой системы необходимо изучить сам процесс мышления человека, решающего определенные задачи или принимающего решения в конкретной области, выделить основные шаги этого процесса и разработать программные средства, воспроизводящие их на компьютере. Следовательно, методы ИИ предполагают простой структурный подход к разработке сложных программных систем принятия решений [5].

Искусственный интеллект — это направление информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка.

Идея создания искусственного подобия человека для решения сложных задач и моделирования человеческого разума, что называется, «витала в воздухе» еще в древнейшие времена. Родоначальником искусственного интеллекта считается средневековый испанский философ, математик и поэт Раймонд Луллий, который еще в XIII в. пытался создать механическое устройство для решения различных задач на основе разработанной им всеобщей классификации понятий.

Позже Лейбниц и Декарт независимо друг от друга продолжили эту идею, предложив универсальные языки классификации для всех наук. Эти работы можно считать первыми теоретическими работами в области искусственного интеллекта.

Однако окончательное рождение искусственного интеллекта как научного направления произошло только после создания ЭВМ в 1940-х гг., когда Норберт Винер создал свои основополагающие работы по новой науке — *кибернетике*.

Термин «искусственный интеллект» (ИИ; англ. AI — «Artificial Intelligence») был предложен в 1956 г. на семинаре с аналогичным названием в Дартмутском колледже (США). Этот семинар был посвящен разработке методов решения логических (а не вычислительных) задач. Заметим, что в английском языке данное словосочетание не имеет той слегка фантастической антропоморфной окраски, которую оно приобрело в довольно неудачном русском переводе. Слово «intelligence» означает всего лишь «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект» (для которого есть отдельный английский аналог «intellect»).

Вскоре после признания искусственного интеллекта одной областью науки произошло его разделение на два направления: *нейрокибернетику* и *кибернетику «черного ящика»*. Эти направления развивались практически независимо, существенно различаясь как в методологии, так и технологически. И только в настоящее время стали заметны тенденции к объединению этих частей вновь в единое целое.

Нейрокибернетика

Основную идею этого направления можно сформулировать следующим образом: «Единственный объект, способный мыслить, — это человеческий мозг, поэтому любое мыслящее устройство должно так или иначе воспроизводить его структуру». Таким образом, нейрокибернетика ориентирована на *программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга*. Усилия нейрокибернетики были сосредоточены на создании элементов, аналогичных нейронам, и на их объединении в функционирующие системы — *нейронные сети* [2].

Первые нейросети были созданы в 1956–1965-х гг. Это были не очень удачные попытки создать системы, моделирующие человеческий глаз и его взаимодействие с мозгом. Постепенно в 1970–1980-х гг. количество работ по этому направлению искусственного интеллекта стало снижаться, — слишком уж неутешительными были первые результаты.

Обычно авторы разработок объясняли свои неудачи малой памятью и низким быстродействием существующих в то время компьютеров.

Первый нейрокомпьютер был создан в Японии в рамках проекта «ЭВМ пятого поколения». К этому времени ограничения по памяти и быстродействию ЭВМ были практически сняты. Появились *транспьютеры* — компьютеры с большим количеством процессоров, реализующих параллельные вычисления. Транспьютерная технология — это один из десятка новых подходов к аппаратной реализации нейросетей, которые моделируют иерархическую структуру мозга человека.

В целом сегодня можно выделить три основных разновидности подходов к созданию нейросетей: аппаратный (создание специальных компьютеров, нейрочипов, плат расширения, наборов микросхем), программный (создание программ и программных инструментариев, рассчитанных на высокопроизводительные компьютеры; такие сети создаются «виртуально», в памяти компьютера, тогда как всю работу выполняют его собственные процессоры) и гибридный (комбинация первых двух способов).

Кибернетика «черного ящика» и искусственный интеллект

В основу этого подхода заложен принцип, противоположный нейрокибернетике. Здесь уже не имеет значения, как именно устроено «мыслящее» устройство, — главное, чтобы на заданные входные воздействия оно реагировало так же, как и человеческий мозг.

Сторонники этого направления мотивировали свой подход тем, что человек не должен слепо следовать природе в своих научных и технологических поисках. К тому же пограничные науки о человеке не смогли внести существенно-

[. . .]

естественного языка и простейших систем управления вида «стимул — реакция». Системы же второй группы базируются на математической интерпретации деятельности нервной системы (прежде всего мозга человека) и реализуются в виде *нейроподобных сетей* на базе нейроподобного элемента — аналога нейрона [1].

1.1.2. Искусственный интеллект в России

В 1954 г. в МГУ начал работу семинар «Автоматы и мышление» под руководством академика А. А. Ляпунова (1911–1973), одного из основателей российской кибернетики. В этом семинаре принимали участие физиологи, лингвисты, психологи, математики. Принято считать, что именно в это время родился искусственный интеллект в России. Как и за рубежом, в нем выделились два основных направления — нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика».

В 1954–1964-х гг. создавались отдельные программы и проводились исследования в области поиска решения логических задач. В ЛОМИ (Ленинградском отделении Математического института им. Стеклова) была создана *программа АЛПЕВ ЛОМИ*, автоматически доказывающая теоремы, которая основана на оригинальном обратном выводе Маслова, аналогичном методу резолюций Робинсона. Среди наиболее значимых результатов, полученных отечественными учеными в 1960-е гг., следует отметить *алгоритм «Кора»* М. М. Бонгарда, моделирующий деятельность человеческого мозга при распознавании образов. Большой вклад в становление российской школы искусственного интеллекта внесли и такие выдающиеся ученые, как М. Л. Цетлин, В. Н. Пушкин, М. А. Гаврилов, чьи ученики стали пионерами этой науки в России.

В 1965–1980-х гг. родилось новое направление ИИ — *ситуационное* (соответствующее *представлению знаний* в западной терминологии). Основателем этой научной школы стал профессор Д. А. Поспелов. Были разработаны и специальные *модели представления ситуаций* (представления знаний).

При том, что отношение к новым наукам в советской России всегда было настороженным, наука с таким «вызы-

вающим» названием тоже не избежала этой участи и была встречена в Академии наук «в штыки». К счастью, среди членов Академии наук СССР нашлись люди, не испугавшиеся столь необычного словосочетания в качестве названия нового научного направления. Однако только в 1974 г. при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР был создан научный совет по проблеме «Искусственный интеллект», его возглавил Д. А. Поспелов. По инициативе этого совета было организовано пять комплексных научных проектов, возглавляемых ведущими специалистами в данной области: «Диалог» (работы по пониманию естественного языка), «Ситуация» (ситуационное управление), «Банк» (банки данных), «Конструктор» (поисковое конструирование) и «Интеллект робота».

В 1980–1990-х гг. в нашей стране проводились активные исследования в области представления знаний, разрабатывались языки представления знаний и экспертные системы; в МГУ был создан язык *Рефал*.

В 1988 г. была сформирована Ассоциация искусственного интеллекта (АИИ), президентом которой единогласно был избран Д. А. Поспелов. В рамках этой ассоциации проводилось большое количество исследований, были организованы школы для молодых специалистов, семинары, симпозиумы, раз в два года проводились объединенные конференции, издавался научный журнал.

Следует отметить, что уровень теоретических исследований по искусственному интеллекту в России всегда был ничуть не ниже общемирового. Однако, к сожалению, начиная с 1980-х гг. на прикладных работах начинало сказываться постепенное отставание в технологии. На данный момент отставание в области разработки промышленных интеллектуальных систем составляет примерно 3–5 лет.

Основные области применения систем ИИ: доказательство теорем, игры, распознавание образов, принятие решений, адаптивное программирование, сочинение машинной музыки, обработка данных на естественном языке, обучающиеся сети (нейросети), вербальное концептуальное обучение.

1.1.3. Функциональная структура системы искусственного интеллекта

Функциональная структура системы ИИ (рис. 1.1) состоит из трех комплексов вычислительных средств. Первый из них представляет собой *исполнительную систему (ИС)* — совокупность средств, выполняющих программы и спроектированных с позиций эффективного решения задач; этот комплекс имеет в ряде случаев проблемную ориентацию. Второй комплекс — это совокупность *средств интеллектуального интерфейса*, имеющих гибкую структуру, которая обеспечивает возможность адаптации в широком спектре интересов конечных пользователей. Третьим комплексом средств, с помощью которых организуется взаимодействие первых двух комплексов, является *база знаний*, обеспечивающая использование вычислительными средствами первых

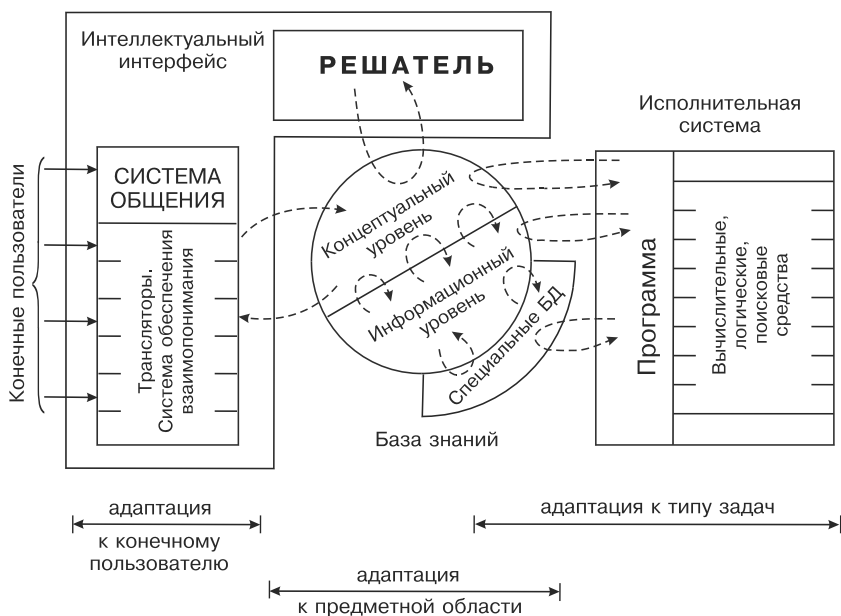


Рис. 1.1. Функциональная структура системы ИИ

[. . .]