

Введение в интеллектуальные системы

Лекция 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский.-СПб.: Питер, 2001.-384 с.: ил.
2. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн. 1. Системы общения и экспертные системы: Справочник / Под ред. Э.В. Попова.- М.: Радио и связь, 1990.-464 с.: ил.
3. Искусственный интеллект.-В 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник/ Под ред. Д.А. Поспелова.-М.: Радио и связь, 1990.-304 с.: ил.
4. П. Уинстон. Искусственный интеллект / Пер. с англ. В.Л. Стефанюка под ред. Д.А. Поспелова.- М.: Издательство «Мир», 1980.-520 с.
5. Питер Джексон. Введение в экспертные системы.: Пер. с англ.: Уч. пос.-М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.-624 с.: ил.-Парал. тит. англ.

СОДЕРЖАНИЕ:

- Краткая история искусственного интеллекта
- Предмет исследования и основные направления исследований в области искусственного интеллекта
- Трудно формализуемые задачи проектирования

Краткая история искусственного интеллекта

Идея создания искусственного подобия человека для решения сложных задач и моделирования человеческого разума возникла с древнейших времен (механическая статуя бога Амона в древнем Египте, бог Гефест в мифологии ковал человекоподобные существа-автоматы, Буратино и др.).

Первые теоретические работы в области искусственного интеллекта

Родоначальник искусственного интеллекта –

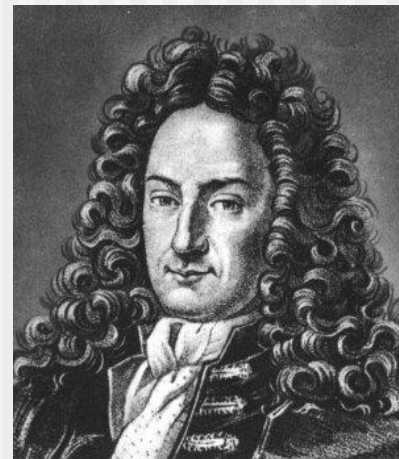
средневековый испанский философ, математик и поэт **Раймонд Луллий** в **XIII веке** попытался создать механическую машину для решения различных задач на основе разработанной им всеобщей классификации понятий.



Луллий Раймонд (1235 - 1316)

Первые теоретические работы в области искусственного интеллекта (2)

В *XVIII* веке *Лейбниц* и *Декарт* независимо друг от друга продолжили эту идею, предложив универсальные языки классификации всех наук.



Готфрид Лейбниц
(1646–1716)

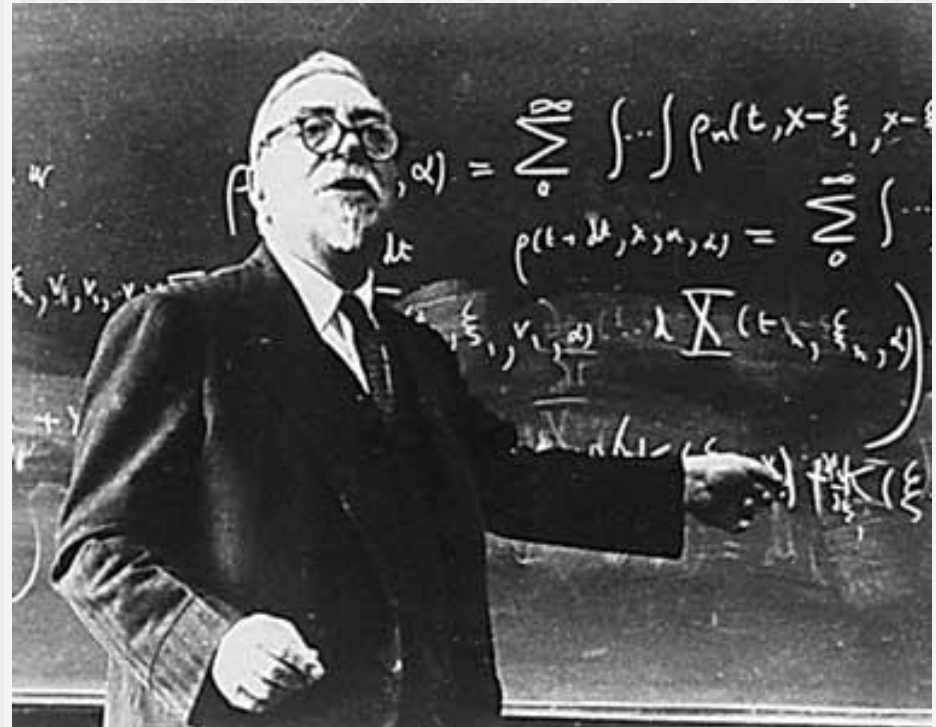


Рене Декарт
(1596 – 1650)

Рождение искусственного интеллекта как научного направления

произошло *после* создания ЭВМ в **40-х годах XX века.**

В это время **Норберт Винер** создал основополагающие **работы по кибернетике.**



Норберт Винер
(1894 - 1964)

Рождение термина «искусственный интеллект»

Термин ИИ – (AI – artificial intelligence (intelligence - умение рассуждать разумно)) предложен в 1956 г. на семинаре в Дартсмутском колледже (США). В 1969 г. в Вашингтоне состоялась I Международная объединенная конференция по искусственному интеллекту. Она и узаконила в своем названии термин *«искусственный интеллект»*.

Направления искусственного интеллекта

- 1. Нейрокибернетика*
- 2. Кибернетика
«черного ящика»*

Зарождение нейрокибернетики

Основная идея нейрокибернетики

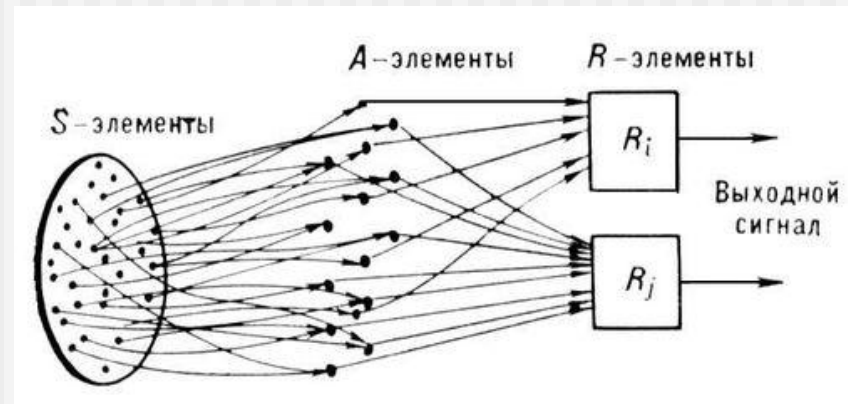
«Единственный объект, способный мыслить, - человеческий мозг. Поэтому любое «мыслящее устройство» должно воспроизводить структуру человеческого мозга».

Основная идея нейрокибернетики (2)

Нейрокибернетика ориентирована на программно-аппаратное моделирование структур, подобных структуре мозга. Основа человеческого мозга – нейроны. Усилия сосредоточены на создании элементов, аналогичных нейронам, и их объединении в функционирующие системы. Эти системы называют нейронными сетями или нейросетями.

Создание первых нейросетей

Первые нейросети созданы Френком Розенблаттом и Мак-Каллоком в 1956-1965 гг. Это были попытки смоделировать человеческий глаз и его взаимодействие с мозгом. Созданное устройство называлось персептроном и умело различать буквы алфавита.



Персептивная модель (персептрон)

Создание нейрокомпьютеров и транспьютеров

В 1980-х годах в Японии в рамках проекта «ЭВМ V поколения» был создан первый нейрокомпьютер, или компьютер IV поколения. Появились транспьютеры – параллельные компьютеры с большим количеством процессоров. Транспьютерная технология – один из десятка новых подходов к аппаратной реализации нейросетей, которые моделируют иерархическую структуру мозга человека. Основная область применения нейрокомпьютеров – задачи распознавания образов, например идентификация объектов по результатам аэрофотосъемки из космоса.

Подходы к созданию нейросетей

- *Аппаратный* – создание компьютеров, нейрочипов, микросхем, реализующих необходимые алгоритмы.
- *Программный* – создание программ и инструментариев, рассчитанных на высокопроизводительные компьютеры. Сети создаются в памяти компьютера.
- *Гибридный* – часть вычислений выполняют специальные платы расширений, часть – программные средства.

**Кибернетика
«Черного ящика»**

Основная идея кибернетики «черного ящика»

**«Не имеет значение, как
устроено «мыслящее»
устройство. Главное, чтобы
на заданные входные
воздействия оно
реагировало так же, как
человеческий мозг».**

Основная идея кибернетики «черного ящика» (2)

Главная ориентация этого направления ИИ – поиски алгоритмов решения интеллектуальных задач на существующих моделях компьютеров. Существенный вклад в становление новой науки внесли Джон Маккарти (автор первого языка для задач ИИ- ЛИСП), Марвин Минский (автор идеи фреймовой модели представления знаний), Саймон, Шоу и др.

В 1956-1963 г.г. активно велись поиски моделей и алгоритмов человеческого мышления и разработки первых программ на их основе. Были созданы и опробованы различные подходы:

Модель лабиринтного поиска (конец 50-х годов).

Задача представлялась как некоторое пространство состояний в форме графа, в котором проводится поиск оптимального пути от входных данных к результирующим. Для решения практических задач не нашли широкого применения. Программы описаны в первых учебниках по ИИ – они играют в 15, в шашки, шахматы и др.

Эвристическое программирование (начало 60-х годов) – разработка стратегии действий на основе известных, заранее заданных эвристик. Эвристика – правило, теоретически необоснованное, позволяющее сократить количество переборov в пространстве поиска.

Использование методов математической логики (1963-1970 г.г.)

для решения задач ИИ. **Робинсон** разработал **метод резолюций**, который позволяет автоматически доказывать теоремы при наличии набора исходных аксиом. Отечественный ученый **Маслов Ю.С.** предложил **обратный вывод**, решающий аналогичную задачу другим способом. На основе метода резолюций француз **Альбер Кольмероэ** в 1973 г. создал язык логического программирования **Пролог**. **Ньюэл, Саймон и Шоу** создали программу **«Логик-теоретик»**, которая доказывала школьные теоремы.

Однако логические модели имеют существенные ограничения по классам решаемых задач, т.к. реальные задачи часто не сводятся к набору аксиом и человек не использует классическую логику.

В США появились **первые коммерческие системы, основанные на знаниях, или экспертные системы** (середина 1970-х годов). На смену поиска универсального алгоритма мышления пришла идея моделировать конкретные знания специалистов-экспертов. Стал применяться новый подход к решению задач искусственного интеллекта – представление знаний. Это существенный прорыв в развитие практических приложений искусственного интеллекта. Созданы программы **MYCIN** (медицина), **DENDRAL** (химия). Финансирование осуществляется Пентагоном и др.

В конце 70-х в Японии объявлено о начале *проекта машин V поколения, основанных на знаниях*. Проект рассчитывался на 10 лет и включал много квалифицированных специалистов. В результате создан громоздкий и дорогой ПРОЛОГО-подобный язык, не получивший широкого признания. Были достигнуты результаты в различных прикладных задачах, японская ассоциация ИИ насчитывала к середине 90-х годов 40 тыс. чел.

Начиная с середины 1980-х годов растут капиталовложения в ИИ, создаются промышленные экспертные системы, ИИ становится одной из наиболее перспективных и престижных областей информатики (computer science).

История искусственного интеллекта в России

В 1954 г. в МГУ начал свою работу семинар «Автоматы и мышление» под руководством академика *Ляпунова А. А. (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, выделились два основных направления — нейрокибернетики и кибернетики «черного ящика».

В 1954-1964 гг. создаются отдельные программы и проводятся исследования в области **поиска решения логических задач**. В Ленинграде (ЛОМИ — Ленинградское отделение математического института им. Стеклова) создается программа АЛПЕВ ЛОМИ, **автоматически доказывающая теоремы**. Она основана на оригинальном обратном выводе Маслова, аналогичном методу резолюций Робинсона. Среди наиболее значимых результатов, полученных отечественными учеными в 60-е годы, следует отметить **алгоритм «Кора»** *Михаила Моисеевича Бонгарда*, моделирующий деятельность человеческого мозга при распознавании образов. Большой вклад в становление российской школы ИИ внесли выдающиеся ученые *Цетлин М.Л., Пушкин В.Н., Гаврилов М.А.*, чьи ученики и явились пионерами этой науки в России (например, знаменитая *Гавриловская школа*).

В 1965-1980 гг. происходит рождение нового направления — *ситуационного управления* (соответствует представлению знаний, в западной терминологии). Основателем этой научной школы стал проф. *Поспелов Д.А.* Были разработаны специальные модели представления ситуаций — представления знаний [Поспелов, 1986]. В ИПМ АН СССР был создан язык символьной обработки данных РЕФАЛ [Тургин, 1968].

Огромную роль в борьбе за признание ИИ в нашей стране сыграли академики *А.И. Бергн* и *Г.С. Поспелов*.



Поспелов Дмитрий Александрович



Поспелов Гермоген Сергеевич
1914 - 1998

Только в 1974 году при Комитете по системному анализу при президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект», его возглавил Г. С. Поспелов, его заместителями были избраны Д. А. Поспелов и Л. И. Микулич. В состав совета входили на разных этапах М. Г. Гаазе-Рапопорт, Ю. И. Журавлев, Л. Т. Кузин, А. С. Нариньяни, Д. Е. Охоцимский, А. И. Поло-винкин, О. К. Тихомиров, В. В. Чавчанидзе.

По инициативе Совета было организовано пять комплексных научных проектов, которые были возглавлены ведущими специалистами в данной области. Проекты объединяли исследования в различных коллективах страны: «Диалог» (работы по пониманию естественного языка, руководители А. П. Ершов, А. С. Нариньяни), «Ситуация» (ситуационное управление, Д. А. Поспелов), «Банк» (банки данных, Л. Т. Кузин), «Конструктор» (поисковое конструирование, А. И. Половинкин), «Интеллект работа» (Д. Е. Охоцимский). В 1980-1990 гг. проводятся активные исследования в области представления знаний, разрабатываются языки представления знаний, экспертные системы (более 300).

В 1988 г. создается АИИ — Ассоциация искусственного интеллекта. Ее членами являются более 300 исследователей.

Президентом Ассоциации единогласно избирается Д. А. Поспелов, выдающийся ученый, чей вклад в развитие ИИ в России трудно переоценить. Крупнейшие центры — в Москве, Петербурге, Переславле-Залесском, Новосибирске. В научный совет Ассоциации входят ведущие исследователи в области ИИ — В. П. Гладун, В. И. Городецкий, Г. С. Осипов, Э. В. Попов, В. Л. Стефанюк, В. Ф. Хорошевский, В. К. Финн, Г. С. Цейтин, А. С. Эрлих и другие ученые. В рамках Ассоциации проводится большое количество исследований, организуются школы для молодых специалистов, семинары, симпозиумы, раз в два года собираются объединенные конференции, издается научный журнал.

Уровень теоретических исследований по искусственному интеллекту в России ничуть не ниже мирового.

К сожалению, начиная с 80-х гг. на прикладных работах начинает сказываться постепенное отставание в технологии.

На данный момент отставание в области разработки промышленных интеллектуальных систем составляет порядка 3-5 лет.

**Предмет исследования и
основные направления
исследований в области
искусственного интеллекта**

Понятие «ИИ»

Искусственный интеллект – это одно из направлений 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.

Искусственный интеллект – это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, т.е. систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, - понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д. (Барр и Файгенбаум, 1981 г.)

Исследования в области искусственного интеллекта направлены на разработку программ, решающих такие задачи, с которыми сейчас лучше справляется человек, поскольку они требуют вовлечения таких функций головного мозга человека, как способность к обучению на основе восприятия, особой организации памяти и способности делать выводы на основе суждений.

Основные направления исследований в области искусственного интеллекта

- **Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях.**
- **Программное обеспечение систем искусственного интеллекта**
- **Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод**
- **Интеллектуальные роботы**
- **Обучение и самообучение**
- **Распознавание образов**
- **Новые архитектуры компьютеров**
- **Игры и машинное творчество**
- **Другие направления.**

1. Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях (knowledge-based systems)

Это основное направление в области разработки систем искусственного интеллекта. Оно связано с разработкой моделей представления знаний, созданием баз знаний, образующих ядро экспертных систем. В последнее время включает в себя модели и методы извлечения и структурирования знаний и сливается с инженерией знаний.

Модели и методы представления знаний

1. Фреймы и скрипты
2. Модальная логика
3. Логика первого порядка
4. Реляционные системы
5. Языки представления
6. Представления (процедурные и основанные на правилах)
7. Семантические сети
8. Темпоральная логика
9. Язык Пролог
10. Логическое программирование
11. База знаний
12. Экспертные системы
13. Когнитивное моделирование
14. Конвергентное управление

2. Программное обеспечение систем ИИ (**software engineering for AI**)

В рамках этого направления разрабатываются специальные языки для решения интеллектуальных задач, в которых традиционно упор делается на преобладание логической и символьной обработки над вычислительными процедурами. Эти языки ориентированы на символьную обработку информации — LISP, PROLOG, SMALLTALK, РЕФАЛ и др. Помимо этого создаются пакеты прикладных программ, ориентированные на промышленную разработку интеллектуальных систем, или программные инструментарии искусственного интеллекта, например KEE, ART, G2 [Хейес-Рот и др., 1987; Попов, Фоминых, Кисель, Шапот, 1996]. Достаточно популярно также создание так называемых пустых экспертных систем или «оболочек» — KAPPA, EXSYS, MI, ЭКО и др., базы знаний которых можно наполнять конкретными знаниями, создавая различные прикладные системы.

3. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод (natural language processing)

Начиная с 50-х годов одной из популярных тем исследований в области ИИ является **компьютерная лингвистика**, и, в частности, **машинный перевод** (МП).

Уже первая программа в области естественно-языковых (ЕЯ) интерфейсов — переводчик с английского на русский язык — продемонстрировала неэффективность первоначального подхода, основанного на пословном переводе. Однако еще долго разработчики пытались создать программы **на основе морфологического анализа**. Непопулярность такого подхода связана с очевидным фактом: человек может перевести текст только на основе понимания его смысла и в контексте предшествующей информации, или контекста. Иначе появляются переводы в стиле «Моя дорогая Маша — my expensive Masha». В дальнейшем системы МП усложнялись и в настоящее время используется несколько более сложных моделей:

- применение так называемых **«языков-посредников»** или языков смысла, в результате происходит дополнительная трансляция «исходный язык оригинала — язык смысла — язык перевода»;
- **ассоциативный поиск** аналогичных фрагментов текста и их переводов в специальных текстовых репозиториях или базах данных;
- **структурный подход**, включающий последовательный анализ и синтез естественно-языковых сообщений.

Традиционно такой подход предполагает наличие нескольких **фаз анализа**:

1. **Морфологический анализ** — анализ слов в тексте.
2. **Синтаксический анализ** — разбор состава предложений и грамматических связей между словами.
3. **Семантический анализ** — анализ смысла составных частей каждого предложения на основе некоторой предметно-ориентированной базы знаний.
4. **Прагматический анализ** — анализ смысла предложений в реальном контексте на основе собственной базы знаний.

Синтез ЕЯ-сообщений включает аналогичные этапы, но несколько в другом порядке.

4. Интеллектуальные роботы (robotics)

Идея создания роботов далеко не нова. Само слово «робот» появилось в 20-х годах, как производное от чешского «робота» — тяжелой грязной работы. Его автор — чешский писатель Карел Чапек, описавший роботов в своем рассказе «Р.У.Р».

Роботы — это электротехнические устройства, предназначенные для автоматизации человеческого труда.

Можно условно выделить несколько поколений в истории создания и развития робототехники:

- **I поколение.** *Роботы с жесткой схемой управления.* Практически все современные промышленные роботы принадлежат к первому поколению. Фактически это программируемые манипуляторы.

- **II поколение.** *Адаптивные роботы с сенсорными устройствами.* Есть образцы таких роботов, но в промышленности они пока используются мало.

- **III поколение.** *Самоорганизующиеся или интеллектуальные роботы.* Это — конечная цель развития робототехники. Основные нерешенные проблемы при создании интеллектуальных роботов — проблема машинного зрения и адекватного хранения и обработки трехмерной визуальной информации.

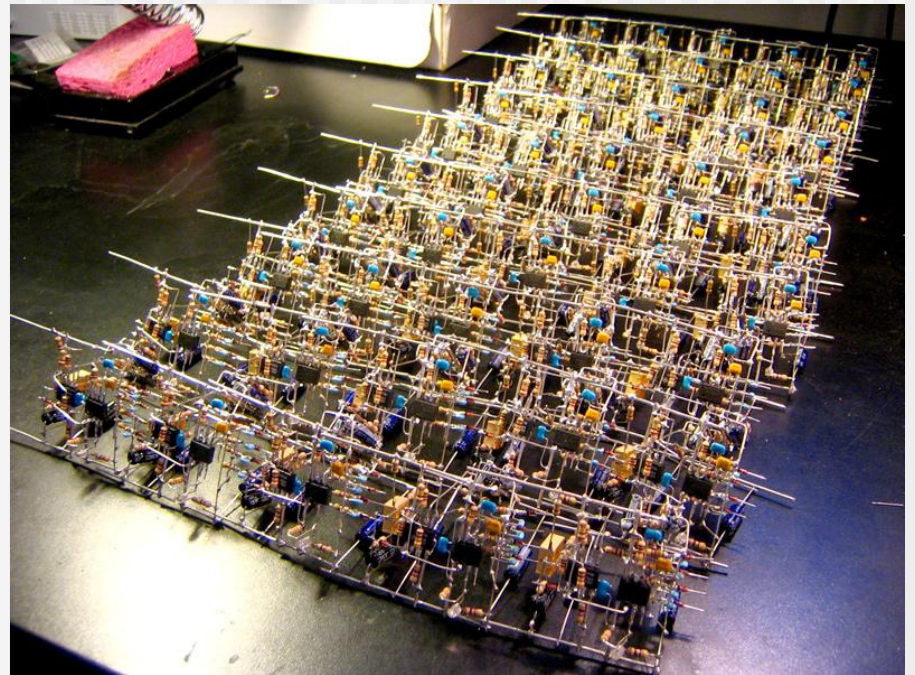
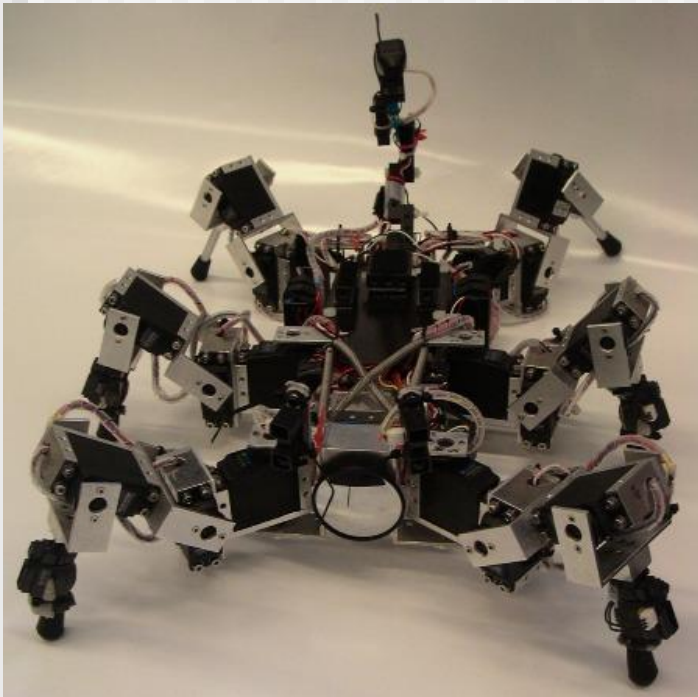
В настоящее время в мире изготавливается более 60 000 роботов в год.

Нейронные сети

Нейронная сеть – это кибернетическая модель нервной системы, которая представляет собой совокупность большого числа сравнительно простых элементов (нейронов)

- пчела - 80 нейронов
- тараканов – 300 нейронов
- человека - более 10^{10}

Реализация нейронных сетей



Робототехника

- 1947 г. – впервые разработаны механические руки для работы с радиоактивными материалами
- 60-х г. - появились осязаемые роботы, которые управлялись компьютерами
- 70-х г. – широкое внедрение роботов в производственные сферы

Деление роботов на поколения

1. (программные) имеют жесткую программу действий и характеризуются наличием элементарной обратной связи с окружающей средой
2. (очувствленные) обладают координацией движений с восприятием
3. роботы с искусственным интеллектом

В зависимости от функционального назначения, выделяют следующие типы роботов:

- Аптечный робот
- Андроид (человекообразный робот)
- Биоробот - человек или животное, у которого вместо мозга вставлен имплантат (процессор), всё остальное тело - органическое.
- Промышленный робот
- Транспортный робот
- Подводный робот
- Бытовой робот
- Боевой робот
- Зооробот
- Звероробот
- Летающий робот
- Медицинский робот
- Микроробот
- Наноробот
- Персональный робот
- Педикулятор
- Робот-артист
- Робот-игрушка
- Робот-официант
- Робот-программа
- Робот-хирург
- Робот-экскурсовод
- Социальный робот
- Шаробот

Актуальность создания интеллектуальных мобильных роботов

Автономные интеллектуальные мобильные роботы предназначены для автоматической работы в заранее неопределенных условиях внешней среды. Они могут применяться в различных областях человеческой деятельности и могут решать различные задачи. Например, доставлять грузы, перемещать различные предметы, производить разведку, производить какую-либо технологическую операцию на большом пространстве (например, уборку помещения) и т.п.

Подобные системы готовы заменить человека при выполнении сложных технологических операциях, связанных с повышенным риском или с работой в экстремальных средах, например, в условиях повышенной радиации, давлении или безвоздушном пространстве, а также заменить человеческий труд на непопулярных профессиях.

Робот-вертолет Mantis (2003 г.)

Австралийские инженеры из организации CSIRO разработали робот-вертолёт Mantis ("Богомол"), который способен к автономному полёту — впервые — без использования системы глобального позиционирования (GPS).

Высота "Богомола" 0,5 метра, а длина 1,5 метра. При этом новый вертолёт в 4-5 раз легче, чем любой другой беспилотный летательный аппарат, и стоит значительно дешевле.

Хотя роботом можно управлять дистанционно, в полёте машина может полагаться исключительно на свой компьютерный мозг и видеокамеры-глаза. Специально для вертолёта разработана система инерционного восприятия (Inertial Sensing System) с микроэлектромеханическими датчиками, сделанными из лёгкого сплава магния.



Роботы-солдаты Talon, SWORDS (2004 г.)

Солдаты с дистанционным управлением появились на свет в результате совместных действий армии США и маленькой компании из Массачусетса под названием [Foster-Miller](#).

Эта фирма была в ноябре прошлого года куплена [QinetiQ Group PLC](#), которая, в свою очередь, принадлежит министерству обороны Великобритании ([MOD](#)) и американскому холдингу [Carlyle Group](#).

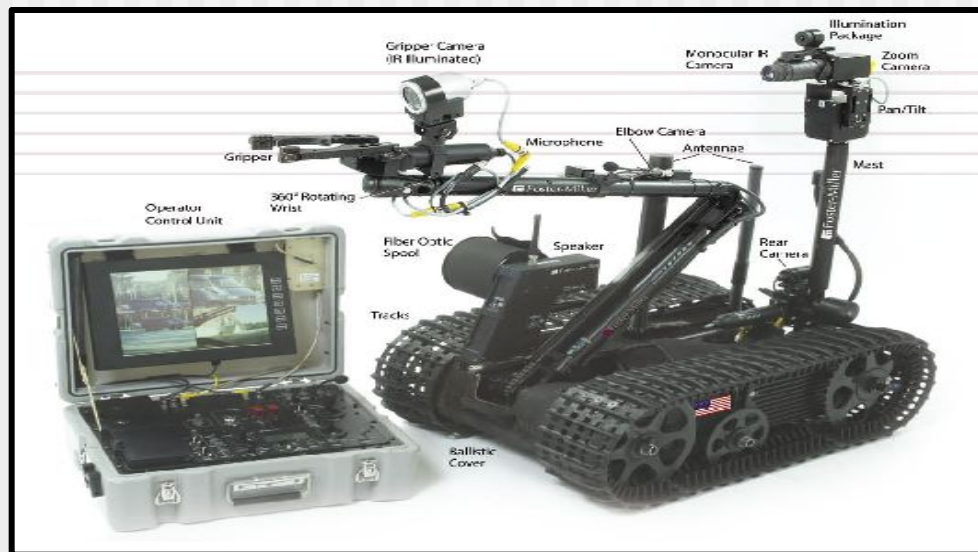
Всё началось с роботов, именуемых "Когтями" ([TALON](#)). Они находятся на военной службе с 2000 года, побывали в Боснии, Афганистане и том же Ираке, работали своими механическими руками на развалинах ВТЦ после терактов 11 сентября.

Их задачами были: обнаружение и обезвреживание взрывчатки вместе с наблюдением за неприятелем. И военные качеством выполнения этих задач были довольны.

Однако через некоторое время армейские чиновники и сотрудники Foster-Miller, по их же словам, получили известие от солдат. Дескать, нравятся нам "Когти", спору нет, но давайте дадим им хоть какое-нибудь оружие.

Идя навстречу пожеланиям военнослужащих, инженеры из армейского арсенала в Нью-Джерси ([Picatinny Arsenal](#)) и Foster-Miller всего за шесть месяцев и \$2 миллиона вооружили роботов.

Так "Когти" превратились в "Мечи" ([SWORDS](#) — [Special Weapons Observation Reconnaissance Detection Systems](#)), специальные системы обнаружения, разведки и наблюдения с оружием. Именно "Мечи" и окажутся в Ираке по весне. В стандартной комплектации у него имеется лёгкий пулемёт [M249](#) калибра 5,56 миллиметров (750 выстрелов в минуту) или "средний" пулемёт [M240](#) калибра 7,62 (700-1000 в минуту). Без перезарядки робот может произвести 300 и 350 выстрелов соответственно. Цена одной машины \$200 000.

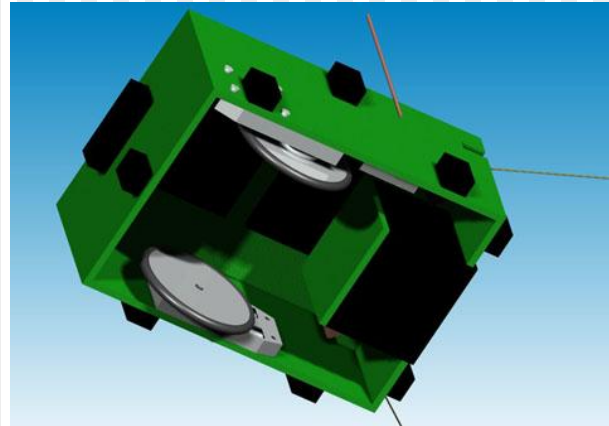


Робот-таракан InsBot (2003 г.)

Разработкой автоматизированного шпиона в тараканьем стане занимаются исследователи из трёх стран — Франции, Бельгии и Швейцарии. Уже сейчас InsBot способен проникать в группы тараканов, влиять на них и изменять их поведение.

В течение десятилетия прикинувшийся тараканом лазутчик будет выводить мерзких насекомых из тёмных кухонных закоулков на чистую воду — туда, где они могут быть уничтожены.

Разработчики робота-агента мечтают вовсе не о том, чтобы раз и навсегда извести тараканов. Их замыслы глобальнее. Используя роботов, они хотят управлять животными.



Интеллектуальный робот-пылесос (2003 г.) 14.01.03 11:16

Компания iRobot выпустила интеллектуальный пылесос, который получил имя Румба (Roomba). На его создание ушло три года и несколько миллионов долларов.

Основные задачи, которые были поставлены перед разработчиками - снизить цену робота и максимально уменьшить энергопотребление. Мощность Румбы - всего лишь 30 ватт против типичных 1000 ватт.

Робот снабжен пятью щетками, двумя электромоторами для передвижения и еще тремя - для работы щетками. Мощный мотор, засасывающий любую пыль, в Румбе отсутствует. Его замещают щетки с противовращением, собирающие крупный сор, и маломощный вакуумный моторчик. В результате устройство работает от никелевых аккумуляторов.

Колеса робота могут поворачиваться в любую сторону, поэтому он может выехать из самых затруднительных положений.

Четыре инфракрасных датчика контролируют расстояние до пола и сразу же сообщают системе управления об уклоне или достижении края ступенек.

Система контроля состоит из 8-битного 16 МГц микропроцессора, 128 байт памяти и специализированной операционной системы.

Стоимость такого роботизированного пылесоса - \$199.



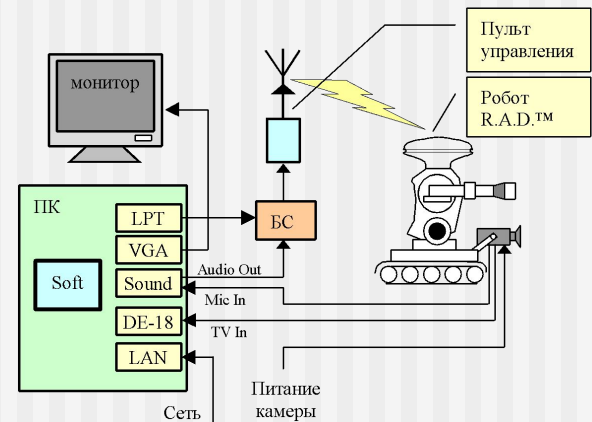
Интеллектуальный мобильный робот на основе игрушки (Россия, 2002 г.)

Данный робот разрабатывается на кафедре "Проблемы управления" МИРЭА. В данной работе целью являлось создания мобильного интеллектуального робота, который бы для начала реализовывал **функции движения к целевой точке в среде с препятствиями.**

Было решено, что робот должен обладать исключительно системой технического зрения.

Целевую точку такому роботу можно будет задать тремя способами:

- **лазерной указкой;**
- **оператором на карте;**
- **дистанционно через Интернет.**



Современные роботы



Современные роботы становятся способными не только заменять человека в каких-либо монотонных занятиях, но и вытворять такие трюки, которые многим из нас даже не снились

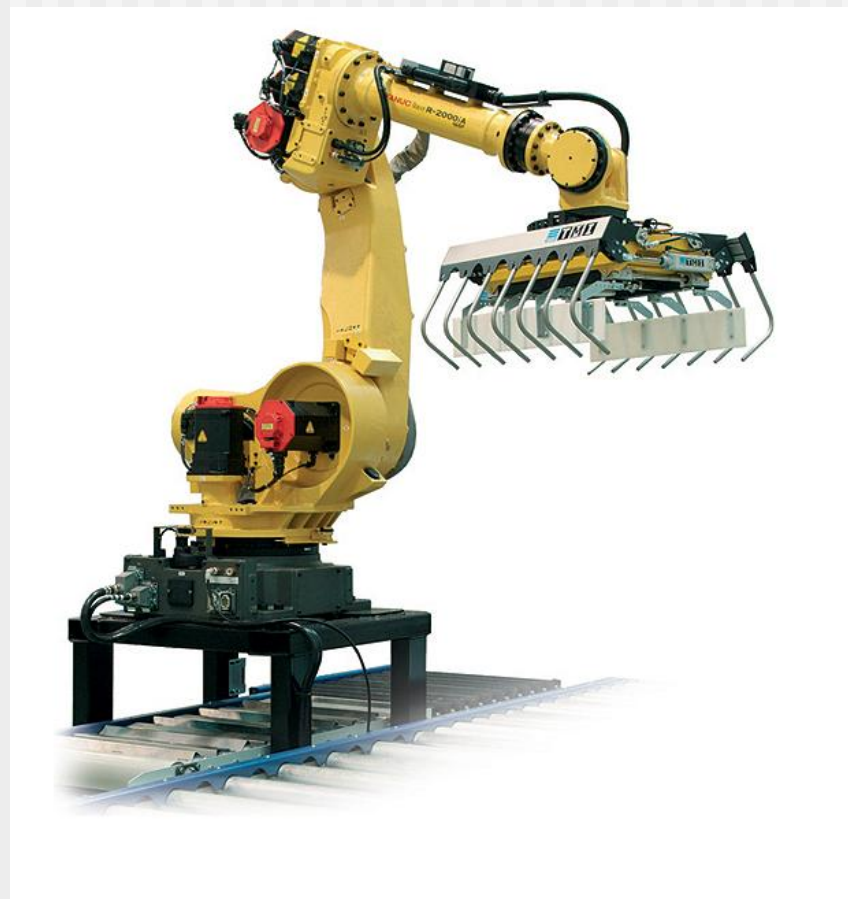


робот Murata Seiko способен передвигаться на одноколесном велосипеде



машина Salvador DaBot способна рисовать портреты

Промышленные роботы



Военные роботы



5. Обучение и самообучение (machine learning)

Активно развивающаяся область искусственного интеллекта. Включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление и формирование знаний на основе анализа и обобщения данных [Гаек, Гавранек, 1983; Гладуп, 1994; Финн, 1991]. Включает обучение по примерам (или индуктивное), а также традиционные подходы из теории распознавания образов.

В последние годы к этому направлению тесно примыкают стремительно развивающиеся системы data mining — анализа данных и knowledge discovery — поиска закономерностей в базах данных.

6. Распознавание образов (pattern recognition)

Традиционно — одно из направлений искусственного интеллекта, берущее начало у самых его истоков, но в настоящее время практически выделившееся в самостоятельную науку.

Ее основной подход — описание *классов объектов* через определенные значения значимых признаков. Каждому объекту ставится в соответствие матрица признаков, по которой происходит его распознавание. Процедура распознавания использует чаще всего специальные математические процедуры и функции, разделяющие объекты на классы. Это направление близко к машинному обучению и тесно связано с нейрокибернетикой.

7. Новые архитектуры компьютеров (new hardware platforms and architectures)

Самые современные процессоры сегодня основаны на традиционной последовательной архитектуре фон Неймана, используемой еще в компьютерах первых поколений. Эта архитектура крайне неэффективна для символьной обработки. Поэтому усилия многих научных коллективов и фирм уже десятки лет нацелены на разработку аппаратных архитектур, предназначенных для обработки символьных и логических данных.

Создаются Пролог- и Лисп-машины, компьютеры V и VI поколений. Последние разработки посвящены компьютерам баз данных, параллельным и векторным компьютерам [Амамия, Танака, 1993].

И хотя удачные промышленные решения существуют, высокая стоимость, недостаточное программное оснащение и аппаратная несовместимость с традиционными компьютерами существенно тормозят широкое использование новых архитектур.

8. Игры и машинное творчество

Это, ставшее скорее историческим, направление связано с тем, что на заре исследований ИИ традиционно включал в себя игровые интеллектуальные задачи — шахматы, шашки, го. В основе первых программ лежит один из ранних подходов — лабиринтная модель мышления плюс эвристики. Сейчас это скорее коммерческое направление, так как в научном плане эти идеи считаются тупиковыми.

Кроме того, это направление охватывает сочинение компьютером музыки [Зарипов, 1983], стихов, сказок [Справочник по ИИ, 1986] и даже афоризмов [Любич, 1998]. Основным методом подобного «творчества» является метод *пермутаций* (перестановок) плюс использование некоторых баз знаний и данных, содержащих результаты исследований по структурам текстов, рифм, сценариям и т. п.

9. Другие направления

ИИ — междисциплинарная наука, которая, как мощная река по дороге к морю, вбирает в себя ручейки и речки смежных наук. Стоит лишь взглянуть на основные рубрикаторы конференций по ИИ, чтобы понять, насколько широко простирается область исследований по ИИ:

- генетические алгоритмы;
- когнитивное моделирование;
- интеллектуальные интерфейсы;
- распознавание и синтез речи;
- дедуктивные модели.