

Лекция 2. Основные направления развития искусственного интеллекта.

2.1. Основные понятия искусственного интеллекта.

2.2. История искусственного интеллекта.

2.3. Современный искусственный интеллект.

2.4. Проблемы создания ИИ.

2.5. Практические реализации ИИ:

- Программы-собеседники
- Логические игры
- Распознавание образов, текста, речи
- Робототехника
- Экспертные системы

2.1. Основные понятия искусственного интеллекта

- **Искусственный интеллект (ИИ, англ. *Artificial intelligence, AI*)** — наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.
- **Интеллект** — способность системы (человека и «машины») создавать в ходе самообучения программы (в первую очередь эвристические) для решения задач определённого класса сложности и решать эти задачи.

Участники Российской ассоциации искусственного интеллекта дают следующие определения **ИИ**:

- **Научное направление**, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными.
- **Свойство** интеллектуальных систем выполнять функции (творческие), которые традиционно считаются прерогативой человека.
- **Интеллектуальная система** — это техническая или программная система, способная решать творческие задачи в конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.
- **Структура** интеллектуальной системы включает три основных блока — базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс.

- **Наука** под названием «Искусственный интеллект» входит в комплекс компьютерных наук, а создаваемые на её основе технологии принадлежат к информационным технологиям. Задачей этой науки является воссоздание с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий.
- Любая задача, для которой не известен алгоритм решения, может быть отнесена к области искусственного интеллекта. Примерами могут быть игра в шахматы, медицинская диагностика, составление резюме текста или перевода его на иностранный язык – для решения этих задач не существует четких алгоритмов.
- Еще две характерные особенности задач искусственного интеллекта: преобладающее использование информации в символьной (а не в числовой) форме и наличие выбора между многими вариантами в условиях неопределенности.

www.AIportal.ru



2.2. История искусственного интеллекта

Термин искусственный интеллект был предложен в 1956 г. Джоном Маккарти (штат Нью-Гемпшир, США) на Дортмундской конференции.

История ИИ как нового научного направления начинается в **середине XX века**. К этому времени уже сформированы основные **предпосылки** его зарождения:

- обсуждение философами вопросов о природе человека и процессе познания мира,
- разработка нейрофизиологами и психологами теорий относительно работы человеческого мозга и мышления,
- решение экономистами и математиками вопросов оптимальных расчётов и представления знаний о мире в формализованном виде;
- зарождение фундамента математической теории вычислений — теории алгоритмов;
- создание первых компьютеров.

Периоды развития ИИ

- 60-е – начало 70-х годов XX века – исследования по "общему интеллекту", попытки смоделировать общие интеллектуальные процессы, свойственные человеку: свободный диалог, решение разнообразных задач, доказательство теорем, различные игры (типа шашек, шахмат и т.д.), сочинение стихов и музыки и т.д.;
- 70-е годы – исследования и разработка подходов к формальному представлению знаний и умозаключений, попытки свести интеллектуальную деятельность к формальным преобразованиям символов, строк и т.д.;
- с конца 70-х годов – разработка специализированных на определенных предметных областях интеллектуальных систем, имеющих прикладное практическое значение (экспертных систем);
- 90-е годы – фронтальные работы по созданию ЭВМ 5-го поколения, построенных на иных принципах, чем обычные универсальные ЭВМ, и программного обеспечения для них.

В настоящее время "искусственный интеллект" – мощная ветвь информатики, имеющая как фундаментальные, чисто научные основы, так и весьма развитые технические, прикладные аспекты, связанные с созданием и эксплуатацией работоспособных образцов интеллектуальных систем.

История развития искусственного интеллекта в СССР и России

- Коллежский советник Семён Николаевич Корсаков (1787—1853) ставил задачу усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и устройств, перекликающуюся с современной концепцией ИИ.
- В 1832 С. Н. Корсаков опубликовал описание пяти изобретённых им механических устройств («интеллектуальных машин») для частичной механизации умственной деятельности в задачах поиска, сравнения и классификации.
- В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты, игравшие у него роль баз знаний, а сами машины по существу являлись предтечами экспертных систем.
- В СССР работы в области искусственного интеллекта начались в 1960-х годах. В Московском университете и Академии наук был выполнен ряд пионерских исследований, возглавленных Вениамином Пушкиным и Д.А. Пospelовым.

- До 1970-х годов в СССР все исследования ИИ велись в рамках кибернетики. По мнению Д.А. Пospelова, науки «информатика» и «кибернетика» были в это время смешаны, по причине ряда академических споров. Только в конце 1970-х в СССР начинают говорить о научном направлении «искусственный интеллект» как разделе информатики. При этом родилась и сама информатика, подчинив себе прародительницу «кибернетику».
- В конце 1970-х создаётся толковый словарь по искусственному интеллекту, трёхтомный справочник по искусственному интеллекту и энциклопедический словарь по информатике, в котором разделы «Кибернетика» и «Искусственный интеллект» входят наряду с другими разделами в состав информатики.
- Термин «информатика» в 1980-е годы получает широкое распространение, а термин «кибернетика» постепенно исчезает из обращения, сохранившись лишь в названиях тех институтов, которые возникли в эпоху «кибернетического бума» конца 1950— начала 1960-х годов. Такой взгляд на искусственный интеллект, кибернетику и информатику разделяется не всеми. Это связано с тем, что на Западе границы данных наук несколько отличаются.

2.3. Современный искусственный интеллект

Можно выделить два направления развития ИИ:

- решение проблем, связанных с приближением специализированных систем ИИ к возможностям человека, и их интеграции, которая реализована природой человека;
- создание искусственного разума, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.



- Сегодня за счет достижений в области искусственного интеллекта создано большое количество научных разработок, которые существенно упрощают жизнь людей. Распознавание речи или отсканированного текста, решение вычислительно сложных задач за короткое время и многое другое - все это стало доступно благодаря развитию **ИИ**.
- Замена человека-специалиста на системы искусственного интеллекта, в частности на экспертные системы, позволяет существенно ускорить и удешевить процесс производства. Системы искусственного интеллекта всегда объективны и результаты их работы не зависят от настроения и ряда других субъективных факторов, присущих человеку.
- Тем не менее в ближайшем будущем труд человека вряд ли удастся заменить работой искусственного интеллекта. Опыт показывает, что на сегодняшний день системы искусственного интеллекта достигают наилучших результатов, функционируя совместно с человеком. Ведь именно способность человека мыслить нестандартно позволяет ему развиваться и находить решения самых сложных задач.

Некоторые известные ИИ-системы

- **Deep Blue** — победил чемпиона мира по шахматам. Матч Каспаров против суперЭВМ не принёс удовлетворения ни компьютерщикам, ни шахматистам, и система не была признана Каспаровым. Затем линия суперкомпьютеров IBM проявилась в проектах Brute force BluGene (молекулярное моделирование) и моделирование системы пирамидальных клеток в швейцарском центре Blue Brain.
- **Watson** — перспективная разработка IBM, способная воспринимать человеческую речь и производить вероятностный поиск, с применением большого количества алгоритмов. Для демонстрации работы **Watson** принял участие в американской игре «Jeopardy!», аналога «Своей игры» в России, где системе удалось выиграть в обеих играх.

- **MYCIN** — одна из ранних экспертных систем, которая могла диагностировать небольшой набор заболеваний, причем часто так же точно, как и доктора.
- **20Q** - проект, основанный на идеях ИИ, по мотивам классической игры «20 вопросов». Стал очень популярен после появления в Интернете на сайте 20q.net.
- **ViaVoice** – система распознавания речи, способная обслуживать потребителей.
- Роботы в ежегодном турнире **RoboCup** соревнуются в упрощённой форме футбола.
- Банки применяют системы искусственного интеллекта (СИИ) в страховой деятельности (актуарная математика), при игре на бирже и управлении собственностью. Методы распознавания образов (включая, как более сложные и специализированные, так и нейронные сети) широко используют при оптическом и акустическом распознавании (в том числе текста и речи), медицинской диагностике, спам-фильтрах, в системах ПВО (определение целей), а также для обеспечения ряда других задач национальной безопасности.

- Основной особенностью интеллектуальных систем является то, что они основаны на знаниях, а вернее, на некотором их представлении. Знания здесь понимаются как хранимая (с помощью ЭВМ) информация, формализованная в соответствии с некоторыми правилами, которую ЭВМ может использовать при логическом выводе по определенным алгоритмам.
- Наиболее фундаментальной и важной проблемой является описание смыслового содержания проблем самого широкого диапазона, т.е. должна использоваться такая форма описания знаний, которая гарантировала бы правильную обработку их содержимого по некоторым формальным правилам. Эта проблема называется проблемой представления знаний.

2.4. Проблемы создания ИИ

- Среди исследователей ИИ до сих пор не существует единой точки зрения на критерии интеллектуальности, систематизацию решаемых целей и задач, нет даже строгого определения науки. Существуют разные точки зрения на вопрос, что считать интеллектом.
- Вопрос «Может ли машина мыслить?», поставленный Аланом Тьюрингом, подтолкнул исследователей к созданию науки о моделировании человеческого разума. Две основных точки зрения на этот вопрос носят названия гипотез **сильного** и **слабого** искусственного интеллекта.

Термин «**сильный искусственный интеллект**» ввёл Джон Сёрль, его же словами подход и характеризуется:

- Такая программа будет не просто моделью разума; она в буквальном смысле слова сама и будет разумом, в том же смысле, в котором человеческий разум — это разум.
- При этом нужно понять, возможен ли «чистый искусственный» разум («метаразум»), понимающий и решающий реальные проблемы и, вместе с тем, лишённый эмоций, характерных для человека и необходимых для его индивидуального выживания.

Сторонники **слабого ИИ** предпочитают рассматривать программы лишь как инструмент, позволяющий решать те или иные задачи, которые не требуют полного спектра человеческих познавательных способностей.

Возможности новых машин в плане скорости вычислений оказались больше человеческих, поэтому в учёном сообществе зародился вопрос:

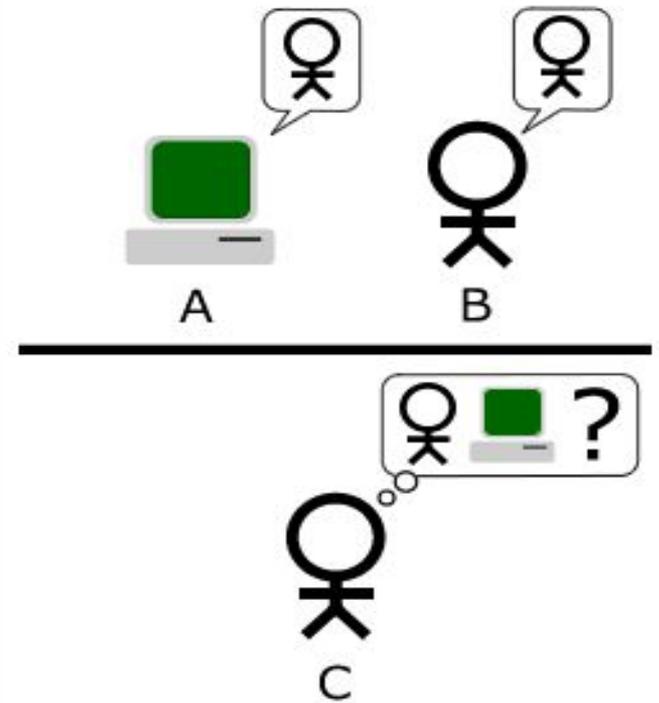
Каковы границы возможностей компьютеров и достигнут ли машины уровня развития человека?

В **1950** году английский учёный **Алан Тьюринг**, один из пионеров в области вычислительной техники, опубликовал в философском журнале «Mind» статью «Вычислительные машины и разум» (англ. - Computing Machinery and Intelligence) с целью определить, может ли машина мыслить.

В статье описана процедура, позволяющая определить момент, когда машина сравнивается в плане разумности с человеком, получившую название **теста Тьюринга**.

Тест Тьюринга

Стандартная интерпретация этого теста звучит следующим образом: *«Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор».*



- Все участники теста не видят друг друга. Если судья не может сказать определенно, кто из собеседников является человеком, то считается, что машина прошла тест.
- Чтобы протестировать именно интеллект машины, а не её возможность распознавать устную речь, беседа ведется в режиме «только текст», например, с помощью клавиатуры и экрана (компьютера-посредника).
- Переписка должна производиться через контролируемые промежутки времени, чтобы судья не мог делать заключения, исходя из скорости ответов.
- Во времена Тьюринга компьютеры реагировали медленнее человека. Сейчас это правило необходимо, потому что они реагируют гораздо быстрее, чем человек.

Мысленный эксперимент «Китайская комната»

Джона Сёрля

аргумент в пользу того, что прохождение теста Тьюринга не является критерием наличия у машины подлинного процесса мышления. Был предложен в 1980 году в статье «Minds, Brains, and Programs» («Разум, мозг и программы») и по сути является критикой теста Тьюринга.

- **Частным выводом является невозможность полной имитации разума с помощью программ синтаксического анализа.**

Возьмём какой-нибудь язык, которого мы не понимаем. Текст, написанный **по-китайски**, воспринимается как набор бессмысленных каракулей.

Предположим:

- меня поместили в комнату, в которой расставлены корзинки, полные китайских иероглифов;
- мне дали учебник на родном языке, в котором приводятся правила сочетания символов китайского языка, причём правила эти можно применять, зная лишь форму символов, понимать значение символов совсем необязательно.

Например, правила могут гласить: «Возьмите такой-то иероглиф из корзинки номер один и поместите его рядом с таким-то иероглифом из корзинки номер два».

- Представим себе, что находящиеся за дверью комнаты люди, понимающие китайский язык, передают в комнату наборы символов и что в ответ я манипулирую символами согласно правилам и передаю обратно другие наборы символов.
- В данном случае книга правил есть не что иное, как «компьютерная программа». Люди, написавшие её, — «программисты», а человек играет роль «компьютера».
- Корзинки, наполненные символами, — это «база данных»; наборы символов, передаваемых в комнату, это «вопросы», а наборы, выходящие из комнаты, это «ответы».

- Предположим далее, что книга правил написана так, что мои «ответы» на «вопросы» не отличаются от ответов человека, свободно владеющего китайским языком. Например, люди, находящиеся снаружи, могут передать непонятные мне символы, означающие; «Какой цвет вам больше всего нравится?» В ответ, выполнив предписанные правилами манипуляции, я выдам символы мне также непонятные и означающие, что мой любимый цвет синий, но мне также очень нравится зелёный.
- Таким образом, я выдержу тест Тьюринга на понимание китайского языка. Но все же на самом деле я не понимаю ни слова по-китайски. К тому же я никак не могу научиться этому языку в рассматриваемой системе, поскольку не существует никакого способа, с помощью которого я мог бы узнать смысл хотя бы одного символа. Подобно компьютеру, я манипулирую символами, но не могу придать им какого бы то ни было смысла.

- Этот пример соответствует системе быстрого обучения формальным знаниям для решения типовых задач, которая сегодня стала вытеснять в коммерческих школах аналитическую систему образования. Такие специалисты с программным мышлением способны быстро, не раздумывая, решать задачи из заученного набора, но абсолютно беспомощны в нестандартной ситуации.
- Аналитическое мышление, используя собственные знания, может путем сопоставления комбинаций символов и анализа порядка в передаваемых сообщениях для ответа, определить устойчивые сценарии их применения, а значит построить классификатор условных понятий и форм применения.
- Полученную формальную систему можно согласовать с собственной системой знаний, по принципу непротиворечивости перевода высказываний на обоих языках в общем пространстве мышления. В результате мы получим однозначное относительное представление о неизвестном языке, но конкретные характеристики объектов в этом языке останутся неопределенными.

Формализация

В 1984 году Сёрль формулирует свою идею более формализованно. Он рассматривает следующие предпосылки:

- Предпосылка 1: Мозг порождает разум.
- Предпосылка 2: Синтаксиса недостаточно для существования семантики.
- Предпосылка 3: Компьютерная программа полностью определяется своей синтаксической структурой.
- Предпосылка 4: Человеческий разум оперирует смысловым содержанием (семантикой).

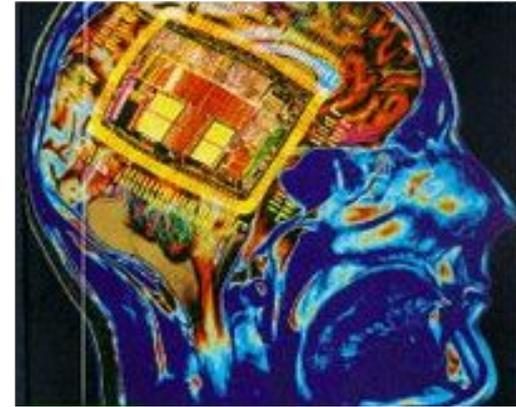
И делает заключения:

- Заключение 1: Программы не являются сущностью разума и их наличия недостаточно для наличия разума.
- Заключение 2: Тот способ, посредством которого человеческий мозг на самом деле порождает ментальные явления, не может сводиться лишь к выполнению компьютерной программы.
- Заключение 3: То, что порождает разум, должно обладать по крайней мере причинно-следственными свойствами, эквивалентными соответствующим свойствам мозга.

Фактически он опирается на тот факт, что любой мозг является сложной нейронной сетью с глубокой вложенностью, взаимодействующей с системой других аналогичных сетей, и работа всей этой системы, являющейся "большой" системой с бесконечным недетерминированным количеством состояний, по сути и порождающая разум отдельного субъекта, не может быть смоделирована с помощью конечных автоматов любого типа.

Системы искусственного интеллекта

Есть самостоятельное научное направление – Системы Искусственного Интеллекта (СИИ), и соответствующая дисциплина, которая после того, как кибернетику перестали называть лженаукой, преподается во многих технических вузах. В рамках СИИ выделяются 4 крупных направления:



- Нейрокибернетика
Отталкивается от положения, что мозг – единственное известное мыслящее устройство, следовательно СИИ должна повторять структуру мозга. СИИ нужно разрабатывать, начиная с моделей нейронов, из которых в дальнейшем необходимо строить нейронные сети, которые могут быть обучены решению задач.
- Имитационная кибернетика
Утверждает, что не имеет значения, как устроено мыслящее устройство, главное чтобы оно выполняло функции мозга.
- Распределенный ИИ
Использует достижения 1,2,4 направлений для построения «сообщества» интеллектуальных программ, которые называются агентами. Каждый из агентов решает свою задачу в целях решения глобальной задачи, поставленной перед сообществом.
- Эволюционная кибернетика
Исследует возможности применения законов эволюции для решения научно-практических задач. Использует модели первых трех подходов. Путем моделирования естественного отбора хорошо решает задачи оптимизации.

Выводы

- Искусственный интеллект – это научное направление, связанное с машинным моделированием человеческих интеллектуальных функций.
- Понятие искусственный интеллект обычно используется для обозначения способности вычислительной системы выполнять задачи, свойственные интеллекту человека, например задачи логического вывода и обучения.
- Любая задача, алгоритм решения которой заранее не известен или же данные неполные может быть отнесена к задачам области ИИ. Это например игра в шахматы, чтение текста, перевод текста на другой язык и т.д.
- Системы, программы, выполняющие действия по решению задачи можно отнести к ИИ, если результат их деятельности аналогичен результату человека при решении той же задачи. Поэтому к ИИ можно отнести целый ряд программных средств: системы распознавания текста, автоматизированного проектирования, самообучающиеся программы и др. Но не только по этому, а еще и потому, что они работают по сходным принципам с человеком.
- Есть два основных перспективных направления в исследовании ИИ. Первое заключается в приближении систем ИИ к принципам человеческого мышления. Второе заключается в создании ИИ, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.

2.5. Практические реализации искусственного интеллекта

- программы-собеседники
- логические игры
- распознавание образов
- распознавание текста
- распознавание речи
- автоматические системы управления (робототехника)
- экспертные системы

Программы-собеседники

- **Виртуальный собеседник** (англ. *chatbot*) — это компьютерная программа, которая создана для имитации речевого поведения человека при общении с одним или несколькими пользователями.
- Одним из первых виртуальных собеседников была программа **Элиза**, созданная в 1966 году Джозефом Вейзенбаумом. **Элиза** пародировала речевое поведение психотерапевта, реализуя технику активного слушания, переспрашивая пользователя и используя фразы типа «Пожалуйста, продолжайте».
- Предполагается, что идеальная программа-собеседник должна пройти Тест Тьюринга. Проводятся ежегодные конкурсы программ-собеседников (в основном англоязычных). Один из самых известных — конкурс Лебнера.

- Цели конкретных диалогов между людьми различаются. Можно просто «поболтать», а можно обсудить важную проблему. Реализация последнего типа диалога представляет дополнительную проблему: **научить программу мыслить**. Поэтому функциональность большинства современных программ ограничивается возможностью ведения незатейливой беседы.
- Программы, способные **понимать** отдельные высказывания пользователя, образуют класс программ с естественно-языковым интерфейсом. **(Вопросно-ответная система)**
- Создание виртуальных собеседников граничит с проблемой общего искусственного интеллекта, то есть единой системы (программы, машины), моделирующей интеллектуальную деятельность человека.

Вопросно-ответная система (QA-система; от англ. QA — *Question-answering system*) — информационная система, способная принимать вопросы и отвечать на них на естественном языке, другими словами, это система с естественно-языковым интерфейсом.

Вопросно-ответные системы можно условно разделить на:

- **Узкоспециализированные** QA-системы работают в конкретных областях (например, медицина или обслуживание автомобилей).
- **Общие** QA-системы работают с информацией по всем областям знаний, таким образом появляется возможность вести поиск в смежных областях.

Первые QA-системы были разработаны в 60-х годах и являлись естественно-языковыми оболочками для экспертных систем, ориентированных на конкретные области. Современные системы предназначены для поиска **ответов на вопросы** в предоставляемых документах с использованием технологий обработки естественных языков (NLP).

Принцип действия виртуальных собеседников

Виртуальные собеседники работают с «живым» языком. Обработка естественного языка, особенно разговорного стиля — острая проблема искусственного интеллекта. Современные программы-собеседники — лишь попытки имитировать разумный диалог с машиной.

Как любая интеллектуальная система, виртуальный собеседник имеет базу знаний. В простейшем случае она представляет собой наборы возможных **вопросов** пользователя и соответствующих им **ответов**.

Наиболее распространённые методы выбора ответа в этом случае следующие:

- **Реакция на ключевые слова:** Данный метод был использован в **Элизе**. Например, если фраза пользователя содержала слова «отец», «мать», «сын» и другие, **Элиза** могла ответить: «Расскажите больше о вашей семье».
- **Совпадение фразы:** Имеется в виду похожесть фразы пользователя с теми, что содержатся в базе знаний. Может учитываться также порядок слов.
- **Совпадение контекста:** Часто в руководствах к программам-собеседникам просят не использовать фразы, насыщенные местоимениями, типа: «А что это такое?» Для корректного ответа некоторые программы могут проанализировать предыдущие фразы пользователя и выбрать подходящий ответ.

Своеобразной мини-проблемой являются идентификация форм слова и синонимов.

Логические игры

- В 1954 году американцы А. Ньюэлл, Дж. Шоу, Г. Саймон и голландец А. Де Гроот совместно создали первый в истории человечества символьный язык программирования ИПЛ1 и в 1957 году написали на нем программу для **игры в шахматы**.
- В 1960 г. этой же группой была написана программа GPS (General Problem Solver) — универсальный **решатель задач**. Программа могла справиться с рядом головоломок, решением интегралов и некоторыми другими задачами.
- В 1962 году кибернетиком А. Самуэлем была создана программа для **игры в шашки**. Она была столь успешной, что смогла выиграть у сильнейшего шашкиста США Р. Нили.
- В конце 60-х годов появились первые **игровые программы**, системы для элементарного анализа текста и решения математических задач. Уже тогда стала известна основная проблема ИИ: программа, которая играет в шахматы, никогда не будет играть в шашки или домино. Разработчики поняли и еще одно: всем написанным программам не хватает самого важного — знаний в соответствующих областях. Эти вопросы исследователи стремились решить в следующем десятилетии.
- В 1974 году состоялся международный шахматный турнир электронных машин. Победу в нем одержала советская машина с шахматной программой "Каисса". Позже программа с подобным ИИ победила всемирного гроссмейстера Г. Каспарова. Конфигурация компьютера была такова: 256 процессоров с 4 Гб дисковой памяти и 128 Мб ОЗУ каждый.

Распознавание образов

- развитие средств поиска, индексирования и анализа смысла изображений, согласования содержимого справочных каталогов при автоматической каталогизации, организации защиты от копирования,
- развитие машинного зрения, алгоритмов распознавания и классификации образов



Теория распознавания образов - раздел информатики, развивающий теоретические основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и т. п. объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков.

Создание искусственных систем **распознавания образов** остаётся сложной теоретической и технической проблемой. Необходимость в таком распознавании возникает в самых разных областях — от военного дела и систем безопасности до оцифровки всевозможных аналоговых сигналов.

Основные направления:

- Изучение способностей к распознаванию, которыми обладают живые существа, объяснение и моделирование их.
- Развитие теории и методов построения устройств, предназначенных для решения отдельных задач в прикладных целях.

Распознавание образов — это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных.

Распознавание текста

- **Оптическое распознавание символов** (англ. *optical character recognition, OCR*) — механический или электронный перевод изображений рукописного, машинописного или печатного текста в текстовые данные — последовательность кодов, использующихся для представления символов в компьютере (например, в текстовом редакторе). Распознавание широко используется для конвертации книг и документов в электронный вид, для автоматизации систем учёта в бизнесе или для публикации текста на веб-странице.
- Оптическое распознавание текста позволяет редактировать текст, осуществлять поиск слова или фразы, хранить его в более компактной форме, демонстрировать или распечатывать материал, не теряя качества, анализировать информацию, а также применять к тексту электронный перевод, форматирование или преобразование в речь.

- Автоматический анализ естественных языков (лексический, морфологический, терминологический, выявление незнакомых слов, распознавание национальных языков, перевод, коррекция ошибок, эффективное использование словарей).
- **ABBYY FineReader** – программа для распознавания текста, позволяет быстро и точно переводить изображения документов и PDF-файлы в электронные редактируемые форматы без необходимости перепечатывания.
- Получить изображение для распознавания можно не только с помощью сканера: достаточно иметь цифровой фотоаппарат или мобильный телефон со встроенной фотокамерой.

Распознавание речи

это процесс преобразования речевого сигнала в цифровую информацию (напр., текстовые данные). Обратной задачей является синтез речи.

- Первое устройство для распознавания речи появилось в 1952 году, оно могло распознавать произнесённые человеком цифры. В 1964 году на ярмарке компьютерных технологий в Нью-Йорке было представлено устройство **IBM Shoebox**.
- Коммерческие программы по распознаванию речи появились в начале девяностых годов. Обычно их используют люди, которые из-за травмы руки не в состоянии набирать большое количество текста. Эти программы (например, **Dragon NaturallySpeaking**, **VoiceNavigator**) переводят голос пользователя в текст, таким образом, разгружая его руки.

- Увеличение вычислительных мощностей мобильных устройств позволило и для них создать программы с функцией распознавания речи. Среди таких программ стоит отметить приложение **Microsoft Voice Command**, которое позволяет работать со многими приложениями при помощи голоса. Например, можно включить воспроизведение музыки в плеере или создать новый документ.
- Цель сегодняшних систем распознавания речи - гибкость, естественность языковых команд. Иными словами - пользователь желает отдавать команды устройствам "своими словами", не задумываясь над построением фраз.
- Такую гибкость могут обеспечить либо системы типа client-server (**Google, Sin**) за счет накопления всевозможных произнесений фраз, либо те системы, что дают пользователям возможность создавать собственные команды из привычных им фраз, предложений, словечек (**Speereo Software**).

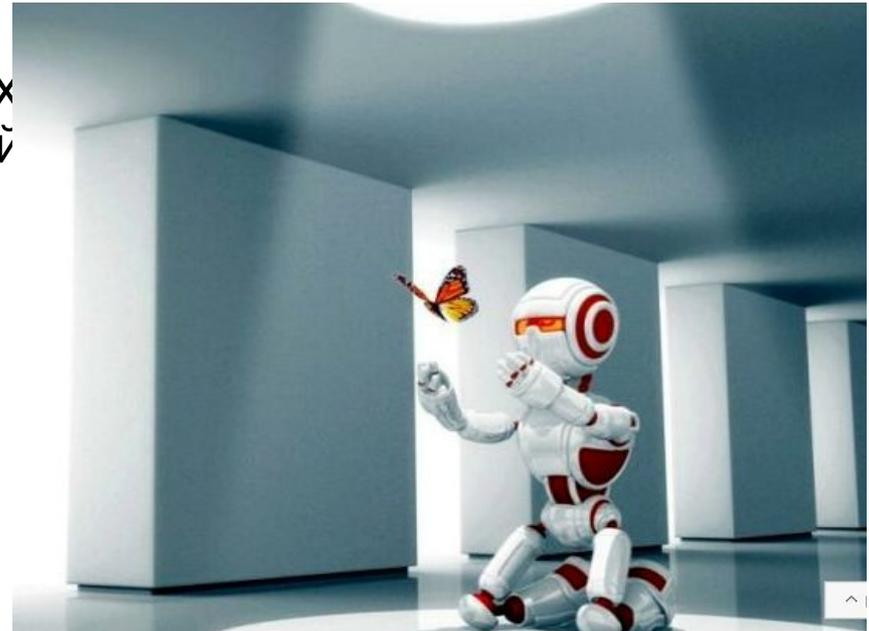
Применение

Основным преимуществом голосовых систем является дружелюбность к пользователю.

- Голосовое управление
- Голосовой набор в различной технике (мобильники, компьютеры и пр.)
- Голосовой ввод текстовых сообщений в смартфонах и прочих мобильных компьютерах
- Голосовой поиск
- Голосовая почта
- Социальная реабилитация глухих людей
- Автоматический перевод устной речи

Робототехника

- **Робототехника** (от робот и техника; англ. *robotics*) — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой интенсификации производства.
- Робототехника опирается на такие дисциплины, как электроника, механика, информатика. Выделяют строительную, промышленную, бытовую, авиационную и экстремальную (военную, космическую, подводную) робототехнику.



- Слово «робототехника» было впервые использовано в печати Айзеком Азимовым в научно-фантастическом рассказе «Лжец», опубликованном в 1941 г.
- В основу слова «робототехника» легло слово «робот», придуманное в 1920 г. чешским писателем Карелом Чапеком для своей научно-фантастической пьесы «Р.У. Р.» («Россумские универсальные роботы»), впервые поставленной в 1921 г. и пользовавшейся успехом у зрителей. В ней хозяин завода налаживает выпуск множества андроидов, которые сначала работают без отдыха, но потом восстают и губят своих создателей.
- Некоторые идеи, положенные позднее в основу робототехники, появились ещё в античную эпоху — задолго до введения перечисленных выше терминов. Так, в «Илиаде» Гомера говорится, что бог Гефест сделал из золота говорящих служанок, придав им разум (т. е. — на современном языке — искусственный интеллект) и силу. Древнегреческому механику и инженеру Архиту Тарентскому приписывают создание механического голубя, способного летать (ок. 400 г. до н. э.) Множество подобных сведений содержится в книге *«Робототехника: История и перспективы»* И.М. Макарова и Ю.И. Топчеева, представляющей собой популярный и обстоятельный рассказ о роли, которую сыграли (и ещё сыграют) роботы в истории развития цивилизации.

Три закона робототехники

В научной фантастике — обязательные правила поведения для роботов, впервые сформулированные Айзеком Азимовым в рассказе «Хоровод» (1942).

Законы гласят:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред.
2. Робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму Законам.



В одном из рассказов цикла персонаж Азимова приходит к заключению об этической основе **Трёх Законов**: «...если хорошенько подумать, Три Закона робототехники совпадают с основными принципами большинства этических систем, существующих на Земле... попросту говоря, если Байерли исполняет все Законы робототехники, он — или робот, или очень хороший человек».

В 1986 г. в романе «Роботы и Империя» (англ. *Robots and Empire*) Азимов предложил **Нулевой Закон**:

- 0. Робот не может причинить вреда человеку, если только он не докажет, что в конечном счёте это будет полезно для всего человечества.

Типы роботов

- Андроид
- Боевой робот
- Бытовой робот
- Персональный робот
- Промышленный робот
- Социальный робот
- Шаробот

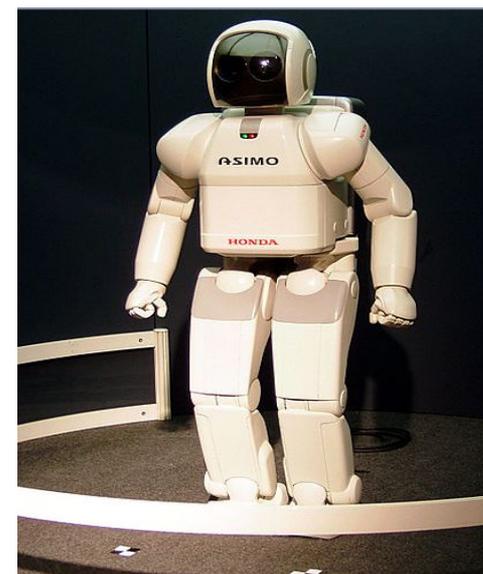
Андройды - современные человекоподобные роботы

- Гиноид «Актороид», продемонстрированный Осакским университетом совместно с корпорацией Kokoro на выставке Экспо-2005 (Япония)
- **Aiko** — гиноид с имитацией человеческих чувств: осязание, слух, речь, зрение.



- **Einstein Robot** — голова робота с внешностью Эйнштейна. Модель для тестирования и воспроизведения роботом человеческих эмоций.
- **EveR-1** - робот, похожий на 20-летнюю кореянку: её рост 1,6 метра, а вес — около 50 килограммов. Ожидается, что андройды вроде EveR смогут служить гидами, выдавая информацию в универмагах и музеях, а также развлекать детишек.
- **HRP-4C** — робот-девушка, предназначенная для демонстрации одежды. Рост робота составляет 158 см, а вес вместе с батареями — 43 кг. Имеет 42 степени свободы, к примеру, в области бёдер и шеи их по три, а в лице — восемь, они дают возможность выражать эмоции.
- **Repliee R-1** - человекоподобный робот с внешностью японской пятилетней девочки, предназначенная для ухода за пожилыми и недееспособными людьми.
- **Repliee Q2** - робот-девушка под рабочим названием Repliee Q1expo был показан на международной выставке World Expo, проходившей в Айти (*Aichi*), Япония. На демонстрациях он исполнял роль телевизионного интервьюера, при этом постоянно взаимодействуя с людьми. В роботе были установлены всенаправленные камеры, микрофоны и датчики, которые позволяли Repliee Q2 без особых трудностей определять человеческую речь и жестикуляцию.
- **Ибн Сина** - андроид, названный в честь древнего арабского философа и врача Ибн Сины. Один из самых продвинутых современных (2010 год) андроидов. Говорит на арабском языке. Способен самостоятельно найти своё место в самолёте, общаться с людьми. Распознаёт выражение лица говорящего и прибегает к соответствующей ситуации мимике. Его губы двигаются довольно монотонно, однако отмечается, что особенно хорошо у него получается поднимать брови и прищуривать глаза.

- **ТОPIO** - андроид, разработанный для игры в настольный теннис против человека.
- **ASIMO** — андроид, созданный корпорацией Хонда, в Центре Фундаментальных Технических Исследований Вако (Япония).



Боевой робот

- **Боевой робот (военный робот)** — автоматическое устройство, заменяющее человека в боевых ситуациях для сохранения человеческой жизни или для работы в условиях, несовместимых с возможностями человека, в военных целях: разведка, боевые действия, разминирование т. п.
- Боевыми роботами являются не только автоматические устройства с антропоморфным действием, которые частично или полностью заменяют человека, но и действующие в воздушной и водной среде, не являющейся средой обитания человека (авиационные беспилотные с дистанционным управлением, подводные аппараты и надводные корабли). Устройство может быть электромеханическим, пневматическим, гидравлическим или комбинированным.
- В настоящее время большинство боевых роботов являются устройствами телеприсутствия, и лишь очень немногие модели имеют возможность выполнять некоторые задачи автономно, без вмешательства оператора.



Сухопутные

- **Guardium** — беспилотный военный автомобиль.
- **Swords** — специальная боевая система наблюдения и разведки (сокращение от Special Weapons Observation Reconnaissance Detection Systems)
- Мобильный робот **Wheelbarrow Mk 7** (фирма Alvis Logistics, Великобритания)
- **Crusher** (сокрушитель, разрушитель) — американская тактическая машина-робот.
- **Gladiator TUGV** - американский телеуправляемый тактический робот.
- **MULE** — многоцелевая машина для логистики фирмы Lockheed Martin (сокращение от Multifunction Utility Logistics Equipment).
- **Telemax** — автоматический робот фирмы Rheinmetall, Германия.
- **MarkV-A1** — робот для обезвреживания мин фирмы Northrop Grumman Corporation, (США).
- **MAARS** (сокращение от Modular Advanced Armed Robotic System — модульная улучшенная вооруженная роботизированная система).
- Робот-санитар или робот эвакуатор.
- Многофункциональные боевые роботы фирмы «iRobot Corporation» - **PackBot, SUGV, Warrior**.
- Мобильные робототехнические комплексы МРК- 27ВУ, МРК_27Х, МРК-25 «Кузнечик», МРК-25УТ, МРК-25М, МРК-46, МРК «ЧХВ-2», «Мобот-Ч-ХВ» (последний работает в условиях повышенной радиации) (Специальное Конструкторско-Технологическое бюро Прикладной Робототехники МГТУ им. Баумана)
- Мобильные робототехнические комплексы «Варан», «Вездеход ТМ-3», «Кобра-1600» и «Мангуст» (НИИ Специального машиностроения МГТУ им. Н. Э. Баумана)
- Робот-сапер «Богомол».
- Мобильный робототехнический комплекс легкого класса для обезвреживания взрывоопасных предметов (РНЦ «Курчатовский институт»)



Воздушные – ТУ-143 «Рейс»

Бытовой робот

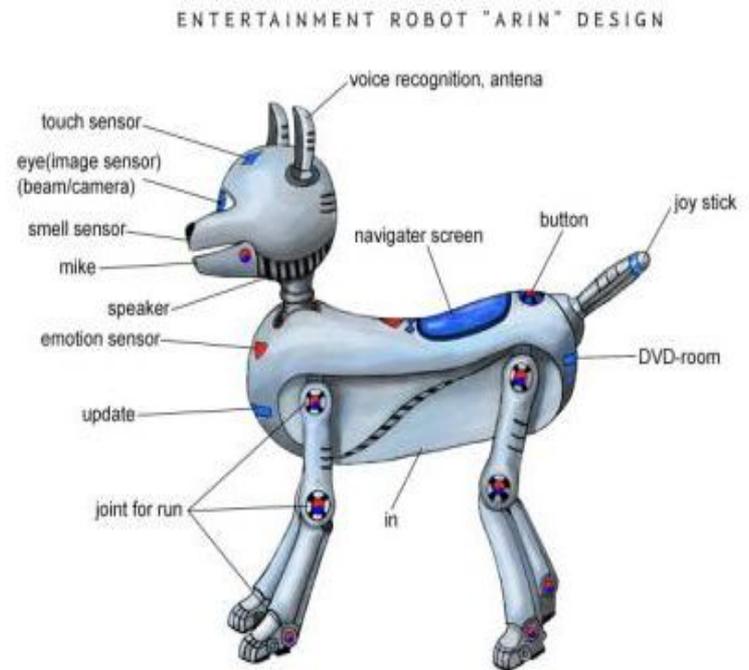
Бытовой робот — робот, предназначенный для помощи человеку в повседневной жизни. Сейчас распространение бытовых роботов невелико, однако футурологи предполагают широкое их распространение в обозримом будущем. В 2006 г. Билл Гейтс опубликовал статью «Робот в каждом доме», рассуждающую о значительном потенциале роботов (включая домашних, или бытовых роботов) для социума.

- **R.Bot 100** — робот (устройство телеприсутствия), управляемый человеком, с некоторой степенью автономности. R.Bot 100 построен на базе двухколёсного шасси, передвигается со скоростью около 2 км/ч по относительно ровной поверхности и способен преодолевать такие препятствия, как пороги и кабель-каналы. Обеспечивает трансляцию видео и звука к оператору (телеприсутствие) и воспроизведение как голоса оператора, так и изображения с веб-камеры. В случае отсутствия изображения от оператора может демонстрировать справочные сведения или подготовленные видеоролики. Может зачитывать тексты с помощью синтезатора речи или воспроизводить заранее записные аудио-фрагменты.



AIBO --- > ARIN?

- Sony объявила о прекращении выпуска четвероногого друга, робота AIBO,
- Южнокорейская компания [Eungsang Park](#) заявила о планах на создание собаки-робота, которая займёт место AIBO.
- Дизайн пса по кличке ARIN (Artificial Intelligence, искусственный интеллект) представлен на рисунке.
- Этот робот тоже имеет четыре лапы, хвост, глаза-видеокамеры и уши-микрофоны. В компании Eungsang Park решили, что новинка должна стать ещё и мультимедийным центром.
- Например, поиграл ребёнок с собакой, захотелось ему "погонять" в любимые "стрелялки" - а вот вам хвост-джойстик, ЖК-экран на спине электронного друга и сама игровая приставка внутри. Да и DVD свежий можно посмотреть.
- Дополнительно, собака может служить как телефон, как клиент электронной почты и как телевизор. А на груди у ARIN размещается индикатор "эмоций", связанный с датчиком для поглаживаний на лбу.



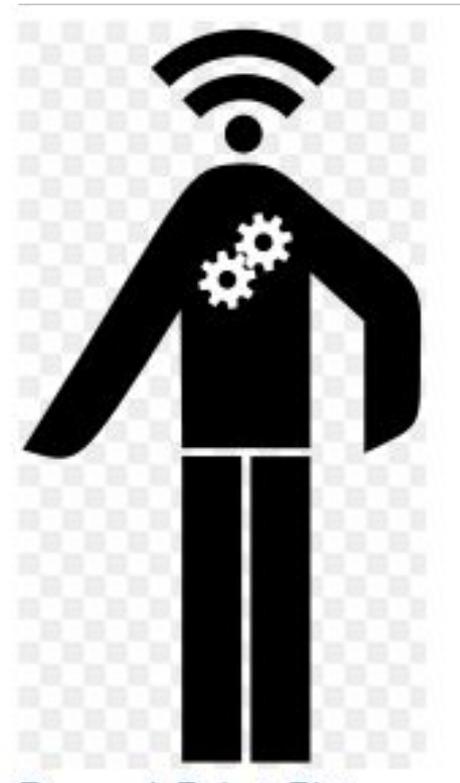
Роботы — помощники

- Роботы-пылесосы
- Роботы-уборщики
- Роботы для мытья пола
- Роботы для чистки бассейнов
- Роботы для чистки водосточных желобов крыш
- Роботизированные газонокосилки



Персональный робот

- **Персональный робот** — тип роботов, которые в отличие от промышленных роботов будут компактны, недороги и просты в использовании. Прямая аналогия с понятием персональный компьютер.
- Основное препятствие, стоящее на пути превращения человекоподобного робота вроде **ASIMO** в универсального слугу, — несовершенство программного обеспечения. Несмотря на недавние достижения в областях компьютерного зрения, обработки естественного языка, цель всё ещё далека.



Промышленный робот

Это автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и **системы управления**, которое применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов.

Система управления позволяет перепрограммировать в широких пределах движения исполнительных органов манипулятора, их количество и траекторию; а также задать другие количественные и качественные параметры конфигурации робота и оснастки.





- Промышленные роботы могут выполнять основные технологические операции (сварка, окраска, сборка и др.) и вспомогательные технологические операции (загрузка-выгрузка технологического оборудования, транспортные и др.). При использовании сменной технологической оснастки выполняемые операции могут совмещаться одним роботом.
- Промышленные роботы являются одним из компонентов автоматизированных производственных систем (РТК, РТЛ, РТС, РТЯ, ГАП и т.п.), которые при неизменном уровне качества позволяют увеличить производительность труда в целом.
- Экономически выгодно использование промышленных роботов совместно с другими средствами автоматизации производства (автоматические линии, участки и комплексы).

Социальный робот

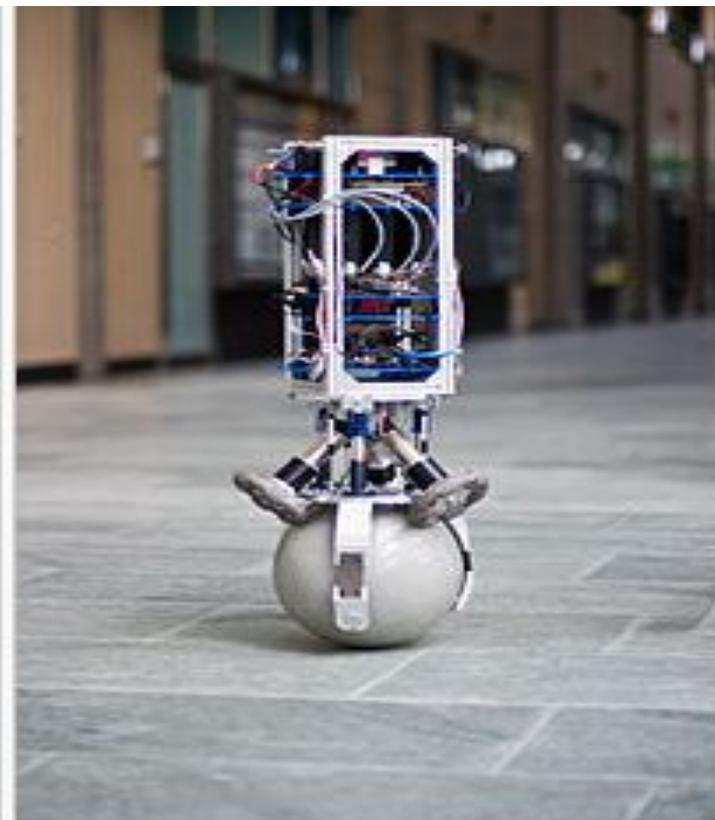
- **Социальный робот** — робот, способный в автономном или полуавтономном режиме взаимодействовать и общаться с людьми в общественных местах.
- **Социальный робот для реабилитации** — устройство телеприсутствия, предназначенное для удовлетворения социальных потребностей (например, потребности в общении или потребности дистанционно (удаленно) работать для маломобильных граждан, инвалидов). Социальные роботы для реабилитации - элементы социальной робототехники, призванной вовлекать людей с ограниченными возможностями в общественную жизнь (работу, учебу, общение).

Юстас – робот-патрульный в Кракове



Шаробот

- **Шаробот** (англ. *Ballbot*) — подвижный робот, использующий для передвижения единственное сферическое колесо (т.е. шар), и постоянно самобалансирующий на нём как в движении, так и в покое.
- Благодаря единственной точке контакта с поверхностью, **шаробот** одинаково легко передвигается во всех направлениях, являясь чрезвычайно подвижным, манёвренным, и естественным в движениях, по сравнению с обычным наземным транспортом.
- Проектирование надёжных роботов с узкой колёсной базой, обладающих улучшенной манёвренностью в ограниченных, переполненных и динамичных средах (например узкие коридоры и заполненные передвижающимися людьми помещения) стало возможным благодаря наработкам в теме *динамической стабильности* в современной **теории управления**.



Шаробот *Rezero* балансирующий на плоской поверхности. 
Характерными особенностями шаробота являются: шар, три электромотора, приводящие в движение балансировочные колёса и основной корпус, содержащий микропроцессор, блок инерциальных измерений, блок питания и батареи.

Выставка информационных технологий CeBIT

Всемирная
выставка
информационных
технологий,
программного
обеспечения,
телекоммуникаций,
IT-решений и услуг
(5-9 марта 2013 г.)

Ганновер, Германия



Специализирующаяся на создании алгоритмов обработки данных ***Pawlin technologies***, одна из коммерческих компаний, представленных на объединенной экспозиции, приехала в Ганновер рассказать о концепции робота, способного ухаживать за человеком. По задумке создателей, робот должен стать своего рода тамагочи наоборот, и будет не столько требовать внимания к себе, сколько уделять его своему хозяину, чутко реагируя на его действия и даже настроение.



© РИА Новости. Александр Бумажин

Этот отладочный образец робота российской компании ***Pawlin technologies*** должен со временем перерасти в заботливого товарища для своего хозяина, чутко реагирующего на его слова и действия. Создатели считают неудачным проект робота-собаки Sony Aibo и постараются не повторять ошибок японской корпорации.

На развитие сферы эволюционных вычислений (ЭВ; автономное и адаптивное поведение компьютерных приложений и робототехнических устройств) значительное влияние оказали прежде всего инвестиции в нанотехнологии. ЭВ затрагивают практические проблемы самосборки, самоконфигурирования и самовосстановления систем, состоящих из множества одновременно функционирующих узлов.



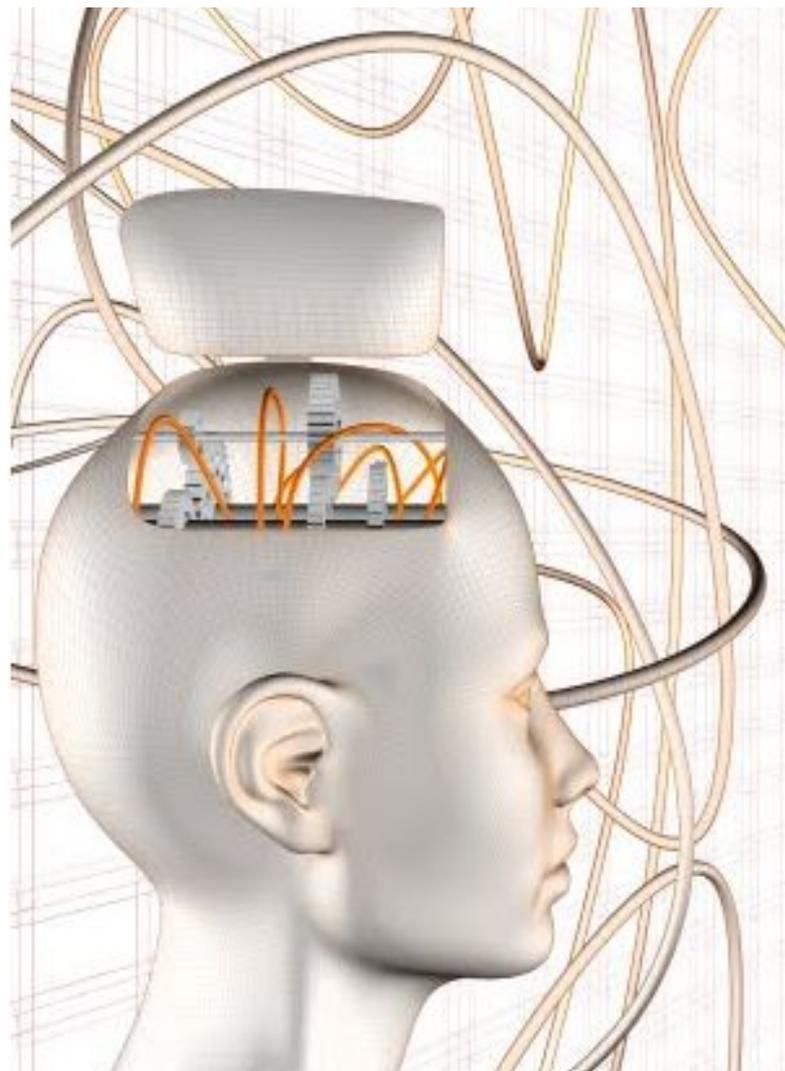
Искусственный интеллект в андроиде будет большой помощью в обучении

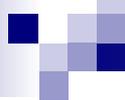
Экспертные системы

Экспертная система (ЭС, англ. *expert system*) — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации.

- **ЭС** - компьютерная система, предназначенная для решения качественных задач с помощью накапливаемых знаний и получения логических выводов.
- **Экспертная система** - это система искусственного интеллекта, построенная на основе глубоких специальных знаний о некоторой предметной области (полученных от экспертов-специалистов этой области).

- Современные ЭС начали разрабатываться исследователями искусственного интеллекта в 1970-х годах, а в 1980-х получили коммерческое подкрепление. Предтечи экспертных систем были предложены в 1832 году С.Н. Корсаковым, создавшим механические устройства, так называемые «интеллектуальные машины», позволявшие находить решения по заданным условиям, например определять наиболее подходящие лекарства по наблюдаемым у пациента симптомам заболевания.



- 
- В информатике экспертные системы рассматриваются совместно с базами знаний как модели поведения экспертов в определенной области знаний с использованием процедур логического вывода и принятия решений, а базы знаний — как совокупность фактов и правил логического вывода в выбранной предметной области деятельности.

- Похожие действия выполняет такой программный инструмент как **Мастер** (англ. *Wizard*). Мастера применяются в системных и прикладных программах для упрощения интерактивного общения с пользователем (например, при установке ПО). Главное отличие мастеров от ЭС — отсутствие базы знаний — все действия жестко запрограммированы. Это просто набор форм для заполнения пользователем.
- Другие подобные программы — поисковые или справочные (энциклопедические) системы. По запросу пользователя они предоставляют наиболее подходящие (релевантные) разделы базы статей (представления об объектах областей знаний, их виртуальную модель).
- Наибольшее внимание сегодня привлечено к системам принятия решений в масштабе времени, близком к реальному, средствам хранения, извлечения, анализа и моделирования знаний, системам динамического планирования.

Перечень типовых задач, решаемых экспертными системами, включает:

- извлечение информации из первичных данных (таких как сигналы, поступающие от гидролокатора);
- диагностика неисправностей (как в технических системах, так и в человеческом организме);
- структурный анализ сложных объектов (например, химических соединений);
- выбор конфигурации сложных многокомпонентных систем (например, распределенных компьютерных систем);
- планирование последовательности выполнения операций, приводящих к заданной цели (например, выполняемых промышленными роботами).

Особенности экспертных систем

- **компетентность** – в конкретной предметной области экспертная система должна достигать того же уровня, что и специалисты-люди; при этом она должна пользоваться теми же эвристическими приемами, также глубоко и широко отражать предметную область;
- **символьные рассуждения** – знания, на которых основана экспертная система, представляют в символьном виде понятия реального мира, рассуждения также происходят в виде преобразовании символьных наборов;
- **глубина** – экспертиза должна решать серьезные, нетривиальные задачи, отличающиеся сложностью знаний, которые экспертная система использует, или обилием информации; это не позволяет использовать полный перебор вариантов как метод решения задачи и заставляет прибегать к эвристическим, творческим, неформальным методам;
- **самосознание** – экспертная система должна включать в себя механизм объяснения того, каким образом она приходит к решению задачи

Типичные категории способов применения экспертных систем

Категория	Решаемая проблема
Интерпретация	Описание ситуации по информации, поступающей от датчиков
Прогноз	Определение вероятных последствий заданных ситуаций
Диагностика	Выявление причин неправильного функционирования системы по наблюдениям
Проектирование	Построение конфигурации объектов при заданных ограничениях

~~Управление поведением системы как целого~~

Планирование	Определение последовательности действий
Наблюдение	Сравнение результатов наблюдений с ожидаемыми результатами
Отладка	Составление рецептов исправления неправильного функционирования системы
Ремонт	Выполнение последовательности предписанных исправлений
Обучение	Диагностика и исправление поведения обучаемого
Управление	Управление поведением системы как целого

Считается, что ЭС рационально использовать в трех режимах:

- пользователь выступает как **клиент** – он ставит проблему и получает ответы;
- пользователь выступает как **педагог**, внося в систему новые знания;
- пользователь выступает как **ученик**, получая от системы знания, которые в ней находятся в момент общения.

При этом для всех режимов желателен интерфейс, работающий на основе естественного языка. Развитие ЭС связано с появлением новой методологии – «инженерии знаний».

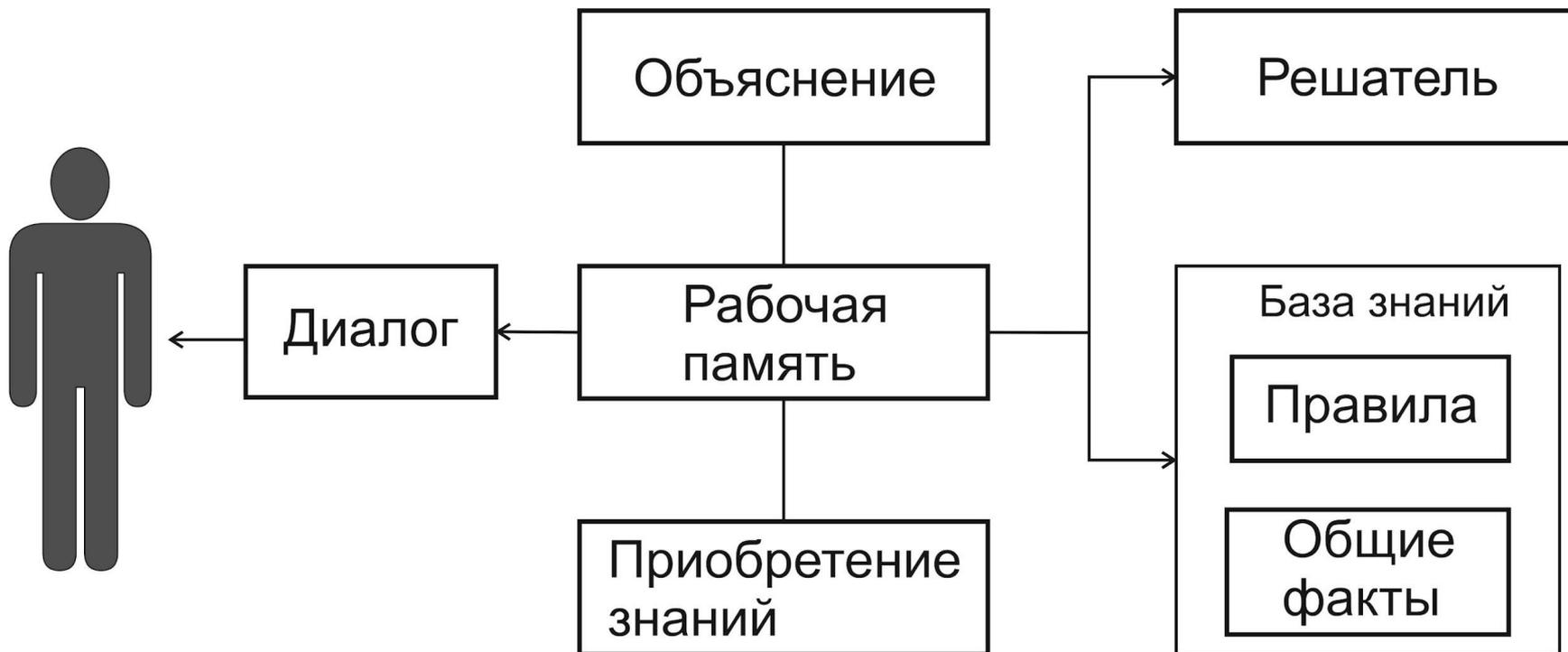
«**Инженерия знаний**» - это методы кодирования информации, относящейся к определенной области знаний, позволяющие внести закодированную информацию в программы, решающие задачи в этой области.



При принятии решения о целесообразности разработки ЭС необходимо учитывать 4 фактора:

- Задача описывается с использованием специальных знаний, суждений и опыта, выраженных в форме четких правил;
- Область задачи достаточно узкая, не требует обращения к смежным сферам знаний и четко определена;
- В распоряжении разработчиков есть специалисты-эксперты в данной области, которые хотят и могут поделиться своими знаниями, опытом и методами принятия решений;
- Возможна высокая эффективность по результатам разработки.

Схема обобщенной экспертной системы



Структура ЭС интеллектуальных систем

- **Интерфейс пользователя**
- Пользователь
- **Интеллектуальный редактор базы знаний**
- Эксперт
- Инженер по знаниям
- Рабочая (оперативная) память
- **База знаний**
- **Решатель (механизм вывода)**
- **Подсистема объяснений**

База знаний состоит из правил анализа информации от пользователя по конкретной проблеме. ЭС анализирует ситуацию и, в зависимости от направленности ЭС, дает рекомендации по разрешению проблемы.

Как правило, **база знаний** экспертной системы содержит **факты** (статические сведения о предметной области) и **правила** — набор инструкций, применяя которые к известным фактам можно получать новые факты.

Структура экспертных систем

- База знаний
- Механизм вывода
- Механизм приобретения знаний
- Механизм объяснения знаний
- Интеллектуальный интерфейс



Основные элементы СБЗ и ЭС



Основой СБЗ и ЭС является база знаний (или источник знаний), содержащая факты и эвристические правила принятия решения.

Классификация знаний

В системе знаний выделяют: понятия (математические и нематематические); факты; правила, зависимости, законы, связи; алгоритмы и процедуры.

Профессор С.С. Лавров (Новосибирский технический университет) предлагает различать алгоритмические и неалгоритмические знания.

- **Алгоритмические** (или процедурные) знания – это алгоритмы (программы, процедуры), вычисляющие функции, выполняющие преобразования, решающие точно определенные задачи. Базой алгоритмических знаний можно считать любое собрание (библиотеку) программ.
- **Неалгоритмические** знания состоят, прежде всего, из мысленных объектов, называемых понятиями.
- **Понятие** обычно имеет имя (возможно несколько имен-синонимов), определение, структуру (части, элементы и т.п.); оно связано с другими понятиями и входит в какую-то систему понятий.

- **Факты** играют роль элементарных «единиц» знания (простых утверждений о характеристиках объекта).
- **Правила** служат для выражения связей между фактами и их комбинациями.
- **Связи** указывают на наличие каких-либо отношений между понятиями или утверждениями о свойствах понятий.

Механизм получения решений (MP)

- **MP** дает возможность извлекать из БЗ ответы на вопросы, получать решения задач, формулируемых в терминах понятий, хранящихся в БЗ. Обычно это «частные» задачи и вопросы такого рода: «Дано то-то, найти то-то»; найти объекты удовлетворяющие такому-то условию»; Какие действия выполнить в такой-то ситуации?».

Способы представления знаний

Методы МР тесно связаны со способами представления знаний. Распространены следующие способы: **правила, фреймы, семантические и нейронные сети.**

- Представление знаний, основанных на **правилах** построено на использовании выражений вида ЕСЛИ (условие) – ТО (действие). Когда текущая ситуация (факты) в задаче удовлетворяют или согласуются с частью правила ЕСЛИ, то выполняется действие, определенное частью ТО.
- **Семантические сети** основаны на представлении знаний, связанных в сетевые структуры. Узлы в них соответствуют объектам, концепциям или событиям, а дуги – используются для представления иерархии связей и наследования свойств. При их применении для естественных языков, обычно используют дуги типа: является; представляет собой часть.

- **Фрейм**, также как и семантические сети, является структурой знаний, представленной сетью узлов и связей между ними и предназначенной для описания стереотипных ситуаций.
- К каждому фрейму присоединяется несколько видов информации. Часть этой информации – о том, как использовать фрейм. Часть о том, что можно ожидать далее. Часть о том, что следует делать, если эти ожидания не подтвердятся. Верхний уровень фрейма фиксирован и содержит знания, всегда истинные для ситуаций, представленных им. На более низких уровнях находятся слоты – «дыры», которые не обязательно заполнены. «Понимание», описание конкретной ситуации происходит путем приспособления к ней некоторого фрейма с помощью заполнения слотов подходящими конкретными данными.
- фрейм представляется в виде: [имя фрейма (<имя слота><значение слота>), (<имя слота><значение слота>)].

Интерфейс (ИФ)

- Последняя, основная часть СБЗ – *интерфейс* (ИФ), обеспечивающий работу БЗ, МР и пользователя на языке достаточно высокого уровня, приближенном к профессиональному языку специалистов в той прикладной области, к которой относится СБЗ.
- Для реализации указанных функций ИФ включает в себя соответствующий языковой процессор.
- В функции ИФ также входит поддержка диалога пользователя с системой, что дает возможность пользователю получать объяснения действий системы, участвовать в поиске решения, пополнять и корректировать БЗ.

Режимы функционирования

- **Режим ввода знаний** — в этом режиме эксперт с помощью инженера по знаниям посредством редактора базы знаний вводит известные ему сведения о предметной области в базу знаний ЭС.
- **Режим консультации** — пользователь ведет диалог с ЭС, сообщая ей сведения о текущей задаче и получая рекомендации ЭС. Например, на основе сведений о физическом состоянии больного ЭС ставит диагноз в виде перечня заболеваний, наиболее вероятных при данных симптомах.

Классификация ЭС

По связи с реальным временем

- **Статические ЭС** - это ЭС, решающие задачи в условиях не изменяющихся во времени исходных данных и знаний.
- **Квазидинамические ЭС** интерпретируют ситуацию, которая меняется с некоторым фиксированным интервалом времени.
- **Динамические ЭС** - это ЭС, решающие задачи в условиях изменяющихся во времени исходных данных и знаний.

По способу формирования решения

- **аналитические** системы предполагают выбор решений из множества известных альтернатив (определение характеристик объектов);
- **синтетические** системы - генерацию неизвестных решений (формирование объектов).

По видам используемых данных и знаний

- системы с **детерминированными** (*четко определенными*) *знаниями*
- системы с **неопределенными** *знаниями*.
Под неопределенностью знаний (данных) понимается их неполнота (отсутствие), недостоверность (неточность измерения), двусмысленность (многозначность понятий), нечеткость (качественная оценка вместо количественной).

По числу используемых источников знаний

- с использованием **одного** источника
- с использованием **множества** источников знаний.

Источники знаний могут быть альтернативными (множество миров) или дополняющими друг друга (кооперирующими).

Этапы разработки ЭС

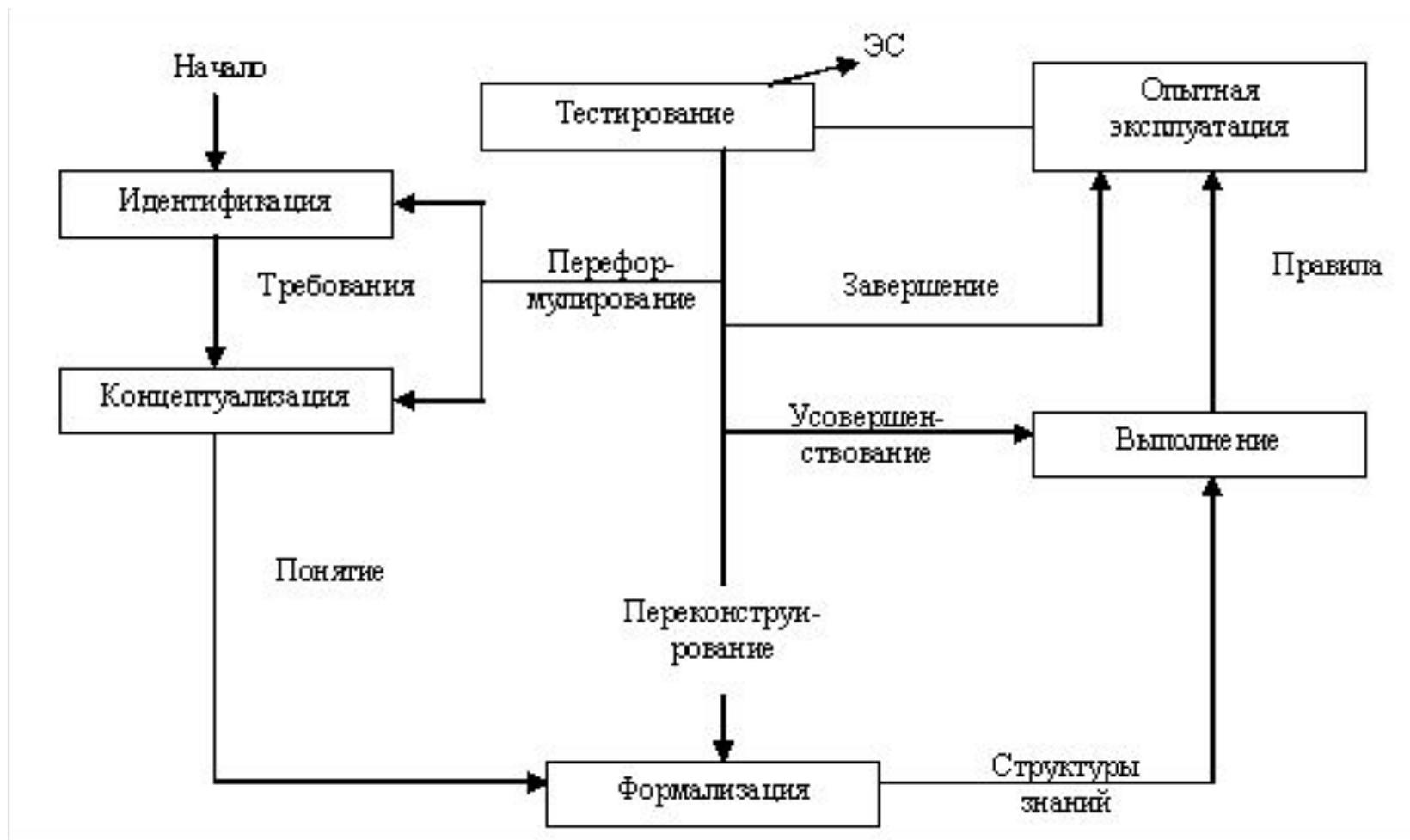
- **Идентификация проблем** — определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.
- **Извлечение знаний** — проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.
- **Структурирование знаний** — выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.
- **Формализация** — осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоемким этапом разработки ЭС. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде, понятном ЭС. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач.
- **Реализация ЭС** — создается один или несколько прототипов ЭС, решающих требуемые задачи.
- **Тестирование** — производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом.

Этапы проектирования экспертной системы

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС:

- Идентификация
- Концептуализация
- Формализация
- Выполнение
- Тестирование
- Опытная эксплуатация

Методика (этапы) разработки ЭС



Наиболее известные/распространённые ЭС

- **CLIPS** — популярная оболочка для построения ЭС (public domain)
- **OpenCyc** — мощная динамическая ЭС с глобальной онтологической моделью и поддержкой независимых контекстов.
- **Wolfram/Alpha** — поисковая система, интеллектуальный «вычислительный движок знаний»
- **MYCIN** — наиболее известная диагностическая система, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях.
- **HASP/SIAP** — интерпретирующая система, которая определяет местоположение и типы судов в Тихом океане по данным акустических систем слежения.
- **Акинатор** - интернет-игра. Игрок должен загадать любого персонажа, а Акинатор должен его отгадать, задавая вопросы. База знаний автоматически пополняется, поэтому программа может отгадать практически любого известного персонажа.

CLIPS

- **CLIPS**, (от англ. *C Language Integrated Production System*) — программная среда для разработки экспертных систем. Синтаксис и название предложены Чарльзом Форги (Charles Forgy) в OPS (*Official Production System*). Первые версии CLIPS разрабатывались с 1984 года в Космическом центре Джонсона (Johnson Space Center), NASA (как альтернатива существовавшей тогда системе Art*Inference), пока в начале 1990-х не было приостановлено финансирование, и NASA вынудили купить коммерческие продукты.
- **CLIPS** является продукционной системой. Основная идея состоит в представлении знаний в виде такой формы:

Правило1:

ЕСЛИ (выполняются условия1)

ТОГДА (выполнить действия1)

Правило2:

ЕСЛИ (выполняются условия2)

ТОГДА (выполнить действия2) ...

- Такое представление близко к человеческому мышлению и отличается от программ, написанных на традиционных алгоритмических языках, где действия упорядочены и выполняются строго придерживаясь алгоритма.
- **CLIPS** является одной из наиболее широко используемых инструментальных сред для разработки экспертных систем благодаря своей скорости, эффективности и бесплатности. Являясь общественным достоянием, она до сих пор обновляется и поддерживается своим изначальным автором, Гэри Райли (Gary Riley).
- **CLIPS** включает полноценный объектно-ориентированный язык *COOL* для написания экспертных систем. Хотя она написана на языке Си, её интерфейс намного ближе к языку программирования LISP. Расширения можно создавать на языке Си, кроме того, можно интегрировать CLIPS в программы на языке Си.
- **CLIPS** разработан для применения в качестве языка прямого логического вывода.
- Как и другие экспертные системы, **CLIPS** имеет дело с правилами и фактами.

Факты

- Информация, на основании которой экспертная система делает логический вывод, называется **фактами**. В **CLIPS** есть 2 вида фактов: **упорядоченные** и **шаблонные**. Шаблонные факты имеют шаблон, задаваемый конструкцией **deftemplate**. Упорядоченные не имеют явной конструкции deftemplate, однако она подразумевается.

Правила

- Знания предметной области представляются в **CLIPS** в виде **правил**, которые имеют следующую структуру:
- Левая часть правила (LHS) - это условие его срабатывания, а правая часть (RHS) - это те действия, которые должны выполняться в случае выполнения условий. Знак => специальный символ, разделяющий LHS и RHS.

Машина логического вывода

- Процессом помещения правил в рабочий список и их выполнением управляет машина логического вывода(МЛВ). МЛВ реагирует на определенные события.

Стратегии разрешения конфликтов

- Человек не всегда может задать полные условия, которые бы удовлетворяли действительности. Существует легенда, согласно которой Диоген Синопский на определение Платона «Человек есть животное о двух ногах, лишённое перьев», общипал курицу и принес к нему в школу, объявив: «Вот платоновский человек!» На что Платон к своему определению вынужден был добавить «...и с широкими ногтями».

Когда в базе знаний появляются правила, которые удовлетворяют фактам, но выполняют противоположные действия, то возникает конфликт правил.

- Например, есть два правила:
 1. Если человек толкнул другого человека - наказать человека за хулиганство.
 2. Если человек толкнул другого человека, на которого ехал грузовик - наградить человека за спасение жизни.

Эти два правила будут между собой конфликтовать. Первое правило более общее и оно всегда активируется, если активируется второе. Но первым выполниться должно второе правило. В CLIPS есть несколько стратегий для разрешения таких конфликтов. Но даже если нет возможности выбрать подходящую стратегию для всех случаев, то можно указать приоритеты правилам. Правила с большим приоритетом будут выполняться первыми.

Сус

- **Сус** (написано латиницей, произносится *Сайк*) — проект по созданию объёмной онтологической базы знаний, позволяющей программам решать сложные задачи из области искусственного интеллекта на основе логического вывода и привлечения здравого смысла.
- Проект начал Дуглас Ленат в 1984 году в Microelectronics and Computer Technology Corporation. Название «**Сус**» (образованное от англ. *encyclopedia* и произносимое как «цик») является зарегистрированной торговой маркой компании **Cycorp.Inc** в Остине, которой управляет Ленат и созданной для разработки Сус.
- Типичным примером знаний в базе являются «Всякое дерево является растением» и «Растения смертны». Если спросить «умирают ли деревья?», машина логического вывода может сделать очевидный вывод и дать правильный ответ.
- База Знаний (англ. *Knowledge Base* или **KB**) содержит более миллиона занесённых туда людьми утверждений, правил и общеупотребительных идей. Они формулируются на языке СусL, который основан на исчислении предикатов и имеет синтаксис, схожий с LISP. Англоязычные пользователи шутят что они «велосипедисты» (от англ. *cyclist* — велосипедист).

- под **онтологией** понимается структурная спецификация некоторой предметной области, ее концептуальное описание в виде формализованного представления, которое включает словарь терминов предметной области и логические выражения, описывающие взаимосвязи этих понятий.
- Таким образом, **онтология** некоторой предметной области представляет собой **тезаурус** понятий этой предметной области, обеспечивающий возможность толкования терминов предметной области посредством интерпретации таких типов парадигматических отношений как «часть-целое», «класс-подкласс» и некоторых видов ассоциативных связей.

В одном из интервью Ленат так определил предмет деятельности своей компании:

«С моей точки зрения, ИИ — это попытка заставить компьютеры делать то, что требует интеллекта, например, медицинская диагностика, сочинение музыки, изобретение новых или использование по-новому старых устройств. Компьютеры должны находить ответы на сложные вопросы наподобие "Что это?", относя их, в частности, к таким явлениям, как военные или политические кризисы.

Пока на эти вопросы ни компьютеры, ни программы ответить не могут, люди остаются единственными мыслящими существами на планете, но существующая ситуация вполне может измениться в ближайшие годы, машины могут стать разумными. Для этого они должны владеть совокупностью человеческих знаний, причем речь не идет только о научном знании.

Сус — это огромный репозиторий самых разнообразных знаний, которые могут показаться тривиальными. Например, мы знаем, но не задумываемся о том, что наполненный стакан стоит держать донышком вниз, а людей не стоит тревожить по ночам и т.д. Это настолько очевидные истины, что их даже не объясняют детям, они приходят к этим выводам сами, но компьютеру следует передать и эти знания, какими бы простыми они не казались».

Три положения **Сус** (Ленат, Гуха и Фейгенбаум)

Авторы **Сус** выдвинули три положения: один принцип и две гипотезы.

- **Принцип знания.** Если некий агент (субъект, автомат) должен выполнить работу, наделенную хотя бы минимальной сложностью, то он должен опираться не только на узкий набор информации в этом домене, ему потребуются более широкие знания об окружающем мире. (Еще одна аналогия с братьями Райт и Манхэттенским проектом заключается в том, что подобную работу можно выполнить, только начав с чистого листа.)
- **Гипотеза широты.** Для того чтобы агент мог вести себя разумно в неожиданных ситуациях, он должен иметь возможность использовать более широкий круг знаний и аналогий, чем можно предположить, если смотреть на задачу узко функционально.
- **ИИ как эмпирика.** Нельзя пускаться в крайности, нельзя раньше времени "математизировать" предмет, но и нельзя его излишне упрощать. Следует делать дело и одновременно учиться его делать.

Комбинация трех этих положений образует «разумное знание», позволяющее понять статью в энциклопедии или газетную заметку. В этом и состоит основное открытие Лената и его коллег.

Сейчас размер базы знаний **Сус** по разным источникам составляет от 1 до 2 миллионов статей.

Акинатор

- «Акинатор» — интернет-игра, разработанная двумя французскими программистами в 2007 году. Игрок должен загадать любого персонажа, а Акинатор (главный персонаж игры, внешне напоминающий джинна) должен его отгадать. В качестве персонажа могут выступать как реальные личности, так и выдуманные персонажи из любых произведений: фильмов, сказок, компьютерных игр и так далее.
- Акинатор задаёт 40 вопросов. У него есть две дополнительные попытки (в каждой из которых несколько дополнительных вопросов) на тот случай, если он не смог отгадать загаданного игроком персонажа за отведённые 40 вопросов. Или же, наоборот, он может задать меньше вопросов, если смог отгадать персонажа быстрее. Согласно Google Trends, игра стала популярной в ноябре 2008 года. В настоящее время игра представлена на 11 языках, в том числе и на русском. Также существует мобильная версия «Акинатора».



Структура вопросов

На каждый вопрос предлагается выбрать один из пяти вариантов ответа:

- «Да»
- «Возможно, частично»
- «Я не знаю»
- «Скорее нет, не совсем»
- «Нет».



После того, как игрок ответил на вопрос, Акинатор задаёт следующий.

Примеры вопросов Акинатора:

- «Ваш персонаж существует на самом деле?»
- «Ваш персонаж женщина?»
- «Ваш персонаж носит усы?»
- «Ваш персонаж герой мультфильма?».

Принцип работы программы

Акинатор начинает с более общих вопросов, и каждый последующий вопрос носит уточняющий характер. Таким образом Акинатор фильтрует подходящих и неподходящих персонажей. Акинатор запоминает, как все игроки ответили на тот или иной вопрос при загадывании того или иного персонажа, и таким образом на каждого персонажа создаётся некий реестр о том как отвечали игроки на вопросы о нём, и если данный игрок ответит на вопросы так же, то Акинатор отгадает загаданного игроком персонажа. Если Акинатор не смог отгадать персонажа, то он предлагает ввести название этого персонажа, после чего запоминает его и все ответы, которые давал данный игрок на вопросы об этом персонаже. И если другой игрок загадает этого же персонажа, то Акинатор сможет уже его отгадать. Таким образом, количество персонажей, известных Акинатору, постоянно увеличивается.



Перспективы

- Рост числа интеллектуальных приложений, способных быстро находить оптимальные решения комбинаторных проблем (возникающих, например, в транспортных задачах), связан с производственным и промышленным ростом в развитых странах.

В дальнейшем для **решения сложных задач** (быстрого исследования содержимого Сети, больших массивов данных наподобие геномных) будут использоваться коллективы автономных агентов.

Для этого необходимо изучение:

- возможных направлений эволюции подобных коллективов,
- планирования совместной работы,
- способов связи,
- группового самообучения,
- кооперативного поведения в нечетких средах с неполной информацией,
- коалиционного поведения агентов, объединяющихся "по интересам",
- стратегии разрешения конфликтов взаимодействия и т. п.