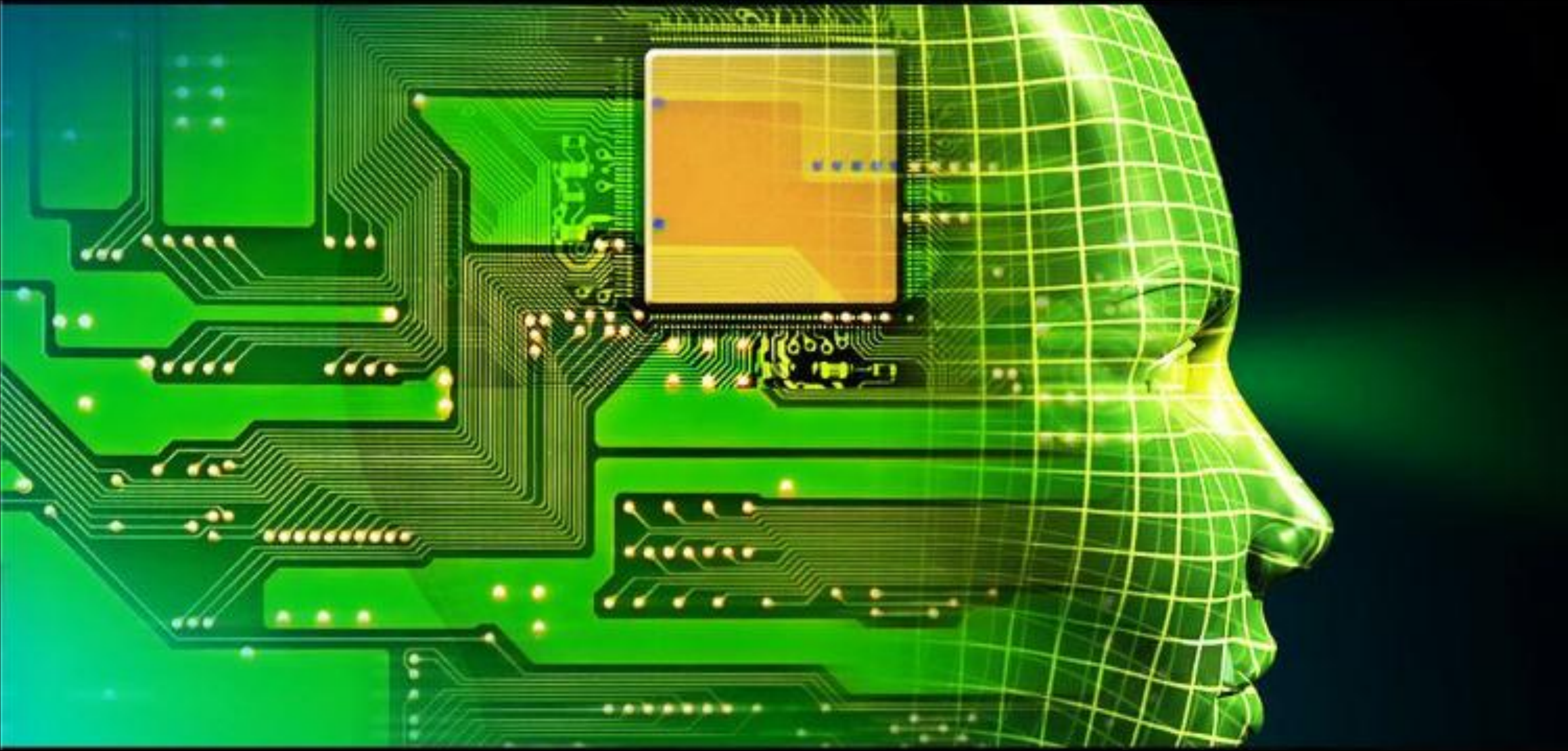
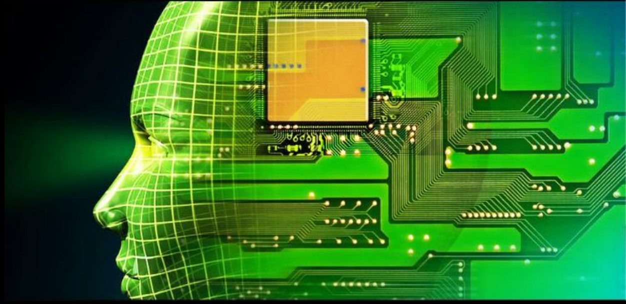
Искусственный интеллект: современный подход



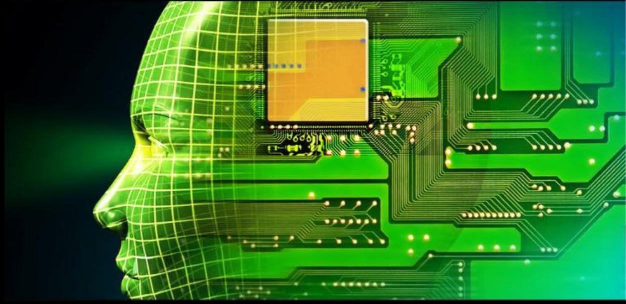
История искусственного интеллекта

Что такое искусственный интеллект?

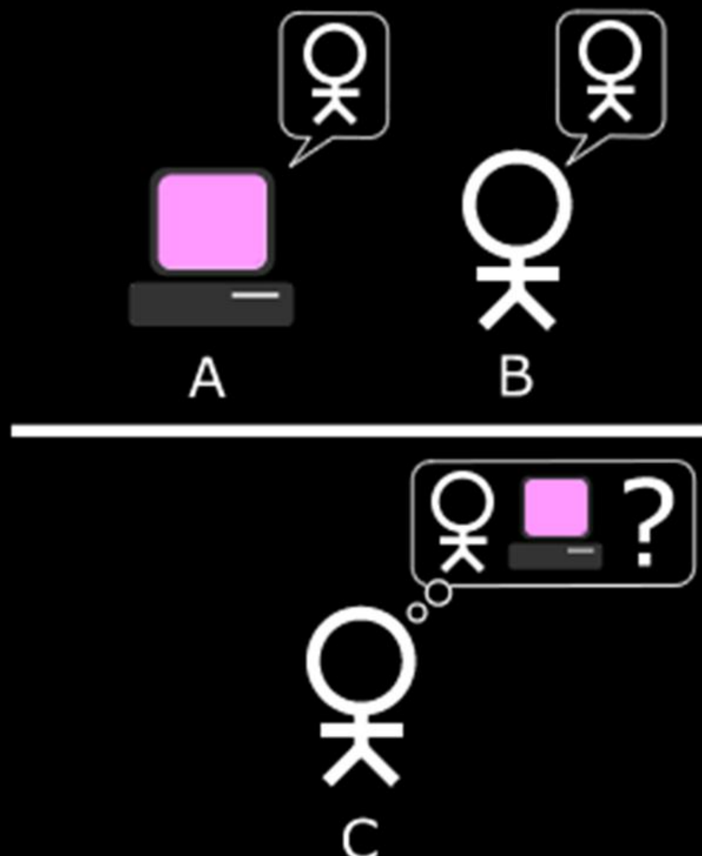


Человеческое мышление	Рациональное мышление
Новое захватывающее направление работ по созданию компьютеров, способных думать, ...машин, обладающих разумом, в полном и буквальном смысле этого слова Автоматизация действий, которые мы ассоциируем с человеческим мышлением, т.е. таких действий, как принятие решений, решение задач, обучение	Изучение умственных способностей с помощью вычислительных моделей Изучение таких вычислений, которые позволяют чувствовать, рассуждать и действовать

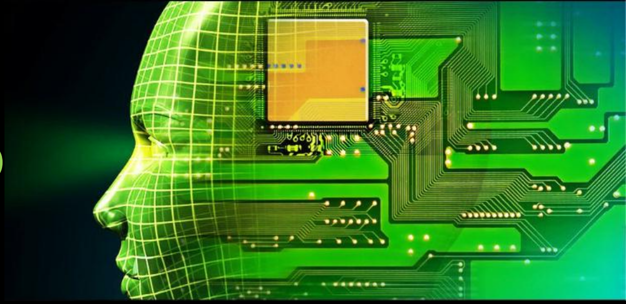
Человеческое поведение	Рациональное поведение
Искусство создания машин, которые выполняют функции, требующие интеллектуальности при их выполнении людьми Наука о том, как научить компьютеры делать то, в чем люди в настоящее время их превосходят	Вычислительный интеллект— это наука о проектировании интеллектуальных агентов Искусственный интеллект - это наука, посвященная изучению интеллектуального поведения артефактов



Человеческое поведение: Тест Тьюринга



Как пройти тест Тьюринга?

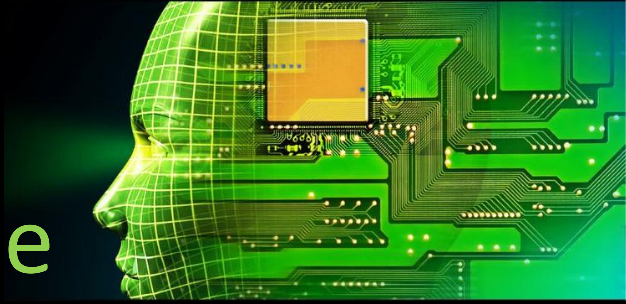


- Обработка естественного языка (Natural Language Processing)
- Представление знаний (Knowledge Representation)
- Автоматический логический вывод (Automated Reasoning)
- Машинное обучение (Machine Learning)

Полный тест Тьюринга:

- Компьютерное зрение (Computer Vision)
- Робототехника (Robotics)

Человеческое мышление: когнитивное моделирование



Как изучить процесс мышления людей?

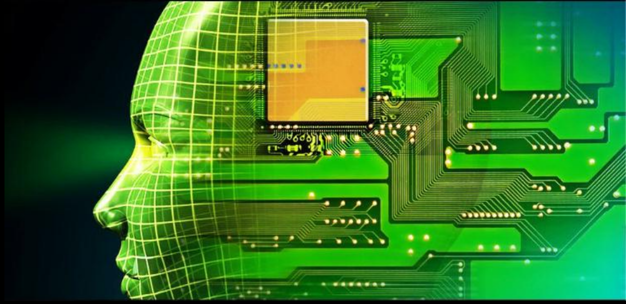
- Интроспекция (попытка проследить за ходом собственных мыслей)
- Психологический эксперимент
- Сканирование мозга

Пример: GPS (General Problem Solver)

Когнитивные науки (Cognitive Science):

Построение точных и обоснованных моделей человеческого мозга, процессов познания и мышления

Рациональное мышление: законы мышления



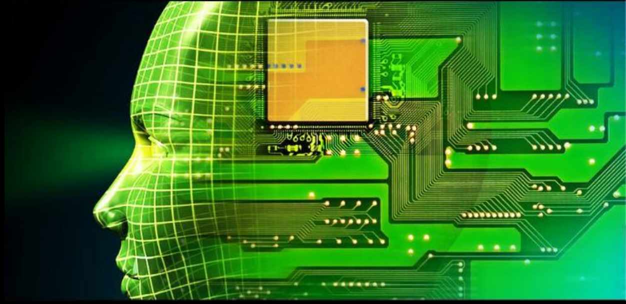
Аристотель: законы «правильного мышления», силлогизмы, рождение логики, как научного направления

К 1965 году существовали программы, которые, в принципе, могли решить любую решаемую задачу, записанную на языке логики.

Трудности:

- Формализация знаний
- Вычислительная трудоёмкость

Рациональное поведение: рациональные агенты



Агент должен уметь:

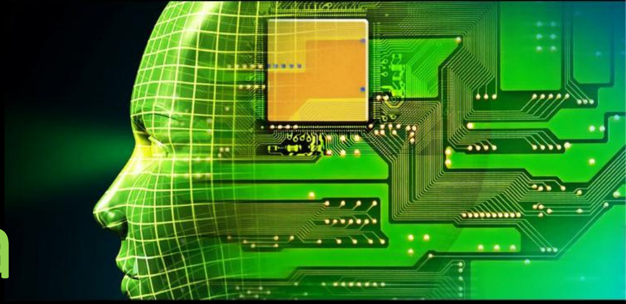
- Функционировать под автономным управлением
- Воспринимать свою среду и окружение
- Существовать продолжительный период времени
- Адаптироваться к изменениям
- Достигать целей

Рациональный агент — это агент, действующий оптимальным образом для достижения наилучшего результата.

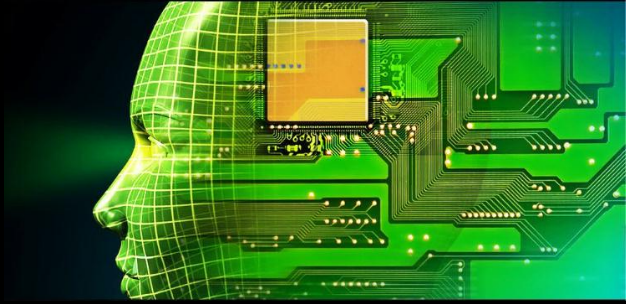
Направление исследований:

Общие принципы работы рациональных агентов и компонентов, необходимых для их создания

Предыстория искусственного интеллекта



- Философия (428 г. до н.э. – …)
- Математика (800 – …)
- Экономика (1776 - – …)
- Нейронауки (1861 – …)
- Психология (1879 – …)
- Вычислительная техника (1940 – …)
- Теория управления и кибернетика (1948 – …)
- Лингвистика (1957 – …)

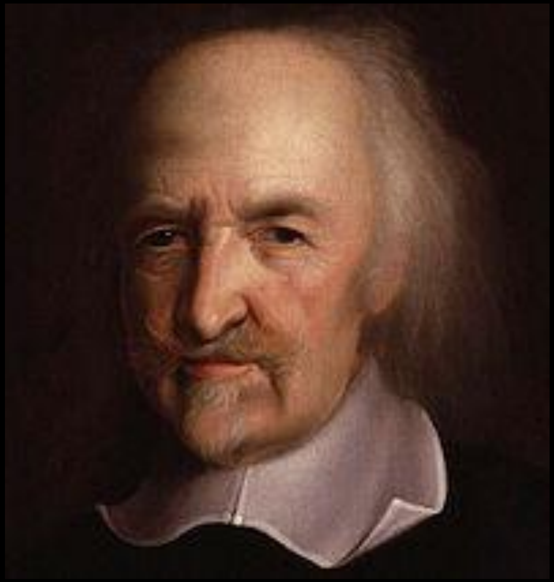


Философия

Могут ли использоваться формальные правила для вывода правильных заключений?

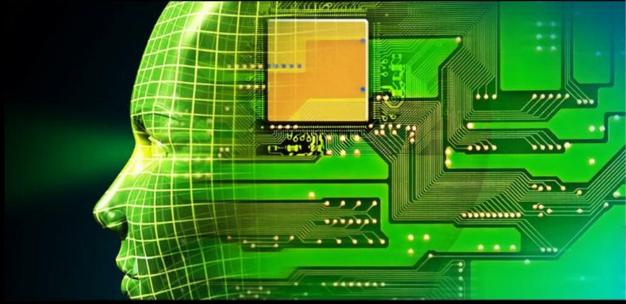
Аристотель
384—322 г. до н.э.

Раймунд Луллий
(умер в 1315 году)



Томас Гоббс
(1588-1679)

Философия

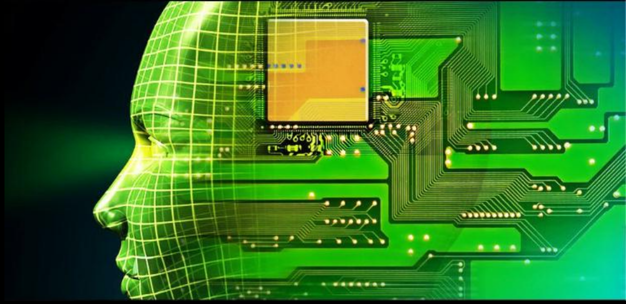


Как такой идеальный объект, как мысль, рождается в таком физическом объекте, как мозг?

Рене Декарт
(1596 – 1650)

- Дуализим
- Материализм
- Свободная воля?

Философия



Каково происхождение знаний?

- **Эмпиризм:** ***Френсис Бэкон (1561 – 1626)***

В человеческом понимании нет ничего, что не проявлялось бы прежде всего в ощущениях (Джон Локк)

- **Принцип индукции:** ***Дэвид Юм (1711 — 1776)***

Общие правила вырабатываются путем изучения повторяющихся ассоциаций между элементами, которые рассматриваются в этих правилах

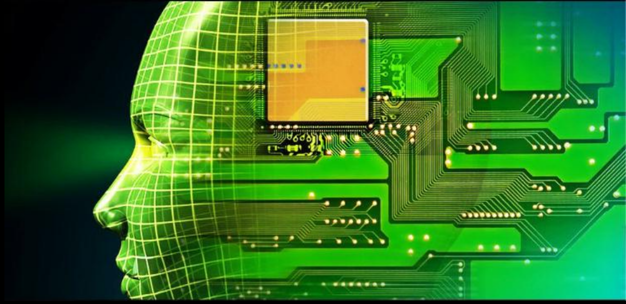
- **Логический позитивизм:** ***Венский кружок (1922 – 1938)***

Все знания могут быть охарактеризованы с помощью логических теорий

- **Теория подтверждения:** ***Р. Карнап (1891-1970)***

Вычислительная процедура для извлечения знаний из результатов элементарных опытов

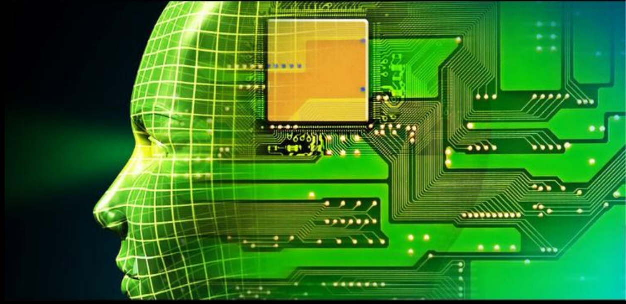
Философия



Каким образом знания ведут к действиям?

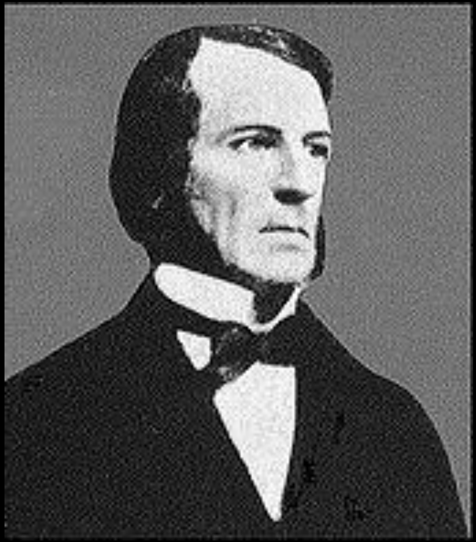
Нам предоставляется право выбора не целей, а средств достижения цели, ведь врач рассуждает не о том, должен ли он лечить, а оратор — не о том, станет ли он убеждать...

Аристотель, Никомахова этика.



Математика

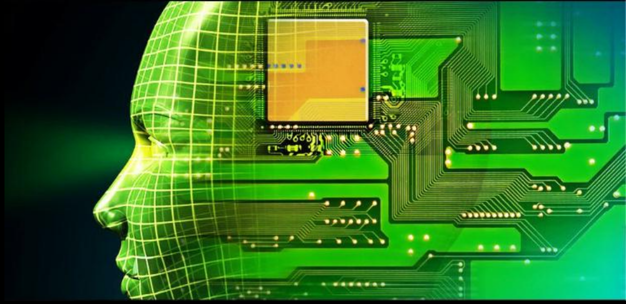
Каковы формальные правила формирования правильных заключений?



Джордж Буль
(1815-1864)
Булева логика

Готтлоб Фреге
(1848-1925)
Логика первого порядка

Альфред Тарский
(1902—1983)
Теория ссылок



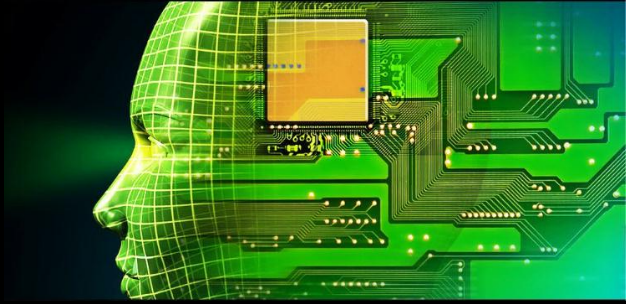
Математика

Как определить пределы вычислимости?

Давид Гильберт
(1862—1943)

Курт Гёдель
1906—1978)

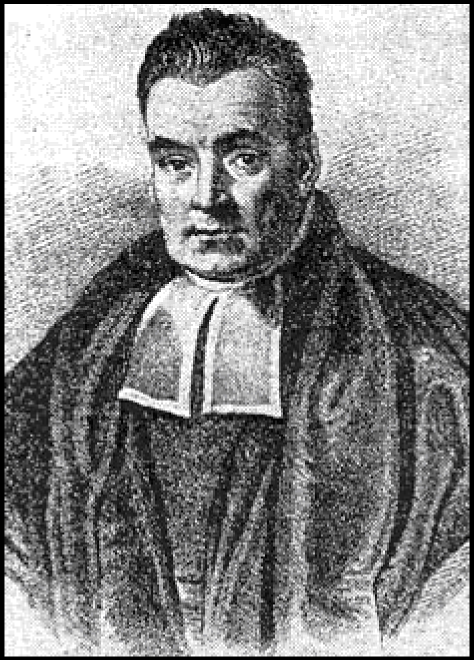
Алонзо Чёрч
(1903 – 1995)



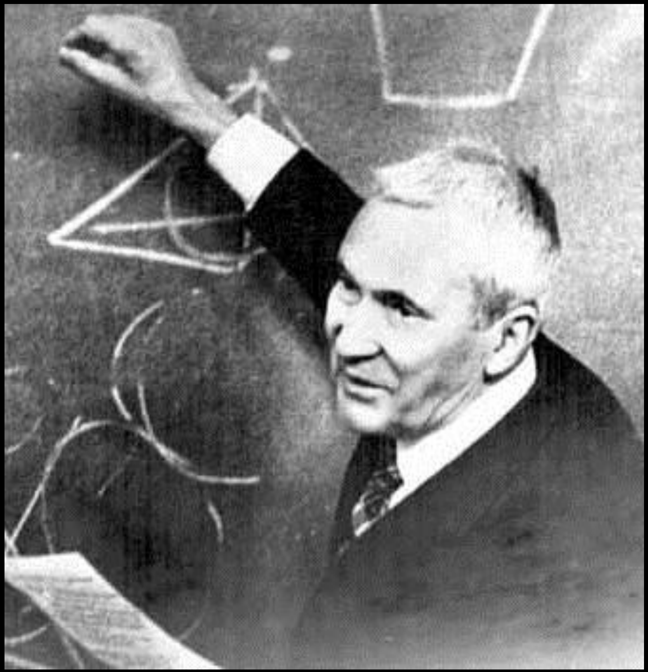
Математика

Как проводить рассуждения с использованием недостоверной информации?

Джероламо Кардано
(1501—1576)

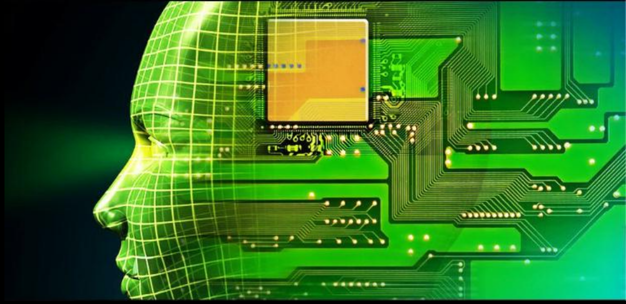


Томас Байес
(1702—1761)



Андрей Николаевич Колмогоров
(1903 – 1987)

Экономика



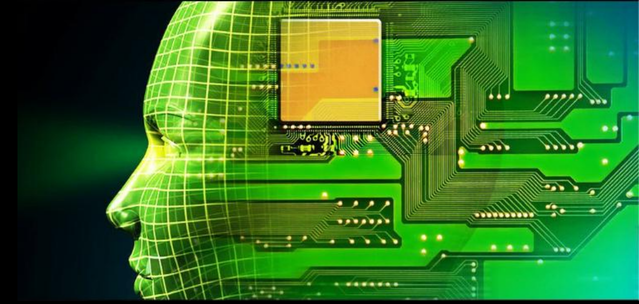
Как следует организовать принятие решений для максимизации вознаграждения?

Как действовать в таких условиях, когда другие могут препятствовать осуществлению намеченных действий?

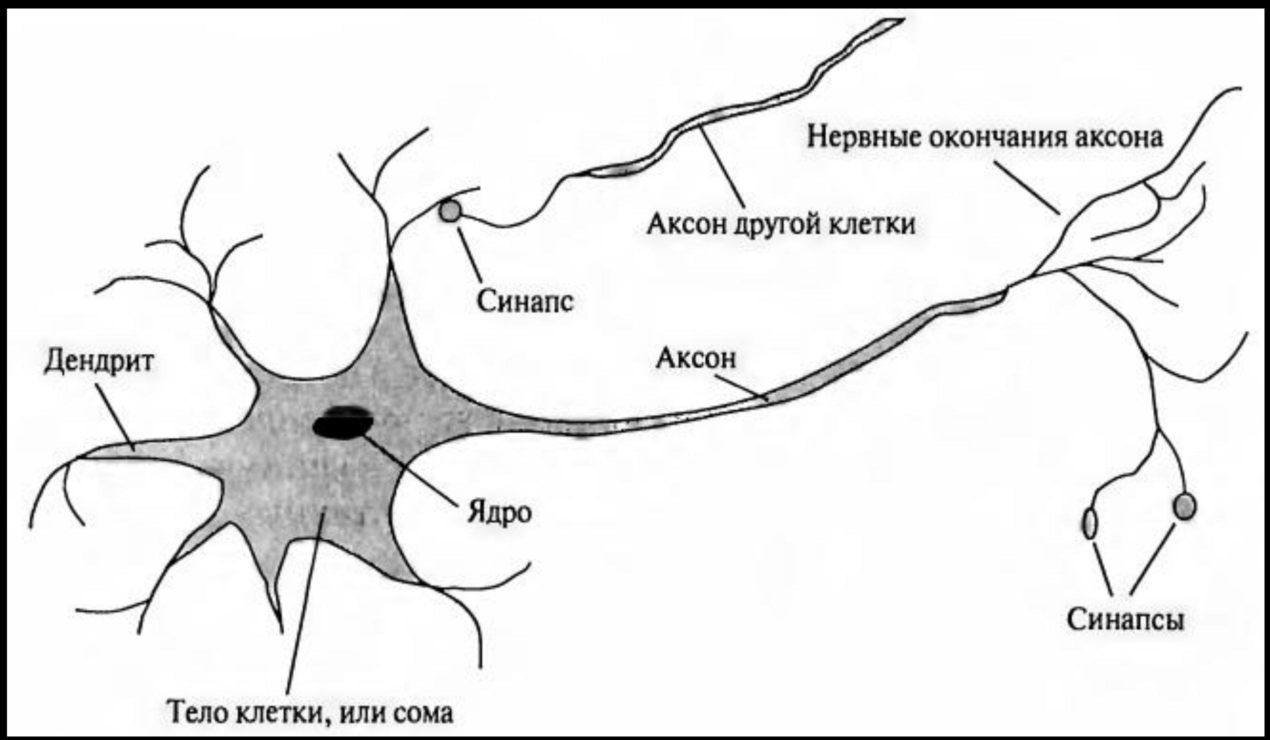
Как действовать в таких условиях, когда вознаграждение может быть предоставлено лишь в отдаленном будущем?

- Исследование о природе и причинах богатства народов, Адам Смит (1776)
- Теория полезности
- Теория принятия решений
- Теория игр
- Исследование операций

NeuroScience

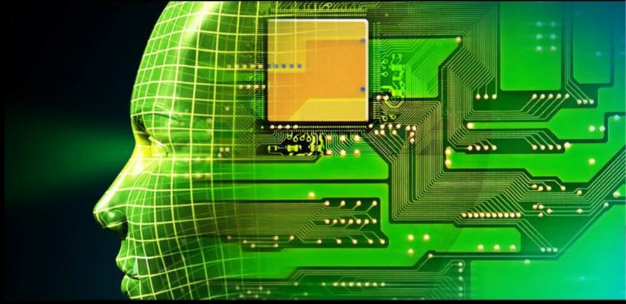


Как происходит обработка информации в мозгу?



Структура нейрона

NeuroScience

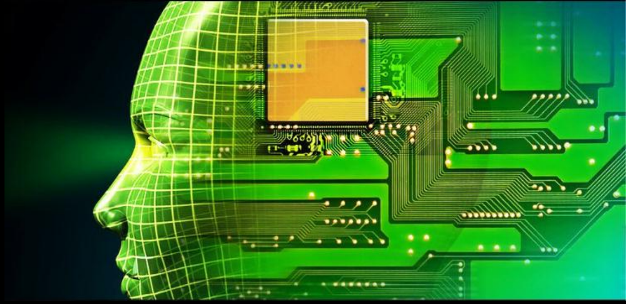


	Supercomputer	Personal Computer	Human Brain
Computational units	10^4 CPUs, 10^{12} transistors	4 CPUs, 10^9 transistors	10^{11} neurons
Storage units	10^{14} bits RAM	10^{11} bits RAM	10^{11} neurons
	10^{15} bits disk	10^{13} bits disk	10^{14} synapses
Cycle time	10^{-9} sec	10^{-9} sec	10^{-3} sec
Operations/sec	10^{15}	10^{10}	10^{17}
Memory updates/sec	10^{14}	10^{10}	10^{14}

Supercomputer: IBM Blue Gene

Personal Computer: обычный компьютер на 2008 г.

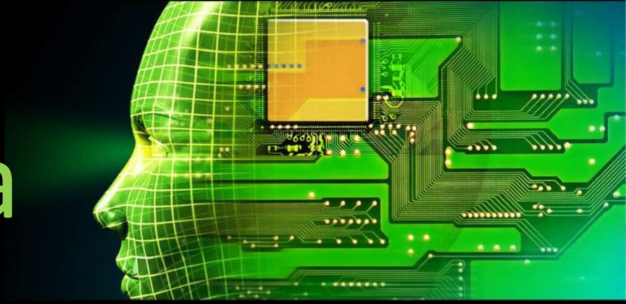
Психология



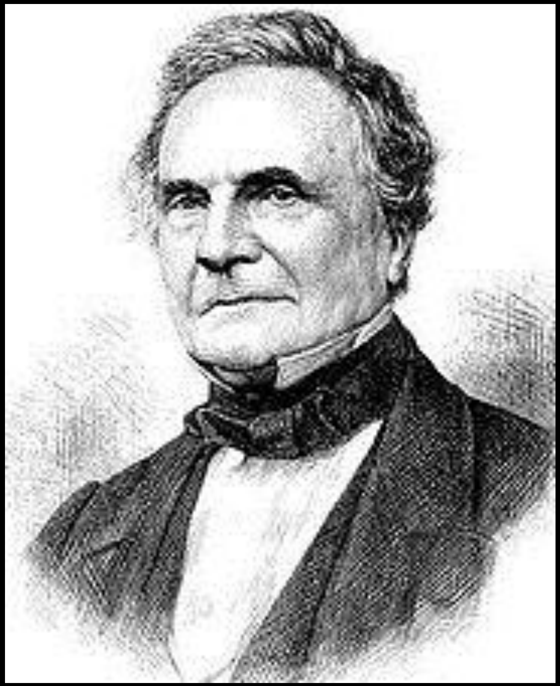
Как думают и действуют люди и животные?

- Герман фон Гельмгольц (1821-1894) и Вильгельм Вундт (1832-1920)
- Бихевиоризм
- Когнитивная психология
- Когнитивная наука

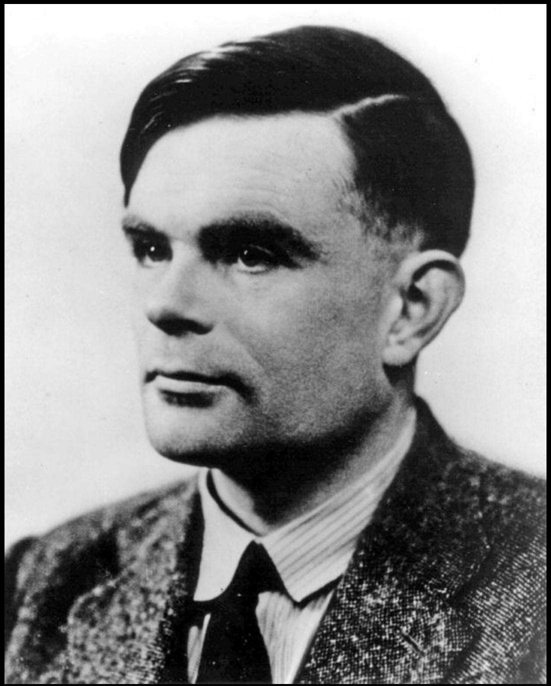
Вычислительная техника



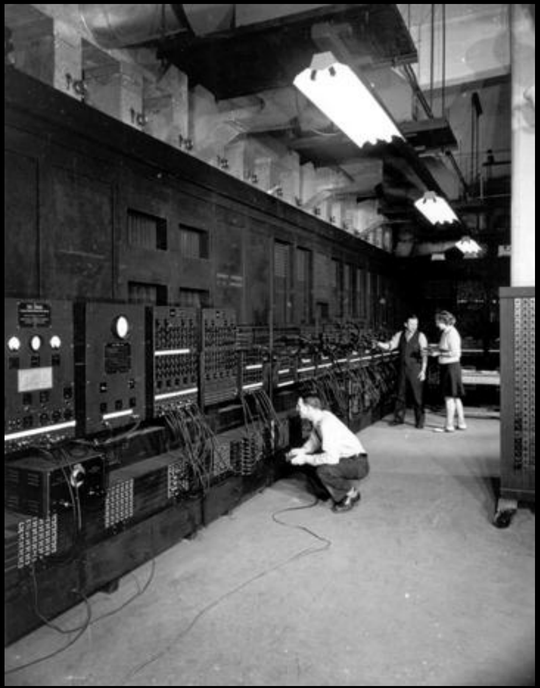
Как можно создать эффективный компьютер?



Чарльз Бэббидж
(1791 — 1871)

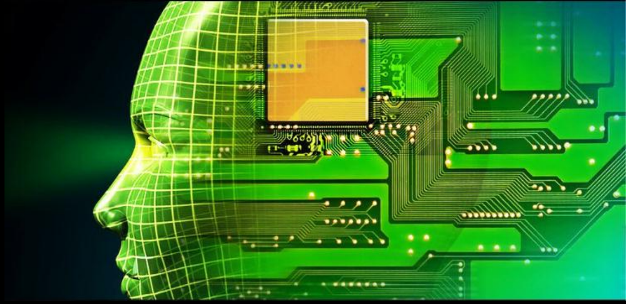


Алан Тьюринг
(1912 – 1954)



ENIAC
1946

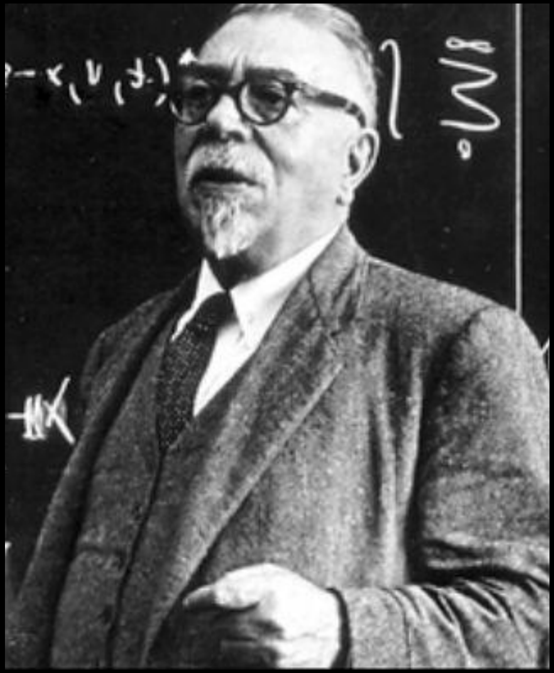
Теория управления и кибернетика



Каким образом артефакты могут работать под своим собственным управлением?

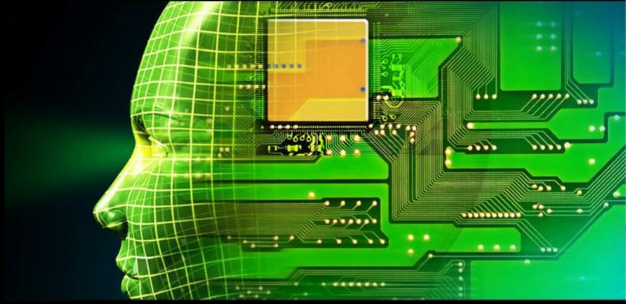
Ктесибий из Александрии
(250 год до н.э.)

Джеймс Уатт
(1736—1819)



Норберт Винер
(1894-1964)

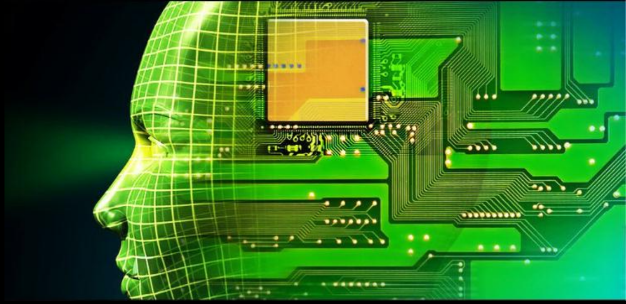
Вычислительная лингвистика



Каким образом язык связан с мышлением?

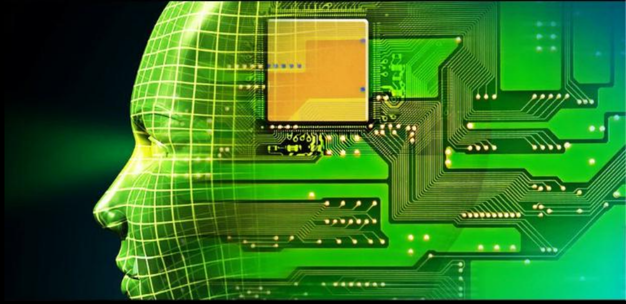
Ноам Хомский
(1928 – …)

История искусственного интеллекта



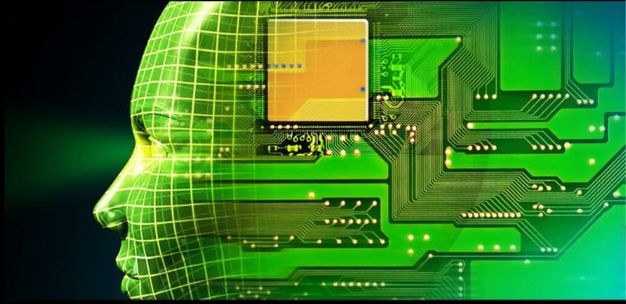
- Появление предпосылок AI (1943 – 1955)
- Рождение AI (1956)
- Ранний энтузиазм, большие ожидания (1952 – 1969)
- Столкновение с реальностью (1966 – 1973)
- Системы, основанные на знаниях – ключ к успеху? (1969 – 1979)
- Превращение AI в индустрию (1980 – …)
- Возвращение к нейронным сетям (1986 – …)
- Превращение AI в науку (1987 – …)
- Интеллектуальные агенты (1995 – …)
- Доступность больших баз данных (2001 – …)

Предпосылки AI (1943 – 1955)



- 1943 г.   Модель нейронной сети (Уоррен Мак-Каллок и Уолтер Питтс)
- 1950 г.   Первый компьютер на основе нейронной сети (Марвин Минский и Дин Эдмондс)
- 1950 г.   Алан Тьюринг, Computing Machinery and Intelligence:
  - тест Тьюринга, принципы машинного обучения, генетические алгоритмы и обучение с подкреплением
  - Child Programme

Рождение AI (1956 г.)



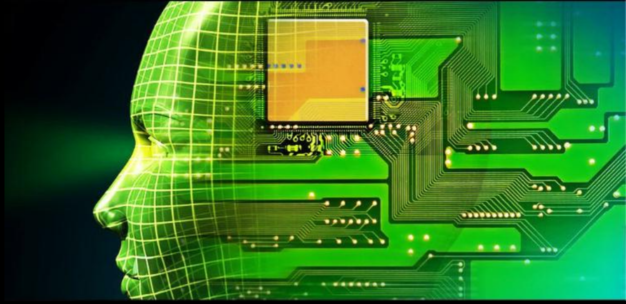
- Лето 1956 г. – двухмесячный семинар в Дартмуте (Джон Маккарти, Марвин Минский, Клод Шеннон, Натаниэль Рочестер)

- Logic Theorist. Аллен Ньюэлл и Герберт Саймон:

  “Мы изобрели компьютерную программу, способную мыслить в нечисловых терминах и поэтому решили почтенную проблему о соотношении духа и тела.”

- Artificial Intelligence ↔ Computational Rationality

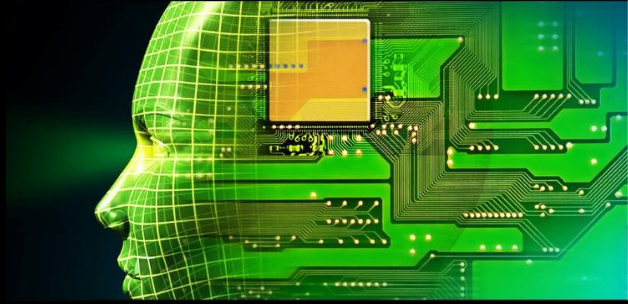
Ранний энтузиазм, большие ожидания



John McCarthy: “Looks, Ma, no hands!” era

- General Problem Solver (Аллен Ньюэлл и Герберт Саймон)
- Geometry Theorem Prover (Герберт Гелернтер)
- Игра в шашки (Артур Самюэл)
- Advice Taker (Джон Маккарти)
- Student (Дэниэл Бобров)

Первая песня компьютера



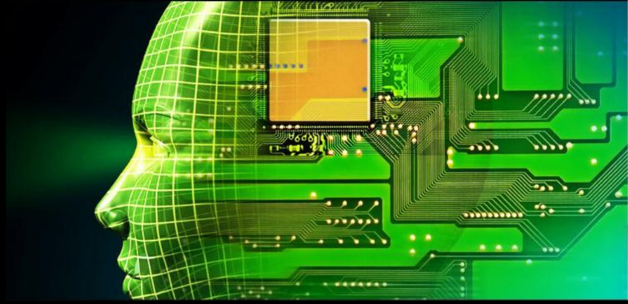
John Kelly, Carol Lockbaum, Max Mathews

Bell Laboratories, 1962 г.

IBM 704 – первый компьютер, который спел песню

Daisy, Daisy, give me your answer, do,
I'm half crazy all for the love of you.
It won't be a stylish marriage -
I can't afford a carriage,
But you'd look sweet upon the seat
Of a bicycle built for two.

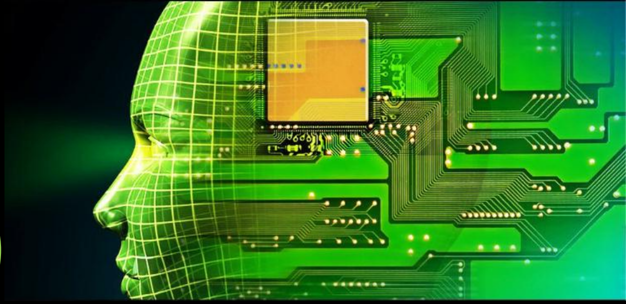
Герберт Саймон, 1957 г.



- “Я не ставлю перед собой задачу удивить или шокировать вас, но проще всего я могу подвести итог, сказав, что теперь мы живем в таком мире, где машины могут думать, учиться и создавать. Более того, их способность выполнять эти действия будет продолжать расти до тех пор, пока (в обозримом будущем) круг проблем, с которыми смогут справиться машины, будет сопоставим с тем кругом проблем, где до сих пор был нужен человеческий мозг.”

- “Через десять лет компьютер станет чемпионом мира по шахматам, и машиной будут доказаны все важные математические теоремы.”

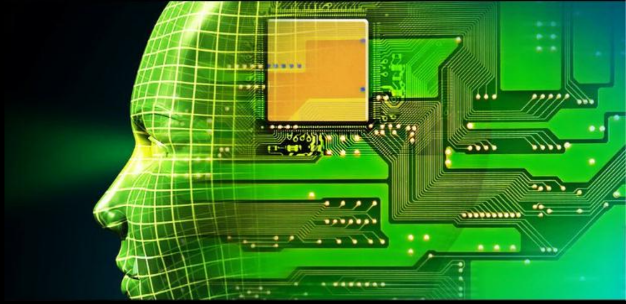
Столкновение с реальностью (1966 – 1973)



Главные проблемы:

- Комбинаторный взрыв
  - Если программа может найти решение в принципе, то это не означает, что она сможет найти его на практике
- Микромиры, отсутствие знаний
- Машинный перевод
  - 1966 г.: “Машинный перевод научного текста общего характера не осуществлен и не будет осуществлен в ближайшей перспективе.”
- Эволюция машин, генетические алгоритмы

Системы, основанные на знаниях (1969 – 1979)



Dendral (Эд Фейгенбаум, Брюс Бьюкенен и Джошуа Ледерберг)

if имеются два пика в точках x_1 и x_2, такие, что:

а) $x_1 + x_2 = M + 28$ (где M—масса всей молекулы);

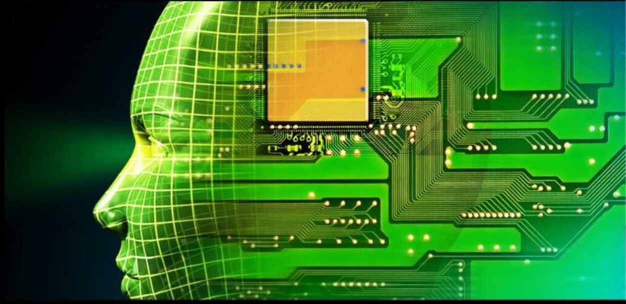
б) в точке x_1 - 28 — высокий пик;

в) в точке x_2 - 28 — высокий пик;

г) по меньшей мере в одной из точек x_1 и x_2 — высокий пик,

then существует кетоновая подгруппа (C=O).

Превращение AI в индустрию (1980 – …)

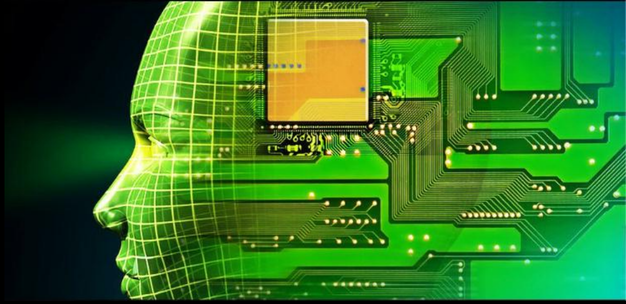


- 1982 г. – первая успешная коммерческая экспертная система R1
- 1986 г. – по оценкам, R1 экономит для Digital Equipment Corporation $40 млн в год

Размеры рынка:

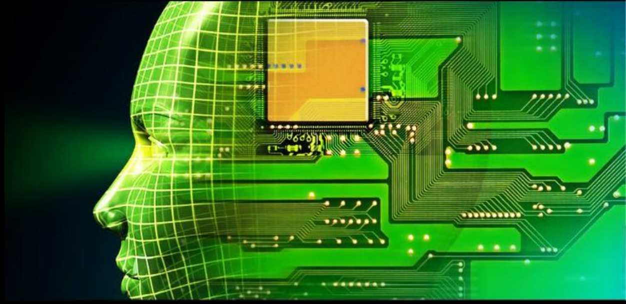
- 1980 г. – несколько миллионов долларов
- 1988 г. – несколько миллиардов долларов

Превращение AI в науку (1987 – …)



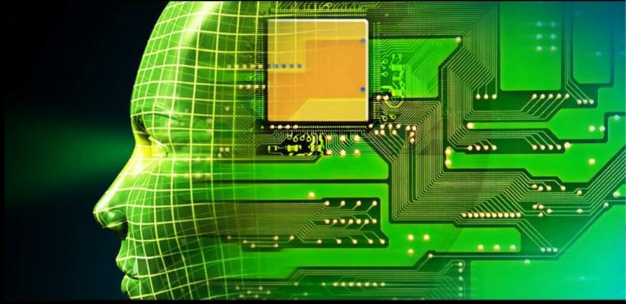
- Использование строгих математических методов
- Эволюционные работы, а не революционные
- Проверка результатов на реальных базах данных, а не на игрушечных примерах
- Устранилась изоляция AI как области исследований

RoboCup 2009

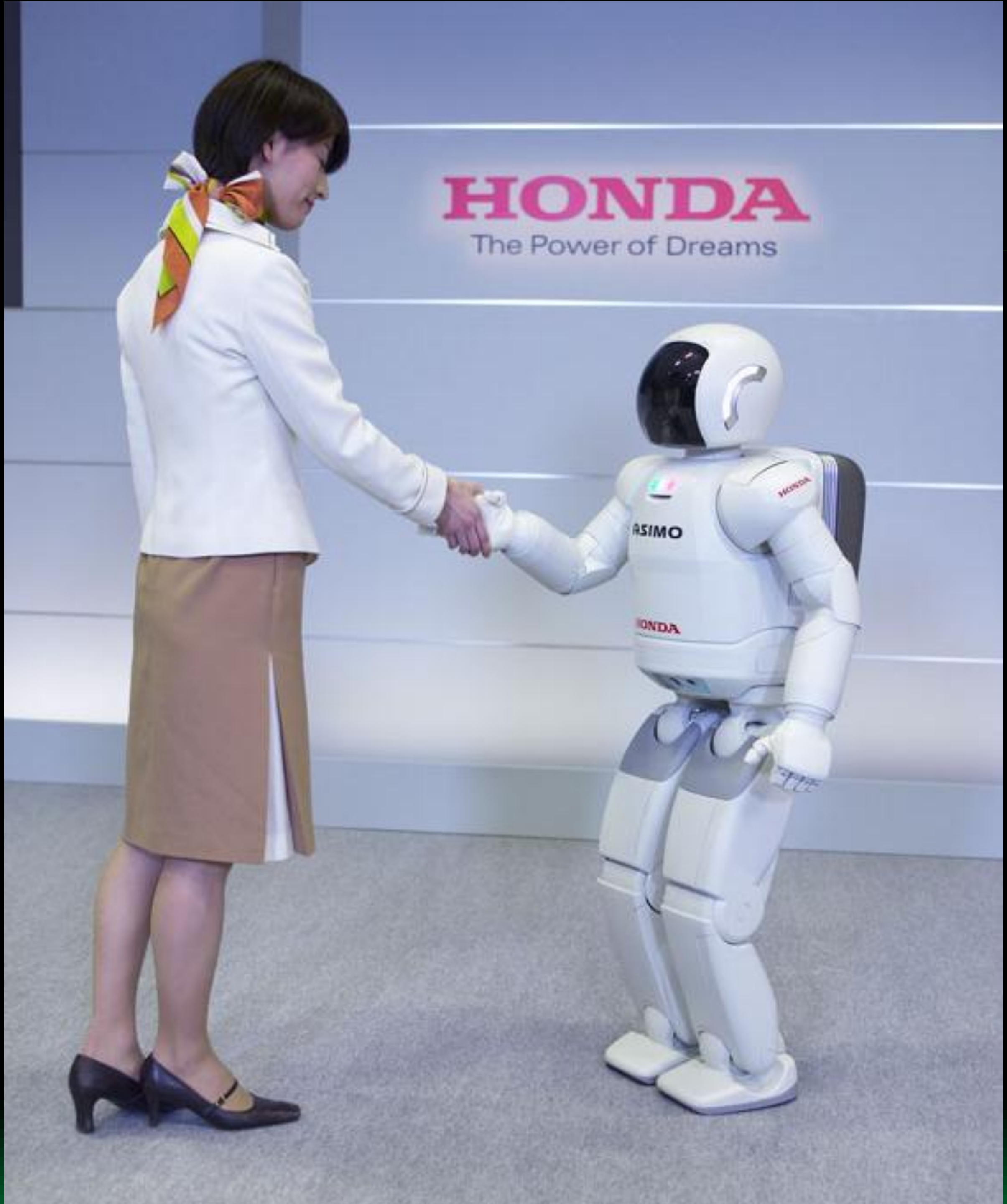


RoboCup 2008 Final

RoboCup
Four Legged League



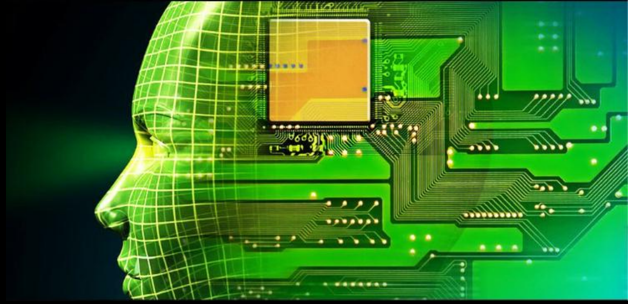
video


HONDA
The Power of Dreams
ASIMO
HONDA

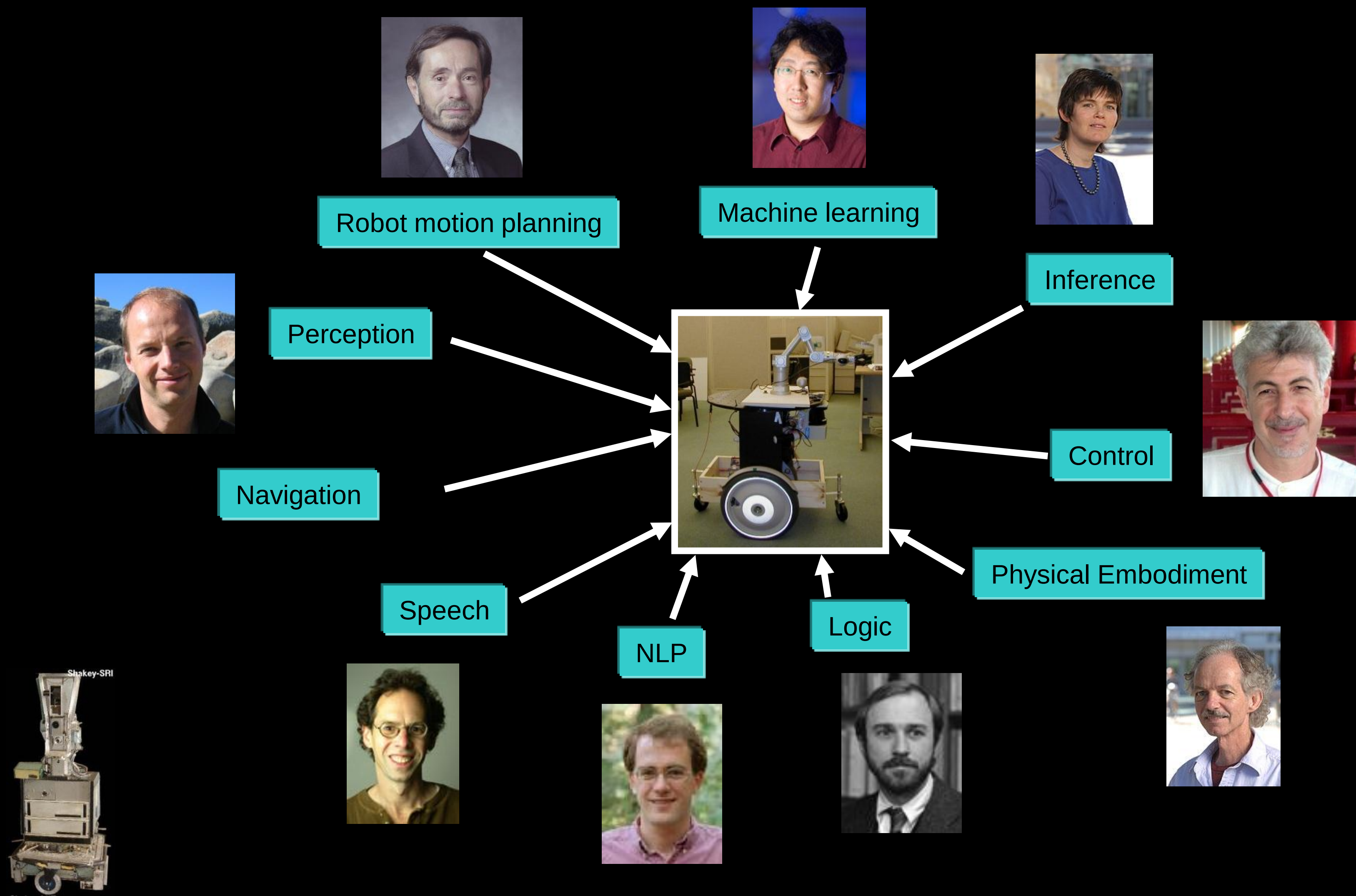
ASIMO Demo


ASIMO
The Honda Humanoid Robot ASIMO
ASIMO
The Next Generation
Specifications of the Research Model (December, 2004)

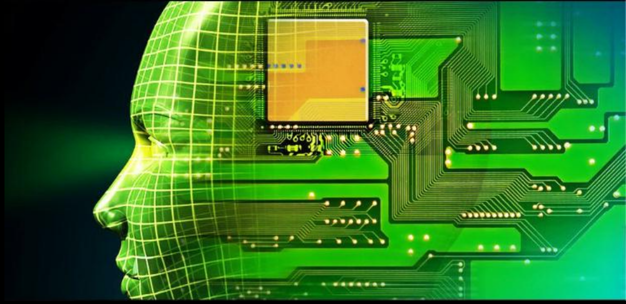
Darpa Grand Challenge



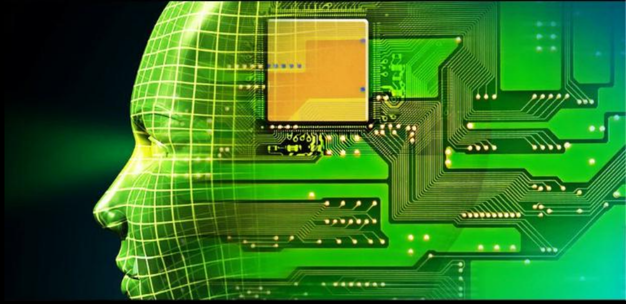
STAIR: Stanford AI Robot Project



Aldebaran Robotics’ Nao



Контакты



Илья Лысенков

ilya.lysenkov@gmail.com

http://twitter.com/ilysenkov

Клуб Computer Science and Its Applications:

http://groups.google.com/group/computer-science-and-its-applications