Введение в робототехнику
(для гуманитарных специальностей)

Лекции 1-2

Гаврилов Андрей Владимирович
http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/69/stuff
http://www.insycom.ru
http://twitter/HybridAI
Andr_gavrilov@yahoo.com

Содержание курса

- Общие понятия о робототехнике
  - История развития робототехники
  - Классификация роботов
  - Применение роботов
  - Подсистемы робота
  - Проблемы создания интеллектуальных роботов
  - Философские вопросы робототехники
- Общие понятия об интеллектуальных системах
  - История ИИ
  - Подходы к созданию ИИ
  - Методы представления знаний
  - Искусственные нейронные сети

Содержание курса (2)

- Интеллектуальные роботы
  - Парадигмы при создании систем управления интеллектуальных роботов
  - Планирование
  - Распознавание образов
  - Навигация
  - Локализация
- Общение с роботами на ЕЯ
  - Моделирование понимания ЕЯ
  - Проблема распознавания речи
  - Моделирование эмоций

Литература

- http://www.insycom.ru
- В.К. Финн. Искусственный интеллект. Методология, применение, философия. М: Красанд. 2011.
- Э.В.Попов. Общение с ЭВМ на естественном языке. – М.: УРСС, 2004. (эл. версия)
- С. Рассел, П. Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход. – М.: Вильямс, 2007. (эл. версия)
- Д.В.Смолин. Искусственный интеллект. Конспект лекций. – М.: Физматлит, 2004.
- Системы искусственного интеллекта. Практический курс. / В.А. Чулюков и др., М: БИНОМ, ФИЗМАТЛИТ, 2008.
- Ю.В.Новицкая. Основы логического и функционального программирования. - Уч. пособие, Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. (эл. версия)
- *Гаскаров Д.В.*Интеллектуальные информационные системы. Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2003.
- А.В. Гаврилов. Системы искусственного интеллекта. Уч. Пособие для заочников - Новосибирск, НГТУ, 2003. **(эл.версия)**
- Н.Г. Ярушкина. Основы теории нечетких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2004.

История робототехники

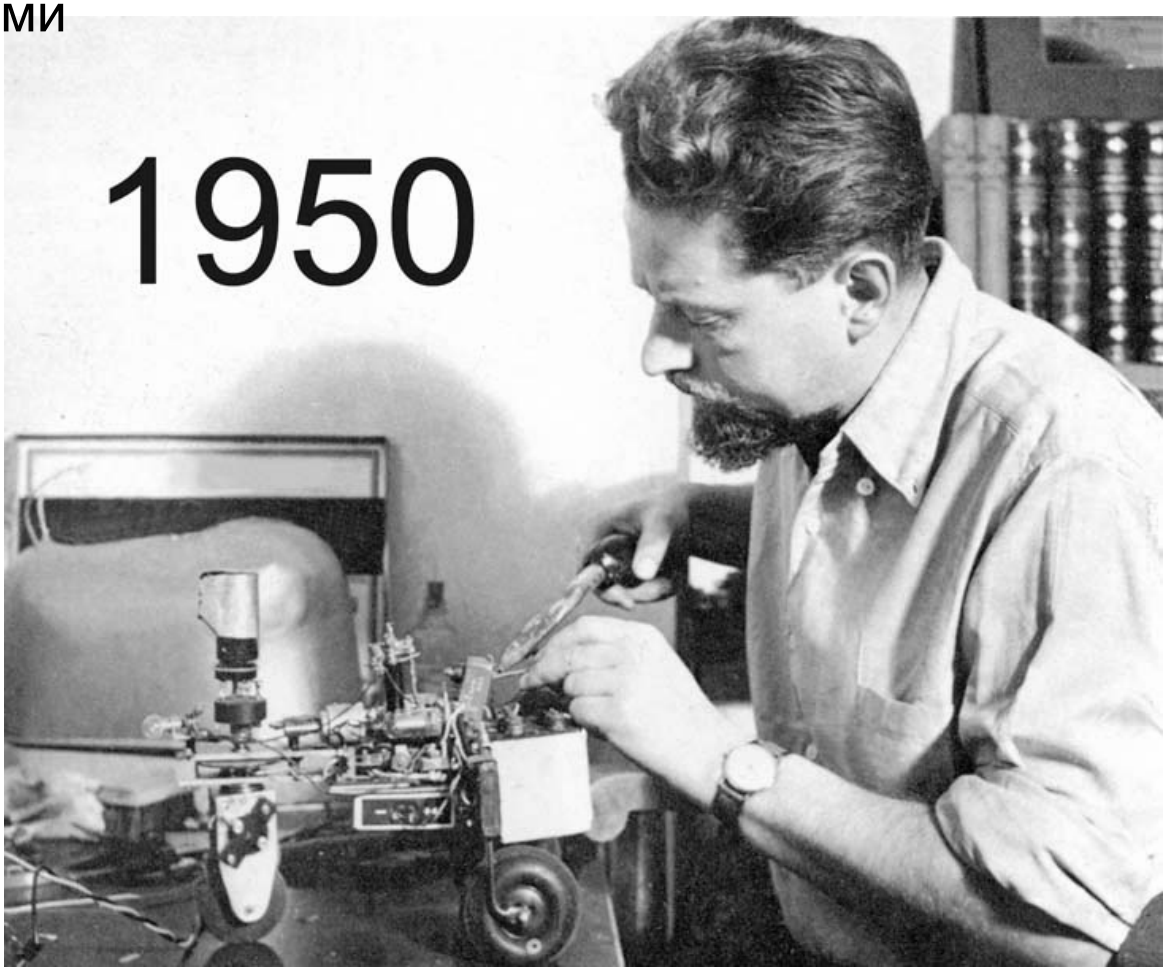
- Легенда о Прометее (железный страж огня, созданный Гефестом)
- Механические автоматы в Древнем Египте, а затем, в Древней Греции
- В 1500 году Леонардо да Винчи строит механического льва, который при въезде короля Франции в Милан выдвигался, раздирал когтями грудь и показывал герб Франции
- В 1543 году Джон Ди (John Dee) в Англии создает деревянного жука, способного летать
- В 1810 году Фридрих Кауфман (Friedrich Kaufmann) конструирует механического трубача. В трубаче используется шаговый программный барабан

История робототехники (2)

- 40-е и 50- годы 20 века:
  - Книга Н.Винера «Кибернетика» (1948)
  - Вопрос Тьюринга «Может ли машина мыслить?» (1950). Тест Тьюринга
  - Работы фон Неймана по самовоспроизводящимся автоматам
  - Разработка принципов описания и распознавания сцен (основы технического зрения)
  - Разработка алгоритмов поиска решений в пространстве состояний (на графах). Примеры – программы, играющие в шашки (Сэмюэль), калах, крестики-нолики и т.п., программа GPS – «всеобщий решатель задач».
  - Работы Розенблатта по распознаванию образов с помощью искусственных нейронных сетей (персептронов)

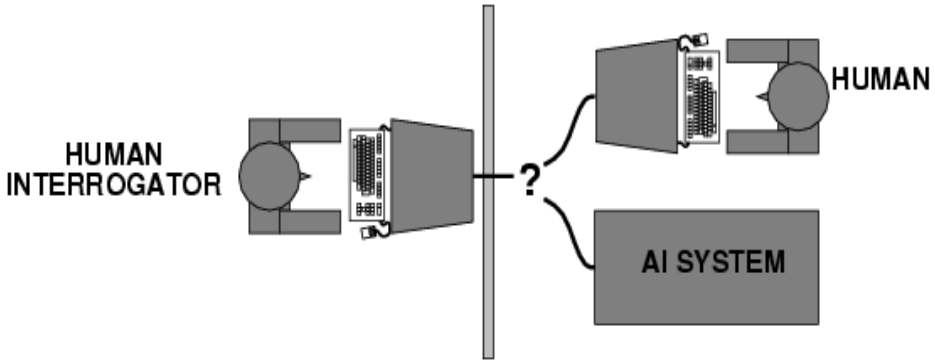
История робототехники (3)

Черепаха Уолтера с условными рефлексами



История робототехники (4)
Тест Тьюринга

- Turing (1950) "Computing machinery and intelligence":
- «Может ли машина думать?" → «Способна ли машина к разумному поведению?"



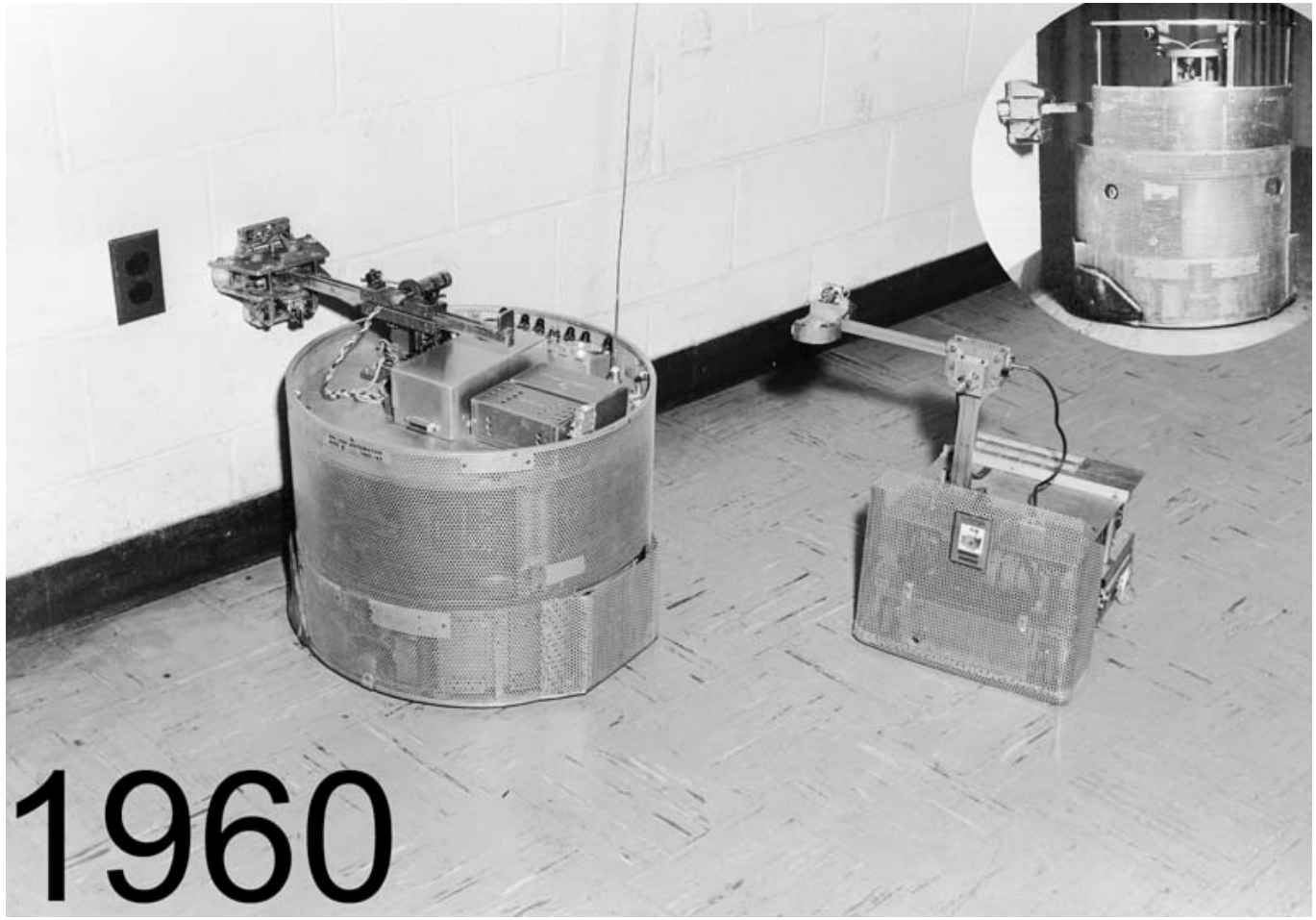
Человек дистанционно общается с компьютерной программой
и с другим человеком.
Если он их не различает (или ошибается при идентификации), считается, что программа разумна.

История робототехники (5)

- 60-е годы 20-го века:
  - Использование первых промышленных роботов
  - Исследования в области интеллектуальных роботов (объединение глаза и руки, восприятия и управления движением) – Edinburg University, Stanford University, MIT, Carnegie Mellon University, Japan
  - Идея представления знаний, в частности, в виде правил
  - 1965 – книга “Принципы нейродинамики” Розенблатта, первые применения искусственных нейронных сетей
  - Первые работы по моделированию понимания естественного языка и машинному переводу, семантические сети
  - Первые экспертные системы или системы, основанные на знаниях

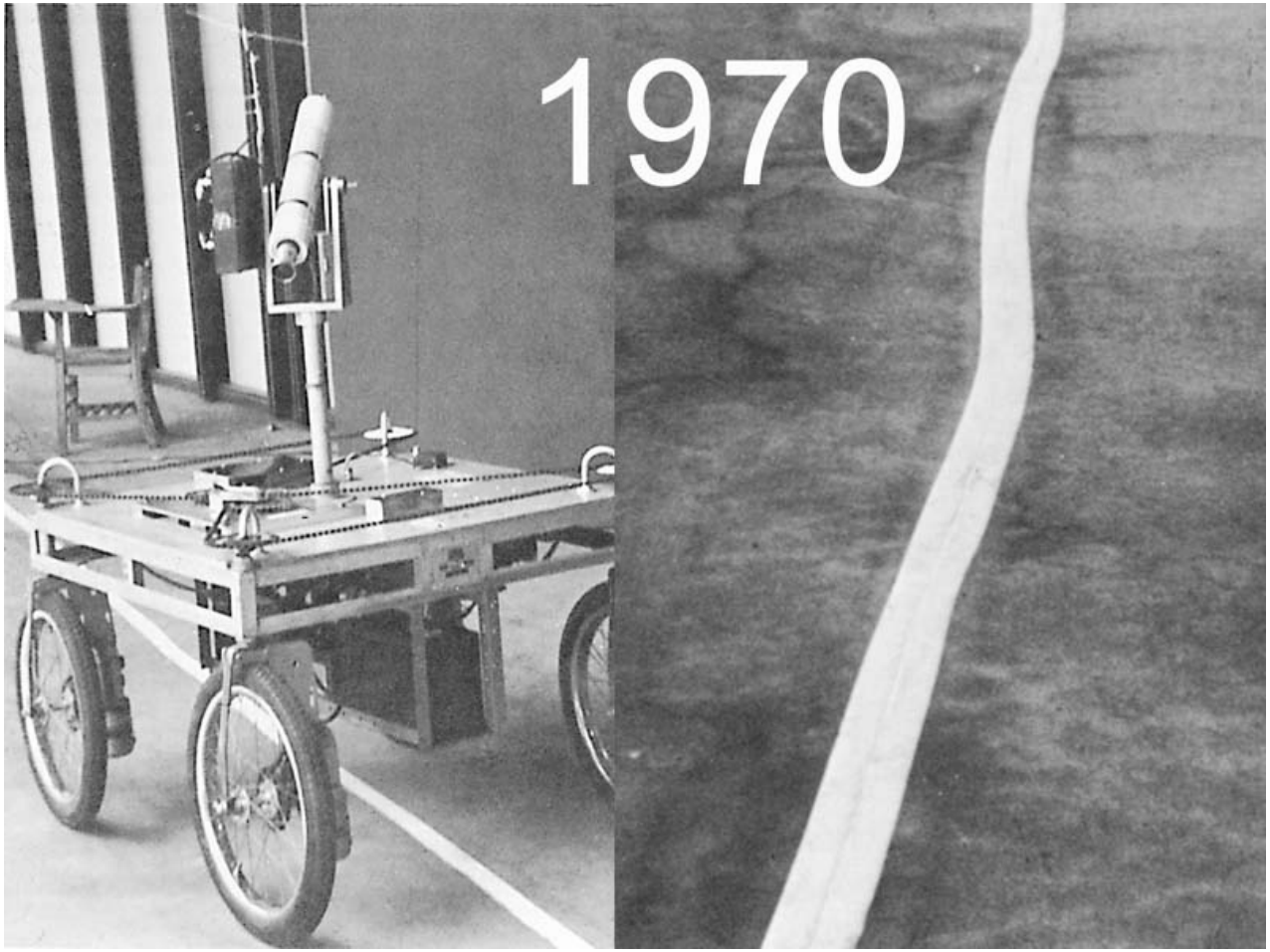
История робототехники (6)

Первые промышленные роботы-манипуляторы



История робототехники (7)

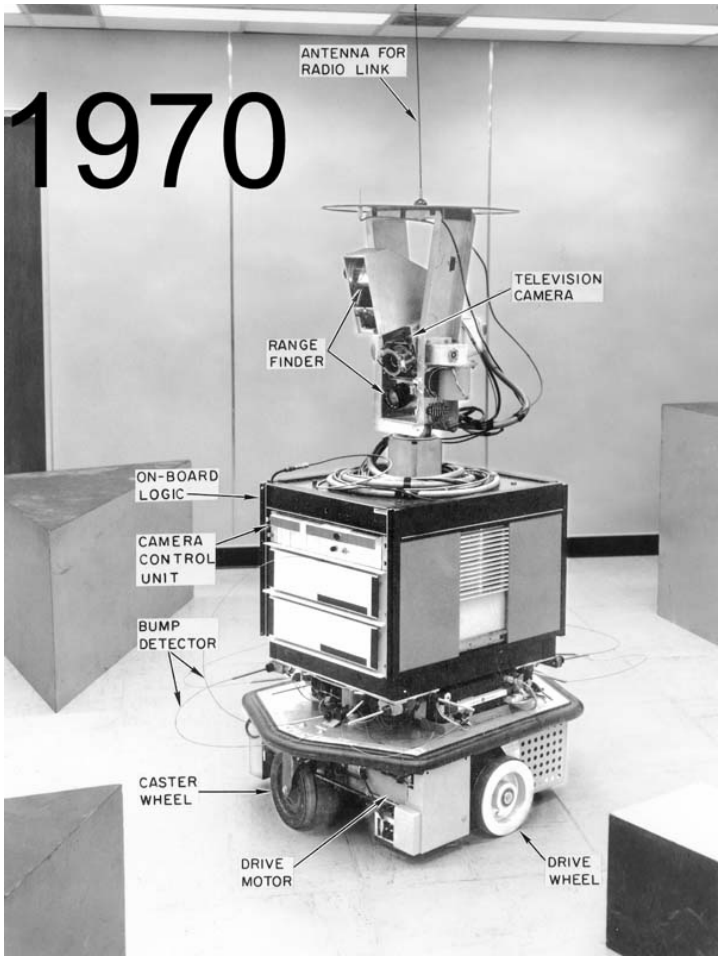
Первый мобильный робот, движущийся вдоль полосы



История робототехники (8)

Первый интеллектуальный робот Shaky (трясучка), созданный в МТИ

Выполнял действия с большими геометрическими фигурами (толкал их) в анфиладе комнат, выполняя команды на естественном языке



История робототехники (9)

- 1980-1990 годы
  - В начале 1980-х годов появились заводы-автоматы фирмы Fanuc по производству электродвигателей
  - Бум в области нейроинформатики с 1982 года (с появления модели Хопфилда) после 10-летнего затишья, связанного с критической книгой Минского и Пейперта персептронов Розенблатта.

2000-е годы, наше время

История робототехники (10)

Январь 2002 год

Первый в мире серийно выпускаемый бытовой робот-пылесос Trilobite представлен на рынок шведской компанией Electrolux. Робот ориентируется с помощью ультразвукового сонара и имеет высоту 13 см при диаметре 35 см. Максимальная скорость уборки — 40 квадратных сантиметров в секунду. Когда аккумуляторы робота "садятся", Trilobite сам находит зарядное устройство и едет заряжаться. Один из клиентов, принёсших в ремонт свой Trilobite, которого он уже назвал Матильдой, настаивая на починке, объясняет, что замена пылесоса невозможна.

История робототехники (11)
Сентябрь 2003 год

На выставке Sony Dream World 2003 представлен робот QRIO, ранее известный под именем SONY SDR-4X. Робот Qrio весит около 7 кг при росте в 58 сантиметров - такой размер Sony признала оптимальным и безопасным для игры с детьми. Благодаря 38 встроенным сервомоторам Qrio обладает достаточной свободой движений и хорошей координацией. Он может брать предметы, танцевать, подниматься по небольшой лестнице и держать равновесие, стоя на одной ноге. Робот знает более 60,000 слов и обладает зачатками адаптивного поведения.

История робототехники (12)

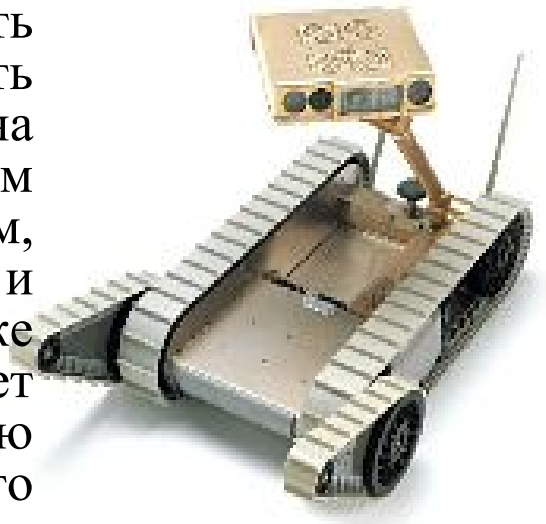
Февраль 2004 год

Toyota объявила о проекте «Роботы-помощники». Цель компании - создание роботов, обладающих человеческими характеристиками. Toyota разрабатывает три различных типа роботов-помощников. Ходящий робот Toyota Partner Robot предназначен для заботы о престарелых и персональной помощи; его рост 120 см, вес 35 кг. Эта модель ходит, как человек, на двух ногах, что дает ему возможность использовать руки для выполнения широкого ряда задач. Ездящий робот предназначен для использования на производстве; его рост 100 см, вес 35 кг. Эта модель двигает очень быстро, не занимая при этом слишком много пространства.

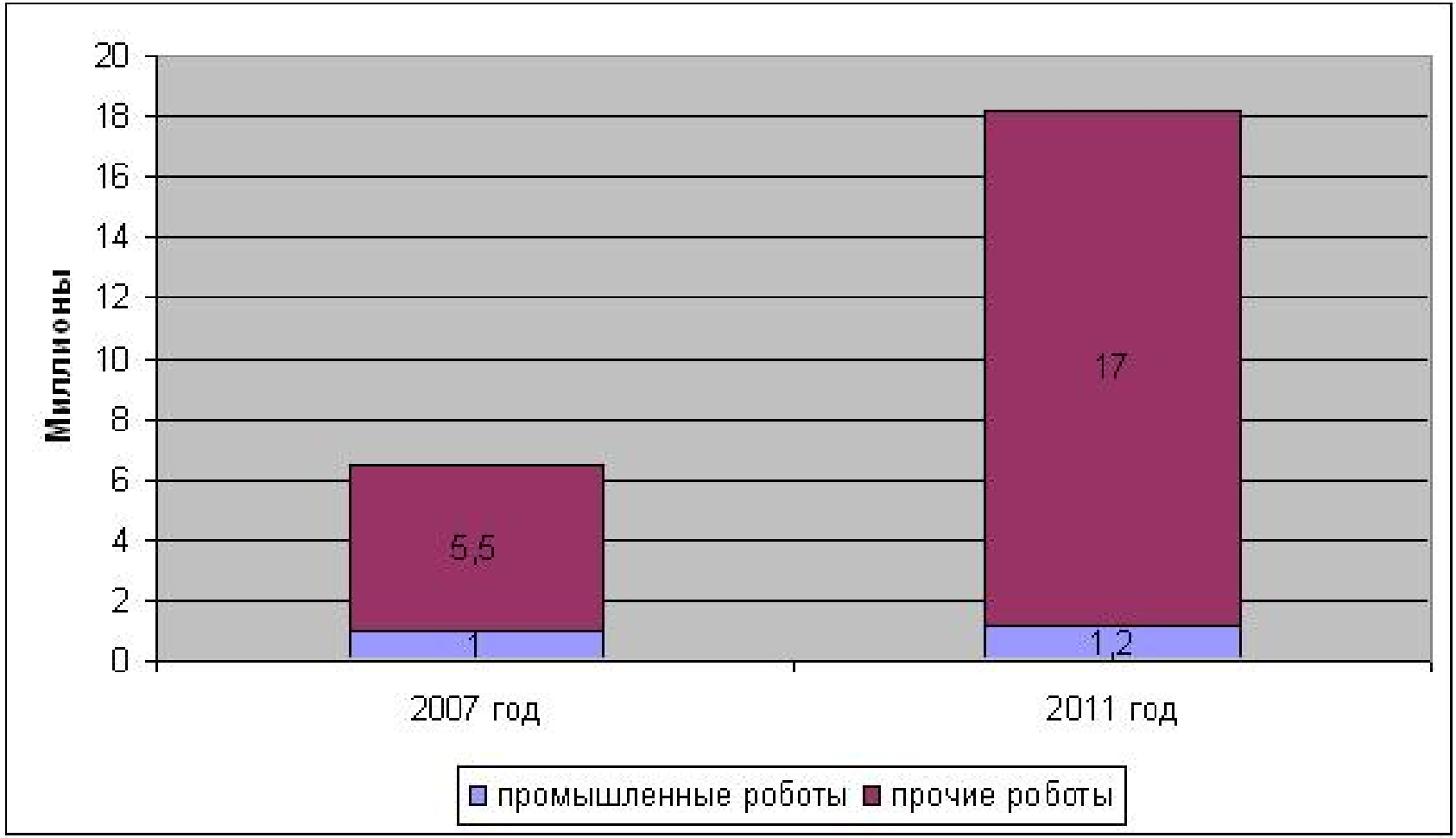
История робототехники (13)

Октябрь 2005 год

Компанией iRobot совместно с Центром фотоники Бостонского университета представлен робот PackBot с системой REDOWL (Robotic Enhanced Detection Outpost With Lasers), способный определять местонахождение снайперов и осуществлять наведение на цель. Система Redowl снабжена лазерным прицелом и прожектором, акустическим локализатором и классификатором, тепловизором, датчиком глобального позиционирования (GPS) и камерами инфракрасного и дневного света, а также двумя широкоугольными камерами. Машина может записывать и передавать видео с помощью камкордеров от Sony. С помощью интеллектуального ПО робот может отличить выстрелы от банального эхо, например, в горах. Снайперу достаточно сделать один выстрел, как REDOWL тут же определит его точное местонахождение.

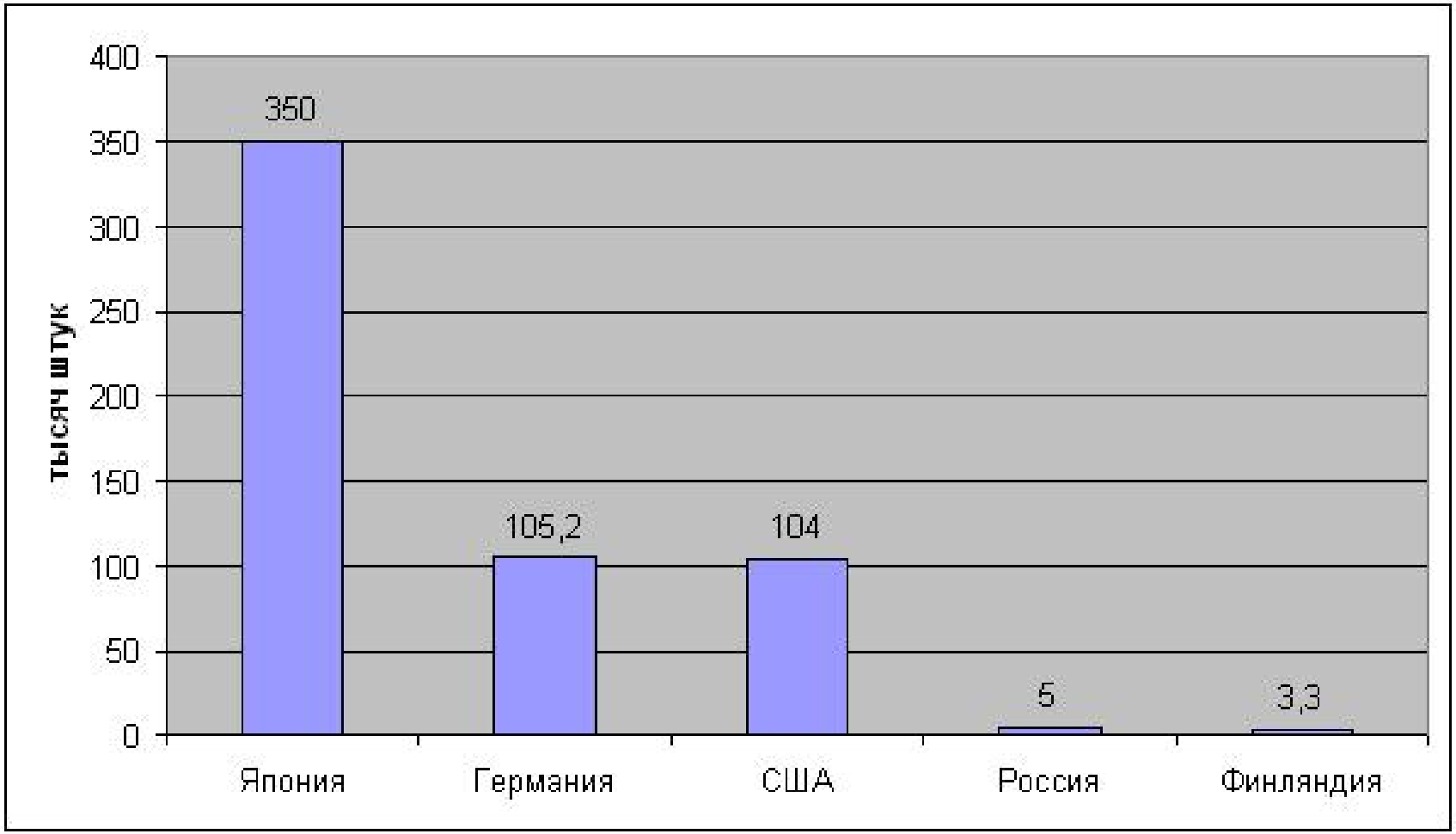


На рисунке представлена общая статистика и тенденция численности роботов в мире.



Популяция роботов в мире.

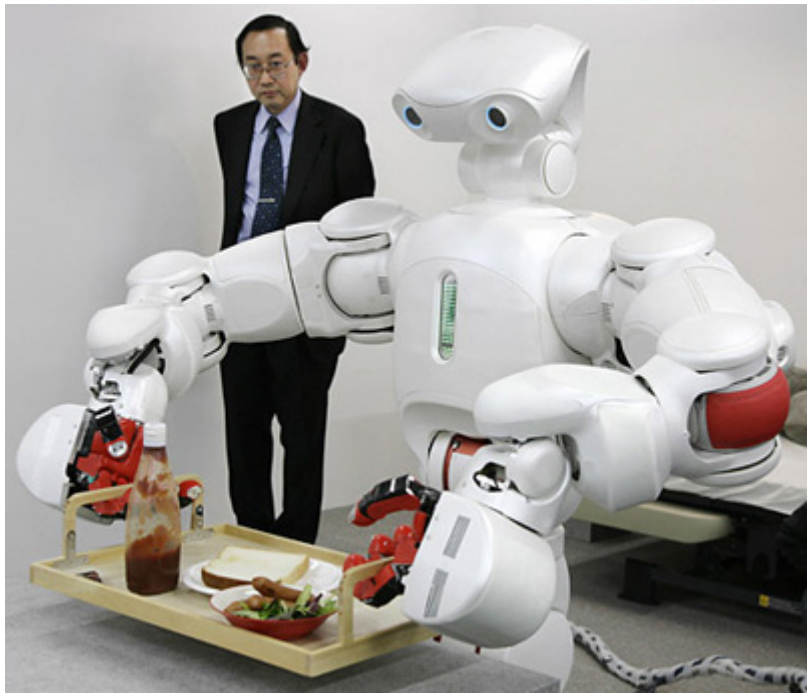
Распределение промышленных роботов по странам за 2004 год.



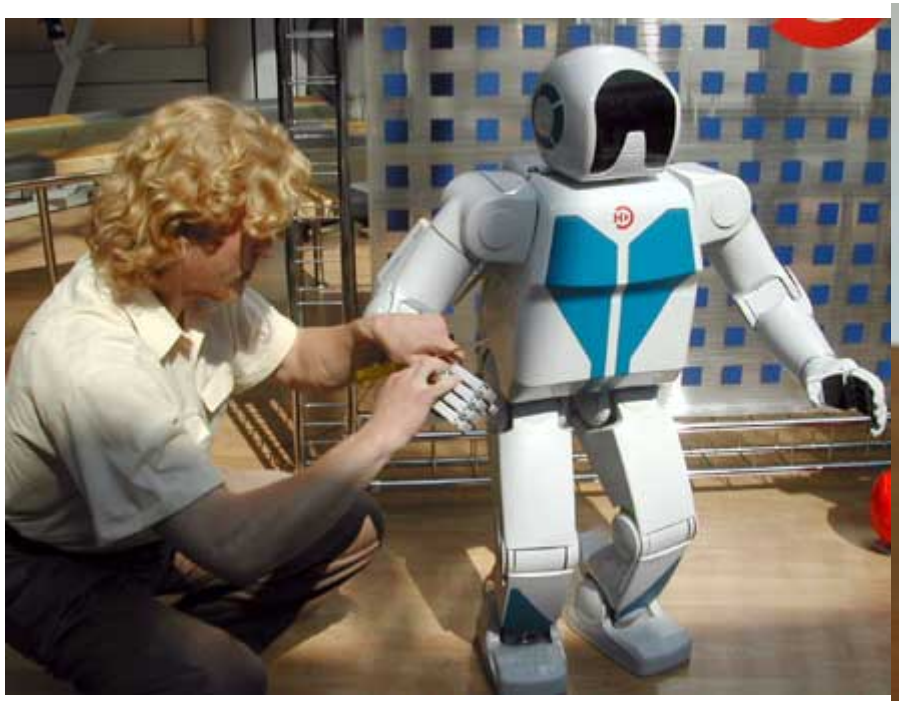
Промышленные роботы

Военные и космические роботы

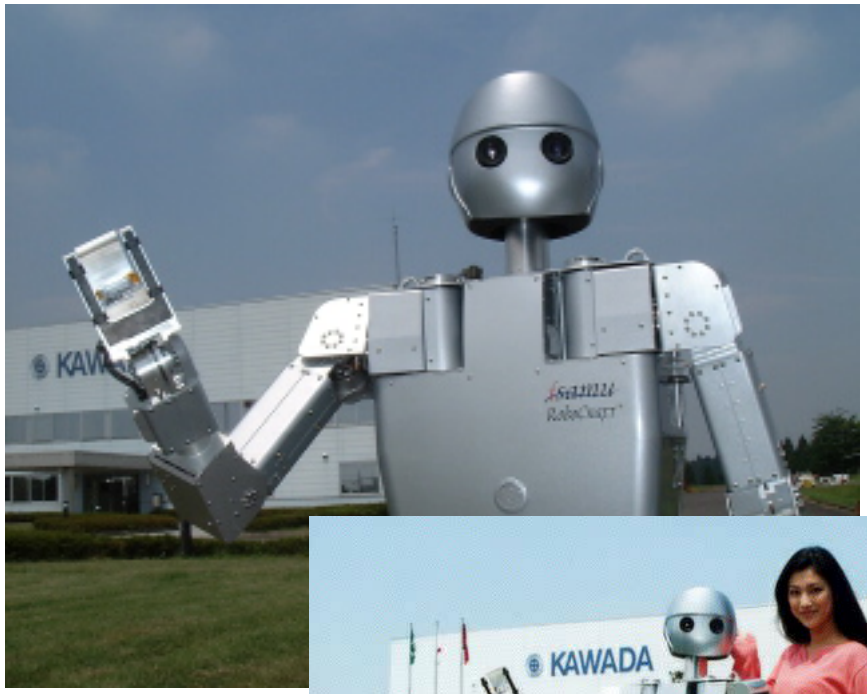
Бытовые роботы

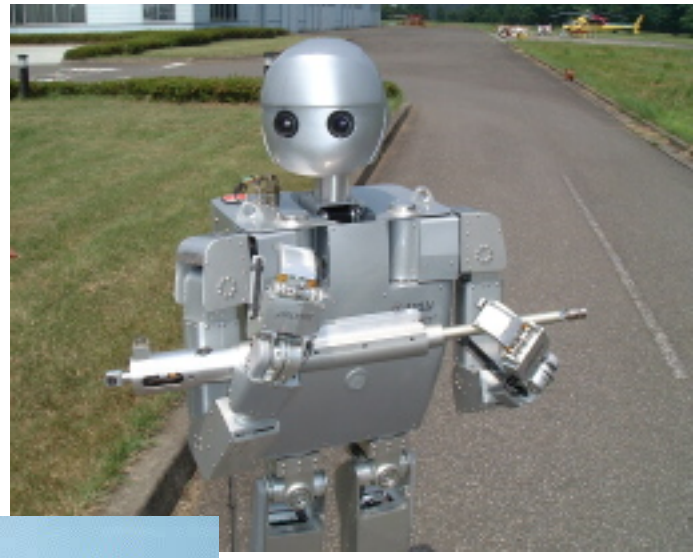


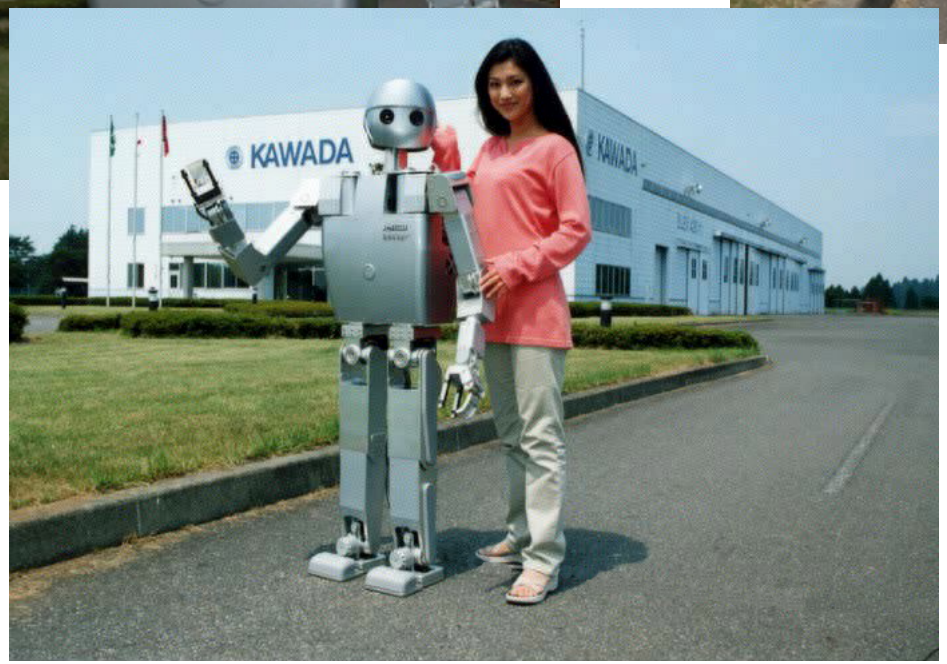
Гуманоидные роботы



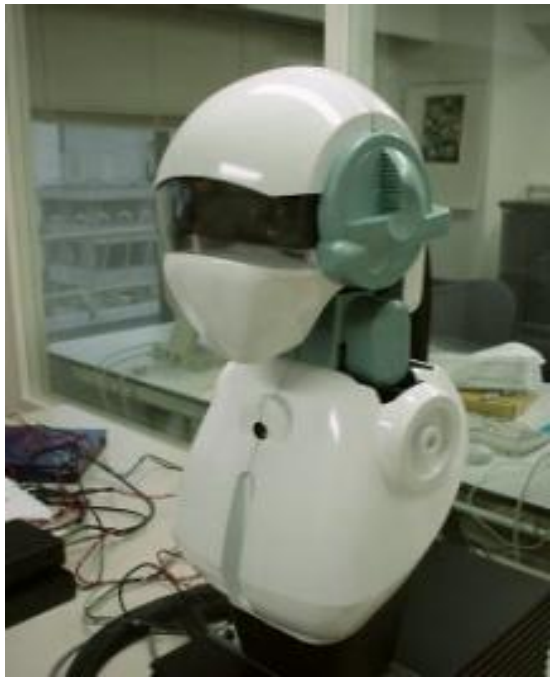
Гуманоидные роботы ISAMU



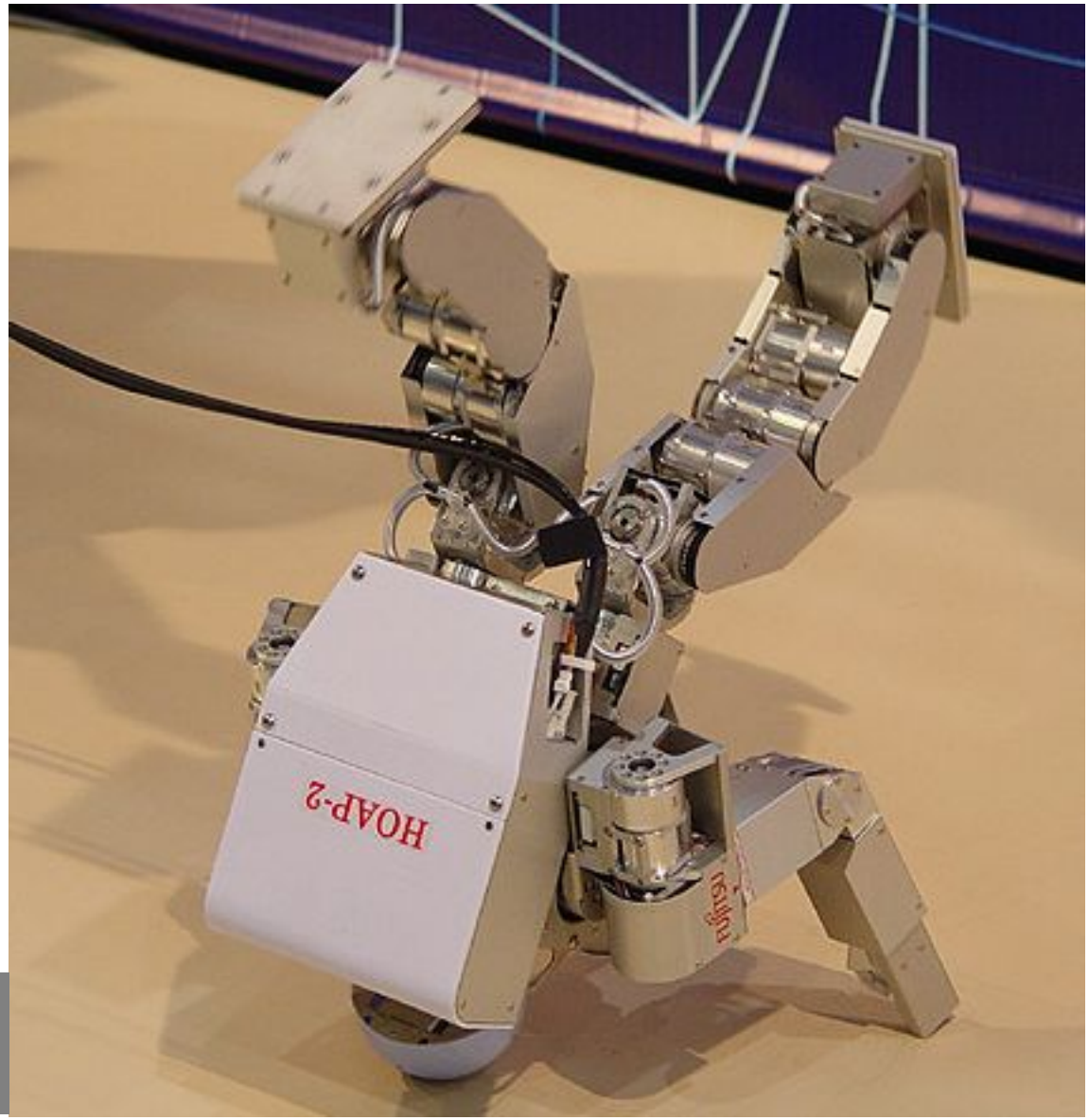




Гуманоидные роботы

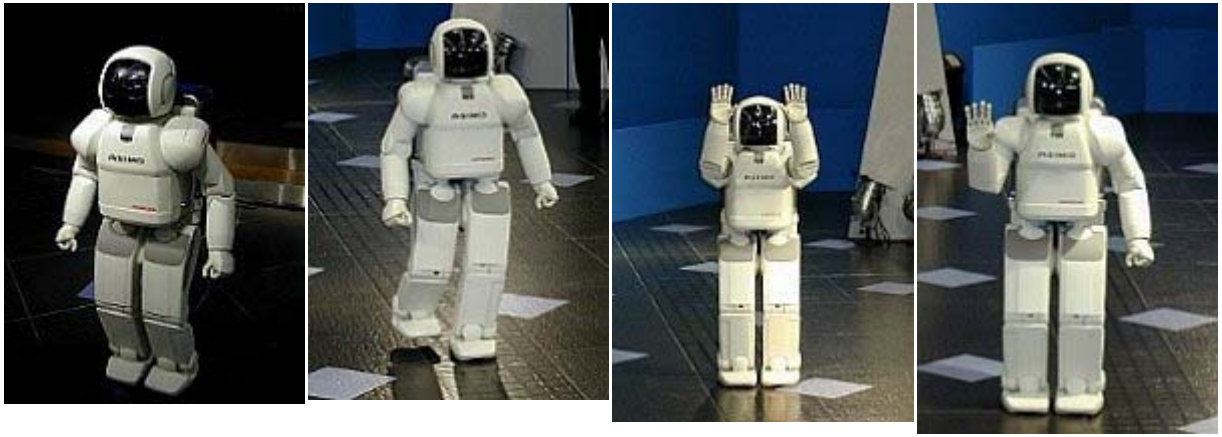


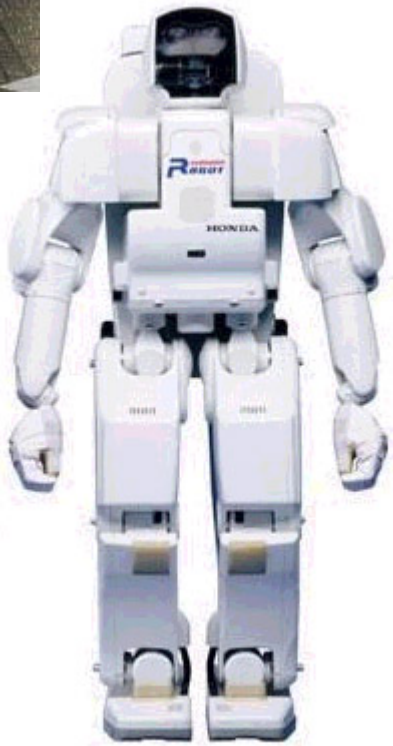
SIG-02



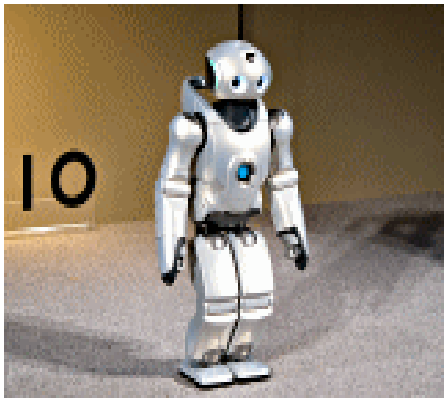
HOAP-2

Гуманоидные роботы





Робот QRIO компании SONY

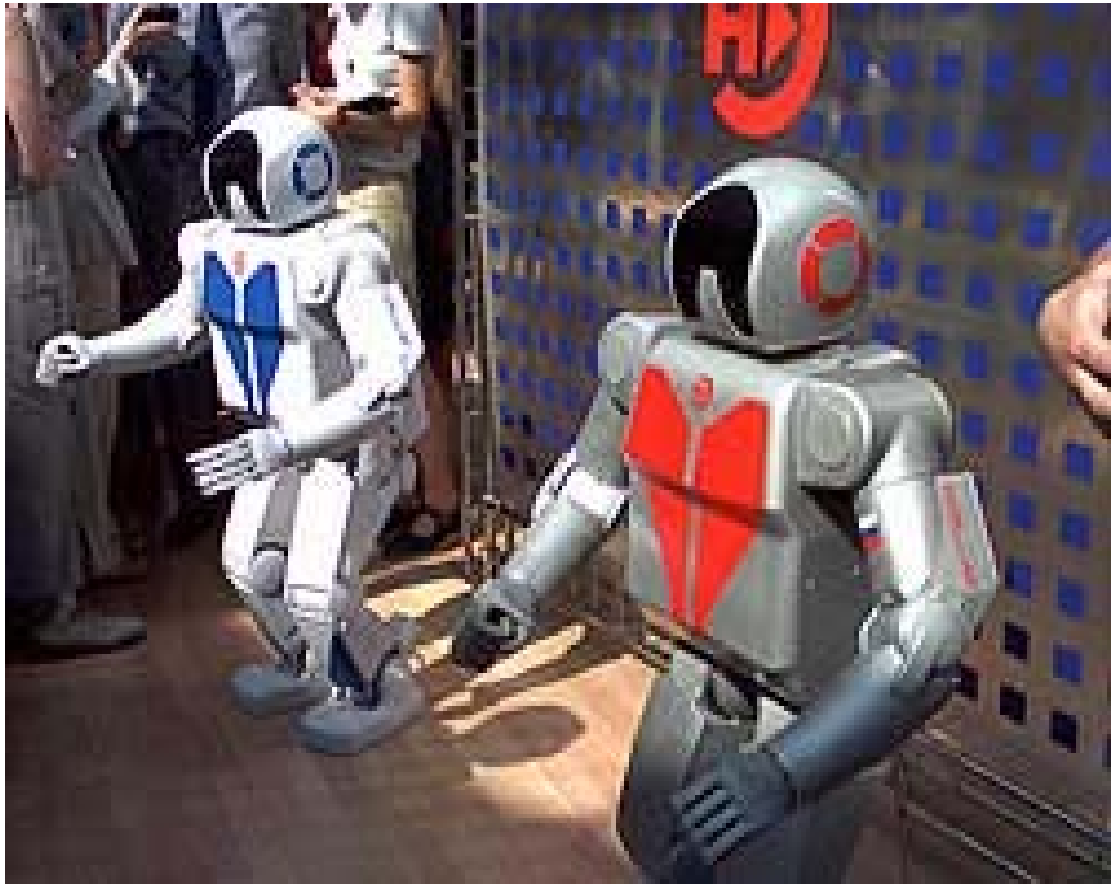


Гуманоидные роботы-няни

SAYA

WAKAMARU

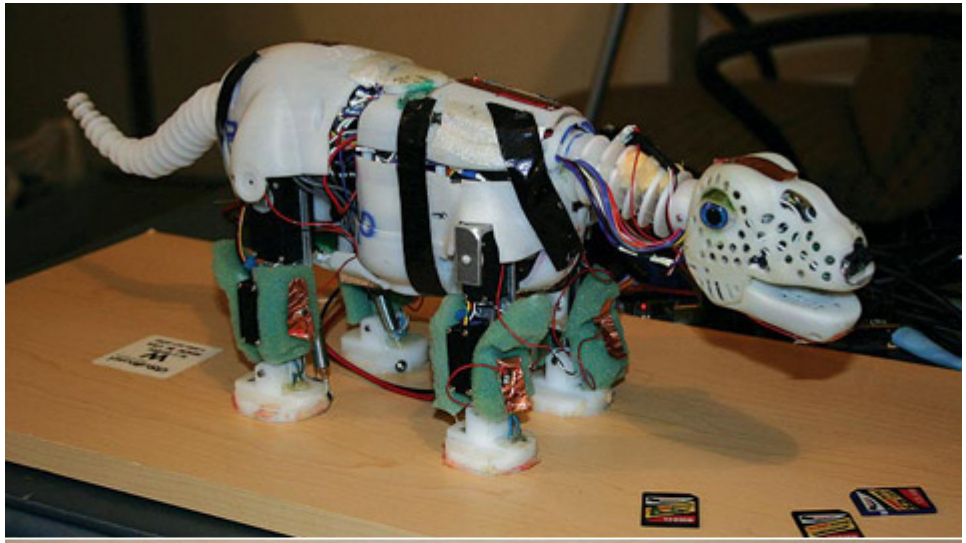
Отечественные роботы фирмы «Новая эра» (С.-Петербург)

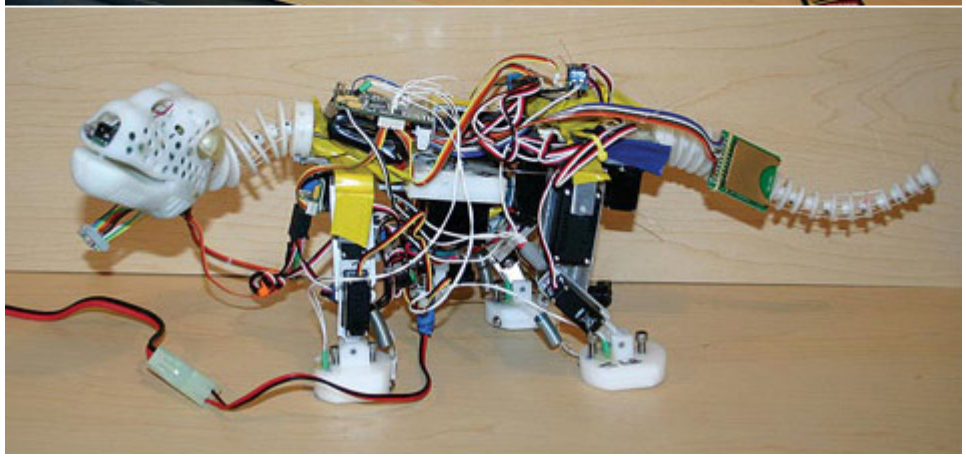


Робот с дистанционным управлением «Companion» для домов престарелых

Американский робот - сиделка для ухода за престарелыми людьми

Роботы-игрушки

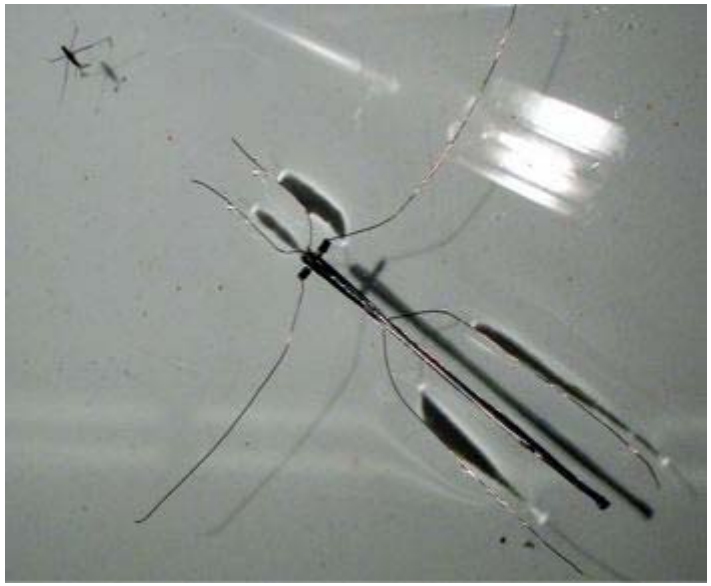




Робот-игрушка Robosapien

Робот имеет рост 44 см и выполняет 67 программируемых функций. Он способен брать и перемещать предметы, подметать пол, петь, танцевать диско, играть в футбол и показывать полтора десятка движений кунг-фу.
Руки и ноги робота Robosapien оборудованы специальными датчиками-сенсорами, позволяющими ему обходить препятствия, а двухскоростной режим ходьбы обеспечивает возможность бегать и медленно прогуливаться.
Робот управляется с помощью миниатюрного пульта дистанционного управления. Стоимость модели в России около $200.

Роботы-насекомые



Небольшой робот с моторчиком Robostrider, корпусом которого послужила пустая банка из под 7-Up, смог успешно перемещаться по поверхности воды на проволочных ножках из нержавеющей стали (среднюю пару ног приводили в движение посредством прикрепления к шкиву эластичной ленты).

Как и живые водомерки, устройство перемещается, в первую очередь, благодаря микроводоворотам, образующимся при каждом гребке.

Военные роботы

Робот для разминирования

Роботы-разведчики

Подводный робот для поиска мин

REMUS

Небольшой и лёгкий (около 3,2 кг) робот способен передвигаться под водой со скоростью около 3-5 узлов на глубине до 90 м. Запас хода REMUS составляет 60 км. Программирование робота осуществляется с помощью переносного компьютера, для навигации используются радио- и акустические маячки. Встроенный компьютер может сам выбрать оптимальный метод определения маршрута

ДПЛА «Пчела-1»

В данном комплексе реализовано сопряжение в реальном масштабе времени с командными пунктами средств огневого поражения, таких, как РСЗО <Смерч>, <Град>, 155-мм самоходные гаубицы <Мста-С-155>, проработаны вопросы выдачи целеуказания ударным вертолетам

При выполнении боевой задачи полет ДПЛА <Пчела-1> может осуществляться как по заданной программе, так и по командам оператора. Предусмотрен режим кругового облета цели для контроля ее поражения

Военные БПЛА

Hermes-450, Израиль

MQ-1 Predator, США

Специализированные роботы

RAT - робот для распознавания запахов (Австралия)

Робот диаметром 10 см оснащён четырьмя типами датчиков — химическим, ультразвуковым, воздушным и тактильным.

Он может следовать за запахом через построенный в лаборатории лабиринт

Робот-акула

Железная акула может развивать скорость до трех миль в час, совсем как ее настоящие собратья. Она может выдерживать давление под водой на глубине до 30 метров и находиться в воде до четырех часов. Заряда аккумуляторов железной акулы хватает на 4 часа активного плавания.

Летающие роботы

Квадрокоптер

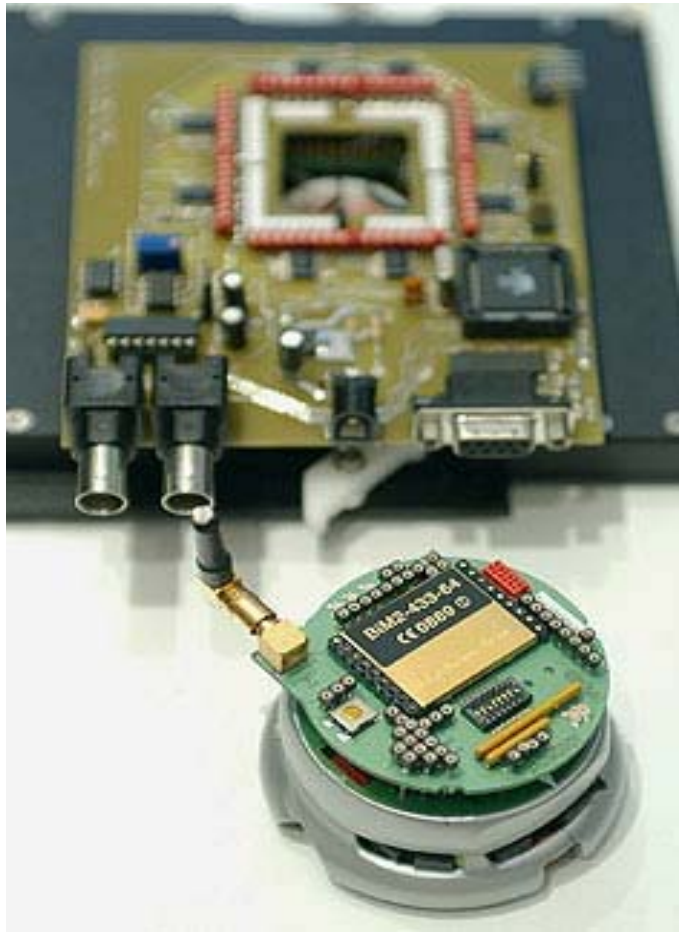
Птица

Робот-уборщик компании LG

RoboKing

Имеет 14 ультразвуковых и 4 инфракрасных сенсора, умеет обходить препятствия и ямы и возвращаться на свое место после уборки для подзарядки аккумуляторов

Робот, управляемый крысиными нейронами (около 2000) компании K-Team и Georgia University

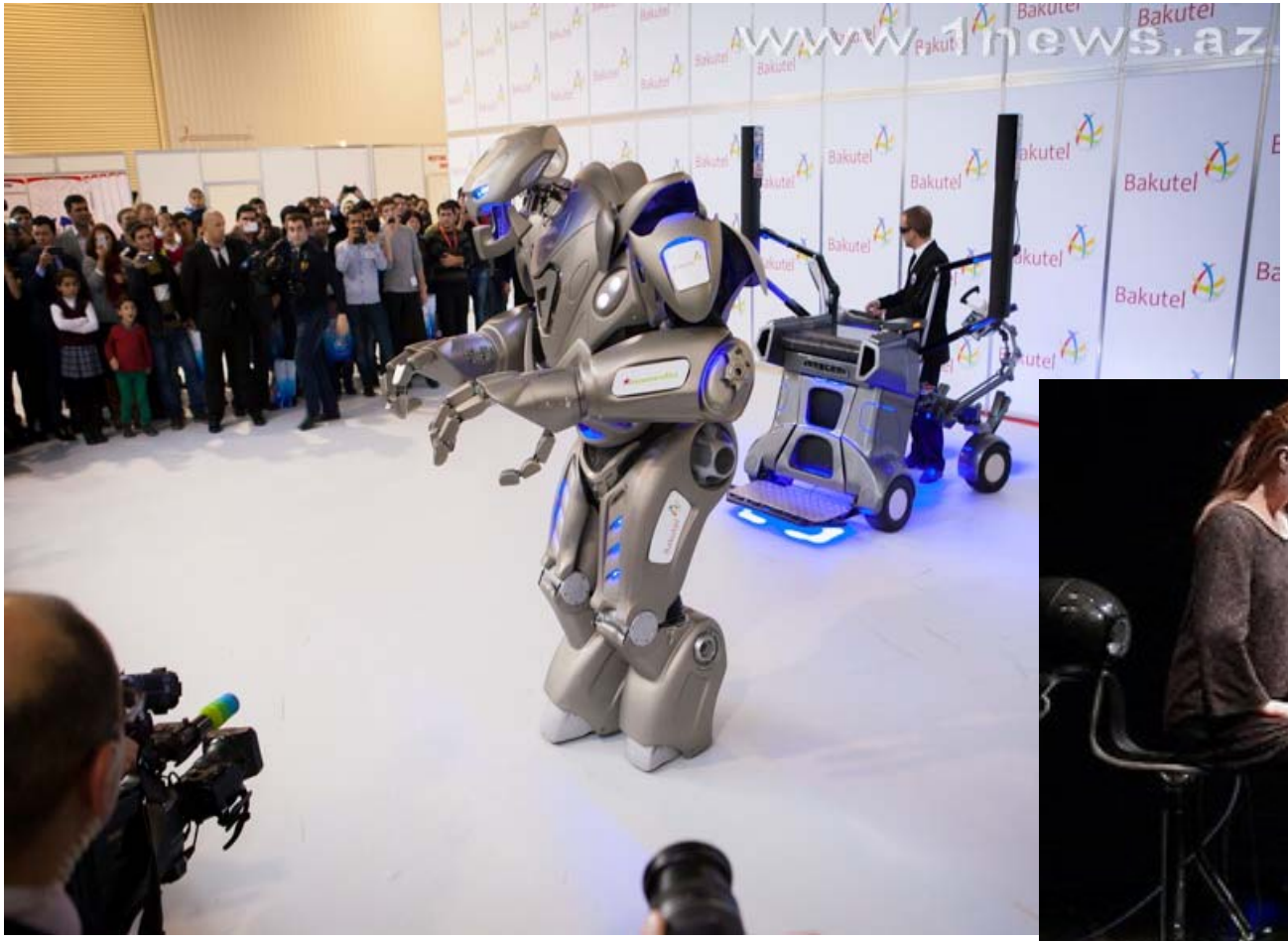


Японские роботы-охранники

Кузя - нейроробот из Томска

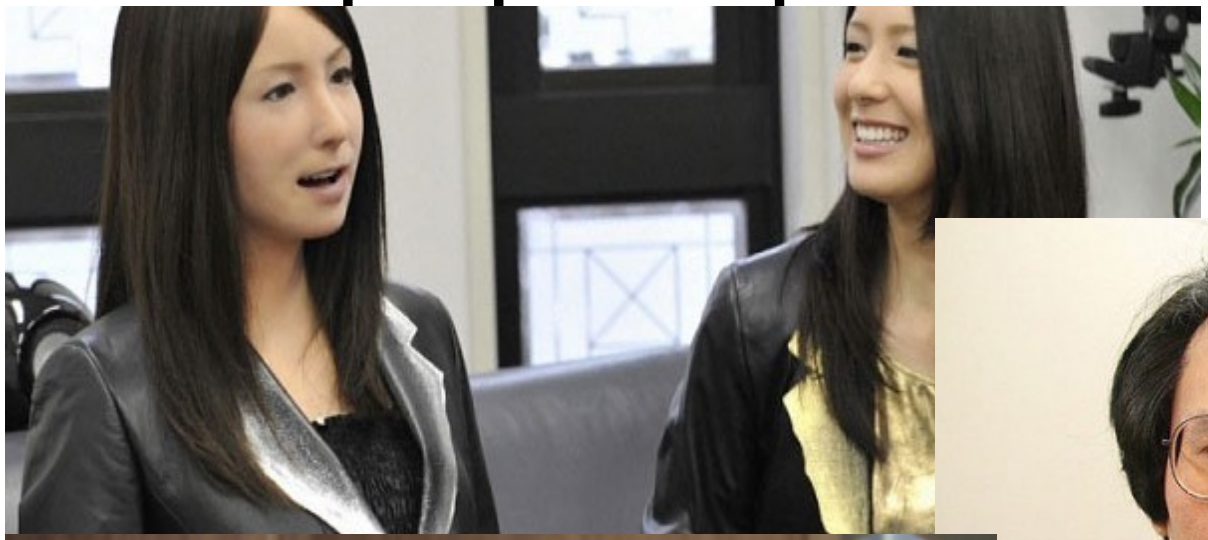
Он способен распознавать до трехсот слов на разных языках, анализировать эмоциональную характеристику (гнев, ласка и др.), а также звуки других живых существ. В основу моделирования эмоциональных реакций положена концепция применения теории нейронных сетей.

Роботы-актеры



Робот Titan

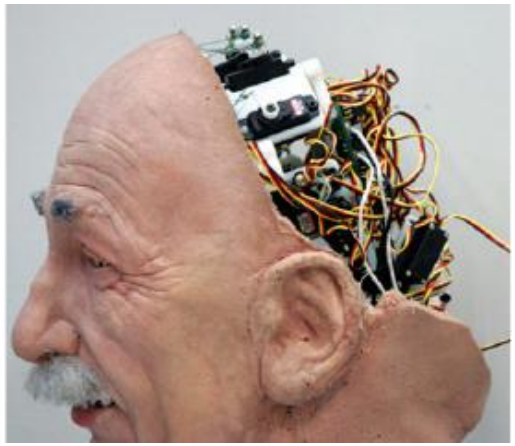
Японские андроиды профессора Hiroshi Ishiguro



Андроиды Хансона

Эйнштейн

Писатель-фантаст Филипп Дик



Робот «Филипп Дик»

- Создан компанией «Hanson Robotics» (США)
- Может:
  - узнавать людей по биометрическим показателям
  - понимать выражение лица собеседника и расшифровывать его жесты
  - принимать участие в диалогах
- Был похищен в 2006 году во время транспортировки в США

Киборги

Prof. Warwick >>
Univ. Reading,
UK

Управление оборудованием сигналами от мозга,
Расширение возможностей мозга (например, памяти),
Протезы конечностей, управляемые нервами,

В будущем, возможна киборгизация человечества как следующий этап эволюции, потенциальное бессмертие личности

Классификация роботов

Классификация роботов по назначению

Промышленные

- Сварочные
- Покрасочные
- Погрузочно-разгрузочные
- Транспортные
- Сборочные

Поисковые

- Для космических исследований
- Для чрезвычайных ситуаций

Военные

- Для наземной разведки
- Для воздушной разведки
- Для наземных тактических операций
- Для воздушных тактических операций
- Для космического базирования
- Подводные роботы

Бытовые

- Роботы-игрушки
- Для обслуживания детей
- Для обслуживания престарелых людей
- Роботы-охранники
- Универсальные бытовые роботы

Исследовательские

- Роботы для игры в футбол
- Боевые роботы
- Роботы для изучения обучения и взаимодействия с окружающей средой
- Роботы для изучения планирования поведения и навигации

Классификация роботов

По внешнему виду и конструкции механики:

1) Роботы-манипуляторы
2) Роботы-тележки
3) Насекомоподобные шагающие роботы
4) Роботы-домашние животные
   - Роботы-собаки
   - Роботы-кошки
5) Гуманоидные роботы
6) Специализированные роботы
   - Роботы-змеи
   - Роботы-футболисты
   - Роботы - космические аппараты
   - Летающие роботы
7) Нанороботы

Классификация роботов

- Мобильные
- Стационарные

- Программируемые (без ИИ)
- Обучаемые (без ИИ)
- Обучаемые (с ИИ)
- Обучающиеся (с ИИ)

Классификация роботов по особенностям системы управления

< Однопроцессорная СУ
< Многопроцессорная СУ

* Дистанционное управление
* Автономное управление
* Гибридное управление

- Бортовой компьютер
- Host-компьютер
- Гибридная СУ

1) с логической системой управления (СУ);
2) с СУ на основе нейронной сети;
3) с СУ на основе генетических алгоритмов;
4) с гибридной системой управления.

Функции информационной системы (системы управления) интеллектуального робота

1. Восприятие и распознавание образов окружающего мира
2. Общение с человеком
3. Планирование и перепланирование поведения
4. Навигация (управление целенаправленными действиями)
5. Управление приводами
6. Обучение (формирование модели окружающего мира)
7. Общение с другими роботами и оборудованием

Слои - базовые типы поведения насекомых (по Р.Бруксу)

- Избегать контакта с объектом.
- Двигаться, избегая препятствий.
- Ставить главной целью поведенческой стратегии исследование мира, определение расстояний.
- Строить карту местности для того, чтобы наметить тропу.
- Замечать изменения в неподвижном окружении.
- Воспринимать мир как набор объектов и решать задачи, связанные с объектами.
- Формулировать и выполнять планы, которые включают в себя изменение состояния мира в желательном направлении.
- Воспринимать поведение объектов мира и соответствующим образом менять свои планы.

Задачи и свойства гуманоидных роботов

- Должен быть мобильным роботом с блоком питания и компьютерной системой управления на борту,
- Навигация и движение в окружающей среде в соответствии с заданием,
- Двуногая ходьба в человеческом стиле,
- Возможность брать и манипулировать предметами, созданными для человека,
- Совместная деятельность с человеком,
- Взаимодействие с человеком с обеспечением взаимной безопасности,
- Должен обладать автономным поведением,
- Общение с человеком простым и интутивно понятным способом,
- Иметь стерео видео систему в качестве основной системы для восприятия внешнего мира,
- Должен использовать стратегии обучения поведению,
- Должен обладать человеко-подобным интеллектом,
- Должен иметь дизайн, приятный для человека.

Важная способность интеллектуальных роботов – **обучаться и/или самообучаться**.

В последние 10 лет появилось направление исследований – **когнитивная робототехника** (Cognitive Robotics).

Основная цель когнитивной робототехники – обеспечить возможность обучения робота на примерах с использованием показа примеров (объектов, поведения), естественного языка, жестов, эмоций

Технологическая сингулярность

- Главный идеолог – Рэй Курзвейл
  - www.kurzweilai.net
- «Бесчеловечное» производство на основе ИИ и автоматизации, потенциальное изобилие
- Усиление (за счет киборгизации и слияния с машинным окружением) физических и умственных возможностей человека вплоть до появления бессмертия
- Важная роль нанотехнологий. Сбор информации и усовершенствование (или лечение) человека изнутри.
- Появление нового разумного существа – трансчеловека (философское направление – трансгуманизм www.transhumanism-russia.ru)

Философия вокруг ИИ и роботов

- Место ИИ, роботов, киборгов в развитии цивилизации
- Можно ли «пересадить» сознание в машину ?
- Можно ли создать искусственный разум, равный человеческому или превышающий его?
- Если да, то как сложатся отношения между ним и человеком?
  - Партнерство ?,
  - Порабощение человека?,
  - Уничтожение человечества?,
  - Вымирание человечества ?
  - Следующий этап эволюции человечества ?