

计算机系统结构

第三课： 机器人概述

王韬

wangtao@pku.edu.cn

<http://ceca.pku.edu.cn/wangtao>

2018

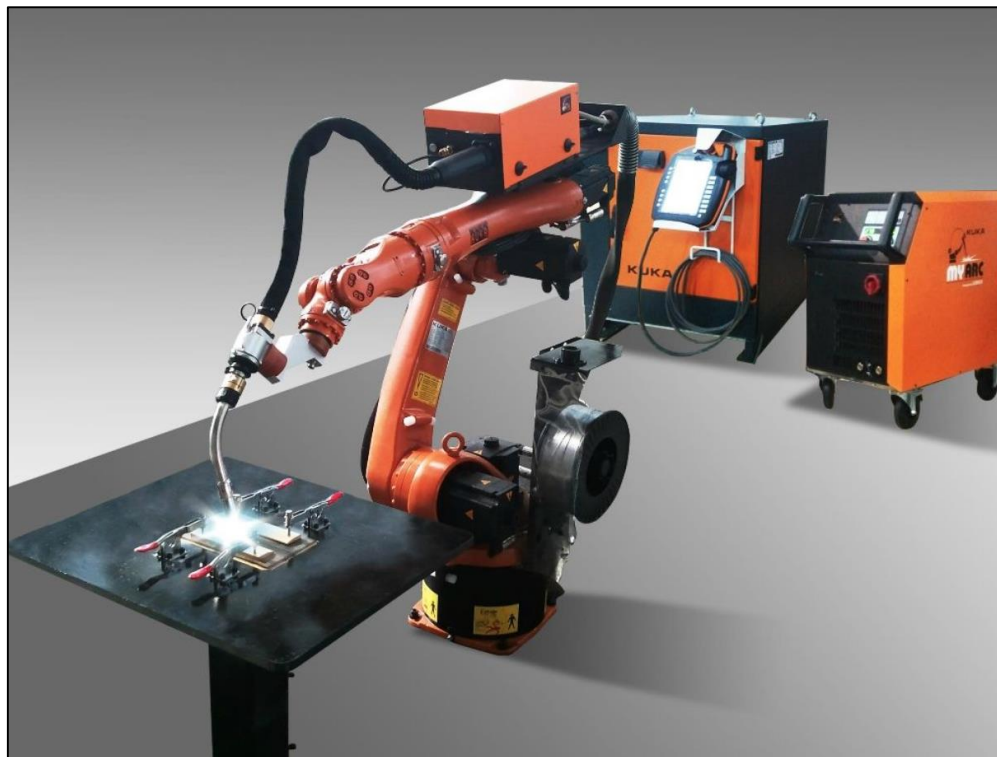
机器人

- 心目中的机器人



* 图片来源于互联网

- 行业中的机器人



机器人： 百度百科 & Wikipedia （2017.9）

机器人（自动执行工作的机器装置）

 本词条由“科普中国”百科科学词条编写与应用工作项目 审核。

机器人（**Robot**）是自动执行工作的机器**装置**。它既可以接受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，也可以根据以**人工智能**技术制定的原则**纲领**行动。它的任务是协助或取代人类工作的工作，例如生产业、建筑业，或是危险的工作。

Robot

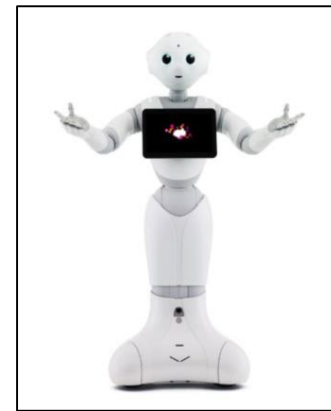
From Wikipedia, the free encyclopedia

This article is about mechanical robots. For software agents, see [Bot](#). For other uses of the term, see [Robot \(disambiguation\)](#).

A **robot** is a **machine**—especially one programmable by a **computer**— capable of carrying out a complex series of actions automatically.^[2] Robots can be guided by an external control device or the control may be embedded within. Robots may be constructed to take on human form but most robots are machines designed to perform a task with no regard to how they look.

现实中的机器人

- 与百度百科 / Wikipedia说的是否一样？



- 大家喜欢哪些特征？

能完成复杂操作？

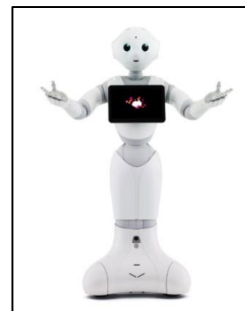
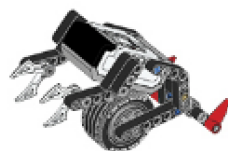
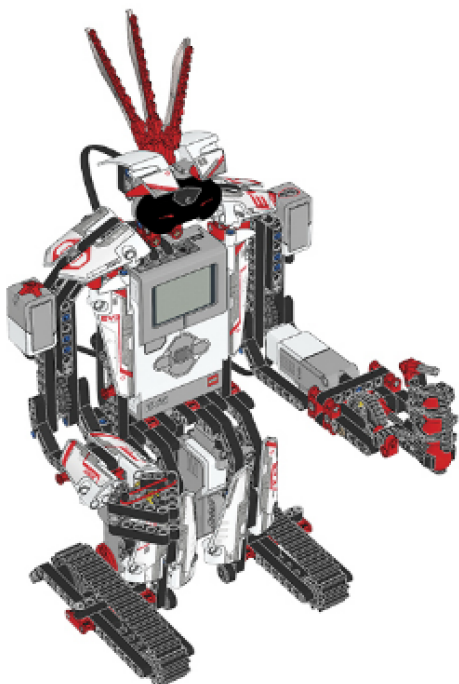
可以编程改变行为？

能自主行动？

长得像人 / 能对话？

有智能 / 情感 /？

简化的机器人模型



* 图片来源于乐高EV3和互联网

视频： 运动机器人



* 图片来源于互联网

视频： 智能机器人



* 图片来源于互联网

传说中的机器人 1/2

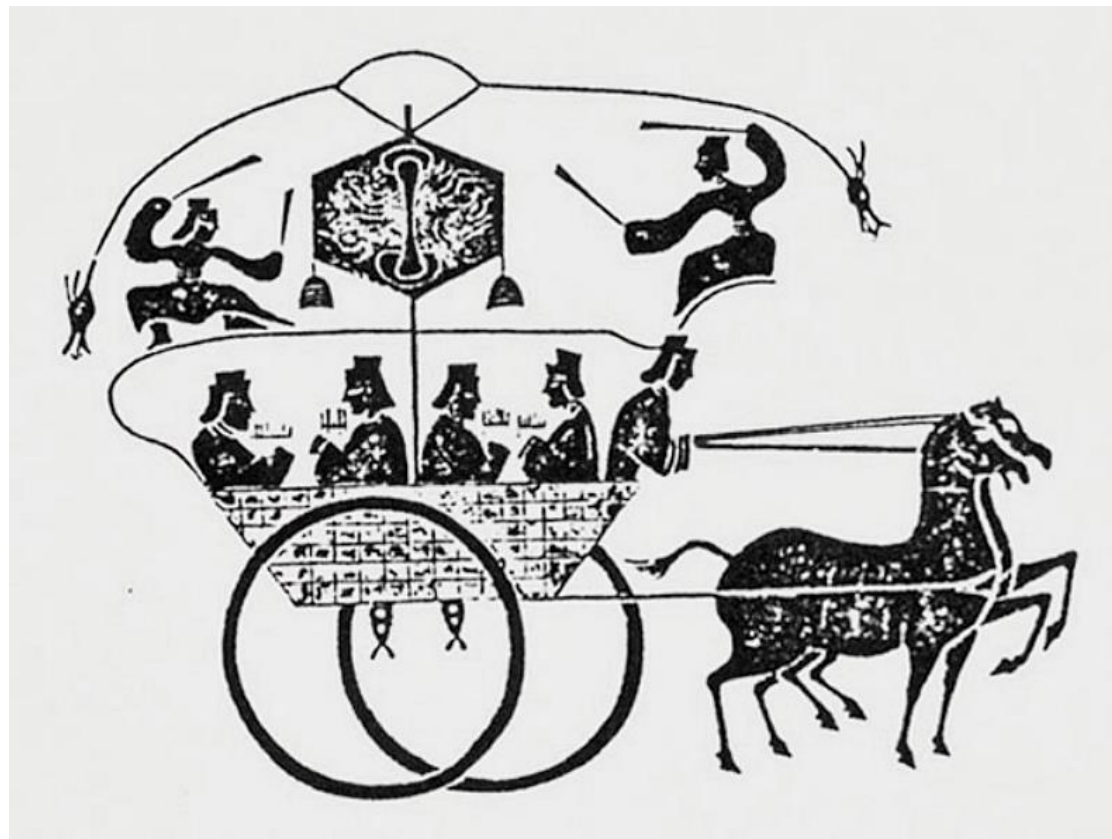
- 希腊神话中的机器人
 - 诗人荷马在《特洛伊的传说》中提到火神和匠神赫菲斯托斯制造三条腿的机器战士，可以独立运作和行动
 - 另外的传说中，宙斯将巨型机器人泰罗送给克里特岛的国王，这个机器人每天绕岛三周，用大石头投掷入侵者，保卫国家不受外敌入侵
- 我国记录最早的机器人
 - 公元前976年 – 公元前922年
 - 出自《列子 汤问》：一个能工巧匠偃师，向周穆王进献过一个人偶。该机器人可以自主前进后退、身体可以俯仰，并且能唱歌跳舞，还会给周穆王的妃子抛媚眼，而打开机器人可以看到棉花和木材等

传说中的机器人 2/2

- 机器鸟 - 鲁班
 - 公元前507年 - 公元前444年
 - 《墨子 鲁问》中记载鲁班（公输子）曾制造过一只木鸟，能在空中飞行
- 木牛流马 - 诸葛亮
 - 公元231年 - 234年
 - 蜀国丞相诸葛亮创造出了“木牛流马”，用其运送军粮，支援前方战争，为蜀国十万大军提供粮食
 - 其载重量为“一岁粮”，大约四百斤以上，每日行程为“特行者数十里，群行三十里”
- 僧人机器人
 - 公元700年前后
 - 唐朝杨务廉，在沁州市雕刻一个木僧人，手里端着一只木碗，自动向人乞讨布施。向木碗投钱后，机关的键钮就会突然自己启动，这个木僧人就会自己说声：“布施！”全沁州市的人，都争抢着来看这位木僧机器人，都想让木僧人发声说话，布施的人每日满数千人

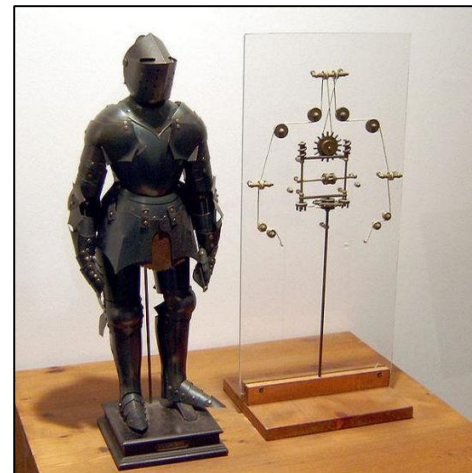
张衡的记里鼓车

- 记里鼓车 - 张衡
 - 公元78年—139年
 - 据《古今注》记载：“记里车，车为二层，皆有木人，行一里下层击鼓，行十里上层击镯”
 - 记载最为详尽的是《宋史·舆服志》，包括记里鼓车的构造、原理和尺寸



达芬奇的机械骑士和机械狮子

- 机械骑士
 - ~ 1495年
 - 将人体的肌肉构造、运动等原理应用到机器人的设计中
 - 不知是否有实物，但根据设计手稿，可以复现
- 机械狮子
 - 1515年，献给法国国王（文献记载）
 - 被认为是世界上第一台可编程机器人
 - 上好发条以后，可以自己行走，不断地左右“张望”，还可以张开嘴
 - 对其抽上三鞭，狮子的胸部就会打开，开出花朵
 - 实物已遗失、设计手稿已经遗失
 - 现代有人根据残稿，推测复现



观看视频：达芬奇的机械狮子

端茶玩偶

- 1662年，日本的竹田近江利用钟表技术发明了自动机器玩偶，并在大阪的道顿堀演出
- 18世纪末，日本人若井源大卫门和源信进行了改进，制作出端茶玩偶
 - 双手捧着茶盘，如果把茶杯放在茶盘上，就会向前走，把茶端给客人
 - 客人取茶杯时，它会自动停止行走
 - 客人喝完茶把茶杯放回茶盘上时，它就又转身回到原来的地方



当代活动玩偶工匠半屋春光制作的端茶玩偶

书写者、绘画者和演奏者

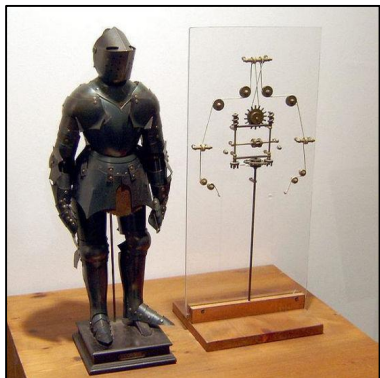
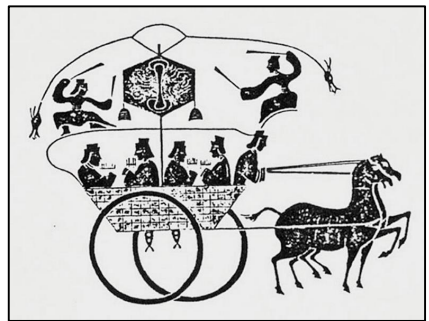


- 瑞士钟表匠皮埃尔·雅克·德罗（Pierre Jaquet-Droz）等制造
- 1773年开始相继面世，1775年在法国宫廷演示
- 书写者：能编程书写欧洲各国文字
- 绘画者：能画四幅不同的画
- 演奏者：能弹奏五首不同的乐曲

观看视频：雅克·德罗的书写者、绘画者和演奏者

暂停一下

- 看了传说与历史中的机器人，大家有什么感觉？



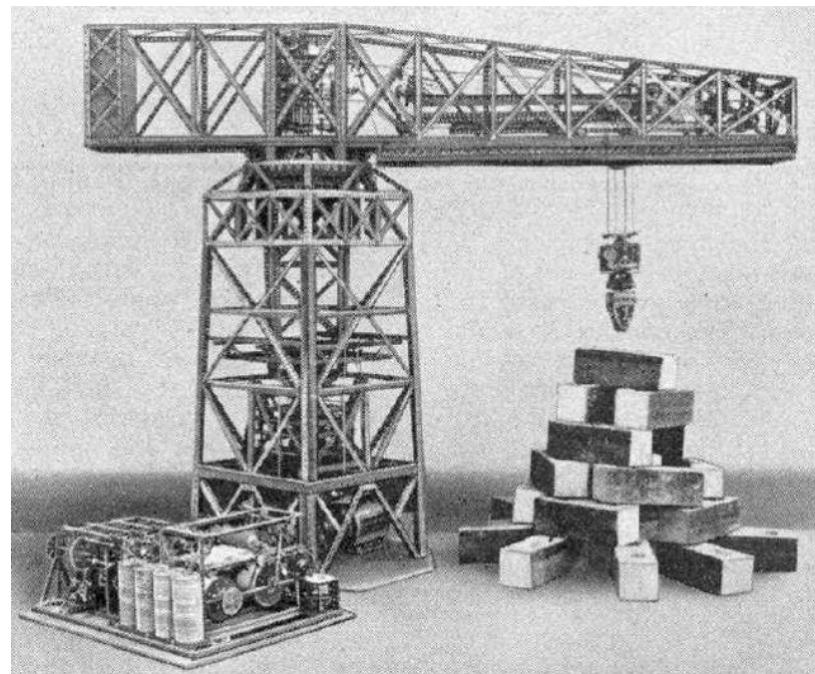
- 近现代机器人，会怎么发展？

机器人Robot一词的由来

- 1920年 科幻小说《罗萨姆的机器人万能公司》中被创造
 - 作者：捷克斯洛伐克作家 卡雷尔·恰佩克
- Robot ← Robota & Robotnik
 - Robota（捷克文，原意为“劳役、苦工”）
 - Robotnik（波兰文，原意为“工人”）

世界上最早的现代机器人

- Gargantua - ISO确认
 - 1937年由Griffith P. Taylor完成，用Meccano模型单元创建，单电机驱动
 - 1938年3月发表在Meccano杂志上
- 机器人可以以预编程的模式堆叠木块
 - 首先在图纸上绘制每个动作所需的电机转数
 - 然后将该信息转移到纸带上，由机器人读入



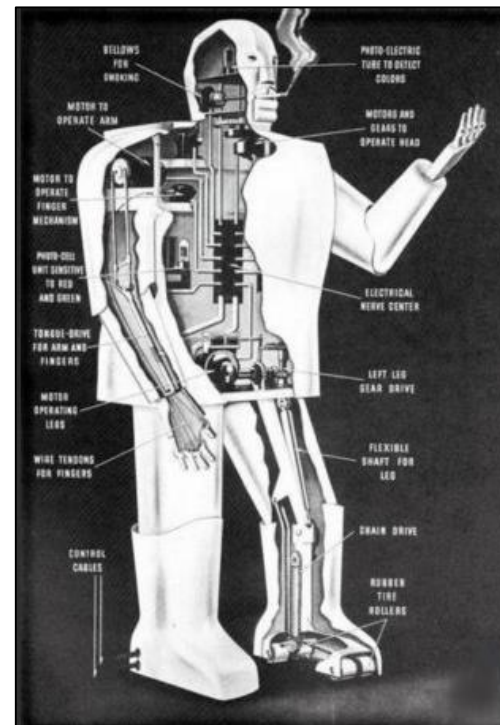
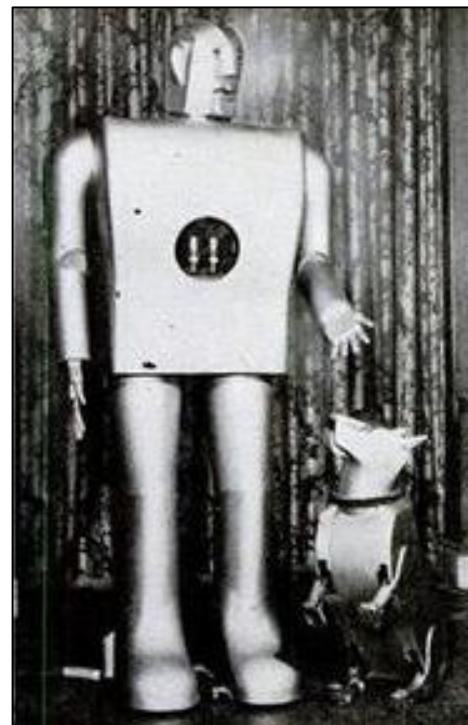
Gargantua



Meccano模型

第一台家用机器人Elektro

- Elektro
 - 1939年 美国纽约世博会上展出
 - 西屋电气公司制造
- 由电缆控制，可以行走，会说77个词，甚至可以抽烟



第一台得到实际应用的工业机器人

- 1954年，美国人乔治·德沃尔设计了第一台可编程的工业机器人，1961年取得了专利
 - 用于工业生产的“重复性作用的机器人”。
 - 示教再现机器人：人手移动 / 转动机器人各关节，机器人能实现动作的记录和再现
- 1959年 德沃尔与约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台实用工业机器人Unimate
 - 示教再现型
 - 重2吨，液压驱动
 - 通过磁鼓上的程序来控制



第一台带有“视觉”的工业机器人

- 1973年，自动螺栓连接机器人
 - 日本日立公司（Hitachi）开发，为混凝土桩行业使用
 - 能够认识浇铸模具上螺栓的位置，和浇铸模具的移动同步，完成螺栓拧紧和拧松工作



现代机器人

- 工业、农业、军事、医疗、陪伴等不同种类



- 也有人提出其它分类方法：仿生机器人、娱乐机器人、服务机器人等

工业机器人

- 工业机器人多指从事工业生产的多关节机械手 / 机械装置



- 应用场景（功能）不同、结构不同、自由度不同…
- 有些具有环境感知能力
- 越来越“聪明”、越来越“友好”

观看视频：MIT设计的智能工业机器人

工业机器人也可以很“有趣”

- CIROS2017展会上的机械臂舞龙凤表演

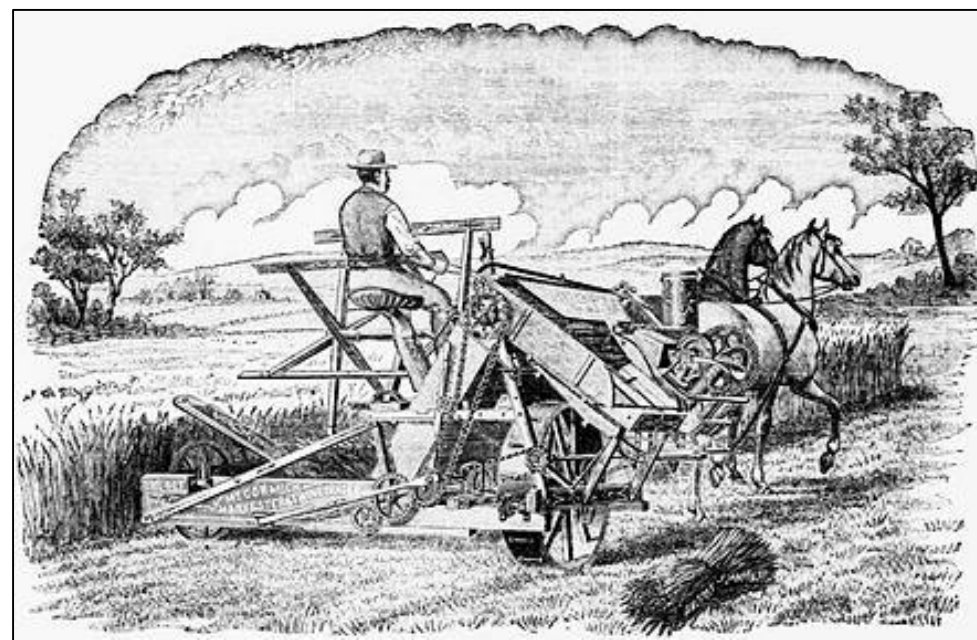


工业机器人的工作特点 / 需求

- 通常在固定的空间中进行长时间、高强度、高精密性的重复性工作
- 有些需要在恶劣环境下工作
- 保证对操作人员的安全性
- 经久耐用
- 适应特殊环境
- 进行精密操作
- 被人教授 / 编程各种预定动作
- 进行动作规划（结合机器视觉）
- 有些要与人相互配合，协同工作
- ...

农业机器人的前身－机械收割机

- 19世纪30年代早期，Cyrus McCormick发明了第一个机械收割机
- 需要一匹马在前面拉着收割机，还有一个人坐在后面操作
- 大大提高了效率



现代农业机器人

- 代替人类完成各种繁重、重复、细致体力劳动
- 农田机器人
 - 收割、插秧、除草、施肥及施药…
- 果蔬机器人
 - 自动浇水、采摘（成熟）果实，果蔬嫁接…
- 畜牧机器人、林业机器人、渔业机器人…

观看视频：美国的苹果采摘机器人



Hortibot



MIT robot gardener

农业机械人的工作特点 / 需求

- 在指定区域内部，针对农作物进行操作
- 有些在室外工作（面对风吹日晒、雨、冰雹等）
- 保证对操作人员的安全性
- 鉴别作业对象（摘成熟果实、除杂草）
- 进行温柔、精准操作（摘“柔嫩”果实、收获庄稼）
- 严格限制在指定区域内遍历
- 适应指定区域的各种地形
- 适应室外环境
- 经久耐用、操作简单、容易维修
- ...

早期的军事机器人

- 德国的哥利亚遥控炸弹
 - 1942年投产（二战时使用）
 - 小型遥控、全履带的电动车辆
 - 可以携带约60千克的炸药



英军缴获的哥利亚遥控炸弹

现代军事机器人

- DRDO Daksh
 - 电动机器人，可以远距离控制
 - 主要用来定位、处理并安全地摧毁危险物品
- Foster-Miller TALON
 - 远程控制，既可以侦查也可以战斗
 - 行动很快，可以上楼梯，跨过沙滩、河流和雪地



DRDO Daksh



Foster-Miller TALON

小型侦查机器人DOGO (2016)

- 体积小，隐蔽性好
- 适应各种复杂地形
- 提供360°全景侦察图像
- 内置9毫米手枪，2秒钟内可打出5发子弹
- 配备手持终端
 - 侦测周边并控制机器人行动方向
 - 对敌人进行瞄准并射击
 - 使用机器人对讲机装置进行喊话

观看视频：以色列General Robotics的DOGO机器人



军事机器人-无人机UAV

- 可以远距离接受指令执行侦察任务
- 可以配备多种空对地导弹进行攻击任务



General Atomics MQ-1 Predator



AAI RQ-2 Pioneer

2007年驻伊美军机器人“叛变”

- 3台带有武器的“剑（SWORDS）”式地面作战机器人被部署了到伊拉克
- 但还未开一枪就很快被从战场撤回
- 它们将枪口对向人类指挥官
 - “枪管在操作者未发指令的时候自己移动”
 - 所幸机器人并未开火



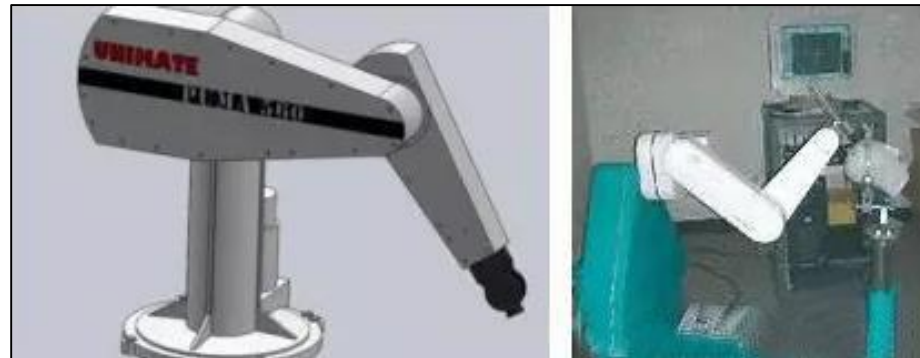
军事机器人的工作特点 / 需求

- 在复杂未知环境下进行侦查、作战
- 绝对服从指挥人员的指令
- 鉴别敌我人员，保证对我方人员的安全
- 在各种复杂环境下行动（各种地形、天气、震动）
- 有些需要隐蔽性
- 适应没有电源、能量补充
- 避免“落入敌手”（自毁）
- 不能依赖事先部署的无线网络
- 不能被黑客入侵
- ...

医疗手术机器人

- 当前手术机器人的目标
 - 帮助医生更好地进行手术
 - 使医生即使不在现场也能进行诊疗
- 1956年，美国洛杉矶医院的医生在工业机器人Puma560辅助下完成了神经外科脑部活检手术
 - 首次将机器人技术运用于外科手术中
 - 但是当时生产该机器人的公司为了安全考虑，曾禁止使用该机器人被用于手术
- 2000年，达芬奇手术机器人成为被FDA批准进行腹腔镜手术的第一个机器人
 - 达芬奇机器人的设计本意是为了在太空中提供医疗支持

观看视频：达芬奇手术机器人



手术机器人的工作特点 / 需求

- 直接面向人（患者）进行接触性实时精细动作
- 安全性、稳定性至关重要
- 精准、友好地实现使用者操作
- 极低延迟地完成操作者的动作、进行反馈（视觉，甚至触觉反馈）
- 微创进入到人体内部进行各种手术操作
- 很好的可扩展性，接入各种操作、监测设备
- 精确的、可以放大的3D视觉能力
- 支持motion scaling（将动作映射为微动作，支持手部原本很难完成的更精细动作）
- ...

陪伴机器人

- 主要工作形式是与人交流
 - 不一定是人形，但要讨人喜爱
- 目标：帮助人们更好地生活
 - 日常陪伴
 - 健康看护
 - 教学指导
 - ...
- 有些也被称为社交辅助机器人
 - Socially Assistive Robotics (SAR)



Paro



小忆



Alpha 2



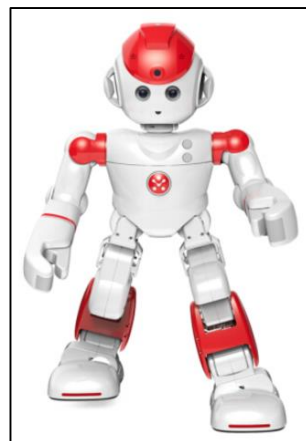
琥珀虚颜

市场上的陪伴机器人

- 有共性，也各有特色



小忆



Alpha 2



琥珀虚颜

观看视频：优必选的Alpha 2宣传片

智能与情感

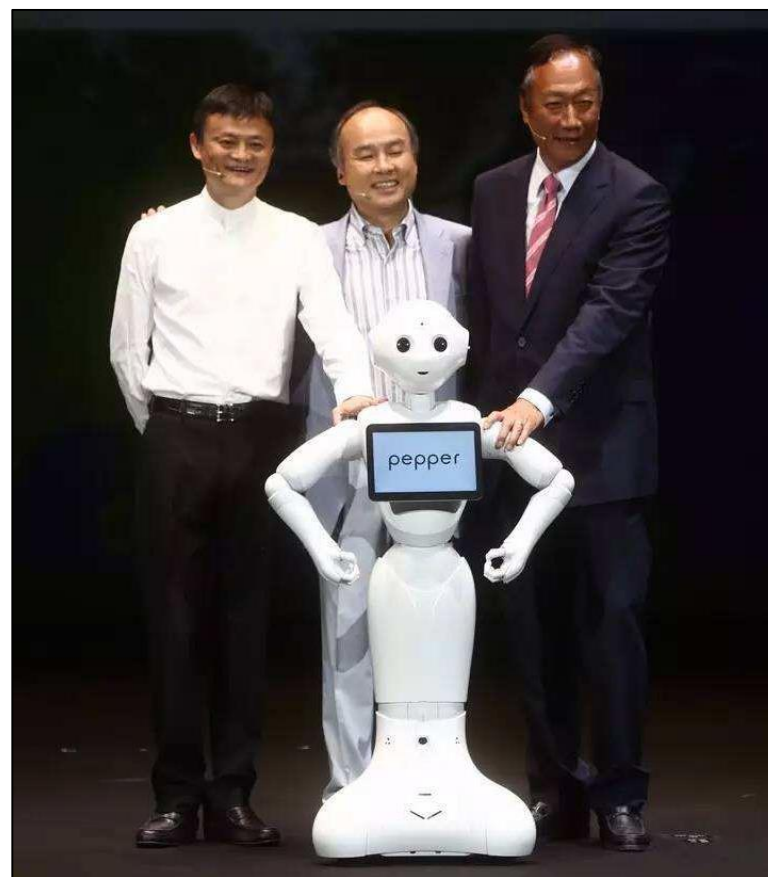
- 智能 – 感觉、思考和反应
 - 认知周围的环境、人、物
 - 理解人类语言
 - 完成人交待的工作
 - 对人有所帮助（应用）
 - 通过学习获得经验和成长
- 情感 – 知心陪伴与交流
 - 理解人的情感
 - 拟人化的情感表达
 - “情商”：对识别出来的情感，进行恰当的反应与干预



被称为“情感机器人”的Pepper

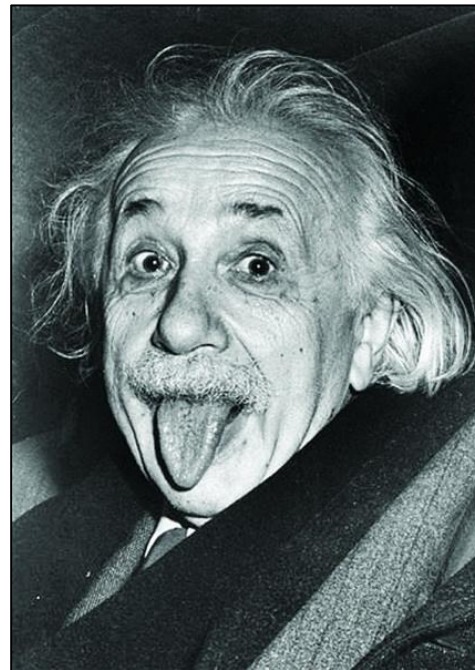
- Pepper (2015年发售)
 - 2014年6月，软银集团对外展示
 - 称其为“全球首台具有人类感情的机器人”
- 宣传要点
 - 智能对话
 - 情感识别
 - 优美动作

观看视频：日本网银的Pepper宣传片



看看谁来了

- Prof. Einstein
- Hanson Robotics 2017年推出
 - 具备面部表情
 - 有爱因斯坦的性格特点



观看视频：香港Hanson Robotics的Prof. Einstein宣传片

陪伴机器人的工作特点 / 需求

- 通常在房间内与人交流
- 保证对人的安全性
- 可爱、讨人喜欢
- 协助人们进行日常工作生活（真正有帮助）
- 能够被远程控制、视频聊天等
- 正确识别出“家人”与陌生人，并对不同人有不同的反馈
- 自然地与人交流（语音、表情、动作…），包括随时中断与继续
- 实时理解人的情感与情绪
- 能够进行适当的情感表达
- 实时反馈，采用适合表达方式，缓解、消除人们的负面情绪，增加欢乐
- 具有记忆、学习功能，越来越“聪明”、越来越“有感情”
- …

大家更喜欢哪个？



Paro



小忆



琥珀虚颜



Alpha 2



Pepper



Prof. Einstein

* 图片来源于互联网

期待与现实

- 人们对陪伴机器人有哪些期待？现实怎样？



小忆



Alpha 2



琥珀虚颜



Pepper



Prof. Einstein

观看视频：对于日本网银的Pepper的评测（注意：自己的判断力！）

总结

- 机器人的概念
- 传说与历史中的机器人
- 现代机器人：工业、农业、军事、医疗、陪伴
- 下一课：指令系统