
智能机器人系统

方宝富

fangbf@hfut.edu.cn



课程培养目标

- ❑ 熟悉了解机器人历史及发展趋势
- ❑ 熟悉了解机器人，特别是智能机器人的各关键组成部分
- ❑ 熟悉和了解智能机器人的相关技术
- ❑ 熟悉和掌握基于ROS的相关技术应用开发
- ❑ 熟悉和掌握多机器人系统相关技术

课程内容

- 机器人发展历史和智能机器人概论
- 智能机器人系统核心构建和技术
 - 机器人平台与机器人系统
 - 机器人运动控制技术
 - 机器人传感
 - 机器人导航与定位

课程内容（续）

□ ROS相关技术

- ROS安装和架构
- ROS的通信
- ROS与C++、ROS与python
- TF与URDF（机器人坐标系统和统一机器人描述格式）
- 基于ROS的机器人导航和SLAM应用

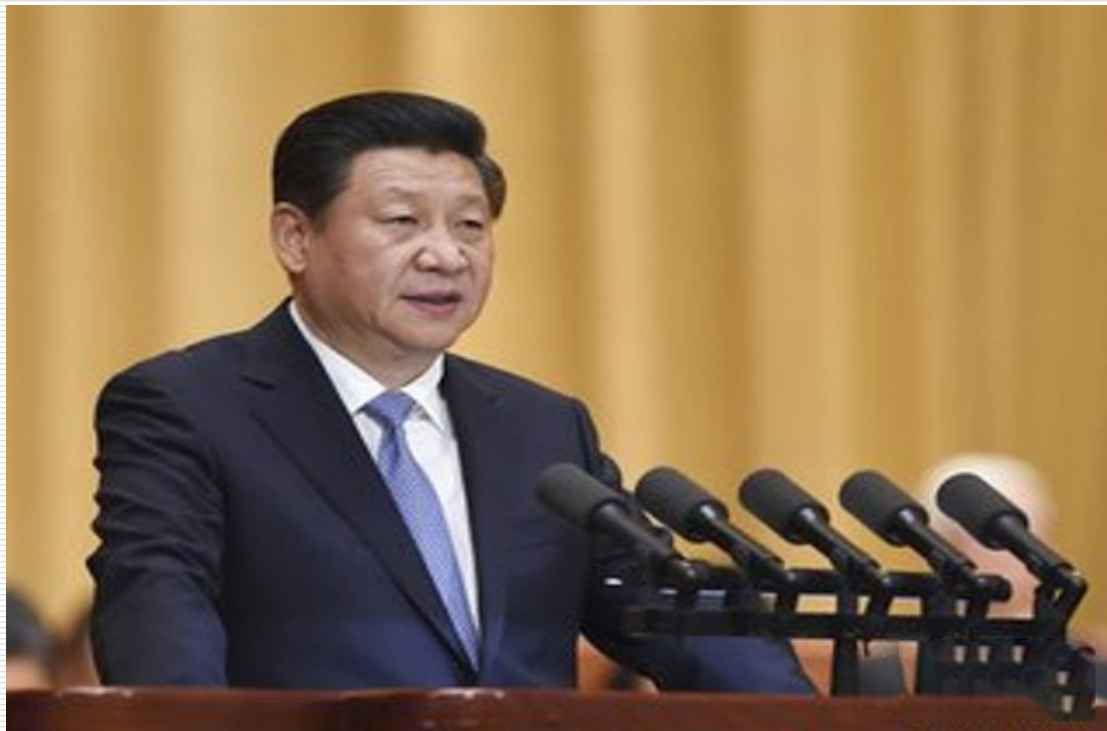
□ 多机器人系统

- 足球机器人仿真系统
- 基本行为和协作学习

参考书籍和资料

- ❑ R. 西格沃特, I.R. 诺巴克什, D. 斯卡拉穆扎 著, 李人厚, 宋青松 译, 自主移动机器人导论, [西安交通大学出版社](#), 2013
- ❑ 机器人足球仿真 方宝富 王浩 合肥工业大学出版社
- ❑ [智能机器人系统_国防科技大学_中国大学MOOC\(慕课\)\(icourse163.org\)](#)
- ❑ **《机器人操作系统入门》 中科院 中国大学MOOC**

机器人“制造业皇冠顶端的明珠”



机器人“制造业皇冠顶端的明珠”

- 由于大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术同机器人技术相互融合步伐加快，3D打印、人工智能迅猛发展，制造机器人的软硬件技术日趋成熟……军用无人机、自动驾驶汽车、家政服务机器人已经成为现实，有的人工智能机器人已具有相当程度的自主思维和学习能力……我就在想，我国将成为机器人的最大市场……我们要审时度势、全盘考虑、抓紧谋划、扎实推进。

——习近平主席在2014年两院院士大会上的讲话

智能机器人系统概论



1. 什么是机器人 (Robot)

机器人问世已有几十年，但对“什么是机器人”这一问题
一直没有统一的意见

原因之一：机器人学科一直处在不断发展之中，机器人的
内涵不断丰富

原因之二：机器人涉及到了人的概念，因此“什么是机器人”
就成为一个难以回答的哲学问题

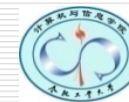
正是由于机器人定义的模糊，人们才会有充分的想象和创
造空间，创造出了各种各样、各种用途的机器人



1. 什么是机器人

(1) 美国机器人协会(RIA)的定义: 机器人是 “一种用于移动各种材料、零件、工具或专用装置的, 通过可编程序动作来执行种种任务的, 并具有编程能力的多功能机械手(manipulator)”。

(2) 日本工业机器人协会(JIRA)的定义: 工业机器人是 “一种装备有记忆装置和末端执行器(end effector)的, 能够转动并通过自动完成各种移动来代替人类劳动的通用机器”。



1. 什么是机器人

(3) 美国国家标准局(NBS)的定义: 机器人是 “一种能够进行编程并在自动控制下执行某些操作和移动作业任务的机械装置”。

(4) 国际标准化组织(ISO)的定义: “机器人是一种自动的、位置可控的、具有编程能力的多功能机械手，这种机械手具有几个轴，能够借助于可编程序操作来处理各种材料、零件、工具和专用装置，以执行种种任务”。



1. 什么是机器人

(5) 我国对机器人的定义。蒋新松院士曾建议把机器人定义为“一种拟人功能的机械电子装置” (a mechanronic device to imitate some human functions)。

参考各国的定义，对机器人给出以下定义：机器人是一种计算机控制的可以编程的自动机械电子装置，能感知环境，识别对象，理解指示命令，有记忆和学习功能，具有情感和逻辑判断思维，能自身进化，能计划其操作程序来完成任务。



1. 什么是机器人 (Robot)

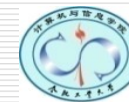
机器人能力的评价标准包括：智能---指感觉和感知，包括记忆、运算、比较、鉴别、判断、决策、学习和逻辑推理等；机能----指变通性、通用性或空间占有性等；物理能---指力、速度、可靠性、联用性和寿命等

- 节省劳动力
 - 搬运机器人、清扫机器人、喷漆机器人、
- 进行极限作业
 - 空间机器人、海底机器人、救援机器人、
- 与人协调作业，用于医疗、福利
 - 外科手术机器人、智能轮椅
- 供人娱乐→机器宠物
 - 机器狗、机器猫、



2. 机器人的发展历史

- 1920年，捷克作家卡雷尔·卡佩克在科幻剧本《罗萨姆的万能机器人》中定义了“robota”
- 1954年，George开发出第一台可编程机器人
- 1962年，Unimation公司成立，制造出了最早的工业机器人，第一位用户是GM（美国通用机械公司）
- 1964年，MIT, Stanford University（麻省理工学院，斯坦福大学）等成立人工智能研究所
- 1965年，Carnegie Mellon University（卡内基梅隆大学）建立机器人研究所



2. 机器人的发展历史

- 1967年，Unimation公司的第一台喷涂用机器人出口到日本
- 1968年，第一台智能机器人Shakey（沙基）在斯坦福研究所(SRI-Stanford Research Institute)诞生
 - Shakey能够自主进行感知、环境建模、行为规划并执行任务(如寻找木箱并将其推到指定目的位置)
 - Shakey装备了电视摄像机、三角法测距仪、碰撞传感器、驱动电机以及编码器，并能借助无线通讯系统，由二台计算机控制

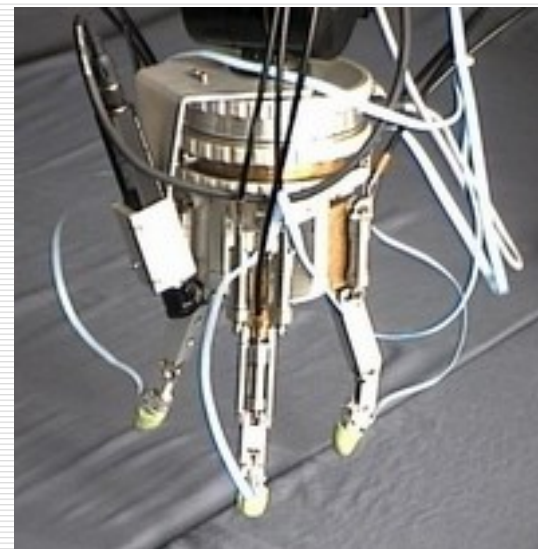


2 机器人的发展历史

- 1978年，世界上第一台PUMA工业机器人由Unimation装运到GM公司
- PUMA机器人具有传动精度高、结构小巧紧凑、重量轻、工作范围大、适应性广等优点，广泛用于医药、食品、电子、机器等行业，从事包装、材料运送，以及小型机电元件的装配、搬运、喷涂、机器加载、实验、检查等工作
- PUMA标志着工业机器人技术已经成熟，直到现在，工业机器人的机械传动、驱动、控制结构、编程语言均与其无本质差别

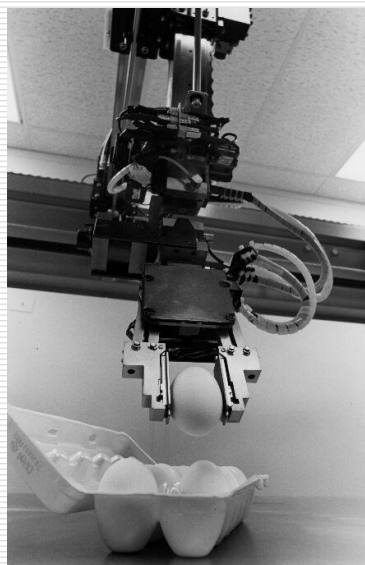


用6个自由
度的并联机
构控制机器
人动作



2 机器人的发展历史

- IBM7565在1983年制造，由IBM System/1计算机控制，用于电子、汽车、航空航天、电器的灵活生产。操作者可以通过键盘/显示器或可编程控制盘（位于机械手的左上角）进行编程
- 7565程序用AML（制造语言）编程，AML是一个强大的、易于使用的编程语言，由IBM研究人员专门为机器人应用开发



2 机器人的发展历史

- 80年代开始，各种机器人公司陆续成立，并不断出现兼并和调整
- 1983年，美国开始将机器人学列入教学计划
- 1994年，CMU（卡内基梅隆大学）利用Dante机器人探测Alaska spurr（阿拉斯加-斯珀尔）火山采集火山气体样本



2. 机器人的发展历史

- 1995年，美国Intuitive Surgical公司（医疗器械的王牌公司）推出外科手术机器人，2018年又出新产品
- 达芬奇牌手术系统（外科手术机器人）可以极大程度地解放外科医生，通过微控操作、视觉成像等多种新技术最大程度地减少病患痛苦，降低失败几率



2 机器人的发展历史

- 1997年， NASA（美国国家航空航天局）火星探险计划成功实施
- 探路者（Explorer）在火星上软着陆，索杰纳（Sojourner-旅行者）火星车将所拍摄照片发回地球
- 索杰纳是在火星上真正从事科学考察工作的第一台机器人车辆，它是一辆自主式的机器人车辆，同时又可从地面对它进行遥控

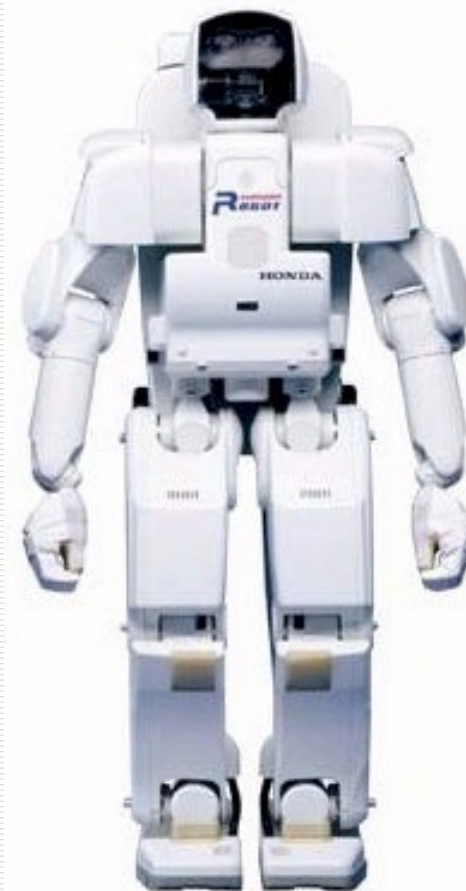


索杰纳 (Sojourner)

火星车

2. 机器人的发展历史

- 1997年，Honda推出人形机器人P3
- 1999年，日本索尼公司推出犬型机器人爱宝(AIBO)，当即销售一空，从此娱乐机器人成为机器人迈进普通家庭的途径之一，2007年停产，2018年重新归来



2. 机器人的发展历史

- 2000年，Honda推出第二代人形机器人Asimo，Sony推出人形机器人Qrio(奇力欧)
- Asimo（阿西莫）会拉提琴，曾经登台指挥交响乐团
- Qrio的名字源于“Quest for cuRiOcity”，是一款集科技与娱乐于一身的梦幻机器人。身高54cm，重5kg，可以跳舞打拳



2 机器人的发展历史

- 2001年，加拿大MD机器人公司建造的“空间站远程操纵系统”（又称“加拿大手”）发射进入太空轨道
- 在空间站的周围搬运设备和补给，帮助宇航员在太空中工作，在空间站上安装设备和其它载荷



2 机器人的发展历史

- 2002年, 清洁机器人
 - iRobot公司发布了Roomba真空保洁机器人, 这款造型类似飞盘的产品售出了600多万台。从商业角度来看, 它是史上最成功的家用机器人。



2 机器人的发展历史

- 2004 年“勇气号” 探测器

- 美国宇航局 (NASA) 的“勇气号”探测器 (SpiritRover) 登陆火星，开始了探索这颗星球的任务。这台探测器在原先预定的90天任务结束后继续运行了6年时间，总旅程超过7.7公里。



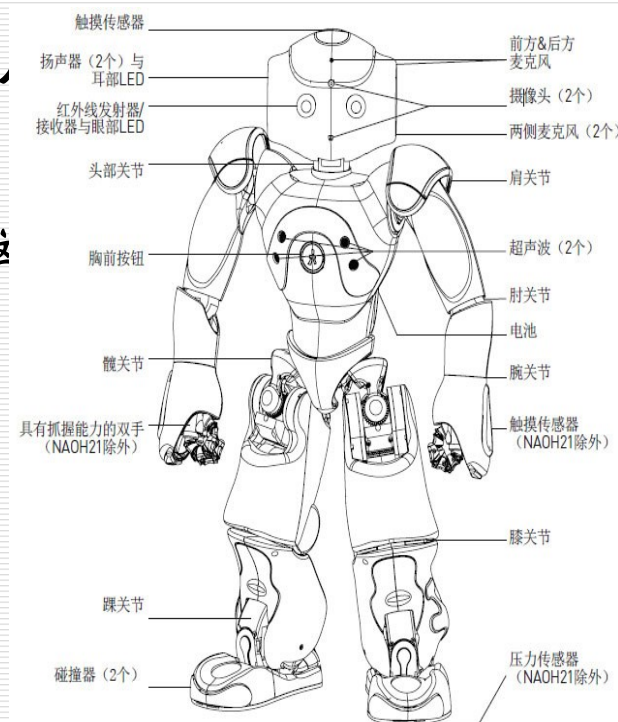
2. 机器人的发展历史

- 2005 年斯坦利自动驾驶汽车穿过终点
- 斯坦利自动驾驶汽车 (Stanley) 成功越野行驶212公里，它由斯坦福大学 (Stanford University) 的一个小组研发而成。在无人驾驶机器人挑战赛 (DARPA Grand Challenge) 中，斯坦利自动驾驶汽车第一个穿过终点，最终赢得200万美元大奖。



2. 机器人的发展历史

- 2007年Nao机器人
- 法国Aldebaran Robotics（阿尔德巴兰机器人公司）；
- NAO是世界上应用最广泛的人型机器人之一，具有25个自由度，100多个传感器，机载电脑支持23国语言，支持远程控制，可实现完全编程。



2. 机器人的发展历史

- 2011,WATSON机器人
- 沃森是能够使用自然语言来回答问题的人工智能系统，由IBM公司的首席研究员David Ferrucci所领导的DeepQA计划小组开发并以该公司创始人托马斯·J·沃森的名字命名。
- 沃森医疗机器人



2. 机器人的发展历史

2012 年,无人驾驶汽车获得牌照

内华达州机动车辆管理局 (NDM) 颁发了世界第一张无人驾驶汽车牌照, 该牌照被授予一辆丰田普锐斯 (Toyota Prius), 这辆车使用谷歌公司 (Google) 开发的技术进行了改造。到目前为止, 谷歌的无人驾驶汽车已经累计行驶30多万公里, 且未造成任何事故。

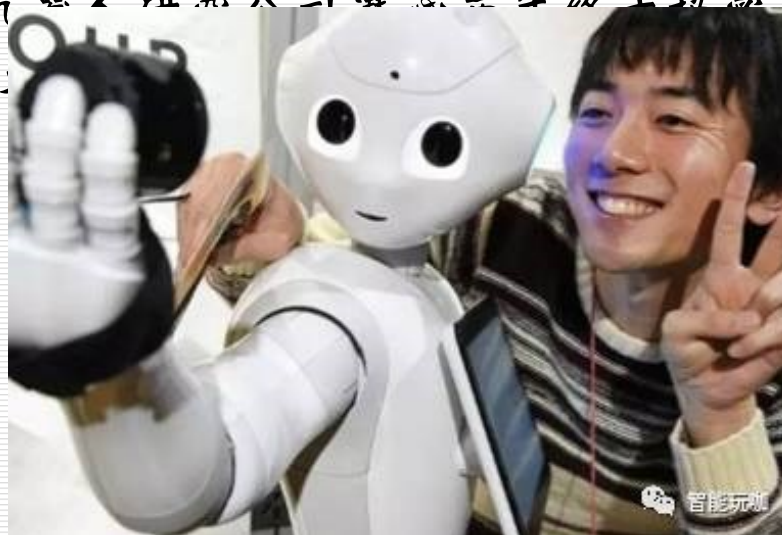


2. 机器人的发展历史

•2012 软银收购Aldebaran，推出Pepper机器人

•2012年初，日本软银收购了法国Aldebaran机器人公司78.5%的公司股份并同意资助后者发展机器人事业，随后日本软银以此为基础成立了软银机器人控股公司（SoftBank Robotics Holdings），简称SBRH。

•阿尔德巴兰机器人公司是世界上首个成功研发成功类人型机器人Pepper，软银机器人公司的发展并将其整合到手机运营商公司来，成功打造出一座巨大的商业综



2. 机器人的发展历史

•2012 Google收购九家机器人公司

•Google收购了九家机器人公司，这九家收购的公司中所谓各有所长，Boston Dynamics公司曾经开发出军事机器人Bigdog，应用于战场上运送弹药及食物等。Holomni就是研究加速器的，通过汽车用的加速器应用于机器人身上。



2. 机器人的发展历史

•2012 Baxter诞生，颠覆对工业机器人的认知

•Baxter工业机器人由Rethink Robotics公司研发，这是一款与传统工业机器人不同的创新人机互动机器人，而且其成本远低于工业机器人，具有无可比拟的适应性和安全性。售价2.2万美元



2. 机器人的发展历史

•2013 大疆无人机



2. 机器人的发展历史

•2013类人机器人 GeminoidF

- 日本大阪大学教授石黑浩（Hiroshi Ishiguro）打造的美女机器人 GeminoidF



2 机器人的发展历史

- 2013年，中国首辆月球车玉兔号成功登陆月球



成功着陆



模型

2. 机器人的发展历史

- 2016年 阿尔法围棋 (AlphaGo)

- 阿尔法围棋 (AlphaGo) 是第一个击败人类职业围棋选手、第一个战胜围棋世界冠军的人工智能程序，由谷歌 (Google) 旗下DeepMind公司戴密斯·哈萨比斯领衔的团队开发。



2. 机器人的发展历史

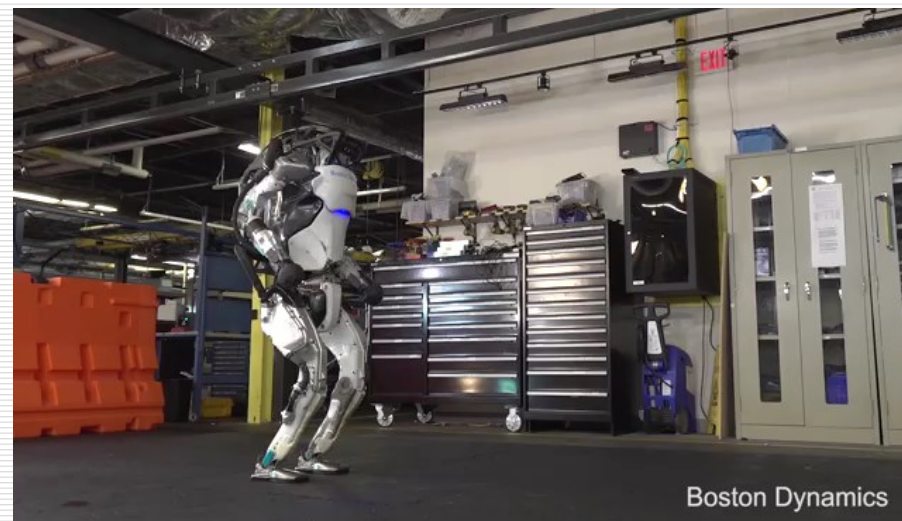
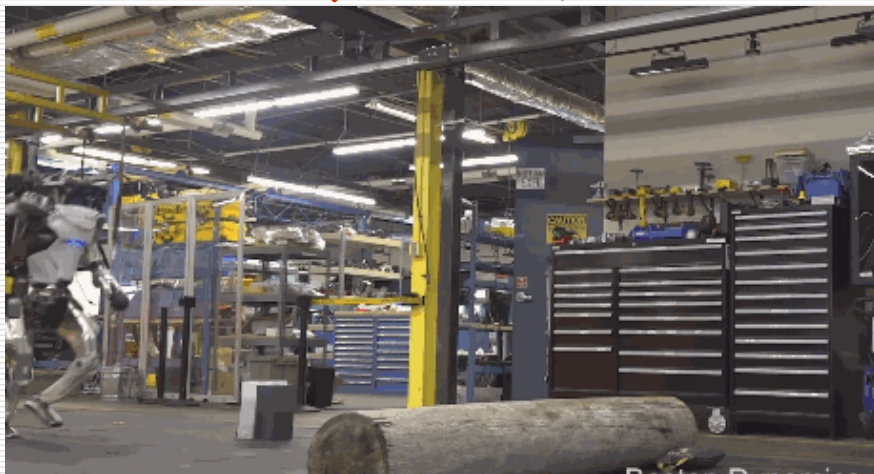
- 2017年 首个获得公民身份的机器人

• 2017年10月26日，沙特阿拉伯授予美国汉森机器人公司生产的“女性”机器人索菲亚公民身份。作为史上首个获得公民身份的机器人，索菲亚拥有仿生橡胶皮肤，可模拟62种面部表情，其“大脑”采用了人工智能和谷歌语音识别技术，能识别人类面部、理解语言、记住与人类的互动。



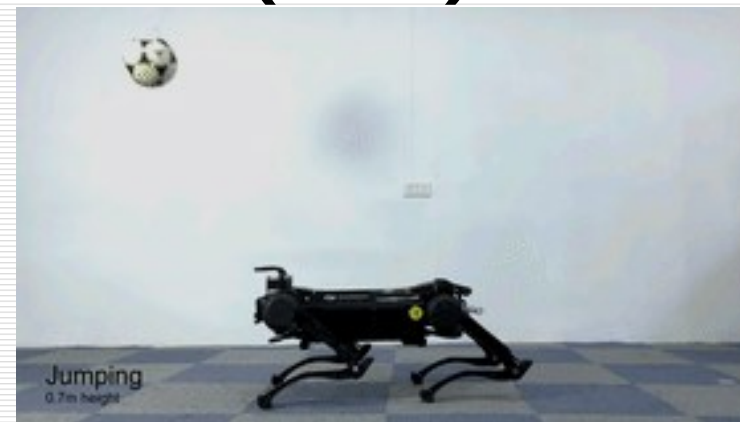
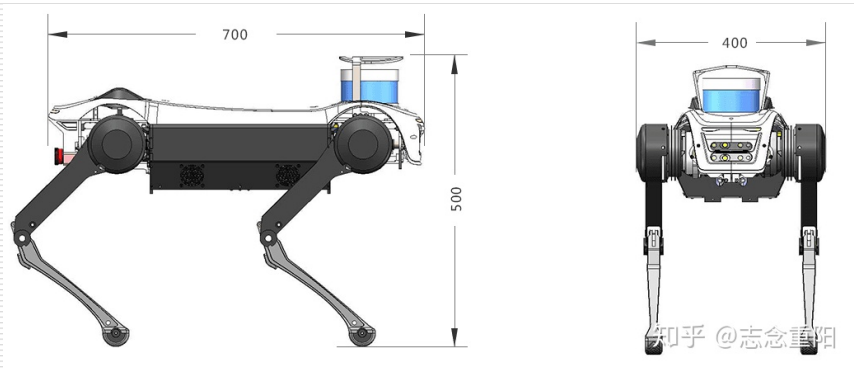
2 机器人的发展历史

- 2018年，波士顿动力惊人一跃、2019 Atlas空中转体360度

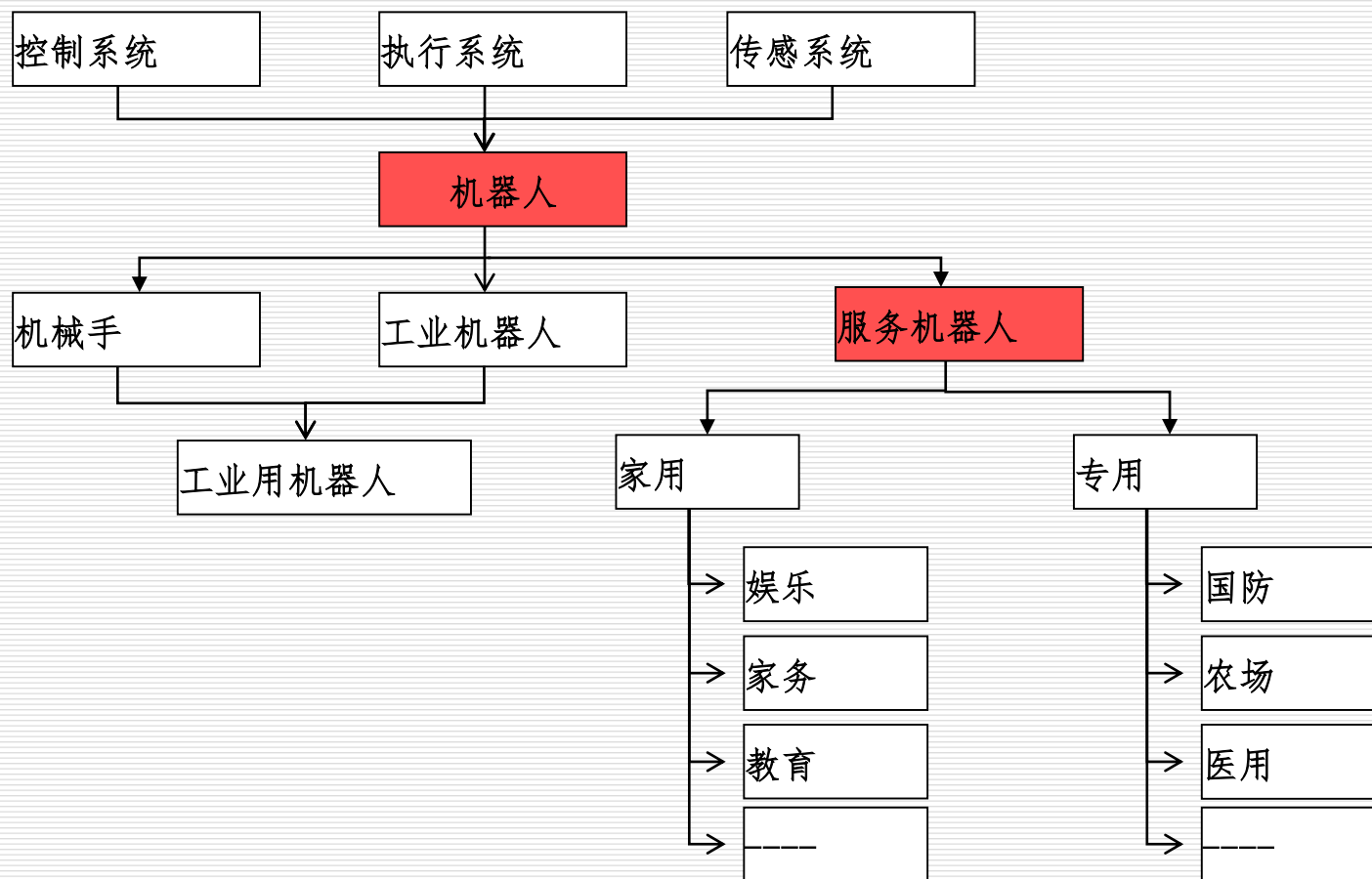


2 机器人的发展历史

□ 云深处科技DEEPROBOTICS (2020)



3. 机器人分类和主要应用领域



3. 机器人的分类和主要应用领域

- 机器人可以是自主的、半自主的、遥控的。机器人包括类人机器人、工业机器人、服务机器人、医疗机器人、娱乐机器人、康复机器人、群体机器人、无人机、无人车、无人艇、微纳米机器人.....

3. 机器人分类和主要应用领域

- ❑ 在制造业领域，机器人的开发集中在执行制造过程的工程机器人手臂上。
- ❑ 在航天工业中，机器人技术集中在高度专业的一种行星漫步者上。
- ❑ 勘探领域，水下机器人，勘探机器人
- ❑ 军事方面，地面无人车，无线传感企及其网络，空中无人控制机器人
- ❑ 服务方面，家庭服务机器人，陪护机器人
- ❑ 娱乐方面，舞蹈机器人，指挥机器人
- ❑

3.1 机器人的应用-工业



德国库卡 **KR 6 ARC** 机器人是专为弧焊设计的，价格相当优惠。该款机器人以 **6 千克** 的负荷为在机器人上安装焊接设备提供了足够的承载能力。

负荷
负荷 **6 千克**
附加负荷 **10 千克**

工作范围
最大作用范围 **1611 毫米**

其他数据与规格

轴数	6
重复精确度	±0.1 毫米
重量	235 千克
安装位置	地面、天花板

3.2 机器人的应用-航天



Sojourner（索杰纳）1996

太空机器人2.0：智能型火星车可自主决策



3.3 机器人的应用-勘探

□ 10-15米->169米->400米->1000米->7000米



“CR-01”自治水下机器人是我国第一台深海（6000米级）水下机器人

沈阳自动化所

潜龙1号 4500
沈阳自动化所

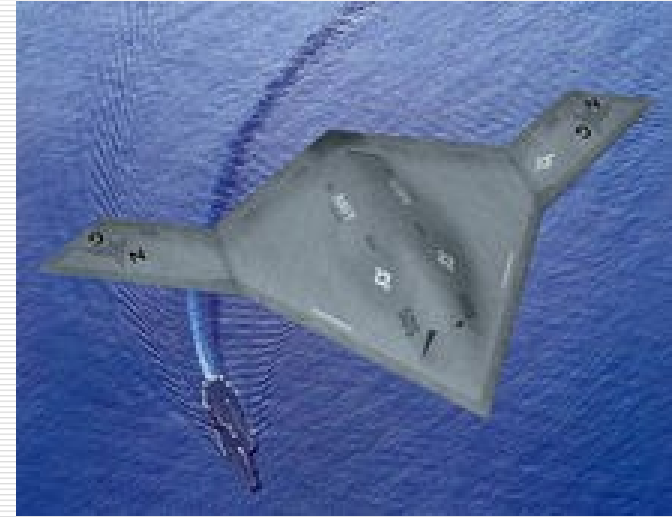


蛟龙1号 2012年6月24日 7020米
沈阳自动化所

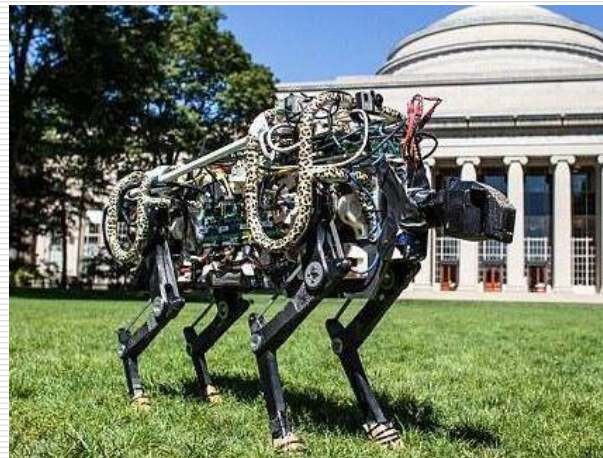
3.4 机器人的应用-军事



“剑(SWORDS)”式美军地面作战机器人

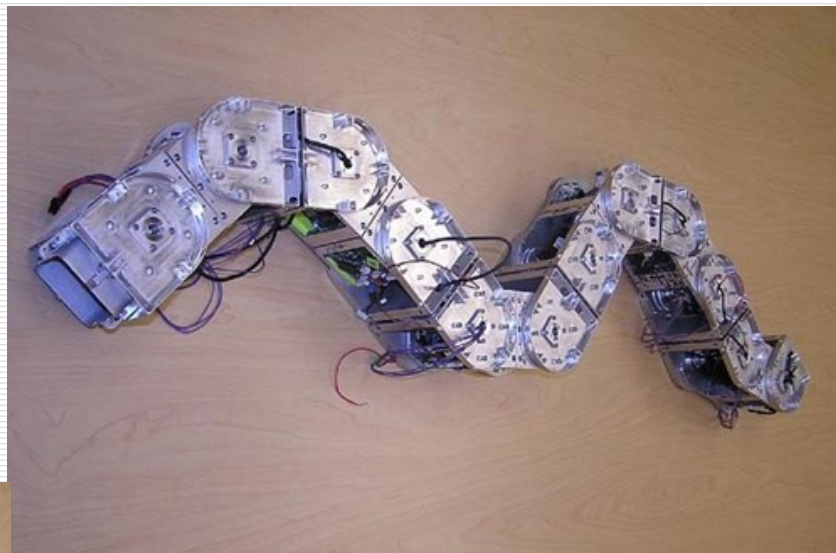
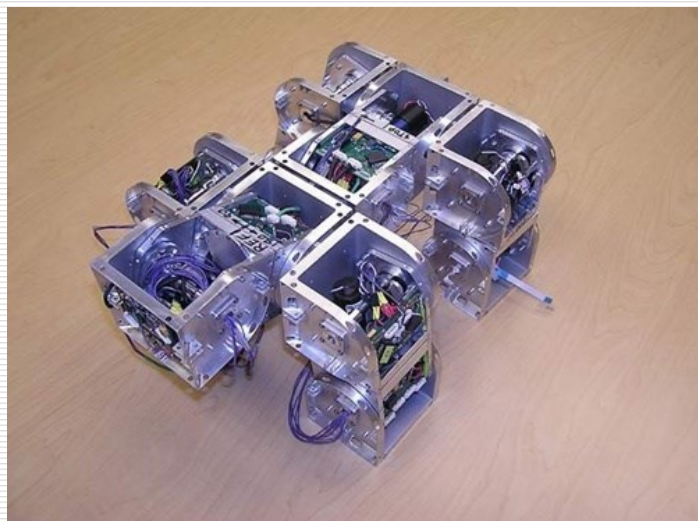
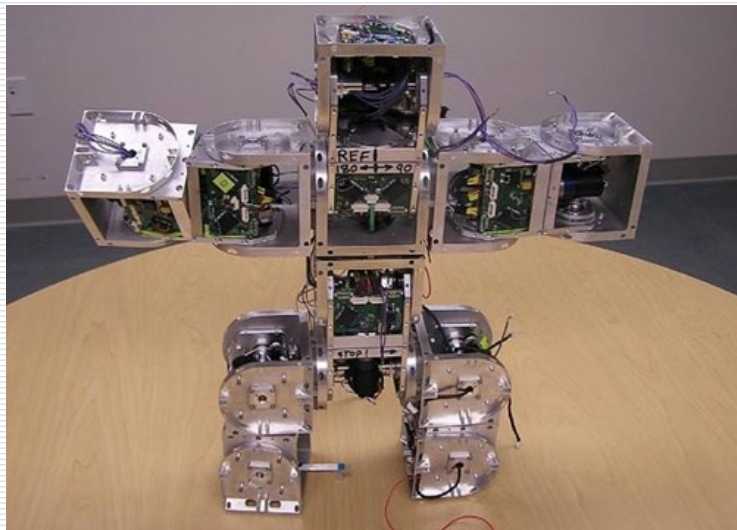


无人机



美国国防部高级研究计划署
(**DARPA**) 提供资金资助,
美国波士顿动力公司
(**Boston Dynamics**)

3.5 机器人的应用-服务和娱乐



美国生产的变形金
刚，可自我修复



3.5 机器人的应用-服务和娱乐



村田制作所研制出骑单轮车的机器人“**Seiko**”

以制作骑车机器人“**Seisaku君**”而知名的日本村田制作所公司于2008年9月推出了骑单轮车的新型机器人“**Seiko**”。

“**Seiko**”设计为女孩模样，是“**Seisaku君**”的“表妹”。

“**Seiko**”装有探知前后左右倾斜度的感应器，单轮也能保持平衡。

“**Seiko**”与“**Seisaku君**”一样高50厘米，重5公斤。制作所的3名女职员担任外形设计，参考幼儿园儿童的打扮为“**Seiko**”设计了戴帽穿裙的形象。

在示范表演中，“**Seiko**”倾斜身体一边保持平衡一边骑单轮车前后移动。停止前进时它也能保持不倒的姿势。村田制作所计划今后使“**Seiko**”能够骑单轮车拐弯。

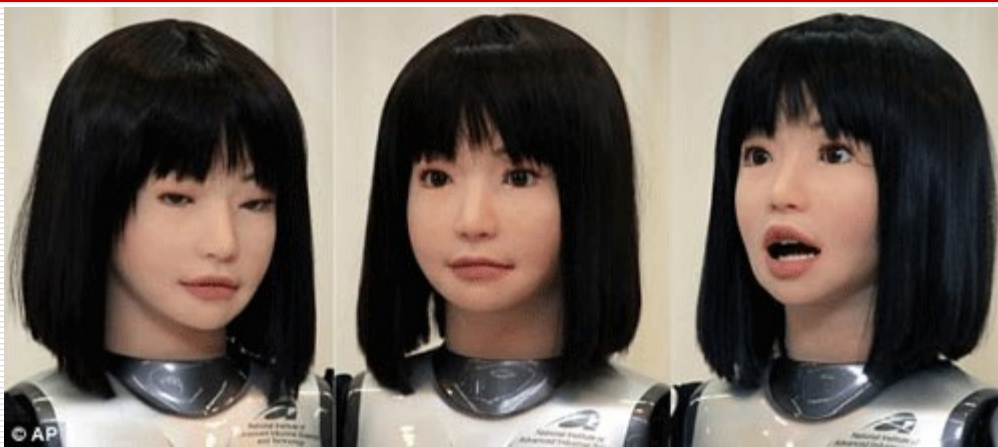
3.5 机器人的应用-服务和娱乐



ASIMO机器人

ASIMO和人类一样，有髋关节，膝关节和足关节。机器人中的关节一般用“自由度”来表示。一个自由度表示一个运动可以或者向上，或者向下，或者向右，或者向左。**ASIMO**拥有**26**个自由度，分散在身体的不同部位。其中脖子有**2**个自由度，每条手臂有**6**个自由度，每条腿也有**6**个自由度。腿上自由度的数量是根据人类行走，上下楼梯所需要的关节数研究出来的。

3.5 机器人的应用-服务和娱乐



日本产业技术综合研究所的“HRP-4C”
女性机器人



3.5 机器人的应用-服务和娱乐



阿西莫夫“机器人三原则”

机器人不应伤害人类；

机器人应遵守人类的命令，与第一条违背的命令除外；

机器人应能保护自己，与第一条相抵触者除外。

4 机器人的组成

- 机械手或移动车：机器人的主体部分
- 末端执行器：用来抓取物体
- 驱动器：是机械人的“肌肉”
- 传感器：收集机器人内部状态信息或用来与外部环境进行通信
- 控制器：从处理器获取数据，控制驱动器的动作，并与传感器反馈信息一起协调机器人的动作
- 处理器：计算调整机器人关节的运动
- 软件：操作系统、机器人软件、例行程序集合和应用程序



4 机器人的组成

驱动器

- 电动机

- 伺服电机
- 步进电机
- 直流电机



- 液压驱动器

- 气动驱动器

- 形状记忆金属驱动器

形状记忆合金是一种特殊的合金，一旦使它记忆了任何形状，即使产生变形，但当达到某一适当温度时，它就能恢复到变形前的形状，利用这种特性制作的驱动器称为形状记忆金属驱动器

- 磁致伸缩驱动器

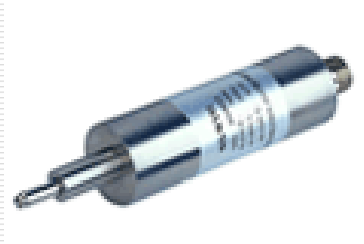
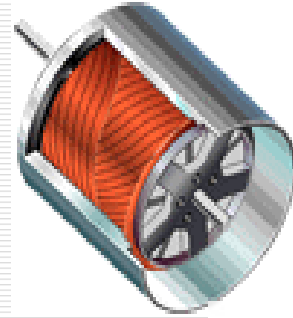
某些磁性体的外部一旦加上磁场，磁性体的外形尺寸会发生变化，利用这种特性制作的驱动器称为磁致伸缩驱动器



4 机器人的组成

传感器

- 位置传感器
- 速度/加速度传感器
- 力/力矩传感器
- 触觉传感器
- 接近觉传感器
- 测距仪
- 嗅觉传感器
- 视觉系统
- 语音识别
- 语音合成编码器，等



5 智能机器人的定义及特性

尚无统一的定义

1956年，马文·明斯基提出了他对智能机器的理解：“智能机器能够创建周围环境的抽象模型，一旦遇到问题，便能够从抽象模型中寻找解决方法”

5 智能机器人的定义及特性

定义1

- 智能机器人是具有感知能力、规划能力、动作能力和协同能力的一种高度灵活的自动化机器。

定义2

- 智能机器人是一种自动化的机器，所不同的是这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力。

定义3

- 智能机器人是一种可被编程，根据传感器输入以执行动作或者作出选择的智能机器。

5 智能机器人的定义及特性

机器人+人工智能成果的应用

-----国防科技大学郑志强教授

5 智能机器人的定义及特性

自主性

适应性

交互性

学习性

协同性

5. 智能机器人的“智能”体现在一自主性

- **自主性**：是指其可以在特定的环境中，不依赖任何外部控制，无需人为干预，完全自主地执行特定的任务。



5. 智能机器人的“智能”体现在一适应性

- **适应性：**是指它可以实时识别和测量周围的物体，根据环境的变化调节自身的参数，调整动作策略，以及处理紧急情况。



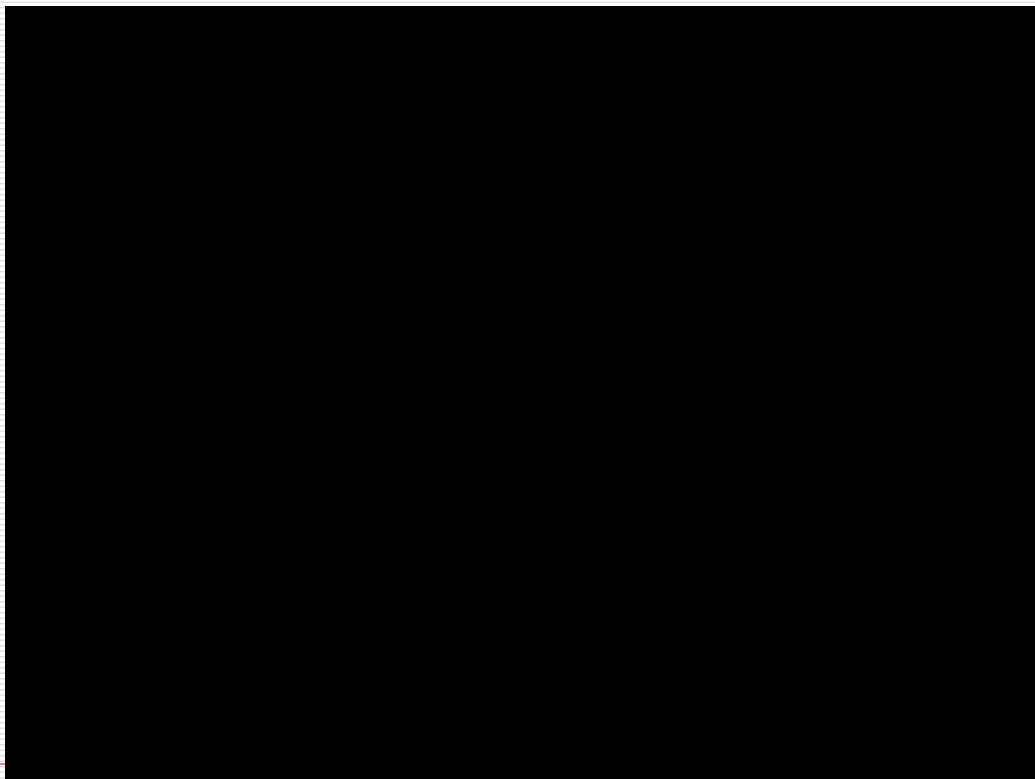
5. 智能机器人的“智能”体现在一交互性

- **交互性**：是指机器人可以与人、外部环境及与其他机器人之间进行信息交流。



5. 智能机器人的“智能”体现在一学习性

- **学习性**：是指机器人在自主感知环境变化的基础上，可以形成和进化出新的活动规则，自主独立地活动和处理问题。



5. 智能机器人的“智能”体现在一协同性

- **协同性**：是指在实时交互的基础上，机器人可以依据需求和任务实现机机协作和人机协同。

Research on the Human-Robot Interaction System for
Rescue Robots Based on Virtual Reality

Pan Wang, Xieyuanli Chen, Junhao Xiao, Huimin Lu, Hui Zhang

Nubot Rescue Robot

E-mail : wp0511shanxi@163.com

注意事项

本ppt众多资源来自大学MOOC-国防科技大学智能机器人系统，版权受限，所以大家不要在网上传播！