

专业限选系列课程

智能机器人技术

---Introduction to Intelligent Robotics

赵振刚 gavin@ustc.edu.cn

Basic conception

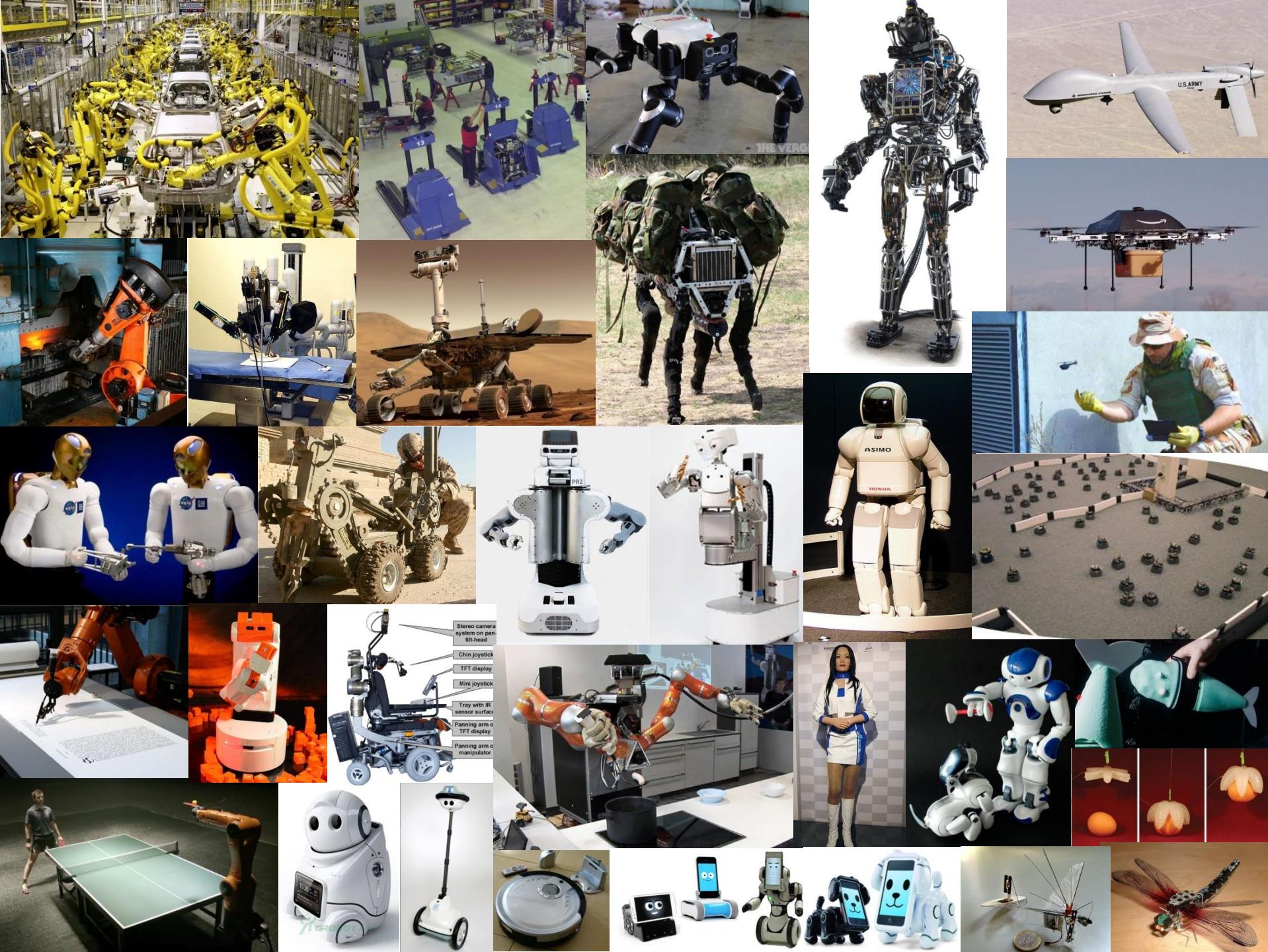
Intelligent Robotics's technology

V.S.

Intelligent technology in Robotics

Outline

1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus



1. What is an Intelligent Robot?

What is a robot?

A “robot” is often defined as a machine that can carry out a complex series of actions automatically, especially one programmable by a computer.

What is a Robot ?

机器人是“貌似人的自动机，具有智力的和顺从于人的但不具人格的机器”。

——英国简明牛津字典

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”。

——美国机器人协会（RIA）

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”。

——美国国家标准局（NBS）

机器人是“一种装备有记忆装置和末端执行器的，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”。

——日本工业机器人协会（JIRA）

What is a Robot ?

“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”。

——国际标准组织（ISO）

机器人是实现柔性自动化中最典型的机电一体化装置，是由各种外部传感器引导的，带有一个或多个末端执行器，利用计算机软件，在其工作空间内对真实物体进行操作的，可控制的机械装置。 。

——中国自动化学会

What is a Robot ?

❖ 结论

大多来源于工业自动化场景，还没有一个完全统一的概念，并且机器人的范畴还在不断变化演进中。

共同属性：

1. 像人或人的一部分，并模仿人的动作
2. 具有智能或感觉与识别能力
3. 是人制造的机器或机械电子装置

What is a Robot ?

1.1 机器人的由来-概念提出

- ❖ 1920年，卡雷尔·卡佩克在幻想情节剧《罗萨姆的万能机器人》中，第一次提出了名词“机器人”；

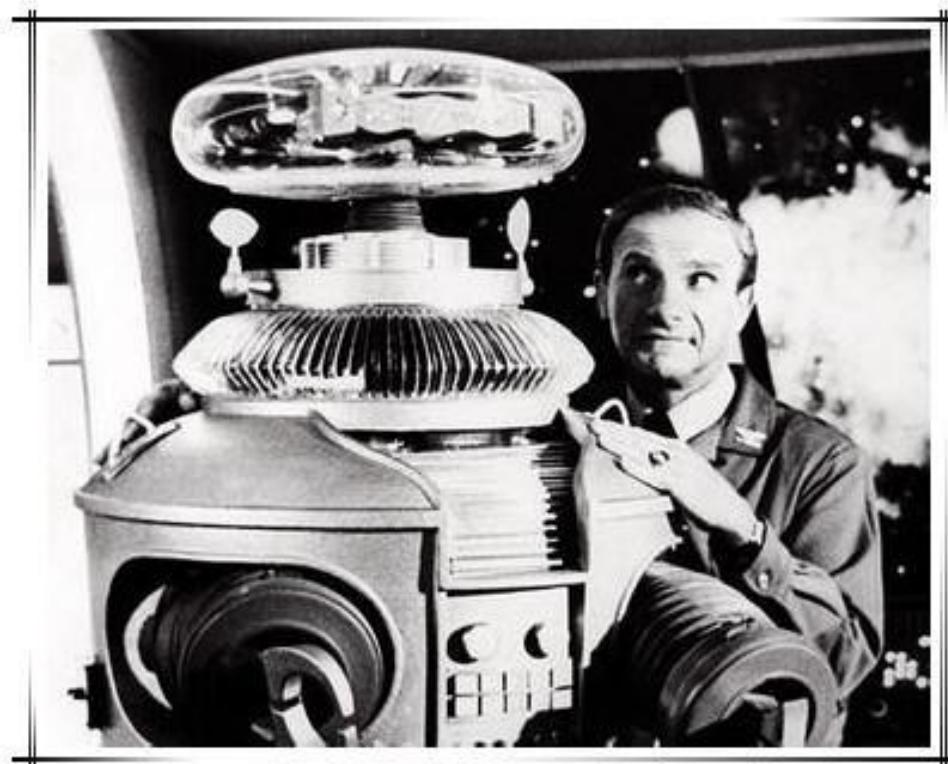


- ❖ 卡佩克把捷克语“Robota(劳工)”写成了“Robot”，引起了大家的广泛关注，被当成了机器人一词的起源。

What is a Robot?

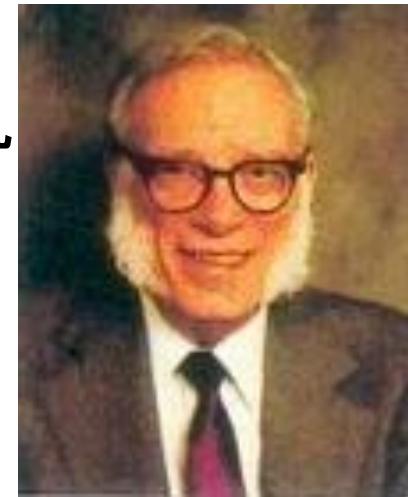
1.1 机器人的由来-机器阶段

- ❖ 第一次工业革命时期，机械式控制机器(人)出现；
- ❖ 1947年，美国阿尔贡国家实验室的遥控机械手，一年后，主从式遥控机械手问世



1.1机器人的由来-概念完善

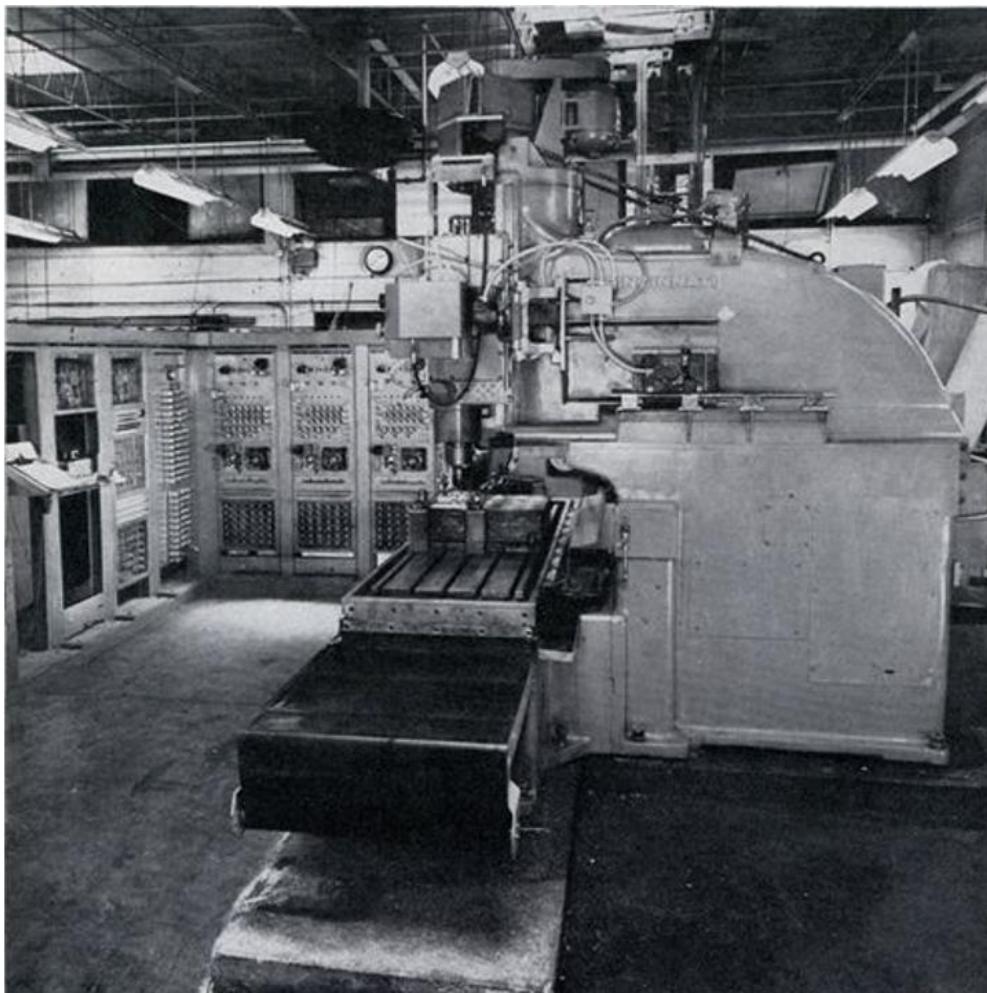
- ❖ 1950年，美国科学幻想小说家阿西摩夫在小说《我是机器人》中，提出了“机器人三守则”：
 - 机器人必须不危害人类，也不允许它眼看人将受害而袖手旁观；
 - 机器人必须绝对服从于人类，除非这种服从有害于人类；
 - 机器人必须保护自身不受伤害，除非为了保护人类或者是人类命令它作出牺牲。
- ❖ 机器人学术界一直将这三原则作为机器人开发的准则，阿西莫夫因此被称为“机器人学之父”。



Reference: ASIMOV, I am Robot, Doubleday, New York, 1950

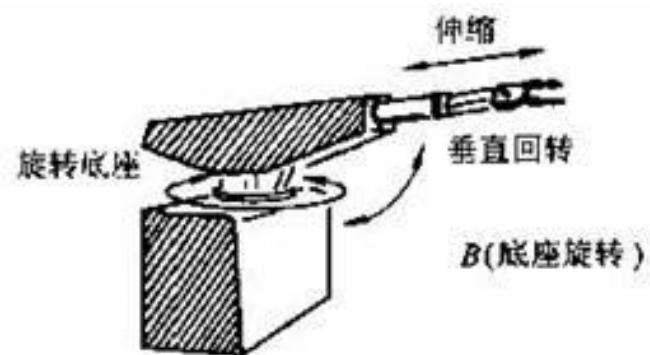
1.1机器人的由来-工业背景

- ❖ 1952年，美国Parsons公司与麻省理工学院辐射实验室（MIT Radiation Laboratory）研制成功三坐标数控铣床



1.1机器人的由来-第一台工业机器人

- ❖ 1962年，美国万能自动化公司的第一台机器人Unimate在美国通用汽车公司投入使用，标志着第一代机器人的诞生。
- ❖ 最早的实用机型（示教再现，工业机器人），控制方式与数控机床大致相似，但外形特征迥异，主要由类似人的手和臂组成



The first modern programmable robot

1.1.1机器人的由来-雏形阶段

- ❖ 1965年：MIT恩斯特，托莫维奇和博尼等人演示了第一个具有视觉传感器的、能识别与定位简单积木的机器人系统，随后又进行了用电视摄像头作为输入的计算机图像处理、物体辩识的研究工作；
- ❖ 1965年 约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出 Beast机器人，能通过声呐系统、光电管等装置，根据环境校正自己的位置
- ❖ 20世纪60年代中期开始，麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等陆续成立了机器人实验室
- ❖ 1968 年，美国斯坦福人工智能实验室（SAIL）（1956 年 Dartmouth 会议的发起人）John McCarthy 等人研究了带有手、眼、耳的计算机系统

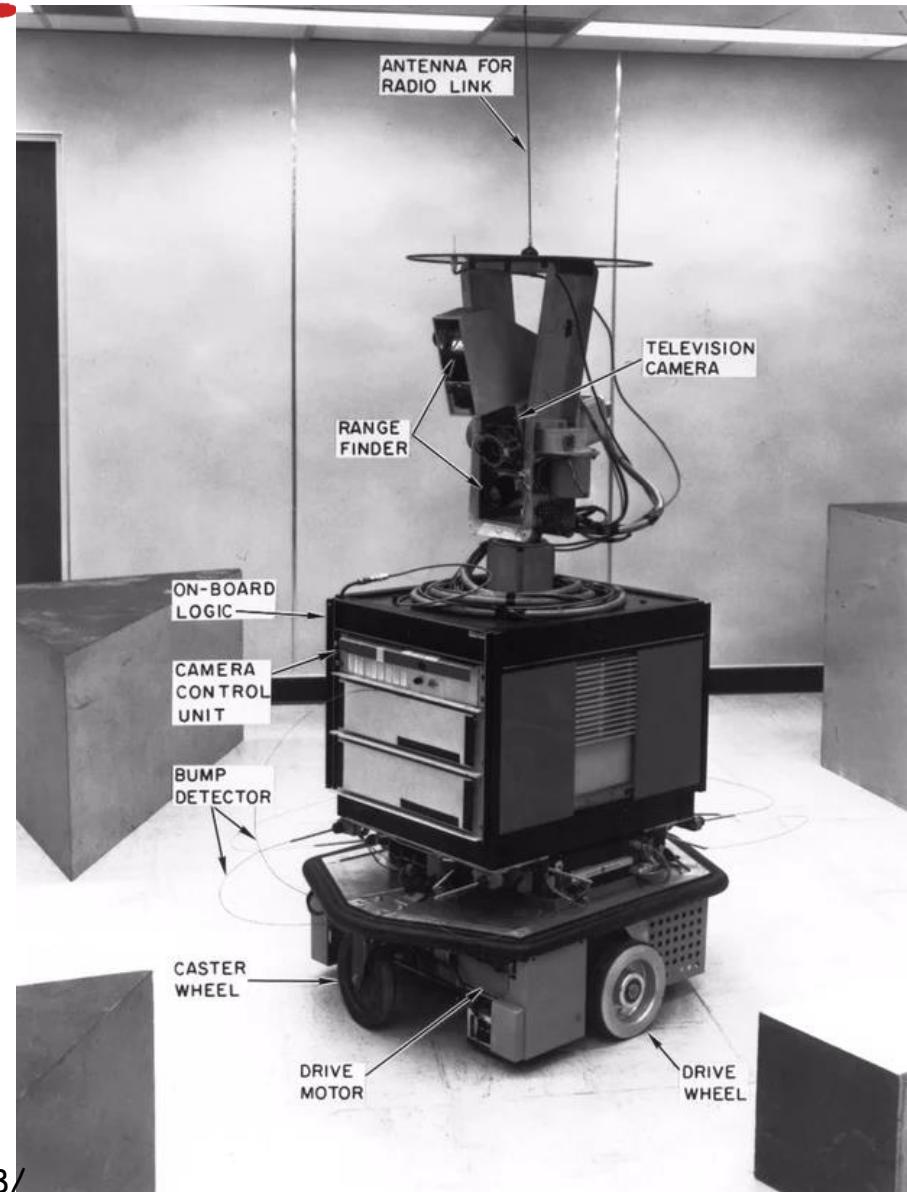
1.1.1机器人的由来-雏形阶段

1966-1972

Shakey by SRI

Shakey was the first autonomous, intelligent robot that made its own decisions about how to behave.

Shakey could be given general instructions, such as "move the block onto the table" and it would reason how to perform the task.

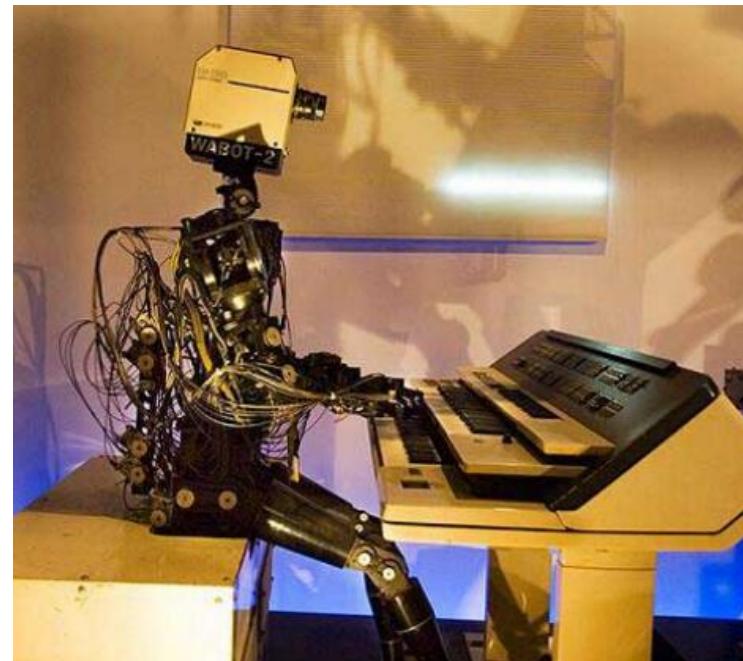


1.1机器人的由来-雏形阶段

- ❖ 1967年：日本引进了美国的工业机器人，成立了人工手研究会（现改名为仿生机构研究会），同年召开了日本首届机器人学术会。
- ❖ 1969年：日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。

WABOT-1可用日语与人交流，实现静态行走，可依据命令移动身体去抓取物体

1973, 第一台工程角度的WOBOT-1
by 加藤一郎



1.1机器人的由来-雏形阶段

- ❖ 1970年：在美国召开了第一届国际工业机器人学术会议，之后，工业机器人的研究迅速普及。
- ❖ 1973年：辛辛那提·米拉克隆(Milacron)公司制造了第一台由小型计算机控制的工业机器人。
- ❖ 1978年，第一台PUMA机器人在Unimation公司诞生



1.1机器人的由来-全面发展

- ❖ 1980年：工业机器人在日本普及，日本被称为“机器人王国”，并称1980年为“机器人元年”。
- ❖ 1998年：日本30万台，美国8万台



ABB

成立於1988

■ 核心技術是運動控制系統

■ 1974年開發出第一台全電力驅動的
工業機器人IRB 6



庫卡KUKA

創立於1898年

■ 主要客戶為汽車大廠

■ 1973年研發了世界首個電機驅動
的六軸機器人



發那科FANUC

創建於1956年

■ 全球市占第一的數控系統生產商

■ 1974年首台工業機器人問世，是第一個
由機器人來做機器人的公司



安川電機YASKAWA

創立於1915年

■ 主要生產伺服和運動控制器

■ 1977年開發出日本首台全電氣式產業
用機器人MOTOMAN

一些典型的工业机器人



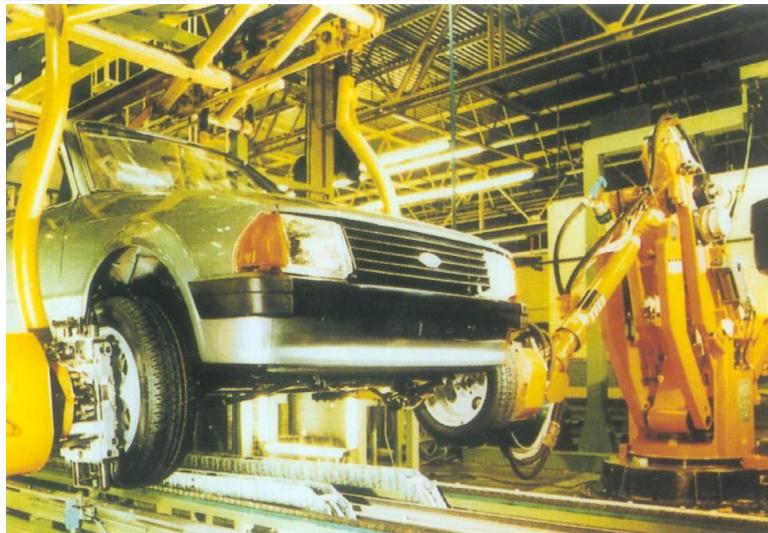
自动化焊接线



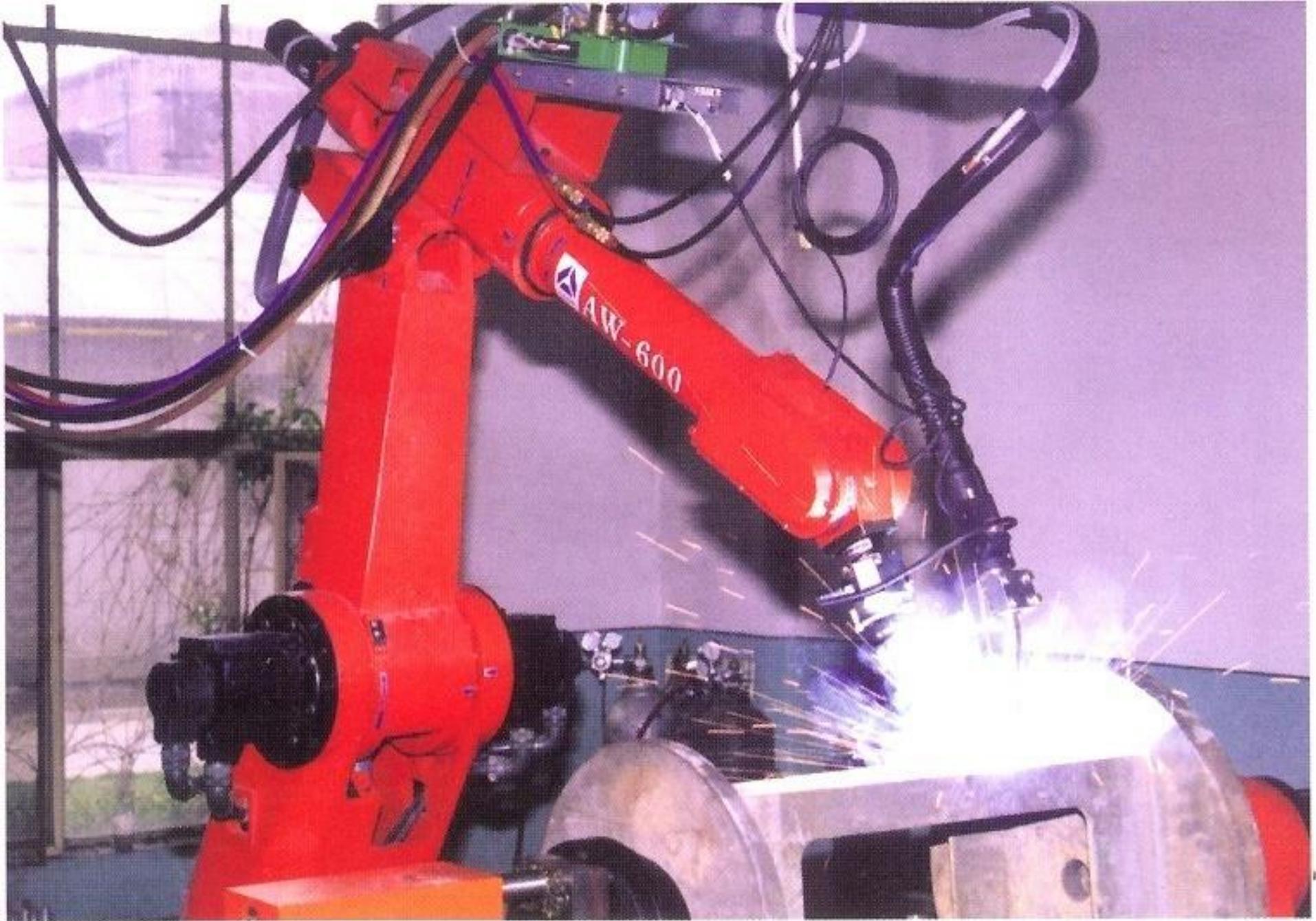
装箱机器人工作站



码垛机器人工作站



汽车装配机器人



AW-600型弧焊机器人

按几何结构分类：

串联机器人：各连杆为串联

并联机器人：各连杆为并联



1.1机器人的由来-全面发展

- ❖ 90年代，机器人技术在发达国家应用更为广泛，如军用、医疗、服务、娱乐等领域，出现了各类特种机器人，并开始向智能型（具有视觉，语音等功能，具有一定智能）的第三代机器人发展。
- ❖ **Humanoid** 类人机器人在美国，日本等地快速发展



1996.11 P2 by Honda 准动态步行

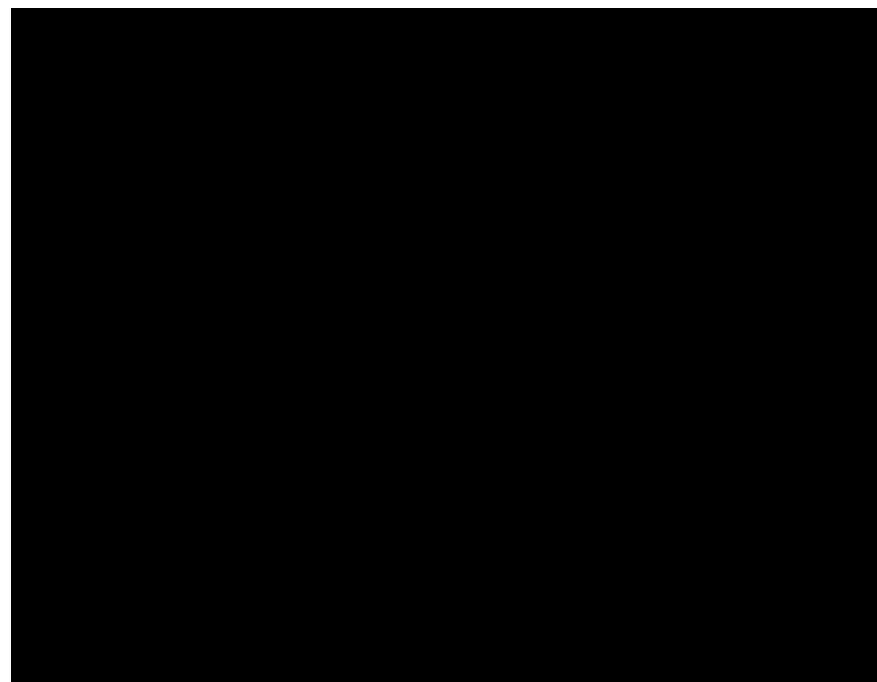


1997, P3 by Honda

本田公司机器人P2



机器人 P2为世界上第一台人性化自主双腿步行机器人。采用无线化操作，在体内安装了计算机、电动驱动装置、电池、无线接收装置等部件，不仅能够更加自在地步行，还能完成上下楼梯、推车等有一定难度的动作。



IROS 2017 , Vancouver, Canada



Development of Experimental Legged Robot for
Inspection and Disaster Response in Plants

E2-DR, by Honda

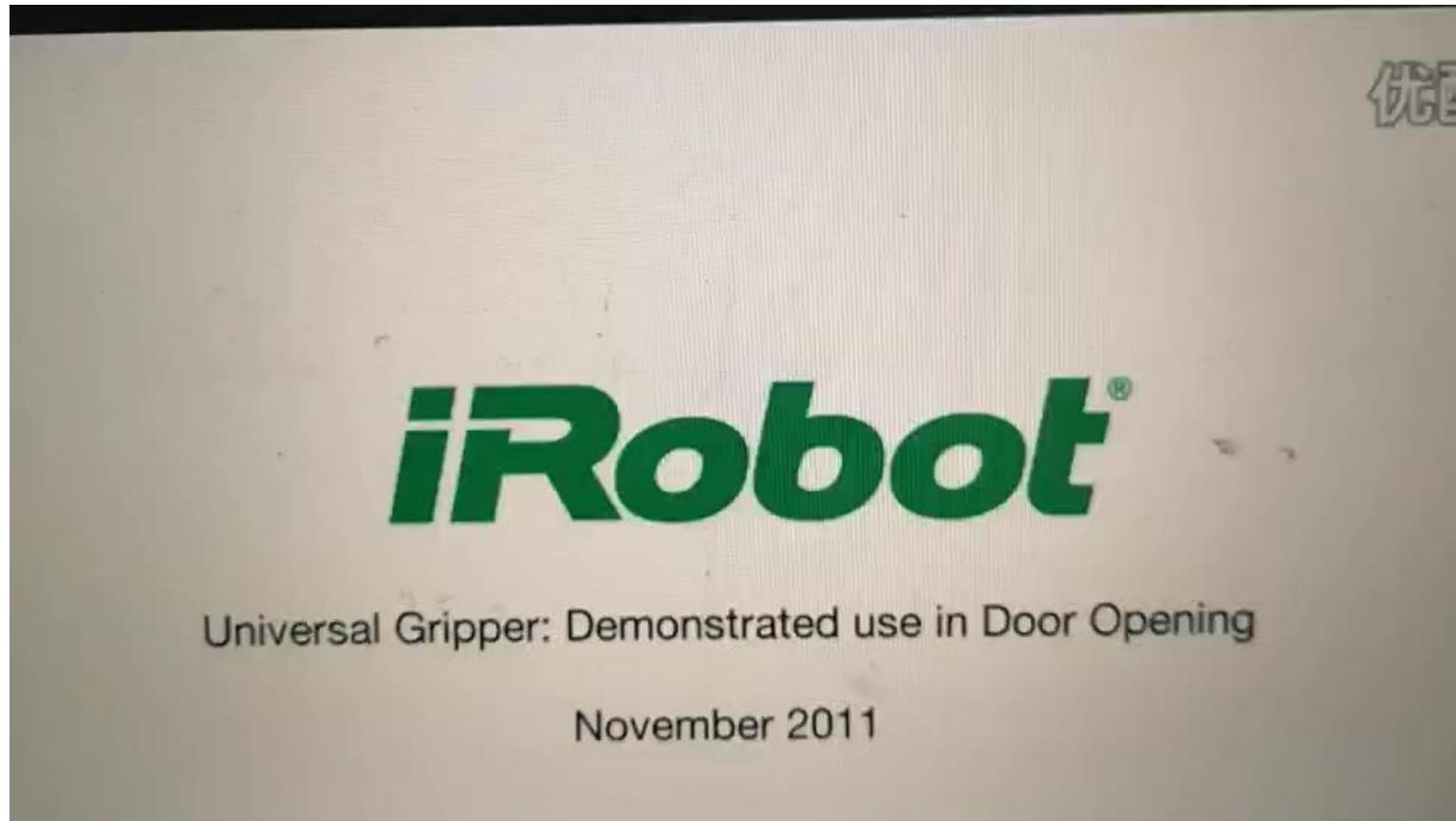
1.1机器人的由来

- ❖ 1998年丹麦乐高公司推出机器人(Mind-storms)套件。
- ❖ 1999年日本索尼公司推出大型机器人爱宝(AIBO)。



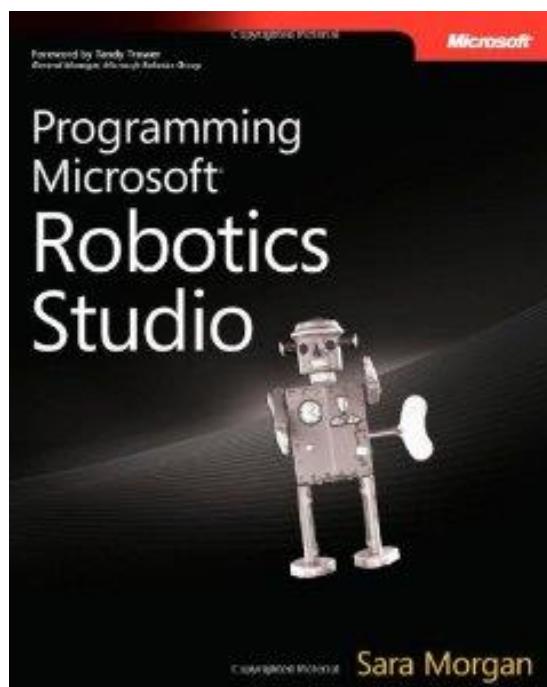
1.1机器人的由来

- ❖ 2002年美国iRobot公司推出了吸尘器机器人Roomba。



1.1机器人的由来

- ❖ 2006年6月，微软公司推出 Microsoft Robotics Studio 平台，比尔·盖茨预言，家用机器人很快将席卷全球。

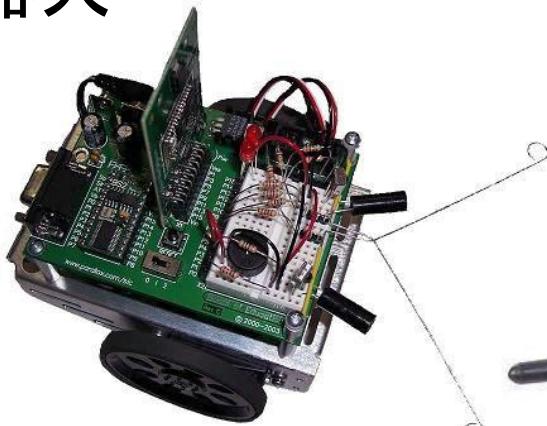


1.1机器人的由来

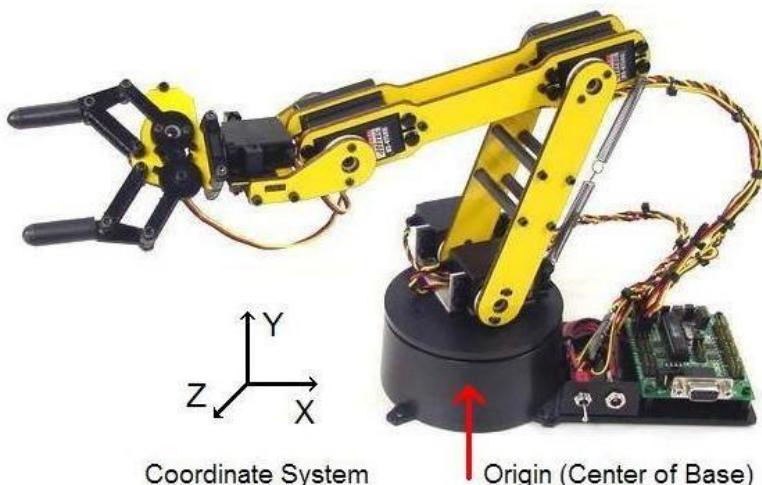
- ❖ 兼容Microsoft Robotics Studio的机器人



LEGO NXT



Parallax Boe-Bot



Lynx 6 robotic arm



ROBOTAIN.COM

1. What is an Intelligent Robot?

The boundaries between smart materials, artificial intelligence, embodiment, biology, and robotics are blurring.

1.2 What is an Intelligent Robot?

按智能水平划分

	分类名称	简要解释
第一代	人工操作装置	有几个自由度, 有操作员操纵, 能实现若干预定的功能。
	固定顺序机器人	按预定的不变顺序及条件, 依次控制机器人的机械动作。
	可变顺序机器人	按预定的顺序及条件, 依次控制机器人的机械动作。但顺序和条件可作适当改变。
	示教再现型机器人	通过手动或其它方式, 先引导机器人动作, 记录下工作程序, 机器人则自动重复进行作业。
第二代	数控型机器人	不必使机器人动作, 通过数值、语言等为机器人提供运动程序, 能进行可变程伺服控制。
	感知型机器人	利用传感器获取的信息控制机器人的动作。机器人对环境有一定的适应性。
第三代	智能机器人	机器人具有感知和理解外部环境的能力, 即使环境发生变化, 也能够成功的完成任务。

感知型机器人



迎宾机器人



导盲机器人



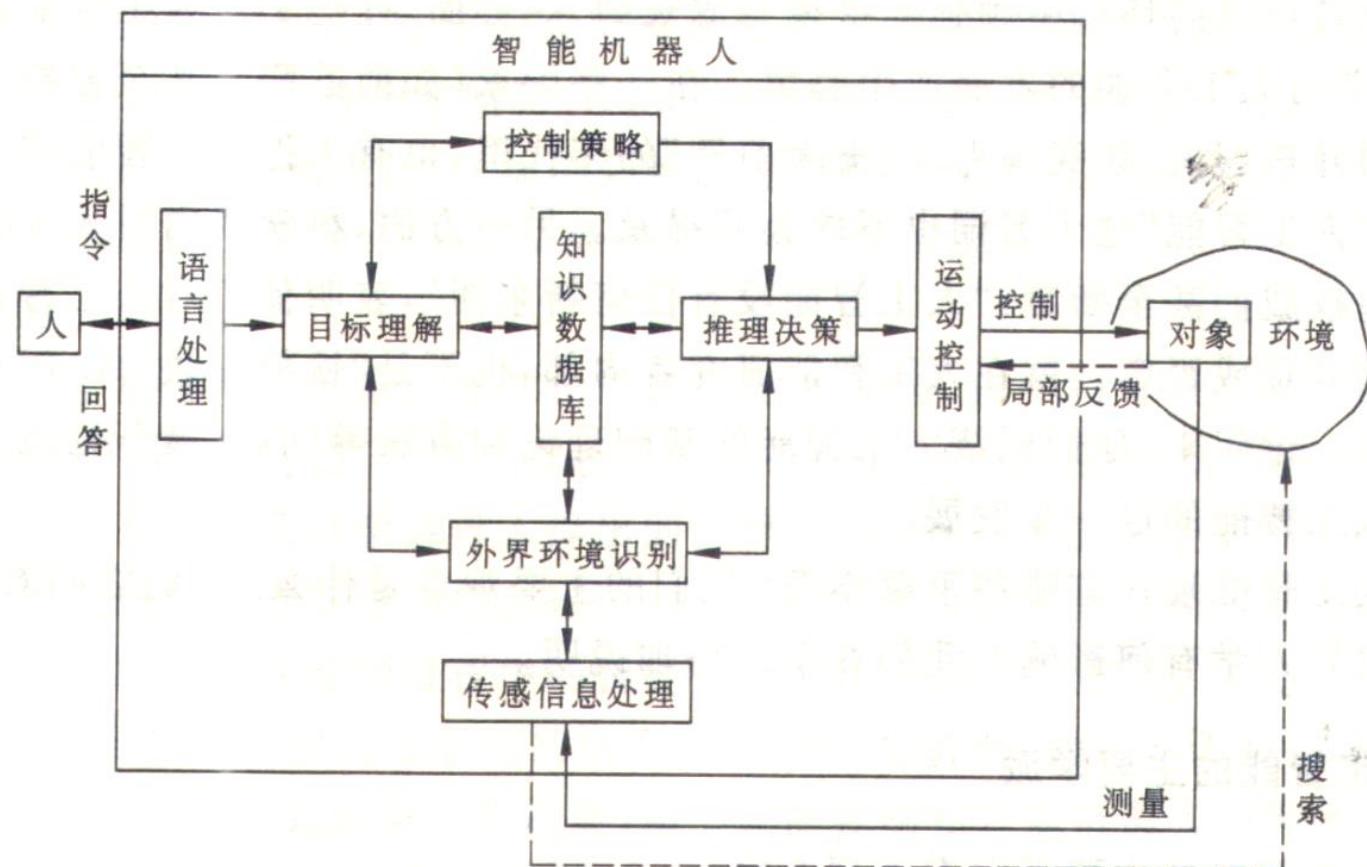
跳舞机器人



医疗机器人

1.2 What is an Intelligent Robot?

- ❖ 智能机器人:强调以知识为基础的知识决策系统和信号识别与处理系统。



一种智能机器人系统典型方框图

1.2 What is an Intelligent Robot?

- ❖ 智能机器人:强调以知识为基础的知识决策系统和信号识别与处理系统。

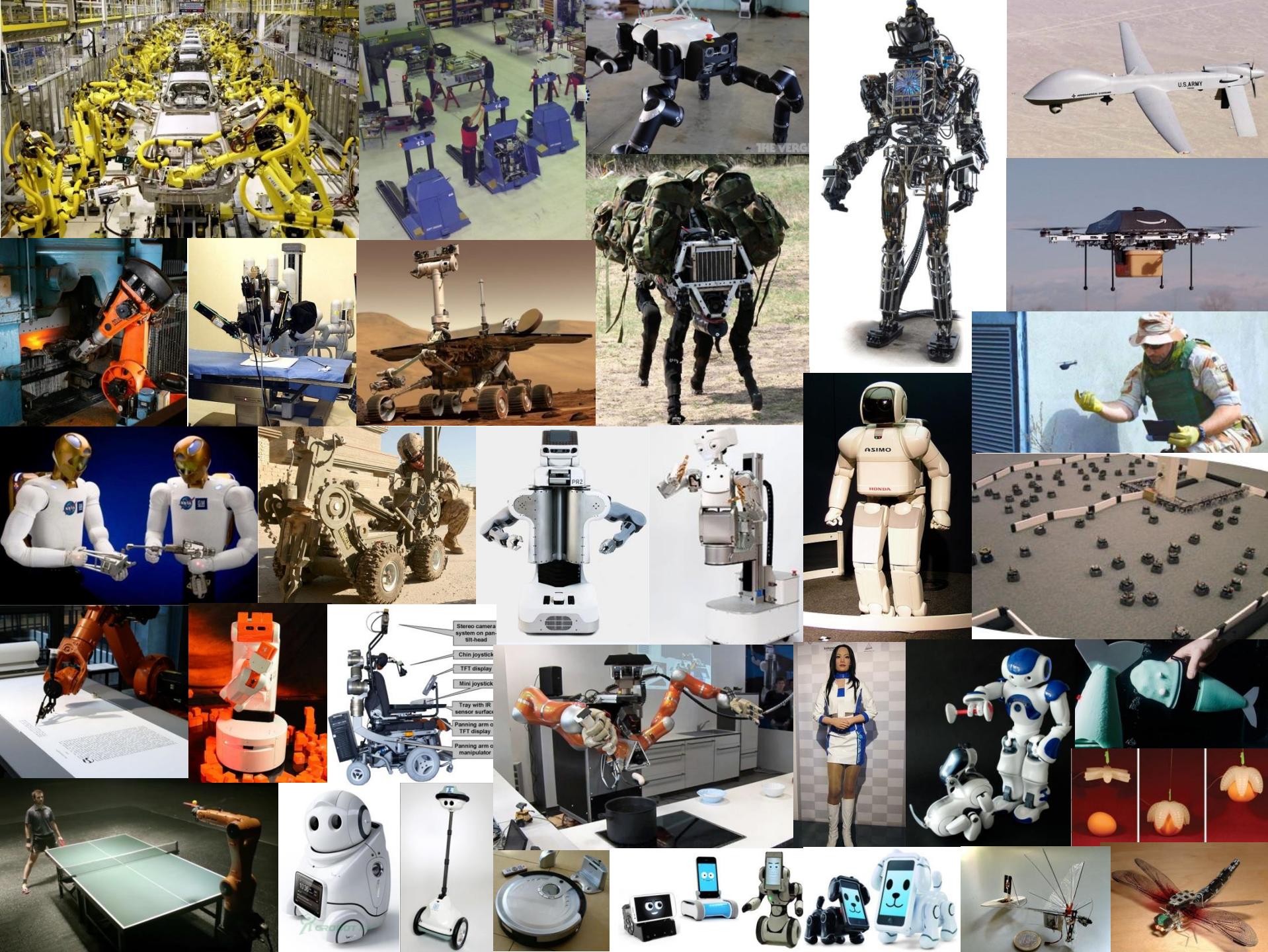


2.1 What is an Intelligent Robot?

一种广义的，具有感觉，识别，推理判断和与人交互的能力，可以根据外界条件的变化，在一定范围内自行修改程序以达成目标的系统。

机器人分类

- ❖ 联合国和国际机器人联盟(2002)：
 - **工业机器人**:由计算机控制的、在工业生产环境中操纵物理对象的自动装备
 - **专用服务机器人**:在专业性工作中辅助人类操纵物理对象的机器人
 - **个人服务机器人**:在与人共处的环境中辅助或娱乐人类
- ❖ 服务机器人基本特征:在人类环境中辅助人类
- ❖ 美国制造业振兴计划:*co-worker*(在制造等行业中与人类员工合作完成制造过程的机器人)



Outline

1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus

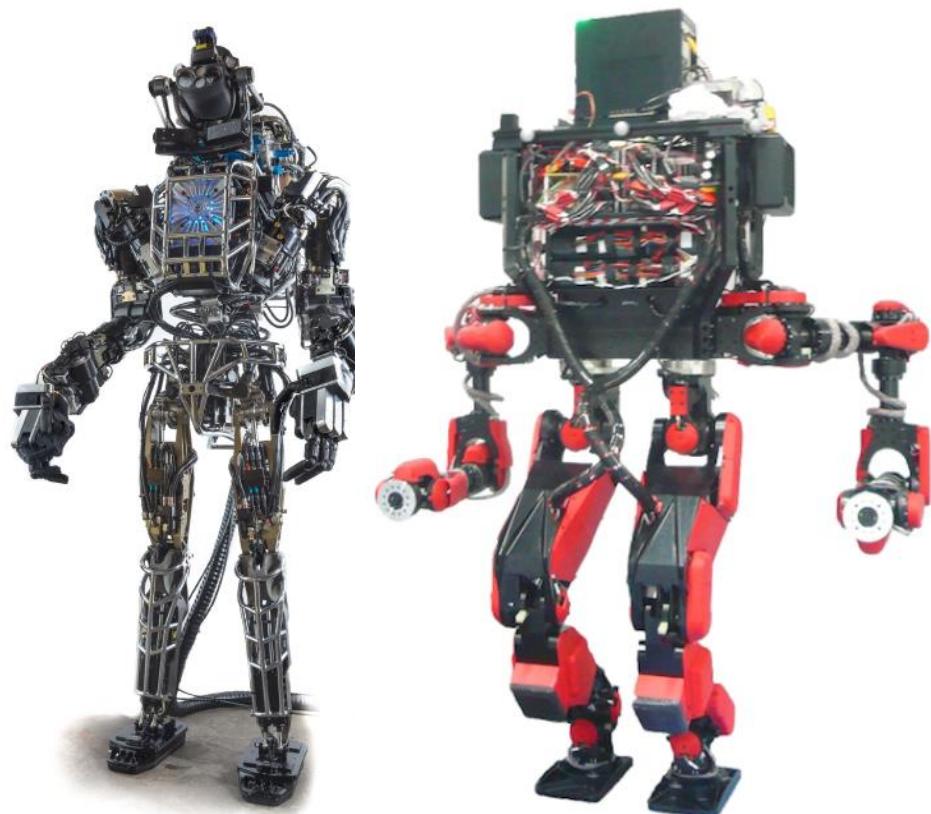
全球三大机器人研究型竞赛

- 机器人足球、机器人救援，服务机器人



DARPA 机器人挑战赛

- 开一辆越野车
- 走过碎石路
- 移开碎片
- 打开一扇门
- 爬过一个梯子
- 用工具打破一面墙
- 关闭一个阀门
- 更换一个零件

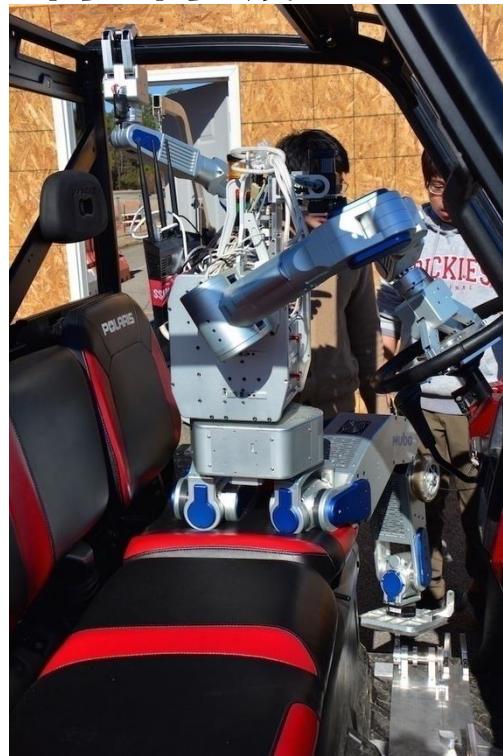


DARPA Robotics Challenge'2015

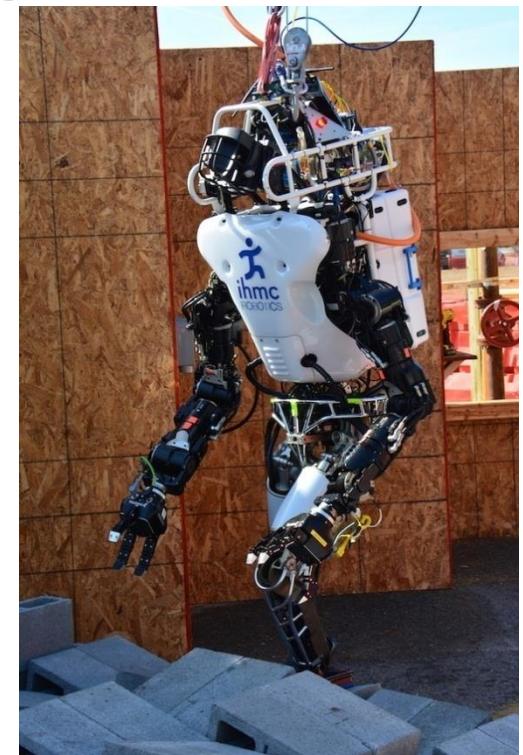
驾驶, 开门, 接插电源, 开闭水闸, 废墟行走等任务



CHIMP, by CMU



DRC-HUBO, by KAIST



Ihmc, by Florida

服务机器人标准测试：RoboCup@Home

- 2006年至今
- 长期目标（50年）：
个人家用服务机器人
- 主要手段：
一系列标准测试



现行标准测试

- Follow Me 跟随：跟随陌生人在动态环境中行走
- Cocltaill Party 鸡尾酒会：在动态环境中满足多个陌生人需求
- Clean Up 打扫：归类房间中不同类型物品
- Restaurant/Shopping Mall 餐厅/超市服务：快速适应陌生环境（如，真实超市）并拿取指定物品
- Emergency situation 紧急情况处置：进入火场，搜寻人员、提供服务，提交“情况报告”
- Enduring General Purpose Service Robot **通用服务机器人**：自主完成随机生成的英语用户任务。任务可能缺失信息，或有错误
- Open Challenges 开放测试：展示特长
- Finals 最终测试：前5名进入最终测试；Finals分数决定最终名次；之前分数占50%

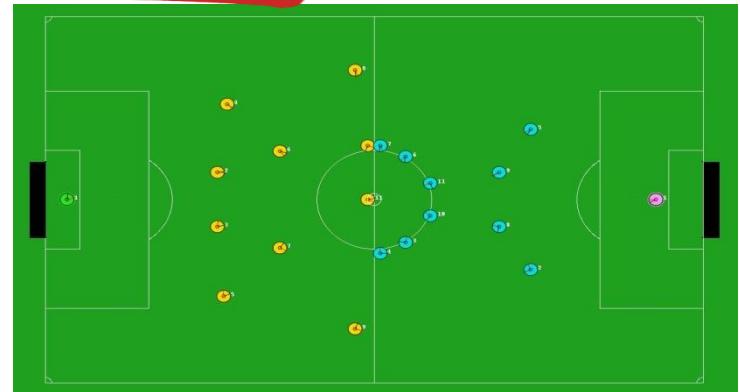
IJCAI Robot Competition

- IJCAI: 全球最高级别人工智能会议
- 标准: 创新性、科学意义、技术质量



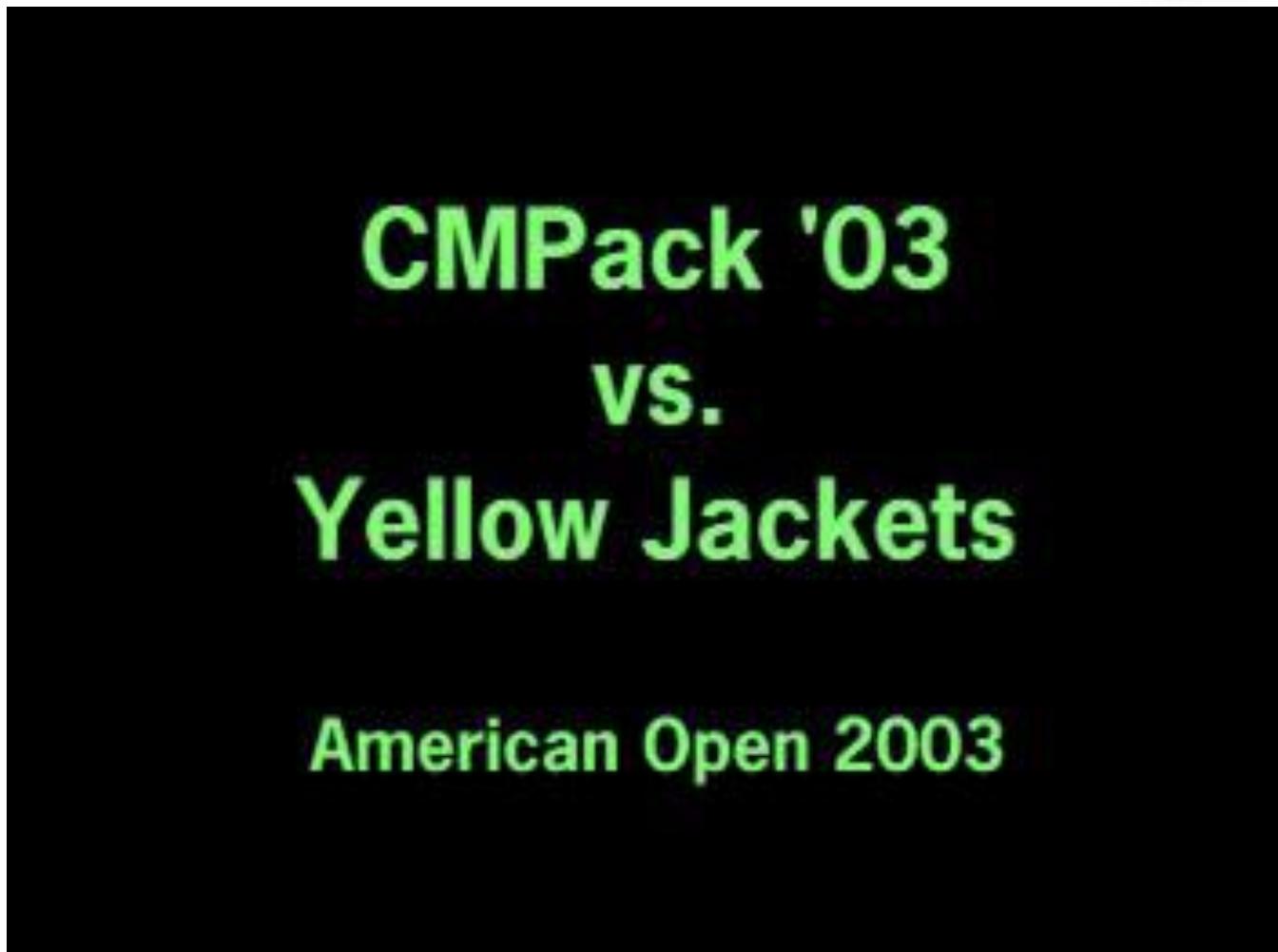
2. Intelligent Robot in USTC

- ❖ 仿真多机器人
 - 2D, 1998-2015, 5冠军, 5亚军
 - 3D, 2006-2008, 1冠军, 2亚军
- ❖ 机器人标准平台
 - AIBO, 2002-2008, 1亚军
 - NAO, 2008-2013
- ❖ TurtleBot移动多机器人 2010-
- ❖ Meka服务机器人 2013-
- ❖ “可佳”服务机器人 2008-
- ❖ “佳佳”服务机器人 2012-



2.Intelligent Robot in USTC

- ❖ 机器人标准平台
 - AIBO, 2002-2008, 1亚军



2. Intelligent Robot in USTC

- ❖ 机器人标准平台
 - NAO, 2008-2013

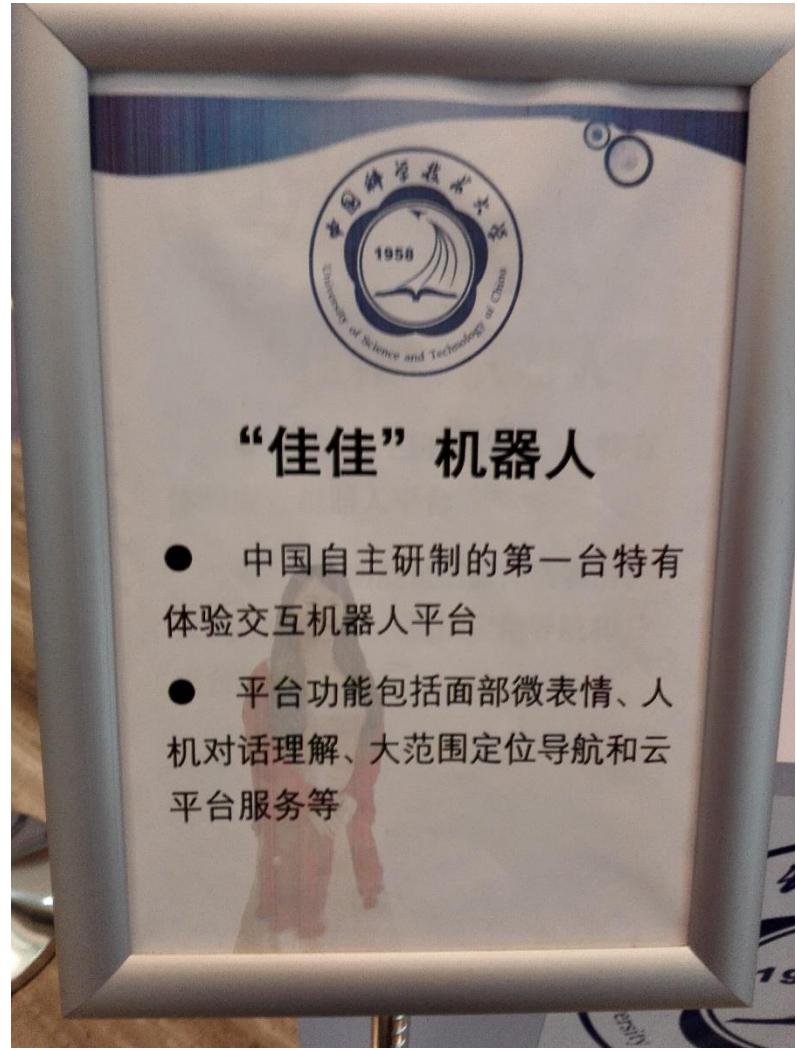
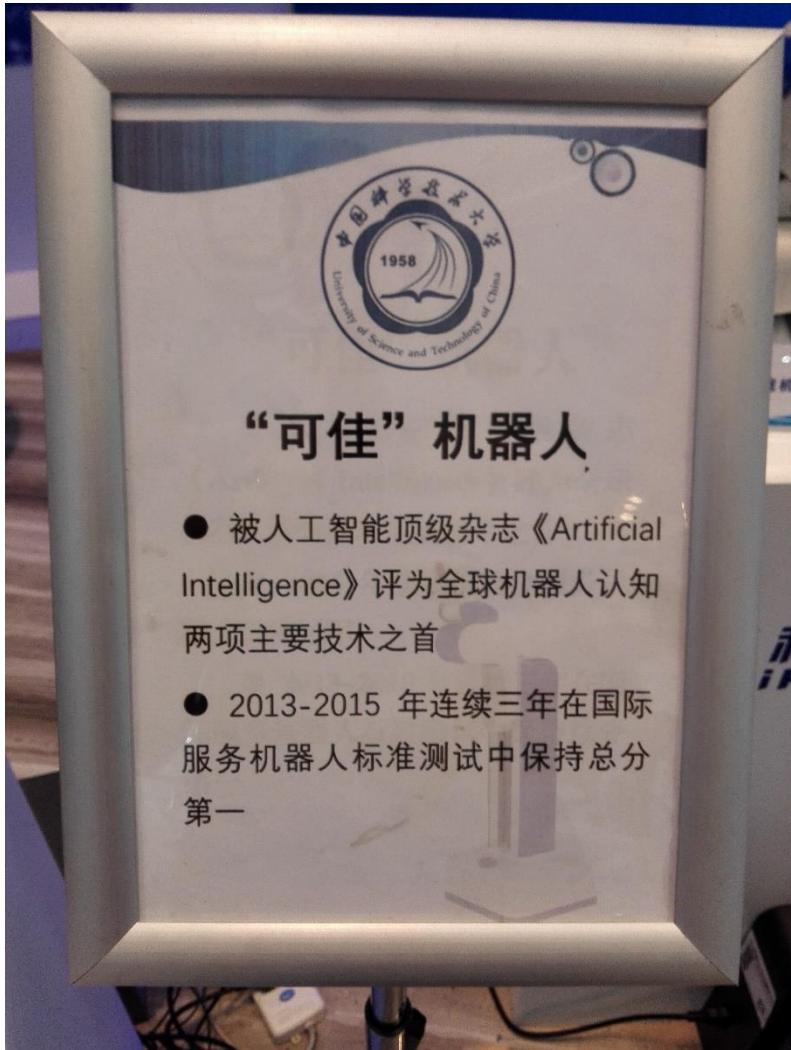


2.Intelligent Robot in USTC

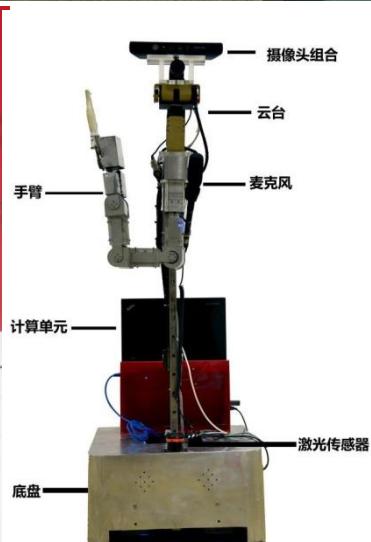
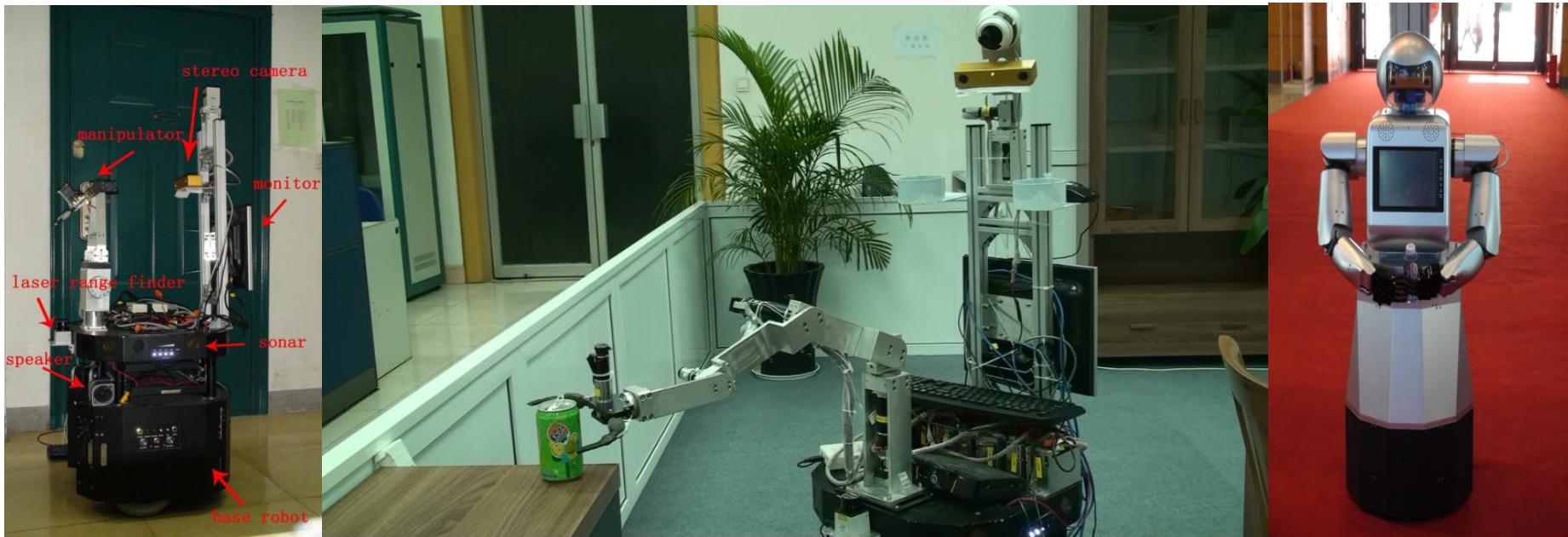
- ❖ 机器人标准平台
 - TurtleBot移动多机器人 2010-



“可佳”和“佳佳”



“可佳”系列服务机器人(2008-)



可佳：研究成果

- 2010年11月，在国际上率先实现了机器人通过阅读说明书获取知识、自主操纵微波炉加热食品的全过程。
- 比美国卡内基-梅隆大学早一年半
- 机器人读说明书获取知识解决问题迄今在国际上是唯一
- 该技术已推广到其他自然语言知识



可佳：成果实例

A Service Robot Copes with
Changes: Understanding,
Learning, Planning, and Acting

24, January, 2011

可佳：成果实例

- 2011年7月，国内首次实现并公开演示机器人超市购物。



【CCTV13《朝闻天下》，2011年08月24日】能辨物取货 机器人现身超市

【央视国际(CCTV-NEWS)，08-25-2011 08:56 BJT】SUPERMARKET ROBOT

“佳佳”系列服务机器人(2012-)



Robomasters



关于机器人比赛及《机器人技术seminar》课程想法

From : gavin@ustc.edu.cn
Time : 17:41:23 Jan 28, 2015 (Wednesday)
To : 李院长 <llxx@ustc.edu.cn> 叶勇老师 <yeyong@ustc.edu.cn>
2 items (1) 《机器人技术seminar》课程基础素材.ppt ... view attachments

Sent State: Has been read. [Show]

New Meeting

支持和信任，特别是这次项目所需经费很多，但学
比赛、**机器人**平台建设以及实践课程形式的设想
较多，应该有个**机制**上的保障，能投入时间并

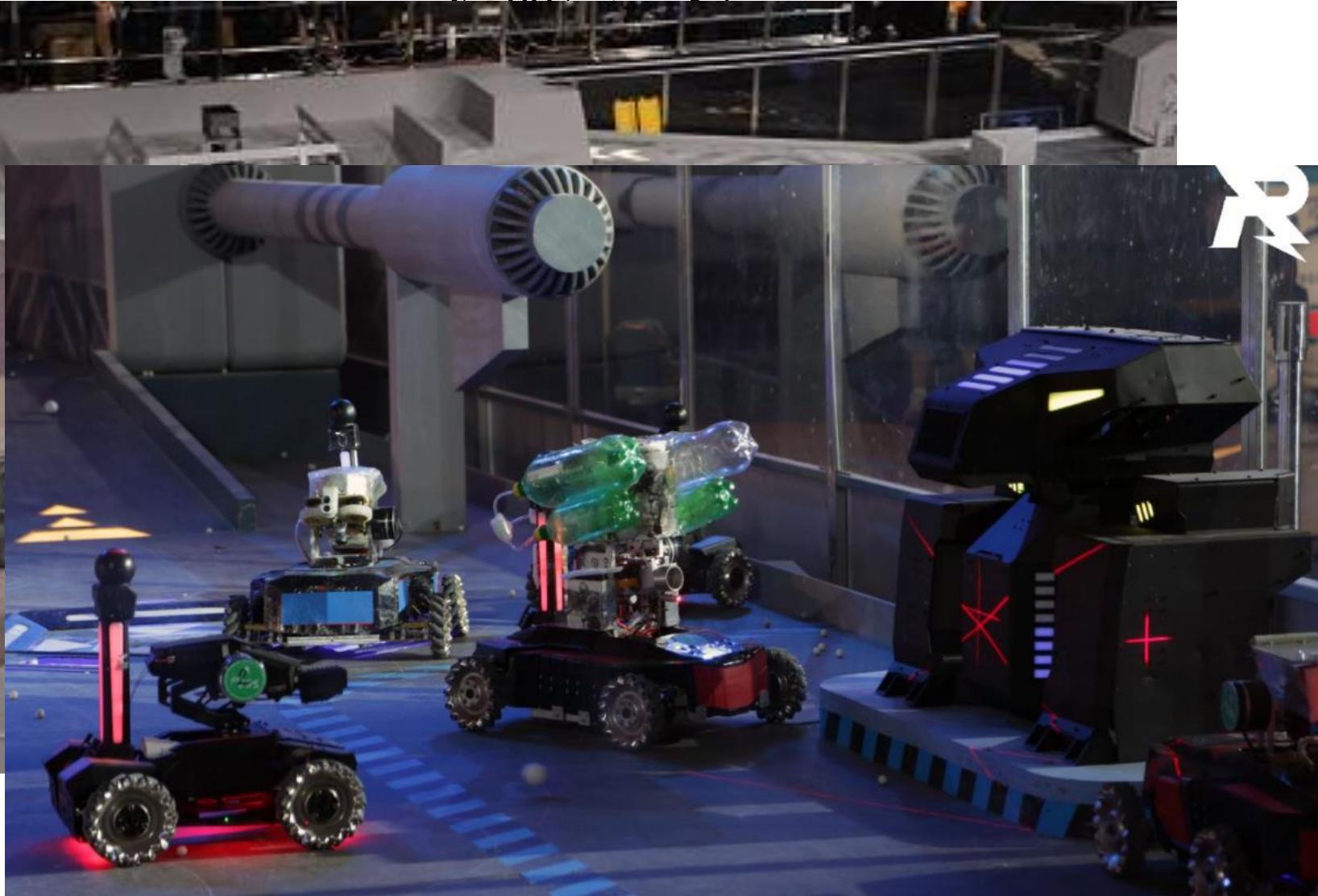
Robomasters

Robomasters 2015 机器人比赛



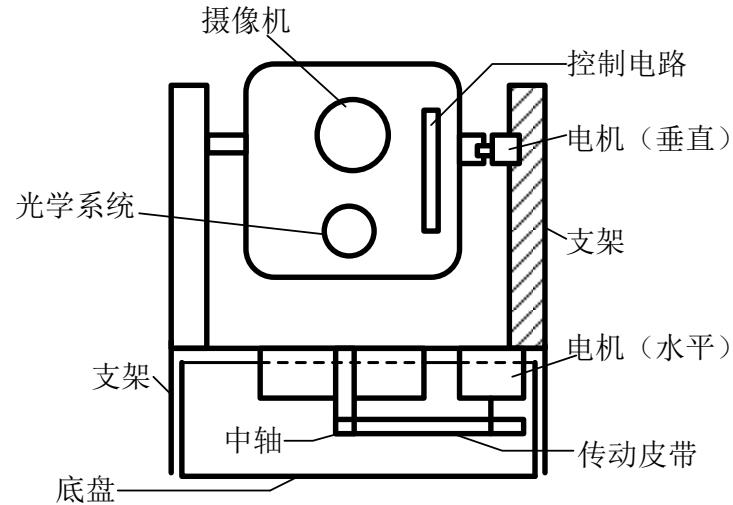
Robomasters

Robomasters 2015 机器人比赛



Robomasters 2015

Another Robot



红外目标自动
跟踪机器人

Another Robot



Outline

1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus

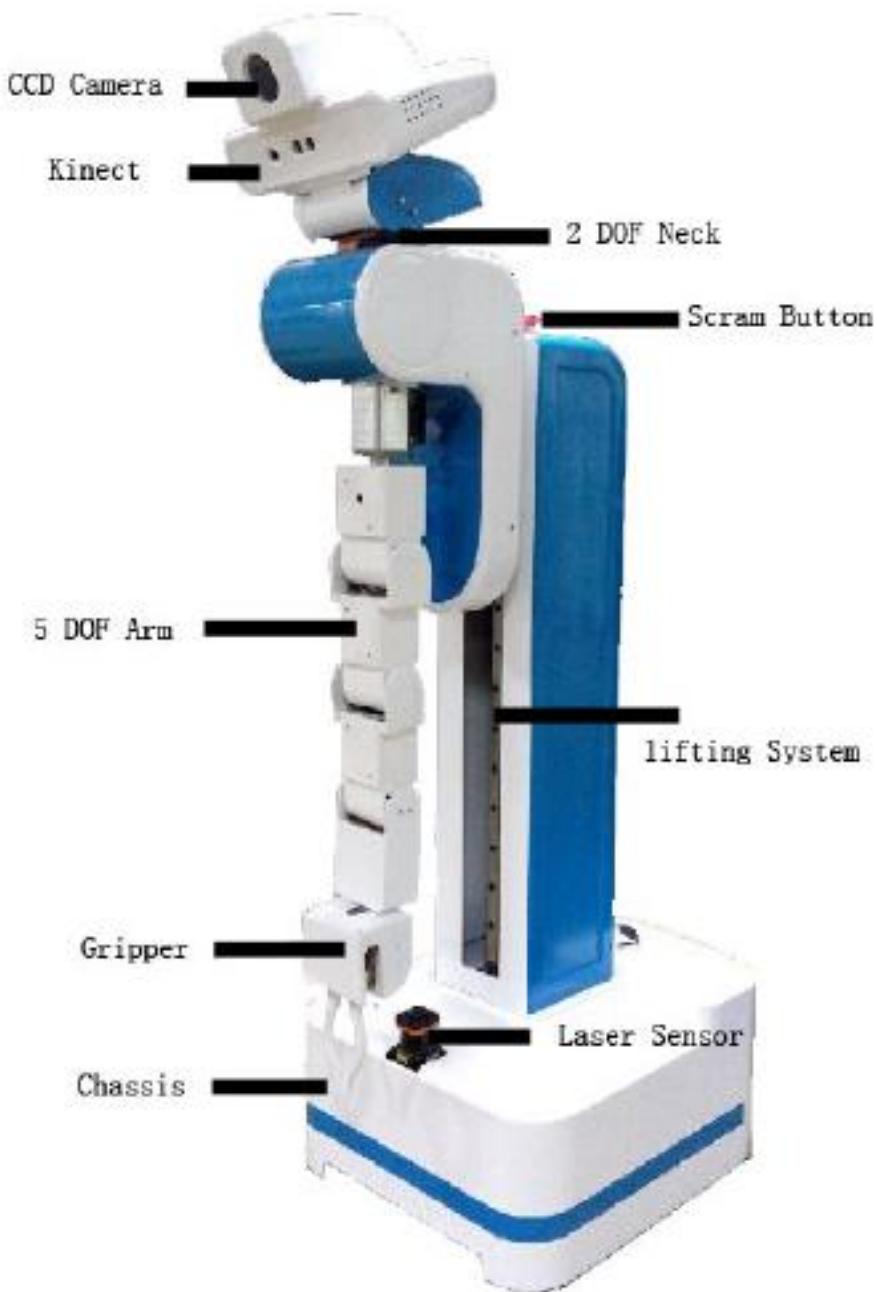
3. Typical technology in Intelligent Robot

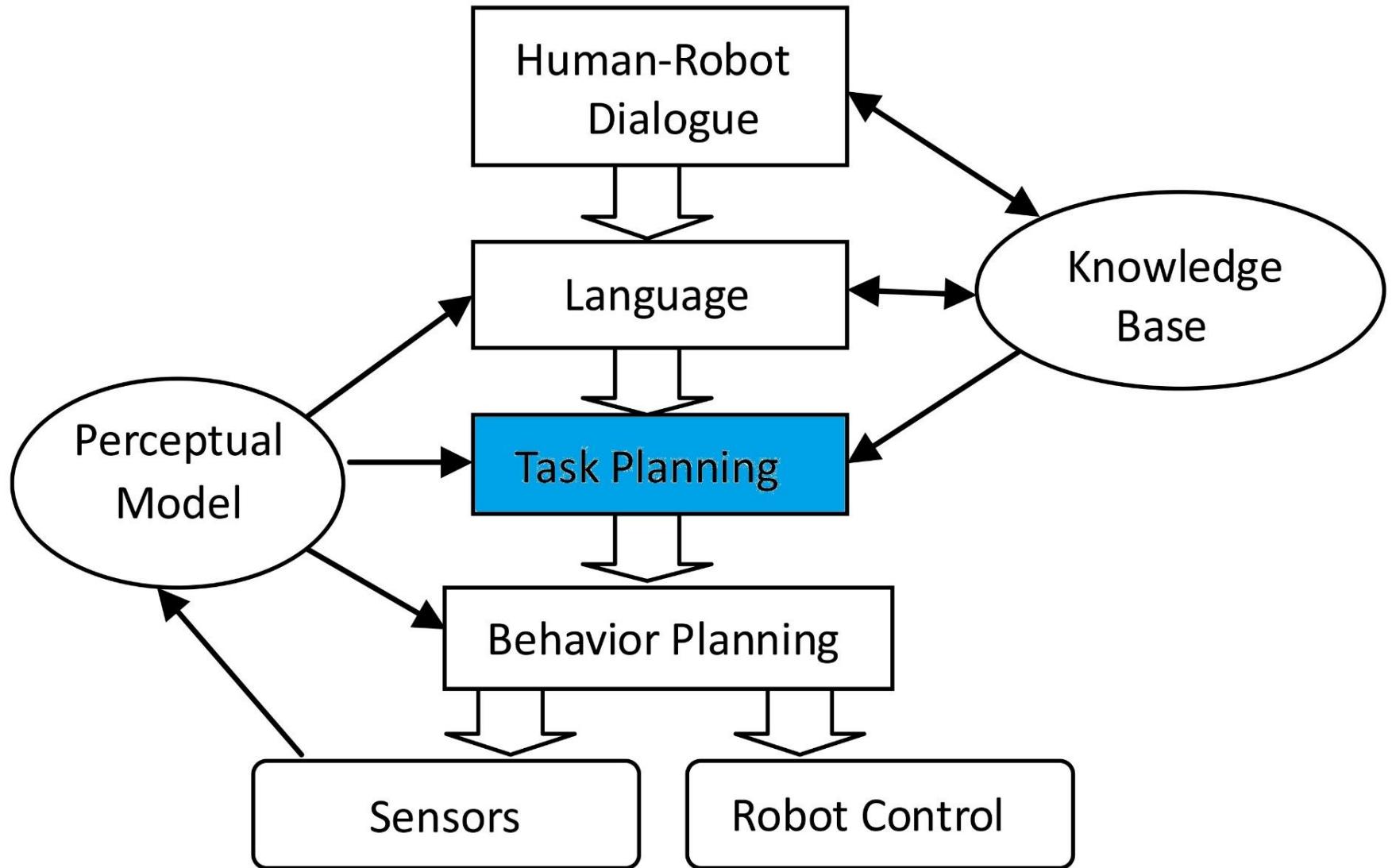
- ❖ 硬件技术: 电机, 传感器, 硬件设计等
- ❖ 系统集成: 机器人操作系统, ROS
- ❖ 底层控制: 建图、定位、导航、路径规划, 运动规划, 避障 (SLAM)
- ❖ 人工智能:
 - 感知: 语音、视觉、激光、声呐
 - 决策: 任务规划
 - 学习
- ❖ 人-机器人交互: 自然语言处理, 对话管理

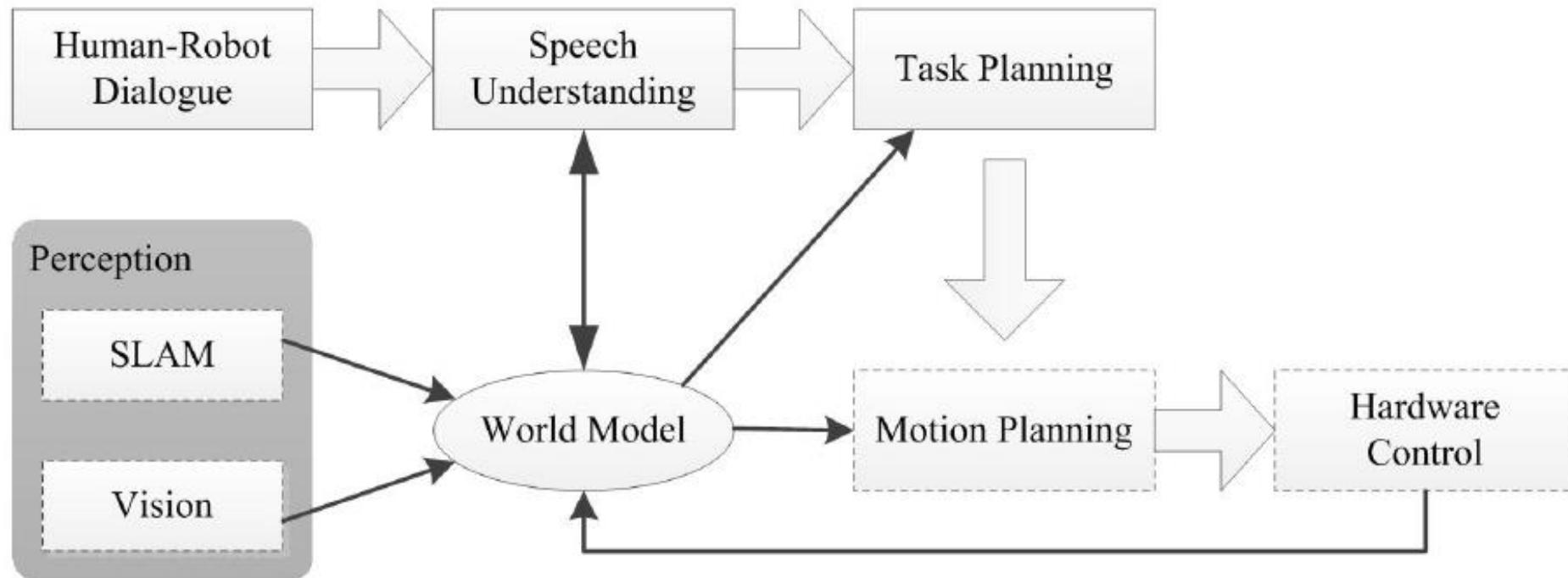
3. Typical technology in Intelligent Robot

- ❖ 环境感知: 主动感知外界状况
- ❖ 自主行动: 自动完成复杂操作行为
- ❖ 语义理解: 理解人类知识和意图
- ❖ 智能决策: 根据环境状态, 利用人类知识, 自动规划机器人行为以完成用户任务
- ❖ 学习能力: 通过获取人类知识和技能, 逐步提高自身性能

- ❖ 底盘双轮驱动
- ❖ 机械臂及手爪，能抓握物体
- ❖ 升降机构、云台
- ❖ Kinect 摄像头、高分辨率RGB 摄像头
- ❖ 激光传感器
- ❖ 电池
- ❖ 计算单元







可佳：合作案例

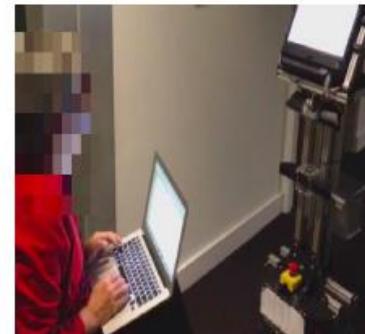
- ❖ 2014年10月，位于合肥的中国科大“可佳”(KeJia)机器人与位于匹兹堡的卡内基梅隆大学“可宝”(CoBot)机器人，借助云平台实现了远程合作与资源共享测试。
- ❖ 实验中，云端向双方机器人提供多种知识源和数据源，“可佳”向“可宝”输送语义理解和自动规划服务，“可宝”向“可佳”输送大数据分析服务。借助这些知识共享和远程合作，“可佳”与“可宝”分别完成了各自单独工作无法完成的测试任务。



(a) User asks RobotA to bring water.



(b) RobotA asks RobotB how to find water.



(a) User tells RobotB that she is thirsty.



(b) RobotA suggests RobotB to give her a bottle of water.



(c) RobotA executes a plan from RobotB's instruction.



(d) RobotA accomplishes the task.



(c) RobotB executes a plan based on the instruction.



(d) RobotB accomplishes the task.

云机器人

Execute
the plan



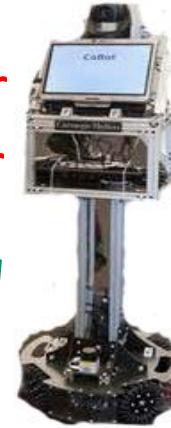
USTC-KeJia-A

I am thirsty.



How to plan?

Normally, water
is on the dinner
table.



CMU-CoBot

Where is the
water?



Cloud



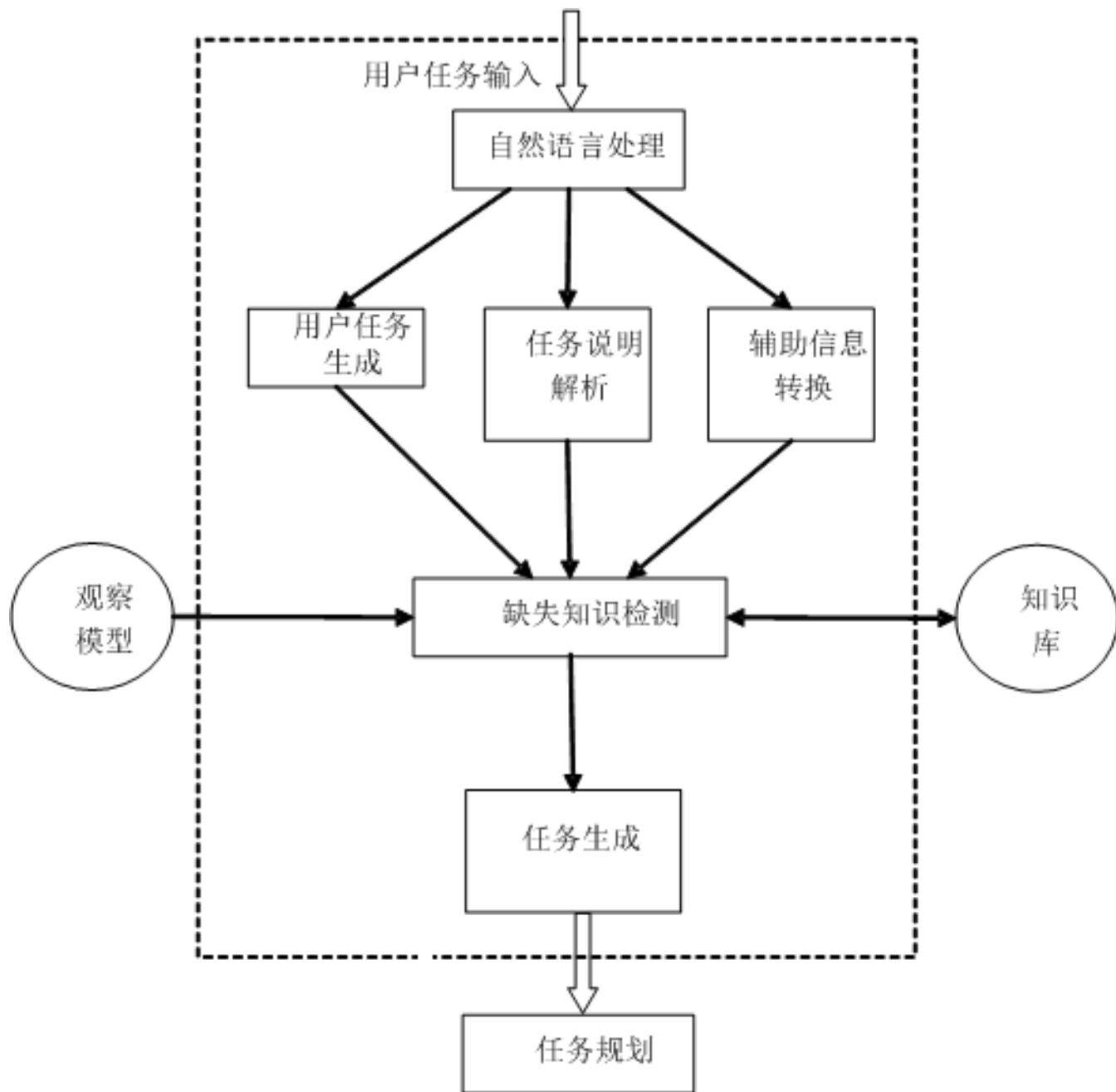
USTC-KeJia-B

The plan is ...

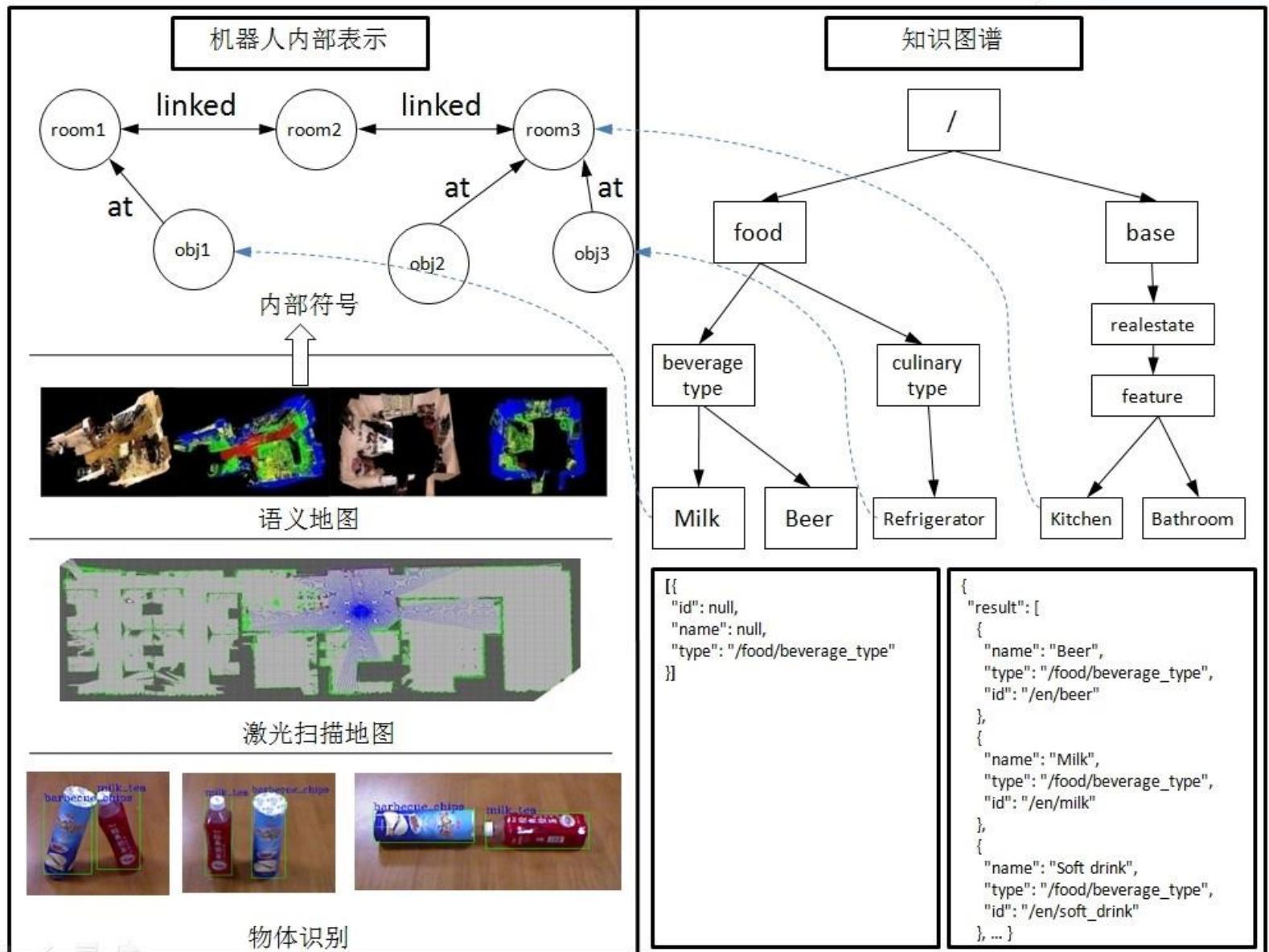
Give user a
cup of water.



Knowledge Base



环境与知识



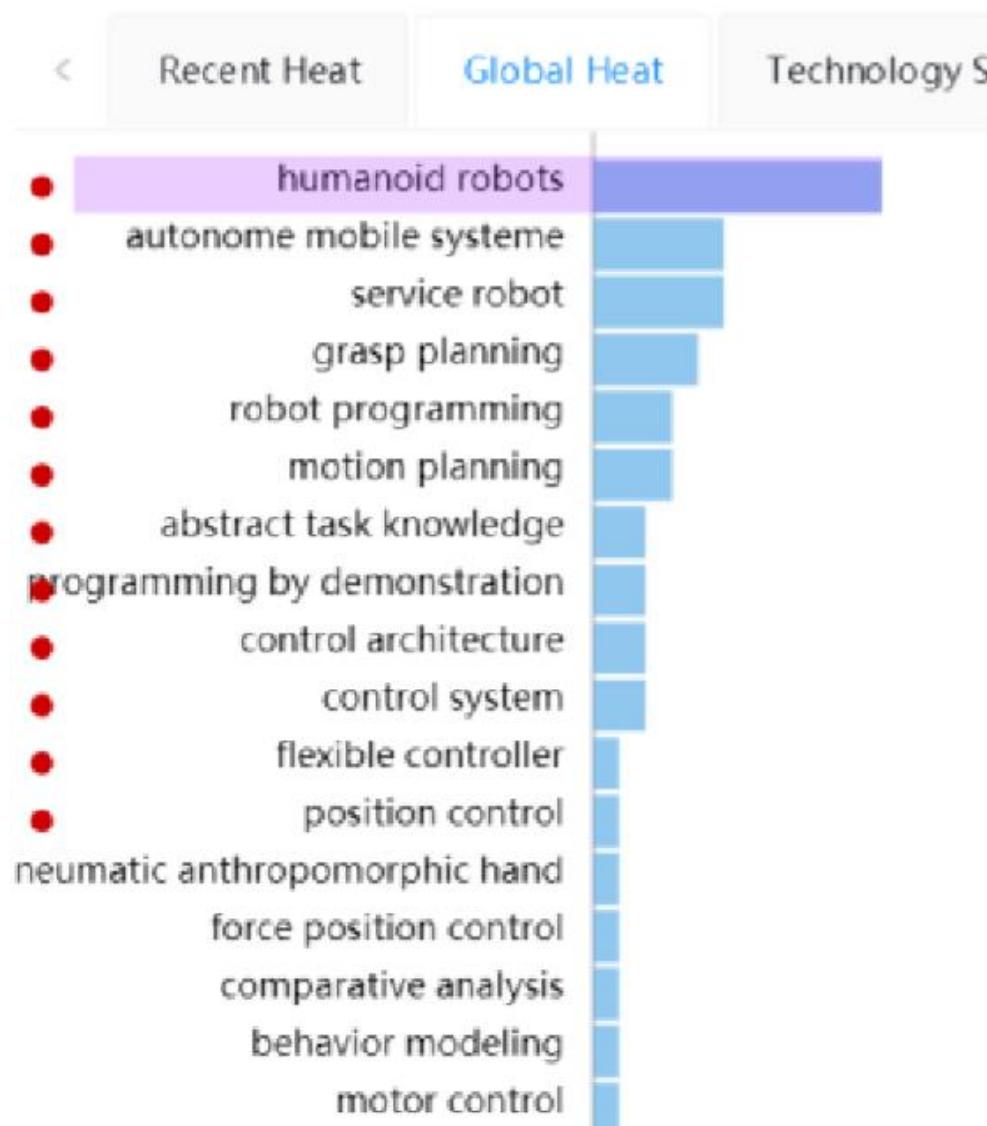
智能控制

- ❖ 智能控制:对系统可以进行高层控制, 系统应根据控制流程, 自动弥补细节并完成。
- ❖ 用户可以进行自由的控制(允许顺序, 条件, 循环, 不确定控制):
 - **最粗的控制**:直接给出任务目标, 没有其他过程要求, 机器人自动计算出解决问题的方案, 并执行。
 - **最细的控制**:给出每一步的详细过程, 确保机器人严格按此过程执行以实现目标。
 - **不确定的控制**:不确定在某步时应该采取哪些行动或采用多少次, 只要求最终目标实现。例如, 通过不断的移动积木块, 可以将桌子上的积木堆完全移走。但没有指明某步应该移动哪个积木块, 需要移动多少次。
 - **缺失细节的控制**:只提供大致过程框架, 需要机器人自动弥补细节。例如, 要求机器人从冰箱拿出啤酒:1. 打开冰箱门, 2. 拿出啤酒, 3. 关冰箱门。但机器人是独臂的, 所以行动2与3无法连续执行, 机器人需要先把啤酒放在其他地方才能去关冰箱门。

Outline

1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus

Development trend under AI



人工智能与机器人的联系

研究领域的划分

- (1) **计算机视觉** (暂且把模式识别、图像处理等问题归入其中) 、
- (2) **自然语言理解与交流** (暂且把语音识别、合成归入其中，包括对话) 、
- (3) **认知与推理** (包含各种物理和社会常识) 、
- (4) **机器人学** (机械、控制、设计、运动规划、任务规划等) 、
- (5) **博弈与伦理** (多代理人agents的交互、对抗与合作，机器人与社会融合等议题) 。
- (6) **机器学习** (各种统计的建模、分析工具和计算的方法)

这些领域目前还比较散，目前它们正在交叉发展，走向统一的过程中

Development trend under AI

人工智能核心人机交互技术



Development trend under AI

人工智能核心人机交互技术

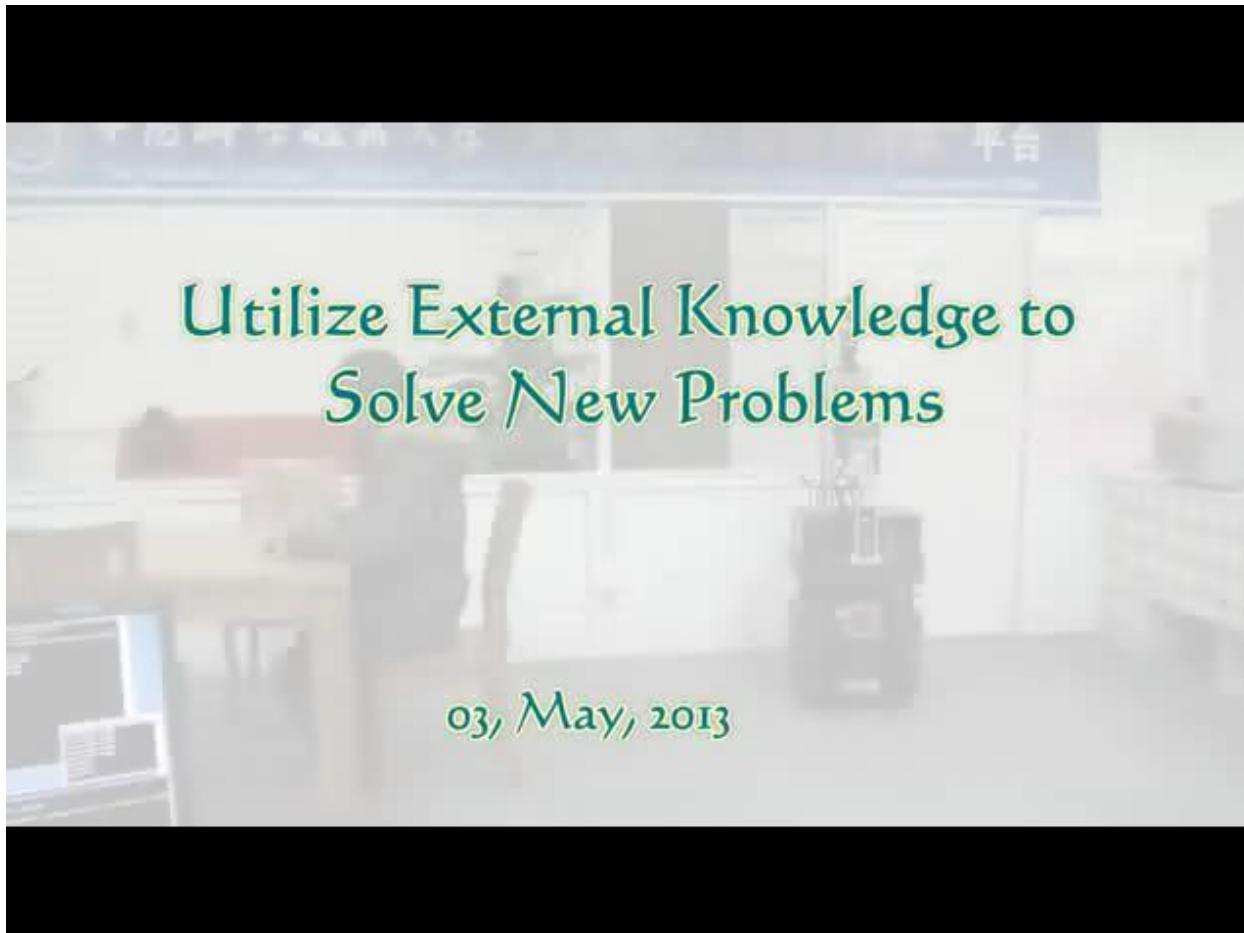


Horizon Robotics

基于人工智能算法的芯片、系统和软硬件平台，让家居、汽车、玩具和服务机器人等，具有从感知、交互、理解到决策的智能

Development trend under AI

Utilizing External Knowledge to Solve New Problems (The Best Autonomous Robot award at IJCAI 2013 video competition, Aug., 2013)



Find more materials from conference

1. RSS: Robotics: Science and System
2. ICRA: IEEE International Conference of Robotics and Automation
3. IROS: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robot and System

Outline

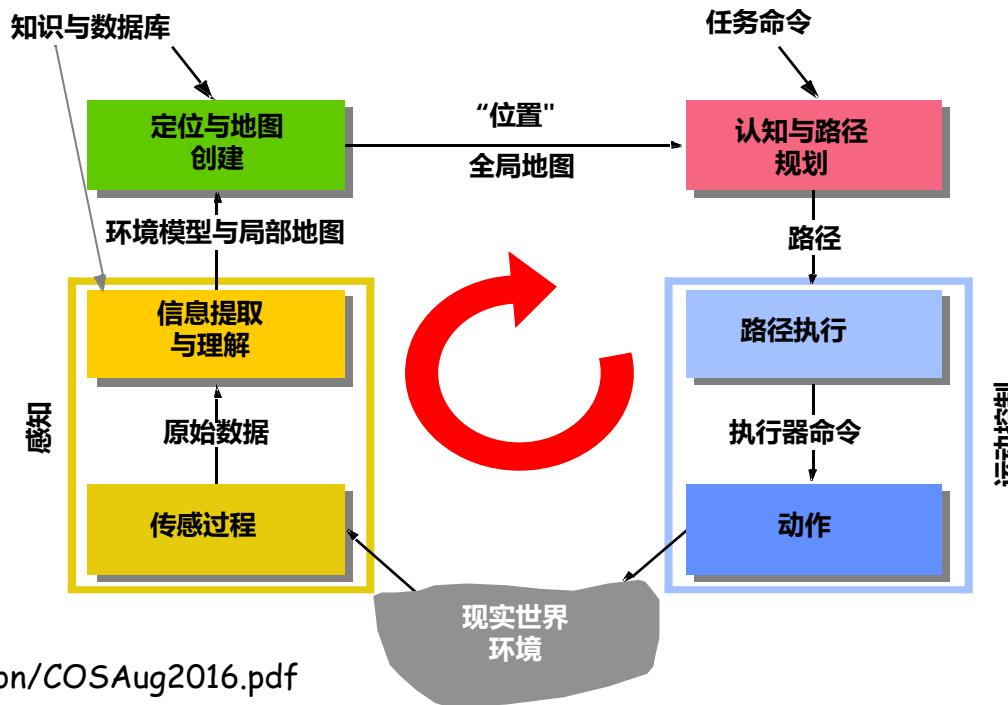
1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus

课程概要

❖ 教学设计

参照Carnegie Mellon University 机器人博士培养计划, 四类课程:

1. 感知: 视觉传感器、图像传感器、触觉和力传感器、惯导等;
2. 认知: 人工智能、知识表达、规划、任务调度、机器学习等;
3. 行为: 运动学、动力学、控制、manipulation和locomotion等;
4. 数学基础: 最优估计、微分几何、计算几何、运筹学等;



课程概要

1. 简述机器人学的起源与发展，智能机器人研究现状，人工智能背景下的智能机器人典型技术和应用场景，给出课程大纲；
2. 讨论机器人“世界模型”的数学描述，包括空间任意点的位置和姿态变换、齐次坐标变换、四元数、物体的变换和逆变换等；
3. 介绍机器人操作系统ROS，仿真环境Gazebo，机器人场景搭建和仿真方法；
4. 介绍机器人视觉技术中相机模型、颜色空间、直方图、滤波器算子等基本概念，基于特征点的双目视觉原理，机器人位姿估计；

本课程概要

5. 传感器信号滤波算法, 卡尔曼滤波的航姿推断;
机器人控制策略, PID控制算法及其在四旋翼飞行器中的应用;
6. 讨论机器人的自主环境学习、概率场等定位策略、地图构建、导航与路径规划算法;
7. 图像处理的典型方法, 目标识别与追踪场景的案例分析;
8. 讨论人机交互系统设计, 自然语言处理, 知识推理和决策;
9. 探讨Robomasters、Robocup等机器人比赛技术方案和实现;
10. 分析机器人的现状, 展望深度强化学习等机器人的未来。

参考教材

-  Book1_Autonomous_mobile_robots_Chinese
-  Book2_Learning ROS for Robotics Programming-ROS feature2013
-  Book3_ProbabilisticRobotics.pdf
-  Book4_STATE ESTIMATION FOR ROBOTICS.pdf

University of Washington



Dieter Fox

H 102 A 20.95 S 0 c 59900 P 216

Professor

University of Washington

Mobile Robot

Mobile Robots

Particle Filter

Object Recognition

Probability

Navigation

Computer Science

Path Planning

Research Interests

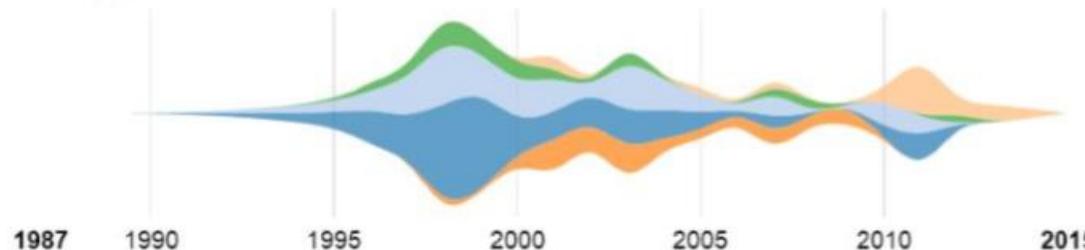
Mobile Robot

Mobile Robots

Particle Filter

Object Recognition

Probability



Dieter Fox 是德国的机器人学家，目前为美国华盛顿大学西雅图分校计算机科学与工程 系的教授，AAAI 和 IEEE Fellow

University of Washington

Dieter Fox机器人学领域经典著作《概率 机器人学》(Probabilistic Robotics)的共同作者

 Robust Monte Carlo localization for mobile robots

Sebastian Thrun, **Dieter Fox**, Wolfram Burgard, Frank Dellaert

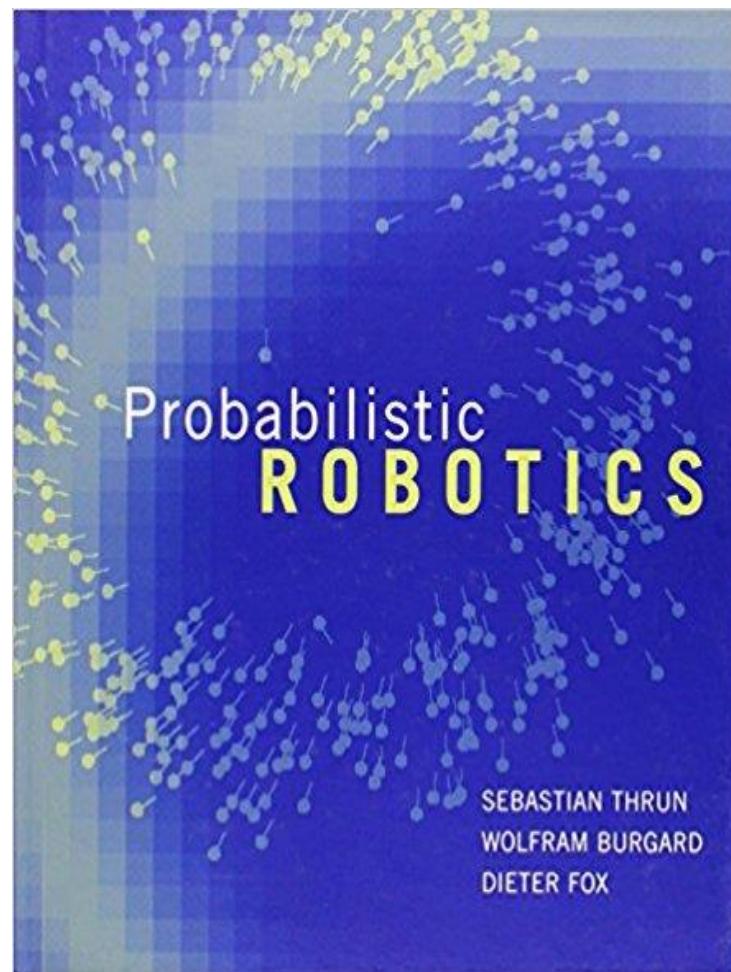
Artif. Intell. (2001)

Cited by 1991  Bibtex  [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-3702\(01\)00069-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00069-8)

 Monte Carlo Localization for Mobile Robots

Frank Dellaert, **Dieter Fox**, Wolfram Burgard, Sebastian Thrun

ICRA (1999)



ETH Zurich



Roland Siegwart

Introduction to Autonomous Mobile Robots

Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh

Introduction to Autonomous Mobile Robots (2004)

Cited by 2758 Bibtex

814

BRISK: Binary Robust invariant scalable keypoints

| Stefan Leutenegger, Margarita Chli, Roland Y. Siegwart,
ICCV (2011)

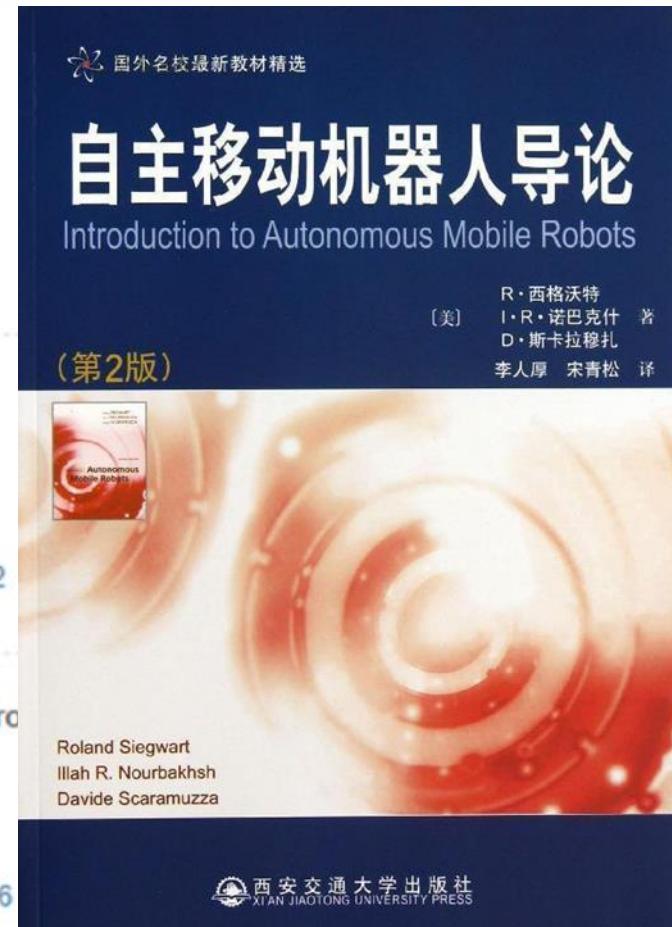
Cited by 2159 Bibtex <http://dx.doi.org/10.1109/ICCV.2011.6126542>

813

PID vs LQ Control Techniques Applied to an Indoor Micro Quadcopter

Samir Bouabdallah, André Noth, **Roland Siegwart**
IROS (2004)

Cited by 1082 Bibtex <http://dx.doi.org/10.1109/IROS.2004.1389776>



Roland Siegwart 是瑞士著名的机器人学家，原洛桑联邦理工学院教授，现任苏黎世联邦理工学院自动系统教授。

课堂形式

50理论课 + 20实验课

分主题进行原理讲解，文献阅读，案例讨论
任务导向的动手实验

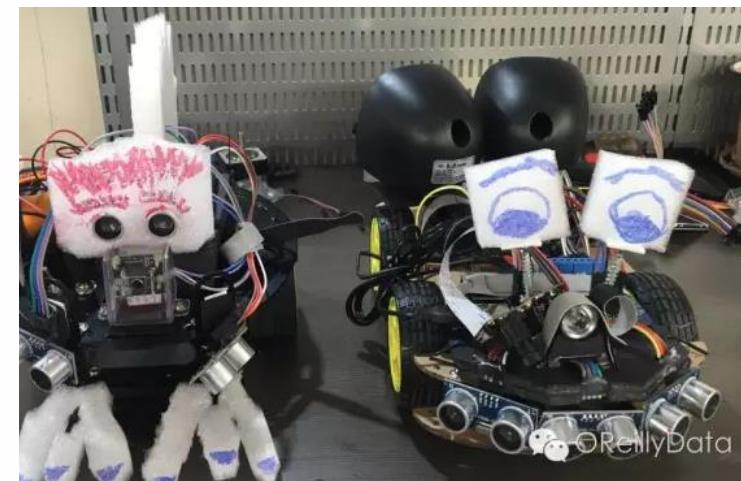
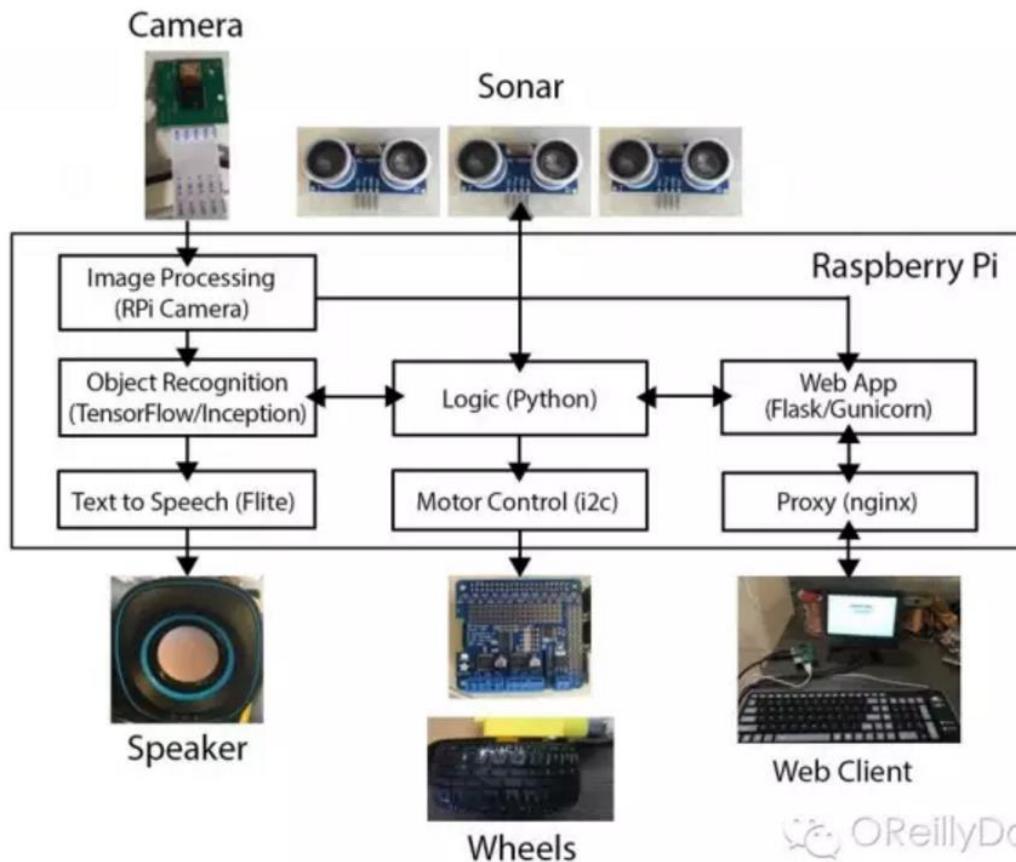
40%*平时成绩 + 60%* 考试/综合设计

实验平台

1. Smart robot with TensorFlow

如何用100美元和TensorFlow来造一个能“看”东西的机器人

(原创) 2016-10-20 Lukas Biewald O'ReillyData



实验平台

◆ 2. NAO



高58cm, 重量4.3kg, 拥有25个自由度。Nao是在学术领域世界范围内运用最广泛的类人机器人, 可模拟人的走, 跑, 舞蹈等各种动作与平衡控制;

传感器:2个摄像头、4个麦克风、1个超声波距离传感器、2个红外线发射器和接收器、1个惯性板、9个触觉传感器及8个压力传感器。

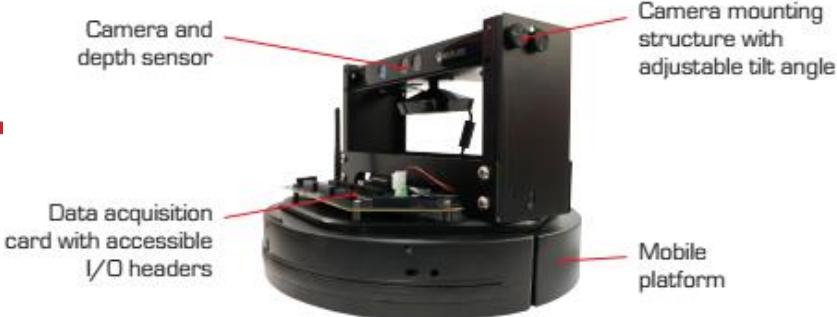
人机交互:语音合成器、LED灯及2个高品质扬声器。一个CPU(位于机器人头部), 运行一个Linux内核, 并支持ALDEBARAN公司自行研制的专有中间件(NAOqi)

✓ Robocup比赛标准组

实验平台

❖ 3. Quanser Qbot 2

- ❖ Qbot2是基于开源硬件Kobuki平台的教学/科研型高性能移动机器人研究平台, 拥有丰富的课件, 适应北美STEM(科学技术工程教育)计划, 非常适合对机器人技术教学和科研。
- ❖ 内置传感器和视觉系统, 开放式结构设计, 可扩展各类传感器, 个性化定制与扩充。
- ❖ 该产品完全兼容Matlab®/Simulink®以Matlab®/Simulink®为基础建立的系统模型和参数设置, 开放式结构设计, 最终可以设计自己的控制系统。
- ❖ 用户: 加拿大和美国各大院校



■ 课程内容

- ✓ 差分运动学
- ✓ 逆向运动学
- ✓ 航位推算和里程计定位
- ✓ 路径规划和避障
- ✓ 图像采集和推理
- ✓ 同时定位
- ✓ 移动机器人的高层控制体系结构
- ✓ 视觉引导车辆控制

实验平台

❖ 4.ROS 机器人操作系统及仿真环境

f. 科研服务机器人



GAZEBO



- ￥240万
PR2



- ￥150万



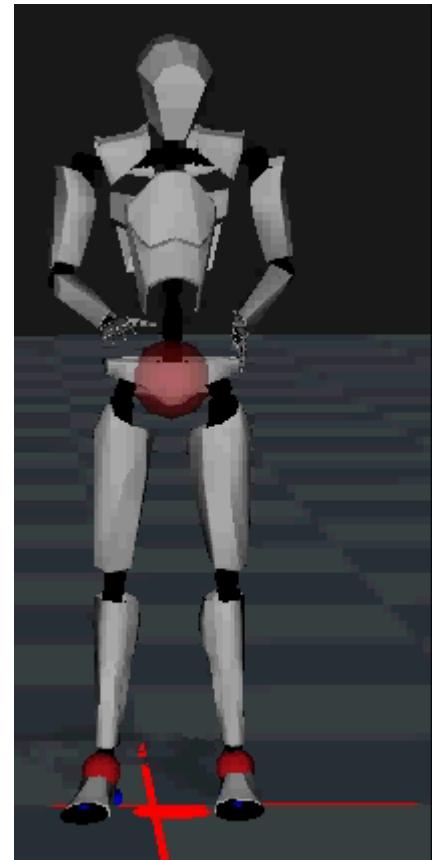
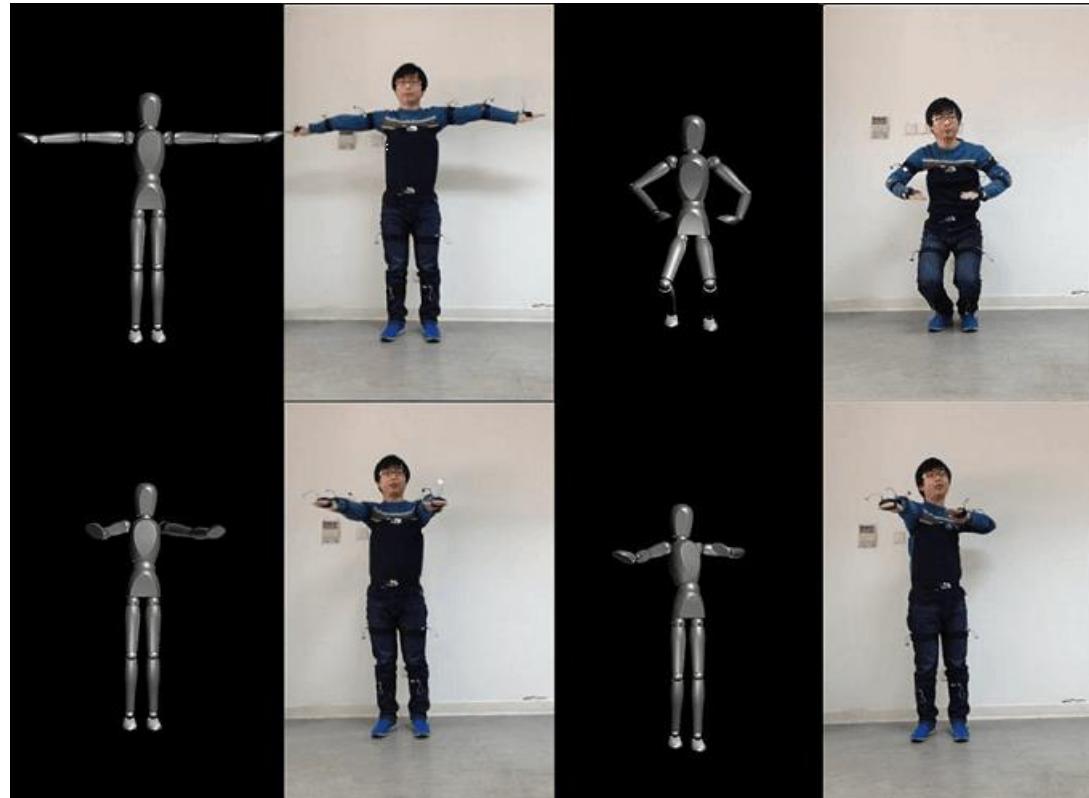
- > ￥600万
ATLAS



Boston Dynamics ATLAS robot

foundation

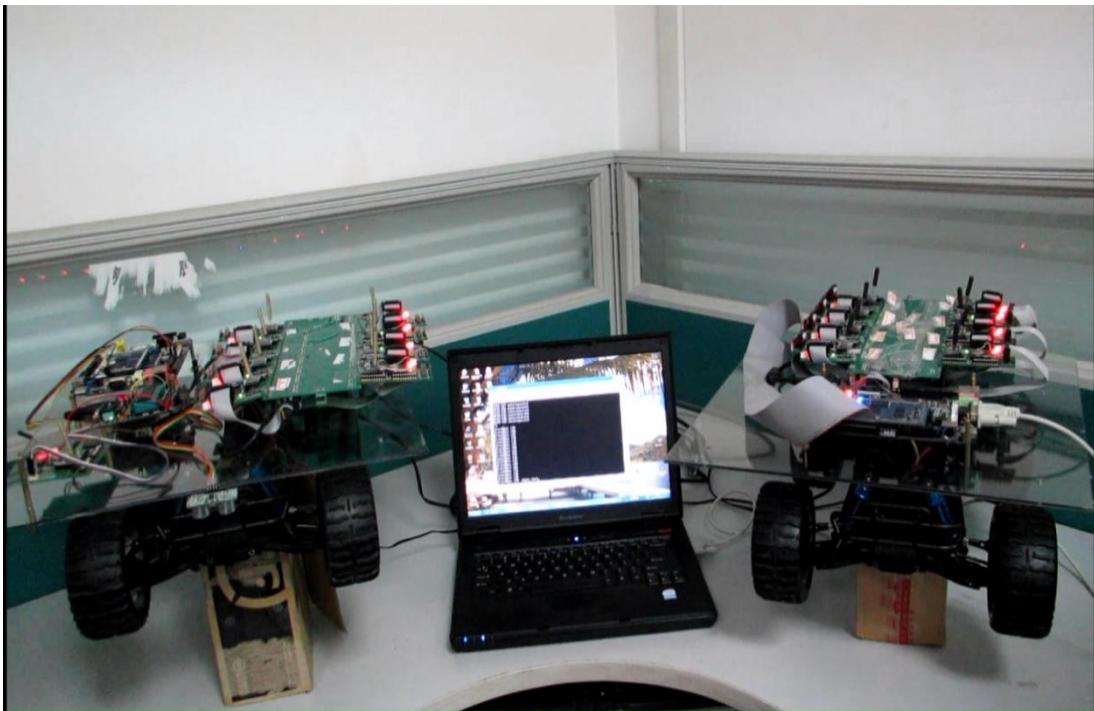
示教机器人一例



foundation

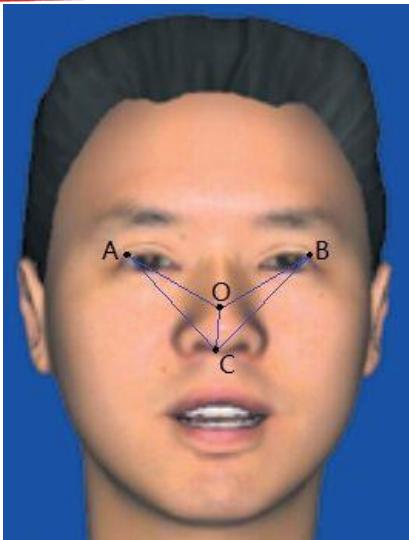


14年工程实践，用于调试PID控制算法及
实时系统建模与分析



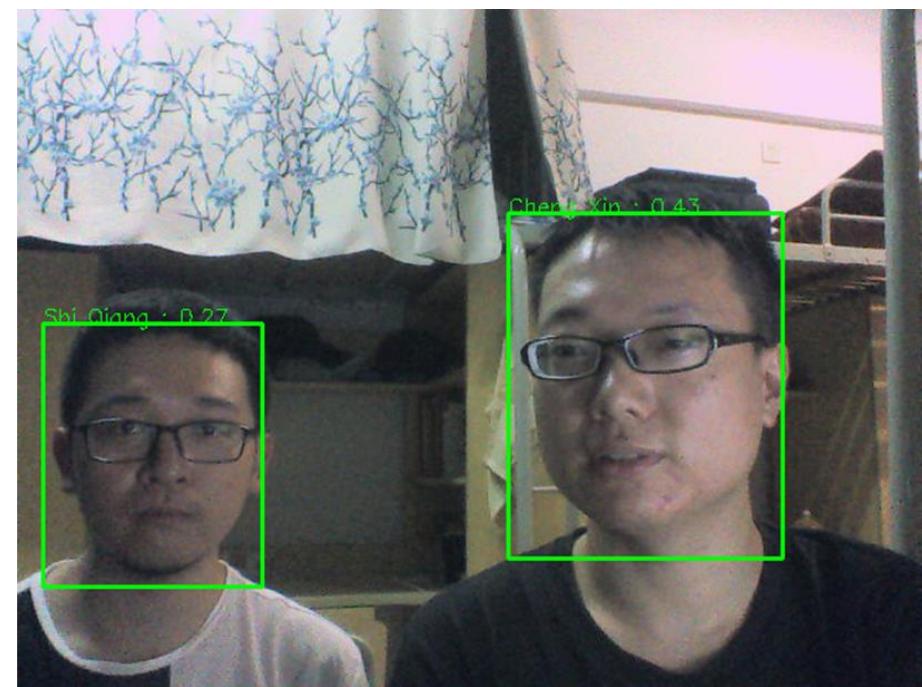
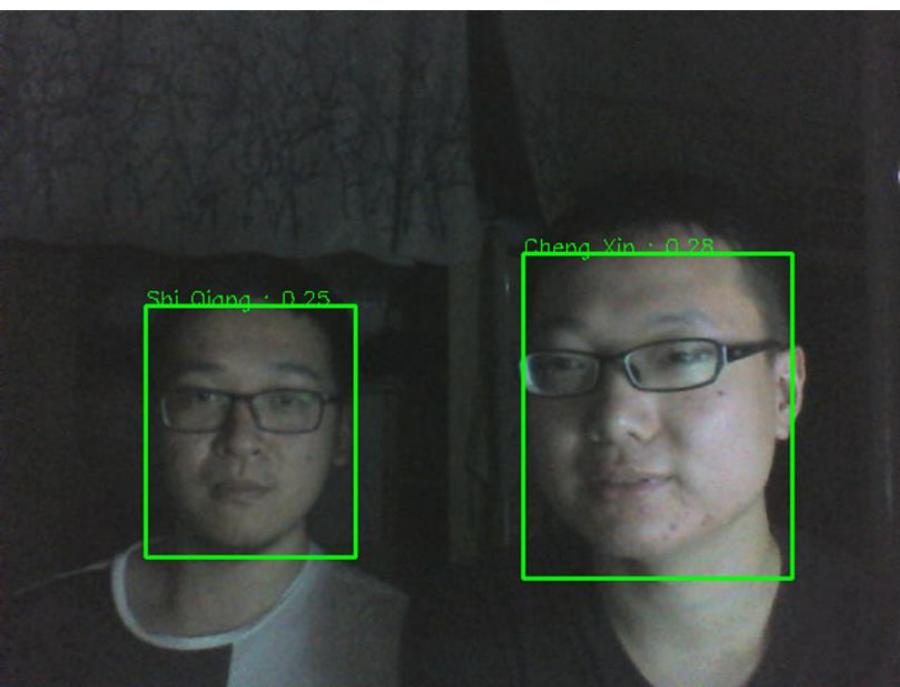
11~12年国家自然基金课题，
路况监测与协作车联网

foundation



2010年工程实践，ARM9+CMOS sensor人脸识别系统

foundation

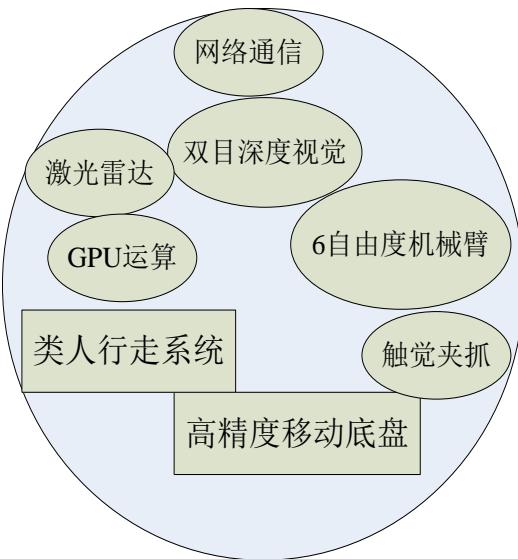


2016年工程实践，基于深度学习的目标识别和跟踪系统

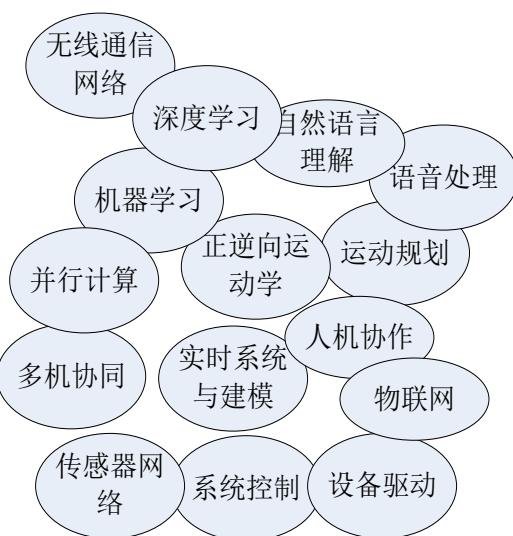
更多资源在思贤楼302

❖ 移动机器人实验室

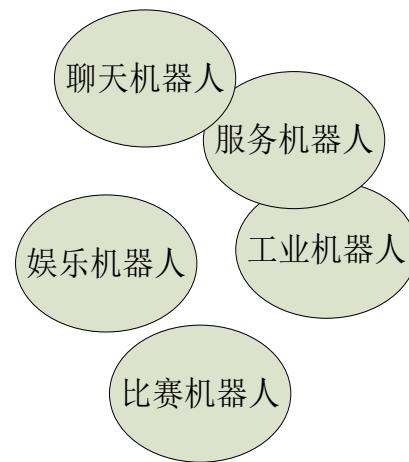
以高性价比**移动式智能服务机器人**为载体和目标, 涵盖《系统建模与分析》, 《实时系统设计》, 《高级图像处理》, 《机器人技术》, 《机器学习》, 《自然语言处理》等课程实践需求, 兼顾科研和工业输出, 跟踪国际主流机器人研究分支和竞赛, 面向全院开放



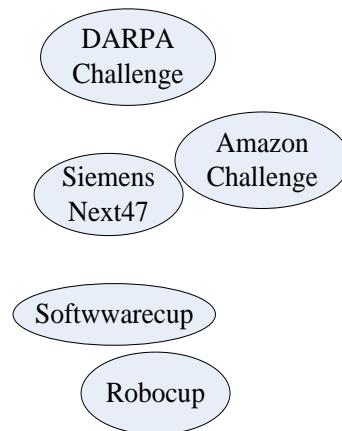
移动式智能服务机器人



课程体系



工程实践平台



科研与学科竞赛

主讲教师

The ideal



Autonomous mobile robot | your teachers



• Roland Siegwart, ETH Zurich



• Paul Furgale, ETH Zurich



• Marco Hutter, ETH Zurich



Margarita Chli, Univ. of Edinburgh
(video segments only)



• Davide Scaramuzza, Univ. of Zürich



• Martin Rufli, IBM Research

Autonomous Mobile Robots
Margarita Chli, Paul Furgale, Marco Hutter, Martin Rufli, Davide Scaramuzza, Roland Siegwart

The fact

V.S.

Mr. Zhao?

Outline

1. What is an Intelligent Robot ?
2. Intelligent Robot in USTC
3. Typical technology in Intelligent Robot
4. Development trend under AI
5. Syllabus

Thanks