

智能机器人技术及装备发展趋势

李瑞峰 教授

哈尔滨工业大学机器人研究所 常务副所长

中国工业机器人技术应用技能大赛专家组组长

中国智能家电标准委员会副主任委员

中国人工智能学会智能机器人专业委员会常务委员

中国自动化学会机器人专业委员会委员

中国标准化学会工业机器人分委员会委员

黑龙江省机器人学会理事长

黑龙江机器人产业联盟副理事长

智能制造提出的背景



MADE IN CHINA 中国制造
2025

■ 美国工业互联网：再次占据世界翘楚地位

- 美国拥有传统高端制造业的强大优势，以及在信息技术领域的全球垄断地位
- 工业互联网是一个庞大的物理世界，由机器、设备、集群和网络组成，能够在更深的层面与连接能力、大数据、数据分析相结合。
- 工业互联网将整合两大革命性优势：其一是工业革命，伴随着工业革命，出现了无数台机器、设备、机组和工作站；其二是更为强大的网络革命，在其影响下，计算、信息与通讯系统应运而生。



■ 德国工业4.0：重新引领全球制造业潮流

- 工业4.0可以理解为工厂的自动化或者未来工厂
- 德国拥有强大的设备和车间制造工业，在信息技术领域拥有较高的水平，在机械设备制造和嵌入式控制系统方面，拥有全球领先地位。
- 通过工业4.0战略的实施，将使德国成为新一代工业生产技术的供应国和主导市场，使其在继续保持国内制造业发展的前提下再次提升全球竞争力。



■ 本质：未来全球新工业革命的标准之争

- 在新一轮全球工业革命中，各国都在构建自己的智能制造产业体系。
- 这个体系背后是技术体系、标准体系、产业体系，是智能制造产业生态系统的主导权。
- 各国新一轮工业革命的竞争，是未来全球工业革命的标准的竞争。

 **Fraunhofer**

 **acatech**

NATIONAL ACADEMY OF
SCIENCE AND ENGINEERING



SIEMENS



哈尔滨工业大学机器人研究所

■ 中国制造2025：由制造大国向制造强国转型

- 中国由制造大国向制造强国转型过程中的顶层设计和路径选择。
- 总体目标：中国基本实现工业化；进入制造强国行列，打造中国制造升级版。
- 一条主线：是以体现信息技术与制造技术深度融合和数字化网络化智能化制造为主线。



我国企业推进智能制造中的误区

1. **盲目购买自动化设备和自动化产线**。认为推进智能工厂就是自动化和机器人化，盲目追求“黑灯工厂”，推进单工位的机器人改造，推行机器换人，上马只能加工或装配单一产品的刚性自动化生产线。只注重购买高端数控设备，但却没有配备相应的软件系统。
2. **尚未实现设备数据的自动采集和车间联网**。企业在购买设备时没有要求开放数据接口，大部分设备还不能自动采集数据，没有实现车间联网。
3. **在工厂运营方面还缺乏信息系统支撑**，车间仍然是一个黑箱，生产过程还难以实现全程追溯，与生产管理息息相关的制造BOM数据、工时数据也不准确。
4. **设备绩效不高**。生产设备没有得到充分利用，设备的健康状态未进行有效管理，常常由于设备故障造成非计划性停机，影响生产。
5. **依然存在大量信息化孤岛和自动化孤岛**。智能工厂建设涉及到智能装备、自动化控制、传感器、工业软件等领域的供应商，集成难度很大。很多企业不仅存在诸多信息孤岛，也存在很多自动化孤岛，自动化生产线没有进行统一规划，生产线之间还需要中转库转运。

实现柔性自动化是智能工厂的重要特征

1. 结合企业的产品和生产特点，持续提升生产、检测和工厂物流的自动化程度；
2. 产品品种少、生产批量大的企业可以实现高度自动化，乃至建立黑灯工厂；
3. 小批量、多品种的企业则应当注重少人化、人机结合，不要盲目推进自动化，应当特别注重建立智能制造单元；
4. 工厂的自动化生产线和装配线应当适当考虑冗余，避免由于关键设备故障而停线；
5. 应当充分考虑如何快速换模，能够适应多品种的混线生产；
6. 物流自动化对于实现智能工厂至关重要，企业可以通过AGV、行架式机械手、悬挂式输送链等物流设备实现工序之间的物料传递，并配置物料超市，尽量将物料配送到线边。

机器人成为新工业革命的重要内容

新兴技术交叉融合

- 新一代信息技术
- 3D打印
- 新能源、新材料
- 生物制造

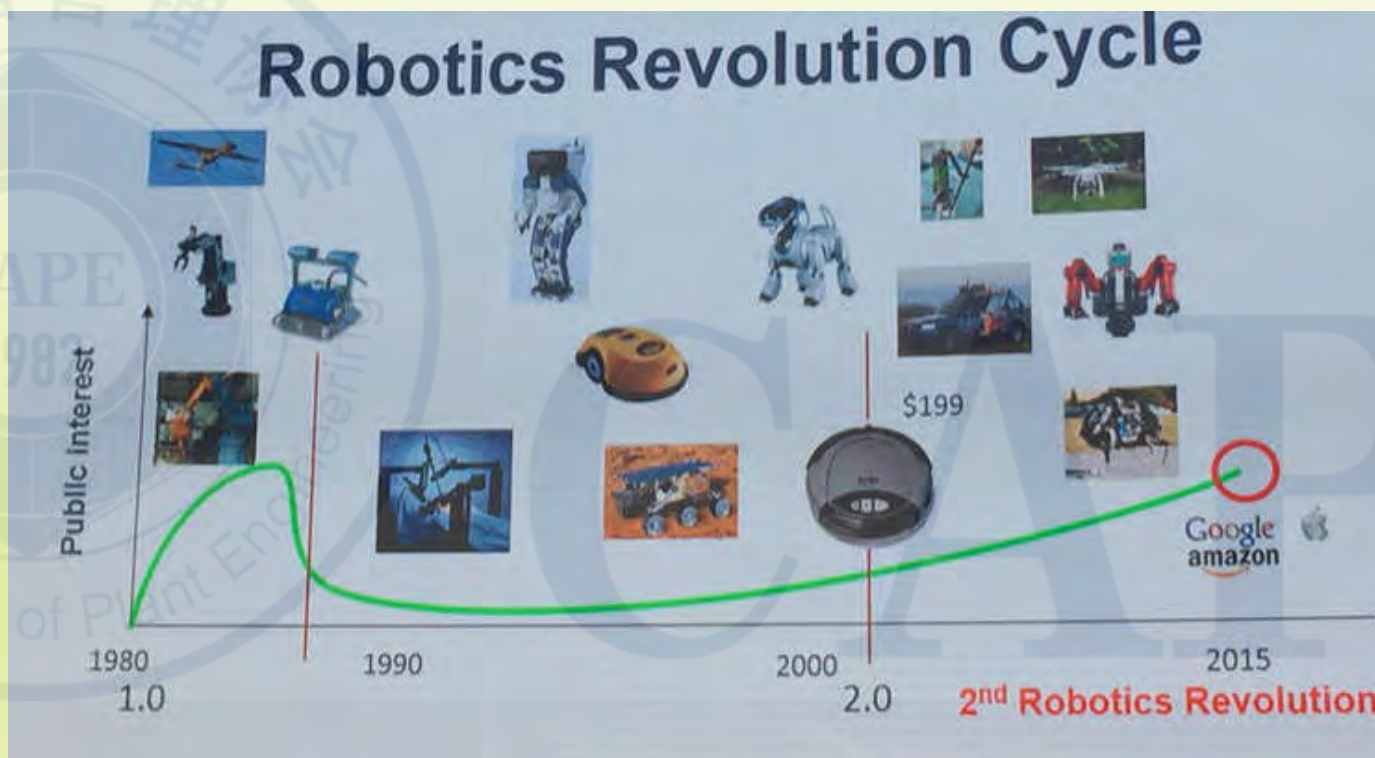
新的基础设施

- 高速宽带网络
- 便携式智能设备
- 移动互联网

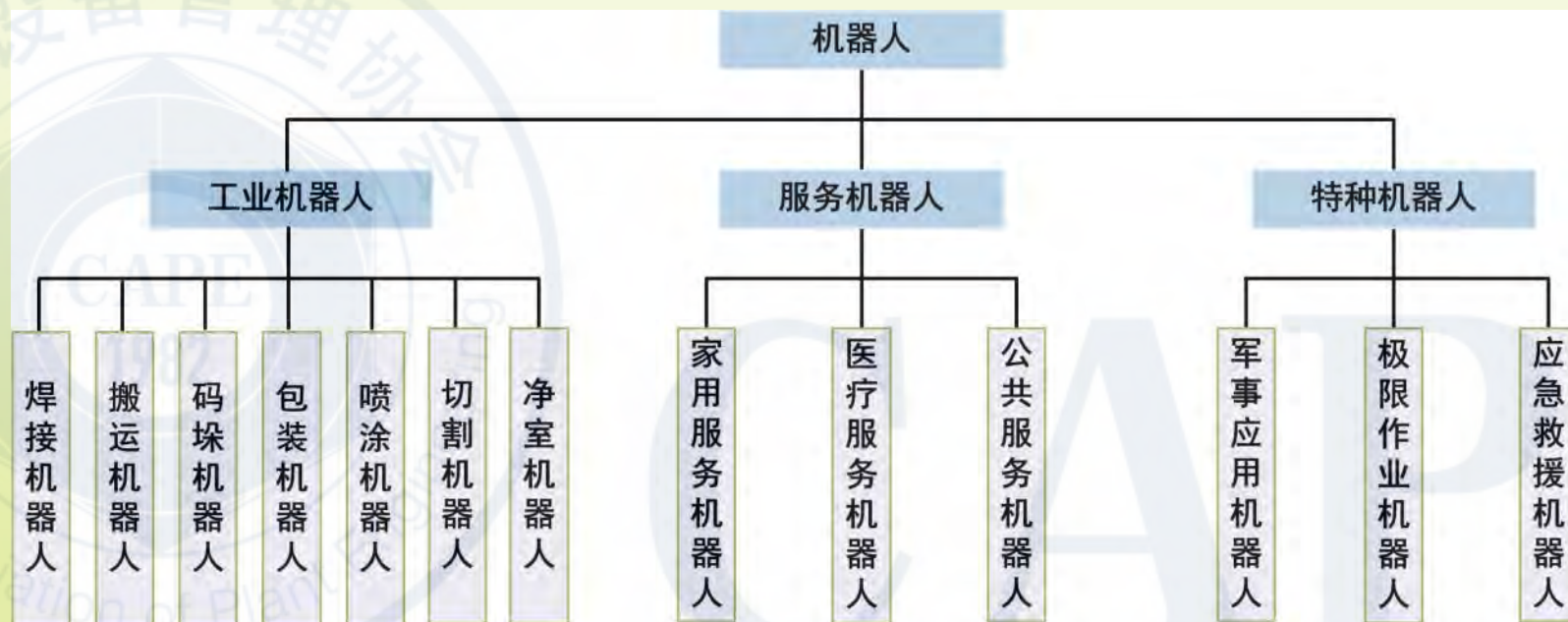
新的生产方式

- 生产自动化
- 个性化产品设计
- 数字化制造
- 生产流程智能化

机器人的发展路线图



机器人种类







美国机器人的发展过程

- 世界第一台工业机器人诞生于美国，先进的研究

Unimation, PUMA, ADEPT, MIT, CMU

- 更关注于特种机器人的发展

iRobot的军用机器人、达芬奇手术机器人、亚马逊的物流机器人

- 智能机器人技术领先全球

波士顿动力的机器大狗、阿特拉斯机器人、谷歌无人车

- 智能服务机器人产业领先

Jibo聊天机器人、iRobot (美)、KinightScope (美)、Saviok (美)

- 先进的工业互联网技术带动美国的先进制造技术

波音、汽车、军用飞机



日本机器人的发展过程

- **工业机器人的王国**

FANUC机器人、安川机器人、川崎机器人、OTC

- **人形机器人技术领先**

本田机器人、SONY机器人、丰田机器人

- **助老机器人、家庭机器人发展良好**

软银机器人、NEC机器人、富士通

- **机器人关键零部件垄断地位**

RV减速器、HD谐波减速器



欧洲机器人的发展过程

- 工业机器人具有技术优势
- 德国KUKA机器人、瑞典ABB机器人、意大利COUMA
- 机器人控制技术领先
- 奥地利KEBA、贝加莱、德国贝福
- 工业控制及自动化具有绝对优势
- 西门子、博世、力士乐、FESTO
- 智能机器人技术欧盟技术支持
- 英国帝国理工医疗机器人、意大利的人形机器人、法国NAO机器人



全国机器人产业园建设情况

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System

机器人产业的美好前景得到地方政府和企业家的关注，目前我国多个省市地区都把机器人作为重点产业发展，相继提出打造不同类型的机器人产业基地。我国已建成和在建设的机器人产业园区已达40多个。



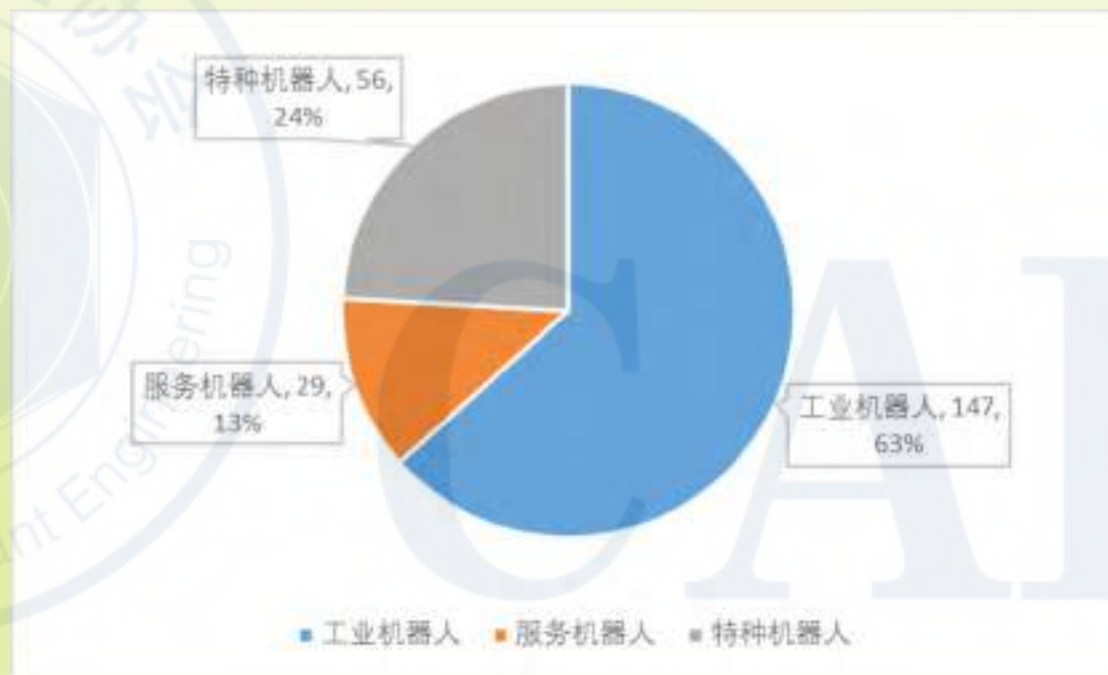
中国工业机器人产业

1. 起点低，发展迅速
2. 全球最大的机器人市场
3. 市场应用领域广阔
4. 政策支持，企业热度高
5. 区域发展不平衡



2017/9/27

2017全球机器人市场规模达到**231**亿美元，
2012--2017年平均增长率**17%**



**2017全球机器人市场规模达到231亿美元，
2012--2017年平均增长率17%**

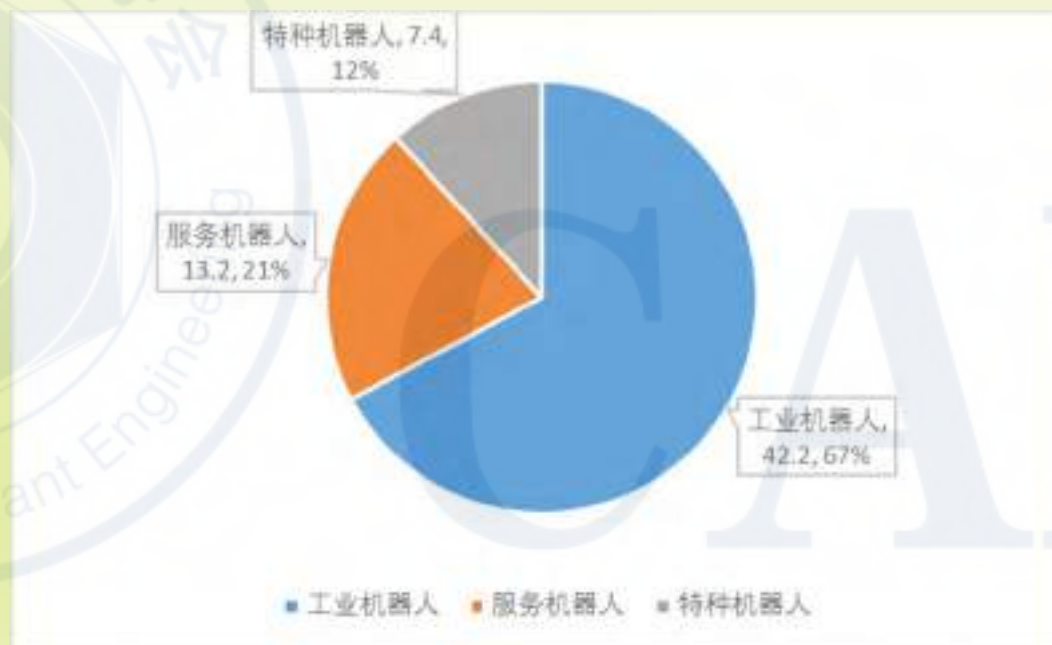


工业机器人



服务机器人

2017中国机器人市场规模达到**62.8**亿美元，2012--2017年平均增长率**28%**，其中工业机器人**42.2**亿美元，服务机器人**13.2**亿美元，特种机器人**7.4**亿美元



工业机器人发展中的问题

1 自主创新能力不够，技术以模仿为主

2 产品以中低端为主，主要以四轴、框架式、机械手为主

3 核心零部件产业链不完善，依赖进口，成本压力大

4 行业标准及产品检测规范急需制定

智能制造对工业机器人技术的挑战

传统的工业机器人只是适合工业3.0

工业机器人面临的挑战

◆ 现有机器人难与人合作

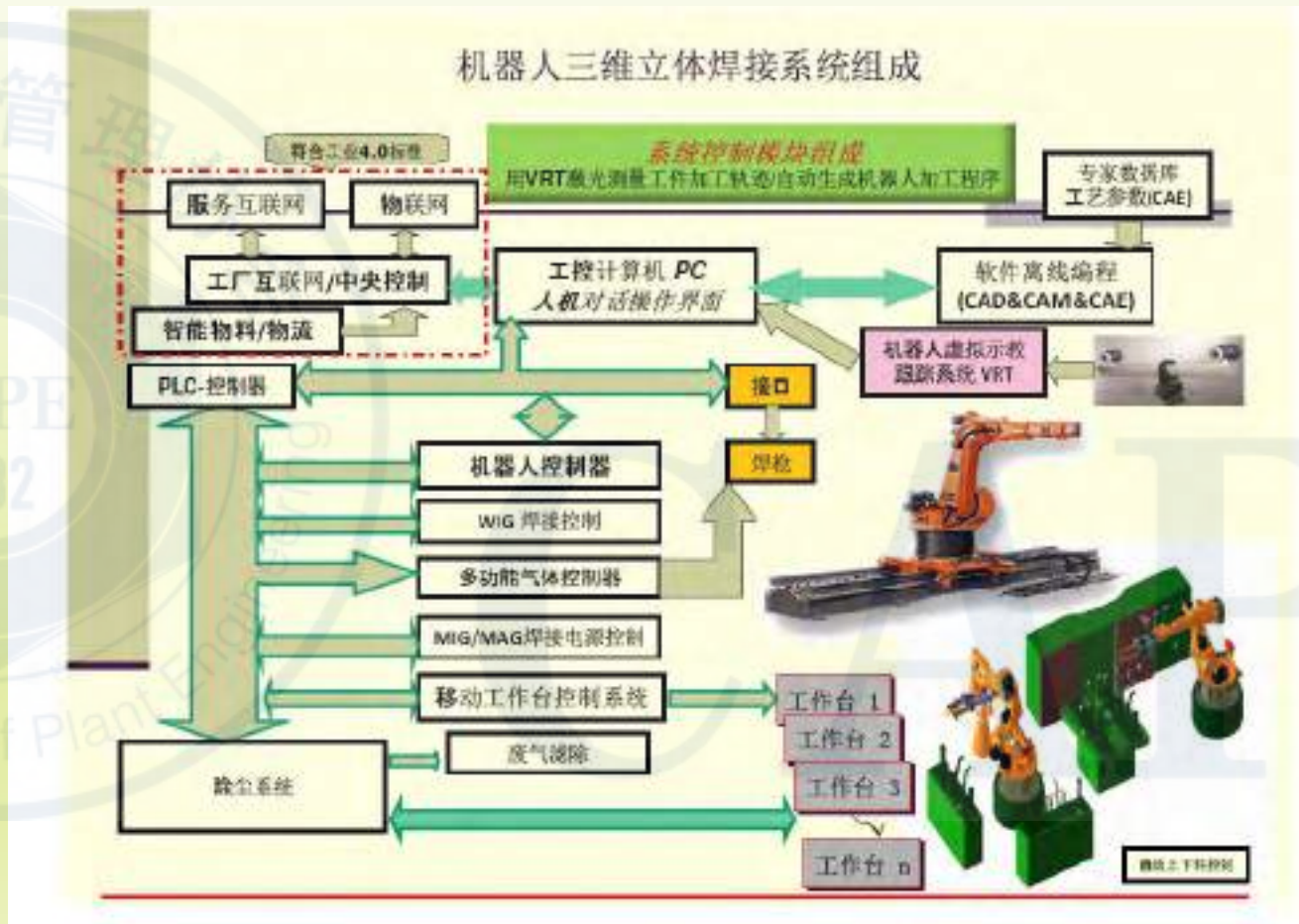


现有工业机器人
无法与工人高效交流
缺乏本质安全机制
在线感知能力远低于人
无法接收抽象命令
操作灵活性无法与人配合



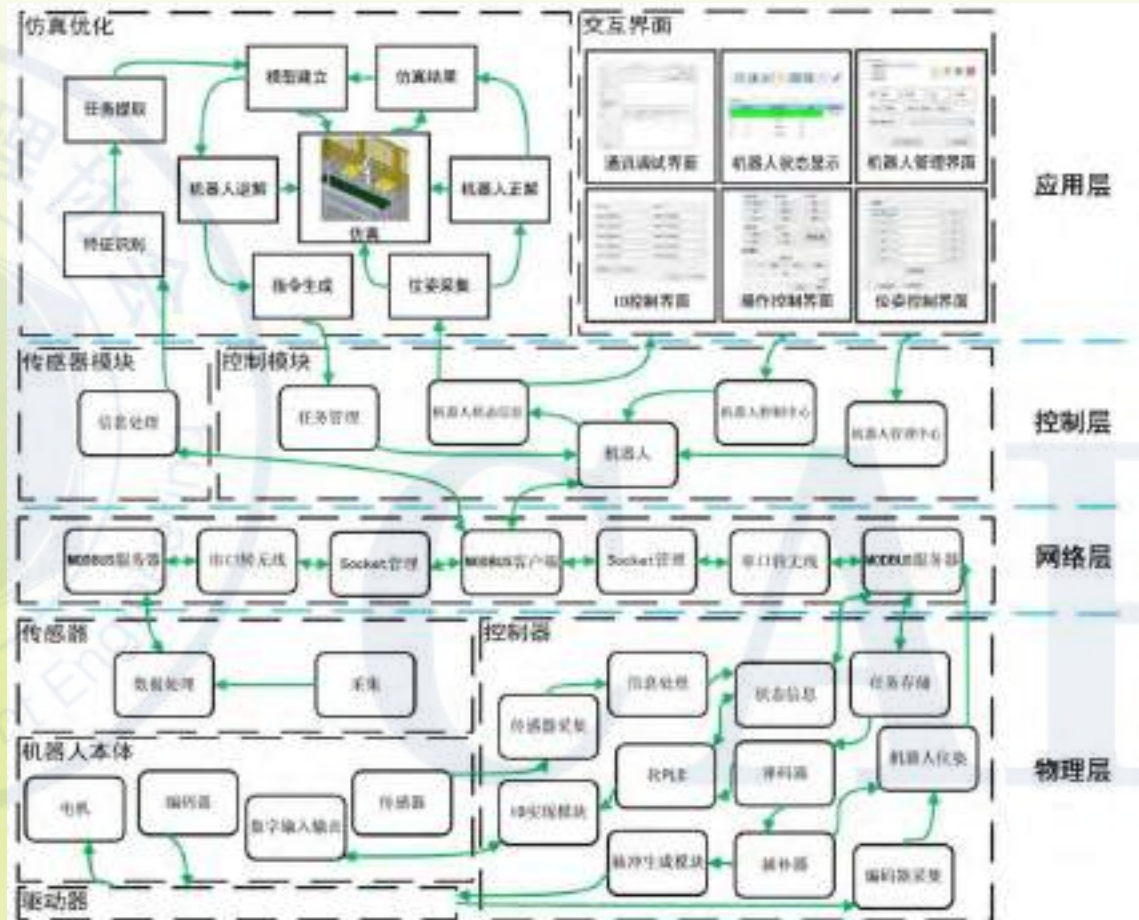
基于三维识别的快速离线编程机器人技术

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System



基于工业4.0的的机器人技术

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System



安全人机协作机器人技术

- 机器人3D视觉及力感知技术应用，提高机器人对外界的感知能力，适应个性化生产
- 工业机器人发展趋势为具有学习能力的智慧型机器人。实现人机和谐作业。
- 人机和谐精密操作双臂机器人的实现，为下一代智能制造的推广打好了基础



基于在线激光跟踪的的机器人加工技术

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System



2017/9/27

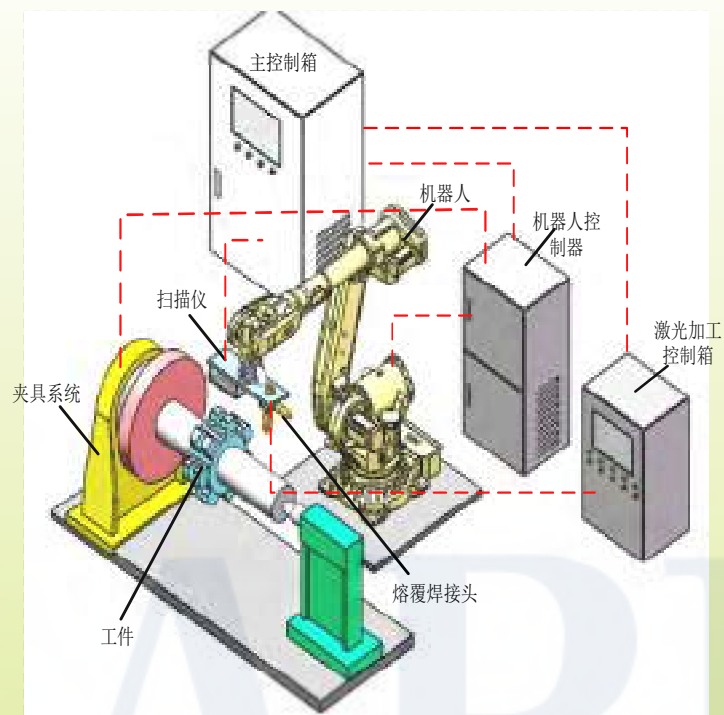
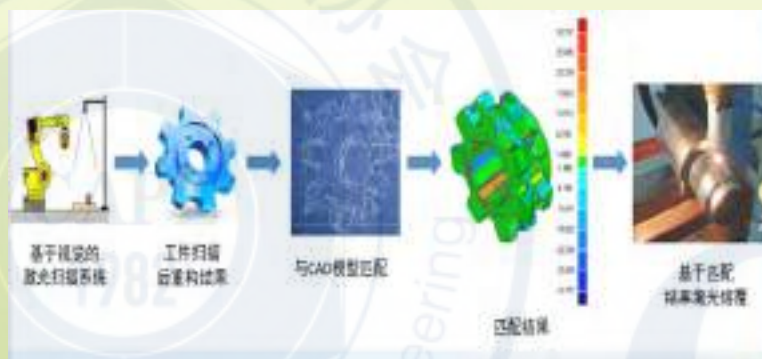
Premium航空技术公司通过测量移动机器人到正确位置的方案，而不是采用引导的方法。一套能够安置于机器人头部的系统。

利用Leica绝对激光跟踪仪，能够同时获取点的三维坐标与空间方位信息



27

基于视觉的机器人加工系统研究



针对工件加工过程中的误差和使用过程中磨损等情况，通过视觉技术对工件轮廓进行检测、对检测数据进行三维重构，并与**CAD**模型进行匹配，根据匹配结果规划机器人路径及加工参数进行加工作业。

主要应用于工件的高精度加工与修复。

螺栓分拣检测系统

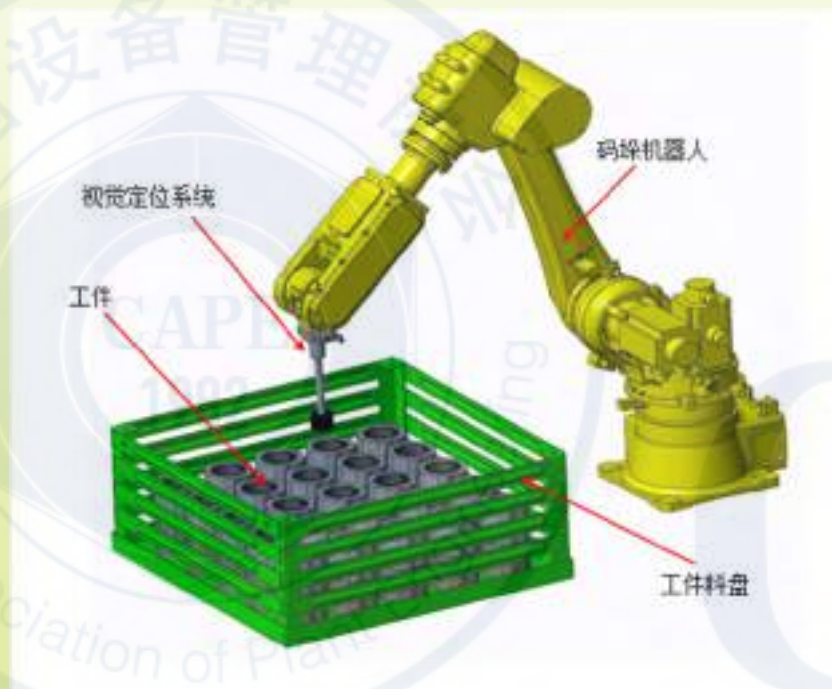


基于机器视觉技术开发了一套多品种螺钉同时分拣检测的自动化装备，该设备不仅可识别包括螺钉直径、长度、螺帽形状等几何参数，还可计算螺钉的损伤程度，以判断其可用性并进行自动分拣。

该设备可以广泛应用于多规格混合零件的检测处理。

视觉定位自动码垛机器人系统

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System



该系统利用机器视觉技术对输送线上的工件进行精确定位，自动寻找空料框和确定其准确位置，并根据工件形状及尺寸自动规划码垛策略，实现自动码垛。

本系统可广泛适用于各种形状工件的自识别搬运码垛。

机器人在线质量检测及追溯技术

关键技术：

- ⑩ 阵列相机胶线检测的实时流程控制技术
- ⑩ 变照度多胶种图像特征的提取测量技术
- ⑩ 涂胶检测数据的数据库实时存储及查询追溯技术
- ⑩ 离线仿真测试及示教系统集成技术

应用单位：一汽轿车股份有限公司，二厂焊装车间

D015前车盖涂胶工

- 四部阵列相机无死角图像采集切换策略控制技术
- 检测、处理、显示及存储流程的实时并发控制技术
- 变照度不规则黑白胶线的通用图像特征提取及测量技术
- 白色点状胶图像提取及测量技术
- 图像处理离线仿真系统集成
- 示教系统集成技术



折边条状胶涂胶现场



支撑胶点状胶涂胶现场



支撑胶条状胶涂胶现场



仿真及示教系统



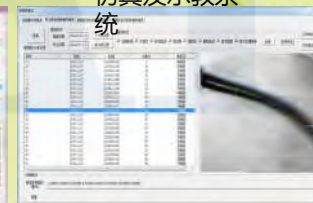
折边条状胶检测数据追溯



支撑胶点状胶数据追溯



支撑胶条状胶数据追溯



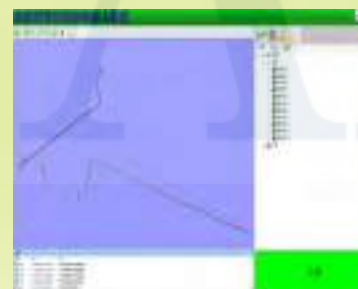
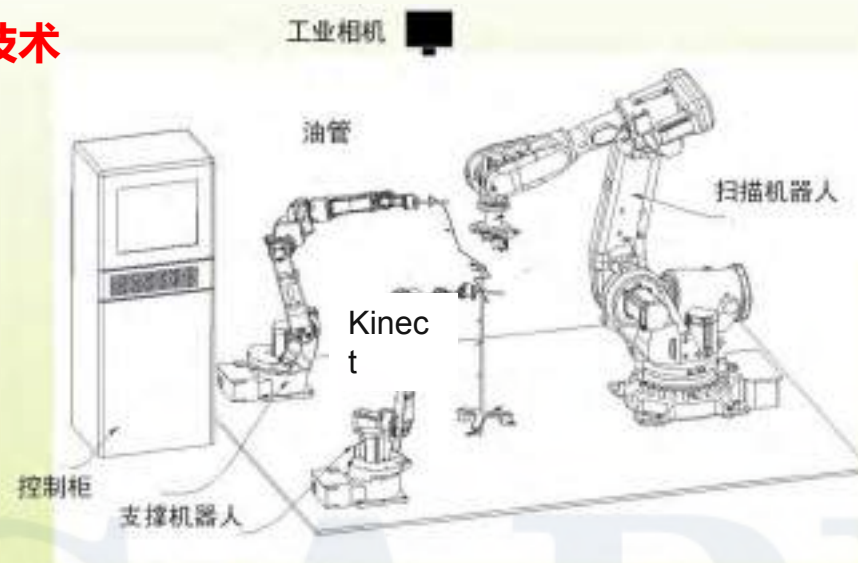
数据库追溯查询

基于机器视觉的三维工件扫描识别技术

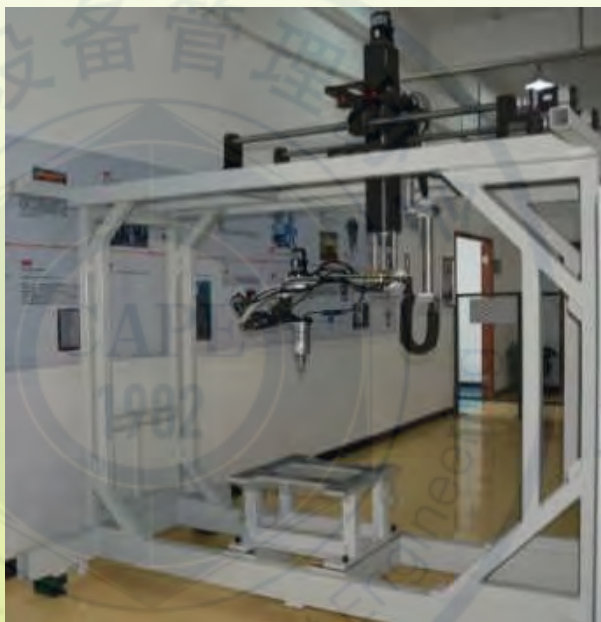
目的：自动规划扫描路径；三维点云自动采集。

研究内容：

- 1) 研究视觉测量子系统测量精度与测量姿态、测量形状的关系；
- 2) 基于Kinect的三维工件的姿态估计方法；
- 3) 有模型的扫描机器人扫描路径优化。



机器人打磨作业机器系统



自动化设备

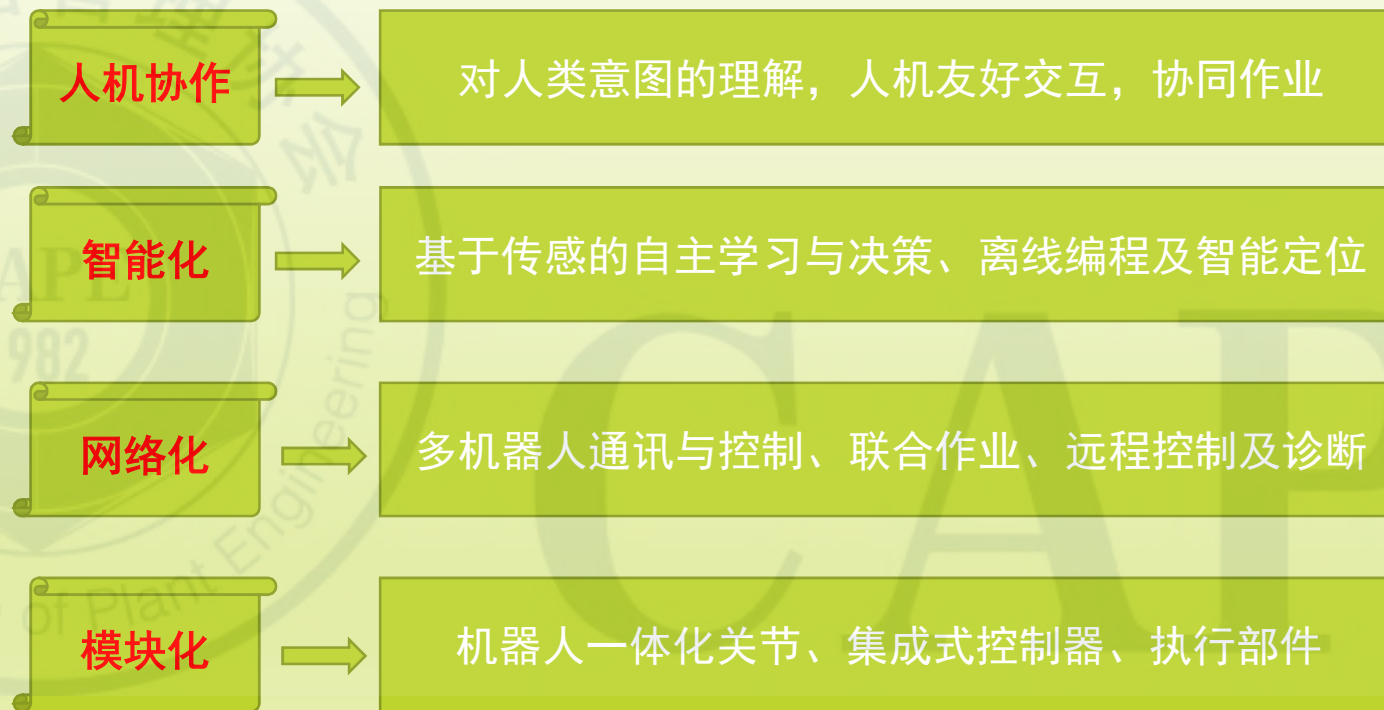


纱锭自动包装线



小瓷砖自动包装线

工业机器人技术的发展趋势



服务机器人技术发展趋势

面向消费级用户

高性价比
低成本/云计算/大数据

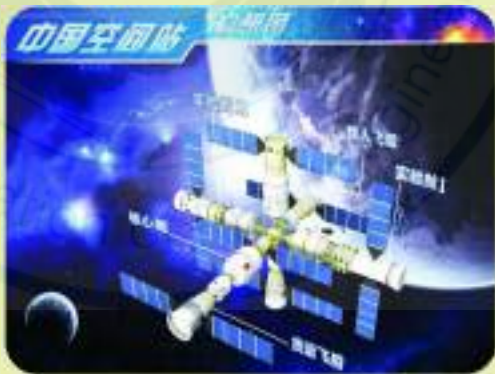


服务机器人技术发展趋势

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System

高协作性 遥操作/人机协作

面向特种环境



危险环境下作业机器人系统

- 1 自主作业技术
- 2 环境感知
- 3 特种防护
- 4 便携及操控灵活



服务机器人技术发展趋势

机器人技术与系统国家重点实验室
State Key Laboratory of Robotics and System

真正能够使人类的生产生活发生深刻变革的，只可能是具备“通用智能”（General Intelligence）类人的机器人

拟人通用机器人



智能机器人新的技术发展趋势

新一代机器人的技术特征

- **与人共融，重新定义机器人与人的关系：**
从奴仆-主人(Slave-Master)向合作伙伴(Partner-Partner)转变

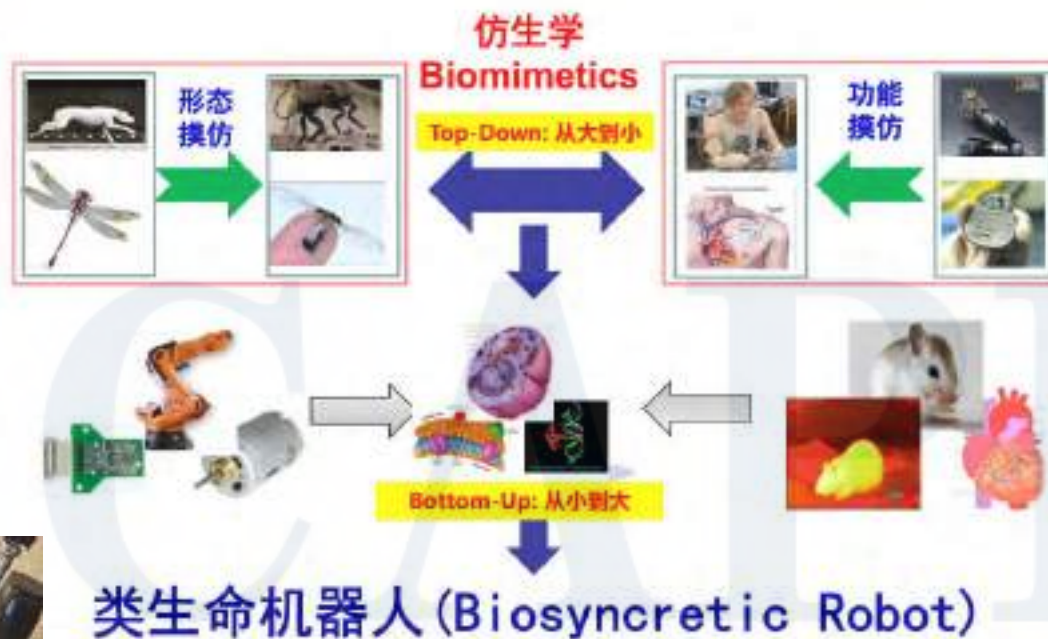


机器人新的技术发展趋势 新型机构与智能体



2017/9/27

机器人发展趋势：生命系统与机电系统的融合



哈尔滨工业大学机器人研究所

机器人新的技术发展趋势

挑战：基于生命机理的驱动与能量转换

机械驱动与转换



马达驱动刚性本体，负重比小(1:2)，比能低，缺乏本质安全，电池能量转换率低。

生物驱动与转换



化学能、生物能等到机械能的转换，能量转化率高。肌肉躯体负重比大、提供本质安全保障。



机器人新的技术发展趋势

挑战: 基于生命机理的智能

数字信号



数字的计算, 依赖计算程序, 联想、学习能力不足

数模混合信号



生物脑智能决策: 自主学习和适应, 可塑性强。



深度学习



强大的计算能力



机器人新的技术发展趋势

人工智能
深度学习



智能服务机器人技术发展趋势

- 基于生物学习的人工智能
 - 视觉交互
 - 自学习及主动学习
 - 多传感信息的感知与融合
- 生机电结合的生命系统
 - 任务可靠执行
 - 适应多种环境
- 新技术的结合，互联网+
 - 大数据
 - 云计算
 - 无处不在的网



未来智能机器人可能占领的行业

可能行业变革

新消费

- 新零售
- 餐饮
- 共享出行
- 大众新闻影视体育学习



新产业

- 5G移动互联网
- 智能家居与可穿戴式
- 智能汽车
- 金融服务
- 助理客服机器人



国家监督行业

- 医疗
- 安防
- 教育
- 能源
- 国防



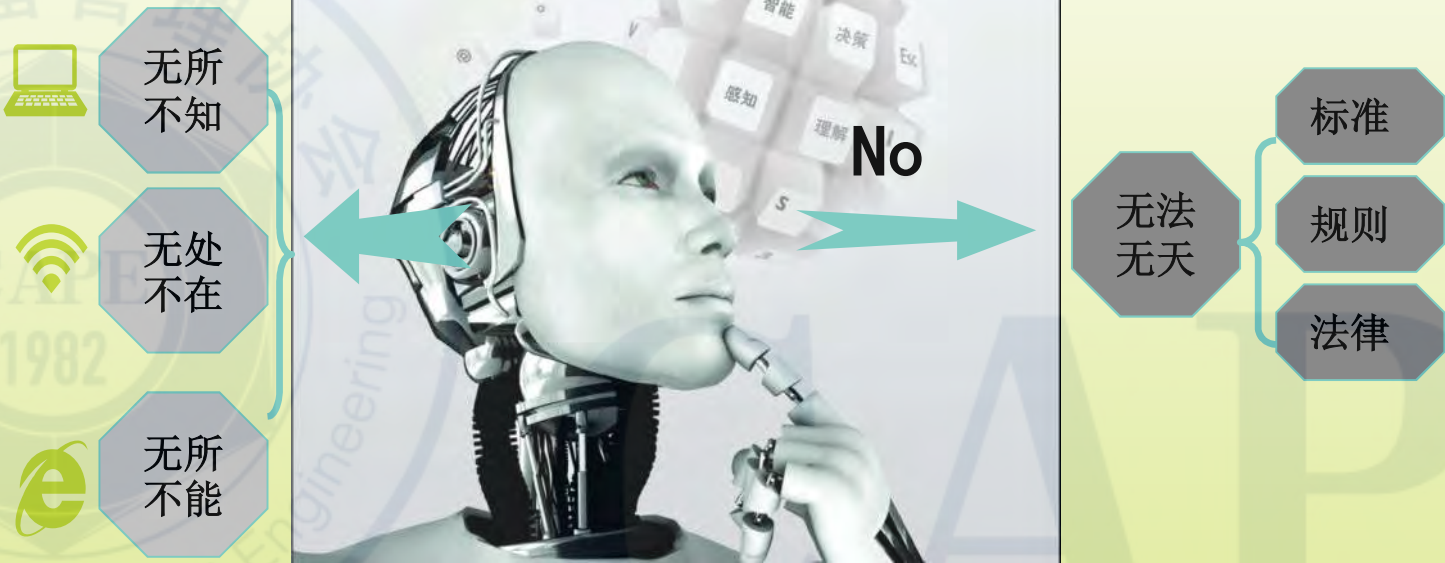
智能机器人发展的几个方向——超越人类



- 1 机器人大力士
- 2 高速高精度机器人
- 3 两栖或三栖机器人
- 4 变形金刚机器人
- 5 功能性拟人高逼真机器人



智能机器人的技术发展和运行规则



阿西洛马人工智能23条原则

2017年1月，在加利福尼亚州阿西洛马举行的Beneficial AI会议上，特斯拉CEO埃隆·马斯克、DeepMind创始人戴米斯·哈萨比斯以及近千名人工智能和机器人领域的专家，联合签署了**阿西洛马人工智能23条原则**，呼吁全世界在发展人工智能的同时严格遵守这些原则，共同保障人类未来的利益和安全。著名物理学家霍金和马斯克在本周公开声明支持这一系列原则，以确保拥有自主意识的机器保持安全，并以人类的最佳利益行事。



阿西洛马AI原则分为三大类23条。第一类为**科研问题**，共**5条**，包括研究目标、经费、政策、文化及竞争等；第二类为**伦理价值**，共**13条**，包括AI开发中的安全、责任、价值观等；第三类为**长期问题**，共**5条**，旨在应对AI造成的灾难性风险。

感谢您的关注！

CAPE

