



2021世界机器人大会

机器人十大前沿热点领域
(2021-2022年)

研究背景

机器人发展受到广泛重视，应用领域持续扩展，推动发展主要有三大因素：

一是高危险、高繁重、高重复、高精度的场景对机器人存在迫切需求

随着劳动力成本急速增加，人口结构变化，老年化社会的到来，包括焊接、搬运、装配等工业领域，危险工作环境的特殊服役领域，家庭打扫、教育娱乐、老人陪护等服务领域实现机器换人是必然发展趋势。

二是受疫情影响，为医疗机器人、物流配送、清洁等服务机器人提供巨大发展空间

包括消毒机器人、远程会诊导诊机器人、物料配送与送饭机器人、微创手术机器人、远程安防检测机器人、远程位置服务等医疗服务机器人，提供“无接触”服务的室外无人送货、楼宇及室内配送机器人将发挥重要的作用。

三是多学科、多领域交叉融合发展，新型机器人层出不穷、百花争艳

随着机器人与人工智能、大数据、云计算、5G、先进传感、仿生结构、智能材料、嵌入硬件、生物制造等多交叉融合创新，软体机器人、仿人机器人、四足机器人、人工肌肉、智能皮肤、脑机接口、生物感知、情感交流、认知推理、伦理道德等前沿科技、技术与产品创新方兴未艾

研究背景

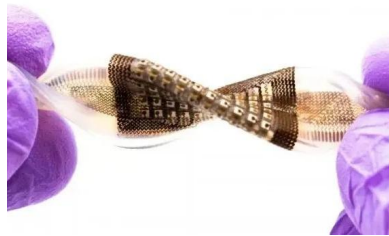
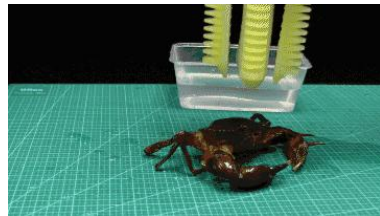
中国电子学会根据国家“十四五”发展规划，面向国家智能制造发展战略需求，结合“硬科技”最新发展前沿与趋势，调研走访在机器人领域具备技术领先水平和特色应用优势的骨干企业，组织拜访了来自于知名高校、研究机构的机器人相关领域专家学者，系统分析梳理了权威智库和知名战略咨询公司的机器人相关研究报告、机器人创新创业的分析报告，归纳出2021-2022年机器人十大前沿技术；并结合我国国情和机器人产业发展现状，提出了2021-2022年十大机器人应用热点产品。



一、 2021-2022年机器人十大前沿技术

1 软体人工肌肉与智能皮肤

- **软体人工肌肉**、软体机器人具有**连续可变形结构和类肌肉驱动装置**，在人机共融、医疗、工业、特种应用中发挥重要作用
- **软体人工肌肉**、**软体结构仿生材料感知驱动一体化技术**，包括：仿生与生物模型计算，微生物组织结构，智能结构材料的刚柔耦本体，软体机器人，智能SMA与IPMC，人工肌肉与驱动、结构、感知、驱动一体化功能部件，灵巧操作，生肌电信息处理与识别等
- **智能皮肤与生物材料**：机器人的手、脸等关键部位采用类似皮肤的材料，将为人与机器人的亲密互动提供更为真实、友好、舒适的界面



2 机器人核心部件技术

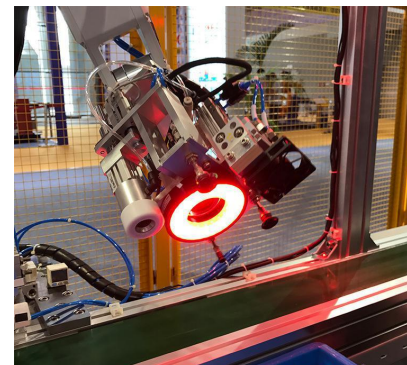
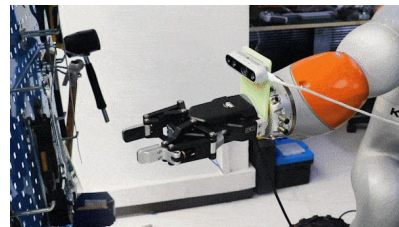
- 我国机器人控制器和伺服电机已基本实现国产化，部分企业可实现全部国产；而机器人**减速器**难度较大，国产化率较低，尚需要进行技术突破
 - 减速器作为机器人关节的变速箱，要求**高精度、高速比、高寿命、低惯性、高负载、低振动**
 - 谐波减速器已初步国产化，我国一些谐波减速器企业已实现国产化突破并进行推广应用
 - RV减速器对加工精度要求较高，国产RV减速器与国外产品性能已接近
- **视觉和力觉**是传统机器人实现智能化、数字化、柔性化的“敲门砖”，故**新一代视觉和力觉传感器**也成为**新一代机器人的核心零部件**



3

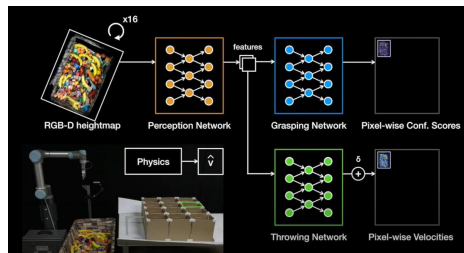
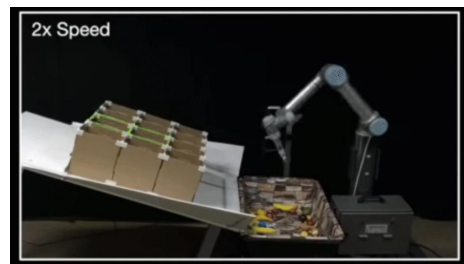
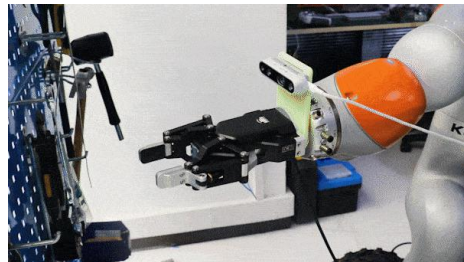
机器视觉技术---机器人与机器视觉融合创新发展

- 机器人集成机器视觉技术实现**智能化**和**柔性化**已成为**热点和必然趋势**，包括**仓储物流机器人、机器人自动抓取和分拣系统、视觉SLAM系统、医疗诊断等应用**
- 随着AI、云计算等领域快速发展，机器视觉助力机器人在工业和服务等领域的落地部署，核心技术包括：**新一代AI视觉、动态复杂环境的场景建模、智能识别和定位、高精度三维测量技术等**



4 AI辅助编程技术

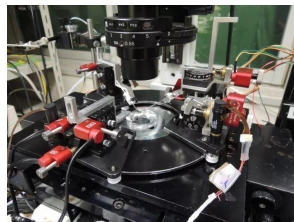
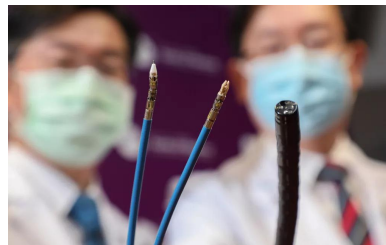
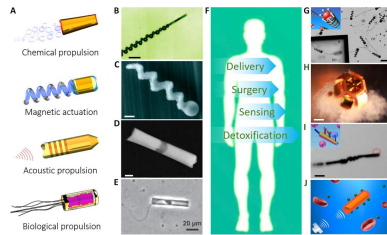
- 机器人与机器学习、神经网络算法、专家知识等交叉融合，促进了机器人的感知与决策、运动控制的智能化，集成专家知识、相关算法的数据采集、提取和学习，实现人工智能对机器人的辅助编程。
- 通过AI辅助编程技术，可实现机器人场景应用的快速部署，缩短编程适配周期，实现机器人的实时控制算法生成与迭代。在智慧工厂、服务机器人、航空航天等领域有望快速发展和应用。



5

微纳器件及微型执行器---医疗健康领域应用

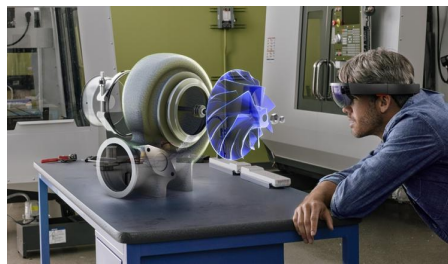
- 随着**纳米材料、微机电、智能硬件**的快速发展，不仅降低了机器人成本，而且可实现**操作控制宏观到微观**的转变，特别是**微纳器件及微型执行器**在医疗机器人、健康、康复等领域应用。
- 核心技术包括**医疗显影与定位、微纳米制造装配、驱动能量转换、规划决策、力反馈交互**等
 - 基于微纳传感器、视觉引导算法的医疗显影与智能定位技术
 - 基于物理、化学、生物及混合驱动，探索高效的能量转换机制
 - 生物相容性材料、特种微纳加工技术与鲁棒的规划决策算法
 - 微型执行器力采集、反馈与再现技术，助力直观生动的人机交互体验



6

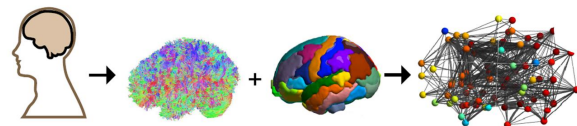
虚拟现实机器人与交互技术

- ❑ 虚拟现实机器人技术---基于虚拟现实构建直观的虚拟场景，使用者对机器人进行虚拟遥控操作，或将机器人接收的信息以虚拟现实呈现给使用者。
- ❑ 在**机器人教学与示教**、**机器人医疗模拟训练**、**沉浸式娱乐体验**、**人机交互**、**虚拟装配**等方面发展前景广阔：
 - 应用于虚拟现实机器人的触觉传感技术
 - 基于三维建图与虚拟现实的人-机器人交互技术
 - 基于虚拟现实技术与监控理论的机器人示教系统研究
 - 虚拟现实联合康复机器人的运动康复与脑部康复技术



7 脑认知与知识图谱技术

- 机器人与脑认知交叉融合创新，基于**脑机接口**的机器人是**前沿热点**。脑认知科学主要内容为“**认识脑、保护脑和模拟脑**”，脑机接口充分发挥人脑的优势，绕过人体自身器官，**大脑直接与机器人装备进行高效互动**
- 知识图谱使用图结构数据模型集成数据，涌现出数据规模、学习能力、复杂语境、开放关系等发展方向
- 核心技术包括**复杂脑网络分析、类脑认知与评估、脑电信号编解码、脑电信号融合与处理等**
 - 面向提高脑机接口信息传输的脑电编解码技术
 - 基于柔性部件、伪迹去除的便携式脑电接口技术
 - 基于视听觉反馈和神经调控的混合闭环脑机接口技术



8

自主移动平台（AMR/AGV）技术

- 自主移动机器人在工业现场或生活社区等**复杂环境**下工作，具有自行组织、自主运行、自主规划的功能，提供跨楼层到户配送服务，在**仓储物流、餐馆、宾馆、商场、医院**等广泛应用
- 核心技术包括**环境感知、地图构建、定位与路径规划、动态识别、及时避障、机器视觉**等
 - 基于多传感器融合的环境感知技术
 - 机器人同时定位与建图（SLAM）技术
 - 任务规划，全局与局部路径规划、动态避障、轨迹跟踪技术
 - 人机协作、多机协作与群体智能技术

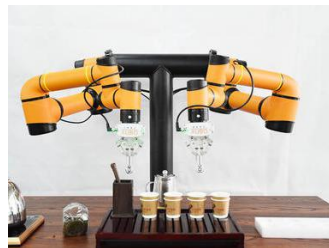


9

协作机器人技术---人机协作与共融

□ 协作机器人 (Collaborative Robot) 是一种在固定的协作区域内与人类一起工作或互动的机器人。在**新能源汽车、半导体的智能制造领域**，**医疗健康的服务领域**、**智能分拣和物流配送等领域**具有广阔应用前景。核心技术包括**高精度重复定位、具备力感知的柔性关节、便捷高效的拖拽式示教、安全行为决策与智能控制、人机友好交互等**

- 轻质、高精度、大负载、安全性高、编程简单的新一代系统
- 新一代人机协作机器人系统设计、制造及集成技术
- 多维认知、安全行为决策与智能控制、人机友好交互技术
- 协作机器人模块化核心元器件、灵巧作业和协调合作的技术



10

“机器人即服务” 技术---RaaS解决方案

- 机器人即服务（RAAS, Robot as a service）是随着AI、云计算、5G、机器视觉等领域的发展，成为智能制造的一种新兴趋势，**作为共享加工服务中心的一种创新的机器人应用模式，在制造业数字化转型中的价值凸显。**
- 中小企业基于RaaS，利用cobot技术，**无需投资于昂贵的硬件和持续的物理和软件维护。云机器人**技术使机器人供应商位于不同的国家和地区，可通过云访问机器人，进行**远程的编程和监控。**
- RAAS应用领域包括工业机器人、智能仓储、医疗、食品加工、酒店行业等。核心技术：**混合云平台、网络实时、可靠接入，云计算、云服务、边缘计算，多应用场景的云端数据库，远程监控、智能状态分析、预测性维护等。**
 - 面向智能机器人的混合云平台、网络实时、可靠接入技术
 - 云计算、云服务、边缘计算技术
 - 运行参数、环境参数等海量数据的获取、传输和云端存储技术



程监控



维护等技



二、 2021-2022年十大机器人应用热点产品

1 医疗与康复机器人

- 外科手术机器人具有明显优于人类的**操控精度**，能够更好解决医生因疲劳而降低手术精度的问题。
- 在医疗康复领域，康复机器人融合精密的传感及控制技术，满足永久损伤患者恢复日常生活的需求，提高生活的质量。



2 室外无人送货、楼宇及室内配送机器人

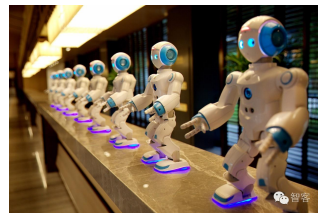
- 在疫情防控常态化基础上，提供“无接触”服务的送货、送餐机器人将发挥重要的作用。
- 依托环境感知、地图构建、定位与路径规划、动态识别、及时避障、机器视觉等技术，能够提供跨楼层到户配送服务的机器人，在大型商场、餐馆、宾馆、医院等场景得到广泛应用。
- 数量巨大的快递包裹，为自动送货机器人担任快递员提供了广阔市场前景，借助机器人代替人工将快递送到消费者手上。



3

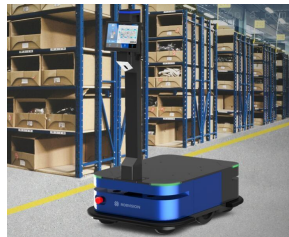
家政专用服务机器人

- 以扫地机器人、割草机器人、智能家居、教育机器人、短途出行机器人、陪护聊天为代表的家用机器人正在逐步走入千家万户。
- 凭借先进传感、环境感知、路径规划、听觉视觉语义理解、神经网络深度学习，人机交互、情感识别与聊天等多种技术，家用和教育机器人已能够实现“感知-决策-执行”流程，在家庭和特定场景完成操作作业和任务。



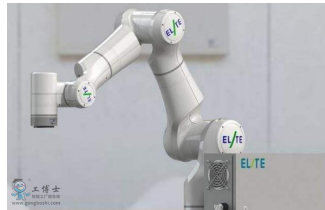
4 物流机器人（电商仓储、无人机、协同服务）

- ❑ 仓储物流机器人，采用**人工智能算法及大数据分析技术**进行**路径规划和任务协同**，实现数百台机器人协作完成**上架、拣选、补货、退货、盘点**等多种并行任务。
- ❑ 移动机器人在**自动化、灵活性和安全性**等方面优势，使其在电商仓储系统中得到大规划应用，提升了分拣效率，降低了成本。
- ❑ 随着移动机器人**引导和导航、避障规划、多车编组联动**等核心技术突破，成为了物流智能化、自动化的最优选择。



5 新一代人机协作机器人

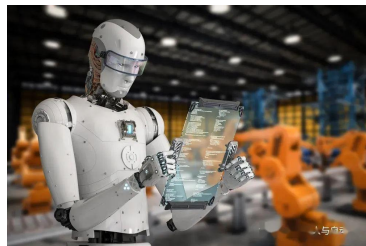
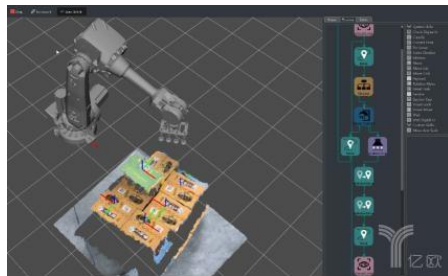
- 协作机器人与人在一定的工作区域范围内为达成任务目标而进行的直接合作行为；机器人从事精确度高、重复性强的工作，人在机器人的辅助下做更有创造性的工作；具有**安全、轻量、易操作、易部署、人机协作**的特点。
- 随着协作机器人突破高精度重复定位、具备力感知的柔性关节、便捷高效的拖拽式示教、安全行为决策与智能控制、人机友好交互等核心技术，协作机器人在**3C、汽车、五金家电、机械加工、检测、装配**等行业实现批量应用推广
- 协作机器人未来在**智能零售、机器人按摩理疗、无人化智慧餐厅与后厨**等服务领域具有广泛应用前景



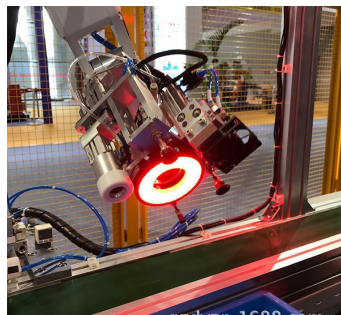
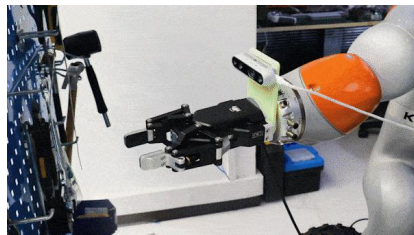
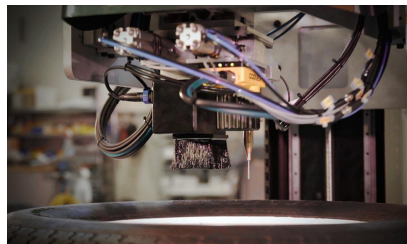
6

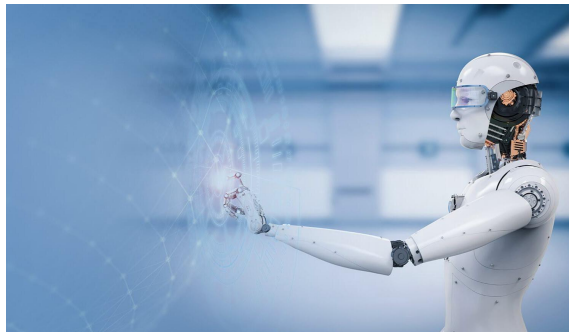
融合机器视觉的机器人系统

- 随着新一代AI视觉、动态复杂环境的场景建模、智能识别和定位、高精度三维测量等技术的快速发展，机器人集成机器视觉模块实现**智能化**和**柔性化**已成为必然趋势
- 机器视觉助力国产机器人在工业和服务等领域的落实部署。包括**仓储物流机器人**、**自动抓取和分拣系统**、**视觉SLAM系统**、**医疗诊断**等场景。



Mech-Eye Pro S





7

云服务机器人

- 云机器人以**混合云平台、网络实时、可靠接入**，云计算、云服务、边缘计算，**多应用场景的云端数据库，远程监控、智能状态分析、预测性维护**等云服务为基础，搭建**云端智能机器人生态**的智能平台
- 云端智能机器人的**大脑在云端**，通过5G实现网络通信，实现机器人参数、环境参数等海量数据的获取、传输和云端存储，并进行机器人的工艺优化、远程监控与运维等云服务。

8

应急救援机器人

可用于应急救援的机器人，面向特殊环境作业需求，具有高专业性，一般由移动机器人搭载**专用的热成像、物质检测、防爆应急处置**等模块而成，包括**反恐防爆机器人、抢险救灾机器人、灭火机器人、警用防暴机器人**等，显著提升人类对各类**灾害及突发事件的应急处理能力**，在危险环境下进行探测和作业。

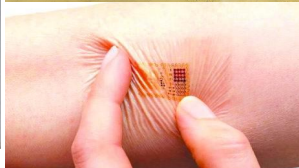
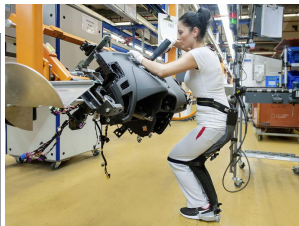


9

可穿戴式机器人

随着芯片、传感器、供能设备与低功耗、人机交互、虚拟现实和增强现实、机电一体化等技术快速发展，可穿戴式设备得到了越来越多的应用。

- 重点攻克用于**语音控制、眼球追踪、手势辨别、生理监控、环境感知等先进传感技术**，**微型显示及投影技术**，面向智能穿戴设备的**多功能芯片**，**大数据计算处理交互技术**等。
- 可穿戴设备、智能假肢与先进传感、人工智能算法等融合发展，有望在**科教娱乐、助老助残、特殊服役装备**等领域发挥重要作用。

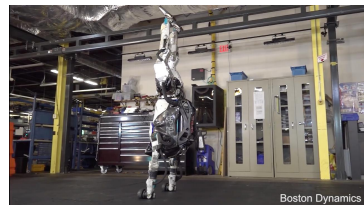
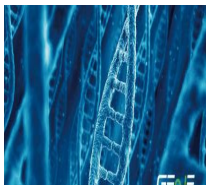
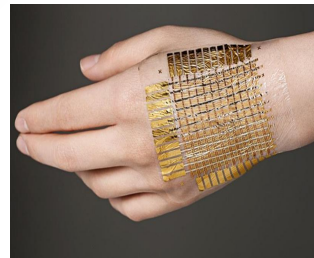
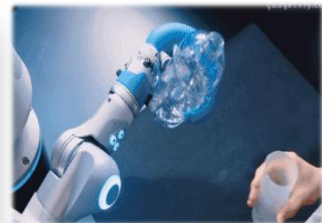


10

仿人/仿生机器人科技创新平台

---材料、机械、电子、控制等交叉融合创新机器人平台

随着仿生结构、智能材料、嵌入硬件、生物制造与机器人的交叉融合创新，**软体机器人、仿人机器人、四足机器人、人工肌肉、智能皮肤、脑机接口、生物感知、情感交流、认知推理**等新型机器人的发展方兴未艾！



谢 谢!