

哈特机器人



哈工大芜湖机器人产业技术研究院

主办 月刊 第12期 总第12期 2015年12月18日

芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司

(内部刊物仅供参考)

总编：高云峰

主编：张炜

编辑：方园

编委：曹维清、徐俊、汤德胜

热烈庆祝芜湖哈特机器人研究院获批安徽省首批新型研发机构

12月14日，芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司获安徽省科技厅批准为安徽省新型研发机构，并取得2015年安徽省创新型省份建设专项资金的支持。

作为安徽省首批获批的11家新型研发机构之一，哈特研究院自2014年3月份注册以来，在中国工程院院士蔡鹤皋教授、哈工大机器人研究所所长赵杰教授、副所长李瑞峰教授等专家的指导下，已逐步将研究院建设成为面向行业应用和产业技术开发的新型研发机构。研究院在解决机器人领域前沿技术和

关键技术、科研成果转化、引进和培养高层次人才以及为芜湖机器人产业园提供公共服务方面均取得了显著成绩。

目前，研究院在智能视觉系统、高精度五轴打磨机器人、自动化装备定向开发及服务机器人开发等方面均取得了一定的成绩，技术开发合同额已近1000万元；已建立起了一支年轻且有创新创造活力的高素质科研团队，员工人数达44人，其中博士学历9人，硕士学历18人，硕士以上学历人员占比达60%以上，员工平均年龄30周岁；已申请发明

专利15项，实用新型专利13项，授权发明专利1项，授权实用新型专利11项，发表SCI论文1篇，核心期刊和会议论文8篇；科研设备投入已达960余万元；在职工程硕士班已招收博士生学员1人，硕士生学员14人，芜湖硕士班已开班上课；已签约哈工大定向培养硕士研究生12人；已为芜湖市机器人产业园及其周边企业开展技术讲座218学时，建立的机器人技术信息中心已拥有机器人及其相关行业的国内外最新技术图书100本和部分最新前沿技术期刊。（综合部-徐俊）

哈特机器人精彩亮相 第17届工博会安徽展区

11月3日，芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司研发的VR系列-智能抓取机器人系统和GJ-R系列智能高速拣选机器人系统、HERO系列餐饮服务机器人在上海国家会展中心第17届中国工业博览会安徽展区正式亮相。

安徽电视台对哈特机器人最新研发的VR系列-智能抓取机器人系统和GJ-R系列智能高速拣选机器人系统进行了专题报道。芜湖市人民政府副秘书长张东也亲临展台。



专题报道现场



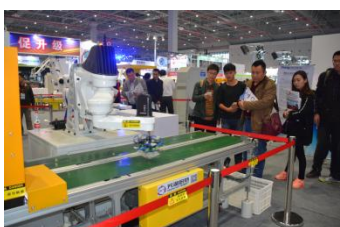
张东副秘书长视察现场

VR系列-智能抓取机器人系统由六自由度工业机器人、3D立体视觉定位系统、自动调焦装置、开放式控制系统等部分组成，具有定位精度高、适应性广、可靠性高，产品性能稳定等特点，能够对散乱放置的工件进行智能分拣作业。特别适合于人机共线情况下工件上下料生产作业的需要。

GJ-R系列智能高速拣选机器人系统由四自由度水平关节机器人、高速视觉定位系统、开放式控制系统等部分组成，具有定位精度高、抓取速度快、可靠性高，产品性能稳定等特点，能够对液袋、预包装食品袋、瓷砖等多种形式的软硬对象进行质量检测、分拣、装箱等作业。特别适合于高速作业环境下自动或混流生产线生产作业的需要。



VR系列-智能抓取
机器人系统演示现场



GJ-R系列智能高速拣选
机器人系统演示现场

(综合部-徐俊)

高云峰总经理赴香港参加 2015 海克斯康用户大会

2015年11月18日-20日，2015海克斯康新产品新技术发布暨用户大会在香港亚洲国际博览馆举行。我司高云峰总经理应邀赴香港参加了此次大会。

此次盛会共邀请到来自国内外的专家，用户及合作伙伴等共计3500多人，其中来自2600多人来自中国，这也是海克斯康首次在亚洲举办用户大会。

大会以海克斯康总裁兼CEO Ola Rollen先生和海克斯康副总裁，海克斯康大中华区总裁李洪全先生精彩的主旨演讲作为开场。本次演讲探讨的主题是海克斯康，变革为本。会议表示我们现在所生活的世界比以往任何一个时代都更加活跃和复杂。在改变及采用新技术的同时，海克斯康创建了新的商业模式、价值及收入流。

在各个分支业务的主题演讲中，演讲者也都与各个业务的用户和合作伙伴分享了他们对行业的见解，以及精彩的案例。

在展区中，海克斯康将旗下各个产业单元的最先进的产品技术和解决方案呈现给每位参会者，涉及制造加工，设计施工，能源，地理信息，智慧城市等多种行业。通过此次展会也让更多人了解到了海克斯康广泛的业务范围。（综合部-方园）

Daniele Pillan 博士在 我院举办机器人技术讲座

11月21日，由哈工大芜湖机器人产业技术研究院访问教授、意大利CMA机器人公司研发部经理Daniele Pillan博士主讲的机器人技术系列讲座之“控制器相关技术”在我院培训教室举行。来自哈工大芜湖机器人产业技术研究院、安徽埃夫特智能装备有限公司和芜湖固高自动化技术有限公司部分研发技术人员约四十多人听取了本次讲座。

Daniele Pillan博士首先介绍了机器人运动学，包括正运动学、逆运动学等技术知识。基于Jacobian的逆运动学算法讲解了算法如何在中空手腕关节中的实现。同时，Daniele Pillan博士就喷涂机器人运动实现这一具体问题讲授了基于雅克比矩阵的逆动力学算法。

讲座期间，Daniele Pillan博士将运动学算法在具体应用的整个实现过程给出了系统的讲解，在座的各位技术人员获益良多。（综合部-方园）

总经理高云峰一行赴韩国蔚山市 调研相关机器人企业，并参观 蔚山科学技术研究院

11月11日至14日，我司总经理高云峰陪同芜湖市建设投资公司副总经理邢晖一行赴韩国蔚山广域市，重点拜访了QNT、SUNWOO ROBOTEC和Core tech三家机器人企业，就商务与技术方面的合作进行了交流，同时参观了韩国重点建设的蔚山科学技术研究院的实验室，并进行了技术交流。



与 QNT 公司董事长金在垠合影



参观蔚山科学技术研究院实验室

(综合部-徐俊)

我院自主研发 HERO-1 型送餐机器人 亮相 2015 世界机器人大会

由中国科学技术协会、工业和信息化部、北京市人民政府共同举办的2015世界机器人大会于2015年11月23日-25日在北京国家会议中心举行。我院与欧凯罗博特机器人有限公司联合推出的HERO-1型送餐机器人在展会上吸引了众多目光。

HERO-1型送餐机器人是一款能够替代餐厅服务员智能机器人，具备自动送餐、自主充电、自主导航、避让等实用功能，能够代替或者部分代替餐厅服务员为顾客服务，能够减少服务人员数量，提升餐厅的品牌形象，具有较高的性价比。

我院牵手欧凯罗博特机器人有限公司，双方就新型服务机器人研发与市场开发进行合作，是对于机器人产业延伸的一种探索，将对未来各类服务型机器人进入市场提供积极的推动作用。（综合部-方园）

十一月新闻

- 11.06 深圳迈科讯总经理张炜莅临我司参观考察；
- 11.12 济南翼菲自动化科技有限公司首席运营官张赛一行莅临我司参观考察；
- 11.12 山崎马扎克公司在我院举办“制造业@互联网时代”讲座；
- 11.17 香港力劲科技集团有限公司创办人刘相尚先生、市场总监张均莅临我司参观交流。
- 11.23 黑龙江华德教育集团董事长顾德库一行莅临我院参观交流；
- 11.23-25 我院技术总监曹维清博士一行5人参加2015世界机器人大会
- 11.30 国投创新投资管理(北京)有限公司王世海一行莅临我司参观考察。

强化学习在服务机器人导航中的应用

■ 研发部 陈双

一、引言

随着科技的进步和人们对生活水平的追求,服务机器人作为机器人家庭中的新生一员应运而生,在医疗救助、家庭服务、娱乐项目等领域中发挥着重要作用。而自主导航是服务机器人最基本、最重要的能力,也是其它应用的基础;但由于服务机器人应用环境的非结构化和复杂多样化,给其导航能力提出了更高的要求。近年来,随着智能科学的兴起和发展,如何在服务机器人与环境的交互中通过自主学习提高自身的智能水平,使其更好的适应复杂环境已经成为机器人学中研究的热点问题。而强化学习无需数学模型和先验知识,只需通过与环境的交互试错便能够得到相应优化控制策略,因此可应用在服务机器人的导航控制中。

二、实验与仿真

2.1 服务机器人感知系统模型及环境模型的建立

在 Matlab 环境下模拟仿真较为常见的两轮差动式服务机器人,通过控制其质心处的转角使车体完成前行、左转及右转的动作,服务机器人感知系统的模型结构如图 1 所示。首先,车体的右方、前方和左方均安装了三个超声波传感器,从而能够检测车身右方 30°、前方 30° 及左方 30° 的环境信息。为了确保机器人在完成导航任务时自身的安全性,取 s_{right} 、 s_{front} 和 s_{left} 分别表示机器人与车体右方、前方及左方障碍物之间的最短距离,即 $s_{right} = \min(l_1, l_2, l_3)$ 、 $s_{front} = \min(l_4, l_5, l_6)$ 、 $s_{left} = \min(l_7, l_8, l_9)$, 同时需要测量机器人与目标点间的距离 (s_{goal}) 以及当前车身方向与目标点之间的夹角 (s_{angle}), 计算公式如下:

$$s_{goal} = \sqrt{(x_g - x_0)^2 + (y_g - y_0)^2}$$
$$s_{angle} = \phi - \varphi$$

式中, φ 指机器人车体方向与大地坐标系中的 X 轴正方向之间的夹角; ϕ 指目标点相对于机器人质心处与大地坐标系中的 X 轴正方向之间的夹角, 即,

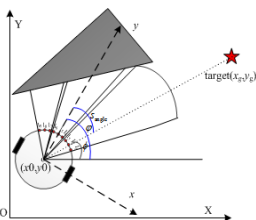
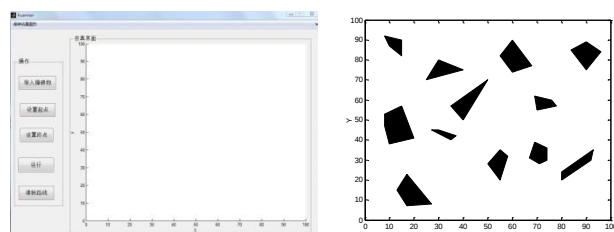
$$\phi = \arctan \frac{y_g - y_0}{x_g - x_0}$$


图 1 机器人感知系统模型

在 Matlab 中建立了 100*100 单位距离的仿真界面, 假设每个超声波传感器的检测范围为 0~5 个单位, 当机器人周围无障碍物或机器人与障碍物之间的距离大于 5 个单位时, 传感器的示数显示为 5。在 Matlab 图形用户界面中仿真模拟外界环境, 图 2(a) 中显示了所建的 GUI 仿真界面, 将外界环境信息存储在 mat 文件中, 通过导入障碍物按钮完成对设定外界环境的加载; 在设置起点按钮和终点按钮中, 可使用鼠标点击确认的方式获得起点及终点的位置; 清除路线按钮的作用是清除机器人的路径轨迹; 保存仿真图形菜单可实现对仿真结果的存储。



(a) GUI 仿真界面

(b) 不规则障碍物

图 2 仿真环境

2.2 输入输出参数的量化

在马尔科夫环境下, Q 学习的输入和输出均是离散的变量, 因此需要对从外界系统中获取的输入输出数据进行量化处理。本文采用了由 Michie 提

出的 BOX 算法, 其基本思想是将输入状态空间划分为确定数量的非重叠区域, 不同的输入状态激活不同的区域。本文在综合考虑传感器所测距离的范围后, 将网络的输入量划分为 9 个区域, 不同的区域代表机器人面临不同的环境信息。为了使服务机器人运行的路径较平滑, 把服务机器人的执行动作分为左转 30°、左转 15°、直行、右转 30°、右转 15° 这 5 个动作, 网络的输出变量即为该 5 个动作对应的 Q 值。

2.3 奖赏信号的设定

服务机器人导航的主要目的是使车体完成接近目标和远离障碍物两种行为: 机器人接近目标应给予奖励, 即正奖赏值, 远离目标应受到惩罚, 即负奖赏值; 同样, 机器人越接近障碍物, 受到的惩罚就越大, 越远离障碍物, 获取的奖励就越多。本文将奖赏信号分为三部分: 第一部分是根据服务机器人相对于障碍物的距离设置的奖赏值; 第二部分是根据服务机器人车体方向相对于目标点的夹角(简称, 目标方向夹角)设置的奖赏值, 第三部分是根据服务机器人相对目标点的距离设置的奖赏值。当服务机器人与障碍物之间的距离不同时, 机器人需要考虑选择执行两种行为(逼近目标与躲避障碍物)的优先权。在未检测到障碍物时, 应优先逼近目标点, 此时车体每步改变 5° 从而逐渐减小目标方向夹角并接近目标。当检测到障碍物时, 根据经验知识, 以安全距离为分界点, 引入障距动态权值以及目距动态权值, 两个权值取值的大小决定了执行逼近目标和躲避障碍物两个行为的优先权。当服务机器人与障碍物之间的距离小于设定的安全距离时, 主要以避障为主, 障距动态权值占有较大的比重, 而当服务机器人与障碍物之间的距离大于等于所设的安全距离时, 机器人应以接近目标点为主, 此时目距动态权值占有较大的比重。

2.4 不同环境下的仿真结果

在仿真实验中, 假定最初服务机器人的车体前进方向朝向目标点, 设定网络的最大学习次数为 2000 次, 服务机器人每完成一个动作后便调整一次网络的权值, 当机器人的学习次数超过最大学习次数或碰到障碍物时, 则返回至最初设定的起点位置开始新一轮的训练。服务机器人行驶的速度取决于车体与周围障碍物之间的距离, 当周围无障碍物时, 机器人具有最大的行驶速度; 当检测到障碍物时, 机器人会降低行驶速度。机器人行驶速度 v 的计算公式为:

$$v = \zeta \cdot s_{min}$$

式中, $s_{min} = \min(s_{right}, s_{front}, s_{left})$; ζ 为速度比例系数。

在学习的初始阶段, Q 值是随机设定的, 为了探索到所有的动作, 采用 ϵ -Greedy 探索策略选取动作, 以 $1-\epsilon$ 的概率选择最大 Q 值对应的动作, 以 ϵ 的概率随机选择任一动作, 随着学习的不断进行, 逐渐降低 ϵ 的大小。将服务机器人采用 BP 网络拟合 Q 学习的算法应用于静态环境下的导航系统中, 仿真的结果如图 3 所示。

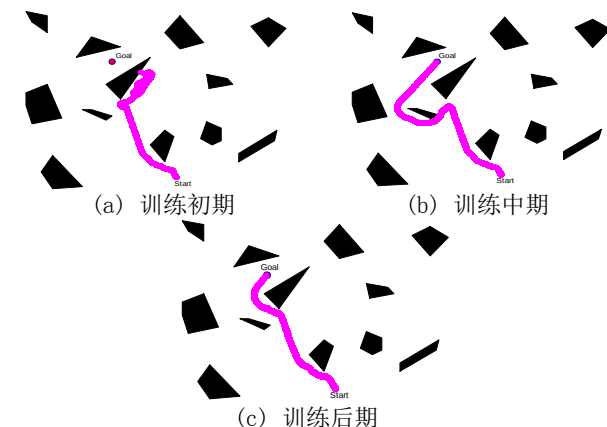


图 3 静态环境下 BP 网络拟合 Q 学习的导航路线

在仿真实验中, 当周围无障碍物时, 机器人以最大的速度行驶并靠近目标点, 当遇到障碍物时, 将采取避障措施。从图 3(a) 可以看出, 在学习的初始阶段, 服务机器人主要以探索环境为主, 此时选择随机动作的概率较大, 因此机器人无法正确的选择并执行最佳的动作, 导致行驶的路线比较乱, 而且出现了与障碍物相撞的现象。从图 3(b) 可以看出, 在训练中期, 随着与环境交互的不断进行, 服务机器人随机选取动作的概率在逐渐减小, 并慢慢学会了如何避开障碍物并趋向目标点, 但是, 机器人在此时并没有完全熟悉环境, 因此规划的路径并不是最优路径。从图 3(c) 中可以看出, 在训练的后期, 机器人经过了大量的实验与学习, 对环境完全掌握的情况下, 走出了一条相对较优的路线, 并顺利到达目标点。最后, 服务机器人利用所提的算法在上述环境下完成 100 次的导航路径, 输出每次行使路径所耗时间及步数, 设定当机器人与障碍物相撞时, 机器人的输出步数为 0, 结果如图 4 和图 5 所示。

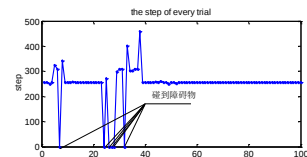


图 4 步数

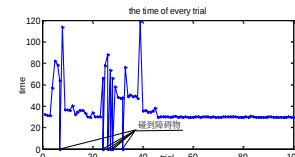


图 5 时间

由于 BP 网络的初始权值是随机设定的, 从图 4、图 5 中可以看出, 在训练初始阶段, 网络极易陷入极小值问题, 致使机器人消耗较长时间到达目标点, 甚至出现碰撞障碍物次数较多的现象, 随着学习的进行, 机器人逐渐适应所在的环境, 最后花费了较少的时间走出相对较优的路线。

三、总结

服务机器人在家庭服务、医疗服务、娱乐项目等方面发挥着重要的地位和作用, 在服务机器人发展的同时, 对其智能化程度的要求也越来越高。项目组的 Hero 送餐机器人采用的是磁导航的方式进行行走, 这样便固定了机器人行走的路线, 同时改造和维护的费用都比较高, 因此项目组后期所设计的机器人将采用自主学习的方式提高其智能水平, 利用自身携带的传感器完成对周围环境的检测, 同时后期的定位技术获取机器人相对于目标点的位置, 机器人获得所需的信息后, 采用强化学习算法便可完成导航任务。在这一过程中, 机器人只需要通过与环境交互试错后就可得到相应的优化控制策略, 比较符合人类的试探学习方式, 能够增加机器人对环境的适应性, 提高避障能力。



研发动态

● 高速拣选机器人系统

为提高高速拣选机器人系统的工作效率, 项目组对现有的系统布局、机器人协作控制、节拍等重新论证。目前新方案对比现有的单机系统, 在作业效率和质量方面将有较大提升。

● 送餐机器人

通过对样机进行改进, 包括底盘的支撑结构、传动方式, 控制电路和通信线路的优化, 并增设避障等多种传感器, 达到重量更轻、续航时间更长, 整体牢靠且维修便利。为首个用户提供的 2 台改进型产品已经完成安装, 并完成针对餐厅的自动点餐系统搭建。

● 嵌入式立体视觉系统

完成基于单目视觉的 linux 单板系统的搭建, 实现图像采集功能。目前针对双目立式视觉的摄像头驱动进行代码编写和移植。

芜湖机器人产业“集团军”惊艳亮相 2015 世界机器人大会

2015 世界机器人大会于 11 月 23 日在北京国家会议中心开幕。大会由中国科学技术协会、工业和信息化部、北京市人民政府主办，以“协同融合共赢，引领智能社会”为主题，围绕世界机器人研究和应用重点领域以及智能社会创新发展，开展高水平的学术交流和最新成果展示，搭建国际协同创新平台，提升我国机器人产业的国际影响力。本次大会包括三个部分：2015 世界机器人论坛、2015 世界机器人博览会和 2015 世界青少年机器人邀请赛。

世界机器人博览会企业展示现场，在芜湖机器人集聚区展区，以安徽埃夫特工业机器人、欧凯罗博特服务机器人作为整机龙头，固高控制器及翡叶伺服电机为核心零部件的芜湖机器人代表企业集体“亮相”，瞬间吸引了来自全世界的专家、企业家的“眼球”。其中埃夫特打磨机器人、喷涂机器人等以直观、生动的方式，向观众展示工业机器人在高端制造领域的应用；欧凯罗博特扫地机器人、迎宾机器人、智能护理床、四维车等服务机器人产品，给观展者不一样的服务体验；翡叶动力系列伺服电机产品、固高机器人综合仿真教学平台则展示了国产机器人核心零部件在技术和市场化方面取得的突破。在诸多展示平台中，机器人产业“芜湖军团”，以其独特的机器人产品线布局、领先的技术整合能力和研发能力，在全场独树一帜。

（来源：中安在线）

2015 埃夫特合作伙伴会议隆重举行 分享智能制造盛宴

11 月 20 日，由安徽埃夫特智能装备有限公司主办的“2015 年埃夫特合作伙伴会议在安徽芜湖隆重召开。此次会议的主题为“携手伙伴，共创智能制造新时代”，来自全国各地的逾两百名机器人系统集成及行业人士见证和分享了埃夫特近年来收获的累累硕果。

埃夫特董事长许礼进、总工程师游玮、营销中心总经理张帷、CMA 创始人 Sergio、芜湖市政府秘书长张东分别就“埃夫特机器人产业布局与策略”、“埃夫特技术创新策略与展望”、CMA 喷涂机器人的全球应用分享”、助力合作伙伴迎接智能制造新浪潮”、“芜湖国家机器人产业园政策”发表了主题演讲，并向在座嘉宾展示了埃夫特对于产业的展望、在技术上的创新、在全球领域的布局。

（来源：埃夫特机器人）

哈工大集团将建设“全球机器人产业开放创新中心”

近日，哈工大机器人集团首次提出了“全球机器人产业开放创新战略”，将在国内选址建设“全球机器人产业开放创新中心”，力求用三至五年时间打造机器人产业集群高地。

作为产业开放创新总部，包括开放创新实验室、“机器人产业孵化器”、“机器人产业加速器”、“机器人技术协同创新与产业应用开放平台”、“国际机器人创新产业联盟”、“机器人产业投资体系”等项目，建成后，将培育几百家中小创新企业，带动产业投资 50 亿元，相关产业规模可达 300 亿元。此外，该集团还提出了打造具有全球影响力和辐射力的机器人产业集群。

（来源：机器人网）

国内首个机器人创客空间在沪开业

11 月 26 日，中科新松有限公司旗下的星智汇机器人创客空间在上海正式开业。作为国内首个机器人创客空间，星智汇旨在打造机器人领域集技术、市场、资本于一体的创新创业专业服务平台，同时为机器人爱好者和大众提供一个接触机器人、了解机器人的开放平台，营造机器人行业“大众创业，万众创新”的活力氛围。

（来源：机器人网）

工信部审议机器人产业规划：加大服务机器人开发力度

近日，工信部辛国斌副部长主持召开专题会议，审议由装备工业司组织编制的“机器人产业发展规划(2016~2020 年)”，办公厅、政法司、规划司、财务司、产业司、科技司、运行局、企业局、节能司、安全司、原材料司、消费品司、军民结合司、电子司、信软司、国际司等司局有关负责同志参加了会议。装备工业司副司长李东首先汇报了机器人产业发展规划(2016~2020 年)的内容，各司局参会人员就规划进行了认真审议，并提出了修改建议。

辛国斌副部长在总结讲话中强调：一是机器人产业要避免高端产业低端化的问题，不能一哄而上；二是科学研究要与产业发展紧密结合，以市场需求为导向；三是服务机器人大有可为，工业机器人要发展，也要加大服务机器人的开发应用力度；四是机器人智能化程度还较低，要下力气提升机器人智能水平。辛国斌副部长最后对规划内容表示肯定，要求装备工业司根据各司局提出的意见和建议，进一步提升目标、拓展任务、强调创新、细化保障措施、加强与有关文件的衔接，尽快对规划进行修改完善。

（来源：中国证券网）

日本政府首次批准将机器人作为医疗器械

日本厚生劳动省 25 日正式批准将“机器人服”和“医疗用混合型辅助肢”(HAL)列为医疗器械在日本国内销售，用于改善肌萎缩侧索硬化症、肌肉萎缩症等疾病患者的步行机能。这是日本政府首次批准将可穿戴型机器人作为医疗器械，今后还将研究是否将其列入适用保险的范围。

（来源：新华网）

新松推出我国首款复合型机器人

近日在 2015 世界机器人大会上，由沈阳新松机器人自动化股份有限公司自主研发的我国首款复合型机器人首次对外亮相。复合型机器人集合了智能移动机器人、通用工业机器人等工作单元，采用视觉误差补偿等技术，满足了企业智能化数字车间对整个机械结构运动精度的苛刻要求，解决了因多个运动单元的误差累积而造成精度不达标的问题，极大地拓展了工业机器人的应用适应性。

该款机器人主要集成了移动和操作两种功能，在需要灵活移动和操作兼备的场合时就可以“大展拳脚”。目前，他的车体定位精度达到±5mm，物料定位精度则达到了±1mm，能够实现搬运、上下料等基本功能。此外，由于视觉识别传感技术的应用，该款机器人还能进行工装夹具的快速切换和不同物料的智能分拣。

（来源：中国机器人网）

ABB 向日本市场推出不需要安全栅栏的协调型双腕机器人

瑞士的 ABB 将在 12 月向日本市场推出人机协调的双腕型机器人“YOUMI”。与人接触后可在 1 秒之内自动停止，可让组装工序等难以设置安全栅栏的作业区域实现自动化。该产品适合小型零部件，主要目标为电子电气领域。价格约 600 万日元。日本首年度计划销售数十台。

YOUMI 是具备接触时自动停止功能的安全机器人，运行时不需要用安全栅栏环绕，表面采用了柔软的橡胶类材质。机械臂的形状则大量采用了夹住人体风险较小的曲面设计。

单臂的最大可搬运质量为 500kg，重复定位精度在±0.02mm，是专门针对小型零部件的产品。

（来源：日刊工业新闻）

不二越开始生产水平多关节机器人：EZ03

不二越也开始生产水平多关节机器人了，并将于 2016 年初向市场正式投放 EZ03。这是根据电子产品代工服务(EMS)商等客户需求而开发的机型。希望通过同时向市场提供现有小型垂直多关节机器人和刚开始生产的高速、廉价水平多关节机器人，扩大在生产自动化呈加速化趋势的电气电子领域的市场份额。

EZ03 是一种吊装在天花板、最大可搬重量达 3kg 的 4 轴水平关节机器人。与落地安装的一般机器人相比，可节省安装空间。是为人工密集型智能手机等产品的生产工艺专门开发的。它采用将上下运动的轴安装在机械臂根部的独特结构，这样可减轻臂前端的重量，使第 1 轴最大速度达 1400mm/秒的高速动作。

（来源：日刊工业新闻）

爱普生研发全新系列六轴机器人 可大大节省安装空间

精工爱普生研发出全新的 N 系列 6 轴（垂直铰接）工业机器人，创新性的折叠臂让它安装在非常有限的空间内。该系列的首个产品计划将在明年 5 月面向全球发布。

N 系列机器人的机械臂结构能最大化空间效率，使得该机器人能安装在 600 平方毫米的空间内，跟工人所占空间相差无几。该机器人减少了周期时间，并能提供更高的产能，因为机械臂折叠时不会与基座或其他物体碰撞，更少的运动使得它不会与周围的物体相撞。此外，减少调试和示教时间意味着机器人设置时间更短。

N 系列机器人非常适用于欧洲、美洲和大中华地区的电子产品、电子元器件、汽车零部件以及医用电子产品的组装和检测。他们可用来完成数不清的自动化任务，包括螺丝紧固、元器件接插、物料搬运以及测试系统中的产品加载。

（来源：机器人网）

意大利研发行走机器人 可协助危险工作

意大利工程师设计出可行走机器人(Walk-man)，它们可以和人类一样使用工具，开发自然，可代替消防员、士兵和拆弹专家的工作。

Walk-man 是具备灵活四肢关节的机器人，让它们代替进入危险的灾场探索搜集数据，然后将数据传回，让救援人员安排适当的救援工作。Walk-man 高约 1.8 米，重约 118 公斤，双手展开阔达 1.8 米，其头部安装了立体视像系统和可旋转的镭射扫描器，让它更能清楚了解周遭的境况。它具有弹性四肢，可以在崎岖不平的地势上行走。在遇到障碍时，其感应系统会进行运算，让它的四肢自行调节动作，保持平衡稳定。同时它也具备灵活的关节，不但可以做出握物、提重等动作，在控制人员遥控下，甚至可以驾驶汽车。

（来源：中国日报网）

最先进的机械臂-PMM 亮相高交会

近日，第十七届高交会机器人展分会场开幕式暨中国高端智能机器人展览会在深圳举行。期间展出一款 PMM 机械臂。

PMM 机械臂，最初是受加拿大航天局委托研制，以推进国家最先进机械臂技术，以及在地球上模拟执行月球和火星任务为目的。目前，PMM 可广泛地用于制造业、以机器人为基础的定制自动化、安装在移动平台上的安防应用工具、服务机器人，以及科研领域。

PMM 机械臂采用了当前最先进的多种分级分层的控制策略，可以在单机械臂上实现所有控制的集成，这在该领域内尚属首次。PMM 还采用了最先进的模块化设计，这一技术的应用提供了快速的组装、重构、故障排除和维护。PMM 机械臂还采用了最先进的电子设备，包括军工级电源、6 自由度力/扭矩传感器以及千兆监控器等，并可以在各种恶劣的环境下工作。

（来源：紫丁香人工智能和先进制造俱乐部）

基于机器视觉的经编机断线检测技术

■研发部 王飞阳

高效率的经编机采取同时喂入多根纱线的方式保证织物的宽度(图 1)。纱线在进给过程中受到张力作用而容易被拉断,导致织物上留下缺陷,进而影响织物品质。为尽可能降低缺陷范围,纱线断裂后需要及时停止织机、找到断线位置并将断裂的纱线连接起来。传统的经编机断线检测工作由人工完成,检测人员需要用目力观察纱线状态,对人员的眼里要求高,同时检测过程中需要保持神经高度紧张状态,长时间工作后检测人员极易产生疲劳,不利于身体健康。同时,近年制造业人力成本不断增加,为减少人力成本负担,纺织企业也迫切需要一种能够替代人工检测断线的新方法来降低成本、并保证产品质量。



图 1 经编机

机器视觉检测技术是一种以被检测对象的光学图像为分析目标的检测技术,已经在各行各业中得到广泛应用,如易拉罐缺陷检测、玻璃瓶缺陷检测、钢轨缺陷检测等。这种技术的特点是非接触、对检测对象几乎没有损伤,并且可以在线工作而不需要对被检测对象进行特殊的装夹或固定。其检测对象的尺度范围也非常广泛,从整车车身到电子元器件都可通过选用适当的视觉传感器实现检测。通过分析经编机断线检测的过程可以发现,该检测任务必须在线完成,并且检测系统不能影响纱线的进给。由于纱线的状态在某一时刻是有限(断裂或者完整)并且确定的,因此这项工作非常适合使用机器视觉检测系统完成。

利用机器视觉检测技术设计的经编机断线检测系统如图 2 所示。检测系统由激光光源、工业相机、工控机以及检测软件组成。激光光源提供的高亮度照明可有效减少外界光对成像的影响,激光光线被纱线调制后形成的明亮光斑相对于纱线本身也更容易被相机获取。由于单个工业相机的视野有限,可采用多个相机组合使用的方式适应不同宽度的织品。检测软件是经编机断线视觉检测系统的核心,其运行在工控机中,可完成纱线视觉图像采集、图像预处理、断线检测以及报警等功能。

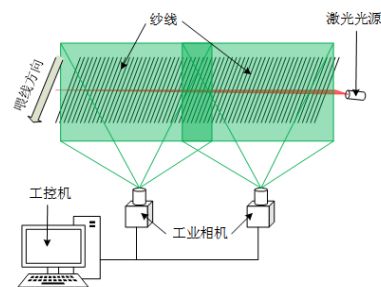


图 2 电磁振动送料器

检测软件最主要的功能是利用纱线图像信息判断是否有纱线断裂并确定断线的位置,为实现此功能需要从纱线图像中提取有效信息。由于相机的分辨率有限,在保证视野的前提下,直接从采集的图像(图 3)中提取纱线边缘信息并判断断裂具有很大难度,其原因在于激光光斑的散射造成纱线边缘扩散甚至相邻的纱线边缘出现混淆,同时纱线本身的毛刺也会形成一些伪边缘影响直接提取的边缘的准确性。因此经编机断线视觉检测系统的检测软件采用了机器学习算法予以实现,可避免直接对单根纱线进行处理。该算法提取纱线图像 ROI 的 Haar 特征信息作为训练数据并训练分类器,由于 Haar 特征的计算以小波变换为基础,不涉及图像边缘信息的提取。完成训练后将待检测图像 ROI 的 Haar 特征值输入到分类器中,由分类器给出分类结果以及出现断线的位置。学习算法采用了决策树学习算法,该算法的速度较快,能够快速输出判断结果。为提高检测系统的鲁棒性,适应外界环境的缓慢变化,检测软件在实现时设计了两个分类器交替工作:二者之一处于训练状态,而另一个处于工作状态。训练状态的分类器从工作状态的分类器中获取训练数据并完成数据更新,一旦其训练完成则接替工作状态的分类器开始工作,而工作状态的分类器转换到训练状态。

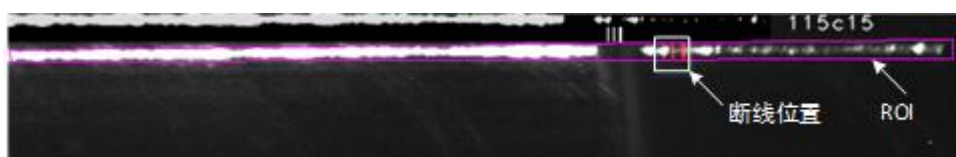


图 3 纱线检测图像

相对于人工断线检测方法,基于机器视觉的经编机断线检测方法具有以下优点:成本低廉,检测速度快,可长时间工作,便于实现自动化控制等。现场实验表明,目前此系统的检测成功率可达 90%以上,后续通过优化部分算法检测成功率还可以进一步提高。

弧焊机器人焊接工艺介绍(二)

■研发部 朱威风

3.3 焊接速度

在焊接电压和电流一定的情况下,焊接速度的选择决定了单位长度焊缝所吸收的热能量(即,焊接线能量),而焊接速度大小对焊道效果的影响,如图 3 所示。

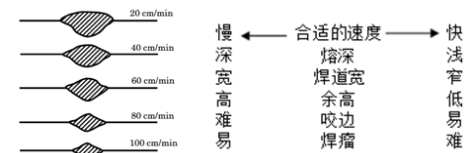


图 5 焊接速度对焊道成型影响

焊接线能量 $Q=I \cdot U / T$ (J/mm);

其中, I: 焊接电流 (A), U: 焊接电压 (V), T: 焊接速度 (mm/sec)。

在半自动焊接时,焊接速度为 0.1—0.6m/min;在自动焊接时,焊接速度可以达到 2.5m/min 以上。

3.4 焊丝干伸长

焊丝干伸长(L)是指从导电嘴端部到工件的距离。在焊接过程中,保持焊丝干伸长度不变是保证焊接过程稳定性的重要因素之一。焊接电流一定时,干身长度的增加,会使焊丝融化速度增加,但电弧电压下降,电流降低,电弧的热量减少。若 L 过长时,气体保护效果不好,容易产生气孔,引弧性能差,电弧不稳,飞溅加大,熔深变浅,成形变坏。过短时,喷嘴容易被飞溅物堵塞,飞溅大,熔深变深,焊丝易与导电嘴粘连。对于不同的焊接电流,相对应的焊丝干伸长:120A 以下为 5—10mm;120—200A 为 10—15mm;200—300A 为 15—20mm;300—400A 为 20—25mm。在焊接过程中,焊枪的高度(干伸长度)和角度,自始至终应保持一致(相对焊缝而言)。

4. 焊接缺陷及原因分析

4.1 焊接缺陷的分类

(1) 从表现上分类:成型缺陷:咬边、焊瘤、余高、未焊透,错边、焊脚尺寸不足,变形;结合缺陷:裂纹、气孔、未融合;性能缺陷:硬化、软化、脆化、耐腐蚀性恶化、疲劳强度下降。

(2) 从主要成因上分类:构造缺陷:构造不连续缺口呢效应,焊缝布置设计不当引起的引力与变形;工艺缺陷:咬边、焊瘤、未焊透、未融合;冶金缺陷:裂纹、气孔、夹杂物、性能恶化。

4.2 常见的焊接缺陷原因分析及对策

(1) 飞溅较大

减少飞溅有如下几种方法解决:采用动特性好的波形控制电源。采用脉冲电源;采用混合气体,飞溅小、焊缝成形好、冲击韧性高;采用药芯焊丝。

(2) 焊缝冲击韧性地

电弧气氛具有较强的氧化性,焊缝含氧量增加,导致其冲击韧性降低。

(3) 卷入焊渣

焊接时的冶金反应产物,例如飞金属杂质(氧化物、硫化物等)以及熔渣,由于焊接时未能逸出,或者多道焊接时清渣不干净,以致残留在焊缝金属内,称为夹渣或夹杂物。一般原因,跟坡口角度或焊接电流太小以及焊道边缘清理不干净有关,需要清除焊道周围脏东西,采用合适的运枪方式,使用合适的焊接规范。

(4) 咬边

在母材与焊缝熔合线附近因为熔化过强会造成熔敷金属与母材金属的过渡区形成凹陷,延焊缝边缘低于母材表面的凹槽状缺陷。这跟焊接电流过大、电压过高、电弧过长且偏吹以及焊接速度和焊枪角度不合适有关。需要采取减少输入热量,降低电压,选择合适的焊接角度,降低焊接速度来避免。

(5) 焊瘤

焊瘤是焊接时有过多熔化金属流到焊缝附近没有熔化的母材上的现象。一般原因是,电流过大、电弧拉的过长、焊速太慢、熔池温度过高以及焊枪角度不合适,需要采取加大输入热量,提高电压,选择合适的焊枪角度,提高焊接速度来避免。

(6) 未焊透,熔深不良

焊接时焊接接头底层未完全熔透的现象。这种情况出现的原因,跟焊接工艺参数选用不当;坡口角度或间隙过小,钝变过大,坡口边缘不齐或装配不良;焊件坡口表面清理不干净、有较厚的油和锈蚀等原因有关。应对措施:加大输入热量,选择合适的焊枪角度;正确选用和加工坡口尺寸;认真清除坡口边缘的污物。

5. 总结

以上所述,只是对弧焊的焊接原理和影响弧焊效果的部分因素做了分析介绍,其实在实际焊接中还有很多因素会对焊接效果有一定影响,比如:材料因素、结构因素、工件装配状况、焊道布局及焊接顺序等都会决定焊接质量的好坏。而我们需要根据现实生产中的具体问题情况有针对性的综合分析运用来寻求影响焊接质量的因素而最终排除问题点,从而实现符合焊道质量要求的弧焊机器人焊接。

芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司 (暨哈工大芜湖机器人产业技术研究院)

主要技术及其应用情况介绍

一 机器视觉技术及其应用

VR 系列-智能抓取机器人系统

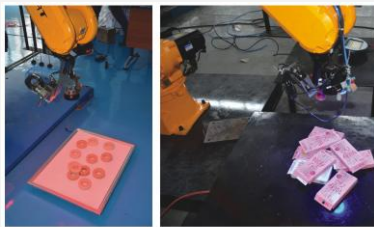
我院目前开发的 VR 系列-智能抓取机器人系统由六自由度工业机器人、3D 立体视觉定位系统、自动调焦装置、开放式控制系统等部分组成，具有定位精度高、适应性广、可靠性高，产品性能稳定等特点，能够对散乱放置的工件进行智能分拣作业。特别适合于人机共线情况下工件上下料生产作业的需要。

产品类型及主要性能

型号规格	定位精度/mm	防护等级	效率 (ppm)	MTBF (平均无故障运行时间)/h
VR3	±0.50	IP54	10	5,000

工作环境要求

环境条件	工作条件
环境温度	+5℃~40℃
相对湿度	30%~95%
电源	AC380V±10%，50Hz；
气源	压力0.5MPa，流量200L/min



GJ-R 系列智能高速拣选机器人系统

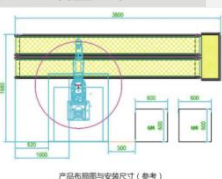
我院目前开发的 GJ-R 系列智能高速拣选机器人系统由四自由度水平关节机器人、高速视觉定位系统、开放式控制系统等部分组成，具有定位精度高、抓取速度快、可靠性高，产品性能稳定等特点，能够对液袋、预包装食品袋、瓷砖等多种形式的软硬对象进行质量检测、分拣、装箱等作业。特别适合于高速作业环境下自动或混流生产线生产作业的需要。

产品类型及主要性能

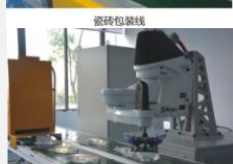
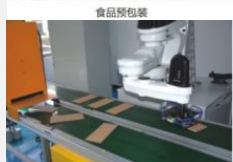
型号规格	自由度	额定负载/kg	水平运动范围 (半径)/mm	工作行程 (垂直)/mm	重复定位精度 (ppm)	防护等级	拣选效率 (ppm)	MTBF (平均无故障运行时间)/小时
GJ-R80	4	2.0	800	180	±0.5	IP54	80	20,000
GJ-R80A	4	0.5	800	80	±0.5	IP54	100	20,000

工作环境要求

环境条件	工作条件
环境温度	+5℃~40℃
相对湿度	30%~95%
电源	AC380V±10%，50Hz；
气源	压力0.45MPa，流量200L/min

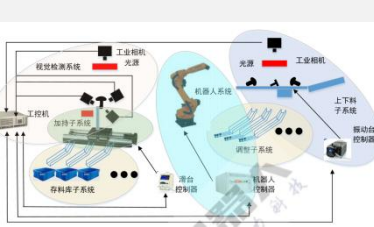


应用案例



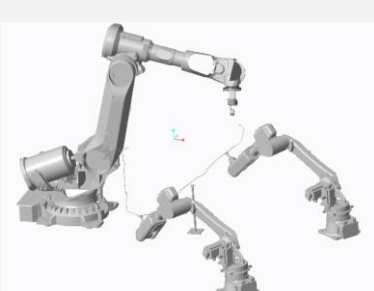
钛合金螺栓分拣检测系统（合作开发中）

该系统是针对某飞机修理厂拆下螺栓设计的质量检测系统。该系统包括上下料子系统，机器人抓取子系统，位姿调整子系统，夹持子系统，视觉检测子系统和存料库子系统。整个系统可以实现对拆下类型混杂在一起的螺栓进行分类，并同时完成对螺栓头部槽口破损程度以及螺栓螺钉的螺纹缺损情况进行检测，从而筛选出可以回收利用的螺钉螺栓，以便降低飞机维修成本。



成型管激光视觉检测系统（合作开发中）

针对长成型管检测并同时针对不同型号成型管具有适用性的需求，设计成型管视觉检测机器人系统。该系统具有两个夹持成型管的机器人和一个装有视觉检测系统的机器人，机器人之间配合可实现对长成型管的加工精度进行检测。机器人系统的引入使得该检测方式对不同型号的成型管测量具有了很强的通用性。该系统可以定时对成型管加工精度进行测量，并计算出成型管的制造误差，判断管线的加工状况，检测误差可反馈给成型管弯管系统，弯管系统可据此调整加工参数，从而实现成型管加工状况的定时监控和提高成型管加工中的合格率。



物流包装防错系统及其应用

本项目设计了一套轴承盖零件包装防错系统，包括包装视觉检测子系统和出入库管理子系统，系统硬件结构图如图所示。包装视觉子系统可以实现对包装的过程中零件类型错放、错向以及缺少等错误进行全面检测，并实时给出提示。

出入库管理子系统依照包装顺序生成管理条码，具有正常出入库、拆箱抽检出入库、生产交接班管理等功能，可实现对生产的零件类型、版本、包装时间、数量的监控以及零件质量的回溯。



一 自动化生产线开发

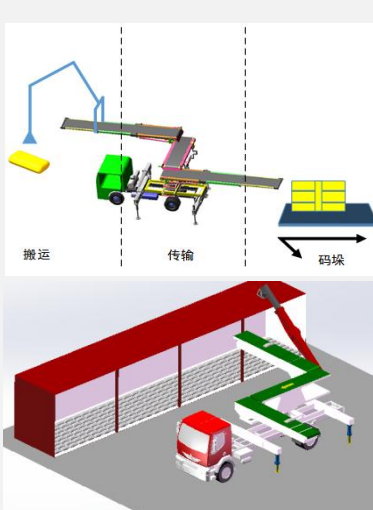
电子驻车制动系统（EPB）生产线

电子驻车制动系统（EPB）生产线，该生产线包括制动卡钳装配和电装检测。该项目实现了自动化检测，提高了产品的性能，强大的数据库可以存储产品的关键数据，方便查询参数。该项目大大提高了现场的上产效率，很大程度上节约了劳动力，解决了用人紧张的局面，大大提升了经济效益，规范了生产工艺。有效的保障了汽车制动器的制动性能，我司成熟的自动化装配生产线物流系统（硬件）、过程信息管理系统（软件）、持续的跟进服务（产品价值整体创新）不仅应用在汽车的电子驻车制动系统，而且可以应用在其他自动化生产领域。



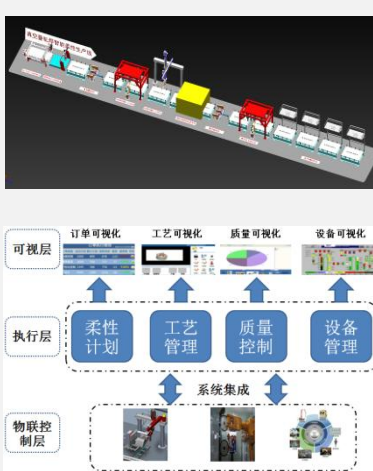
自主袋装物料卸车系统（合作开发中）

为满足饲料、粮食、石化等行业物料搬运需要，研究自动袋装物料装卸系统及关键技术。该系统包括三个部分，分别为物料袋助力搬运装置、可选择和升降传输带及码垛平台，系统各部分均采用液压作为驱动力。由人工移动助力装置，通过气动吸盘完成物料袋抓取，然后助力臂自主将物料袋搬运至传送带，传输带末端调整物料袋角度，与码垛平台配合完成物料袋码垛。关键技术在于通过液压助力机械臂的力位混合控制实现人工牵引和机械臂自主运动的切换。此外，在后续工作中将采用视觉引导技术完成物料袋的全自主搬运。



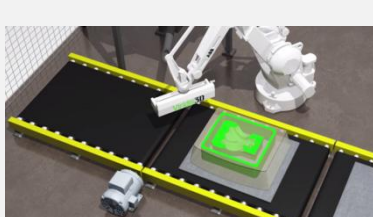
金属复合材料生产线（合作开发中）

金属复合材料智能柔性生产线，可以实现金属复合材料制造与加工过程的自动化、信息化、智能化、柔性化。该项目为金属基复材智能制造及柔性制造提供关键技术支持，通过多传感器收集并建立生产设备状态数据库、产品性能数据库，开发基于机器视觉的焊接过程传感与质量控制评价技术软件，完成过程检测系统工作站、数控埋弧焊工作站的研制，将形成具有自主知识产权的金属复合材料智能柔性生产线及关键智能柔性生产单元。项目实施后生产效率将提高 30%，产品不合格率降低 10%以上，能源利用率提高 4%以上，每年可为企业带来直接经济效益约 2000 万元。



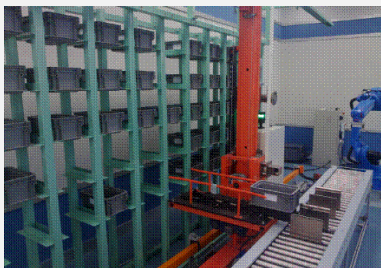
大型零件增材自动修复系统（合作开发中）

采用线结构光三维检测与传感系统获得三维点云数据，经过点云处理后，利用点云直接比较的方法获得待加工零件部位的点云数据，在此基础上，增添零件模型的再切片功能。利用三维虚拟环境中对点拾取进行片层区域划分的方法，对待修复区域划分为边、面、环三种情况进行路径规划，使复杂零件的层片加工难度降低。设计激光熔覆焊接工艺，实现破损零件修复。



智能仓库系统（合作开发中）

该设备采用精密三维运动平台配合自动抓取机构，完成物料的快速自动存取。主要包括物料存储货架、存取执行机构、业务逻辑算法、控制系统、物料识别系统、仓库系统、其它系统集成等部分组成，可实时查看物料信息，提升自动化程度，降低管理成本，减少对人员的依赖。



一服务机器人产品及市场应用

NAO 机器人二次开发及其应用

具备 NAO 机器人交互应用开发能力，包括视觉、语言和运动设计等，实现在中英文语言环境下的认知、交流与表演。目前可提供共同开发、本体租赁和服务租赁三种模式的服务。目前开发的节目包括《上海舞》、《太空舞》、《江南 style》、《太极拳》等节目，并可提供人机交互和为客户定制开发节目。



送餐机器人开发及其应用

产品如图：

本产品具有自动送餐、菜品介绍、空盘回收、自主导航、自动避让、语音提示、歌曲点播、手机电脑无线控制等实用功能，能够代替或者部分代替餐厅服务员为顾客服务，减少服务人员数量，提升餐厅的品牌形象，具有较高的经济价值，减轻餐厅服务员劳动强度，增大餐厅非就餐高峰期客流量，合理调配餐厅资源。

主要项目	技术说明
导航（PC/手机/遥控器）	可手动遥控（前后左右）；磁条自主导航
定位误差	便宜轨道距离 < 5mm
自主避障	前进方向 0.5m 避障成功率 100%
速度范围	12-30M/s，可调
续航	> 8小时（25M/s，连续）
可靠性	72 无故障运行



HERO-1 型送餐机器人亮相 2015 世界机器人大会



研究院重点研发项目

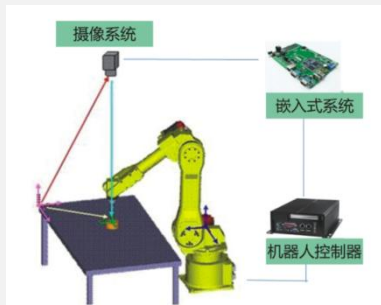
1 机器人嵌入式立体视觉系统开发

立体视觉系统用于重构场景的三维几何信息，其研究具有重要的应用价值。当前机器人应用环境越来越复杂，对机器视觉系统要求也越来越高。本项目基于嵌入式结构，开发出具有实时、高精度、经济性好的集成化立体视觉系统，解决应用工业机器人和服务机器人视觉识别、测量、视觉导航等关键技术问题；

应用领域：工业机器人视觉、服务机器人视觉、自动化检测；

主要内容：自主开发嵌入式硬件系统，图像处理算法，实现自主的视觉系统与主流机器人控制系统的通信；

自主技术：立体视觉的图像处理算法、嵌入式开发技术和机器人控制技术。



4 基于多模态图像的双臂机器人智能协同装配技术

双臂机器人是下一代机器人的方向之一，相比单臂机器人，双臂机器人在作业方面协调性更强，可以在更大程度上代替人的双手所承担的任务；

应用领域：食品、医疗、医药、家庭服务等多方面领域；

主要内容：通过获取高质量的深度图和彩色图，将多种模态数据（RGB-D）图像相结合提取特征，用于双臂机器人完成基于视觉的智能协同装配工件工作。2016 年计划完成多模态图像数据高效特征提取，通过机器学习和分类算法，实现目标工件位姿实时检测，初步实现智能工件装配。

自主技术：双臂协同操作、视觉伺服及基于视觉的智能抓取。



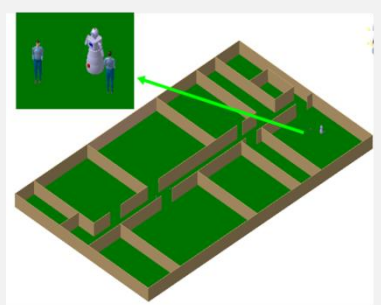
2 服务机器人交互技术研究与产品开发

服务机器人是应用在非生产环境中并为人类提供必要服务的新型机器人；

应用领域：展馆、游乐场、酒店宾馆、办公楼等，以及商演和营销活动；

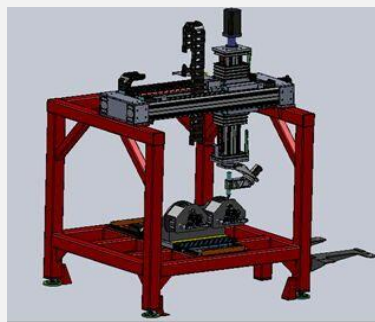
主要内容：主要从事服务机器人产品开发、研究人机交互技术和机器人的智能化行为等，包括机器人本体设计和自然语言交流、才艺表演、自动行走与避障、环境检测等功能的实现。重点开发迎宾导游机器人、餐饮机器人、安全巡检机器人等；

自主技术：双目视觉控制技术，语音技术，知识库与云技术等。



5 高精度五轴联动打磨机器人研发

针对复杂工件的 2D 和 3D 打磨、抛光、去毛刺加工作业需求，替代人工在恶劣甚至较大污染环境中高效完成危重的打磨、抛光、去毛刺作业，项目立足于自主开发的五自由度混联结构机器人本体，重点研究打磨机器人的视觉、力控制、柔顺控制，提升其对工件的自适应能力，通过多传感器信息融合，实现智能化打磨作业，提高机器人产品的附加值，推动其在打磨加工行业的应用。



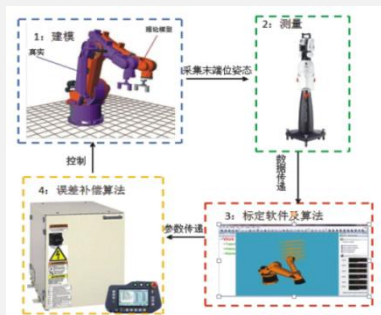
3 工业机器人标定技术研究

我院自主开发工业机器人标定技术和算法，提高国产机器人的轨迹精度；

应用领域：工业机器人本体制造、工业机器人精度校准；

主要内容：研究机器人位姿对标定精度的影响，确定最优数据采集位姿来降低测量误差对标定精度的影响；寻找需要标定参数之间的依存关系，开发通过几何参数以及非几何参数来进行误差补偿的算法；

自主技术：机器人绝对精度测量技术，精度标定算法与机器人控制技术等。



6 开放式机器人控制系统研究与应用

针对目前机器人控制系统在应用环境中的开放性不足，本项目为用户提供适用于不同用途的机器人控制系统解决方案。

应用领域：配备有视觉及多传感技术的机器人应用系统。

主要内容：通过模块化设计，掌握开放式通信协议技术，开发基于主流控制系统的应用功能通信软硬件模块，实现对自主的视觉及多传感系统、标定软件在功能接口、通信协议和算法功能方面的集成。

自主技术：机器人控制器硬件与软件开发技术，现场总线通信协议技术等。

