

# 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4期 总第4期 2015年4月7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：曹维清、徐俊、汤德胜、方园

## 热烈欢迎参加2015全国机械工程博士生学术论坛的各位领导、专家学者和博士生代表！

由哈尔滨工业大学主办，芜湖哈特机器人产业技术研究院与芜湖滨江智能产业发展有限公司、芜湖安普机器人产业技术研究院、芜湖赛宝机器人产业技术研究院共同承办的2015全国机械工程博士生学术论坛将于4月9日至12日在芜湖海螺国际大酒店举行。

此次论坛以“求真务实、开拓创新、学以致用、服务社会”为宗旨，本着高起点、高水平及结构合理的原则，以报告、交流、讨论为主，为博士生提供一个多方向的学术交流平台，促进学科的交叉融合，加强各个大学相关专业和相关方向博士生的交流与沟通，拓宽博士生

的学术视野，激发博士生的创新思维，增强博士生的使命感和责任感。本次大会共有中国科学院自动化研究所、清华大学、上海交通大学、浙江大学、四川大学、北京航空航天大学、西安交通大学、中国科学技术大学和哈尔滨工业大学等20余所国内外知名高校院所的近40名专家学者、120余名博士生参加。论坛包括主题大会报告和机械电子工程分论坛、机械制造及自动化分论坛、机械设计理论分论坛、航空宇航制造工程分论坛、芜湖市高端人才对接会和高端访谈等七个部分组成。

届时，芜湖市重点企业的近80名企业领导与高层次技术人员将参



机械工程全国博士生学术论坛



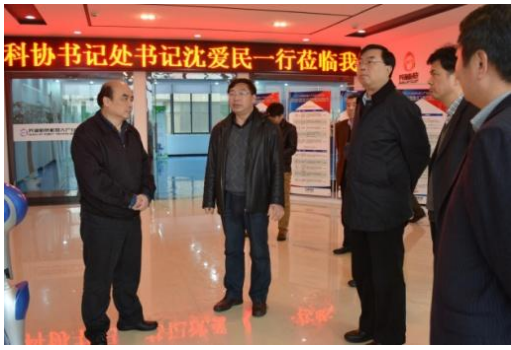
与整个论坛的各项活动，与与会的专家学者和博士生开展全方位的技术沟通与交流。

哈尔滨工业大学机械工程学科研究生实习基地也将在此次论坛期间正式揭牌。

(综合部—徐俊)

### 张志宏副市长陪同中国科协书记处书记沈爱民一行莅临我院考察调研

3月18日，芜湖市政府副市长张志宏陪同来芜参加中国科协创新驱动、助力安徽芜湖洽谈对接活动的科协书记处书记沈爱民一行莅临我院考察调研。



沈爱民一行听取高云峰副院长介绍了研究院的基本情况、主要研发工作开展情况，并参观了NAO、迎宾导游以及自动拣选机器人等系统的演示，对公司部分机器人项目的研发情况进行了了解。

(综合部—方园)

### 公司总经理高云峰、技术总监曹维清出席中国科协创新驱动、助力安徽芜湖洽谈对接活动

3月16日-18日，中国科协创新驱动、助力安徽芜湖洽谈对接活动在铁山宾馆举行，我司总经理高云峰教授、技术总监曹维清博士出席活动并参加了中国自动化学会和中国生物医学工程学会的对接活动。

据悉，芜湖市2015年2月已被中国科协正式批准为创新驱动助力示范市。此次活动共邀请了中国有色金属学会、中国材料研究学会、中国自动化学会、中国复合材料学会、中国纺织工程学会、中国印刷协会、中国可持续发展研究会、中国仪器仪表学会、中国照明学会、中国航空学会、中国生物医学工程学会、中国汽车工程学会等12个学会的专家学者来芜进行技术无缝对接。

(综合部—徐俊)

### 芜湖市政府副秘书长张东陪同中国自动化学会专家原魁教授一行莅临我院参观指导

3月17日，参加中国科协创新驱动、助力安徽芜湖洽谈对接会的中国自动化学会专家、中国科学院自动化研究所复杂系统与智能科学实验室研究员，实验室副主任原魁教授一行在芜湖市政府副秘书长张东的陪同下，莅临我院参观指导。

张东副秘书长向各位专家详细介绍了芜湖机器人产业园的发展情况，高云峰副院长详细介绍了研究院



的建设发展情况和研发项目进展情况，各位专家还参观了我们的展厅和研发试验场所。

参观结束后，各位专家与张东副秘书长、高云峰副院长在我院会议室就芜湖机器人产业发展现状和规划、中国科学院自动化研究所复杂系统与智能科学实验室的技术发展情况和合作空间等进行深入的沟通。

(综合部—方园)

### 芜湖市鸠江区区长茆斌陪同外交部外交政策咨询委员会委员、前中国驻德国大使卢秋田一行考察我院

2015年3月29日，外交部外交政策咨询委员会委员、前中国驻德国大使卢秋田一行在芜湖市鸠江区区长茆斌的陪



同下对我院进行考察。卢大使一行先后参观了公司的展厅和研发试验场所，对芜湖机器人产业的发展情况进行了深入的了解，并与我院副院长高云峰进行了深入的交流，对我院的工作予以了肯定。

卢秋田先生从事外交工作42年，其中28年是在欧洲度过，曾先后出任中国驻卢森堡、罗马尼亚和德国大使。他对德国高精尖的制造技术一向推崇，认为那是中国制造业未来发展的方向，并大力呼吁中国企业加强跟德国企业的合作。

(综合部—徐俊)

### 我司将于4月18日举办(初级)标准日语培训班

日本作为机器人王国，其机器人产业发展和技术在当今世界较为领先，为方便园区企业管理和技术人员查询和获取日本机器人技术知识，助力我市机器人产业发展，我司将于4月18日面向我市机器人相关企业开办免费日语培训班，截止3月底已有40余人报名参加。

具体安排请参照我司网站(公告栏)中《关于举办“(初级)标准日语培训班”的通知》

(综合部—汪群)

### 三月新闻

●03.03 芜湖市政府副秘书长张东陪同现代重工(中国)自动化系统部副总裁赵昌权莅临我司参观考察；

●03.05 安徽鑫龙自动化有限公司总经理高峰一行莅临我司参观考察；

●03.07 芜湖市政府副秘书长张东陪同长春艾希总经理王立一行莅临我院参观考察；

●03.11 芜湖市发改委高新技术和产业协调科科长洪志强的陪同广州赛宝信息产业技术研究院副总经理王卫东一行到访我司；

●03.12 芜湖市鸠江区经发委主任张上海陪同浙江省人民政府研究室产业发展处副处长吴志鹏一行莅临我院参观指导；

●03.16 中国科学院合肥智能机械研究所孙怡宁教授一行莅临我院参观考察；

●03.16 芜湖市政府副秘书长张东陪同美的集团副总裁李飞德一行莅临我司参观考察；

●03.17 富士康机器人产业调研团莅临我院调研；

●03.18 长沙市雨花区区委常委、长沙雨花经济开发区党工委书记杜旭辉一行莅临我院考察调研；

●03.19 安徽天一重工股份有限公司总经理邵勤总经理一行莅临我司参观考察；

●03.24 山东大陆科技有限公司董事长张永佩一行莅临我司参观考察；

●03.26 安徽工程大学机电学院机器人产业调研团莅临我院参观调研；

●03.27 高云峰副院长参与接待安徽省委李锦斌副书记调研活动；

●03.31 中航工业合肥江航飞机装备有限公司副总经理花家俊莅临我司参观考察；

●03.31，本月我司研发部共有2项发明专利进入实审阶段，8项实用新型专利获得授权。



## 关注机器人检测技术发展, 提升机器人产品质量

——我院重点推进机器人检测技术研究工作

■ 研发部 汤德胜

## 1、我国发展工业机器人的开发与制造技术, 离不开专业测试平台的支持。

(1) 机器人是跨学科多种先进技术的集成, 传统的单学科单项目的检测方法和手段难以满足应用对机器人产品质量的要求;

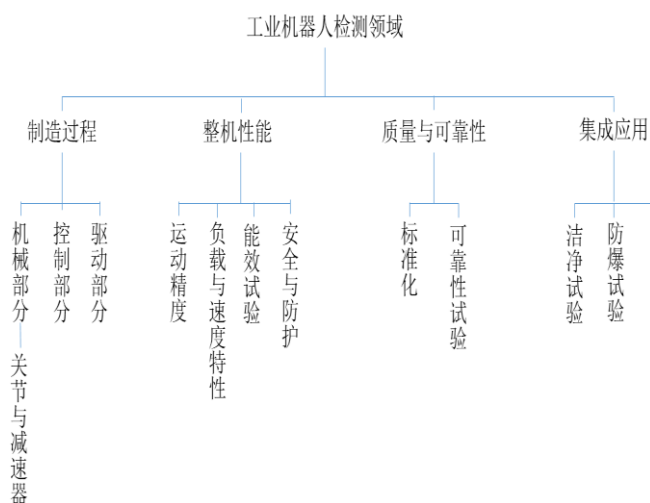
(2) 机器人在工业典型应用中越来越体现过程的质量与稳定性, 对机器人的性能要求也不断提升;

(3) 智能装备领域发展的经验表明, 检测与测试技术的发展对机器人产业水平的提升具有显著的推动作用。

## 2、当前机器人检测测试技术的发展

## (1) 工业机器人检测领域

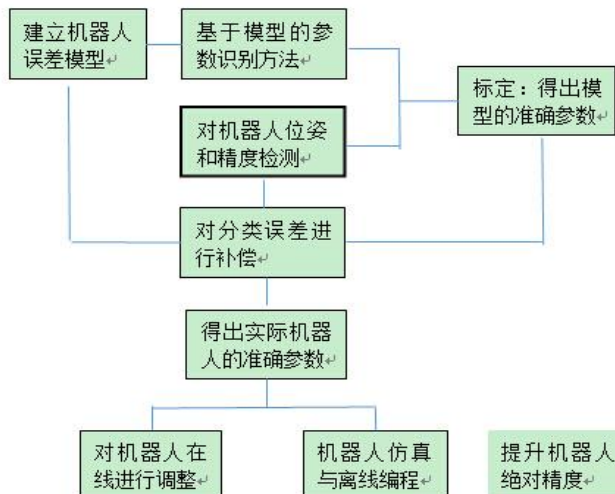
根据 GB/T 12642-2013《工业机器人 性能规范及其试验方法》及 ISO 10218-1-2011《机器人和机器人装置—工业机器人安全要求—第 1 部分: 机器人》等一系列关于工业机器人性能试验与环境安全的要求, 结合主流工业机器人产品特征和应用特点, 列举出当前工业机器人性能检测与试验的主要领域, 如下图:



与西方发达国家及国际主流机器人企业相比, 我国工业机器人检测技术还处于静态、离散型的检测方法, 检测系统完全依赖进口。随着机器人应用的广泛, 对动态性能和环境的适应性成为机器人检测的重点和方向。

## (2) 机器人检测与标定、校准及离线控制

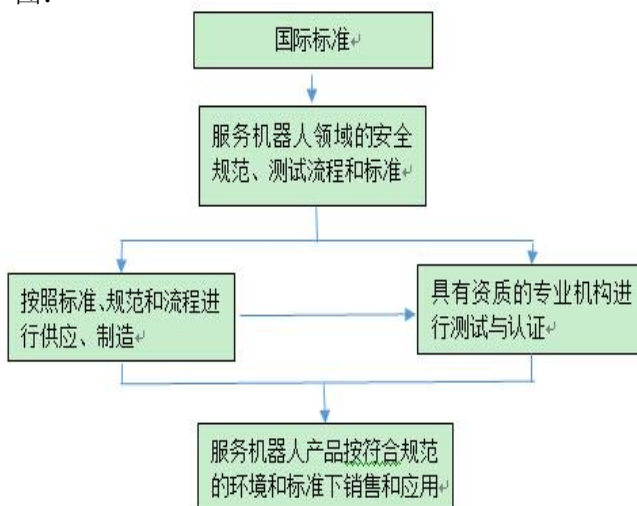
机器人的检测不仅对判断机器人的实际运行性能有着直接的作用, 而且是提升机器人精度的标定方法、精度补偿和机器人离线编程等的必要条件。如下图:



## (3) 安全与认证成为服务机器人的前提和基础

服务机器人作为提供有益于人类健康服务工作的新型机器人, 与工业机器人发展方向不同之处在于, 服务机器人具有与人共处、协作的特性。因此对服务机器人的安全技术和性能进行测试是非常必要的, 也逐步成为服务机器人的基础性技术之一。

国际标准《ISO 13482:2014 Robots and robotic devices -- Safety requirements for personal care robots》的发布在当前服务机器人领域缺乏有效监管的环境下具有开创新意义, 同时也对服务机器人制造商制定了明确的安全与设计的要求, 因此未来对服务机器人产品进行产品测试与认证成为必然。如下图:



## 3、我院在机器人性能测试方面的优势

我院立足于芜湖市国家级机器人产业集聚试点区的优势, 在吸收哈尔滨工业大学机器人领域的最新研究成果的基础上, 发挥作为公共服务平台的示

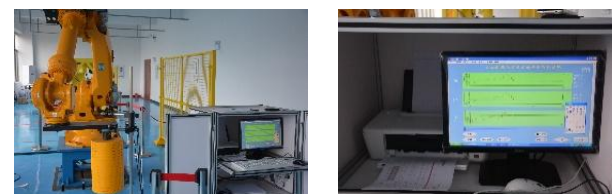
范作用, 建立了适用于工业机器人性能测试及相关技术的平台。

## (1) 检测平台

我院配备激光跟踪仪、高精度三坐标测量机、3D 激光扫描仪和 3D 智能传感器等, 具备对机器人主要零部件、机器人轨迹精度、生产线在线空间进行检测的能力。



用于机器人轨迹精度检测的激光跟踪仪



机器人重复定位精度检测装置

## (2) 研发平台

我院自主开发工业机器人标定技术和机器人控制技术, 与现有的检测平台结合, 为国产机器人的运动精度和综合性能提升提供保障。



自主开发标定技术和控制技术

## (3) 标准化建设

我院利用机器人产业园公共服务平台和机器人信息中心的资源优势, 充分吸收 ISO、IEC 等国际及我国机器人标准化成果, 力争在 3 年内建立机器人及相关系统的测试标准体系, 为产业园区各企事业单位提供标准指导和技术服务。

## 公共研发平台介绍 (一)

■ 研发部 汤德胜

我院建立智能机器人研发平台, 购置行业先进水平的设备仪器和开发软件。本期起将对主要设备和软件进行简要介绍。

## 1、Baxter 双臂机器人

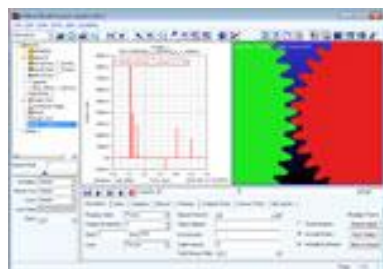


Baxter 是美国 Rethink Robotics 开发的双臂协调作业型机器人, 手臂各 7 个自由度, 面部立体视觉及手爪末端视觉系统。可实现生产线上料、物料分拣等多种任务。其显著特点是较强的适应性和安全性。不仅与人共处成为可能, 而且让用

户无须编程就可以直接“教导”其行为。

我院不仅具备 Baxter 开发的硬件平台, 并且掌握基于机器人开源操作系统 ROS 对机器人硬件、底层控制、进程及通信的管理和功能开发。正在开发的双目立体视觉技术与嵌入式系统相结合, 为 Baxter 等双臂型机器人在空间视觉定位及跟踪方面提供了进一步开发的技术基础。

## 2、Adams 多体动力学软件



Adams 软件由于其领先的

“虚拟样机”理念和技术, 迅速发展成为 CAE 领域中使用范围最广、应用行业最多的机械系统动力学仿真工具, 被广泛应用于航天、航空、汽车等行业, 作为其产品设计研发过程中机械系统动力学性能仿真的平台。

我院配备 Adams 多体动力学软件(Adams Machinery Studio、结构包 Adams Structures Bundle、控制包: Adams Controls Bundle), 借助 Adams 强大的建模、分析以及后处理, 帮助用户建立复杂机械系统的“虚拟样机”, 在虚拟环境下逼真地模拟其各种运动情况, 帮助用户对系统的各种动力学性能进行有效的评估, 获得最优设计方案, 提高产品性能和设计水平、缩短产品开发周期和产品开发成本。



## 研发动态

●面向高速机器人系统的机器视觉技术已完成系统平台的搭建, 并在此基础上开发出机器视觉系统的硬件、图像处理等关键技术, 目前在医用透明输液袋、瓷砖等产品拣选线中进行测试;

●机器人嵌入式立体视觉系统完成项目开发的基本框架和开发步骤, 购置高速相机系统、嵌入式开发板等开发硬件;

●高精度五轴联动打磨机器人项目进入样机试制阶段; 目前已经完成支撑与传动部件的供应商甄选, 控制系统设计方案初步完成。计划 4 月中旬开始组装;

●自动换片系统改造项目进入实施阶段, 计划 6 月份开始安装与预调试。





### 两个国家级机器人检验检测中心将落户上海

**上海经信委网讯：**两个国家级机器人中心——“国家机器人检测与评定中心”和“国家机器人产品质量监督检验中心”将落户上海电器科学研究院。

为了引导我国机器人产业有序健康发展，国家发改委牵头发起成立了国家机器人检测与评定中心“国评中心”是由国家和企业共同设立的集机器人产品/部件认证、检测、校准、标准化工作、培训、技术咨询、人才培养和期刊等信息服务为一体的社会第三方服务机构。“国评中心”的目标任务是，搭建机器人产业的公共服务平台，提高机器人产业标准化工作建设和产品质量，推动国内机器人产业的技术快速、健康、有序发展。

目前“国评中心”由一个总部三个分部构成，总部承建单位是上海电科院，三个分部承建单位分别是广州机械科学研究院、中科院重庆分院和中科院沈阳自动化所。上海电科院将通过一个总投资 3.8 亿元的项目建设两个国家级中心。具体建设内容包括机器人整机性能和安全实验室、机械环境实验室、气候环境实验室、噪声实验室、电磁兼容实验室、电动伺服系统测试实验室、减速器实验室、传感器实验室、控制器实验室、储能实验室和校准实验室等。建成后的“国评中心”总部将会成为具有国际一流水平，覆盖机器人产品检测、标准、认证、技术咨询服务的行业公共服务平台。

### 刘宏教授入选 2014 年国家“百千万人才工程”

**哈工大新闻网讯：**日前，人力资源和社会保障部印发《关于确定 2014 年国家“百千万人才工程”入选人员名单的通知》，哈工大刘宏教授入选 2014 年国家“百千万人才工程”，同时被授予“有突出贡献中青年专家”称号。

### 哈工大机器人产业基地下月开工建设

**中国机器人网讯：**哈南工业新城核心区 2015 年项目开复工动员大会上获悉，哈工大机器人产业基地 4 月末将在哈南工业新城开工建设，总占地面积 7 万平方米，初期拟开展经济型直角坐标机器人、家用服务机器人、工业 agv 等成熟度高、市场前景广阔、附加值高的产品开发生产，至 2017 年将可实现创新产品转化 40 项，实现产值 10 亿元。

### 《新闻联播》聚焦芜湖新兴产业

**芜湖新闻网讯：**3 月 20 日晚，中央电视台《新闻联播》聚焦以芜湖埃夫特为代表的我省新兴产业，认同安徽集聚试点的办法，大力扶持新兴产业，让创新成为经济增长的新动力。

### 埃夫特机器人携新品亮相 SIAF 2015 广州国际工业自动化技术及装备展览会

**中国机器人网讯：**“SIAF 2015 广州国际工业自动化技术及装备展览会”于 2015 年 3 月 9 日—11 日在广州中国进出口商品交易会琶洲展馆隆重举办。埃夫特作为国产机器人的新锐力量，隆重推出 ER130 搬运码垛机器人应用方案、ER10L 卫浴喷釉应用方案、ER3 绘图机器人展示方案、以及 ER50 铸件打磨机器人应用方案。

### 慈星股份联手埃夫特再度布局“机器人”

**中证网：**慈星股份 2 月 28 日晚间公告，拟与安徽埃夫特智能装备有限公司签订合作协议，共同合资组建宁波慈星机器人技术有限公司，以开展埃夫特工业机器人的系统集成和销售业务。

### 顺德百亿打造机器人全产业链

**佛山日报讯：**华南智能机器人创新研究院（下称“研究院”）将于下月挂牌，项目预计投入 20 亿元建设，为顺德区打造珠三角西岸先进装备制造产业带核心区注入最强动力。

按照初步的规划，机器人全产业链的打造总体投资约为 100 亿元，其中 20 亿元作为研究院主体建设资金，10~20 亿元作为孵化及产业金融扶持，50~60 亿元用于产业基地的建设。

目前仅就佛山而言，机器人产业的前景广阔。据初步测算，未来五年内，佛山制造业在机器人、自动化改造投入将达到 3000 亿元，其中机器人本体需求达到 150 万台。而在服务类机器人方面，市场还在培育阶段。

### 刘静小组可变形液态金属基础发现为研制柔性机器开启全新途径

**清华大学网讯：**近日，清华大学医学院生物医学工程系刘静教授小组联合中国科学院理化技术研究所，在《先进材料》上发表了题为“仿生型自驱动液态金属软体动物”的论文，此项研究于世界上首次发现了一种异常独特的现象和机制，即液态金属可在吞食少量物质后以可变形机器形态长时间高速运动，实现了无需外部电力自主运动，从而为研制实用化智能马达、血管机器人、流体泵送系统、柔性执行器乃至更为复杂的液态金属机器人奠定了理论和技术基础。这种液态金属机器人完全摆脱了庞杂的外部电力系统，从而向研制自主独立的柔性机器迈出关键的一步。

### 柯马推出最新研发的机器人产品

**高工机器人网讯：**据柯马中国 CEO 斯蒂芬·赛克透露，柯马现在推出了最新的六轴关节机器人，负载达到 10 公斤、体质紧、高刚性、适合更高精度要求的应用，而且是同级别中最快的机器人。柯马未来规划研发的产品包括载重 3 公斤、工作半径达 1300mm 的并联机器人、载重达 5kg、臂展 600mm 的平面关节式机器人，同时适用于其他小尺寸机器人本体的新型微小控制单元等。

### 美研制出可检测湿度的微生物机器人

**先进制造业网讯：**美国伊利诺伊大学芝加哥分校的科研人员日前将真菌所产生的孢子与石墨量子点结合在了一起，制造出了一种极其微小的生物机器人。该机器人在极端低压和极端低温下具有很强的灵敏度，当湿度发生变化时，能立即得到一个清晰准确的反馈，比目前最先进的人造吸水聚合物制成的传感器快 10 倍以上。该装置可用于环境监测、食品安全等领域。

### 谷歌强生宣布联手开发外科手术机器人

**新浪科技讯：**谷歌和强生于 3 月 28 日宣布，两家公司将合作开发能进行外科手术的机器人。强生发表声明称：“强生旗下医疗设备公司 Ethicon 已经执行了一项最终协议，与谷歌达成了一项战略合作，将与其生命科学团队合作推进外科机器人的开发工作，从而令外科医生、患者和医疗保健体系从中受益。”

### 丹麦 Universal Robots 投入负载能力 3 公斤系列的小型 6 轴多关节机器人

**日刊工业新闻讯：**丹麦 Universal Robots 开始对外销售负载能力 3 公斤的小型 6 轴多关节机器人“UR3”。UR3 系列本体重量 11 公斤，具有轻量、小型的特点。全关节可以进行 360 度的旋转，先端关节可以无限制的旋转，动作范围达到 500 毫米，用于粘合、涂装、压缩、搬运、分类等用途。可与人在同一空间下工作。

### 德国 KUKA 的协调型机器人“LBR IVA”最新版登陆日本市场—7 轴全部安装传感器

**日刊工业新闻讯：**德国 KUKA 生产的协调型机器人“LBR IVA”最新版登陆日本市场。其特点是 7 轴全部安装有力矩传感器，遇到计划外的接触时安全系统会立即停止，可与人在同一空间共同工作。最新版除了以往可搬运质量的 7kg 型外，还新增了 14kg 型。客户企业以汽车领域为主，涵盖各个行业。该产品运行时不需设置安全栅，可节省空间，布局自由性高。力矩传感器可检测力量大小，可胜任细微的工作或检查相关业务。海外已在平板显示屏（FPD）组装、连接器的插入实验中运用。

### 波士顿机器人公司 Rethink Robotics 推出独臂机器人 Sawyer

**新战略机器人网讯：**波士顿机器人公司 Rethink Robotics 推出独臂机器人 Sawyer，体重为 42 磅，能够在 39 英寸的范围内工作，最大的工作负重为 8.8 磅，可变换的方向有 7 个，还配备一个摄像头。机器人 Sawyer 长得很可爱，体重为 42 磅，能够在 39 英寸的范围内工作，最大的工作负重为 8.8 磅，可变换的方向有 7 个，还配备一个摄像头。此外，Sawyer 搭载了定制的 ROS 系统，每四个月提供一次系统升级。

### FANUC 首先发售“协同工作”机器人“CR-35iA”

**日刊工业新闻：**FANUC 将在 25 日发售与人“协同工作”的机器人“CR-35iA”，其特点是无需安全栅即可运行，并以此理念推出“绿色机器人”。其可搬运质量为 35kg，为对应重物搬运的规格。在汽车的最终组装中，以往现场没有配备机器人，今后其表现值得期待。FANUC 如何扩大新体系机器人的销售将受到关注。

CR-35iA 运用传感技术，受到 15kg 左右的力后会自动停止。由于不会对周围工作的人员带来危害，可不需设置安全栅运行。以往的现场由于设置空间不足未能引进机器人，今后可填补这一缺陷，机器人与人在同一环境下的协同工作受到期待。

CR-35iA 的可搬运质量为 35kg，搬运品种包括轮胎、仪表盘、车门等。机器人事业本部长稻叶清典专务强调：“考虑到手的重量，可搬运重量若达不到 35kg 则难以实现重物搬运。CR-35iA 除汽车外，还可能用于机床的制造上”。

为了减少与人接触时的冲击，机器人主体表面覆盖了柔软的树脂类外壳，为了与黄色机器人加以区别，给人安全的印象，外壳颜色采用了绿色。卸下外壳后则是与以往机型相同的黄色机器人。形状和基本操作系统与现有的重物搬运型机器人相差不多。

“为了让现有用户便于使用，开发中重视了一贯的可靠性以及通用性”（稻叶专务）。同时还可适用以往机型中采用的 APP，如与视觉传感器组合的智能化系统等。



绿色机器人：“CR-35iA”





# 未来机器人关键技术研究

机器人是各种各样要素研究和技术的综合产物,涉及非常广泛的领域,人工智能、传感器、识别系统、机构和驱动(执行器)以及它的控制系统、操作系统/中间软件、安全评价、标准化等等都可以说是机器人的核心技术或者基础技术,对机器人技术在产业和社会中的应用起着极其重要的影响。其要素技术今后的研究课题如下:

## ① 人工智能

机器人是根据人的指示和对周围环境的了解进行思考和规划自己的行动的。个人计算机处理能力的提高,使得人工智能技术得到非常广泛的应用,但是,目前还存在许多富于挑战性的课题,例如:

- 1、在人与机器人的会话方面,机器人能够基于已知的信息采用一问一答的对话方式,但是机器人还不能基于对人在会话和指示中文脉和字里行间的喻意进行理解和类推从而形成对答如流的场面,也难以应对未知状况(目前,机器翻译还处于研发状态)。

- 2、机器人能够按照预先设计好的程序进行工作,但是还不能自主地通过识别工艺过程和周边发生的情况更改事先设定好的任务,也难以模仿制造业中熟练操作人员的技巧和手艺进行工作。

- 3、从研究开发资源的集中和提高开发效率的观点出发,人工智能和软件的模块化非常必要(例如,就人脑的机构而言,研究思考系统和反射系统的模块等)。

解决这些课题的思路,一个是通过大数据驱动型人工智能和知识推理型人工智能的深入研究和融合得以解决(例如,通过对大量会话数据中字里行间喻意的学习,以及对未知会话中字里行间喻意的类推,对照已有的知识和现状,能够推断出最佳行动的技术),另一个是对脑型人工智能等技

术的研究开发(例如,对大脑新皮质模型、海马模型、基底核模型等大脑部位模拟的人工智能模块化,以及对模拟大脑信息处理机理的高级智能的开发等)。

## ② 传感和识别技术

机器人通过传感器获取周围环境的信息。传感器由于半导体技术的发展得以廉价、小型化和便于使用。但是还存在以下几方面的问题。

- 1、部分隐蔽或轮廓不清晰的物体难以辨认。

- 2、有时对逆光或阴暗等特定环境下的物体不能识别。另外在狭窄管道内自动行走时需要更高速的图像处理技术。

- 3、在受灾场所利用嗅觉确定人体的位置和从杂乱的声音中获取必要的声音有难度。

- 4、在几个人同时说话时,分辨特定说话人的声音有难度。

- 5、利用触觉识别柔软物等多种物体有难度。

- 6、能够综合室内外多种周围环境数据,即使在没有地图的情况下,也能根据情况柔性识别周围环境。

- 7、不限于语言和动作,能够从脑电波、血流变、脉搏等信息中推测和识别人的意志和情感。

针对解决这些课题,需要开发研究环境学习型视觉传感器、低信号噪声比(SNR)的声音处理识别技术、嗅觉传感器、分布式触觉传感器系统、以及这些传感器的融合系统等。

## ③ 机构、驱动(执行器)、控制技术

这是机器人对外部环境起运动作用的装置(电动机、机械臂等)的技术。现在,伺服电动机的输出自重比已经达到 20 年前的 5 倍,动作精度误差大约为数  $\mu\text{m}$  左右。但是也存在以下课题。

- 1、机器人采用与人同等大小的尺寸和重量,还难以完成既能输出很大的功率又能灵巧运动的作业。

- 2、现在高刚性机构和自由度少的执行机构,还不适应柔性操作。另外,人工筋肉还不适应精确定位作业。

- 3、需要处理一些复杂形状物体和柔软物体,这些处理工作都是日常人完成的,事先无法得到确切的信息。

- 4、机械臂和机械手尽量形成模块化部件。

解决这些课题,需要研发低成本高出力自重比(PWR)的伺服电动机、模仿人关节的多自由度驱动器(执行器)、高分子型轻型人工肌肉、非线性高级系统的柔性控制理论、采用双向控制的通用机械手系统等。

## ④ 操作系统和中间软件等

构成机器人或机器人系统需要采用操作系统(OS)和中间软件等基础软件,将构成机器人的要素技术、部件、机器人本体组织起来。同时,还需要使其具有互换性和提高开发的生产效率。目前还需要解决以下课题:

- 1、为了在识别、推理和自主控制等高级应用程序开发中集中利用有效的资源,开发/系统集成环境、开发工具能够应对今后的要素技术的发展(实际上,是指即使不制作和应用机器人,也能对应用软件进行检验的模拟器、使用方便具有一定程度标准化的操作系统(OS)、中间软件、程序设计语言等)。

- 2、采用不同操作系统(OS)的机器人之间进行对话时,或者给机器人组装新的模块时,机器人及其模块的接口需要标准化。

解决这些课题需要开发能够模拟工作环境的模拟器、以及和模拟器协同的 OS 和中间软件、同时需要研究开能够形成标准的通用 OS 和中间软件。

## ⑤ 安心安全评价和标准

生产机器人和普及应用机器人,都需要安心和安全的技术和方法。机器人目前还存在以下课题。

- 1、由于机器人应用范围的不断扩大,对于预想不到潜在事故风险的评价手法还不够完善。

- 2、对被试验者进行安全性等试验(包含制度)还需要一段时间。

- 3、对机器人收集的个人信息保护,以及机器人个人信息收集(摄影等)规范还不够明确。

- 4、由于人机接口高度发展,需要提高人对机器人的受容性。

- 5、还存在由于未经受权程序的混入等,引起机器人出现误动作或引起恶意数据流出等安全上的风险。

针对解决这些课题,需要研究和制定安全评价、风险预见手段、试验方法和标准,讨论和开发有关对机器人收集信息的处理规则和安全技术。

另外,应用其它领域中技术的课题有:

- 1、需要轻型长期持久的能源。

- 2、需要对重物运动的驱动功率

- 3、对机器人进行远程操作或多台机器人自主协调工作时,不要受到距离的限制。

- 4、完善提供应用卫星定位和传感器等高精度位置信息的环境,能让机器人自己把握现在的位置和存在的障碍物等周围的状况。

- 5、机器人在水中、高温环境、有毒环境下等极限环境下作业时的密封机构、耐热材料、耐腐蚀材料等技术,需要在其它领域得到进一步的研究和开发。

■ 编译 张炜

★ 摘自日本《机器人新战略》

## 1、研究意义

在全球制造模式变革的大潮中,中国面临着从制造大国到制造强国的转变,制造业转型升级离不开机器人产业的支撑。从国内角度来说,由于劳动力结构性短缺,制造业劳动力成本迅速上升,制造行业对“机器人换人”的需求与日俱增。进而,机器人的应用领域也在逐步扩大,从对机器人精度要求比较低的搬运、喷涂等应用扩展到对精度要求较高的应用,比如焊机、机加工。然而,工业机器人拥有较高的重复精度,其绝对精度却很低。

工业机器人定位误差的来源可以分为两大类:几何误差和非几何误差。其中几何误差是由机器人几何结构参数偏差引起的。非几何误差来源于关节与杆件在自身重力和外部负载下的变形(弹性变形),齿轮传动误差,关节间隙以及温度影响。其中几何误差和非几何误差中的关节以及杆件弹性变形占机器人总误差的 95% 左右。

提高工业机器人绝对精度的一个方法就是提高机器人零部件的设计,加工和装配精度。但是这个方法需要高精度的加工技术和条件,成本很高,并且对由机器人机械磨损以及原件性能降低等引起的误差无能为力。另一种方法就是通过软件方法来提高工业机器人的绝对精度,即标定。这种方法是应用先进的测

量手段和给予模型的参数识别方法辨识出机器人准确的模型参数,通过采取附加控制算法或者修改原控制器算法来补偿机器人误差,从而提高机器人绝对精度的过程。标定方法是通过机器人误差补偿提高工业机器人绝对精度的良好途径,并且成本较低。

## 2、标定算法

为了满足工业对机器人高精度的要求,本文通过同时标定机器人几何参数标定与辨识非线性关节刚度来同时补偿机器人的主要误差,即几何误差与关节顺应误差。现有研究报告中指出机器人关节刚度是非线性的。利用激光跟踪仪测量机器人在同一位姿不同负载下的末端位置,通过线性拟合确定末端位置变化与负载重力的关系,由此关系可以推导出关节弹性变形与力矩(torque)的关系,进而确定关节刚度的非线性模型。拟给出力矩结点,对关节刚度非线性模型分段线性化(图 1)。次线性化过程中每个关节产生三个非几何参数,关节刚度  $K_0$  和  $K_1$ , 力矩节点  $\tau_0$ 。建立同时包含几何误差与关节顺应误差的混合误差模型,利用遗传算法与最小二乘法相结合的方式可以实现同时标定几何参数与定义的非几何参数。此算法如图 2 所示。其中遗传算法找到最优力矩节点  $\tau_0$ , 根据此力矩节点最小二乘法给出关节刚度及几何参数。

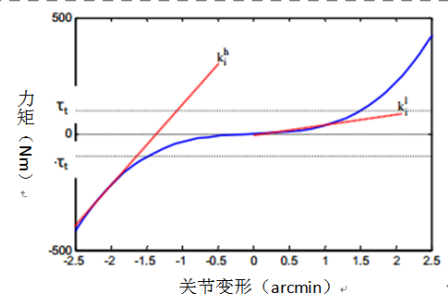


图 1 关节变形与力矩关系线性化

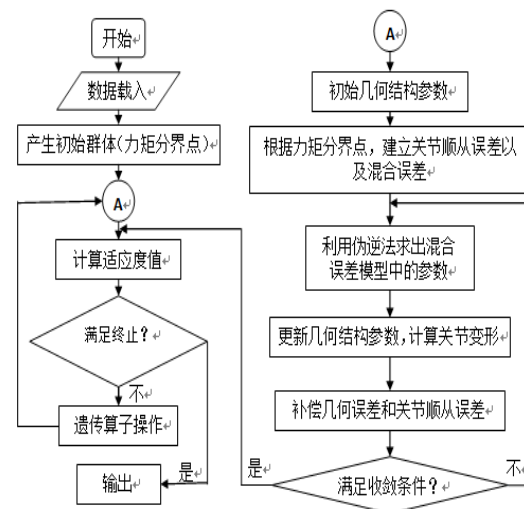


图 2 同时标定几何参数与非线性关节刚度算法





# 2015 全国机械工程博士生学术论坛专家风采

（排名不分先后）



甄良，哈尔滨工业大学教授，博导，长江学者奖励计划特聘教授。哈尔滨工业大学校长助理、研究生院常务副院长。兼任中国机械工程学会材料分会副理事长，中国材料研究学会青年委员会常务理事。2003 年获中国机械工程学会热处理学会“周志宏奖”。2005 年入选教育部新世纪优秀人才支持计划，同年获黑龙江省杰出青年基金资助，2012 年获聘教育部长江学者特聘教授，美国材料研究会（MRS）会员，中国材料研究会青年委员会理事，哈尔滨市金属学会理事。



孙立宁，苏州大学教授，博导，长江学者奖励计划特聘教授，苏州大学特聘教授，苏州大学机电学院院长，江苏省先进机器人技术重点实验室主任，苏州博实机器人技术有限公司董事长。国家杰出青年基金获得者。机器人技术与系统国家重点实验室副主任、国家“十五”863 计划先进制造及自动化领域机器人技术主题专家组成员、MEMS 重大专项总体组组长、国家“十一五”863 计划先进制造技术领域专家组成员、中国微米纳米技术学会常务理事、中国机械工程学会微纳米制造技术分会副主任委员、中国机电一体化协会副理事长、中国宇航学会机器人专业委员会主任委员、中国自动化学会机器人委员会副主任委员。多年来主要从事纳米微驱动及微纳操作机器人、医疗与康复机器人、微小型与仿生机器人等主要研究，主持并完成国家自然科学基金、国家 863 计划、973 计划、国家重大专项和省部级重点科研项目 20 余项。获得国家及省部级奖励 10 项，其中，国家技术发明二等奖 1 项，国家科技进步二等奖 1 项，省部级一等奖 4 项和二等奖 4 项。发表学术论文 200 余篇，授权发明专利 24 项，获第九届中国青年科技奖、第五届黑龙江省青年科技奖、全国高等学校优秀骨干教师、国防科工委属高等学校优秀教师，2001 年获国务院政府特殊津贴。



赵学增，哈尔滨工业大学教授，博导，哈尔滨工业大学机电工程学院副院长，中国计量测试协会“计量仪器”专业委员会，中国纳米标准化技术委员会委员，哈尔滨市青年科技工作者协会副主席、理工分会主席。1990 年获省高校科技开发先进个人，所领导的课题组荣获部七五攻关优秀课题组。1993 年被授予部级有突出贡献优秀中青年专家。1994 年被批准享受政府特殊津贴。1998 年获哈尔滨市和黑龙江省“青年科技奖”，2004 年获全国工程硕士研究生教育工作贡献奖，2006 年获全国百名“做出贡献的工程硕士学位获得者”导师，2006 年获“黑龙江省优秀硕士学位论文”指导教师。2002 年受教育部委派，在美国国家标准和技术研究院（NIST）做高级访问学者一年。主要从事检测技术、传感技术和计算机应用技术的的教学和教学工作。先后主持完成 21 项科研项目，其中主持完成国家自然科学基金项目 2 项，获省部科技进步三等奖 2 项。在国际、国内杂志上发表学术论文 141 篇，其中被 SCI、EI 检索 47 篇，获得专利 7 项。



王武义，哈尔滨工业大学教授，博导，哈尔滨工业大学机电工程学院机电控制及自动化系任副主任。多年来一直从事光机电一体化技术和超声波应用技术的科研工作，负责和参加科研项目 20 余项，其中负责项目 7 项，参加项目 13 项，科研总经费 500 多万元。这些项目中，有“国家自然科学基金”二项；“省公关”一项，已于 2006 年 6 月通过省级鉴定，2007 年获得省高校科学技术三等奖；总装预研二项；总装“921”工程一项。负责的“LR 型流量传感器的研制”项目获得省科技进步三等奖，排名第一；参加了石油行业检定规程的制定，该规程现在仍在执行。发表学术论文近 20 篇，已经被 SCI 收录 1 篇引频 3 次，被 EI 收录 10 篇；申请发明专利一项，排名第二，实用新型专利批准一项、申请受理一项。



吴伟国，教授，博导，哈尔滨工业大学机电工程学院机械设计及理论系副主任。日本名古屋大学微系统工学博士后研究员。1991 年、1995 年在哈工大先后获机械学学科工学硕士、机电控制及自动化学科工学博士学位；1991 年 4 月 11 日留校任教，1998 年 1 月、2003 年 8 月、2005 年 4 月先后被评为副教授、教授、博士生导师。发表内容独立的论文（自然科学类）70 余篇，已获授权发明专利 15 项，获航天工业总公司部级科技进步一等奖、二等奖（第二获奖者）各 1 项；获 863 智能机器人机构网开放实验室优秀成果奖、一等奖各一项。



李瑞峰，哈尔滨工业大学教授，博导，哈尔滨工业大学机器人研究所副所长，哈工大芜湖机器人产业技术研究院常务副院长。先后作为项目负责人承担多项国家自然科学基金和国家 863 计划机器人项目的研发工作，目前正在承担国家数控重大专项中的工业机器人产业化项目。2001 年获得 863 机器人主题十五周年先进个人，863 机器人产业化基地建设获山东省科技进步二等奖，工业机器人产业化项目获汽车工业协会科技进步一等奖，智能服务机器人获黑龙江省科技进步二等余奖。发表论文 70 篇，获得发明专利 8 项。



富宏亚，哈尔滨工业大学教授，博导，哈尔滨工业大学机电工程学院机械制造及自动化系副主任。近年来先后完成和正在承担国家自然科学基金项目、总装备部预先研究项目、国防科工委基础科研项目、“高档机床与基础制造装备”科技重大专项、面向航天、航空的科研合作项目等 20 余项。在纤维缠绕成型技术、开放式数控技术、重型机床精密驱动技术、纤维自动铺放技术等方面取得多项成果。获航天工业科技进步 2 等奖 2 项，省科技进步 3 等奖 1 项，主编、参编手册、教材 5 部。



许德章，安徽工程大学机械与汽车工程学院院长，教授，博士。中国自动化学会机器人专业委员会(第五届)委员；中国人工智能学会智能机器人专业委员会委员；中国仪器仪表学会传感器分会理事；“先进数控和伺服驱动技术”安徽省重点实验室主任；安徽省计量测试学会理事；国家 863 计划评审专家；国家自然科学基金评审专家；教育部长江学者评审专家。主持科研项目 8 项，其中国家 863 计划 1 项，国家自然科学基金 1 项，省科技攻关计划和省自然科学基金各 1 项。参加包括国家自然科学基金重点项目、国家 863 计划等研究项目 5 项。获得省级科技成果 2 项，获安徽省教育厅科技进步三等奖 1 项。在国内外学术期刊上发表论文 40 余篇，其中被 SCI 收录 1 篇、被 EI 收录 4 篇。申请专利 8 件，其中发明专利 3 件、实用新型专利 4 件、外观专利 1 件。



高云峰，哈尔滨工业大学机器人技术与系统国家重点实验室副研究员，哈工大芜湖机器人产业技术研究院副院长，芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司总经理，芜湖市第十二届政协委员。主要从事智能机器人关键技术、特种机器人技术和自动化装备研制。承担国家自然科学基金项目 3 项，国家“863”项目 2 项，国家科技支撑项目 3 项；完成 30 余项工厂自动化设备研制项目；参加编写教材 2 本、参编专著 3 部。获得省部级科研奖励 3 项，发表科研论文 20 余篇，获发明专利 12 项，培养研究生 25 名。



高洪，教授，博士，硕士生导师。2007 年 6 月在合肥工业大学机械与汽车工程学院博士毕业，安徽工程大学第 3 届、第 4 届、第 5 届、第 6 届、第 7 届和第 8 届学术骨干，机械与汽车工程学院副院长。安徽省汽车零部件标准化技术委员会第一届副主任委员；第六届和第七届中国人工智能学会会员；第三届中国机械工业教育协会车辆工程学科教育委员会委员；安徽省汽车行业专家委员会专家；安徽省机械工程学会机械工业自动化专委会副秘书长。已发表学术论文 46 篇。已获授权专利 17 项。主持 2009~2010 年度安徽省自然科学基金面上项目 1 项、省高校自然科学基金项目 1 项，2012 年度芜湖市科技计划项目 1 项；参加国家自然科学基金项目 2 项、省厅级科研项目多项。主持 2009 年省级人才培养模式创新实验区——车辆工程专业校企合作应用型人才培养模式创新实验区项目 1 项；为 2011 安徽省质量工程项目——卓越工程师计划；参加的教研项目“培养创新能力的机械设计系列课程体系与内容的研究”获安徽省教育厅颁发的省级教学成果奖一等奖；副主编教材 2 部。



徐向荣，教授，1986 年研究生毕业于北京科技大学机器人研究所，1999 年获韩国昌原国立大学博士，并被聘为客座教授，2000-2002 年在美国普渡大学担任博士后研究员。2002-2012 在美国佛罗里达州立大学工作，担任研究员。主要研究方向：机器人，无人机和无人车动力学、路径规划，生物力学，机械设计等。承担和参加多项美国国家航空航天局(NASA)、美国国家科学基金会(NSF)项目以及中国科技部中欧政府间科技合作项目，国家自然科学基金国际合作项目的研究，在国内外学术刊物和国际会议上发表论文 100 多篇，其中被 SCI 和 EI 收录 50 多篇，现为安徽工业大学教授。



张炜，高级工程师，哈工大芜湖机器人产业技术研究院资深专家，曾任《机器人技术与应用》杂志社编辑、编委会成员。在我院主要从事服务机器人技术研发和机器人情报信息管理工作。曾研制采用国产小规模电路的微型计算机，与七机部 771 所合作设计和研制了工业控制微型计算机和用于教学实验的微型计算机，设计的数字显示器电路曾成功的应用于我国在太平洋回收卫星的设备上（西安晶体管厂）。2010 年与西安超人雕塑研究院合作，担任上海世博会陕西馆高仿真智能机器人“唐明皇与杨贵妃”制作项目总工程师。在《机器人技术与应用》杂志发表过 30 多篇译介日本先进机器人前沿技术的文章。



曹维清，哈尔滨工业大学机械电子工程专业优秀博士、新加坡国立大学博士后，哈工大芜湖机器人产业技术研究院技术总监。主要从事工业机器人技术、智能机器人技术、多传感信息融合和智能检测。参与研究类项目 10 余项，包含国家自然科学基金、国家“863”计划、国家重大专项，新加坡国防部国家实验室(DSO)项目，新加坡教育部(MOE)基金项目，新加坡多媒体发展局(MDA)等科研项目。共发表论文 14 篇，其中第一作者 SCI 文章 1 篇，EI 文章 5 篇，核心 3 篇，参与 SCI 文章 4 篇，EI 文章 1 篇，软件著作权 1 项，申请发明专利 9 项。获得第九届中国智能机器人学术会议优秀论文奖。





**朱世强**，浙江大学教授，博导。现任浙江大学校长助理，浙江大学机器人研究中心主任，浙江大学海洋学院党委书记，国家智能家用服务机器人标准化专家组成员和国际 IEC 家用服务机器人标准化委员会专家组成员。朱世强教授既有丰富的教学科研经历，又有宝贵的实践和管理经验。长期从事机器人理论与技术的研究工作，在机器人基础理论研究和机器人产业化方面取得显著成效，先后开发成功我国第一台具有完全自主知识产权的家用自主吸尘机器人并成功实现产业化，主持设计并完成了“钱江一号”六自由度焊接机器人的开发，并成功应用于工业现场。先后承担过多项国家自然科学基金、国家“863”、浙江省自然科学基金等科研攻关项目。在国内外发表学术论文 100 余篇，出版专著一部，获国家专利 20 余项。朱世强教授还先后担任过浙江省慈溪市副市长和舟山市副市长，在产学研合作方面具有丰富的实践经验，目前还担任浙江省机器人技术与产业联盟理事长，杭州市机器人联盟理事长，浙江省产学研合作促进会副会长等职。



**原魁**，1982 年 2 月获哈尔滨船舶工程学院工学学士学位；1985 年 3 月和 1988 年 9 月分获日本九州大学工学硕士与工学博士学位。现为中科院自动化所高新技术创新中心主任，研究员，博士生导师。在智能机器人，智能传感与智能信息处理技术，智能型康复辅具等方面的研究工作取得了比较显著的成绩，先后承担了包括国家 863 计划、自然科学基金、中英国际合作项目、中科院“科技助残计划”、总装预研项目在内的科研项目 20 余项，发表论文 150 余篇、出版专著与译著 4 部、申请发明专利 20 余项。曾为国家“863”计划智能机器人主题专家组成员，国家科技进步奖专业评审组成员与评审委员会委员，北京市科技进步奖专业评审组成员。现为自动化学会机器人竞赛工作委员会副主任，机器人学会专业委员会委员，智能自动化专业委员会委员；康复工程学会委员；人工智能学会智能机器人学会理事，北京市人工智能学会监事长；国务院特殊津贴专家。



**孙怡宁**，中国科学院合肥物质科学研究院运动与健康信息技术研究室研究员、学术带头人、中国科学技术大学博士生导师，全国体育标准化委员会委员、国家临床营养技术创新联盟副主席、全国仪器仪表行业协会专家组成员、体育总局智能健身器械专家组长、安徽省体育科学学会副理事长、安徽省运动生物力学专业委员会主委、安徽省两化融合专项咨询专家组长。在机器人信息感知控制方向，先后主持或参加了多项国家863智能机器人主题和国家自然科学基金课题；在运动力学信息获取与人体行为分析方向，承担了多项国家科技支撑计划和国家体育总局奥运科技攻关项目。主持研发了多维力敏、柔性力敏等200多种传感器以及空气微生物采样机器人、微创手术机器人等高端仪器均已实现批量生产，市场反响良好。获得多项国家和省部级科技奖励（其中以第一完成人获得国家技术发明二等奖、安徽省科技进步一等奖各1项，2001年获得国家863计划智能机器人领域先进个人称号），获得授权发明专利72项、在国内外学术期刊发表学术论文100多篇。



**王志良**，教授/博导，国家二级教授、享受国务院特殊津贴专家。北京科技大学首席教授，物联网系主任。中国智慧城市产业联盟副理事长，北京物联网研究会理事长，北京市物联网产业规划首席科学家。国家重大专项（物联网）总体组专家。民政部养老服务业发展专家委员会委员，国家信息惠民工程建设指导专家。主要研究领域：智能机器人、智慧城市、智慧社区和智慧养老。主持完成国家自然科学基金项目，国家 863 项目、国家攻关项目等多项科研项目。指导博士，硕士研究生六十多人，发表学术专著 20 部，合著 2 部，获得国家教学成果二等奖和部级科技奖各一项。目前，主要研究领域为物联网技术，已出版了《情感机器人技术》、《双足不行机器人制作技术》、《人工心理》、《物联网：现在与未来》、《物联网工程概论》、《物联网知识体系与课程规划》、《物联网工程实训教程》、《物联网导论》等物联网相关著作。并被许多高校选为专业教材。



**李充宁**，教授，硕士生导师，天津职业技术师范大学现代机械设计研究所所长，天津机械工程学学会生产工程分会理事，机械工业减速电机标准化技术委员会委员，中国机械工程学学会机械传动分会委员，中国机械工程学学会高级会员。长期从事机械学方面的教学和科研工作，主要专注于机械 CAD/CAE/CAM 技术和新型机械传动技术研究。发表学术论文 50 多篇，其中被 EI 收录 2 篇。参加编写了工程技术专著《机械无级变速器》。曾开发研制了“圆弧齿针 2K-V 型传动装置”、“清罐机器人装置”和“医疗手术用水刀”等，重点钻研高精度行星传动装置的设计、研制和试验测试等。曾主持并完成天津市自然科学基金重点项目、天津市科技攻关重点项目等多项省部级科研项目，参加并完成了国家“863”计划重大项目课题“工业机器人高精度高效率减速器开发”、国家自然科学基金项目等多项纵向和横向科研项目，获国家专利 10 多项，研究成果“储油罐油泥清理机器人”获得天津市科技进步三等奖、“机器人用精密 2K-V 型减速机产品开发”获得天津市科技进步二等奖。



**赵言正**，博士，教授/博导，上海交通大学机器人研究所副所长。先后参加和主持了四项国家 863 高技术计划课题、两项黑龙江省攻关课题，这些课题均通过了省部级以上鉴定，并获国家科技进步三等奖一项，省部级科技进步一等奖两项、二等奖一项。主要研究方向为负压吸附式和永磁吸附式壁面移动机器人技术。发表论文三十多篇。2000 年获黑龙江省青年科技奖，2001 年获黑龙江省留学归国人员报国奖。2002 年 8 月调入上海交通大学机器人研究所工作。研究方向：特种机器人。主要科研成果有：壁面爬行遥控检查机器人，喷砂、喷漆履带式磁吸附爬壁机器人，锅炉水冷壁排管清扫，检测爬壁机器人，壁面清洗爬壁机器人，中国菜肴自动烹饪机器人。



**刘智慧**，1988 年毕业于哈尔滨工业大学，机械工程系。任职北京航天部，研究飞航导弹发动机。1999 年毕业于美国托莱多大学，机械工程硕士。进入美国汽车行业，先后在美系和日系的一级供应商和主机厂，从事汽车零部件开发和整合集成工作。2010 年回国，加盟奇瑞汽车股份有限公司，先后担任内外饰方向总工程师，动总集成研究院院长，内外饰技术研究院副院长。受聘奇瑞大学兼职讲师，江苏大学兼职教授，安徽工程大学兼职教授和硕士研究生导师。授课方向，尺寸工程（GD&T）资质证书，美国注册职业工程师，美国 ASME 认证 GD&T 专家。



**高学山**，工学博士，教授，博士生导师。IEEE 会员、中国机械工程学学会高级会员。福建省闽江学者讲座教授、苏州大学兼职教授。国家自然科学基金项目网评专家、国家留学基金评审专家、国家博士后基金评审专家、国家 863 计划项目评审专家以及部分省市科技项目评审专家。在国内外机器人学重要期刊和国际会议上发表学术论文 100 余篇，其中被 SCI、EI 检索 80 余篇。以第一发明人申请国家发明专利近 30 项，获得授权近 20 项，编著 1 部。负责承担了国家自然科学基金、国家 863 计划重大项目、总装 973 项目、国防基础科研项目等多项国家科研课题。现主要开展的科研方向有进化仿生机器人、两轮非稳定移动机器人、壁面仿生移动机器人、工业机器人以及医疗康复机器人等。现为国家科技部“十二五”期间先进制造领域的“仿人机器人”重大项目的首席科学家。



**张三川**，教授、博士，郑州大学机械工程学院车辆工程学科主任，机械工程河南省重点学科学术带头人。研究领域：车辆被动安全设计、超微型电动汽车、汽车零部件载能束抗疲劳制造等。先后完成国家科技支撑计划项目 2 项，完成省部级重点科技项目 15 项，获省部级科技成果奖励二等奖、三等奖各 1 项，发表学术论文 60 余篇。



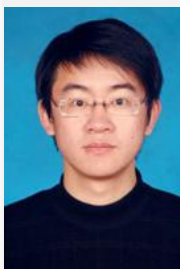
**梅江平**，天津大学副教授、博导，天津市首批创新人才推进计划一中青年科技创新领军人才，安徽工业大学客座教授，IEEE 会员；中国机械工程学学会高级会员；天津市机器人产业技术创新战略联盟副秘书长。主持 863、04 重大专项、国家自然科学基金项目、天津市重大科技支撑等国家及省部级项目 7 项。发表 SCI/EI 检索论文 25 篇，授权发明专利 21，软件著作权 2 项。研制出 2-4 自由度高速并联机器人、5 自由度混联机器人及重载搬运机器人等系列机器人产品。近几年来先后创办了天津市智控机电设备技术有限公司、辰星（天津）自动化设备有限公司和瑞思（天津）有限公司。



**侯卫国**，工业和信息化部电子第五研究所高级工程师，北京航空航天大学可靠性系统工程学博士、华南理工大学博士后，现任芜湖赛宝机器人产业技术研究院有限公司法人代表、总经理，主要从事工业产品质量与可靠性技术研究。先后承担 10 余项国家技术基础研究课题，荣获省部级奖励 2 项，三等功 2 次，嘉奖 1 次，先后承担广东省高端装备质量与可靠性共性技术服务平台、广东省电子产品质量与可靠性重点实验室建设项目，在电子信息产品质量与可靠性共性技术方面积累了丰富的基础理论和实践经验。2009 年以来，在国内外发表可靠性、质量管理专业相关论文 30 余篇，其中 SCI 收录 7 篇，EI15 篇，授权发明专利 10 项，第一发明设计人 5 项。



**许礼进**，安徽埃夫特智能装备有限公司总经理，高级工程师，MBA 硕士学位，1998 年毕业于南昌大学。历任奇瑞汽车股份有限公司设备部部长、安徽省设备管理协会常务理事、中国设备管理协会、中国全面生产设备维护委员会委员、中国设备工程专家库高级专家、第一届全国汽车行业设备管理理事会副理事长、中国机器人产业创新联盟副主席、安徽省战略新兴产业领军人才。2007 年开始带领团队研制工业机器人，已成功开发出 13 款机器人，形成产业化规模制造，产品主要应用于汽车、家电、精密制造、洁具等行业。先后获得国家科技进步奖 1 项、全国技术创新成果 1 项、承担国家项目 5 项、省级科技进步奖 1 项、市级科技进步奖 2 项、发表论文 30 余篇，带领团队获安徽省“115”产业创新团队。



**游玮**，高级工程师，安徽埃夫特智能装备有限公司机器人事业部总工程师，哈尔滨工业大学博士毕业。作为技术负责人完成电动式垂直关节型工业点焊机器人 ER165C-C10，完成工业机器人设计分析体系建立，控制系统体系建立，通过省级科技成果鉴定，获得芜湖市科技进步二等奖。近几年来发表有关机器人方面的论文 10 余篇，其中 SCI 收录 3 篇，EI 收录 9 余篇，申请专利 4 项。并任国际机器人学术期刊《Industrial robot, an international journal》，《Recent Patents on Electrical Engineering》，《Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C》特约审稿人。



**马军**，高级工程师，芜湖赛宝机器人产业技术研究院副总工程师。主要研究方向为信息工程、电磁场应用、电子测控技术。主要研究成果有：1)《便携式机载电子设备天线发射性能自动监测仪》研制成功荣获军队科技创新三等奖；2)《KT-1 型电话直线信号采集计费系统》投入市场使用；3)研制 x 型飞机语音告警设备，无线电罗盘，四型导弹发射架、通讯计算机、短波电台、通讯转换装置等机载设备的地面大修检查设备，全部投入使用；4)防爆级别本安型可视化井下救援系统核心计算机板的研制并投入使用。