

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5期 总第17期 2016年5月12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：徐俊

编辑：方园

编委：曹维清、陈健、李超、万立浩、汤德胜

导读：

第一版：公司新闻

第二版：研发与应用

第三版：行业动态

第四版：技术园地

在2016机械工程全国博士生学术论坛上的讲话

—哈工大芜湖机器人产业技术研究院常务副院长李瑞峰



尊敬的潘市长、邓校长、刘校长、各位领导、专家、企业家和博士生代表们：

大家上午好！我是李瑞峰，首先感谢芜湖市为大家搭建了这样一个全国机械工程专业博士生与各位专家和企业家交流的机会。芜湖市是国家发改委、财政部唯一批复的机器人产业集聚试点区域城市，工业基础好，门类齐全，在国内最早与哈工大合作开发研制六关节机器人，有着很好的产业发展环境。在过去的2015年，埃夫特六关节机器人已实现销量1200台，在国内处于领先的地位；在建的机器人产业园已落户企业50多家，涉及机器人核心零部件、机器人本体和机器人系统集成全产业链。在全国几十家的产业园区里也创造了很多的意义，而且打造了非常好的一个机器人产业文化，我们今

的论坛也能体会到这个特性。

回首2007年，奇瑞装备公司与哈工大就工业机器人领域的合作签订战略合作协议，双方在工业机器人领域开展技术开发与人才培养的合作；2008年，国内首台重载165kg点焊机器人研制成功，开启了芜湖市与哈工大合作的第一阶段，直到2013年，埃夫特机器人成为国内六关节机器人本体的最大制造商，蔡鹤皋院士工作站芜湖成立，双方的产学研合作结出了丰硕的果实。

2014年7月8日，芜湖市与哈工大共建的芜湖哈特机器人产业技术研究院在芜湖市鸠江区正式挂牌，开启了双方进一步深化合作的征程，在芜湖市各级政府部门的大力支持下，经过近两年的建设与发展，已基本建设完成面向行业应用和产业需求的公共技术平台，业务涵盖机器人前瞻技术和关键技术研究、关键技术人才培养和公共服务等领域。目前哈特研究院已成为安徽省首批11家新型研发机构之一，取得国家项目1项，省级项目2项，市重大科技项目1项；申请发明专利和实用新型专利各15项，已获授权发明专利3项，实用新型专利12项；同时通过哈工大的平台，正在为芜湖市培养博士

生、在职工程硕士。目前哈特研究院团队人数已达50多人，由博士和硕士组成的高层次的技术研发团队。哈特研究院已经建设成为哈工大机器人研究所在南方的产学研应用基地。

2016年，哈特研究院将继续大力推进机器人前瞻技术和关键技术研究、推进机器人及其相关技术的集成应用，加强品牌建设和市场推广，推进新型研发机构的建设，在芜湖，这片激情四射、创新创造的热土上，成就中国的机器人产业梦想！

今年，是芜湖市与哈工大正式开展合作的第十年，十年合作创新路，为芜湖市带来了一个重点发展的战略性新兴产业——机器人产业。今天，国内机械工程行业专家、芜湖市的知名企业家和知名高校的博士生共300余人齐聚江城芜湖，感受芜湖科技创新与开放合作的文化，这也是一种产业的集聚、人才的集聚，必将为芜湖市的战略性新兴产业发展带来更多的资源。

最后，希望博士生论坛能够在芜湖越办越好，预祝2016年机械工程全国博士生学术论坛成功举办。

哈尔滨工业大学副校长郭斌教授一行莅临哈特研究院参观调研

5月3日下午，哈尔滨工业大学副校长郭斌教授在哈尔滨工业大学资产管理有限责任公司董事长杨庆海、科学与工业技术研究院院长路忠峰、校办主任许鹏、资产管理有限责任公司副总经理曲建奇等领导的陪同下，莅临哈工大芜湖机器人产业技术研究院参观调研。芜湖市人民政府副秘书长张东，研究院院长赵杰、副院长高云峰在研究院接待了郭斌副校长一行。

郭斌副校长一行参观了研究院的服务机器人展厅和工业机器人研发试验场，并与研究院的工程师进行了交流。在研究院会议室，高云峰副院长首先向学校领导汇报了芜湖研究院成立两年以来的整体运行情况和取得的成绩，重点介绍了研究院在机器人前瞻技术研究方面的布局以及科技成果转化和公共服务方面所开展

的工作和取得的成绩。

张东副秘书长向郭斌副校长一行详细介绍了芜湖机器人产业发展情况和芜湖市对哈特研究院的支持情况，并希望哈工大能够为芜湖市的机器人发展提供更多的人才、技术和产业方面的支持。

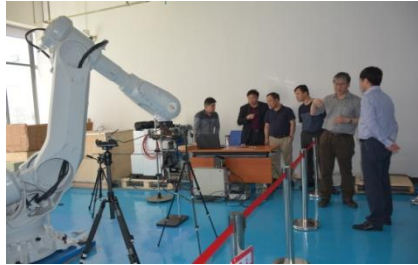
郭斌副校长指出，哈特研究院能够在两年的时间里发展到今天的规模，离不开芜湖市的大力支持，双方的合作在模式方面取得了一定的创新。首先，研究院定位比较准确，技术布局也做的比较好，在按市场机制运作的基础上，保持了研究院的性质，同时也支持了当地产业的发展和兼顾了自身的发展；其次，研究院发展比较迅速，总体发展速度还是比较快的，从芜湖市周边经济发展环境来看，还是很有发展空间；最后，在芜湖市对战略性新兴产业的大力支持下，相信哈特研究院会越

办越好，学校也会一如既往的对研究院的发展提供持续的支持。

交流期间，对哈特研究院的股权改革、与哈工大相关企业的联动交流与合作以及校企协同育人等方面也进行了深入的沟通，相关领导在会上也分别进行了发言。

5月3日晚，芜湖市委副书记、市长潘朝晖会见了郭斌副校长一行。

(综合部-徐俊)



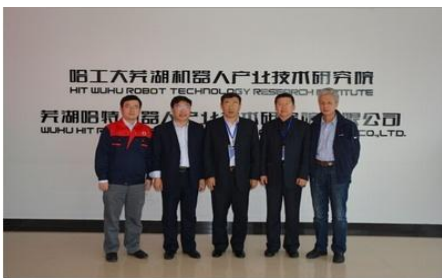
郭斌副校长与研究院的工程师进行交流

哈尔滨工业大学副校长邓宗全教授一行莅临哈特研究院参观考察

4月8日下午，哈尔滨工业大学副校长邓宗全教授在机电工程学院副院长王振龙教授的陪同下，莅临哈工大芜湖机器人产业技术研究院参观考察，研究院高云峰副院长向邓校长介绍了研究院在机器人前瞻技术研究和产业应用关键技术研究方面的工作，以及成立以来所取得的成绩。

邓宗全副校长对研究院所取得的成绩给予了充分的肯定，希望研究院充分利用哈尔滨工业大学的人才和技术优势，搭建芜湖与哈工大人才与技术沟通的桥梁，在芜湖市的大力支持下，力争实现新的跨越，将研究院打造成为国内一流的机器人技术产学研基地，更好的服务于芜湖机器人产业的发展。

(综合部-方园)



邓宗全副校长(中)

4月9日下午，受安徽省机器人产业技术创新战略联盟、芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司和芜湖滨江智能装备产业发展有限公司共同邀请，清华大学计算机系博导、中国自动化学会理事、中国自动化学会智能自动化专业委员会主任邓志东教授在芜湖海螺国际大酒店举办了《人工智能前沿研究&产业发展趋势》讲座。国家芜湖机器人产业集聚区相关企业的30余名机器人领域的研发技术人员参加了此次讲座。

邓教授围绕人工智能前沿研究和产业发展趋势进行了深入浅出的系统讲解，讲座的主要内容包括以下几个部分：

1. 讲述了深度学习是AI的最新突破，并从神经网络切入，对其两种不同技术路线进行详细讲解。

(1) 介绍了Deep CNN (Deep Convolutional Neural Network)——深度卷积神经网络，并称其为大数据下的感知智能，赞其为迄今能最好地模拟生物视觉通路的仿真模型。

(2) 对前沿研究——“举一反三”的认知智能进行了讲述，并延伸到弱人工智能的产业发展趋势介绍。

2. 对Roomba家庭清扫机器人、Pepper情感陪护机器人、尤其是无人驾驶与自动驾驶产业等实际应用案例进行剖析。

邓教授认为，人工智能的应用与产业的发展正处于爆发期，即使是深度卷积神经网络的一点点进步，也会给人类社会进步带来巨大的变革，只有掌握人工智能这一战略前沿技术的国家，才能真正成为世界强国。

(项目部-张爽)

清华大学邓志东教授来芜举办技术讲座
——《人工智能前沿研究&产业发展趋势》

芜湖机器人技术俱乐部成立

4月28日上午，安徽省机器人产业技术创新战略联盟芜湖机器人技术俱乐部在芜湖机器人产业集聚区哈特研究院正式成立。芜湖机器人技术俱乐部由安徽省机器人产业技术创新战略联盟、芜湖哈特机器人产业技术研究院有限公司、芜湖安普机器人产业技术研究院有限公司和芜湖滨江智能装备产业发展有限公司共同发起，安徽埃夫特智能装备有限公司、芜湖行健智能机器人有限公司、芜湖瑞思机器人有限公司、芜湖固高自动化技术有限公司为首批参加单位。俱乐部的成立，旨在集中优势技术资源与客户进行统一的技术交流，开拓市场、推动芜湖机器人企业在技术领域和业务方面的合作，解决各企业在工业机器人集成应用过程中遇到的技术“瓶颈”问题，提升园区企业解决机器人集成应用问题的能力，同时打造园区高层次人才生态圈，提升园区高管的生活品质。

俱乐部在建立高层次人才技术与市场交流平台的基础上，计划充分利用政府和行业资源，根据俱乐部成员企业业务开展的需要，定期开展针对机器人集成应用的集中考察活动、技术沙龙活动和不定期组织人文采风、团队活动、素质拓展等“沙龙+”活动。

(综合部-徐俊)

多重运动模糊图像的目标识别技术

■ 前研中心 高靖

1 引言

运动模糊图像恢复所讨论的是对于拍摄平台与成像载体的相对运动而形成的模糊图像进行精确恢复,它是图像恢复和数字图像处理中的重要课题之一,可广泛用于天文、军事、道路交通、医学图像、工业控制及侦破领域,随着机器视觉和计算机主动视觉技术的发展,越来越多的成像系统传感器必然要安装在运动平台上,这为运动模糊图像的复原提供了极大的应用空间,从事运动模糊图像的恢复研究具有重要的现实意义。

2、多重运动模糊运动模型

本文处理的多重运动模糊图像中包含了线性运动模糊和旋转模糊两种形式的运动模糊。图像的运动模糊是指在成像系统中相机的曝光期间,场景和图像传感器之间存在相对运动,造成传感器上的一个像素点记录多个实际场景点信息。本文介绍了一种适用于图像传感器在旋转抖动情况下拍摄到的旋转抖动多重运动模糊图像的处理和识别系统,通过恢复和增强拍摄到的图像,消除或抑制旋转抖动等客观因素对图像处理系统的影响,从而提高目标检测和识别的精度。

旋转抖动成像平台的运动模型如图 1 所示,场景中的景象点 P 对应了成像平面中的 P', ω_s 表示成像系统在做来回的抖动运动,这会造成成像平面上的点来回移动叠加(线性运动模糊), ω_r 表示成像系统在做旋转运动,造成成像平面上的点沿圆周运动叠加(旋转运动模糊)。

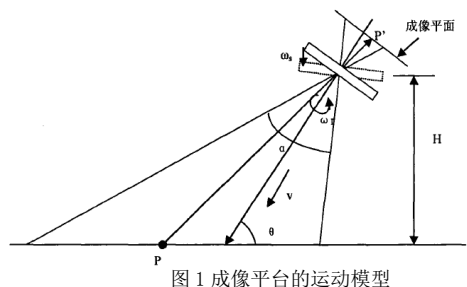


图 1 成像平台的运动模型

3、目标识别技术总体方案研究

本文首先获取视频图像序列,并对图像进行分析,针对未知的旋转抖动运动模糊图像,分析了模糊图像的成像机理,提出模糊参数辨识方法,快速准确辨识出模糊参数,并将旋转抖动多重模糊分离为线性运动模糊和旋转运动模糊,利用维纳滤波进行运动模糊恢复;针对模糊恢复图像的对比度、信噪比低和灰度分布集中等特点,对其进行直方图调整等预处理,以使得区域提取算法能提取到正确和完整的区域,利用提出的自适应直方图阈值分割算法对图像进行粗略地分割,并使用轮廓形态学处理方法对分割出的图像进行处理,以去除小目标对处理效果的干扰来准确提取出目标区域;针对提取出目标区域,研究模糊恢复图像中车辆目标的特点,分析目标区域特征,提取目标的形状、不变矩等特征,筛选合适特征参数构建特征向量,并研究基于支持向量机的分类方法,选择分类器核函数和参数,利用支持向量机分类器对车辆目标进行分类识别。

4、模糊图像目标识别算法实现

4.1、模糊参数辨识

图像运动模糊可以分为线性运动和旋转运动两种基本形式,其它复杂的模糊形式都是由这两种形式衍生出的。图像的退化过程为:一幅原始理想图像 $f(x, y)$, 经过了退化系统 H 的作用后,加上噪声 $n(x, y)$, 最终得到退化后的图像 $g(x, y)$ 。图像复原的问题可被看作,根据退化图像 $g(x, y)$ 和退化函数 H 的形式,沿着反向过程去求解原始图像 $f(x, y)$, 即按照逆过程求取原始图像的最佳估计。

图像退化过程可以描述为:

$$g(x, y) = H(f(x, y)) + n(x, y)$$

$$f(x, y) * h(x, y) + n(x, y)$$

$h(x, y)$ 称为退化系统冲击响应,也叫点扩展函数 (PSF), $n(x, y)$ 为系统噪声。

对模糊图像的恢复依赖于图像退化模型建立的正确与否,而实际图像中的运动模糊的退化模型是未知的,要想将模糊图像准确复原,最关键点在于点扩展函数 (PSF) 的参数估计。

图像的运动模糊在模糊图像中表现为像素点按一定方向进行偏移叠加,图 2 显示了线性运动模糊图像的像移与旋转模糊图像的像移。线性运动模糊图像所有像素的像移在方

向和尺度上是一致的,因此可以直接辨识模糊参数,而旋转模糊图像各个像素的像移不一致。但是将旋转模糊图像分割成小块,在每一个小块内的模糊可以近似看为线性运动模糊,然后按照线性运动模糊参数估计的方法估计模糊角度和模糊尺度,最后再利用最小二乘拟合的方法来估计出整幅模糊图像旋转模糊的旋转中心和角度。线性运动模糊图像的点扩展函数有两项重要的模糊参数,即模糊角度(模糊方向)和模糊尺度。从线性运动模糊的机理分析可知,模糊图像的频谱图上特定位置上存在平行的暗条纹,通过计算这些暗条纹可以辨识出模糊角度和模糊尺度。

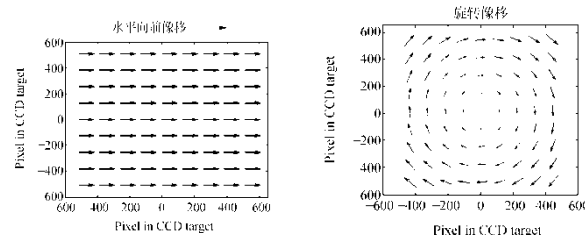


图 2 水平向前像移 (左) 与旋转像移 (右)

线性运动模糊的点扩展函数为:

$$h(x, y) = \begin{cases} 1/N & 0 \leq \sqrt{x^2 + y^2} \leq N-1, \tan \theta = y/x \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

其中 N 表示模糊尺度, θ 表示模糊方向。

对模糊方向为 x 轴方向的模糊图像求解点扩展函数频域响应可得:

$$H(u, v) = T \frac{\sin(\pi u a)}{\pi u a} e^{-j\pi u x}$$

由上式可知,单一方向 x 轴方向上的运动传输函数在 n/a (n 为整数, a 为 x 轴方向的模糊尺度) 处为零,这些零点将使退化图像的频谱在某些特定的频率上变为零,即模糊图像的频谱图上特定位置上将出现平行的暗条纹。对于任意方向的线性模糊均可通过 Hough 变换检测频谱图中暗线,再通过旋转变换转换到 x 轴方向上的模糊,即可辨识模糊参数。

基于 Hough 变换的模糊参数估计的算法流程如下:

- (1) 对运动模糊图像 $g(x, y)$ 作傅里叶变换,得到运动模糊图像的频谱图 $G(u, v)$;
- (2) 对 $G(u, v)$ 进行对数变换,得到清晰的频谱图,方便提取直线信息,在噪声影响大的情况下,可对其进行滤波去噪处理;
- (3) 对频谱图 $G(u, v)$ 进行边缘检测,得到频谱图的边缘检测图像 $e(x, y)$;
- (4) 对边缘图像 $e(x, y)$ 进行霍夫变换提取对数频谱图中的平行暗线,得到平行暗线的直线参数;
- (5) 由平行暗线的方向参数估计运动模糊图像的模糊角度(模糊方向);
- (6) 将边缘检测图像 $e(x, y)$ 旋转,使模糊方向至水平方向,求解对数频谱图的幅度谱曲线,获得曲线中实部第一个负值的位置即可计算对应的模糊尺度。

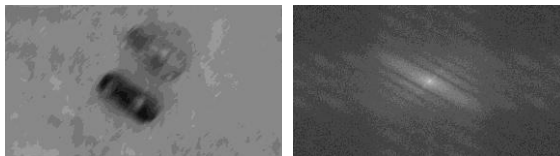


图 3 线性运动模糊图像 (左) 与对应的频谱图

4.2、模糊图像恢复与区域分割

对于旋转抖动模糊图像的恢复,首先要区分出线性模糊和旋转模糊;然后对线性模糊的点扩展函数进行合并,得到系统整体的线性运动模糊的点扩展函数,从而减少图像恢复过程引入的噪声和计算误差;最后再采用维纳滤波分步去模糊的方法分别去除多重模糊图像中旋转模糊和线性运动模糊两个部分的模糊,得到复原后的图像。

维纳滤波又叫最小均方差滤波,是一种综合了退化函数和噪声统计特征进行恢复处理的方法。该方法建立在图像和噪声都是随机变量的基础上,找到一个与原始图片的一个估计,使得两者之间的均方差最小。假设噪声和图像不相关,其中之一具有零均值,误差函数的最小值在频域中由如下表达式给出:

$$\hat{F}(u, v) = \left[\frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + S_n(u, v)/S_f(u, v)} \right] G(u, v)$$

$$= \left[\frac{1}{|H(u, v)|^2 + S_n(u, v)/S_f(u, v)} \right] G(u, v)$$

其中, $H^*(u, v)$ 是 $H(u, v)$ 的复共轭, $S_n(u, v) = |N(u, v)|^2$ 是指噪声功率谱, $S_f(u, v) = |F(u, v)|^2$ 是指未退化图像的功率谱。

旋转运动模糊是空间可变的,也就是说图像中不同的像素点的模糊方向和模糊程度各不相同,无法直接用维纳滤波对其进行直接恢复。利用极坐标变换将空间可变的旋转运动模糊可以转换成线性运动模糊,继而可以利用维纳滤波进行恢复。

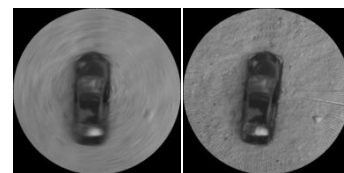


图 4 模糊图像 (左) 与恢复后的图像 (右)

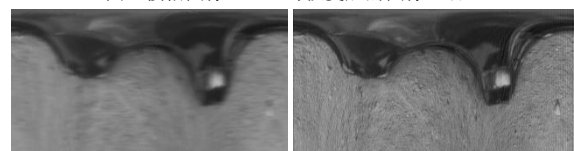


图 5 极坐标变换后的模糊图像 (左) 与维纳滤波后的图像 (右)

旋转抖动模糊图像经过模糊恢复之后,需要提取出目标区域以避免对图像中所有像素点的搜索操作来提高识别的速度和准确度。在分割之前,应对图像的对比度进行调整,使得计算更加准确和快速。本文从图像的增强,区域的分割以及图像的去噪处理等方面来对图像进行分割。

直方图调整是指按照一定的映射对图像的像素值进行调整以增强图像对比度的方法,其基本的思想是通过直方图调整调整图像灰度分布,达到改善图像对比度的目的。由于图像对比度是决定一幅图像主观质量的重要因素,因此直方图调整被广泛应用于图像的增强处理。汽车目标与背景相比,具有更加明显的对比,而相应的灰度直方图具有更广的动态范围,采用这样的图像能够明显提高图像分割的效果,将目标与背景区分开。

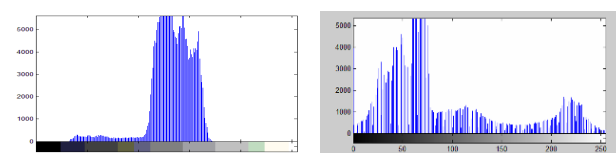


图 6 原始图像直方图 (左) 与调整后的直方图 (右)

4.3、目标特征提取和分类识别

目标特征体现了目标的特性,是识别特定目标的重要依据。本文从以下两方面特征进行研究:(1) 目标形状特征。形状特征是指物体外形轮廓所呈现的形态,是视觉系统进行物体识别的关键信息。图像的形状信息不随图像颜色等特征的变化而变化,是物体稳定的特征。(2) 目标灰度统计特征。视频图像的旋转抖动运动,造成所获图像中目标发生平移、缩放及旋转等变换,图像成像过程中由于距离、视角及成像设备等因素的影响,目标图像同时产生仿射变换,大大增加了目标识别的难度,解决问题的关键是找到有效的特征不变量。不变矩特征对于平移、旋转和大小比例变换都是不变的,区域离心率对图像的尺度和旋转变化不敏感,可以用于本文中车辆目标识别。

目标识别算法的核心问题是分类器的选择设计。针对本文所研究的旋转抖动车辆目标的运动状态在时刻改变,在提取目标特征后,筛选合适特征参数构建特征向量,利用支持向量机分类器对目标进行分类识别。

本文的实验中用 600 万像素的 DV 拍摄旋转平台上尺寸约为 8cm×3.6cm 模型小车,旋转平台的最大转速约为 4r/s,换算到单帧模糊图像上旋转模糊的模糊角度为 24°,线性模糊尺度在单帧图像中约为 10 个像素,视频帧率为 25 帧每秒。最终识别结果如图 7 所示。

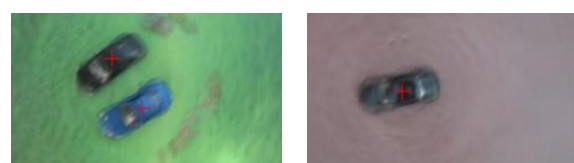


图 7 目标识别效果

5、结论

本文研究了旋转抖动模糊恢复算法和目标识别算法,实现了旋转抖动模糊条件下车辆目标的识别。经过实验验证,本文提出的模糊参数辨识方法和旋转抖动模糊恢复算法能够准确辨识模糊参数,并快速、有效地将旋转抖动模糊图像恢复成清晰的图像。本文提出的目标分类识别方法也具有较好的识别率和鲁棒性,识别率达到 94% 以上,能满足系统在不同背景条件下的识别要求,可以实现多目标同时识别,且每帧图像的运行时间在 40ms 以下,满足系统的实时性要求。



头条聚焦

哈工大三家高新技术企业成立

近日，依托哈尔滨工业大学的哈工大利剑集团公司、哈工大卫星技术有限公司、哈工大大数据产业集团公司正式成立。据悉，哈工大利剑集团公司是哈工大在省政府支持下成立的以军工非标装备的研发、生产为主体，军民两用技术研发和孵化为扩展的新型产业集团。哈工大卫星技术有限公司依托哈工大卫星技术研究所核心技术团队，以小卫星生产研制、地面应用系统、遥感数据处理为核心业务，打造具有天地一体化设计、研制、集成和运营服务能力的航天高新技术企业。哈工大大数据产业集团公司以集团作为机身，以大数据技术研究院和数据交易所为两翼，依靠实体企业和资本市场共同驱动。面向公共服务、教育、大健康、金融、物联网、旅游、服务 O2O 方向开展业务。（来源：黑龙江日报）

潘朝辉强调打造最具竞争力的机器人产业集聚区

4 月 24 日，市委副书记、市长潘朝晖在机器人及智能装备产业推进工作调度会上强调，要坚持人才优先发展战略，加快产业集聚发展，着力打造最具竞争力的机器人产业集聚区。潘朝晖对我市机器人及智能装备产业发展取得的成绩表示肯定。他指出，我市不断加强机器人项目招引、培育，大力扶持龙头企业，产业生态链日益完善，产业支撑体系日益健全，产业集聚发展初见成效。

潘朝晖强调，要进一步推进“一企一组一策”，为企业提供“量身定制”服务，支持已落户企业发展壮大。要高度重视高层次人才、创新创业团队的培育和引进，不断提升产业核心竞争力。要通过产业发展专项补贴、产业引导基金、政策性担保贴息等多种方式，进一步完善投融资体系。要不断加大政策支持力度，做好服务保障，为产业发展营造良好环境。（来源：芜湖日报）

芜湖市国家机器人质量监督检验中心
通过国家认监委论证

近日，芜湖市国家机器人质量监督检验中心项目顺利通过国家认监委现场评审和论证，标志着芜湖市筹建国家机器人产品质检中心的关键环节取得成功。该项目由芜湖赛宝机器人产业技术研究院投资建设，将组建整机与零部件性能、环境适应性、可靠性与寿命评价、控制系统、故障预测与健康管理等 5 个检测室，以芜马合机器人产业集聚区为主要对象，辐射中部地区及国内相关企业，打造工业机器人全产业链、全寿命周期的第三方检测服务平台。并建立机器人公共基础数据云服务中心，承担参与相关标准制定和研究论证，为全省工业机器人全面产业化应用提供技术支持。（来源：市质监局）

奇瑞汽车携手安川电机加速新能源战略布局

4 月 15 日，奇瑞新能源汽车技术有限公司、市建设投资有限公司及日本株式会社安川电机，在铁山宾馆举行项目签约，将合资成立奇瑞安川电驱动系统有限公司，开发生产新能源汽车电机及控制系统。安川电机是世界一流的传动产品制造商，在伺服电机、变频器及工业机器人等领域掌握领先世界的先进技术，此次牵手奇瑞，将为奇瑞新能源汽车产品的研发提供技术支撑和配套能力保障。据悉，该合资项目总投资 20 亿元，一期投资 3 亿元，主要从事新能源汽车用电机、控制器及车用电动系统的设计、开发、生产和销售等，预计 2017 年 9 月投产，先期产能 5 万台，后期逐步增加到年产 10 万台。建成后，将成为安川电机在国内市场唯一的车用先进电驱动系统开发生产基地，填补国内高端电驱动系统的空白。（来源：芜湖日报）

芜湖首届“机器人文化节”拉开帷幕

芜湖市首届“机器人文化节”日前在华强广场拉开帷幕。共邀请了哈工大集团、智宝优弟、懒人机器人、启迪教育机器人等数十家国内优秀机器人研发机构和厂家参加。同时，以本次文化节为契机，还将建立国内首家智能化机器人体验馆及餐厅，推动以芜湖机器人产业园为基础的机器人产业平台的建设，进一步树立芜湖人工智能样板城市的地位。（来源：芜湖新闻网）

前沿技术

我国首台特有体验交互机器人“科大造”

4 月 15 日，中国科技大学正式发布国内首台“特有体验交互机器人”，和阿尔法狗相比，这位“美女”不仅有才，还有近乎真人的颜值。这位叫“佳佳”的机器人在与人互动时，更像是一个真人版 siri，说话配以表情和动作。中国科学技术大学机器人研究中心主任陈小平介绍，佳佳的样貌取自 5 位中科大高颜值女生，初步具备人机对话理解、面部微表情、口型及躯体动作匹配。在复杂的大范围动态环境活动，她也能通过自主定位导航和云服务行动自如。他们旨在打造一个更善良、勤恳、智慧的佳佳，即便哪一天它拥有过人的知识和能力，甚至产生“自我意识”，也不会危害人类，而是更好的服务人类。（来源：人民网）

爱普生召开创新大会 折叠手臂机器人亮相

2016 爱普生创新大会上，爱普生带来了机器人领域的创新产品“新型折叠手臂 N 系列机器人”，该机器人可以安装在 600mm*600mm 的小区域中，这相当于一个工人所占据的空间，可最大程度地利用空间。在工作过程中，机器人的手臂在折叠时几乎不需要移动就可有效避免与底座或其他物体发生碰撞，降低了碰撞发生的概率，缩短了循环的周期。此外，示教时间的缩短，可进一步减少机器人的安装时间。N 系列机器人的产品特点是非常适用于装配和检测，并应用在欧洲、美国和大中国市场的电子产品、电子元器件和汽车零部件，以及适用在医疗方面。它们可以用来自动执行各种任务，如锁紧螺丝，元件插入，材料处理，以及在检测系统中的上下料。（来源：重庆商报）

斯坦福推人形潜水机器人 OceanOne

最近，斯坦福大学机器人团队成功开发出了一款人形机器人 OceanOne，它可以代替人类去完成危险的水下探险工作。OceanOne 机器人是由操作人员在水面上进行遥控。

OceanOne 是一款有着两只“手”的拟人化机器人，而且还具有触觉反馈功能，这意味着操作人员能“感觉到”机器人触摸到的物体。OceanOne 机器人的“首秀”将是 La Lune 轮船失事地点。La Lune 是法国国王路易十四旗舰，于 1664 年在法国南部海域沉没。OceanOne 机器人将帮助寻找沉船上的相关文物。

OceanOne 的目标是帮助完成对于人类潜水员来说过于危险的任务。尽管 OceanOne 还只是处于原型阶段，该项目最终将打造一支由人远程操作的机器人潜水员队伍，协同完成探险作业。（来源：硅谷密探）

监测网络攻击，麻省理工用上了人工智能

麻省理工学院下的电脑技术和人工智能实验室 (CSAIL) 和机器学习创业公司 PatternEx 联手推出了一个人工智能平台 AI2，据说可以高效地预测网络攻击。这个名为 AI2 的人工智能平台有 4 个主要的功能，一个大数据行为分析平台，一个从安全分析师获得反馈的机制，一套异常值检测方法的集合，一个监督学习模块。这个人工智能平台最大的功能在于能够快速处理数据，据称它能大幅减少安全分析师的工作量。CSAIL 的科学家 Kalyan Veeramachaneni 称：“这个(平台)可以不断地产生新的模型，在数小时内就可以进行改进，这意味着它可以非常显著和快速地提升侦查速度。”（来源：高工机器人网）

西门子推出 3D 打印的“蜘蛛”机器人原型

近日新泽西州普林斯顿西门子机器人实验室的研究人员制造出外形像蜘蛛的机器人原型——西门子机器人 SiSpis。这种机器人具有 3D 打印功能，可以互相携手合作，共同构建轮船或飞机等复杂的结构和表面。SiSpis 机器人装有内置相机和激光扫描仪，帮助它们解读周围的环境，并自主划定自己当前的工作区域。同时该研究团队研发的算法能帮助两个或多个蜘蛛机器人对同一对象或者区域进行协同 3D 打印或者表面处理。整个工作局域会被划分成众多盒子，机器人能够协同工作共同完成所有任务。每个蜘蛛机器人在其电池充满电后能大约工作 2 小时。（来源：cnbeta 网站）

产业信息

ABB 机器人与斯柯达正式签署战略合作协议

2016 年 4 月 28 日，ABB 机器人与东莞本土机器人技术的领军企业广东拓斯达科技股份有限公司正式签署战略合作协议，共同推广 ABB 工业机器人及相关自动化技术在 3C 行业的深入应用。未来，基于双方对 3C 市场前景的良好预期，ABB 机器人和拓斯达将在机器人技术、控制系统、市场应用和人才培养方面开展深度合作，共同开拓机器人在 3C、注塑、压铸等领域的应用，全力推动传统制造业从“制造”到“智造”的转型升级。ABB 期待与拓斯达发挥各自优势，资源互补，更好地将双方对工业机器人技术的理解和对 3C 产品制造工艺流程的了解有效地结合起来，开发出最合适的自动化解决方案，助力客户不断提升生产效率和产品品质。（来源：ABB 机器人）

国家三部委联合印发《机器人产业发展规划
（2016—2020 年）》

工业和信息化部、国家发展改革委、财政部等三部委日前联合印发了《机器人产业发展规划(2016—2020 年)》。《规划》提出，实现我国机器人关键零部件和高端产品的重大突破，实现机器人质量可靠性、市场占有率和龙头企业竞争力的大幅提升。明确了产业发展五年总体目标：形成较为完善的机器人产业体系。技术创新能力和国际竞争能力明显增强，产品性能和质量达到国际同类水平，关键零部件取得重大突破，基本满足市场需求。（来源：人民日报）

校企合作打造自主机器人伺服系统

近日，安徽松科信息科技有限公司与合肥工业大学智能制造技术研究院联合共建“工业机器人伺服系统研发中心”，旨在打造拥有自主知识产权、替代进口、高性价比的工业机器人伺服系统。目前，工业机器人用高性能交流伺服电机和高精密减速机关键部件严重依赖进口，成本居高不下，严重制约了机器人产品的竞争力。此次校企合作共建伺服系统研发中心，可以发挥双方在智能化技术研究与工业机器人产业化方面的优势，共同推动工业机器人智能化技术创新和成果在我省的转化，夯实安徽工业机器人产业发展的基础。（来源：安徽日报）

国家工业机器人质检中心落户广东

近日，从广东省质量技术监督局获悉，国家质检总局已正式批复同意广东质检院筹建“国家工业机器人质量监督检验中心(广东)”。该质检中心将以广东省质量监督工业机器人检验站(顺德)为基础，以建设“国内领先、国际先进”的检验检测公共技术服务平台为目标，面向工业机器人及其产业链，完善工业机器人安全性、可靠性、整机性能、环境适应性、电磁兼容及关键零部件等资质能力项目，建成华南地区工业机器人质量检测、型式试验、企业中试、标准验证、产品研发等“一站式”综合技术服务核心平台。（来源：新华网）



基于空间梁单元的码垛机器人有限元建模

■前研中心 全勋伟

1 引言

码垛机器人动态性能分析的理论基础是弹性动力分析。弹性动力分析主要用于研究弹性机构在外力、自身惯性力作用下所产生的受力和响应。有限元法将整个柔性件划分为多个柔性单元。单元内各质点间运动虽然不满足刚体运动规律，但已允许对质点的变形分布作出假设。即利用几个单元节点可完全表达整个柔性单元中各点运动情况。

2 机器人模型简化

箱体零件作为超单元处理。基座、腰座和手腕可归为箱体零件。相比连杆零件，箱体零件跨度较小，所以本文忽略其尺寸变动对系统动态性能的影响，不作为设计变量。仅借助 ANSYS 将零件作为超单元，求出其质量阵和刚度阵，然后作为常量在 MATLAB 中叠加在整机矩阵中。

引入集中质量。对于机器人搬运负载、连杆间铰链轴系部件、关节驱动部件和平衡缸组件，其变形量和转动惯量均可忽略。将其作为固定于对应节点处的集中质量添加在整机质量矩阵中。

认为整机零件均位于同一竖直面内。经过上述简化步骤，连杆间的装配关系变得不再衔接。为此，需将各连杆及其装配点均移动至同一竖直面。

3 空间梁单元模型

经 2 节所述处理，可见本文研究重点在于对各连杆零件的建模与优化。杆状零件特点在于主要受沿杆长方向的拉压作用、扭转力矩和垂直于杆长方向的弯矩载荷。图 1 为空间梁单元及其节点自由度示意图，该模型被广泛应用于连杆类零件弹性变形的分析之中。

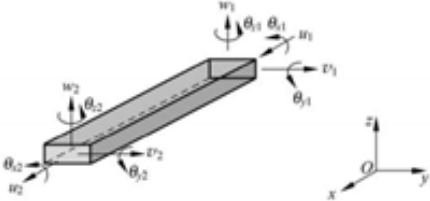


图 1 空间梁单元示意图

于是，本文将各杆件均划分为多段空间梁单元进行有限元建模与分析。机器人的宏观运动状态和尺寸参数均以梁单元的节点位置、截面尺寸的形式引入整机有限元模型。

$$\bar{m}\ddot{\bar{u}} + \bar{k}\bar{u} = \bar{f} - \bar{m}\ddot{\bar{u}}_r \quad (1)$$

方程（1）是单个梁单元的弹性运动微分方程（忽略阻尼作用）。其中， $\bar{m}$ 为单元质量矩阵， $\bar{k}$ 为单元刚度阵， $\ddot{\bar{u}}$ 为节点弹性变形加速度， $\bar{u}$ 为节点弹性位移， $\ddot{\bar{u}}_r$ 为节点刚性位移加速度， $\bar{f}$ 为单元所受外力。 $\bar{k}$ 和 $\bar{m}$ 与零件材料和截面尺寸相关，具体公式参见文献， $\ddot{\bar{u}}_r$ 与零件刚性运动相关。方程（1）反应了单个单元中 $\bar{u}$ 和 $\bar{f}$ 的关系。

4 连杆零件有限元建模

以大臂为例，将连杆建模过程叙述如下。首先将其外形作如图 2 所示调整。

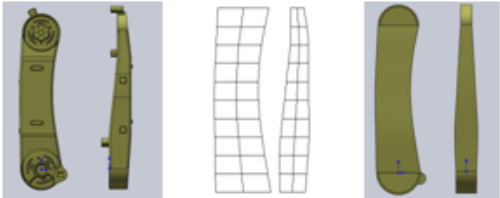


图 2 (a) 初始模型 图 2 (b) 阶段划分 图 2 (c) 调整结果

如图 2(b) 所示，首先将大臂零件等分为 10 段，然后每段均移至于关于 1.1 节所述公共竖直面称，此过程中截面尺寸保持不变。调整结果如图 2(c)。

其次，选择尺寸参数。在大臂分析过程中，用 10 段空间梁单元对其建模。但将每段梁的截面尺寸均作为设计变量，将会大大增加建模和优化难度。

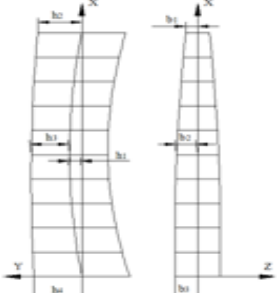


图 3 大臂尺寸参数选取

由图 3 可知，大臂的几何外形仅需 7 项参数便可确定。再加上其壁厚参数，共计 8 项设计变量。以此 8 项变量为参数，便可计算各段梁单元的质量阵和刚度阵。

至此，大臂的有限元建模已经完成，其余杆件过程基本一致。

5 整机有限元模型组装及其完善

各杆件中梁单元相关矩阵求出之后，需要组装为整机矩阵。此过程涉及单元节点位置的计算和单元坐标系向总体坐标系的转化。

有限元建模的最后一步，是对其进行一系列完善。主要包括 3 节所述集中质量的添加，以扭簧近似电机驱动部件的扭转刚度，以线弹簧近似平衡缸组件的平衡力。

6 总结

本文主要说明码垛机器人有限元建模过程。对各构件适当简化后划分单元格，再将各单元矩阵组装于一体，得到整机刚度阵、质量阵、广义力列阵。

总体说来，整机形状设计变量共计 20 个，涉及 48 个空间梁单元，3 个特殊超单元，53 个节点，327 个广义坐标。此外，在三个关节电机处相应广义坐标间设有扭簧约束；在平衡缸弹簧联系两节点间设有线弹簧约束和外加广义力。

自动送料器应用概述

■工研中心 李龙

自动送料器主要用于半自动或全自动化生产、装配设备中，通过一定的工作方式将料仓中的零部件分离，并利用设置在送料器轨道上的挡板、缺口等进行整列，将零部件以一定姿势输送给设备的后续装置。

1、自动送料器的性能要求

随着自动化设备使用范围的增加，多类型零部件的对自动送料器提出了更为严格的技术要求：（1）通用性好，调控方便（2）更精准（3）对工件分辨性好（4）分离速度更快。



图 1 振动送料装置图

2、自动送料器的种类

常用的自动送料器通常可分为振动式、旋转式、往复式、皮带式、空气式等。其中，振动式送料器是利用激振器使料盘沿一倾斜方向产生往复振动，从而将零部件逐一分离并输送，具有通用性好、对工件造成的损伤小、送料速度调整方便等优点，在自动送料器中的使用比例高。其它种类的自动送料器往往是利用零部件的形状特征实现对零部件的筛选送料，专用性较高，对不同工件往往需要重新设计送料装置，造成了自动化设备的设计周期较长、设计难度大。图 1 为振动送料器在自动装配线上的应用。

3、振动送料器分类及应用

振动送料装置根据激振器的实现方式，可分为电磁式、压电式和超声波式。

（1）电磁式振动送料器

电磁振动送料器是通过电磁铁吸合作用，利用倾斜布置的弹簧片配合产生振动，从而带动料盘中的物料移动。电磁振动送料器发展比较成熟，目前自动化生产线上多采用该类型送料器，主要特点如下：（1）结构简单，成本低廉；（2）输送速度较快，易于调节；驱动力、振幅较大，适合输送较大、较重的物料，对轻质小物料或特征相差细微的工件输送能力差；（3）能量消耗较大，使用寿命较短；（4）有电磁干扰，一些电子器件无法输送。

电磁式振动送料器目前主要用于五金件、较大塑料件、特征相差明显及不怕电磁干扰等工件的输送。图 2 为电磁振动送料器实物图。



图 2 电磁振动送料器

（2）压电式振动器

压电式振动送料器是利用具有逆压电效应的压电陶瓷作为振动送料器的驱动部分，以谐振方式工作，具有以下特点：（1）噪音较低，工作时噪音为 30-40dB；（2）分辨率高，振幅小，对微小、轻薄以及特征差异小的零部件能够准确、快速的分选和定向排列；（3）耗能少，在输送同等物料情况下，功耗不到电磁振动送料器的 10%；（4）无电磁干扰，压电振动送料器由压电元件驱动，不会产生电磁干扰。

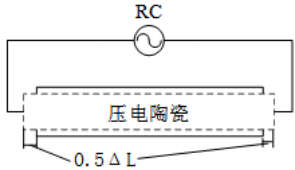


图 3 压电陶瓷逆压电效应

因上述的特点，压电振动送料器在食品、药物、精密部件等领域中逐渐取代电磁振动送料器，在 LED、贴片半导体行业的自动化产线上成为了必需品。目前，国内压市场压电振动送料器主要由日本 SANKI 株式会、社韩国韩臣株式会社、台湾产台等公司提供。图 4 是垂直驱动压电振动送料器的结构示意图。

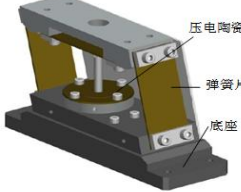


图 4 垂直驱动压电振动送料器

（3）超声振动送料器

超声波振动送料器是以压电超声换能器作为振动源，利用产生的超声波振动进行送料。较以上几种振动送料装置，其噪声更小，传送平稳性、环保性以及对极轻薄细小物料的输送能力更佳。图 5 是德国学者发明的超声粉末自动送料装置，其工作频率达到 39KHz，可实现超细粉末的定量输送。

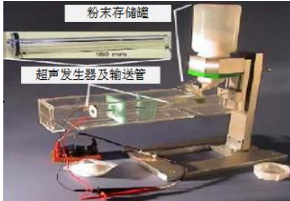


图 5 超声粉末送料装置