

主管单位:中国科学技术协会 主办单位:中国电子学会 中电新一代(北京)信息技术研究院

电子技术与软件工程

ELECTRONIC TECHNOLOGY & SOFTWARE ENGINEERING

ISSN2095-5650

CN10-1108/TP

总第145期

12

上半月刊

2018年

基于无源光网络的视频监控系统建设与应用

科研管理系统Web前端设计中有关改善用户体验的思路

基于语义分割的增强现实图像配准技术

基于飞行参数的直升机智能故障诊断系统研究

新型计算机控制合页(铰链)力学性能检测设备的研制

ISSN 2095-5650



9 772095 565139

23>

中国期刊网(CNKI)全文入网期刊
龙源国际期刊网全文收录期刊

中文科技期刊数据库收录期刊

- P98 X射线检测技术在复合材料检测中的应用与发展 张健
- P99 基于飞行参数的直升机智能故障诊断系统研究
纪华东 胡雪明 刘照兴
- P103 遥控机器人玩具研发与销售 周阳 许彬 路松 徐萌吉
- P104 双冗余位置传感器采样误差原因分析
何雨昂 曹英健 樊茜 龙海峰 王怀侠
- P105 基于可视化设计的数控自适应路灯的设计 李波 屈原
- P107 民用固定翼无人机发展现状以及未来展望 丁宇 李书文
- P108 大功率机电伺服 IGBT 热仿真
徐志书 李光学 岳宗帅 李东东 武佳乐

自动化控制

- P110 电力系统及其自动化和继电保护的关系 王飞 张巴特尔 华锋
- P111 变频调速技术在电气自动化控制中的应用 蒲亮
- P112 一种智能配电网馈线自动化技术的研究
高盛 刘冰 张卫东 高原 徐冲 袁宏坤
- P113 基于 PLC 的生日快乐祝福霓虹灯设计 熊蜀军
- P114 电气自动化技术在煤矿的应用 曹亚红
- P115 工业机器人运动控制分析与研究 牟海荣
- P117 电气自动化的现状与发展趋势分析 徐晓应
- P119 智能配电网与配电自动化 李耀航

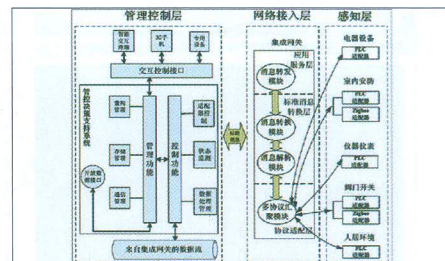
计算机技术应用

- P120 新型交互式智慧教室的应用与发展 曾祥天
- P121 视频监控在“孤证”困境中的侦查应用 肖成立
- P122 新型计算机控制合页（铰链）力学性能检测设备的研制
黄领周 林景宇 王维真 陈俊健 虞君锚
- P123 计算机主板芯片级维修在实践中的应用 莫受忠
- P125 互联网+时代的计算机应用技术 谭敏军
- P126 区块链技术在金融行业的应用 陈欣
- P127 电力系统自动化的计算机技术应用 张巴特尔 郑日红 王飞
- P128 视频会议技术存在的问题及对策 由天宇
- P129 基于 VMware 虚拟化技术的服务器集群的架构与应用 代彦
- P130 NxBRE 规则引擎在评选系统中的应用 张园田 龙洋
- P131 计算机信息系统在工程建设集成项目中的应用 陈忠德
- P132 数学算法在计算机编程中的优化作用 周晓青
- P133 计算机图像识别技术在 RTG 远程自动化控制改造中的应用 张俊冯

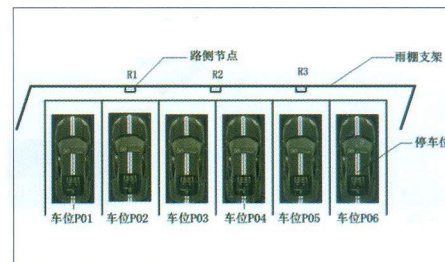
数据库技术

- P134 缓存淘汰算法研究 王永亮
- P136 基于 Scrapy 的科研数据分析平台设计 郭丽蓉
- P137 基于 GIS 对安徽省事故黑点进行智能排查及对策措施研究
彭飞 韩伶俐 王慧
- P139 基于“互联网+”和“大数据”的输电交互式巡检安全质量管控体系的探索和实践 林洪文 周亚峰 周安 童文涛
- P141 电子档案信息非结构化存储方法 胡楠 周大鹏 王立谦 庄莉
- P142 大数据技术下的智慧社区建设与运行
舒慧欣 刘仕琴 胡翰 肖丽萍 张慧 戴琴
- P143 计算机数据挖掘在互联网行业中的应用 梁波
- P144 大数据时代下计算机信息处理技术 郝新莲
- P145 电梯运行信号采集和数据传输模块的设计 纪昌峰
- P146 “互联网+”时代下大数据技术的扶贫策略
刘仕琴 舒慧欣 胡翰 肖丽萍 张慧 戴琴

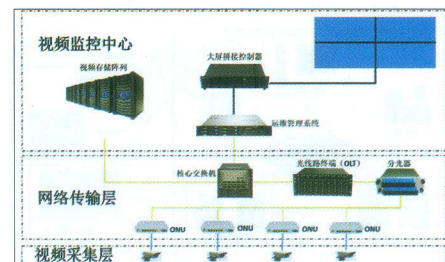
本期导读



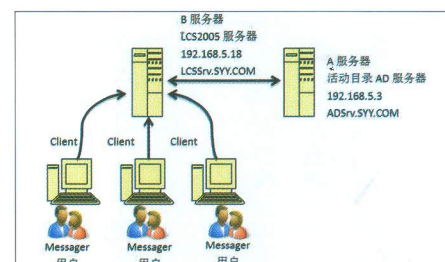
P2



P5



P9



P15

工业机器人运动控制分析与研究

文/牟海荣

作为工业机器人不可或缺的关键组成部分,控制系统对于机器人技术的发展在很大程度上起到了制约作用。本文首先概括与总结了机器人控制系统相关的研究成果,重点对控制系统的结构特点、开放性的软件以及开放式的硬件实现方式较为详细地进行了阐述。接着对于多机器人协同控制应用现状进行总结,最后提出了其在该领域将来的发展趋势。

【关键词】机器人 控制系统 协同控制

在制造业发展过程当中,工业机器人扮演着非常重要的角色。在当前背景下,工业机器人对生成需求日益提升。一方面,工业机器人要求具备更加理想的柔性以及开放性,另一方面还要求其具备与工业生产不同设备之间的兼容性,使工业机器人能够与不同生产设备形成一套综合的控制系统。当前工业机器人技术最前沿的科研成果与物理学息息相关。当前对于我国科研机构而言,工业机器人开放式控制系统的研究已经成为非常关键、非常重要的科研课题。

不论是运动学,还是动力学都和工业机器人控制系统具有非常密切的关联。工业机器人在低速平稳运行当中,工业机器人惯性力离心力都是非常微弱的,可以忽略不计。在这种情况下,摩擦力、重力是影响工业机器人稳定性以及动态性的主要因素。这就充分显示出工业机器人控制系统和物理学具有非常紧密的关联。所以本文从物理学角度对于工业机器人控制系统从以下几个方面展开论述分析。

1 工业机器人控制系统相关概述

1.1 工业机器人控制系统

机器人是工业机器人控制系统的核心和灵魂所在。机器人主要由四大部分组成,第一部分为机器人本体,第二部分是控制系统,第三部分是驱动,最后一部分为传感器。因此,从总体上来看,硬件部分以及软件部分共同组成了工业机器人的控制系统。对工业机器人控制系统在指令传感器的基础上进行控制,进而使机器人完成相应动作或者任务。工业机器人控制系统主要由三部分组成,第一部分是主控单元,第二部分是执行机构,最后一部分是检测单元。

在以上三个部分当中,作为整个控制系统核心和关键的主控单元,对机器人进行运动学计算、进行运动规划以及插补计算是其主要的功能。通过以上流程,主控单元将运动控制

指令向执行机构进行传输,在很大程度上控制系统开放性制约着机器人的开放性。这是因为工业机器人所有动作指令的发出者均为控制系统。

1.2 开放式控制系统

在研究领域,还没有一个针对工业机器人控制系统开放性的权威公认的定义。对于开放性,IEEE曾经做出过这样的定义表述,在不同平台之间,系统在应用的时候能够自由的进行移植,而且能够与其它系统实现相互交互,为用户提供交互方式是一致的。对于开放性系统,库卡机器人集团创始人也曾经进行过定义。开放性系统,计算机和操作系统运行环境是商业化的标准,同时计算机和操作系统硬件以及软件接口具有开放性,而且计算机与操作系统的控制器也应当具备开放式的结构,呈现出标准化模块化的特征。也就是说,用户在使用过程当中,对机器人仅需通过简单的指令就能够进行操作。与此同时在工序发生变化的情况下,对于系统也能够以最小的代价最短的时间进行修改,通过这种修改,能够对新的需求予以满足。

在与机器人有关的相关研究课题当中,控制系统一直以来是一个非常热门的研究课题。近年来,对于机器人的研究主要聚焦于其自身技术以及功能。随着在工业生产过程当中,机器人应用广泛性不断增强,对于工业生产系统而言,机器人已经成为了一个非常重要的标准部件,将生产线上的各种设备的控制系统通过互联网或者工业总线进行有效的连接。对于现在生产装备而言,形成一个具有综合性全面性的控制系统,成为了一种重要的发展趋势。这对于整个控制系统信息数据的流通传递共享起到了显著的加速作用。但是,现代工业生产过程当中,由不同厂家的设备组成生产设备,当前要将大部分设备综合在一起,形成一个综合全面的自动化,系统存在着比较大的困难。因此,在当前的工业生产过程当中,设备的开放性是一个备受关注的课题。除了受自身技术发展影响之外,工业机器人控制系统的开放性等其他影响因素的制约。整体上来看,主要有两个因素会影响到其开放性。第一,开放的自动化设备。控制器在工业生产系统当中,会给用户生产者诸多好处,包括可扩展、可联网、可移植等等。此外,控制系统开放程度增强可行性随着当前计算机互联网技术商品化水平的提升而不断增强。

迄今为止,针对何谓机器人控制系统的开放性还没有形成一个明确的具有权威性统一性的定义。整体上来看,开放式主要体现在可扩展性、互操作性、可移植性可增减性三个方面。可扩展性指的就是第三方设备生产者能够增加硬件设备和软件设备,使得功能得到扩充。互操作性的就是控制器的核心部分,能够与外界的一个计算机或者多个计算机进行信息的交

换。可移植性则指的是在不同的环境下,机器人的应用软件能够相互之间进行移植。可增减性则指的是在实际需求的基础上,机器人系统的性能以及功能能够非常便捷化的进行增减。如果要实现上述特性、要求,计算机控制系统的硬件应当是标准化的体系结构应当具有开放性界面。

1.3 控制系统的开放性概述

当前在国际上,开放式控制系统是重要的发展趋势,特别是在发达国家在工业机器人开放式控制系统领域,展开了非常激烈的竞争。GNGC 研究计划之后,美国为了推出模块化控制系统,又制定了 OMAC 开发计划,希望通过该计划的实行来提升本国的自动化装备水平。欧盟对控制系统的开放性要求进一步增强,也在积极推行 OSICA 计划。在该领域,日本也正在积极部署,日本的很多装备制造企业联合推行 OSEC 计划,该计划推行的主要目的是使得控制系统结构的灵活性进一步增强。

日本的科研机构在整个自动化领域之内,根据自身的研究成果,与美国欧洲等国家在该领域的相应科研机构进行广泛的交流。在相应设计标准上达成一致。

在应用方面,工业机器人涉及的领域是非常广泛的。因此,要使相应的标准完全统一的困难是非常大的。然而,部分统一标准在特定应用领域是可行的,而且是非常有帮助的。例如,在半导体工业自动化制造设备领域,已经有了标准化交互界面,该交互界面由上层监控系统与机器生产者用户,以及上层仿真软件商品进行交互信息的共享。现阶段,在市场当中,开放性水平已经成为了商品化工业机器人获得市场竞争力的关键要素。

工业机器人控制系统的开放性是必须的。得出这一结论,一方面,是出于机器人技术发展趋势以及发展方向。另一方面,是出于工业机器人应用的工业领域自动化发展需求。但是,不论是从技术实现的可能性角度来看,还是从技术成本角度来看,追求严格意义上的开放性体系结构是没有必要的。目前,在工业生产过程当中,机器人系统的数量是非常庞大的,而且技术进步速度也是令人瞠目结舌。要制定一个完全的绝对的开放标准,是根本没有办法实现的。现阶段在工业机器人控制系统领域,探讨和研究的重点是可行的控制系统开放式结构,使得控制系统的开放程度在现有计算机技术以及信息技术发展成果的基础上,进一步提升。

2 工业机器人开放式控制系统的实现方式

2.1 硬件实现方式

从硬件结构的角度来看,开放式控制系统主要包括两个部分,第一个部分是基于 PC 总

线系统,第二个部分是基于VME总线系统。在很多方面pc具有突出的优势,例如开放性较强,具有非常理想的软件开发环境,具有较为良好的通讯功能,成本不高。所以对于机器人开放式控制系统而言,当前很多机器人厂商将主要研究和开发对象,其中与基于PC总线系统。因此,基于这一硬件结构的机器人开放式控制系统,主要包括应主要包括四种硬件实现方式。

第一种硬件实现方式为PC+运动控制卡。第二种硬件实现方式为基于IPC+运动控制卡。第三种硬件实现方式为基于PLC的控制系统。最后一种硬件实现方法为基于通用PC+工业实时以太网。

第一种硬件实现方式对于PC实时性要求不高,具备开放性这是其主要优势。

然而这种硬件实现方式也具有一定的缺陷,例如,对于运动控制卡的要求比较高,同时DSP也需要搭配。对于这种PC+运动控制卡的控制系统的研究比较早。对于机器人运动控制,我国研究学者也进行了大量的研究,他们所设计出来的机器人运动控制器对其运动控制的可靠性进行了大幅度提升。机器人动态运动通过国外研究者的不断研究开发得以实现。国外研究学者开发的自由度机器人控制系统平台同时可以实现与环境的快速交互功能。

第二种硬件实现方式影响简单,整体结构也比较紧凑,这是其显著优势。除此之外,开放性和兼容性也更加理想。这种模式与上一种模式的区别在于,机器人在PC机上进行运动学求解轨迹规划以及插补算法。这种模式对于控制卡的数据处理压力能够起到非常显著的缓解作用。与此同时,机器人工控机与运动控制卡在该模式下分工明确,对于基于IPC+运动控制卡的控制系统,我国很多学者也进行了不同程度的研究,如六轴工业机器人点位、轨迹控制的实现等等。

第三种硬件实现方式在硬件的连接方面特别简单,联网功能也非常强大。所以基于PLC的控制系统可以对多机器人通过互联网实现监控。对机器人,我国学者在ABPLC的基础上,实现了运动控制。

最后一种硬件实现方式的主要优势在于控制效率高、可拓展性强。主要是因为网络化发展是工业机器人开放式控制系统将来的主要发展趋势和发展方向。在该领域的研究方面,我国已经实现了机器人控制器的分布式网络以及计算机的分布式网络。与此同时,也实现了对于机器人分布式控制网络的监控。

2.2 软件实现方法

现阶段,在软件功能的实现方面,大部分研究机构的基础主要以硬件开放式架构为主,并在此基础上,通过开放式纯软件控制技术来实现相应的软件功能。通常情况下,在工控机Windows或者Linux环境下,开放式软件控制进行运算,全部的运动控制运算以及逻辑运算,通过软件本身的内核来完成。数据的传输以及信号的传输由硬件负责。一部分学者开发出了通用软件包,适用于机器人控制,该通用软件包程序是开源的,通过互联网能够对程

序进行下载。此外,一部分学者此外针对纯开放式软件控制技术,也有一部分学者进行了研究探讨。在纯开放式软件控制技术的基础上,我国研究学者开发了纯软件开放式控制系统,并基于该控制系统,实现了六种工业机器人的控制。

3 基于开放式控制系统的多机器人协同

针对基于开放式软件架构以及硬件架构的多机多机器人协同用之运动控制,现阶段的研究成果相对是比较丰硕的。例如通过多层等级式的控制体系结构,天津大学的宋伟科实现了多机器人的系统与主控系统的实时任务调度。对于多机器人协同控制系统的离线编程系统,廖彦京平等学者进行了开发以及研究。国外主流机器人公司目前已经研究开发出开放式结构控制器,该控制器基于PC和实时以太网。Mótoman通过大量的实验,研制出双机器人协调焊接。KUKA公司实现了机器人在车间的实践应用,将多机器人协同控制技术成功地应用于奔驰车间,通过自己研发的IRC5控制器,ABB公司与Robotstudio机器人的编程与离线轨迹规划软件,通过双机器人协调焊接,在开放式结构控制器方面,实现了三台机器人的精准联动。

对于软件接口以及硬件接口,正是由于开放式控制系统进行了标准化定义,因此在标准设计基础之上,所设计出来的第三方软件以及第三方硬件在向控制系统集成过程当中实现就比较简单了。这对于厂商的依赖性起到了大幅度降低作用。所以,在自身生产需求的基础上,企业能够对设备相应的增减。现阶段,在工业焊接、工业焊接、喷涂以及零部件的装配等领域,多机器人均已得到广泛的应用。

4 工业机器人的控制系统总体方案

对于整个控制系统而言,机器人硬件系统能够提供比较理想的物质基础,硬件部分是软件部分工作的平台。对于工业机器人整个控制系统的性能以及扩展性而言,控制系统的硬件部分起到了决定性作用,本文在模块化以及开放性原则要求的基础上,设计如图1所示的硬件部分。

4.1 控制系统硬件结构

通过上图能够看出,主要通过两级计算机架构的形式来实现控制系统的主体,这种形式的主要优势在于能够完成相对较为复杂、精细的作业任务,对于相应的任务,能够较为精细、快速、可靠地进行分解,能够并行完成任务。在硬件架构的顶层,利用了具有成熟、可靠以丰富的接口的工控机作为上位机。在需要更换下位机的选择合适的接口即可。除此之外,上位机的储存容量以及运算速度也有要求,这是为了更好地处理机器人轨迹规划、实现插补算法以及正逆求解机器人。同时,在具体需要的基础上,工控机可以选择主流操作系统,如Windows、Linux等,为了在软件层面,提供机器人控制系统的扩展空间,可以安装比较成熟的软件工具,例如,可以配置可视化的软件开发环境,例如Qt、MicroSoft Visual C++等,

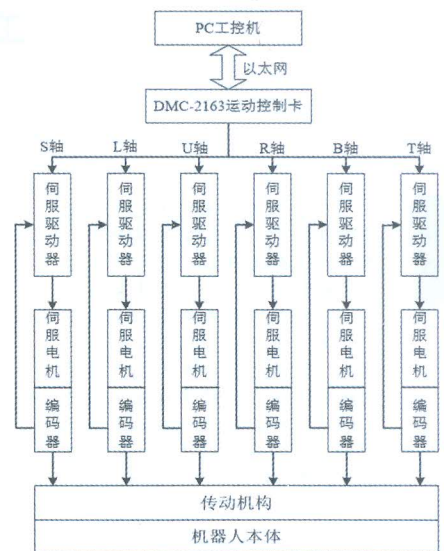


图1: 控制系统硬件架构

开发出承担机器人控制软件功能的人机交互界面。对于下位机而言,采用了由Galil公司推出的DMC-2163运动控制卡,运行独立,能够对六个电机同时进行控制,与上位机等设备通信过程中,通过RS232以及Ethernet等接口进行,运动速度快、可靠性高,为了在完成指令程序的过程中还能够具备向控制卡中下载、烧录等功能,Galil还在独立于上位机运行的控制卡中封装了指令解析器。

5 工业机器人控制系统发展趋势

从概念的提出迄今为止,很多国家以及机构对于机器人开放式控制系统进行了不同层面不同深度的研究,而且目前已经取得了非常丰硕的研究成果。为了执行全球自动化公司标准,日本1994年提出了OSEC计划,美国在同一年为了实使用户需求,制定相应的功能模块,提出了OMIC计划,也就是说控制系统应当具备标准化的接口层。OMC计划选择即插即用的模式,通过简单的连接将特定功能模块、控制系统进行连接,通过上述模式实现相应的功能。欧盟在1996年开发了整个标准系统平台,并将这一平台应用于工业生产当中,与此同时具备平台通用性。

机器人控制软件随着科学技术的不断发展,在研究开发方面也取得了非常显著的突破和进展。GPRO在2001年通过大量的实验开发以及实验设计,提出了自主机器人系统。卡内基梅隆大学在2003年为了促使控制算法实验的实现,以及为了进一步简化仿真开发出机器人控制软件。2006年跨平台开发得以实现,标志性事件是提出了开源软件项目。2010年执行文件随着开源机器人操作系统的开发实现了单独设计,与此同时开源机器人操作系统在机器人运行过程当中得到了实现,不受机器人硬件约束是开源机器人操作系统的主要优势所在,在不同的机器人之间均能够适用。

基于开放式控制系统的多机器人协同运动控制随着科学技术的不断发展,得到了非常

电气自动化的现状与发展趋势分析

文/徐晓应

摘要

我国的经济社会不断发展,现代技术水平明显提升。自动化技术被广泛应用在各个领域,收获了事半功倍的实用效果。电气自动化缓解了工作人员的压力,极大提高了产品的生产效率。本文将具体探讨电气自动化的现状和发展趋势,希望能为相关人士提供一些参考。

【关键词】电气自动化 现状 发展趋势

现代信息技术突飞猛进,电气自动化技术进入了快速发展阶段。电气自动化技术实现了设备控制的自动化状态,可以对生产设备运行进行有效监控,保证生产线的正常运行,提高产品加工的质量。鉴于电气自动化技术的实用价值较高,其被广泛应用在各行业的设备生产中。以机械手臂为例,机械手臂弥补了传统人

工劳动的不足,缓解了工作人员的压力,为工业发展奠定了坚实的技术基础。

1 我国电气自动化技术的发展现状

1.1 联系物理研究

进入新世纪以来,我国的电子科技更加发达,自动化技术的实用性得到凸显。都电气自动化技术和物理研究的联系更加紧密,二者存在相互关系。一方面,物理研究为电气自动化技术的创新提供了重要成果,成为电气自动化技术发展的重要支撑;另一方面,电气自动化技术是对物理学重要成果的转换,体现了物理研究的实践价值。我国的物理研究不断深入,广大物理学者形成多元化的理论成果,推动了电气自动化的创新。电气自动化技术应用,验证了物理研究成果的可用性,为物理研究指明了方向。就目前来看,我国的电气自动化程度

不断提升,如何对电气自动化进行改造,成为物理学界关注的重要问题。在形成电气自动化系统之后,还需要对其进行定期改造和优化,实现对自动化系统的维护和管理,对电气自动化系统进行主动升级,提升电气自动化系统的工作效率。

1.2 集散控制系统

在我国传统的制造行业进行分析,发现大多数行业都设置了控制间、控制柜等,并在主控制器的周围集成模拟量和数字量的输入/输出,然后再通过电缆线和设备进行连接。上述连接方式存在潜在的弊端,主要体现在以下几个方面:

- (1) 上述连接方式会加大施工量。
- (2) 上述连接方式会占用过多地面空间。
- (3) 上述连接方式很容易出现错误。
- (4) 上述连接方式可以拓展的空间较小。

<< 上接 116 页

显著的进步。特别是国内相关研究领域,例如对于多个工业机器人,天津一些高校通过多层等级是控制体系结构,实现了其与主控系统任务之间的调度功能。除此之外,还有一些学者研究和开发了多机器人系统控制系统。从国外对于该领域的研究情况来看,已经推出了开放式结构控制器。该控制器建立在PC和实时以太网基础之上。与此同时,还开发出了相应的多机器人协同控制系统,并将以上系统成功地应用于工业生产实践过程当中。

6 结论

综上所述,作为工业机器人至关重要的组成部分控制系统,对于机器人技术的发展,在很大程度上起着决定性以及制约性作用。不论是国内还是国外研究领域当中,工业机器人控制系统已经成为一项非常重要的研究课题。本文对于有关工业机器人控制系统相关的研究成果进行了总结归纳以及梳理,希望能够为相关的研究提供一点理论基础。

参考文献

- [1] 机器人技术与应用编辑部. 我国工业机器人现状与发展[J]. 机器人技术与应用, 2013, 1(01): 3-5.
- [2] 顾震宇. 全球工业机器人产业现状与趋势

- [J]. 机电一体化, 2006, 12(02): 6-10.
- [3] 潘炼东. 开放式机器人控制器及相关技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学自动化学院, 2007.
- [4] FORD W E What is an open architecture robot controller[C]//Proceedings of 1994 IEEE International Symposium On Intelligent Control. Columbus, Ohio, USA: IEEE, 1994: 25-28.
- [5] 汤嘉荣. 六轴工业机器人控制系统探究[J]. 中国新技术新产品, 2016, 24(06): 1-2.
- [6] NILSSON K, JOHANSSON R. Integrated architecture for industrial robot programming and control[J]. Robotics & Autonomous Systems, 1999, 29(4): 205-226.
- [7] SPERLING W, LUTZ P. Designing applications for an OSACA control[C]//Proceedings of the International Mechanical Engineering Congress and Exposition. USA, November, 1997: 16-21.
- [8] 刘利. 日本开放系统环境OSE研究会简介[J]. 机电一体化, 1998, 4(03): 8.
- [9] 戴晓华, 王文, 王威等. 开放式数控系统研究综述[J]. 组合机床与自动化加工技

术, 2000, 42(11): 5-7.

- [10] VOLPE R, NESNAS I, ESTLINT, et al. The CLARAty architecture for robotic autonomy[C]//Aerospace Conference, IEEE Proceedings. IEEE, 2001, 1: 1/121-1/132.
- [11] MONTEMERLO M, ROY N, THRUN S. Perspectives on standardization in mobile robot programming: The Carnegie Mellon navigation (CARMEN) toolkit[C]//Intelligent Robots and Systems, 2003. Proceedings. 2003 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2003, 3: 2436-2441.
- [12] BROOKS A, KAUPP T, MAKARENKO A, et al. Orca: Components for robotics[C]//IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Workshop on Robotic Standardization, 2006: 163-168.

作者简介

牟海荣(1981-), 女, 广东省广州市人。广州城建职业学院讲师。研究方向为自动控制。

作者单位

广州城建职业学院 广东省广州市 510925