

本文参考文献引用格式:孟宪伟,肖玉龙,唐宇佟,等.焊接智能化的研究现状及应用[J].电焊机,2019,49(09):84-87.

焊接智能化的研究现状及应用

孟宪伟,肖玉龙,唐宇佟,刘世铎,王 炎
(四川工程职业技术学院,四川 德阳 618000)

摘要:焊接机器人是智能化焊接的主要研究热点。随着工业的快速发展,对焊接机器人的性能要求不断提升。从焊缝跟踪系统、离线编程与路径规划技术、遥控焊接技术、虚拟仿真与人机交互技术、基于PC机的转变研究技术5个方面对目前焊接机器人的智能化发展现状进行阐述,总结了我国焊接智能化在焊接机器人、教学、智能化焊接站系统等方面的应用。

关键词:焊接智能化;焊接机器人;应用方向

中图分类号:TP24

文献标志码:C

文章编号:1001-2303(2019)09-0084-04

DOI:10.7512/j.issn.1001-2303.2019.09.16

Research status and application of welding intelligence

MENG Xianwei, XIAO Yulong, TANG Yutong, LIU Shiduo, WANG Yan
(Sichuan Engineering Technical College, Deyang 618000, China)

Abstract:Welding robot is the main research hotspot of intelligent welding. With the rapid development of industry, the requirements for the performance of welding robots are constantly improving. The development status of welding robot intelligentize is expound from five aspects: weld tracking system, off-line programming and path planning technology, remote welding technology, virtual simulation and human-computer interaction technology and transformation research technology based on PC. And the application of welding intelligentize in welding robots, teaching, intelligent welding station systems and *et al* is summarized in China.

Key words: welding intelligentize; welding robot; application direction

0 前言

焊接被称为“工业裁缝”,是工业加工中最主要的加工方法之一。焊接机器人是焊接智能化发展的代表。19世纪末出现了最早的现代化焊接技术,在20世纪中期出现了焊接机器人,从此焊接逐渐由传统的手工焊向智能化、自动化的焊接方法转变。如今,依托计算机的发展,为使焊接达到更加智能化,焊缝跟踪系统、离线编程与路径规划技术、遥控焊接技术、虚拟仿真与人机交互技术、基于PC机的转变研究技术等成为了目前智能化焊接的研究热点。

1 焊接智能化研究

1.1 焊缝跟踪系统

在智能化焊接中,焊接机器人工作时产生强烈的弧光辐射、高温、焊渣的飞溅、灰尘、氧化、加热形变等都会使焊炬偏离焊缝,从而导致焊接的整体质量下降^[1-3]。焊缝跟踪系统则能够在这种不利条件影响下,通过实时检测焊缝偏差,进而调整焊接路径和焊接参数,保证焊接质量^[4]。

激光结构光具有方向性和干涉性好、能量密度高等优点,因此,以激光结构光为光源的激光视觉传感器能够提升跟踪效果^[5]。

哈尔滨理工大学的王世伟^[5]研制了基于激光视觉的焊缝跟踪系统,其主要由激光视觉系统、图像处理系统、运动控制系统三部分组成,各有分工,激光视觉系统和图像处理系统采集、处理焊缝图像后

收稿日期:2019-05-11;修回日期:2019-06-19
基金项目:四川工程职业技术学院校级课题(YJ2019KJ-26)
作者简介:孟宪伟(1989—),男,硕士,主要从事新材料制备及性能研究的教学工作。E-mail:mxwd163yx@163.com。

获取焊缝特征点,进行偏差修正,再由运动控制系统实时调整焊接机器人的行走路径,提升自动焊接系统的实时性与精度。

沈阳建筑大学的邹媛媛等^[6-7]提出了一种基于纹理特征的焊缝跟踪点识别方法,解决了激光拼焊时因焊缝过窄或拼接板材厚度相同引起的激光条纹特征点不突出的难题。采用 Laws 纹理能量滤波方法对原始焊缝图像进行纹理滤波处理,融合纹理特征和条纹信息识别焊缝跟踪点。通过焊接机器人对等厚激光拼焊板的焊缝跟踪实验表明,该方法不仅可以实现不同焊接速度下焊缝跟踪点的自动识别,而且具有识别精度高的优点。

传感器作为焊缝跟踪系统的核心,一直是研究热点。焊缝识别与跟踪传感器可分为非接触式和接触式两种。其中非接触式中基于激光的视觉传感技术具有以下特点而应用广泛:(1)与焊接回路无关且与工件无接触;(2)可实时实现对焊缝的跟踪和焊接条件控制;(3)适用于各种形状的坡口^[8-9]。

华南理工大学的李琳等人^[10]对激光跟踪传感器的研究也表明,激光传感器一般能保持焊接精度在 0.5 mm 以内,甚至运用小波变换模极大值理论与最小二乘法的结合提取焊缝的特征点,使焊接精度达到 0.304 mm。

虽然激光视觉传感器可以替代人眼观测焊缝,但受焊接过程中弧光及背景光等因素的干扰,采集到的噪声多,从而导致跟踪精度低。针对该问题,曹莹瑜等人^[11]采用特制导轮与坡口紧密接触,当坡口位置发生偏移,利用光电转化原理转化为电信号的变化,从而实时指引焊枪的运动。由于采用机械接触传感,避免了弧光、背景光等因素的干扰,使传感器具有强抗干扰能力,稳定性和可靠性得到提高。

德国 Mel 公司在研发 M2DW 激光焊缝跟踪系统的激光视觉传感器时增加了水冷却装置,使其在高温环境下可正常工作。

结合国内外的研究现状来看,激光跟踪系统是焊接智能化发展的必然方向,是科研的重点研究方向。随着计算机视觉技术的发展,主动激光照明焊缝视觉传感技术因对推动焊缝的智能识别和焊接过程的自动化有重要作用逐渐备受关注^[10-15]。

1.2 离线编程与路径规划技术

离线编程技术是在不使用焊接机器人的情况下,利用计算机图形学成果模拟焊接机器人工作环境,并运用相应算法,通过对图形的控制和操作,对

焊接机器人的焊接路径实施编程。

离线编程技术相比在线编程技术而言,可使编程者远离危险环境,提升工作效率,便于做到 CAD/CAM/机器人一体化等特点。离线编程技术正在向着全自动更加智能化的方向发展^[16-17]。

1.3 焊接遥控技术

遥控焊接是指操作者远离有毒、深水、核辐射、易燃易爆等危险工作环境对焊接设备和焊接过程进行远程操控。目前的焊接技术还不能完全实现使用智能化焊接技术来进行自主焊接,所以需要采用遥控焊接远程操控焊接设备以保证焊接的精确性和质量^[18]。在 20 世纪 70 年代,操作人员通过远程操作执行机构控制焊枪的运动完成了焊接;20 世纪 80 年代中期,国外进行了应用机器人的遥控焊接技术研究,最早成功实现的是在 1984 年加拿大 Douglas Point 核电站利用遥控焊接维修反应堆泄露事故。主动视觉传感是遥控焊接中主要应用的传感方式,但也存在一定的缺陷,因为在焊接机器人遥操作系统中,不仅自主控制的视觉传感器体积会影响焊枪的可达性,焊缝轨迹以及工作环境也会影响传感器的适用条件,所以由传感器引导的机器人对工作环境缺乏适应力,遇到某些意外情况凭自身难以解决^[18]。

1.4 虚拟仿真与人机交互技术

在智能化焊接中,焊接过程会涉及到几何学、运动学、动力学等许多参数,所以焊接前需要进行大量的难度的设计和实验。若将智能化焊接的机械臂进行虚拟仿真,并使用 CAD 技术和计算机仿真技术将焊接过程用动画方式表现出来,并结合相应的几何学、动力学等多次实验,就能找出并解决可能会在实际操作中出现的问題^[19]。

在目前的智能化焊接中,Unity3D 在虚拟仿真与人机交互方面发挥着重要作用。人机交互即机器人模型给工作人员反馈机器人的位置与姿态,人机交互界面负责机器人运动信息反馈和机器人的控制,人再通过人机交互界面对焊接机器人实施远端操作,从而达到人机交互。在复杂、恶劣的环境中将远端焊接机器人与虚拟现实结合起来并实施人机交互,既能保证焊接工人的安全又能高效地完成焊接作业^[19-20]。

1.5 基于 PC 机的转变研究技术

随着计算机技术、微电子的快速发展,计算机因其普遍、易操控、计算快等特点,成为智能化发展

的一个重要选择方向。焊接机器人从以往较传统的控制器控制向基于 PC 机的通用型控制器转变。基于 PC 机的控制系统,能够将图形处理、声音处理、人工智能更好地应用于智能化焊接中,并且弥补因实时性而产生的误差^[21]。

2 焊接智能化的应用

2.1 焊接机器人应用

目前广泛使用的焊接机器人可分为点焊机器人和弧焊机器人两大类^[22]。点焊机器人主要由机器人本体、控制系统、焊接系统组成,分直角、圆柱坐标、极坐标型等若干种,具有操作简便、生产率高等优点,尤其适用于薄板金属结构的焊接,被广泛用于汽车车身装配、航天航空等工业领域^[23]。弧焊机器人主要有熔化极焊接作业和非熔化极焊接作业两种类型,具有可长期进行焊接作业并保证焊接作业的高生产率、高质量和高稳定性等特点^[24-25]。在我国,汽车是焊接机器人最早和最大的用户。一汽的捷达车身焊接车间自动化率高达 80%,实现工件自动传送和焊接^[26-27],每台点焊机器人经过零位标定、气压和电流标定后进行焊接。

2.2 仿真技术在教学中的应用

随着智能化虚拟仿真技术的发展,焊接在基于 Unity3D 下可以进行虚拟建模,而在高职院校焊接实训中就可以让学生在虚拟仿真的模拟下提前了解到焊接的主要操作步骤和实训场地的环境特征,并且可以基于 Unity3D 技术创建 VR 环境模拟,让学生控制 VR 手柄来模拟焊接操作,避免因第一次焊接和对焊接实训场地的不熟悉而导致的人员及财产损失^[19,20,28]。

2.3 智能化焊接站系统应用

随着焊接机器人的智能化发展,逐渐发展出一些典型的焊接机器人系统,如“机器人+焊接”“机器人+焊接工作站”“机器人+焊接生产线”。其中,“机器人+焊接”系统最为简单,“机器人+焊接生产线”系统最为复杂,其包括备料、组对、上料、焊接、检验、下料、分拣等一系列工序,不仅对单一生产线有技术要求,还对整个焊接过程的协调性有很强的技术要求。而作为一个相对独立的工作单元系统,“机器人+焊接工作站”则是最有可实施性的。在该系统下,采用双工位的焊接方法,焊接机器人与操作者分别在不同工位交替完成焊接任务,有效减少或避免了机器人的等待时间,提高了生产率。江苏南通某生

产垃圾焚烧设备的集团公司通过搭建“机器人+焊接工作站”的系统,使其生产车间升级为集智能化、自动化、信息化等多种先进技术于一体的现代先进工程^[29]。

2.4 智能化焊接协调技术应用

随着工业的发展,对工业产品的需求增多,多智能化焊接协调技术成为重要的发展方向。多智能化焊接协调技术是在完成某个任务的同时使用多个焊接设备来完成工作,主要分为多机器人合作与多机器人协调。王健强^[30]等运用多智能体 Multiagent 系统理论思想,机器人通过硬线或线场总线与其他设备通讯实现协调作业,实现了双机器人协调焊接。多智能化焊接协调技术在车辆的生产车间的应用最为广泛,在车间里分配给各机器人相应的工作,使其完成各自的工作从而达到合作;在合作的基础上各焊接单位互不干扰,在确立各自的焊接工作后,各焊接单位再保持运动的协调一致。而在整个多智能化焊接协调技术的系统中,智能体技术是解决机器人有效合作的关键^[16,31]。

3 结论

在工业 4.0 时代,焊接作为主要的工业加工方法之一,正朝着智能化和自动化方向发展。

通过焊缝跟踪系统、离线编程与路径规划技术、遥控焊接技术、虚拟仿真与人机交互技术、基于 PC 机的转变研究技术等方面的研究,实现了焊接智能化的跨越发展,拓展了焊接智能化的应用领域,使我国工业在国际上占有重要地位。

参考文献:

- [1] 吕学勤,张轲,吴毅雄,等. 焊缝自动跟踪的发展现状与展望[J]. 机械工程学,2003,39(12):80-85.
- [2] 韩沛文,周靖,蒋林,等. 基于激光传感器的弧焊机器人焊缝跟踪研究[J]. 电焊机,2017,47(10):94-98.
- [3] 丁昭. 浅析焊接机器人技术发展现状和趋势[J]. 南方农机,2018,305(13):95-102.
- [4] 宋金虎. 我国焊接机器人的应用与研究现状[J]. 电焊机,2009,39(4):18-20.
- [5] 王世伟. 基于激光视觉的焊缝跟踪系统研究与开发[D]. 黑龙江:哈尔滨理工大学,2018
- [6] 邹媛媛,房灵申. 基于纹理特征的激光拼焊等厚拼缝跟踪点识别方法[J]. 上海交通大学学报,2016,50(7):75-78.
- [7] 邹媛媛,赵明扬,张雷. 基于量块的线结构光视觉传感器直接标定方法[J]. 中国激光,2014,41(11):189-194.
- [8] 刘习文,王国荣,石永华. 单条纹激光引导焊缝跟踪图像

- 处理[J]. 焊接学报, 2006, 27(6): 25-28.
- [9] 刘习文, 洪波, 戴铁峰. 激光视觉焊缝跟踪图像处理与坡口识别[J]. 激光与红外, 2011, 41(7): 804-807.
- [10] 李琳, 林炳强, 邹焱飏, 等. 基于条纹式激光传感器的机器人焊缝跟踪系统研究[J]. 中国激光, 2015, 42(5): 26-33.
- [11] 曹莹瑜, 黄民双, 蒋力培, 等. 一种新颖的接触式光电焊缝跟踪传感器[J]. 电焊机, 2008, 38(2): 21-23.
- [12] 鄢治国, 徐德, 李原, 等. 基于示教与视觉纠偏的机器人自动焊接方法研究[J]. 机器人, 2015, 29(3): 256-260.
- [13] 郭吉昌, 朱志明, 于英飞, 等. 焊接领域激光结构光视觉传感技术的研究及应用[J]. 中国激光, 2017, 44(2): 1-10.
- [14] 崔卫韬, 曹莹瑜, 黄军芬, 等. 基于激光跟踪的管道焊接机器人跟踪算法研究[J]. 北京石油化工学院学报, 2010, 18(1): 9-13.
- [15] 徐培全, 唐新华, 芦凤桂, 等. 视觉机器人焊缝跟踪系统[J]. 上海交通大学学报, 2008, 42(1): 28-31.
- [16] 宋金虎. 焊接机器人现状及发展趋势[J]. 现代焊接, 2011(3): 1-4.
- [17] 徐呈艺. 工业机器人作业路径规划和离线编程研究[D]. 江苏: 南京林业大学, 2006.
- [18] 李海超, 吴林, 高洪兴, 等. 基于机器人遥控操作的遥控焊接最新研究进展[J]. 焊接学报, 2006, 27(6): 108-112.
- [19] 龚自成. 基于虚拟现实的焊接仿真应用与研究[D]. 四川: 电子科技大学, 2018.
- [20] 高国雪, 高辉, 焦向东, 等. 基于 Unity3D 的焊接机器人虚拟现实仿真技术研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2018(3): 19-22.
- [21] 靳全胜, 李杰. 焊接机器人技术研究与应用现状[J]. 轻工科技, 2018(2), 35-36.
- [22] 林尚扬. 焊接机器人及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [23] 冯吉才, 赵熹华, 吴林, 等. 点焊机器人焊接系统的应用现状与发展[J]. 机器人, 1991, 13(2): 53-58.
- [24] 符娅波, 边美华, 许先果. 弧焊机器人的应用与发展[J]. 热加工工艺, 2006, 35(11): 79-81.
- [25] 熊烁. 弧焊机器人控制技术的研究与实现[D]. 湖北: 华中科技大学, 2012.
- [26] 高勇, 胡红玉. 汽车焊接技术现状及发展趋势[A]. 豪爵摩托奖广东省汽车行业学术活动[C]. 2008.
- [27] 李宪政, 于中涛. 焊接机器人在工程机械行业的应用[J]. 金属加工: 热加工, 2008(18): 43-45.
- [28] 潘云. VR 技术在焊接教学课堂中的应用[J]. 新课程研究, 2018, 471(04): 107-109.
- [29] 邓海鹏. 智能制造与机器人焊接技术的集成与应用[J]. 工艺与技术, 2018, 552(18): 111-112.
- [30] 王健强, 于澎, 杜辉. 双机协调机器人弧焊系统的设计与实现[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2006, 29(12): 1534-1536.
- [31] 吴林, 张广军, 高洪明, 等. 焊接机器人技术[J]. 中国表面工程, 2006, 19(S1): 29-35.



"焊割在线"微信号: toweld123

大数据时代下, 不可忽视的复合媒体, 不能错过的指尖新市场。

焊割在线

新锐在线 焊割速播

We are always online for you

联系方式:

成都电焊机杂志有限公司 全媒体事业部

电话: 028-83279528 83282678