

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710037890.3

[51] Int. Cl.

B25J 19/00 (2006.01)

B23K 28/00 (2006.01)

B23K 9/32 (2006.01)

G03B 29/00 (2006.01)

G02B 17/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 2 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100460166C

[22] 申请日 2007.3.8

[21] 申请号 200710037890.3

[73] 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

[72] 发明人 孔 萌 石繁槐 林 涛 苏冲岗
陈善本

[56] 参考文献

JP2001-179470A 2001.7.3

CN1586833A 2005.3.2

CN1600505A 2005.3.30

CN1448239A 2003.10.15

JP2004-105971A 2004.4.8

CN1782659A 2006.6.7

审查员 连振锋

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

代理人 王锡麟 张宗明

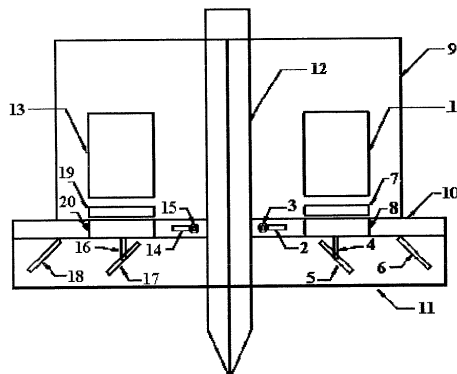
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

焊接机器人多功能双目视觉传感器及其标定方法

[57] 摘要

一种焊接机器人多功能双目视觉传感器及其标定方法，属于焊接技术领域。本发明的传感器包括摄像机、减光及滤光系统、气动系统、反射镜系统、安装支架，摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统都固定在安装支架上，摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统按从上到下的顺序垂直排放在焊枪的一侧，摄像机与减光及滤光系统同轴。本发明还提供了上述焊接机器人多功能双目视觉传感器的标定方法。本发明可以同时满足焊接起始位置的导引、焊缝跟踪及焊接过程中质量控制等工作要求，自动化程度、精度较高，效果良好。



1、一种焊接机器人多功能双目视觉传感器，包括摄像机、减光及滤光系统、气动系统、安装支架，其特征在于，还包括反射镜系统，摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统都固定在安装支架上，摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统按从上到下的顺序垂直排放在焊枪的一侧，摄像机与减光及滤光系统同轴；

所述的安装支架包括摄像机支架、减光及滤光支架和反射镜系统支架；

所述的气动系统包括滑杆和气缸；

所述的反射镜系统包括一级反射镜、二级反射镜和二级反射镜支架；

其中：减光及滤光支架同时与摄像机支架、反射镜系统支架、二级反射镜支架的一端及滑杆的一端连接，二级反射镜支架的另一端与二级反射镜连接，滑杆的另一端与气缸连接，一级反射镜与反射镜系统支架连接。

2、根据权利要求 1 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的一级、二级反射镜，其反射角度固定不变。

3、根据权利要求 2 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的一级反射镜与水平方向成 62 度角，二级反射镜与水平方向成 45 度角。

4、根据权利要求 1 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的摄像机安装在摄像机支架上，其串口通讯端口和计算机的串口连接。

5、根据权利要求 1 或 4 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的摄像机是自动变焦、自动聚焦的一体化摄像机。

6、根据权利要求 1 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的减光及滤光系统包括减光镜片、滤光镜片，滤光镜片安装在减光及滤光支架上，按照面对摄像机的方向减光镜片、滤光镜片先后同轴排放。

7、根据权利要求 1 所述的焊接机器人多功能双目视觉传感器，其特征是，所述的焊枪和该传感器固定在焊接机器人的末关节上。

焊接机器人多功能双目视觉传感器及其标定方法

技术领域

本发明涉及的是一种焊接技术领域的器件及其标定方法，具体涉及一种焊接机器人多功能双目视觉传感器及其标定方法。

背景技术

目前，用于焊接机器人上的传感方式多种多样。在这些传感方法中，视觉传感方法由于采集信息量大、非接触、快速、高精度及检测范围大等优点，受到人们的青睐。视觉传感技术在焊接机器人领域的应用主要是进行初始焊接位置的导引、焊接接头形式的识别、焊缝视觉跟踪及熔透控制等焊接过程智能控制的研究。目前国内外研究比较成熟的是采用焦距固定摄像机的视觉传感方式，存在着功能单一的不足，其只能完成一种特定的焊接工作，如果要完成多个焊接工作，还要更换不同焦距的镜头才能完成视觉传感的任务。

经过现有技术的文献检索发现，中国专利申请号：200410067328.1、名位“焊接机器人伺服双目视觉传感器”的专利提供了一种视觉传感器，该种传感器主要由两个 CCD 摄像机组成，通过图像采集卡及 CCD 摄像机实现对焊缝图像的采集，该装置能够实时的采集到焊缝的图像信息，跟踪精度能够达到焊缝跟踪的要求，但是 CCD 摄像机采用的是固定焦距的镜头，由于在焊接起始位置导引时和焊缝跟踪时所要求的视觉场景和分辨率不相同，所以一个镜头无法同时满足在焊接起始位置导引和焊缝跟踪的精度，如果要求以上两个过程的传感精度都很高时，则需要手动更换摄像机的镜头；同时，由于摄像机的拍摄角度固定不变，使得在进行焊接起始位置导引时和进行焊缝跟踪时需要手动调节摄像机的拍摄角度，而摄像机位置变化后还需要对摄像机的内外参数重新进行标定，导致焊接机器人的自动化和智能化程度降低。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术中的不足，提供一种焊接机器人多功能双目视觉传感器及其标定方法，使其通过摄像机的自动变焦功能，实现传感器在不

同的位置上采集图像信息并保证了采集到的图像用于视觉计算的精度,同时通过自动加载和移除减光和滤光装置,可以使传感器能够在不同的位置上采集图像信息,完成不同的焊接工作。

本发明是通过以下技术方案实现的:

本发明的焊接机器人多功能双目视觉传感器,包括:摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统、安装支架,摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统都固定在安装支架上,摄像机、气动系统、减光及滤光系统、反射镜系统按从上到下的顺序垂直排放在焊枪的一侧,摄像机与减光及滤光系统同轴。

所述的安装支架包括摄像机支架、减光及滤光支架、反射镜系统支架,气动系统包括滑杆、气缸,反射镜系统包括一级反射镜、二级反射镜、二级反射镜支架,减光及滤光支架同时与摄像机支架、反射镜系统支架、二级反射镜支架的一端及滑杆的一端连接,二级反射镜支架的另一端与二级反射镜连接,滑杆的另一端与气缸连接,一级反射镜与反射镜系统支架连接,一级、二级反射镜的反射角度固定不变,一级反射镜与水平方向成 62 度角,主要采集焊枪枪尖附近的图像信息,二级反射镜与水平方向成 45 度角,主要是将一级反射镜采集到的图像反射到第一摄像机,二级反射镜支架与减光及滤光支架连接,使得二级反射镜和减光和滤光系统的相对位置固定不变,同时减光及滤光支架与气动系统中的滑杆连接,在气缸的驱动下减光和滤光支架在安装支架上滑动,从而实现减光及滤光系统的自动加载和移除。

所述的摄像机是可以自动变焦、自动聚焦的一体化摄像机,安装在摄像机支架上,主要负责对焊接场景及被焊工件以及焊接熔池图像进行采集,其串口通讯端口和计算机的串口连接。

所述的减光及滤光系统包括减光镜片、滤光镜片,滤光镜片安装在减光及滤光支架上,按照面对摄像机的方向减光镜片、滤光镜片先后同轴排放。

本发明与焊枪都固定在焊接机器人的末关节上,在使用时,在开始焊接前阶段,用于完成对焊缝及焊接起始位置进行识别和导引的工作,摄像机需要采集到整个工作台和焊接工件的图像信息,此时由于电弧没有引燃,传感系统是采用自然光照明,通过气动系统将减光及滤光系统和二级反射镜片移开,使摄像机可以直接采集到工作台的图像信息,通过摄像机采集到的图像进行立体视觉计算,

从而得到焊接起始位置的三维坐标值。在进行焊接时，由于电弧已经引燃，光照十分强烈，为了使摄像机能够清晰的对焊接熔池及焊缝成像，通过气缸将减光及滤光系统和二级反射镜加载到摄像机的下端，通过二级反射光路将焊枪枪尖附近的图像信息传递到摄像机中，使用熔池后方的摄像机采集熔池后半部的图像信息，从而实现对焊接过程中焊接熔池特征参数的实时检测与控制，使用熔池前方的摄像机采集焊缝及熔池前半部的图像信息，从而实现焊缝跟踪与焊缝间隙的实时检测与控制。

由于在进行焊接起始位置导引时需要摄像机能够采集到整个工作台的图像信息，这时摄像机需要较小的焦距值；在进行焊缝跟踪与熔池图像采集时需要摄像机能够采集到熔池前后方的局部图像信息，这时摄像机需要较大的焦距值和较高的分辨率。所以需要摄像机能够根据不同的工作要求，自动的改变焦距。由于现有的一体化摄像机并不具备对焦距的闭环控制，所以为了保证每次焦距变换的精度，需要在外部配备一个棋盘格标定板以实现摄像机焦距的闭环控制。

本发明的焊接机器人多功能双目视觉传感器的标定方法，具体包括如下步骤：

(1) 在焊接开始之前，将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到距离工作台较远的位置，通过气缸将减光及滤光装置和第二级反射镜移开，使摄像机直接采集到整个工作台的图像信息；

(2) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到事先设定好的标定位置上，通过外部标定板的反馈控制改变摄像机的焦距，使其调整到满足焊接起始点导引工作的焦距，同时计算机将此焦距下的摄像机内外参数调出，对摄像机进行标定；

(3) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到步骤(1)中所述的位置，进行图像采集及初始焊位的导引工作，通过视觉计算得出焊接的初始点坐标位置并记录下来；

(4) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到步骤(2)中所述的位置上，重新变化摄像机的焦距，使其调整到满足焊缝跟踪工作的焦距，同时计算机将此焦距下的摄像机内外部参数调出，重新对摄像机进行标定；

(5) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到步骤(3)中计算出的焊

接初始点的坐标位置,通过汽缸将减光及滤光系统和第二级反射镜加载到摄像机的正下方,进行焊接状态下的焊缝跟踪和焊接熔池的质量控制工作。

在对本发明传感器进行标定时,首先设定一个标定位置,在每次进行对摄像机焦距的调整时都将焊接机器人多功能双目视觉传感器运动到这个位置上,在此位置上摄像机对标定板进行图像采集,通过计算采集到图像中单位棋盘格的像素个数实现对摄像机焦距的反馈控制,摄像机通过串行通讯端口和计算机连接,通过计算机发送的串行指令,使摄像机能够自动的变化到需要的焦距值,在摄像机焦距进行调整后,将事先计算好的此焦距的标定参数从计算机中调出,实现对摄像机各个内外参数的标定。

本发明通过摄像机的自动变焦功能,可以使摄像机完成不同的焊接工作而不需要更换镜头,实现传感器在不同的位置上采集图像信息并保证了采集到的图像用于视觉计算的精度,同时通过自动加载和移除减光和滤光装置,可以使传感器能够在不同的位置上采集图像信息,完成不同的焊接工作。本发明传感器及标定方法可以很好的满足焊接过程中的焊缝起始点导引和焊缝跟踪的工作。本发明方法中的各个步骤都在计算机的编程中实现,不需要人的干预。

附图说明

图1 本实施例焊接机器人多功能双目视觉传感器结构示意图

具体实施方式

下面结合附图对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

如图1所示,本实施例焊接机器人多功能双目视觉传感器包括:第一摄像机1、第二摄像机13,第一、二气动系统,第一、二减光及滤光系、第一、二反射镜系统及安装支架;第一摄像机1,第二摄像机13,第一、二气动系统、第一、二减光及滤光系统和第一、二反射镜系统都固定在安装支架上,第一摄像机1、第一气动系统、第一减光及滤光系统、第一反射镜系统分别与第二摄像机13、第二气动系统、第二减光及滤光系统、第二反射镜系统以焊枪12为轴心对称排放,第一摄像机1、第一减光及滤光系统、第一反射镜系统按从上到下的顺序垂直排放,且第一摄像机1与第一减光及滤光系统同轴,第二摄像机13、第二气

动系统、第二减光及滤光系统和第二反射镜系统按同样的方式排放。

所述的安装支架包括：摄像机支架 9、减光及滤光支架 10、反射镜系统支架 11，摄像机支架 9 与减光及滤光支架 10 连接、减光及滤光支架 10 与反射镜系统支架 11 连接；第一、二摄像机 1、13 都是可以自动变焦自动聚焦的一体化摄像机，其焦距变化范围为 3.9mm-85.5mm，可以满足焊接过程中图象采集的要求，第一摄像机 1 位于熔池前方、第二摄像机 13 位于熔池后方，第一、二摄像机 1、13 都安装在摄像机支架 9 上，主要负责对焊接场景及被焊工件以及焊接熔池图像进行采集，它们的串口通讯端口和计算机的串口连接；所述的第一气动系统包括滑杆 2、气缸 3，滑杆 2 的一端与气缸 3 连接、另一端和减光及滤光支架 10 连接，第二气动系统包括滑杆 14、气缸 15，滑杆 14、气缸 15 的连接方式及功能与滑杆 2、气缸 3 相同；所述的第一减光及滤光系统包括减光镜片 7、滤光镜片 8，滤光镜片 8 安装在减光及滤光支架 10 上，按照面对摄像机 1 的方向减光镜片 7、滤光镜片 8 先后同轴排放，第二减光及滤光系统包括减光镜片 19、滤光镜片 20，第一减光及滤光系统中各组件的排放方式和功能与第一减光及滤光系统的相同；所述的第一反射镜系统包括第一二级反射镜 5、第一二级反射镜支架 4、第一一级反射镜 6，第一二级反射镜支架 4 一端与第一二级反射镜 5 连接、另一端与减光及滤光支架 10 连接，第一一级反射镜 6 与反射镜系统支架 11 连接，第一一级反射镜 6、第一二级反射镜 4 的反射角度固定不变，第一一级反射镜 6 与水平方向成 62 度角，主要采集焊枪 12 枪尖附近的图像信息，第一二级反射镜 4 与水平方向成 45 度角，主要是将第一一级反射镜 6 采集到的图像反射到摄像机 1，第一二级反射镜支架 4 与减光及滤光支架 10 连接，使得第一二级反射镜 5 和第一减光和滤光系统的相对位置固定不变，同时它们与第一气缸 3 连接，在第一气缸 3 的驱动下减光和滤光支架 10 在安装支架上滑动，从而实现减光及滤光系统的自动加载和移除。第二反射镜系统包括第二二级反射镜 17、第二二级反射镜支架 14、第二一级反射镜 18，第二反射镜系统中各个组件的排放方式和功能与第一反射镜系统的相同。

本实施例焊接机器人多功能双目视觉传感器与焊枪都固定在焊接机器人的末关节上，在进行具体的焊接工作时，该焊接机器人多功能双目视觉传感器的标定过程如下：

(1) 在起弧焊接前, 首先机器人要通过上述传感器找到焊接的起始位置, 这时通过汽缸将减光及滤光系统和第二级反射镜移开, 摄像机直接采集到整个工作台的图像信息, 此时摄像机的工作焦距值应定为 3.5mm;

(2) 通过计算机发送串口指令使摄像机的焦距值变为 3.5mm, 同时将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到事先定好的标定位置上, 采集外部标定板的图像并计算单位棋盘格的像素个数, 当焦距值变化准确时, 每个单位棋盘格内应该有 40 个像素点, 如果单位棋盘格的像素个数不为 40 时, 说明摄像机的焦距变化不准确, 还需要调整, 这时通过计算机发送的串口指令向上或向下变化摄像机的焦距值。变化焦距和采集标定板的图像同时进行, 当满足条件时就停止变化;

(3) 在焦距调整完成后, 将摄像机在该焦距处的内外参数和手眼标定参数从计算机中调出, 从而完成对摄像机在焊接起始位置导引时的标定工作;

(4) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到步骤(1)中所述的位置, 进行焊接起始位置的导引工作, 通过两个摄像机采集到的图像计算出焊接起始位置的坐标值并记录下来;

(5) 将焊接机器人多功能双目传感器移动到步骤(2)中所述的位置上, 重新变化摄像机的焦距值以完成后续焊缝跟踪及熔透控制等工作。将焊缝跟踪时的摄像机焦距值设定为 24mm, 焦距的变化和摄像机的标定方法和步骤(2)中所述方法相同;

(6) 将焊接机器人多功能双目视觉传感器移动到步骤(4)中计算出的焊接初始点的坐标位置, 通过汽缸将减光及滤光系统和第二级反射镜加载到摄像机的正下方, 进行焊接状态下的焊缝跟踪和焊接熔池的质量控制工作。

本发明方法中的各个步骤都在主控计算机中用编程的方法实现, 不需要人的干预, 通过摄像机焦距的变化, 可以使摄像机完成不同的焊接工作而不需要更换镜头或调整摄像机的角度。本发明可以同时满足焊接起始位置的导引、焊缝跟踪及焊接过程中质量控制等工作要求, 自动化程度、精度较高, 效果良好。

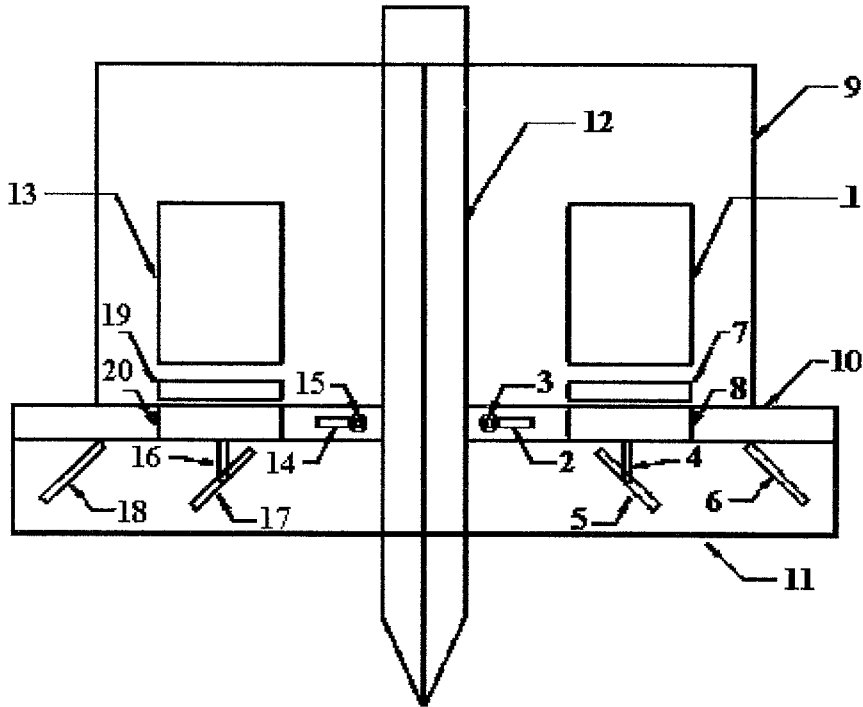


图 1