

文章编号: 2095-2163(2020)02-0097-04

中图分类号: TP23

文献标志码: A

基于机器视觉的货车位姿调整系统设计

曹冲振¹, 曹美慧¹, 王凤芹², 王晶蕊¹, 梁世友¹

(1 山东科技大学 交通学院, 山东 青岛 266590; 2 山东科技大学 机械电子工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要: 为满足现代物流装车系统的自动化需求与快速装车要求,借助 SolidWork 软件建立机械装置模型,以某企业为背景,根据某型号货车参数,设计货车位姿调整系统,包括货车位姿信息处理方案和机械执行系统方案。利用机器视觉检测技术检测货车位姿并进行信息处理,由机械系统执行调整命令,提高调整效率,提高自动化装车系统的自动化程度。

关键词: SolidWork; 货车位姿调整; 机器视觉; 机械执行系统

Design of position and posture adjustment system for freight cars based on machine vision

CAO Chongzhen¹, CAO Meihui¹, WANG Fengqin², WANG Jingrui¹, LIANG Shiyou¹

(1 College of Transportation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266590, China; 2 College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266590, China)

[Abstract] In order to meet the automation and rapid loading requirements of modern logistics loading system, a mechanical device model is established with SolidWork software. Based on the background of an enterprise and the parameters of a certain type of freight car, a positioning and posture adjustment system of freight car is designed, including the information processing scheme of the positioning and posture of freight car and the mechanical execution system scheme. Machine vision detection technology is used to detect the position and posture of freight cars and process information. The mechanical system executes the adjustment order to improve the adjustment efficiency and the automation degree of the automatic loading system.

[Key words] SolidWork; truck position and posture adjustment; machine vision; mechanical execution system

0 引言

在物流领域装卸活动是反复出现和进行的,每次装卸活动都要花费很长时间,所以提高装车速度往往成为决定物流速度的关键^[1]。自动化装车系统作为出库装车的设备之一,能够起到提高装车效率、降低人工成本的作用。因此,近几年国内外装车系统相关的研究越来越多,装车方案的研究主要包括:装车系统与生产线直接相连,待装货车辆停靠装车区域后,装车系统自动测量车体位置,然后依靠多种技术,基本实现物料的全自动化装车,在停车时,尤其对于车体较长,体积较大的货车,人工停车难度大,位姿调整损耗时间长,大大降低了自动化撞车的效率。

基于国外码垛机器人的应用经验,徐东等人^[2]研究开发了一套适用于集装箱的自动装车系统,该方案利用视觉系统测量车厢体内部长宽高等尺寸数据。为了配合自动装车设备工作,方便货车位姿的调整,陈显龙等人^[3]设计了一套激光雷达测量车厢尺寸的方案。车厢测量系统由2个激光雷达组成,

分别测量货车的宽度、高度,以及车厢长度信息。

以啤酒行业为背景,在2017年,中国人均啤酒消费量达到34升/年,远超世界平均水平^[4]。伴随着啤酒市场的扩大,各啤酒生产企业之间的竞争也日趋激烈^[5]。为了抢占市场,获得较高的利润,各啤酒生产企业除了在技术领域不断创新以外,还可以从其他方面提高周转效率,在激烈的行业竞争中取得先机,如:啤酒运输、储存、出库等方面,尤其是出库问题。对于啤酒生产企业来讲,成品啤酒出库速度的快慢,直接影响企业的效益。

本文研究了一种机器视觉的货车位姿调整系统方案,用以解决人工驾驶停靠位置不精确的问题。根据现有资料,设计测量系统与机械执行系统,并利用 SolidWork 进行建模,呈现三维可视化展示。

1 整体方案设计

1.1 系统需求分析

在快速装车系统方案中,由于输送线和装车设备的位置相对固定,且车厢内需要码放2列托盘,车厢宽度裕量很小,因此货车与装车设备的相对位置

作者简介: 曹冲振(1975-),男,博士,教授,主要研究方向:物流技术装备、移动机器人技术。

通讯作者: 王凤芹 Email: 891574492@qq.com

收稿日期: 2019-11-18

应保持一致且角度偏差在合理范围之内。但是在实际操作中,由于车辆长度较长,驾驶员驾驶车辆停靠的位置和角度无法满足装车需要,往往需要进行多次调整,麻烦且浪费时间。因此,有必要借助相关设备对货车位姿进行调整。

货车位姿调整的作用是调整货车与装车设备之间的相对位置应保持一致且角度偏差在合理范围之内。

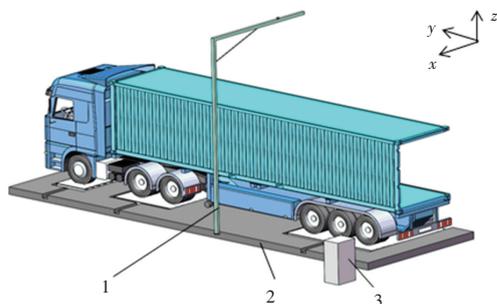
由上述分析可以看出,货车位姿调整系统的作用是改变货车当前的位置和角度,将位姿调整在理想的范围内。具体工作内容主要包括:

(1) 货车停稳后,对货车进行位姿的检测,判断停靠的位姿是否符合装车要求;如果位姿不满足装车要求,则需要对获得的停车位姿进行对比计算,最终得出调整距离,并由货车位姿调整系统调整货车位置和角度。位姿调整结束后,要再次进行位姿检测,并判断当前位姿是否已经符合要求,若不符合要求,重复上述调整过程,直至位姿处于合理范围之内。

(2) 伸缩装车机在车厢内装完第一列货物后,货车位姿调整系统需要把货车车厢位置横向调整一个托盘的宽度,使伸缩装车机能够装载第二列货物。

1.2 整体方案介绍

根据设计要求和货车位姿调整功能需求,本课题设计的货车位姿调整系统整体方案三维图如图1所示。



1-货车位姿信息处理系统; 2-机械执行系统; 3-电控柜

图1 货车位姿调整整体方案

Fig. 1 The overall picture of mechanical execution part

该系统主要由货车位姿信息处理系统、机械执行系统以及电控柜组成。其中,位姿测量装置利用机器视觉的原理,采用 CCD 摄像机作为测量元件捕捉货车位姿的电子图像,电子图像将传输给计算机,系统利用图像处理技术,对图像进行分析,提取出有用数据^[6]。机械执行系统,主要由多组移动平台、液压缸、以及钢轮和导轨组成,在移动平台时带动停

放在其上的货车,调整货车位姿。

工作流程:货车停稳后,对货车进行位姿的检测,检视其停靠的位姿是否符合要求(是否达到要求),如果位姿不满足装车要求,需要上位机进行有关处理后将需要调整的信息发送给相应的电控柜,并由机械执行部分调整货车位置和角度,调整结束后,需要再次进行位姿检测,重复上述的命令,直至货车位姿符合标准。

2 机械执行系统设计

2.1 功能要求分析

在本文中,该部分的主要作用是执行调整命令,调整货车位姿。针对整托啤酒的装车过程,本机械执行系统的设计要求主要包括以下两点:

(1) 该装置能够承载满载货车的重量。

(2) 对货车的位姿进行精度较高的调整,既可以实现货车在横向方向上的调整,也可以实现货车角度的调整,使货车位姿能够满足装车需要。

2.2 方案设计

在本文中,该部分的主要作用是执行调整命令,调整货车位姿。机械执行系统方案拟采用将货车车厢平移的方式调整其位姿,故考虑在货车下安装移动平台。为实现调整货车停靠角度的功能,设计3组移动平台,分别置于货车的3组车轮下。

具体方案如下:机械执行系统主要由液压缸、移动平台、导轨和钢轮组成。其中,移动平台位于地面的3个凹坑内,3组移动平台之间的距离分别与货车的3组车轮之间的间隔相对应;每个移动平台上装有6个钢轮,分别安装在移动平台的两侧;液压缸的数量为3组,3组液压缸位于移动平台的同一侧,分别用于驱动3组移动平台的运动。凹坑内钢轮下方设置有导轨,钢轮沿导轨滑动实现移动平台的横向移动。利用 SolidWork 进行三维建模,如图2所示。

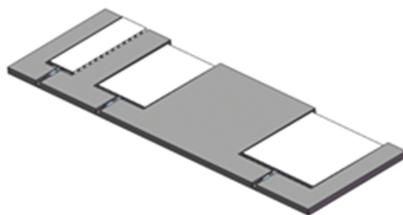


图2 移动平台布置图

Fig. 2 Mobile platform layout

2.3 机械执行系统原理

(1) 水平位置调整:3组移动平台同时进行等距移动。

(2) 角度调整: 根据角度偏差方向决定各移动平台的运动方向, 通过 3 组平台的组合运动来达到调整货车角度的功能要求, 如图 3 所示。图 3 中, 实线代表货车, 虚线代表移动平台。

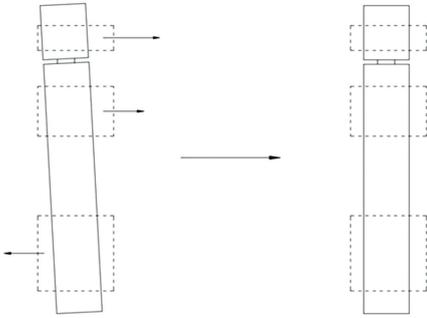


图 3 货车位姿调整具体过程

Fig. 3 Specific process of position and posture adjustment of freight cars

3 货车位姿信息处理系统设计

3.1 系统方案设计

货车位姿信息处理系统由 2 个相互连接的 CCD 摄像机、图像采集卡、电控柜和计算机组成, 地面画有标准停车位姿的标志线, 2 台摄像机分别设置于标准货车车位标志线长度方向的三等分点, 获取的 2 张照片拼接后形成完整货车位姿图片; PC 机与电控柜连接, 电控柜与 3 组液压缸的发动机连接, 电控柜接收 PC 机发出的液压缸启停信号, 通过控制通电情况来确定每个液压缸的启停, 从而控制移动平台的启动时间与移动距离。

3.2 位姿信息处理原理

位姿信息处理系统通过摄像机获取货车位姿图像, 经过图像处理获得车身三维点云数据, 上位机将三维点云数据进行处理, 主要包括建立被测对象的数学模型、坐标系转换、点云数据预处理等。上位机计算货车当前位姿信息与预先设定的标准值的偏差, 通过算法计算可以得到 3 块移动平台的调整距离, 利用计算机算法将调整距离转换为液压缸的工作时间, 将液压缸的工作时间信息发送至电控柜, 由电控柜控制液压缸的启停, 机械执行系统执行位姿调整命令将货车位姿修正。具体步骤如下:

图像处理系统获得货车位姿点云图, 见图 4 左侧图。随后, 运用卡尔曼算法进行图像边框处理, 得到货车的实际位姿见图 4 右侧图。

图像处理系统根据货车的实际位姿轮廓的顶点位置, 生成中心线, 将生成的中心线与系统中的标准货车的参考中心线作对比, 如图 5 所示。

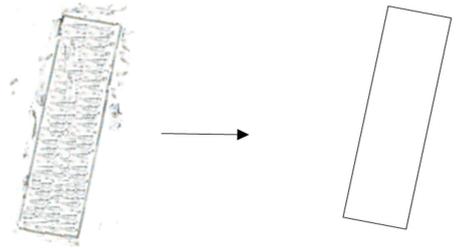


图 4 货车位姿点云图处理

Fig. 4 Cloud image processing of location and posture points of freight cars

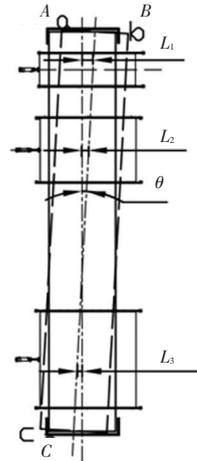


图 5 货车位姿信息提取示意图

Fig. 5 Schematic diagram for extracting position and posture information of freight cars

2 条中心线的夹角为货车的角度偏差 θ , 3 组移动平台的中心线分别与 2 条中心线相交, 被截取的距离记为 L , 则从前至后依次记为 L_1, L_2, L_3 , 并以液压缸向外推的方向为正方向, 即 L 在参考中心线以左为正数, 以右为负数。

(1) 当 $L_1 = L_2 = L_3$ 时, 即 2 条中心线平行, 不需要调整角度, 则 3 组液压缸同时动作伸长, 或缩短相同的距离, 将货车移动到标准停车位置上。

(2) 当货车位姿的角度不标准时, 即 θ 不等于零时, 采取先调整角度再调整位置的顺序, 即先将中心线调整至与参考中心线平行, 再调整至重合, 对此可表述为:

① 先固定货车车头不动, 调整位于最后端的移动平台向右移动 $L_3 - L_1$ 的距离, 同时调整位于中间的移动平台向右移动 $L_2 - L_1$ 的距离, 当 $L_2 - L_1 < 0$ 时, 则为向左移动, 并在移动完成后摄像头再次检测, 根据检测结果再做调整, 直至货车的水平线与参考水平线平行, 即 $L_1 = L_2 = L_3$ 时, 角度调整完成。

② 根据步骤 (1), 将货车移动到标准停车位置上。
(下转第 102 页)