

一种集卡和无人车混行的定位系统

胡宗宝

舟山甬舟集装箱码头有限公司 浙江 舟山 316000

摘 要: 本系统应用于港口自动化物流领域, 适用于集装箱码头中岸桥与传统集卡与无人驾驶车辆 (如AGV、IGV) 混行作业场景的定位引导系统及方法, 通过多模态传感融合与动态决策机制, 实现多类别车辆的协同定位与路径规划, 提升岸桥的作业效率和安全性。

关键词: 岸桥; 无人集卡; IGV

引言

当前自动化码头普遍存在多种车辆混行作业需求,传统集卡司机只能凭人工经验停靠集卡,降低了集卡和岸桥的工作效率。常见的AGV定位方案为地面安装磁钉,但是在大小车方向定位偏差较大,作业自动化难度较大,单一系统无法同时满足人驾车辆(需直观引导)与无人车(需数据交互)的需求。基于以上问题,设计一套基于安装于固定位置的激光扫描检测系统和车对外界信息交互系统,当车辆进入工作区域后,自动开启扫描及车机信息交互,感知周围环境,快速准确的引导车辆到达有效位置,既保证装卸作业效率和又提高装卸作业安全性。

1 传统有人集卡

在传统的起重机集卡装卸作业中,集卡司机只能凭个人经验或人工辅助停靠集卡,当车辆到达桥吊下方时,司机通过个人经验,根据车道旁放置的停车指示牌来粗略判断吊具下放的位置,当吊具下放至一定高度时,集卡司机通过目测方式进行确认,期间司机需观察并前后反复移动车辆,一些操作经验差的司机可能还需要码头指挥手帮忙介入引导,进行人工二次辅助校准。在这一套传统流程中,司机需要探头车窗外观察吊具位置并前后移动车辆,存在一定安全隐患,且多次对位花时较长,影响作业效率。

为解决上述问题,集卡定位系统通过3D激光扫描对进入桥吊下方的集卡进行实时扫描,扫描获得的车位与理论停车位对比后,用集卡引导显示屏将停车信息显示给集卡司机,此过程集卡司机仍可以保持正常驾驶姿势,通过余光观察引导显示屏进行车辆前后移动,消除了安全隐患。该系统还可以避免码头指挥手长期进入作业车道及桥吊重关下方,杜绝了事故的发生。

2 智能平面运输设备

未应用集卡定位系统的传统桥吊上面,能与智能平面运输设备进行交互的条件非常有限,往往通过平面运

输设备本身强大的感知设备和算法来实现停车定位,如:前期甬舟的智能集卡通过安装在桥吊上的两个反光柱作为特征点,供平面运输设备扫描定位。在桥吊卸船流程中,该方案可以基本满足车辆定位,实现桥吊司机从船上抓取集装箱放置平面运输设备上。在装船流程中,桥吊司机要控制吊具去抓取车辆上的集装箱,虽然车辆可以通过单车的感知系统和算法实现车辆的停车位置保持相同,但是每个车次的集装箱在车辆上方放置的位置存在差异,且无法控制,导致着箱对位存在失败几率,这也是传统桥吊实现智能平面运输作业存在的一个较大的难题。

在配备有集卡定位系统的桥吊上面,该难题可以有效解决。在桥吊卸船流程中,桥吊的集卡定位系统通过3D激光扫描智能平面运输设备的轮廓,并将扫描数据传输给平面设备,实现车辆定位。在桥吊装船流程中,集卡定位系统不再扫描运输设备的轮廓,而是通过扫描运输设备上集装箱的轮廓,此时无论集装箱放置在运输设备上的位置是偏前或偏后,通过停车位的调整,平面运输设备可以保证集装箱处于吊具下方,实现精准定位^[1]。

3 系统方案

系统硬件方案如图1所示:

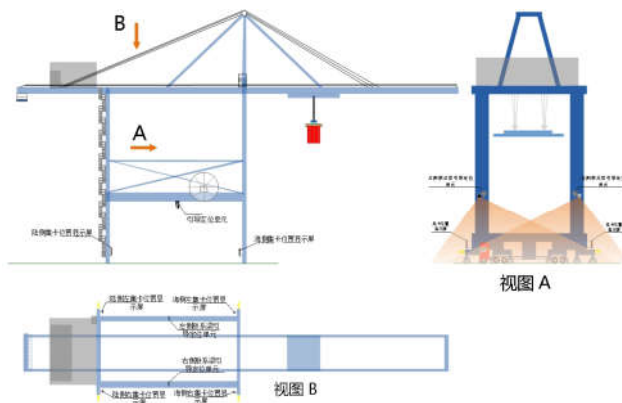


图1 系统的硬件安装示意图

本系统是一种基于多模态融合定位框架的集卡和无人车混行定位系统及方法，通过融合激光扫描、V2X通信、动态调度三大模块，实现多类别车辆的协同定位与引导。系统利用3D激光点云识别车辆类型与位姿，无人车通过UWB基站接收实时纠偏指令，传统集卡通过LED屏获取视觉引导；调度中心基于任务优先级动态分配车道资源，冲突时触发路径重规划。该方法显著提升混行码头的作业安全性与效率，采用了如下的技术方案：

3.1 全域激光扫描定位。在岸桥联系梁安装3D激光扫描仪，覆盖所有车道。实时生成点云数据，识别车辆轮廓（区分集卡/AGV/IGV）及位置偏移^[2]。

3.2 V2X动态引导系统。无人车（IGV/AGV）搭载UWB标签，与岸桥基站（V2X）通信，实时获取位置纠偏指令；集卡通过LED屏接收视觉引导（如方向箭头、距离数字）。

3.3 任务调度协同引擎。调度系统动态分配车道资源，冲突时触发优先级策略（如班轮作业优先）；当IGV与集卡混行时，基于CPS值动态调整锁闭区范围（纠偏限制在±50cm内）。

3.4 多模态感知融合定位。融合覆盖多车道的3D激光扫描仪所获得的激光点云数据和多目视觉图像数据以及V2X通讯基站的位置新号进行卡尔曼滤波融合，构建统一坐标系。

3.5 内置通用车辆模型库。本方法内置集卡/AGV/IGV/拖车等10类车辆三维模型，根据点云特征自动识别车型并加载对应参数，结合动态匹配算法实现实时动态匹配多种车辆混合作业模式^[3]。

集卡定位系统其硬件及系统结构如图2所示：

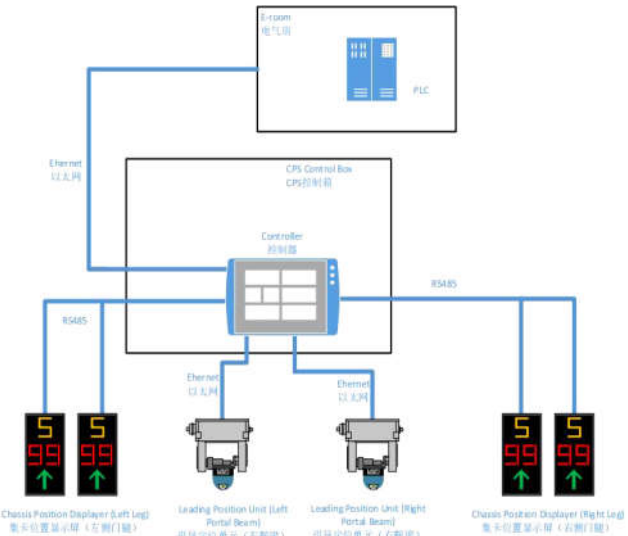


图2 系统结构图

4 控制器

控制器采用研华UNO2483型号工控机，操作系统采用WIN10，可用微软自带远超桌面进行连接。

CPS软件分为服务端（CPSServer）、左客户端（CPSClient_Left）和右客户端（CPSClient_Right）。

左客户端（CPSClient_Left）部署在左侧控制器里，右客户端（CPSClient_Right）部署在右侧控制器里。

4.1 3D激光扫描仪

前端采集设备是整个系统中最重要部位，直接影响定位的精度，根据码头现场作业环境的特殊性，以及特殊季节雨水天气多，沿海盐碱性大的特点，选用了SICK LMS511这款激光传感器作为前端采集器。与其他激光传感器相比，SICK LMS511激光传感每个发射脉冲最多可接收5个回波，在雨、雾等极端环境下，均能可靠的触发测量阈值，其广泛应用于港口设备轮廓扫描与防撞应用系统中，其质量及性能得到业界认可。

4.2 转动机构

转动机构由三菱伺服驱动器，电机，编码器三个主要部分组成，实现激光传感器对各个车道不同角度的数据采集。司机通过操作界面选择作业车道，转动机构收到车道指令后将激光器角度转至作业车道，以收集该车道的车辆数据。

4.3 集卡位置显示屏

集卡位置显示屏可以显示集卡引导信息，引导司机将车量停到正确位置。

集卡位置信息显示如图3所示：

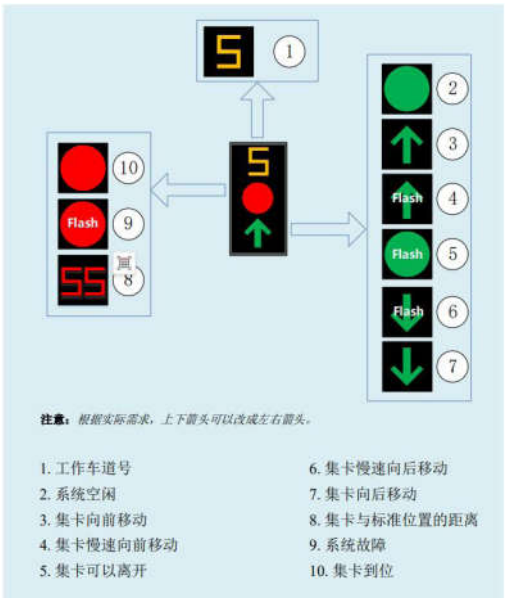


图3 集卡位置显示状态

本系统提供了一种基于数据融合模式的多车型引导

方法，并设计了一套车辆模型库。在引导的过程中，融合系统对采集到的激光点云、图像及车辆位置信息进行自动处理，提取车辆轮廓及车辆位置信息，极大的避免了不确定因素的干扰，提高了系统鲁棒性，保证了引导的精度。

5 具体实施方式

本系统提供了一种基于数据融合模式的多车型引导方法，并设计了一套车辆模型库。在引导的过程中，融合系统对采集到的激光点云、图像及车辆位置信息进行自动处理，提取车辆轮廓及车辆位置信息，极大的避免了不确定因素的干扰，提高了系统鲁棒性，保证了引导的精度。下面对本系统实施例做详细的描述。

步骤1：为适应多个车辆车道工作，系统使用激光器加转动马达的组合方式，其扫描范围可覆盖多个车道，根据作业车道信息，系统控制扫描仪转动到不同的作业车道，进行车辆监控和位置检测定位，从而实现门架小车对车辆的自动化作业，如图4所示：

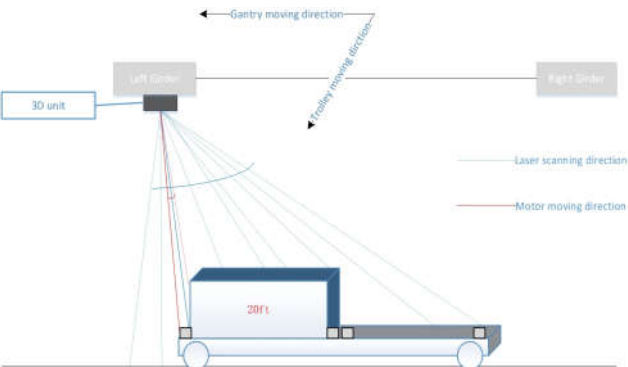


图4 系统扫描原理图

步骤2：V2X动态引导过程中，所有的基站设备均有GPS的时钟授时，工作在同一时钟基准下，为了保证信号在传输过程中的稳定性，使用TDMA的方式给所有设备划分工作时隙。使用TDMA的时隙划分时，因岸桥多为一排（沿海岸线）放置，按照岸桥的排列顺序，划分其工作时隙0~(N-1)，共N个，根据岸桥大小和信号覆盖范围决定时隙总数N的大小。

步骤3：在多车辆任务调度协同时，实时分析当前车道分配情况，及多车道里车辆检测结果和路径规划信

息，优先处理自动化指令引导作业车辆，其优先级高于集卡。当无人驾驶与传统集卡混行时，基于CPS值动态调整锁闭区范围调整引导优先级及引导距离。

步骤4：在数据融合过程中，利用激光点云解决V2X信号遮挡问题（如集装箱堆场），视觉辅助识别车辆特征，V2X提供高频更新。通过补偿函数，将车辆姿态导致的定位漂移降低误差，如图5所示：

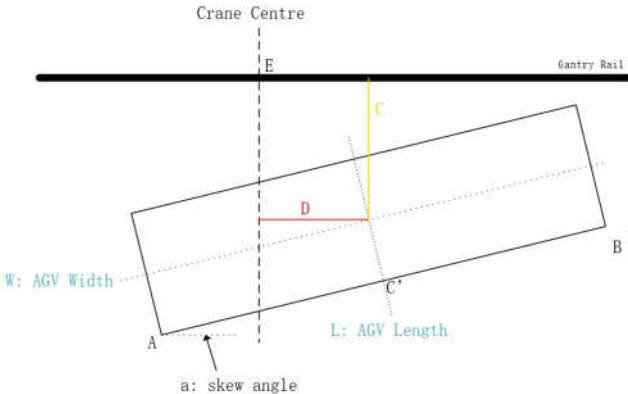


图5 系统动态补偿车辆姿态偏移示意图

步骤5：为更加准确的对车辆目标进行引导，建立一个车辆模型数据库。每类模型配套存储物理尺寸（长/宽/高）、运动学参数（最小转弯半径/最大速度）、作业特征（载重能力）、传感器配置方案等模型库构建信息。

结束语

本系统提供了一种基于数据融合模式的多车型引导方法，并设计了一套车辆模型库。在引导的过程中，融合系统对采集到的激光点云、图像及车辆位置信息进行自动处理，提取车辆轮廓及车辆位置信息，极大的避免了不确定因素的干扰，提高了系统鲁棒性，保证了引导的精度。

参考文献

[1]浦敏峰.传统集装箱岸桥自动化控制改造研究[J].设备管理与维修,2023(24):128-129
[2]许文彬,费文豪.基于视觉识别的岸桥起重机集卡定位引导系统[J].工程机械,2022,53(08):1-5+7
[3]许跃骞.基于机器视觉的岸桥集卡定位引导系统涉及[J].科技视界,2020(31):102-103