

AGV小车导航控制研究

李金龙 石瑞芳

(甘肃机电职业技术学院 甘肃天水 741001)

【摘要】本文主要对VGA小车系统的整体特点、优势进行了介绍,介绍了磁导航系统组成,对其当前的导航方式类型、发展及应用情况做了分析,并对其发展现状及趋势做了总结。

【关键词】导航控制;系统组成;控制过程;趋势

DOI: 10.18686/jyyxx.v3i7.50422

1 AGV小车概述

AGV就是自动导引运输车,通常其动力源为电池,驱动力来自电动机,行走路线及启停时机按照设定好的程序、触发条件及对周围环境的检测结果决定,能实现按预定路线自动行驶无需人为干预的自动化搬运车辆。主要利用单片机、PLC主机或PC来控制其行进路径以及行为。

AGV小车的优点首先在于工作自动化程度高,例如,工业化生产中对产品进行各项工艺加工时,上下道工序中可用AGV小车进行物料或产品的自动搬运、分配等。还可用于物流仓储中实现无人值守的自动仓储。其次是其充电可实现自动化,当其电量即将耗尽时会向控制系统发出请求指令,获得允许后自行行进到充电桩处“排队”充电。现在的电池充电技术可令其充电15分钟足以工作4小时左右,且电池寿命可达2年以上。另外,其体积小负重能力强,很方便在车间之间及内部穿梭,较传统物流运输车减少占地面积;外观可以设计的较为卡通,还可加入人机交互界面进行语音互动,大大提升企业科技形象。

运行过程无需人工干预是AGV小车的优势所在。实现此功能最重要的就是让其拥有对周围环境的自主判断功能,从而实现对路径选择、自动启停、货物运输等作用。其另一个特点是使用灵活易更改,自动化、智能化水平高。其运动轨迹可以根据出发地、目的地、途径地等改变而灵活修改,运动路径更改的灵活是刚性的传送线或传统的输送皮带无可比性的。从无人化工厂或车间的角度来说可以和工业机器人(如自动机械臂)配合来完成与其他生产设备的无缝对接,实现各生产线或工艺流程间产品或原料的收集、输送、归类归仓等过程全自动化。除此以外,因其动力源主要以电池为主,因此生产过程无排放,无污染物产生,且噪声可忽略,特别适用于电子芯片等对环境清洁度要求高的生产车间。从应用领域来说目前已普遍应用在各类生产、仓储、装配、物流车间,成为各类实物商品生产工厂自动化系统的非常重要的组成部分。

2 AGV小车导航方式

AGV小车的自主行驶过程中需要依据收集到的环境信息与预设路径实时对比,依据判定条件及偏差值来控制

两个或两个以上的驱动电机各自的转速来实现路径纠偏及航向正确。在此过程中主要需解决三个问题:首先是定位,先明确自身所处环境中的坐标,也就是“我在哪儿”的问题,这是自主运动的最基本条件;其次是明确目的地的坐标,也就是“我要去哪儿”的问题,这需要在控制程序中给出具体参数,更近一步则同时也可通过无线通信进行目的地选择修改;最后是路径选择问题,也就是“怎么去”的问题,这是最复杂、需要解决的技术困难最多的环节。路径选择需要通过各种传感器来实现对周围环境的感知及路径计算建模,并且不断依据收集到的环境信息确立可通过区域与不可通过区域,更新自身坐标,不断修正驱动电机转速信号也就是自动纠偏,还需要对运动障碍物进行运动路线的预判从而重新规划路线避免碰撞。路径的规划计算可以分成两类,从对环境信息的掌握程度决定了是完整的预设路径还是实时不断调整修改的即时路径,后者运行时就需要通过传感器不断获取环境信息,而前者应用在特定环境下(如固定路线的输送,只需检测路径前方一定范围内是否有障碍物,是否需停车等待等)可无需实时进行路径计算。

目前应用较广的导引方式主要有磁条(磁钉)、激光(轮廓、测距、SLAM)、电磁、光学(二维码、色带)、GPS、视觉、惯性导航等,各类方式中已发展成熟并应用最多、成本最低、施工简易的是磁条(磁钉)、光学(二维码、色带)导航。在自动化车间中应用环境较为简单,无需进行复杂的路径选择计算,AGV沿固定路径行进,只需对自身运行路径与传感器反馈信号进行对比确定自身位置及运行速度、方向参数。在二维码导航或磁钉导航方式中因码标是间断的,在间断期内则需使用惯性导航即通过陀螺仪获得水平方向两个轴向的速度经过积分等运算进行定位,到达下一个二维码标时校正位置信息。激光导航(测距式、反射板式、SLAM)方式精度高,但成本较高,需要主动发射激光束通过接收反射光束来确定所处位置及当前速度,主要由三角函数结合导航算法等计算得出驱动电机转速等参数来完成导航。视觉导航则是通过安装在车身不同位置的摄像头来获取周围环境的图像信息,再将图像信息处理得到路径、障碍物平面模型,通过导航算法得出路径、速度结果的导航方式,优点是较广的使

用场合及高度的灵活性,成本也较低,目前技术发展迅速,与激光导航配合使用对精度、路标识别速度及精度会有很大的提升。GPS 导航方式只适用于无遮挡的空旷场地,在室内并不适用,且精度低,在远程控制中应用较多。通过查阅国外相关产品及销售相关资料,显示目前主要导向技术应用结果是电磁感应方式应用比例最多,侧面反映该项技术已发展成熟。其次是惯性导航,再次是光学检测、位置设定等。虽然视觉导向技术应用较少,但发展前景却十分看好,该项技术还处于深入研究和不断完善之中。从发展趋势上看,自主导航将是 AGV 的未来,只需给出目的地信息,其他工作完全由 AGV 来自主完成。

3 磁导航AGV系统一般组成及控制过程

系统组成采用磁导式循线方式,主要依靠前、后部磁性传感器传来的信号送到小车控制器(PLC),由控制器按程序给出伺服位移信号给驱动电机,驱动小车沿地面上预铺装好的磁条轨迹行走;驱动电机通常使用两台后驱的直流无刷电机,以便完成差速控制确保定位准确。通常小车顶部可装带式输送装置来完成与流水线生产线或者各类仓库的连接及货物运送,也可与机械手配合完成货物的堆码工作。系统组成框图见图 1 所示。

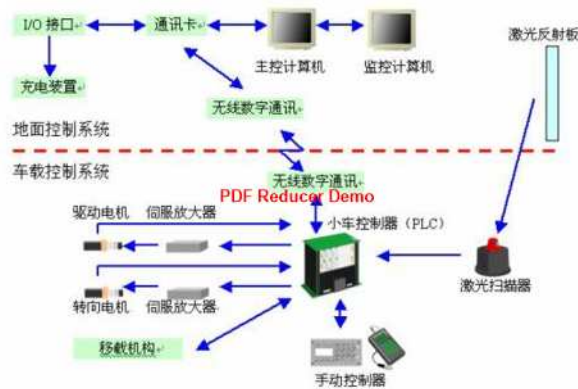


图 1 磁导航 AGV 系统一般组成

该磁导 AGV 系统的核心控制部分由西门子 S7-1200 型 PLC 承担,寻迹部分由小车前后部磁性传感器配合地面磁条组成。从功能来说,需具备行驶速度自动调节、停车时间可调、选择正确路径、方向偏移纠正、障碍物检测停车、原地转向、急停、寻迹等基本功能;进一步应用中还需增加安全功能如鸣笛示警或灯光提示;故障自我检测及反馈;电量管理及自动充电;无线通信及触屏控制;输送架升降及输送带启停调速等。从车体组成来说,主要包括机械、动力、控制这三部分,以轮式结构及顶载式的输送装置为例,机械部分主要包括小车车体、主动轮和辅助轮、安全装置及输送装置;动力部分则需驱动系统、输送装置供电部分、其他供电部分;控制部分需要主控单元、总线系统、通信系统、控制器等。完成磁导航的基础元件需要专用的诱导磁条、磁导航传感器(每个传感器包含 8 至 16 个磁感应采集点,分别依

据感应到的磁场强度给出对应的电压,得出信号送到 PLC 的模数转换模块以便 PLC 主机进行识别)等。运动过程由两台直流无刷电动机完成驱动,由 PLC 给出使能、制动、正反向信号及转速(电压模拟量)信号,通过差速控制完成运行速度及方向的控制过程。使用 PLC 完成该系统还需使用组态软件完成设备间的组态(主机、数字量扩展模块、电源模块等),编程时可按功能进行分块设计编制,如输入输出功能、运动控制功能、使能制动前后方向条件功能,最重要的是对运动偏移量的检测纠正功能设计。运动偏移量的计算主要以传感器送来的磁场强度信号为依据,如图 2 所示,小车居中时 PLC 可得中间 4 路信号电压,左偏或右偏时则可各得约 8 种左右偏移信号组合,传感器采样点若为 16 个则可得到更精确偏移角度。对纠偏计算可采用 PID 调节,这是 PLC 主机所自带集成功能块,只需设定相应参数调用即可。对偏移量调节可通过设定其中的比例 P 参数,使偏移量与两个电动机转速差值成正比,从而尽快使小车回正位置。为了防止比例 P 参数调速造成的震荡(小车的不停左右摆动),还需依据实际情况设置微分系数 D 的值,通过修改调整保证小车的运行稳定性及可靠性。

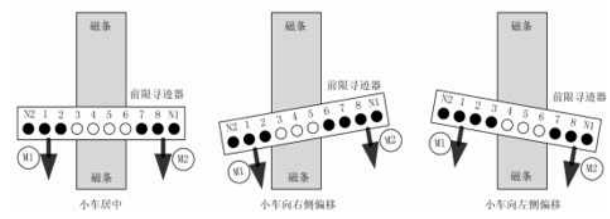


图 2 小车位置与偏移量传感器信号

4 AGV导航方式发展趋势

AGV 导航导引技术的进步体现在柔性、精度、造价和适应性等方面,而且取消对外界辅助设备或器件依赖也是大方向。采用视觉成像辅以激光测距构建环境模型,智能化的自主设计路径及应对突发情况自主修正运行参数,实现自由路径导航,是未来 AGV 发展的阶段性目标。随着我国“中国制造 2025”对制造业的升级推动,“工业 4.0”对制造业智能化的提升,结合了智能机器人交互技术、5G 通信技术、AR 实景导航、云计算的新一代导航技术将使 AGV 更趋成熟完善,能够在更加复杂的生产作业环境下完成工作任务。在多学科共同发展作用下,未来 AGV 将朝着智能化、机器人化、物联网化方向发展。硬件功能更加强大的车载控制器可以实现更多功能;更为精确的控制算法必将应用在寻迹、纠偏、调度等程序控制中,结合更新技术的高精度传感器让 AGV 能适应更多场合和环境;AI 技术的发展将让 AGV 具备自主学习、判断、运行和维护能力。

作者简介: 李金龙 (1980.10—), 男, 甘肃永靖人, 副教授, 研究方向: 电气, 职业教育; 石瑞芳 (1982.01—), 女, 甘肃天水人, 讲师, 研究方向: 机械制造自动化。

基金项目: 甘肃机电职业技术学院资助校级科研项目 (GSJD2020A07) 基于 S7-1200PLC 的磁导航自动导引运输车纠偏控制方法研究。

【参考文献】

- [1] 田金锋.探究自动导引车 (AGV) 关键技术现状及发展趋势[J].时代汽车, 2019 (6): 42-43.
- [2] 金亚萍.自动导引车关键技术现状及发展趋势[J].物流技术与应用, 2015, 20 (11): 96-98.
- [3] 吴平, 刘刚军, 牛志朝, 等.室内 AGV 导引和定位系统设计[J].计算机工程与设计, 2019, 40 (6): 1782-1787.
- [4] 何翠, 杨光永, 史雄峰, 等.磁导航 AGV 纠偏控制模型的研究与设计[J].计算机与数字工程, 2020, 48 (1): 67-72.
- [5] 陈浩云, 陆荣, 于多.一种磁导式 AGV 小车 PLC 控制系统的设计[J].工业控制计算机, 2019.32 (4)