

一种小型无人驾驶物流车线控底盘的研究

石添华

(厦门金龙旅行车有限公司 福建省新能源汽车企业重点实验室, 福建 厦门 361022)

摘要:介绍一款小型无人驾驶物流车线控底盘的研发。利用 RTK 差分定位组合导航、自动驾驶模式下的制动和转向测试输出信号与车辆实际反馈信号的对比,验证其性能满足应用场景的要求。

关键词:无人驾驶物流车;线控底盘;组合导航定位

中图分类号:U469.79;U463.1 文献标志码:A 文章编号:1006-3331(2023)04-0010-04

Research on a Kind of Small Driverless Logistics Vehicle with Wire Controlled Chassis

SHI Tianhua

(Xiamen Golden Dragon Bus Co., Ltd., Fujian Provincial Key Laboratory of New Energy Vehicles, Xiamen 361022, China)

Abstract:The author introduces the development of a small driverless logistics vehicle with wire controlled chassis. By comparing the test output signals of driving and steering by using RTK differential positioning combined navigation and autonomous driving mode with the actual feedback signals of the vehicle, he verifies the performances can meet the requirements of the application scenario.

Key words:driverless logistics vehicles; wire controlled chassis; combined navigation positioning

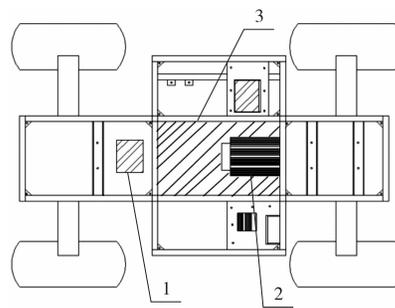
随着互联网技术和汽车行业的高速发展,自动驾驶已然成为当下车联网技术热点^[1]。工信部装备工业司发布的《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》(征求意见稿)中提出,自动驾驶智能网联汽车销量将占比 30%,2035 年自动驾驶汽车将成为新车销售主流,自动驾驶将对人类出行方式产生深远的影响^[2]。目前受限于相关法律法规,小型无人驾驶物流车是自动驾驶主流应用研究之一,市场对于小型无人驾驶物流车的需求也在逐渐提高。为满足市场的多功能化、高精度化以及车联网关键数据快速响应需求,本文设计一种基于大型自动驾驶客车底盘研发的小型无人驾驶物流车线控底盘。

1 小型线控底盘技术

小型线控底盘作为小型无人车的“大脑和四肢”进行车辆的控制和执行,是整个小型无人车的核心硬件。

1.1 小型线控底盘结构

小型线控底盘结构如图 1 所示,从系统方面可划分为底盘系统、电控系统、储能系统^[3]。



1-伺服转向电机;2-制动电机;3-三元锂动力电池

图 1 小型线控底盘结构

1) 底盘系统设计。为满足小型无人驾驶物流车的使用场景需求,线控底盘的整体长度设计为 2 m。因小型无人驾驶物流车对装载能力有一定要求,所以在底盘系统的设计中采用高刚度、高强度的桁架结构

收稿日期:2023-05-19。

第一作者:石添华(1972—),男,高级工程师;主要从事客车底盘性能研究工作。E-mail:shitianhua@xmjl.com。

和可调减震器的双横臂独立悬架。考虑到雨天的使用场景,其中的电控和储能系统采用钣金整体密闭封装,使其达到 IP64 防护等级^[4]。

2) 电控系统设计。电控系统采用规格为双核、32 位、主频 160 MHz 的 MPC5744P 处理器的电子控制单元(ECU);电控系统转向模块采用伺服转向电机(如图 1 中 1 所示);电控系统制动模块采用后轮单电机(如图 1 中 2 所示),通过电机的反向拖动实现制动。电控系统全域采用 CAN 通讯方式^[5]。

3) 储能系统设计。储能系统采用 5 kW·h 的三元锂动力电池(如图 1 中 3 所示);考虑到车辆日常中遇到的储能系统过充、过放、高温等问题,针对性地设计符合安全保护性的电池管理系统;储能系统还通过全域底盘 CAN 与 ECU 连接,可使底盘实时获取剩余电量、电流、电压、电池温度等储能系统关键参数^[6]。

1.2 线控转向

线控转向系统(SBW),是在车身电子稳定系统(EPS)上发展起来的,相对于 EPS,SBW 具有冗余功能,并能获得更快的响应速度^[7]。对于 L3 及以上的自动驾驶汽车,部分会脱离驾驶员的操控,自动驾驶控制系统对于转向系统的控制精确、可靠性要求更高,只有线控转向才能够满足要求。

SBW 主要分为电子控制系统和转向系统两个部分:电子控制系统包括车速传感器、横摆角速度传感器、加速度传感器和 ECU,以提高车辆的操纵稳定性;转向系统包括角位移传感器、转向电动机、齿轮齿条转向机构和其他机械转向装置等^[8]。SBW 工作原理如下:首先,将转向指令通过数字信号传递给转向齿轮执行机构,然后根据不同的车速及驾驶工况提供的方向盘力矩反馈,转向齿轮执行机构接收到转向指令信号,将转向指令信号转换成轮胎的角度摆动,同时给转向伺服电机发送电信号指令,从而实现对转向系统的控制。此外还配备远程遥控模块,可在人工遥控模式下对线控底盘进行遥控。

1.3 线控制动

据相关试验和文献表明^[9],制动跃迁响应测试更能说明小型无人车线控底盘性能,所以本文选用线控制动测试以表征小型无人车线控底盘部分性能。

线控制动系统由 ECU、机械传动系统、车轮制动

模块等组成^[10]。工作原理如下:线控指令通过数字信号传递给 ECU,ECU 根据各传感器输入信号判断车辆所处的工况并决策各工况下电机的目标转矩,然后通过 CAN 总线将目标值发送给电机控制器,电机控制器根据接收到的命令对车轮制动模块进行控制,以保证车辆的正常制动^[11]。

2 实车试验

2.1 试验场景搭建

本文试验场地选择整车企业车辆测试试验场,该试验场满足车辆传统性能测试的各项要求,同时也能提供假人横穿马路、设置障碍物等环境多变的测试场景。试验场地由围成的矩形跑道组成。测试项目包含线控底盘制动、转向等性能测试,故选择低速测试场景,不包含上下坡,避免因重力等因素影响测试结果。

为了验证上述线控底盘的响应能力(精度),对装备该线控底盘的小型无人物流整车进行循迹试验和信号对比试验。试验过程使用自动驾驶模式,当遇到危险情况时使用遥控器接管车辆控制权,待危险解除后再将控制权交还给自动驾驶系统。

2.2 试验项目及结果

2.2.1 高精度 RTK 差分定位导航

采用自行者 ZNAV2000 高精度 RTK-IMU 车载组合导航系统设备,将该组合导航设备与试验车辆连接,并以试验车辆作为用户流动站。随后进行组合导航的初始化设置。完成上述工作后将试验车辆停在试验场地的起点位置。进行试验时开启车辆自动驾驶模式,让车辆在该模式下绕试验场地一周,采集自行者 ZNAV2000 高精度 RTK 车载组合导航系统设备的输出定位报文记录经纬度信号绘制路径图进行对比。

试验结果:车辆执行自动驾驶模式状态下高精度 RTK 车载组合导航系统设备输出的定位报文记录经纬度信号如图 2 所示,说明了无人线控底盘响应自动驾驶系统输出良好,能准确执行自动驾驶系统输出报文信号。

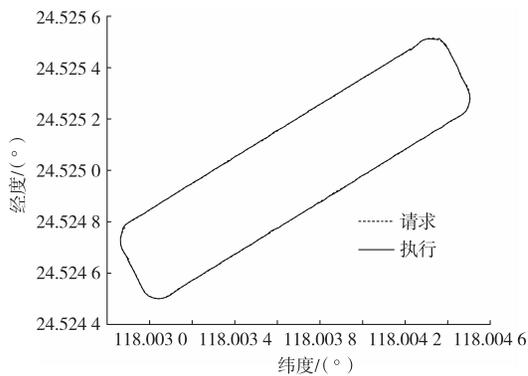


图2 RTK 导航信号与实车循迹图

2.2.2 自动驾驶模式转向测试

采用周立功 CAN-2E-U、USB-CAN 硬件卡,将 CAN 硬件卡与试验车辆整车 CAN 连接,试验全程通过该设备监控和记录试验车辆线控底盘的控制层线路报文。完成设备连接后将试验车辆停在试验场地大角度弯道的起点位置。小型无人物流车设置转向速度为 5 km/h。试验车辆在起点处平地自动驾驶起步,从 0 km/h 加速至 5 km/h 并保持该速度在试验场地大角度弯道保持转向自动驾驶模式行驶。离线保存该阶段由传感器检测的车辆底盘反馈力矩信号。

试验结果:车辆平地自动驾驶时,接收到的转向力矩反馈信号与车辆转向实际执行信号对比如图 3 所示。该图显示,车辆在平地自动驾驶起步后 80~100 s 期间,转向信号与车辆底盘转向执行信号各区间波形趋近,车辆线控底盘在转向执行方面满足要求。

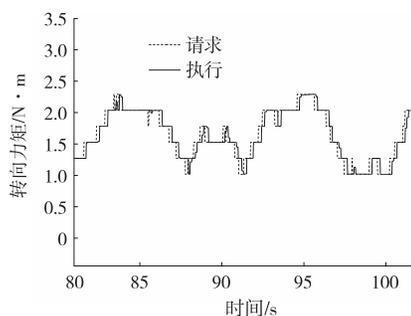


图3 转向输出信号与执行反馈对比

2.2.3 自动驾驶模式制动测试

采用周立功 CAN-2E-U、USB-CAN 硬件卡,将 CAN 硬件卡与试验车辆整车 CAN 连接,试验全程通过该设备监控和记录试验车辆线控底盘的控制层线

路报文。完成设备连接后将试验车辆停在试验场地低速长直道的起点位置。考虑到小型无人驾驶物流车在自动无监督环境下执行物流运输的最高速度限制,速度节点设定在 15~0 km/h。试验车辆在起点处平地自动驾驶起步并保持 15 km/h 时速在长直道上保持直线自动驾驶模式行驶后,车辆从 15 km/h 减速至 0 km/h。离线保存该阶段传感器检测的制动压力信号。

试验结果:车辆制动时,接收到的制动压力信号与车辆实际制动压力信号对比如图 4 所示。测试环境为正常城市道路,测试道路无较大坡度。该图显示,车辆在自动驾驶模式下从 15 km/h 减速至 0 km/h 期间,VCU 反馈信号与制动压力执行信号跃迁波形趋近,无人线控底盘在制动执行方面满足要求。

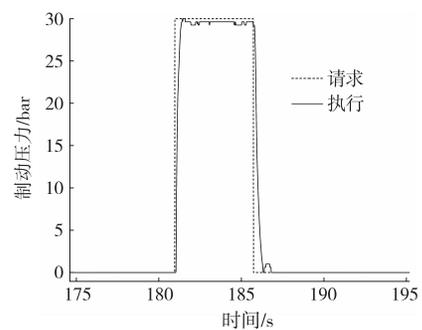


图4 制动压力输出信号与执行反馈对比

3 结束语

本文介绍了一种小型无人驾驶物流车的线控底盘。通过所设计的一系列 RTK 差分定位导航、制动、转向性能测试试验,验证了这种小型无人驾驶物流车线控底盘的各项线控性能满足要求,印证了其在日后应用场景中的准确性和可靠性。

参考文献:

- [1] 王子正,程丽. 无人驾驶汽车简介[J]. 时代汽车,2016(8):82-85.
- [2] 张晓聪. 汽车智能座舱发展现状及未来趋势[J]. 汽车纵横,2019(8):42-45.
- [3] 杜莎. 博世 iBooster 助推汽车电气化与自动驾驶发展[J]. 汽车与配件,2017(23):42-43.
- [4] 王伟,陈慧,李一染,等. 无人驾驶电动汽车底盘系统设计

- 与研究[J]. 机械设计, 2007(9):50-54.
- [5] 常促宇, 向勇, 史美林. 车载自组网的现状与发展[J]. 通信学报, 2007(11):116-126.
- [6] 郁淑聪, 孟健, 张渤. 浅谈汽车智能座舱发展现状及未来趋势[J]. 时代汽车, 2021(5):10-11.
- [7] 孟永刚, 罗来军, 罗毅, 等. 线控转向技术在国内外汽车领域的应用简介[J]. 汽车零部件, 2017(11):75-79.
- [8] 贾和平, 钟绍华. 汽车线控转向系统的研究[J]. 上海汽车, 2006(11):39-43.
- [9] 黄灵辉, 杨顺, 陈小强, 等. 电控制动系统响应时间测试系统设计与应用[J]. 专用汽车, 2021(5):63-65.
- [10] 董雪梅. 汽车线控制动技术的研究与分析[J]. 汽车实用技术, 2019(5):123-125.
- [11] 郑宏宇. 汽车线控转向路感模拟与主动转向控制策略研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.

《客车技术与研究》征稿启事

《客车技术与研究》创刊于1979年, 双月刊, 是国内目前唯一公开发行的客车领域学术期刊。本刊由重庆市交通局主管, 重庆交通科研设计院、重庆车辆检测研究院有限公司和中国公路学会客车分会主办, 现已被国内外多家检索机构收录, 包括中国核心期刊(遴选)数据库、万方数据——数字化期刊群、中国期刊全文数据库、中文科技期刊数据库、中国学术期刊综合评价数据库、JST日本科学技术振兴机构数据库(日)(2018)等, 是《CAJ-CD规范》执行优秀期刊。在“中国知网”收录的与汽车相关的近70种学报和期刊中, 本刊的复合影响因子位列前十, 具有较高的学术影响力。

本刊主要刊登内容为国家科技政策及有关国内外客(汽)车技术等方面的学术论文, 包括科研成果和实践经验, 标准, 新技术、新工艺及新材料, 客车市场, 客车检测, 使用和维修, 经营与管理等。欢迎相关领域的专家、学者赐稿。

本刊重点关注的研究方向:

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| ◆智能网联客(汽)车 | ◆新能源客(汽)车 | ◆节能与排放 |
| ◆安全与碰撞 | ◆振动与噪声 | ◆新工艺与新材料 |
| ◆客(汽)车电子 | ◆设计与计算 | ◆标准解读 |

E-mail: btreq@163.com

Q Q: 1711088150

微信公众号: 客车技术与研究

网址(在线投稿): <http://bus-in.cmvr.com.cn> (中交客车网)

地址、电话: 重庆市高新区新金大道9号 023-62653044

