

文章编号: 2095-2163(2021)07-0151-05

中图分类号: U491

文献标志码: A

基于飞思卡尔的城市道路检修和通行车辆监测系统设计

鲍颢之, 孙宁

(南京林业大学 汽车与交通工程学院, 南京 210037)

摘要: 为实现对检修中道路和通行车辆的同步管理, 本文设计了城市道路检修和通行车辆监测系统。系统由供电模块、飞思卡尔处理器模块、GPRS 无线通信模块、车重监测模块、扬尘监测模块和上位机管理端组成。监测点会采集维修路段的车流量、施工现场图像以及通行车辆的车速、整车重量、扬尘浓度等信息, 通过 GPRS 无线通信模块反馈至上位机系统, 以协助管理人员规范车辆行驶, 避免道路受损, 从而延长道路使用寿命, 提升交通建设水平。

关键词: MC9S12XS128MAA 处理器; 道路检修; 车辆监测; GPRS 无线通信

Design of urban road maintenance and vehicle monitoring system based on Freescale

BAO Haozhi, SUN Ning

(College of Automobile and Traffic Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

[Abstract] In order to realize the synchronous management of road and vehicles in maintenance, this paper designs the urban road maintenance and vehicle monitoring system. The system consists of power supply module, Freescale processor module, GPRS wireless communication module, vehicle weight monitoring module, dust monitoring module and upper computer management terminal. The monitoring point will collect the traffic flow, construction site image, vehicle speed, vehicle weight, dust concentration and other information of the maintenance section, and upload it to the upper computer system through GPRS wireless communication module, so as to assist the administrator to regulate vehicle driving, avoid road damage, prolong the service life of the road and improve the level of traffic construction.

[Key words] MC9S12XS128MAA processor; road maintenance; vehicle monitoring; GPRS wireless communication

0 引言

随着国内城市建设水平的不断提高, 道路系统日趋复杂, 增大了检修维护的工作量。而传统的施工管理机制由于不透明、无线上平台等弊端, 工程延误率高达 60%, 不仅质量难以达标^[1], 也无法防止车辆不规范行驶对道路造成二次伤害^[2]。于俊鹏^[3]提出将 BIM 技术应用于道路工程施工进度管理, 为提高施工质量提供了解决方案, 但没有考虑实际交通因素和二次损害的问题, 难以实现车路的统筹管理。

本文开发的路-车协同管理系统可为相关部门提供线上监管平台。系统基于飞思卡尔 MC9S12 系列单片机接收由施工现场反馈的车流量以及监测点反馈的车速、整车重量、扬尘浓度等信息, 管理者可在一些易损路段^[4]设置监测点实现预防性管理, 同时对市域范围内的道路检修维护予以统筹化管理

理^[5], 从而在整体上提高市政道路管理水平^[6]。本系统更加集成化、规范化, 提高了工作效率, 能更好地适应城市交通系统的建设进程。

1 系统设计

系统设计如图 1 所示。本系统以 MC9S12XS128MAA 单片机为核心, 通过摄像头、称重传感器^[7-8]、扬尘传感器等硬件设备采集通过监测点的车辆信息, 将处理器与无线通信模块串口连接, 实时将数据反馈给上位机系统。

同时, 系统通过摄像头以及云端数据统筹管理城市全域的道路检修维护。为提高施工质量, 防止二次受损, 在施工路段周围设置监测点, 车辆在进入路段前即受到检测。通过摄像头, 管理人员能直观监督道路维修现场和监测点。在接收到由现场反馈的信息后, 经综合研判方可向现场发出指令^[9], 从

基金项目: 国家自然科学基金(61803206); 产业前瞻与共性关键技术重点项目(BE2017008-2); 南京林业大学青年科学创新基金(CX2018004); 南京林业大学 2020 年大学生创新训练计划项目-车辆底盘系统分层式协调控制策略研究(2020NFUSPITP0746)。

作者简介: 鲍颢之(2001-), 男, 本科生, 主要研究方向: 汽车运用工程; 孙宁(1979-), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向: 车载网络。

通讯作者: 孙宁 Email: hitsunning@163.com

收稿日期: 2021-05-06

而达到规范车辆行驶、防止道路损伤、缓解交通压力^[10]的目的。

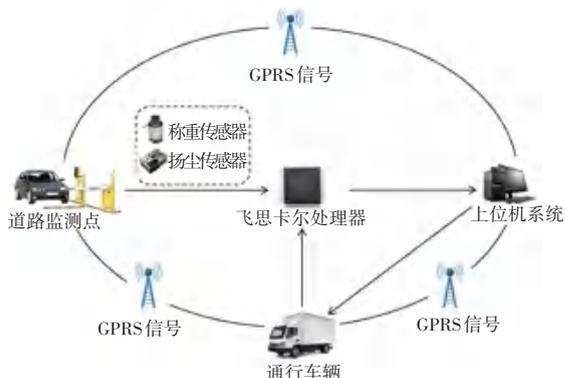


图 1 系统设计

Fig. 1 System structure diagram

2 硬件电路设计

城市道路检修和通行车辆监测系统的硬件部分主要由供电模块、单片机处理器模块、GPRS 无线通信模块、车辆称重传感器模块以及扬尘传感器模块组成。以处理器为核心,其他模块通过串口连接,即可实现对道路施工点和车辆监测点的远程管控。

2.1 供电模块

本系统中,飞思卡尔处理器模块需 3.3~5.5 V 直流电压,无线通信模块需 3.2~4.8 V 直流电压,扬尘监测传感器需 3~5 V 直流电压,车辆称重传感器模块需要 8~15 V 直流电压。电路设计如图 2 所示,使用 DC-DC 变换芯片 MC34063 以及稳压器 LM2940 构建供电模块。MC34063 可为称重传感器输出 8~10 V 电压,满足其工作要求。LM2940 则为 16 位 MC9S12XS128 单片机、SIM900A 芯片和扬尘传感器提供稳定的 4.5 V 电源,从而保证了系统各部分的稳定运行。

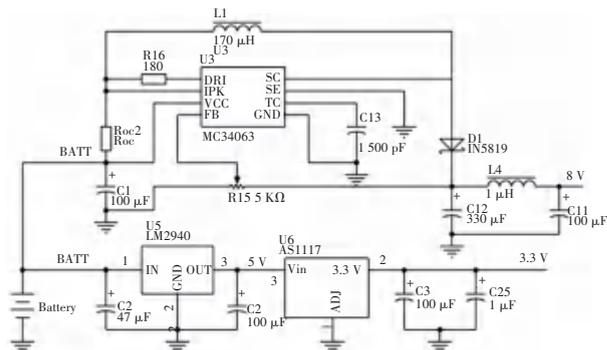


图 2 供电模块电路

Fig. 2 Power supply module circuit

2.2 处理器模块

本系统硬件部分的核心是处理器,在接收到监

测点反馈的数据后处理器可以根据编程脚本进行分析,从而帮助管理者对道路交通情况和车辆行驶状态做出判断。

飞思卡尔处理器模块如图 3 所示。本系统选用飞思卡尔的 16 位单片机 MC9S12 XS128MAA 构建处理器模块。该单片机的供电电压为 3.3~5.5 V,工作温度为 -40 ℃~125 ℃,最大时钟频率为 40 MHz。其核心处理器 HCS12X 的亮点在于包括一个存储器保护单元 MPU,可大幅降低软件执行过程中出现错误的几率。同时设置有协处理器 XGATE,这是一个 16 位的精简指令集内核,拥有 R0~R7 八个通用寄存器,能减轻主处理器的负担。

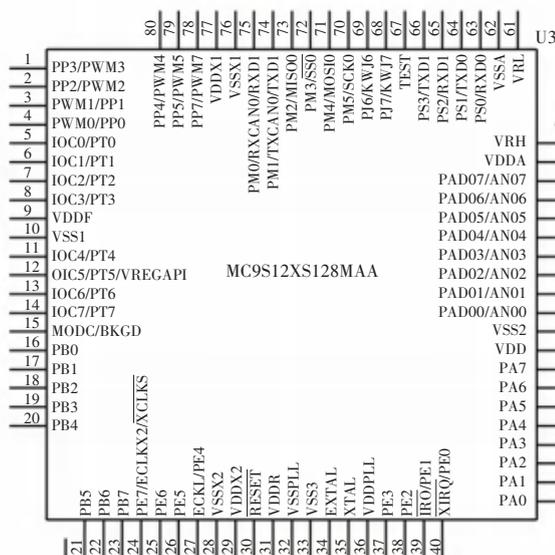


图 3 飞思卡尔处理器模块

Fig. 3 Freescale processor module

2.3 无线通信模块

无线通信模块负责实时将采集的数据反馈给上位机以及远程音频通讯。本系统中反馈的信息主要是车辆检测数据和现场监控图像,数据量不大,采用 SIMCom 公司的紧凑型芯片 SIM900A。这是一个双频 GSM/GPRS 模块,可在 900 MHz 或 1 800 MHz 下低功耗实现语音、数据和传真信息的传输。芯片采用 SMT 封装形式,性能稳定,应用在本系统中性价比较高。图 4 是具体的电路设计图,为维持通信稳定,使用 DCD 引脚实现模数转换,当模块掉线时会提供一个高电平,DCD 引脚即可通过检测电平的高低识别掉线情况并自动重连。

2.4 车重监测模块

车辆的重量检测使用德国 HBM 公司的 C16IC3 数字式称重传感器。该传感器误差小,使用寿命长,

可在-20℃~70℃的环境中稳定工作,适用于高精度地磅,能满足本系统中不停车称重的要求。该传感器的优势在于具有自动复位和调心功能,抗侧向力性能优异,并且能自诊断故障报警。考虑到大型特种车辆的检测,本文选用量程为60t的型号。使用8~15V激励电压,按图5所示方式接线即可正常工作。

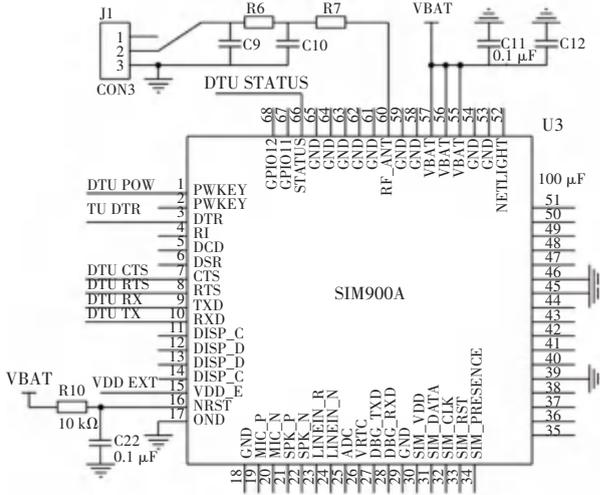


图4 GPRS无线通信模块

Fig. 4 GPRS wireless communication module

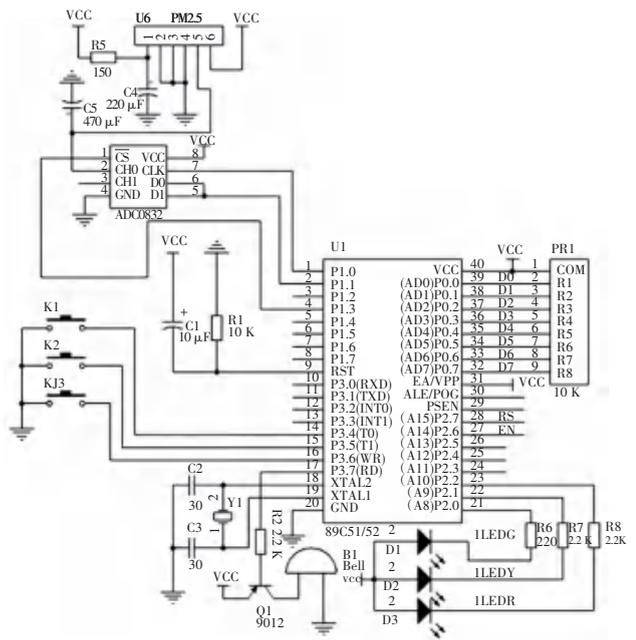


图6 扬尘传感器模块电路

Fig. 6 Dust sensor module circuit

3 软件设计

城市道路检修和通行车辆监测系统软件选用 Visual Basic 6.0 搭建。

系统的主界面如图7所示,软件具有道路维护、车辆监测、历史备案、反馈建议、个性设置等功能。通过综合使用本软件,能实现对城市道路检修和通行车辆的线上监测管理。



图7 系统主界面

Fig. 7 System main interface

2.5 扬尘监测模块

系统的扬尘监测模块采用粉尘传感器 GP2Y1 010AU0F。该传感器的电流功耗很低,工作时的峰值电流仅为 20 mA。采用 3~5 V 直流电压为其供电,可在-10℃~65℃的环境中稳定工作。该传感器在检测细微颗粒方面性能优异,最小粒子检出直径为 0.8 μm,完全满足道路车辆扬尘监测的要求。电路设计如图6所示,使用一个发光二极管和一个光电晶体管检测扬尘折射的光线,从而判断不同直径的颗粒物浓度。

系统操作流程如图8所示,软件两大核心功能分别为道路维护和车辆监测,同时兼有历史记录及个性设置等功能。道路维护功能由查询维护详情、联络施工现场和道路限流管理三方面构成,可实现对维修施工的进度掌握和远程调度。车辆监测功能由数据检测、下达指令、查询违章记录三方面构成,可对通过监测点的车辆实现远程管控^[11],对不规范行驶行为及时干预。道路限流管理和历史备案查询

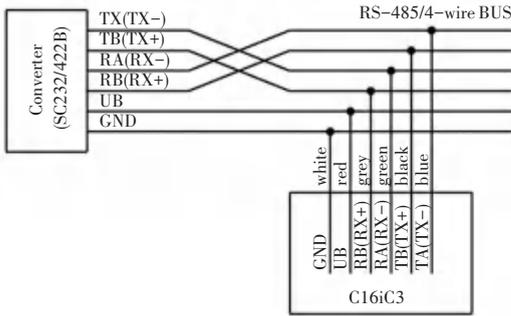


图5 称重传感器模块电路

Fig. 5 Load cell module circuit

是管理员特有的权限,普通用户只能使用其余基本功能。

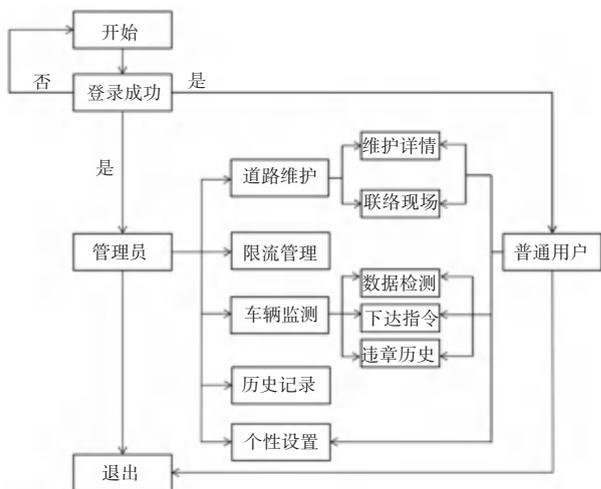


图 8 系统操作流程

Fig. 8 System operation flow chart

图 9 是道路维护管理^[12]的界面,工作人员可在该界面检索市域范围内的道路维护施工点,其具体位置会在地图上显示出来^[13],误差不超过 3 m。点击维护点标签即可在右侧显示该点详情,包括维护原因、当前施工进度和预计完成时间等。系统通过 WiFi 自动更新并备份后台数据包,离线时也可查看。工作人员可通过监控直观了解现场情况,根据需要通过工程负责人发送安全警报或进行音频联络, SIM900A 的回声抑制算法可用于提高语音通讯的清晰度。



图 9 道路维护管理界面

Fig. 9 Road maintenance management interface

图 10 是道路限流管理界面。道路施工给交通流带来了一定压力,往往会在高峰期造成拥堵。该界面会统计汇总周边摄像头数据,自动计算出施工路段近几个小时的车流量趋势图^[14],在拥堵风险较高时,管理员可在周边的电子显示屏上一键发布当前道路的车流量和预计通行时间,提醒车主可能存

在堵车风险,从而避免更多车辆涌入^[15],该数据每 30 s 刷新一次。管理员也可以根据需求通知现场暂停施工。通过该界面的管理,能最大程度保证交通畅通和施工人员安全。

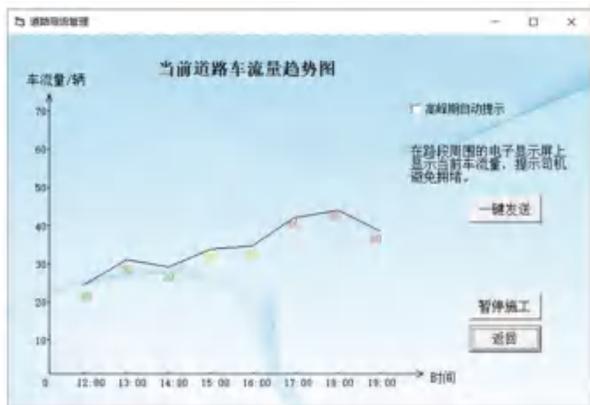


图 10 道路限流管理界面

Fig. 10 Management interface of road flow restriction

图 11 是车辆监测及远程管控^[16]界面。通过分析从监测点传输回来的车速、整车重量、扬尘浓度等数据,综合当前的道路车流量及后台给出的处理意见^[17],即可对当前车辆的行驶状态有一个较为全面的了解。无线通信模块掉线时通过 DCD 引脚自动重连,保证数据收发流畅。数据异常时,工作人员可向现场发送警报或直接将该车拦停检查。点击“车辆历史”按钮可以查看该车的历史违章记录,可根据情况将车辆拉入重点关注名单,或当其下次经过监测点时通过图像识别对其限行^[18]。



图 11 车辆监测及远程管控界面

Fig. 11 Vehicle monitoring and remote control interface

图 12 是历史记录界面。管理员可在本界面查看指定时间段和指定范围的道路维护历史记录,包括维护时间和具体的维护项目。还可以根据需求自动或手动刷新数据、将历史数据保存至本地、上传至云端或清空历史记录。回收站将自动保存 30 天的记录,超过期限将永久清除。

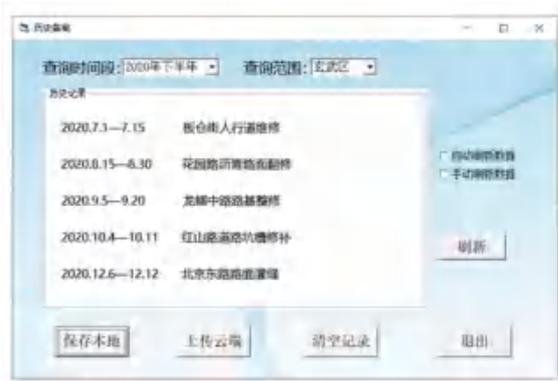


图 12 历史记录界面

Fig. 12 History interface

4 结束语

本文设计的城市道路检修和通行车辆监测系统以飞思卡尔 MC9S12XS128MAA 处理器为核心,用称重传感器、扬尘监测仪^[19]、摄像头等硬件收集道路施工现场和通行车辆监测点的各项数据,及时反馈给上位机管理系统^[20],从而协助工作人员对路-车统筹同步管理。本系统不仅可以规范车辆行驶,避免道路受损,还可以统筹化集中管理城市道路的检修维护,从整体上提升道路工程水平,延长道路使用寿命^[21]。本系统硬件结合软件,功能齐全,创新了管理思路,实践运用前景广阔。

参考文献

- [1] 李喜民,高稳成,王兴龙. 市政道路施工质量管理问题探析[J]. 绿色环保建材,2021(2):105-106.
- [2] 张宗涛,朱月凤,张洪亮. 车辆超载对路面的永久变形损伤评价[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2015,38(7):978-983.
- [3] 于俊鹏. BIM技术在道路工程施工进度管理中的应用探析[J]. 安徽建筑,2021,28(4):69-70.

- [4] CAO M T, TRAN Q V, NGUYEN N M, et al. Survey on performance of deep learning models for detecting road damages using multiple dashcam image resources [J]. Advanced Engineering Informatics,2020, 46:101182.
- [5] 江乃敏. 道路桥梁施工与养护管理分析[J]. 工程建设与设计,2020(24):207-208.
- [6] 游剑峰. 道路工程施工管理及难点应对措施探析[J]. 江西建材,2021(1):148-149.
- [7] 孙学凯. 车辆自动化称重管理系统的设计与应用[D]. 青岛:青岛大学,2020.
- [8] 姜根堂,孙林峰,肖广兵. 高架桥路口超重警报系统的设计[J]. 软件,2020,41(10):88-91.
- [9] 杨平. 一种车辆安全远程监测整体解决方案[D]. 厦门:厦门大学,2019.
- [10] 安成川. 基于车流到达模式的城市干线信号配时参数优化方法[D]. 南京:东南大学,2019.
- [11] 邢启明,范凤亮,肖广兵. 基于树莓派的渣土车智能监控管理系统[J]. 农业装备与车辆工程,2020,58(11):10-13.
- [12] 李欣蔚,肖广兵. 高速路施工车辆监测及道路管理系统[J]. 软件,2020,41(11):131-134.
- [13] 李智,张江,仲跻冲,等. 高精度地图在车路协同系统中的统一化应用探索[J]. 中国交通信息化,2021(1):94-97.
- [14] 马焱棋,林群,赵昱程,等. 基于深度学习 LSTM 对交通流状态的预测[J]. 数学的实践与认识,2021,51(4):47-56.
- [15] 张敏,肖广兵. 车辆换道汇入控制系统设计[J]. 软件,2020,41(10):45-49.
- [16] 刘声畅. 特种车辆远程调度监控系统设计[D]. 杭州:浙江大学,2020.
- [17] 刘蓬. 基于交通车辆违章行为智能监控系统的设计研究[J]. 山西交通科技,2020(6):99-101.
- [18] 凌虎,肖广兵. 一种车辆轨迹数据集的差分隐私发布技术[J]. 软件,2020,41(11):153-156,204.
- [19] 张月帆,陈建华,李冬,等. 道路扬尘控制措施及其效率评估研究进展[J/OL]. 环境工程技术学报:1-16 [2021-02-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5972.X.20210113.1713.002.html>.
- [20] 陈波,杨永刚,朱广宇. 一种基于可信嵌入式交互模块的物联网远程管理平台安全方案[J]. 信息技术与网络安全,2018,37(6):47-51.
- [21] 伍晓东. 公路桥梁施工中的养护管理与质量控制[J]. 低碳世界,2020,10(11):175-176.

(上接第 150 页)

- [12] CAO Yixin, WANG Xiang, HE X, et al. Unifying knowledge graph learning and recommendation: towards a better understanding of user preferences [C]// Proceedings of the International Conference on World Wide Web. SAN FRANCISCO CA USA:ACM, 2019:151-161.
- [13] 刘峤,李杨,杨段宏,等. 知识图谱构建技术综述[J]. 计算机研

究与发展,2016,53(3):582-600.

- [14] 李光明. 初中化学学科知识图谱的构建与可视化查询系统的实现[D]. 上海:上海师范大学,2020.
- [15] 袁满,仇婷婷,胡超. 细粒度课程知识元组织模型及知识图谱实现[J]. 吉林大学学报(信息科学版),2019,37(5):526-532.