

基于传感网与云计算的校车安全监控系统设计

金建设, 杨 斌, 于晓海, 王博靖, 张洪楦, 王 鑫, 耿学宇

(大连理工大学 城市学院, 辽宁 大连 116600)

摘要: 针对校车安全监控的需要, 提出一种全面、连续、实时监控一定区域内校车安全的解决方案, 并应用传感网技术与云计算技术, 设计和开发了校车安全监控系统; 首先介绍了系统的总体结构和功能, 然后详细描述了校车车载监控终端和云计算平台的软硬件设计方法, 最后给出了对司机身份、酒后驾车、超载报警、儿童遗忘报警的系统测试结果; 测试结果表明系统能够实现所设计的各项功能, 并具有运行稳定、可扩展性强、可维护性好的特点。

关键词: 校车; 安全监控系统; 传感网; 云计算; 嵌入式系统

Design of School Bus Monitoring System Based on Sensor Network and Cloud Computing

Jin Jianshe, Yang Bin, Yu Xiaohai, Wang Bojing, Zhang Hongzhen, Wang Xin, Geng Xueyu

(City Institute, Dalian University of Technology, Dalian 116600, China)

Abstract: To meet the requirement of school bus safety monitoring a solution about monitoring the school bus safety with continuous, comprehensive and real time way was proposed, and the system was designed and developed with sensor network and cloud computing technology. Firstly, the overview architecture and functions of the system were introduced, and then the detail development method of the vehicles monitoring terminal in school bus and remote monitoring cloud computing platform were described. The testing results show that the all functions of the system can be accomplished with stable operation, scalability and maintainability.

Key words: school bus; safety monitoring system; sensor network; cloud computing; embedded system

0 引言

随着社会的发展, 校车逐渐成为儿童上下学的交通工具, 尤其是农村和城市郊区, 幼儿园和小学比较分散, 学生不得不乘坐校车上下学。但是, 近来全国多地接连发生校车事故, 导致重大伤亡, 因此校车安全问题也备受社会各界关注。

校车安全事故统计分析表明, 不具备条件的车辆作为校车使用、没有资质的人驾驶校车、校车超速运行、校车超载运行、到目的地后儿童被遗忘在车上、驾驶人员操作不当是发生事故的主要原因, 而缺乏对校车的有效监管是深层次的原因^[1-2]。

目前, 国内针对安全监控的需要出现了一些应用常规的远程视频监控技术设计的校车安全监控系统^[3-5], 这种常规的方法传送数据量大、运行维护成本高, 很难实现对校车安全进行连续、全面、系统的监控和及时报警。

本文提出一种应用传感网和云计算技术实现的校车安全监控的解决方案, 利用该方案学校、教育管理部门、教师和家長能够对校车超速和超载运行、儿童被遗忘在校车上、非法驾驶等不安全因数进行全面、连续、实时地进行监控, 系统具有运行与维护成本低、可扩展性好的特点。

1 系统的总体设计

1.1 系统的总体结构

基于传感网和云计算的校车安全监控系统由安装在每台校车上的车载监控终端、校车安全监控云计算平台、设置在当地教育局的校车监控中心的计算机终端、设置在学校的校车监控计算机终端以及乘校车儿童家长和教师手机组成。车载监控终端、乘校车儿童家长手机分别与校车安全监控云计算平台之间通过 3G/GPRS 网络连接; 设置在学校的校车监控计算机终端、当地教育局的校车监控中心终端分别与校车安全监控云计算平台之间通过 Internet 网络连接。系统的总体构成如图 1 所示。

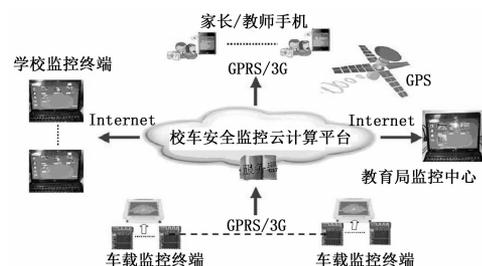


图 1 系统的总体构成

在系统工作时, 车载监控终端实时地采集各种校车安全参数并进行处理, 如果有安全参数达到报警限, 车载监控终端将通过 3G/GPRS 网络传送报警信息到校车安全监控云计算平台, 校车安全监控云计算平台立即通过 Internet 网络向当地教

收稿日期: 2013-10-12; 修回日期: 2014-02-07。

作者简介: 金建设(1954-), 男, 辽宁铁岭人, 教授, 主要从事物联网技术、嵌入式系统开发方向的研究。

育局的校车监控中心的计算机终端、校车所在学校的校车监控计算机终端发出报警, 以及通过 3G/GPRS 网络向乘校车儿童家长和教师的手机发出报警短信, 同时车载监控终端还就地向语音报警提示。

1.2 系统的功能

在系统需求分析的基础上, 设计系统的功能如下:

(1) 司机身份的检测与报警: 车载监控终端利用指纹识别技术检测校车驾驶人的身份, 如果出现非法驾车行为, 将向学校和教育局监控中心发出报警信息。

(2) 酒后驾车检测与报警: 车载监控终端通过气体酒精浓度传感器实时地检测司机是否存在酒后驾车现象, 如果司机酒后驾车, 将向学校和教育局监控中心发出报警信息。

(3) 超载报警: 设在校车乘员车门边的乘车人数和身份检测子节点能够检测校车乘车人数和身份, 当乘车人数超过额定值时, 将向学校和教育局监控中心发出超载报警信息。

(4) 到站预报功能: 系统在车载终端上设置了一个到站预报功能键, 利用存储在系统中的乘车儿童信息和当前校车的位置, 在下一站到站前发出短信到站预报给儿童家长和儿童, 合理安排儿童出发时间, 以缩短儿童在路边的等车时间, 减少不安全因素。

(5) 儿童遗忘报警: 系统利用车载监控终端的乘车人数和身份检测子节点所记录的上、下车人数和儿童身份信息。当校车到达目的地时, 如果有儿童被遗忘在车上, 系统将就地向语音报警提示, 并向学校校车计算机终端发出报警信息, 同时向儿童家长和老师发出报警短信。

(6) 超速报警: 系统能够自动检测校车的行进速度, 当车速超过报警限时, 车载监控终端将向司机发出语音警告, 如果司机继续超速驾驶, 将向学校和教育局监控中心发出超速报警信息。

(7) 撞车与翻车报警: 利用车载监控终端的加速度传感器检测校车的撞车与翻车, 如果校车出现撞车或翻车, 系统立即向学校和教育局监控中心发出报警, 以便及时组织营救。

(8) 一键求助功能: 系统在车载监控终端上设置有一个求助功能键, 当出现紧急情况时可以使用该键向远程监控中心发出紧急求助信号。

(9) 校车学生乘车管理功能: 利用车载监控终端的人机接口, 校车司机可以查询乘车儿童的有关信息, 对乘车儿童进行管理。

(10) 学校监控终端和教育局监控中心的管理功能: 系统提供依托校车安全监控云计算平台的学校和教育局提供校车安全管理功能, 包括校车监控画面、音响和图标显示报警、历史记录和查询、违规校车电子地图跟踪, 设置参数和信息的添加、修改。

2 车载监控终端的设计

2.1 车载监控终端的硬件设计

车载监控终端由放置在校车驾驶台的车载主控节点、安装在校车乘员车门边的乘车人数和身份检测子节点组成。主控节点与子节点之间通过 2.4 GHz 无线通信模块连接组成短距离传感网, 车载监控终端的硬件结构如图 2 所示。

车载主控节点包括主控制器 UP-Atom 510、扩展数据采集板、3 G 无线通信模块、GPS 模块、扬声器、SD 存储卡。

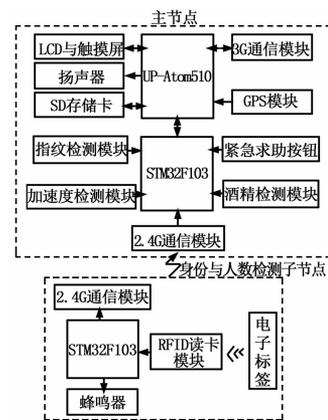


图 2 车载监控终端的硬件结构

主控制器 UP-Atom 510 是以 Intel 的凌动嵌入式微处理器 Atom Z510-1 为核心构成的紧凑型嵌入式计算平台, 配备有 1 GB 的内存、触摸屏/LCD 显示器、RS232 接口、USB 接口、SD 卡接口、音频输入输出接口等, 支持 Windows 7 操作系统的运行。其中, GPS 模块用于采集校车的位置和速度数据, 3 G 网络通信模块用于车载监控终端与校车安全监控云计算平台之间的数据通信, 扬声器被用于对校车司机的语音和报警音响提示, 触摸屏/LCD 显示器作为校车司机与车载监控终端的人机接口。

为了实现校车安全运行参数的实时数据采集, 以 ST 公司的 STM32F103 处理器为核心设计了扩展数据采集板。扩展数据采集板的传感器模块包括用于检验司机身份的指纹识别模块、用于判断司机是否酒后驾车的气体酒精浓度检测模块、用于检测是否发生撞车或翻车事故的三轴加速度检测模块、紧急求助按钮。此外, 扩展数据采集板配备的利尔达科技有限公司的 2401M05 2.4 G 物联网无线通信模块, 利用该模块来接收来自子节点采集的数据。数据采集板通过 RS232 串口与 UP-Atom 510 连接, 将所采集的数据传送到 UP-Atom 510。

身份与人数检测子节点由 RFID 读卡模块、蜂鸣器、2.4 G 物联网无线通信模块及 STM32F103 处理器组成, 安装在校车乘员车门旁。乘车的学生使用带有电子标签的身份标识卡, 当学生上下车时 RFID 读卡模块读取学生信息, STM32F103 处理器对数据进行处理后通过 2.4 G 物联网无线通信模块将数据上传到车载主控节点, 由车载主控节点记录校车上学生的信息, 并计算乘车学生的实际人数。系统记录的乘车学生身份信息作为校车司机管理学生到进行站预报的基本数据, 系统获得的校车乘车人数用于判断校车的超载情况。

2.2 车载监控终端主控制器的软件设计

车载监控终端主控制器 UP-Atom 510 的软件由系统软件、支撑软件和应用软件 3 个层次构成, 如图 3 所示。系统软件采用 Windows 7 操作系统, 应用软件在 .NET4.0 框架支撑下使用 C 4.0 编码实现。C 是一种由微软设计的面向对象的编程语言, C 与 .NET 框架的结合可以简洁和安全地开发各种应用程序^[6]。应用软件采用了多线程同步和事件驱动技术。应用软件包括主程序、用于实时采集数据的串口数据通信模块、实现与校车安全监控云计算平台通信的 3 G 网络数据通信模块、输出提示信息的语音控制模块、用于获得校车地理位置和运行

速度的 GPS 数据解析模块、实现校车司机与系统人机交互的人机接口模块、进行逻辑判断和处理的逻辑处理模块。应用软件运行时，连续地监测串口，当有数据到来时产生中断，激活串口数据通信模块读取数据，逻辑处理模块对数据进行判断，根据设计的逻辑控制相应的模块进行处理；此外，应用软件还可以通过 3G 网络通信模块接收来自校车安全监控云计算平台的系统设置数据，对系统参数进行更新。

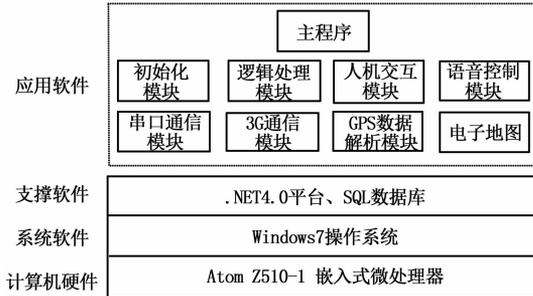


图 3 车载监控终端的软件架构图

2.3 车载监控终端扩展数据采集板软件设计

车载监控终端扩展数据采集板的软件在 STM32F103 处理器上运行，软件采用无操作系统的前后台程序结构，使用 C 语言编码实现，程序流程图如图 4 所示。

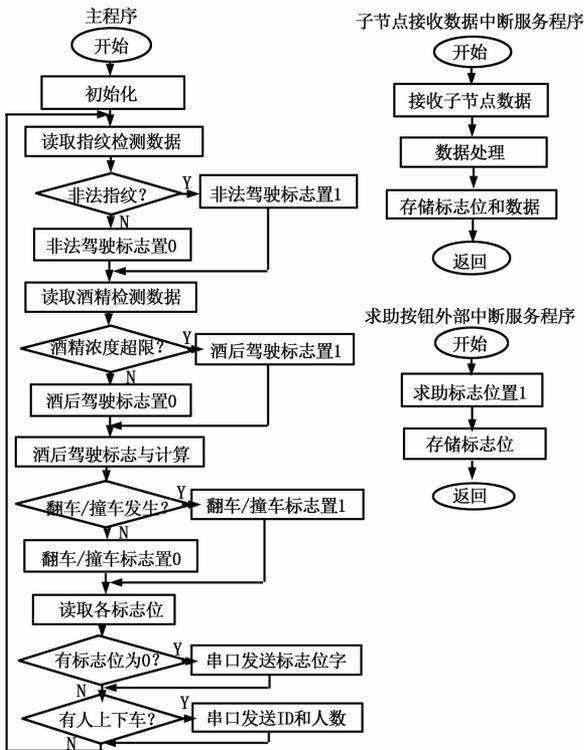


图 4 车载监控终端扩展数据采集板的程序流程图

2.4 子节点的软件设计

车载监控终端身份与人数检测子节点的 MCU 选用 STM32F103 处理器，它的软件采用无操作系统的循环轮转程序结构，使用 C 语言编码实现，子节点的程序流程图如图 5 所示。

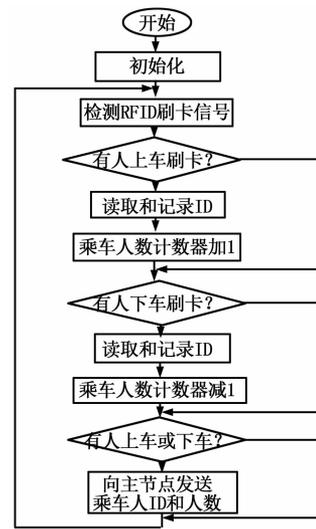


图 5 身份与人数检测子节点程序流程图

3 校车安全监控云计算平台的设计

为了使校车安全监控中心具有快速构建、部署灵活、可扩展性好及维护成本低特性，校车安全监控中心运用云计算技术设计，云计算平台采用微软公司的 Windows Azure^[7-8]，校车安全监控云平台应用程序部署到 Windows Azure 云端上运行。系统的应用软件包括逻辑处理模块、人机接口模块、Web 应用服务模块、系统登录模块、WCF 服务模块、短信服务模块、Silverlight Bing Maps 及 SQL Azure Service，软件架构如图 6 所示。

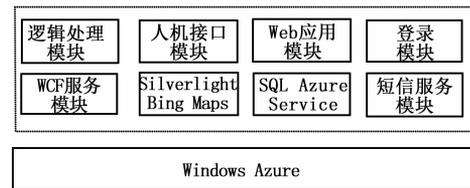


图 6 校车安全监控云计算平台的软件架构图

系统运用 Windows Azure 的 WCF 服务功能实现对各个校车车载监控终端的数据采集，同时设计刷新机制来实现校车车载监控终端设定参数的刷新推送。

为系统的监控者设计了 B/S 访问架构，Web 应用服务使用 IIS^[9] 构建，教育局监控终端和学校监控终端可以通过浏览器访问系统。

校车安全监控系统的静态和动态数据利用 Windows Azure 的 SQL Azure 功能进行存储，使用 Windows azure Blob 功能存储和加载图形数据。

系统应用 Silverlight Bing Map 功能生成电子地图，结合来自各个校车车载监控终端的 GPS 数据在电子地图上实时地显示校车所在的位置和行驶轨迹。

4 系统测试

为检验系统各项功能的实现进行了测试。测试对象为某区教育局及所属一所小学，校车安全监控云计算平台部署在 Windows Azure 上，在教育局和小学各采用一台连接 Internet

(下转第 1796 页)

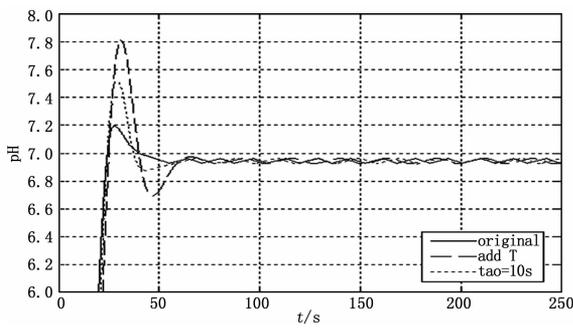


图 6 参数扰动时模糊控制的鲁棒性

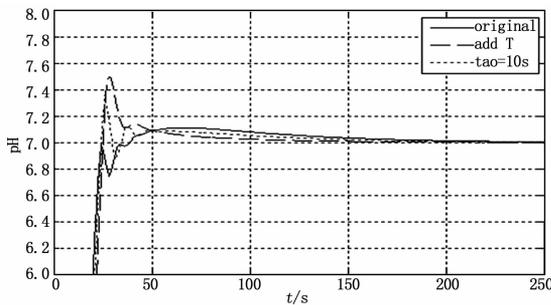
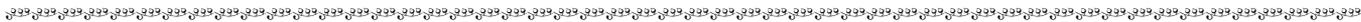


图 7 参数扰动时模糊 PID 控制的鲁棒性

响应和模型参数发生扰动时的鲁棒性进行了仿真研究，对比分析了这 3 种控制算法下的仿真结果，结论是 pH 模糊 PID 控制算法的综合性能最佳。



(上接第 1792 页)

的 PC 机作为监控终端，在校车上安装车载监控终端，使用两部三星智能手机分别作为儿童家长手机和老师手机。测试项目包括：司机身份的检测与报警功能、酒后驾车检测与报警功能、超载报警功能、到站预报功能、儿童遗忘报警功能、超速报警功能、防追尾警示功能、一键求助功能。测试时人为生成测试项目的事件，在车载终端、学校监控终端、教育局监控中心终端、儿童家长手机、老师手机上观察系统的响应并记录响应时间。各种检测与报警项目分别各做 10 次测试，其系统功能的测试成功率与响应时间如表 1 所示。

表 1 系统功能测试的成功率与响应时间

测试内容	成功率	响应时间 (s)
司机身份的检测与报警功能	0.9	<7
酒后驾车检测与报警功能	0.8	<9
超载报警功能	1	<5
到站预报功能	1	<8
超速报警功能	1	<5
儿童遗忘报警功能	1	<8
防追尾警示功能	1	<2
一键求助功能	1	<5

5 结束语

本文针对校车安全问题，提出了一种全面、连续、实时监控一定区域内校车安全的解决方案，并应用传感网技术与云计算技术，设计和开发了校车安全监控系统。测试结果表明，系

参考文献:

- [1] Flores J, Arcay B, Arias J. An intelligent system for distributed control of an anaerobic wastewater treatment process [J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2000, 13: 485-494.
- [2] 李刚, 杨立中, 欧阳峰. 厌氧消化过程控制因素及 pH 值和 Eh 的影响分析 [J]. 西南交通大学学报, 2001, 36 (5): 518-528.
- [3] 晏令军, 蒋立人. 水解酸化在制浆造纸废水处理中的应用 [J]. 中国造纸, 2011, 30 (3): 53-57.
- [4] 樊明霞. 污水处理过程中 pH 值专家控制系统的应用研究 [D]. 西安: 陕西科技大学, 2007, 7.
- [5] Biothane System International. Enclosure F: Anaerobic Microbiology [M]. 2006.
- [6] McAvoy T J, Hsu E, Lowenthal E. Dynamics of pH a controlled stirred tank reactor [J]. Ind. Eng. Chem. Process Des., 1972, 11 (1): 68-70.
- [7] Gustafsson T K. Dynamic modeling and reaction invariant control of pH [J]. Chem. Eng. Sci., 1983, 38 (3): 389-394.
- [8] Wright R A, Soroush M, Kravaris C. Strong acid equivalent control of pH processes using the strong acid equivalent [J]. Ind. Eng. Chem. Res., 1991, 30: 1561-1565.
- [9] Wright R A, Kravaris C. Dynamically equivalent output and their use in nonlinear controller synthesis [J]. Chem. Eng. Sci., 1993, 48: 3207-3223.
- [10] 谢仕宏. 酸碱中和过程 pH 值的 Fuzzy-PID 控制 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (9): 2088-2091.

统能够稳定地实现所设计的各项功能，并具有可扩展性强和维护性好的特点。应用该解决方案，学校、教育管理部门、学校和家长可以对校车安全进行远程实时监控，以减少校车安全事故的发生，更好地保障广大少年儿童的生命安全。该系统经商品化后将具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 丁芝华. 我国校车安全管理的现状、问题与完善对策 [J]. 中国公共安全, 2010, (4): 93-96.
- [2] 李杰. 校车事故发生的原因解析 [J]. 安全, 2012, 33 (4): 33-35.
- [3] 陆军统, 杨舒杰, 金跃伟. 基于 GPS 和 GPRS 的智能校车安全监控系统研究 [J]. 科研应用, 2013, (3): 108-110.
- [4] 冯清, 林培杰, 赖云峰. 校车监控终端系统的设计与实现 [J]. 微型机与应用, 2012, 31 (22): 50-56.
- [5] 赵科. 校车安全监控系统的设计与实现 [J]. 科技创新, 2012, (29): 23-24.
- [6] 特罗尔森. C 与 .NET 4 高级程序设计 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [7] 梁东莺, 高潮. 云计算及其应用 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (8): 1958-1961.
- [8] 徐子岩. 实战 Windows Azure 微软云计算平台技术详解 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [9] 谢菲尔. IIS 7 开发与管理完全参考手册 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.