

文章编号: 1005-8451(2006)09-0014-04

基于 GPS 和 GPRS 的铁路道口预警装置的研究

杨文斌, 钱雪军

(同济大学 电气系, 上海, 200331)

摘要: 随着铁路网络的日益发达, 铁路道口也随之增多, 对大量的铁路道口管理逐渐成为一个复杂繁琐的问题。传统管理采用人员值守, 将耗费大量的人力物力, 而当前的无人值守道口由于缺少有效提示使得行车及行人安全得不到保障。针对该情况, 设计出了一套基于 GPS、GPRS、嵌入式电子技术和计算机软件的铁路道口预警装置。实现列车进入道口前自动提醒驾驶员、启动电子汽笛装置及地面道口电子警示牌、记录显示列车行驶状况等功能。通过 PC 机上的列车信息记录交换软件, 交换更新列车行驶信息以便分析其运行情况。给出系统的硬、软件设计, 为铁路行车安全保证提供一个较低成本的解决方案。

关键词: 全球定位系统; 通用分组无线业务; 铁路道口; 预警装置

中图分类号: U213.83 : TP39 **文献标识码:** A

Research on early warming device for railway crossing based on GPS and GPRS

YANG Wen-bin, QIAN Xue-jun

(Department of Electric Engineering, Tongji University, Shanghai 200331, China)

Abstract: There were many railway crossings without administrating in China, which were bringing dangers to passersby. To avoid this phenomenon, and provide a safe circumstance for passengers and drivers, it was given a useful plan based on GPS (Global Position System), GPRS (General Packet Radio Service), embedded electronic technology and PC software. The device which designed according to the plan would warn the train driver, open the electric hooter and ground electronic display automatically, and record the running messages of the train. And this device could exchange messages with PC through the software for analysis and data update. Now, it was given the particular design of hardware and software, which provided a safeguard for railway system.

Key words: GPS; GPRS; railway crossing; early warming device

全球定位系统 (Global Position System, 即

收稿日期: 2006-04-10

作者简介: 杨文斌, 在读硕士研究生; 钱雪军, 副教授。

GPS), 由 24 颗 GPS 卫星组成。观察者利用到其中 4 颗卫星的距离组成方程, 便能精确定位其所处位置, 该精密定位技术的应用已经广泛地渗透到经济

率。增强拥塞检测能力不但可以解决链路的非对称性问题, 还能减小超时对协议性能的影响。

5 结束语

无线传感网是一种新型的 Ad Hoc 网, 是一个全新的研究领域, 由于其具备的独有特点而有着广阔的应用前景, 目前, 对无线传感网的研究大多集中在物理层、数据链路层和网络层, 而对传输层的研究尚不多见。标准 TCP 由于其最初是为固定主机及有线网络设计的, 因此并不能很好地适应无线环境。本文通过仿真试验探讨了在无线传感网中标准 TCP 的性能情况和在无线传感网中标准 TCP 存在的不足, 提出了相应的改进措施。

参考文献:

- [1] S. Tilak, N. B. AbuChazaleh, W. Hein Zelman. Taxonomy of Wireless Micro Sensor Network Models[J]. Mobile Computing and Communications Review, 2002, 6 (2): 28—36.
- [2] I. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci. Wireless sensor networks: a survey [J]. Computer Networks (Elsevier) Journal, 2002, 38 (4): 393—422.
- [3] I. F. Akyildiz, I. H. Kasimoglu. Wireless Sensor and Actor Networks Research Challenges [J]. Elsevier Science. 2004.
- [4] 望育梅, 禹可, 刘雨, 张惠民. 移动 Ad Hoc 网络中 TCP 性能的分析和改进 [J]. 计算机与网络, 2003, 5: 130—133.
- [5] 孙爱萍. 提高无线网络 TCP 流量性能的方法 [J]. 山东通信技术, 2003, 23 (3): 17—20.

建设和科学技术等许多领域。GPRS (General Packet Radio Service)是一种基于包的无线通讯服务。它支持计算机和移动用户的持续连接，拥有较高的数据吞吐能力，可以使用手持设备和电脑进行电视会议和多媒体页面以及类似的应用。

铁路道口预警装置使用 GPS 对列车进行定位，并结合计算机应用技术以及 GPRS 无线通讯技术，以确保进入道口前提醒机车乘务员鸣笛，地面电子警示牌显示列车预计到达时间，避免严重行车事故的发生。

1 系统整体构架

1.1 系统基本组成

基于 GPS 的铁路道口预警装置的总体结构如图 1 所示，该系统主要由车载嵌入式设备、地面道口警示装置和 PC 机信息交换软件组成，涉及的关键技术包括 GPS、GPRS 通讯、MCU 控制技术、USB 通讯和 Visual C++ 软件开发。

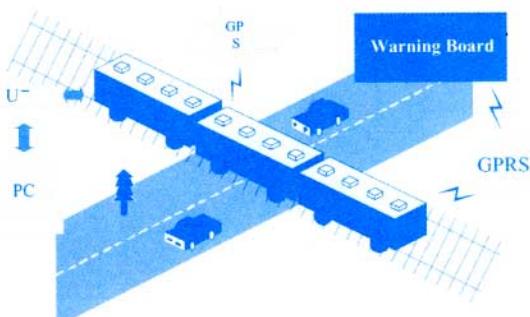


图1 系统整体构架

1.2 系统工作原理

车载嵌入式设备使用运算速度快、精度高的 ARM 内核芯片，构成 GPS + ARM + GPRS 的嵌入式系统。GPS 模块实时接收列车当前坐标，与内存中已存储的道口坐标进行对比，当列车接近道口时，自动提示驾驶员并且控制继电器鸣笛。同时实时通过 GPRS 模块向地面道口发出列车当前坐标，并且定时将列车速度、所处坐标位置等信息存入嵌入式系统的内存供日后分析调用。

地面道口装置由 GPRS 接收模块、AT89C51 控制电路及电子显示屏构成。GPRS 模块实时接收列车速度和位置信息，AT89C51 对接收的数据进行筛选，简要计算出离道口最近的列车的预计到达时间，并显示于道口的电子显示牌上。

由于铁路沿线的道口采点坐标是固化于车载设备中的，所以，对于不同的行驶线路，需要更新车载设备内存中的线路道口坐标信息。运用 PC 机上的列车信息记录交换软件，将制定路线的道口坐标信息以特定格式存入 U 盘，然后将 U 盘与车载设备相连，导入新坐标，同时将列车运行信息导入 U 盘，完成嵌入式设备同控制中心的信息交换。

2 嵌入式系统设计

2.1 车载设备设计

作为终端的车载设备安装于每辆列车上，采用嵌入式方法设计，可以满足系统对实用性、经济性和可靠性的高要求。

2.1.1 硬件设计

车载设备的硬件结构如图 2 所示。其中 MCU 选用 LPC2132，GPS 模块选用 GPS25LVS，而 GPRS 模块选用 MC55。为了提高系统抗干扰能力，GPS 模块通过 TTL / RS485 电平转换电路与 LPC2132 相连。液晶显示器和键盘作为人机操作界面，LCD 采用串行方式连接于 MCU 上，键盘采用键盘显示芯片 ZLG7290，通过总线连接到 MCU 上。采用多块 24LC512 并联的方式，用于存储列车行驶信息和道口 GPS 信息。而 U 盘为 PC 机与嵌入式设备交换数据的工具。

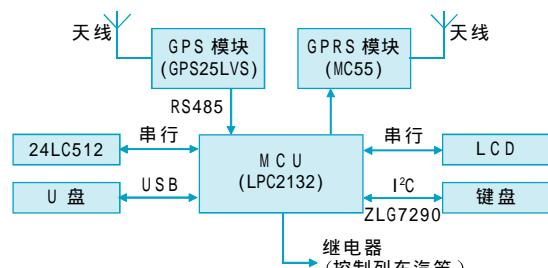


图2 车载设备硬件结构图

LPC2132 是一款基于支持实时仿真和跟踪的 16/32 位 ARM7DMI CPU 的微控制器，并且带有 64 kbit 嵌入的高速片内 Flash 存储器。片内 128 bit 宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 bit 代码能够在最大时钟频率下运行。对于代码有严格控制的应用可使用 16 bit Thumb 模式将代码规模降低超过 30%，而性能损失却很小。LPC2132 较小的封装、极低的功耗、多个 32 bit 定时器和 ADC 以及 9 个外部中断使它们特别适用于工业控制、医疗系统、访问控制

和 POS 机。

2.1.2 软件设计

车载设备控制核心 MCU 的软件流程如图 3 所示。主程序在系统上电后，首先完成初始化，先读取一次 GPS 信息，与内存中所存储的多条线路及其道口信息对比，找到当前所处的行进线路和道口号，这样在实时处理 GPS 数据时，只需要与已存储的特定线路和道口坐标对比计算，节省了运算时间，增强了设备的实时性。然后进入主循环，主循环中主要完成对 GPS 卫星数据的接受、处理、LCD 显示以及 GPRS 数据发送。定时器中断程序每隔 A 分钟记录一次行车信息。

键盘操作通过外部中断来响应，主要用于手动记录当前 GPS 信息、U 盘的数据交换以及显示模式的改变。

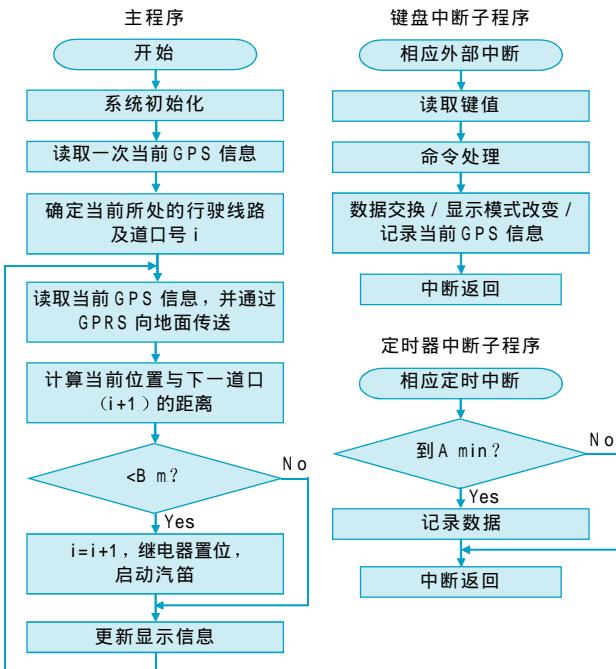


图 3 车载设备软件流程图

2.2 地面装置设计

地面警示装置安装在每一个无人值守道口，主要通过电子警示牌告知行人列车的预计到达时间和显示“可安全通行”或“禁止通行”等字样。

2.2.1 硬件设计

地面预警装置的硬件结构如图 4 所示，主要由 GPRS 模块、AT89C51 以及电子显示屏组成。GPRS 模块选取 MC55，用于接收列车发出的行驶信息。

AT89C51 读取 GPRS 模块接受到的信息，并简单处理，控制电子显示屏，显示列车预到达信息。在此选取成本低廉的 8 bit 单片机，而硬件连接较为简单，采取扫描的方法检测键盘。

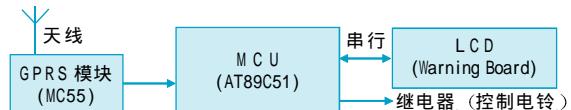


图 4 地面道口设备硬件结构图

2.2.2 软件设计

地面预警装置的主要任务是接受 GPRS 数据，更新电子显示牌信息。

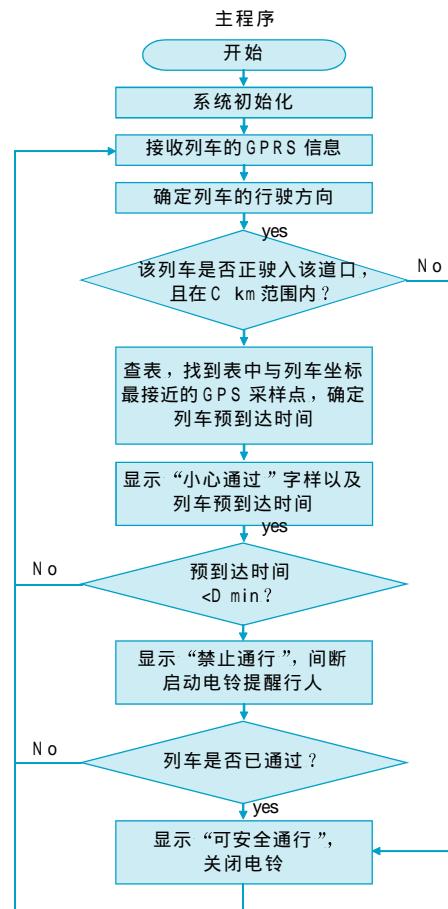


图 5 地面道口设备软件流程图

图 5 为地面道口预警装置的软件流程图。对接收到的多组列车 GPS 信息，采用选择丢弃的方法，只对驶入道口且距离小于 C km 的列车信息感兴趣。由于 AT89C51 片内资源有限，对距离和预到达时间的计算采用查表的方法。在 AT89C51 片内存储

一系列该道口周边的采样 GPS 数据，建立 GPS 数据与列车预到达时间的对应表。当有列车驶入道口时，找到表中与列车坐标最接近的 GPS 数据，得到列车预到达时间并进行相关动作。键盘的响应则采用定时器中断定时扫描的方法。

3 PC 机信息交换软件设计

控制中心的信息交换软件是基于 Visual C++ 软件开发平台设计的。示意图如图 6 所示，它是一个集线路道口、行驶信息数据库和线路管理以及列车车辆记录数据分析于一体的专用软件。该软件采用面向对象的设计方法，根据功能可分为通信子系统、列车信息管理子系统、报表生成子系统和信息数据库，主要完成数据通信、处理分析以及报表生成等功能。

通讯子系统负责 PC 机通过 USB 总线与 U 盘通讯。与传统总线相比，USB 接口连线更加简单，拥有更大的带宽，使用更加方便和普遍。

列车信息管理子系统提供人机交互界面，以图形的形式显示列车在特定时间段的地理坐标、行驶路线和列车运行状况等信息，用来分析和管理并作为有关部门决策依据。数据库的访问也是通过列车信息管理子系统来完成的，一方面将列车的行驶信息存入数据库备用，而另一方面可将线路的道口采样坐标信息从数据库中取出、显示和更改，存入嵌入式设备。

报表生成子系统用于对相应数据进行处理、存储和打印，生成相关文档或证明。

信息数据库分为列车行驶信息和线路道口采样坐标信息两大部分。由于数据量比较小，本设计中采用的是 Access 存储数据。

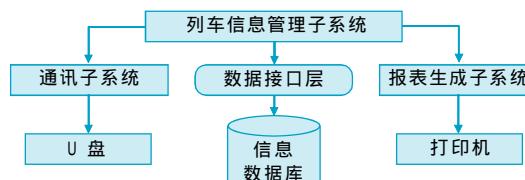


图 6 PC 机信息交换软件示意图

4 系统局限性

系统主要通过显示提示驾驶员，鸣笛及电子警

示牌提示道口周围行人来达到无人值守道口的预警目的。尽管 GPRS 无线通讯网络日益完善，但是在一些边远山区、戈壁，还存在 GPRS 网络的盲区，列车与地面道口设备的通讯得不到保证，所以本系统适合在 GPRS 网络全面覆盖的铁路支线上应用。

对于 GPRS 网络的盲区，如果在无人值守道口周围建立无线专网，那么车载的嵌入式设备也可通过无线专网对地面道口装置进行无线控制。具体应用大致为，应用调制解调电路搭成专网，在车载设备上增加无线发送模块，在地面道口处增添无线接收模块及控制电路，控制电路将控制道口两侧的红绿灯及自动栏杆。

当列车进入地面道口的专网时，车载设备通过无线传输将列车信息传送给地面装置，地面装置根据列车的运行状况对信号灯和自动栏杆进行控制，以实现对行人的强制隔离。

但是，铁路道口数量众多，并且专网的建立及其维护成本太高，使得系统的扩展应用只停留在实验的阶段上，大规模的应用可行性不高。

5 结束语

本文提供了一个低成本铁路无人值守道口预警装置的解决方案，具有较高的经济性和实用性。该方案的实际应用，将有效地减少铁路道口管理人力物力的投入，降低道口维护开支。目前本系统已经在铁路上试运行，实践证明，本系统能实时有效地提醒驾驶员和道口周围行人，使铁路系统的可靠运行得到一定的保证。

随着嵌入式技术的发展，嵌入式系统设备的性能逐步提高，应用也越来越广。嵌入式系统 + PC 机 + 无线网络的系统构架将是未来自动化控制的主流模式。

参考文献：

- [1] 王惠南. GPS导航原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 李天文. GPS原理及应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2003, 3.
- [3] R·J(Bud)Bates. 通用分组无线业务 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [4] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程 [M]. 北京: 北京航天航空大学出版社, 2005.
- [5] 谭思亮, 邹超群. Visual C++串口通信工程开发实例导航 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.