

# 基于 GPRS/GPS/GIS/Zigbee 的智能公交系统设计

杨光,张万江

(沈阳建筑大学 信息与控制工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

**摘要:** 介绍了一种城市公共交通监控系统及公交站电子站牌, 它是利用 GPS、GPRS、GIS、Zigbee 以及传感器技术来完善公共交通服务。利用此系统不仅给市民乘车提供了便利, 也使得公共交通管理者能够实时准确地掌握公交车运行情况, 以便日后更好地规划和管理城市公交车辆的运营。

**关键词:** GPRS; GPS; GIS; Zigbee; 单片机; 电子站牌; 智能公交系统

中图分类号: P228.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)18-0089-03

## Design of intelligent transportation system based on GPRS/GPS/GIS/Zigbee

Yang Guang, Zhang Wanjiang

(Faculty of Information and Control Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** This paper presents an urban public transit system and electronic bus stop sign, by using GPS, GPRS, GIS, Zigbee and sensor technology to improve and perfect the service of the public transit. Based on this system, not only citizens can get convenience, but also the public transit can grasp the situation of the bus running real-time and accurately. The system can provide the database of bus running situation to the managers of the public transit for planning and managing the running of the public transit better.

**Key words:** GPRS; GPS; GIS; Zigbee; single chip microcomputer; electronic bus stop sign; intelligent transport system

智能交通系统 ITS(Intelligent Transport System)是指将先进的通信技术、自动控制技术、计算机技术等综合地应用于交通管理体系, 从而建立一种全方位发挥作用的实时、准确、高效的交通综合管理和控制系统。

美国在 20 世纪 60 年代末开始 ITS 方面的研究, 之后欧洲、日本等也相继加入这一行列。经过 30 多年的发展, 美国、欧洲、日本成为世界 ITS 研究的三大基地。从 20 世纪 60 年代欧洲的道路交通信息(RTI)系统到美国的智能车辆道路系统(IVHS), ITS 正以前所未有的速度发展。

我国的 ITS 研究起步较晚, 并且面临着城市人口密度大、城市化发展快、汽车持有量迅速增加、交通拥挤现象加剧等实际国情, 必须要在交通管理调度的信息化、智能化上加大研发力度。近年来, 国内 ITS 的研究与应用得到了较快的发展, 取得了一定的成果<sup>[1]</sup>。

本文基于 GPS、GPRS、GIS、Zigbee 以及传感器技术设计了一种智能公共交通监控系统。

### 1 系统的结构及功能

本系统分为三个部分, 分别为公交车载终端、公交

《微型机与应用》2011 年 第 30 卷 第 18 期

系统监控中心和公交车站电子站牌。系统结构如图 1 所示。

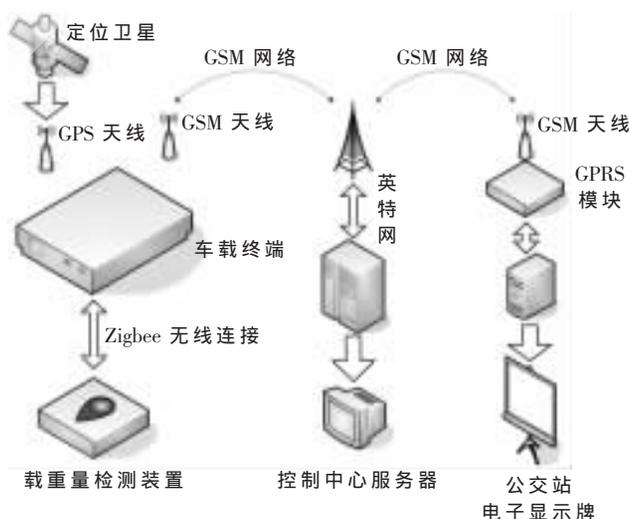


图 1 系统结构图

#### 1.1 车载终端

车载终端由传感器部分和数据收发控制器两部分

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 93

## 应用奇葩

Example of Application

组成,传感器部分是一个带有距离测量传感器和 Zigbee 传输功能的装置。此装置放在公交车悬架系统的钢板弹簧附近靠近车体的地方,距离传感器的探头所对的方向与钢板弹簧发生形变时钢板弹簧与车体距离发生变化的方向一致。随着车辆载重量的增加,车体会压迫钢板弹簧,使其产生形变,距离传感器用来测量车体与悬架系统的钢板弹簧之间由于形变产生的距离变化。钢板弹簧形变量能够体现公交车的载重量,即公交车的拥挤程度。数据收发控制器部分是一个带有 GPS 定位功能<sup>[2]</sup>、GPRS 无线传输功能<sup>[3]</sup>、Zigbee 无线传输功能的装置。此装置可放在车内司机操作面板上。装置内的 GPS 模块将定位卫星发送来的公交车地理位置信息和速度信息以及通过 Zigbee 将传感器传来的公交车悬架高度变化量信息传送给单片机,单片机将这些数据进行简单的处理分析,通过 GPRS 模块,经过 GSM 无线网络把数据传输到指定的服务器上。车载终端可实现自动报站功能。

## 1.2 公交系统监控中心

公交监控中心的一个基础装置是服务器,它用来接收每个车载终端通过 GPRS 发送过来的公交车的位置信息、速度信息,以及公交车悬架系统的钢板弹簧形变量信息。公交系统监控中心能够实时地掌握每一辆公交车的地理位置、速度、拥挤程度信息,可以通过行车位置和拥挤程度对发车间隔进行实时调整,也可以通过这些数据对司机进行绩效考核。并且将这些数据定期地写入数据库,为以后的公交系统的运力调整和车辆调配的分析提供数据支持。服务器再将公交车的位置信息、速度信息以及公交车内的拥挤程度信息发送给装有 GPRS 模块的电子站牌。

## 1.3 公交车站电子站牌

公交车站的电子站牌由 GPRS 模块、PC 机、液晶显示器组成。GPRS 模块用来接收公交系统监控中心发送过来的公交车的位置信息、速度信息以及公交车内的拥挤程度信息再将数据以 RS232 电平通过串口传给 PC 机,PC 机分析处理这些数据,将公交车的位置、速度、拥挤程度的信息数据嵌入到 GIS 系统<sup>[4]</sup>中,系统将这些情况直观地在液晶显示器上显示出来。在公交车站等车的乘客可以从电子站牌上看到自己所要乘坐的车的位置、速度、拥挤程度,通过这三个因素来进行决策。例如当看到自己即将乘坐的车还有很远,且行车速度很慢,可以考虑是否换乘其他路线车辆进行倒车来达到目的地;如果看到电子站牌上公交车过于拥挤,可以考虑乘坐出租车到达目的地。

由于大多数城市没有实现快速公交系统 BRT (Bus Rapid Transit),城市公交没有专用线路,而且国内的大城市堵车现象比较严重,所以本文不设计预测公交车到达下一站还有多长时间的功能。由于交通拥堵情况无法掌控,所以预测公交车到站时间也没有实际意义。在公交车站等车的乘客可以通过在电子站牌上显示出的公

交车位置和速度信息判断公交车的行车速度,自己做出判断和抉择。

## 2 系统硬件设计方案

## 2.1 车载设备

在硬件设计方面,GPRS 模块和 GPS 模块尽量采用二合一模块,这样能够减少硬件的开发成本,增强 GPRS 和 GPS 功能的稳定性,使用二合一模块还能够节省单片机的 UART 接口,可使用 Telit 的 GM862-GPS/GPRS 二合一模块,或者使用 SIMCom 的 SIM548C-GPS/GPRS 二合一模块,也可以使用两块独立模块,例如 ublox 公司的 LEON GSM/GPRS 模块和 u-blox5 GPS 模块,这两块模块之间用 I<sup>2</sup>C 进行通信,GPS 模块不与单片机直接连接,而是通过 GPRS 模块的 UART 与单片机进行通信。

Zigbee 模块<sup>[5]</sup>采用 CC2430 芯片,终端上的 Zigbee 模块接收来自另一个在公交车悬架系统的钢板弹簧上方与距离传感器相连接的 Zigbee 模块发送来的数据。距离传感器是测量钢板弹簧形状变化的,随着载重量的增加,车体压迫钢板弹簧,钢板弹簧会发生形变,具体形变量与载重量的关系依不同弹簧片的性质决定。通过钢板弹簧的形变量计算出车的载重量。钢板弹簧弹性形变为非线性,较为复杂,本文不作详细说明。钢板弹簧的结构和传感器的安放位置如图 2 所示。将传感器测量的距离值通过 Zigbee 模块传给车载终端的 Zigbee 模块。Zigbee 为无线局域网,虽然采用同一频率,但发送无线数据帧中带有设定好的编码,接收端接收之后,会对发送来的编码进行核对,若不是预先设定好的模块编码发来的,将自动丢弃。所以在两台车相遇时不会出现发错数据包的现象。

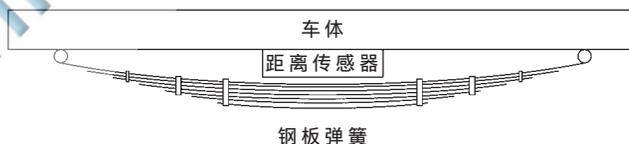


图 2 钢板弹簧结构和距离传感器的位置结构图

单片机通过 UART1 口接收 Zigbee 模块传输过来的数据,通过 UART2 口接收 GPS 模块传输过来的车辆地理位置和速度信息,单片机将这些数据进行处理。为了降低单片机的功耗,提高单片机的处理速度,Zigbee 发送来的距离传感器的测距信息直接发送到公交监控中心,由公交中心的电脑计算载重量。单片机内的程序存储器预先输入每个公交站点的地理位置信息,即经纬度信息。由于 GPS 定位精度较低,单片机收到 GPS 模块传输过来的地理位置信息之后,将前 20 个经纬度信息做求和计算,算出经纬度的平均值。用此平均值与预先输入的公交站的经纬度作对比,若车距离公交站在一定范围之内,实现自动报站,避免出现公交司机漏报错报的现象。

由于采用了 GPS/GPRS 二合一模块,GPS 与 GPRS 共  
《微型机与应用》2011 年第 30 卷第 18 期

## 应用奇葩

Example of Application

用一个串行通信端口,单片机再通过 UART2 将处理后的数据发送给 GPRS 模块, GPRS 模块将数据通过基站和运营商的传输设备以及 APN 专线传送到指定的监控中心服务器的 IP 地址上, 监控中心再对接收到的数据进行处理。GPRS 模块与服务器之间建立套接字连接, 采用的协议为 TCP/IP 协议。单片机输出为 CMOS 电平, Telit 的 GM862 和 SIMcom 的 SIM548C 都为 COMS 电平, CMOS 电路的驱动电流较小, 不能直接驱动 TTL 电路。可采用 CC4049 电平转换器进行 CMOS 电平和 TTL 电平的转化。控制部分应采用带有双 UART 的单片机。车载设备系统结构图如图 3 所示。

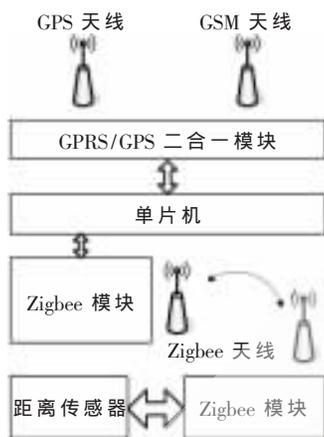


图3 车载设备系统结构图

## 2.2 公交监控中心

监控中心服务器是用一个 2 M 的 APN 专线接入到手机运营商的 GPRS/GSM 网络, 双方的因特网路由器之间用一个固定私有 IP 地址广域连接, 在 GGSN 和移动互联网路由器之间用 GRE 通道, 移动网络的使用者被分配了一个专用的 APN<sup>[6]</sup>。利用专用 APN 能够较为迅速地接收通过车载终端的 GPRS 模块发送过来的数据信息。提取相关信息, 如车辆的位置、速度、钢板弹簧与车体的距离值。通过计算得出车体的载重量, 将数据发送至 GIS 软件里, GIS 软件进行数据处理并显示。可在监控室的大屏幕上显示。

## 2.3 公交车站电子站牌

公交站的 GPRS 模块接收来自公交监控中心服务器定时传输来的数据, 可以通过串口传给 PC 机, 为增强系统的稳定性, 最好将 GPRS 模块的外围电路板设计成 PCI 接口类型。电路板直接连接至主板的 PCI 接口。PC 机数据处理过程和所用软件与监控中心类似。PC 机将经过处理的数据传输给液晶显示器, 供乘客查看。

## 3 系统软件设计方案

对于公交监控中心服务器与公交车站的 PC 机软件开发问题, 应全面考虑各方面的因素。对于软件开发而言, 一个好的开发环境关系着开发的效率和软件运行的稳定性, 因此选择了 Microsoft Visual C++ 6.0 (以下简称 VC++) 进行开发。而监控中心窗口的电子地图与公交车

站的电子站牌的电子地图由 GIS 软件 MapInfo 来完成。然后通过 OLE 技术将 MapInfo 地图与 VC++ 进行集成<sup>[7]</sup>。

为了更好地被人眼区分, 监控中心和公交车站的电子地图上选用色相差为 45° 或 45° 以上的几种颜色方框表示公交车的载重量 (拥挤程度)。依次为绿色、黄色、橙色、红色, 四种颜色的色相差分别为 60°、45°、45°, 色相差较大, 在人眼的分辨能力以内, 正常人眼睛能够较为容易地分辨出以上四种颜色。其中, 绿色表示公交车为空载, 黄色表示公交车介于空载和满载之间, 橙色表示公交车满载 (即拥挤), 红色表示公交车超载 (即极度拥挤)。方框内显示公交车的速度信息。可以通过此速度和距离信息对到站时间做大概的预测。

本文介绍的公交车辆监控及电子站牌系统, 使乘客和公交管理人员能够实时直观地看到公交车辆的运行情况, 公交管理者可以根据监控中心的数据进行车辆和线路的优化, 为日后提供更好的城市交通服务。乘客也可根据电子站牌上公交车的位置显示来重新评估自己的行程安排。考虑到实际情况, 如车的振动对距离传感器的影响、距离传感器防水性及供电电源的稳定性、车载终端的抗震动等情况, 若要对稳定性要求极高的话, 最好采用 SIM 卡固定 IP 绑定, 这需要考虑移动运营商的支持和费用问题。实际运用中还有很多问题需要结合实际情况解决。

## 参考文献

- [1] 张凤传, 苗玉彬, 刘印锋, 等. 基于 GPS/GPRS/GIS 的智能公交监控系统[J]. 计算机工程, 2008, 34(22): 227-279.
- [2] 张勤, 李家权. GPS 测量原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [3] CHITRE V A, DAIGLE J N. Performance of IP-based services over GPRS[J]. IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS, 2003, 52(6): 727-741.
- [4] 高建新. GIS 近期发展趋势综述[J]. 测绘科技情报, 2003, 28(5): 15-18.
- [5] 王中生, 曹琦. 基于 Zigbee 技术的无线定位研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2010(12): 189-192.
- [6] Wu Wenhong, Wu Wenjun, Wu Xinping. Research on long-range and metering reading for water meter based on GPRS [C]. 2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology, 978-1-4244-6349-7/10/2010 IEEE.
- [7] 曾洁, 朱晓娜, 张德营, 等. 基于 GPS 技术的公交车辆监控调度系统的设计与实现[J]. 大连交通大学学报, 2010, 31(4): 5-8.

(收稿日期: 2011-03-21)

## 作者简介:

杨光, 男, 1986 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 网络化控制。

张万江, 男, 1956 年生, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 智能仪器与仪表。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 95