

基于 WinCE 的桥梁检测系统接收终端的研究

Research on the WinCE-based Receiving Terminal of Bridge Inspection System

李国民 董延杰

(西安科技大学通信与信息工程学院,陕西 西安 710054)

摘要: 针对目前国内桥梁健康状况检测系统存在结构复杂、成本高及难以长期检测等一系列问题,研究了铁路桥梁检测系统接收终端的原理、硬件组成和软件的设计与实现。该终端基于 ARM11 硬件平台、嵌入式 WinCE 软件平台和 Wi-Fi 无线通信技术,通过无线方式接收各种参数,并对数据进行分析、报警、存储和查询等操作。在分析了桥梁状态参数变化趋势的基础上,说明了系统能够满足对桥梁进行长期实时检测的要求。

关键词: ARM 无线终端 嵌入式系统 健康监测 WinCE

中图分类号: TP334.1 **文献标志码:** A

Abstract: At present, most of the healthy inspection systems of bridge in our country are in complicate structure and high cost, even difficult to be detected. Thus the principle, hardware composition and software design and realization for the receiving terminal of railway bridge inspection system have been researched. The terminal is based on ARM11 hardware platform and embedded WinCE software platform, as well as Wi-Fi wireless communication technology. Various parameters are received through wireless pattern, and the data are analyzed, stored, for alarm and retrieving operations. Based on analyzing the variation trend of the state parameters, the requirements of long term real-time inspection can be satisfied.

Keywords: ARM Wireless terminal Embedded system Healthy monitoring WinCE

0 引言

由于地质灾害类型多、分布广、危害大,给灾害多发地区的桥梁造成了严重损害和安全隐患。桥梁使用的安全性对国民经济有着举足轻重的影响,对桥梁状况的监测具有重大的意义。长期以来,我国对桥梁的安全检测一直以人工方法为主,无线监测系统一般使用 GSM 或 CDMA 网络连接到因特网。采用这种方法系统实现较复杂,且远距离无线发射设备功率大,难以实现桥梁健康状况的长期监测^[1]。

为了全面掌握桥梁结构性能,需对桥梁进行实时检测和综合评定。铁路桥梁安全评估系统采用无线传感技术,以无线检测系统代替桥梁的有线检测,实现对桥梁的科学检测与综合评定^[2],可满足对桥梁安全状况长期实时检测的要求。

1 系统总体概述

桥梁健康状态检测系统由前端采集模块、中继模

块和手持终端三部分组成。

前端采集模块固定于桥梁应力和振动控制截面处,装置中的传感器每隔一段时间测量一次桥梁变形的应变电压;应变电压经处理器换算后得到相应的应变参数,并通过 ZigBee 传输给中继模块进行二次处理并存储。当监测人员靠近桥梁开启手持远程接收终端后,中继的 Wi-Fi 模块被唤醒,并与手持终端的 Wi-Fi 模块建立连接,进行采集数据的传输,手持终端接收数据后进行存储和分析处理。

系统框架如图 1 所示。

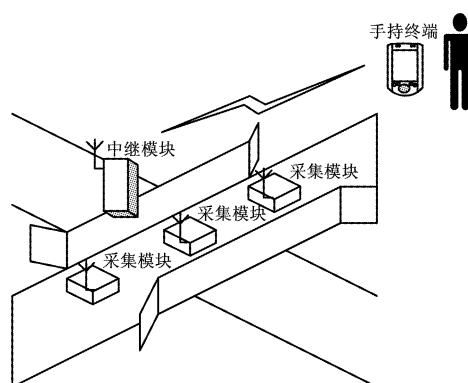


图 1 系统框图

Fig. 1 Block diagram of the system

陕西省工业攻关计划基金资助项目(编号:2009K08-36)。

修改稿收到日期:2010-05-20。

第一作者李国民,男,1965年生,1988年毕业于北京邮电大学电信工程系,获硕士学位,教授;主要从事信息网络技术、通信系统中信号处理技术与矿井通信系统与技术方面的教学与研究。

2 Wi-Fi 技术

Wi-Fi 是一种无线局域网数据传输的技术与规格,是 IEEE 定义的无线通信标准 IEEE802.11,是利用无线接入手段的新型局域网解决方案。Wi-Fi 具有传输速率高、可靠性高、建网快速、便捷、可移动性好、网络结构弹性化、组网灵活和组网价格较低等特点。

Wi-Fi 技术按其速度和技术新旧可划分为 802.11b、802.11a、802.11g 三种标准。

IEEE802.11b 规范发布于 1999 年 9 月,主要目的是提供 WLAN 接入,是目前 WLAN 的主要技术标准,工作频率为 2.4 GHz,与无绳电话、蓝牙等许多不需要频率使用许可证的无线设备共享同一频段,且采用加强版的 DSSS,可以根据环境的变化在 11 Mb/s、5.5 Mb/s、2 Mb/s 和 1 Mb/s 之间动态切换。目前,802.11b 协议是当前应用较为广泛的 WLAN 标准。但也存在缺点,如速度不够高,所在的 2.4 GHz ISM 频段的带宽比较窄(仅有 85 MHz),同时还受微波、蓝牙等多种干扰源的干扰。

IEEE 802.11a 标准使用 5 GHz-NII 频率,总带宽达到 300 MHz,远大于 802.11b 所在的 ISM 频段,且这个频段比较干净,干扰源较少。它使用正交频分多路复用 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)调制技术,传输速率为 54 Mb/s,比 802.11b 采用的补码键控 CCK(complementary code keying)调制方案快。但其制造成本比较高,与目前市场早已广泛部署的 802.11b 标准设备不兼容。

802.11g 使用与 802.11b 相同的 2.4 GHz ISM 免特许频段。802.11g 采用了 OFDM 与 CCK 两种调制方式。通过采用这两种分别与 802.11a 和 802.11b 相同的调制方式,使 IEEE 802.11g 不但达到了 802.11a 的 54 Mb/s 的传输速率,同时也实现了与 IEEE802.11b 标准设备的兼容。802.11g 虽然还在草稿阶段,但是根据最近国际消费电子产品的发展趋势判断,802.11g 将有可能被大多数无线网络产品制造商选择作为产品标准^[3-4]。

本设计选用支持 802.11b 的 Wi-Fi 无线模块。

3 手持终端设计

手持终端利用 Wi-Fi 无线模块作为接收设备,接收到的数据通过后台的 MCU 完成数据分析等处理。手持终端利用 LCD 显示器对数据进行显示并通过海量存储单元存储,如果数据超限则蜂鸣器发声报警,同时,检测人员可以通过历史数据查询,对环境参数趋势

进行分析,为各种决策作参考。

3.1 手持终端的硬件设计

由于手持部分要完成信息的接收、显示、存储、查询和判断报警等功能,本设计选用 Samsung 公司的 S3C6410 嵌入式处理器为核心,结合 Wi-Fi 短距离无线通信模块,再辅以相关器件实现其功能需求。S3C6410 是基于 16/32 bit RISC 内核的低成本、低功耗、高性能微处理器解决方案,采用 64/32 bit 内部总线架构,内部集成了多个功能强大的硬件加速器,主频可达 533 MHz;具有极佳的外部存储器接口能力,可以满足高端通信业务的带宽要求;存储器系统有两个 DRAM 和 Flash/ROM 外部存储器端口,可以并行访问;DRAM 端口能配置为移动 DDR 或标准 SDRAM;Flash/ROM 端口支持 NAND-Flash、NOR-Flash、OneNAND、CF 和 ROM 类型外部存储器^[5]。

手持部分硬件包括 S3C6410 处理器、Wi-Fi 模块、LCD 液晶显示器、蜂鸣器、海量存储器、电源和 UART₀。

硬件结构图如图 2 所示。

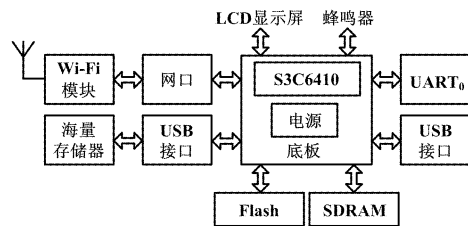


图 2 硬件结构图

Fig. 2 Hardware structure

S3C6410 处理器负责对单元的控制、运算和处理等功能;存储单元为 SDRAM 和 Flash;Wi-Fi 模块主要完成数据的传输;LCD 显示接收到的数据;当数据超限时,蜂鸣器报警;海量存储器具有足够大的存储容量,它将接收到的数据进行存储及回放处理;电源模块为直流 5 V,为 CPU 及其他模块供电。

3.2 手持终端的软件设计

本系统的软件框架主要基于嵌入式 WinCE 操作系统,在 EVC 的图形界面开发环境中实现系统功能。手持终端的应用程序开发过程采用多线程模块化的程序设计方案,将设备的各功能根据其完成的特定任务、任务性质和实时性要求,结合数据流程,详细划分出各个功能模块^[6]。

本系统软件设计主要包括系统界面、操作日志、数据通信、数据库存储及历史数据查询等部分。

软件结构如图 3 所示。

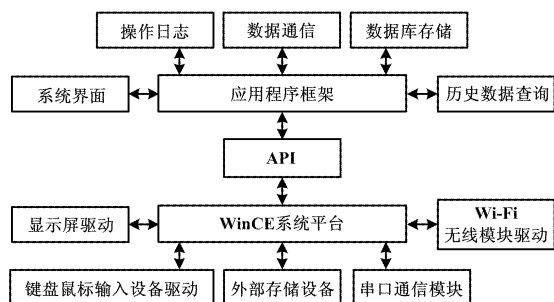


图3 软件结构图

Fig.3 Software structure

3.2.1 WinCE 操作系统

WinCE 是一个具有抢先式多任务功能及强大通信能力的嵌入式操作系统。它是微软公司专门为移动设备、消费类电子产品和嵌入式应用等非 PC 领域而全新设计的操作系统产品。因此,根据应用环境的特点,WinCE 被设计为具有高度模块化、良好实时性、强大通信能力和支持多种 CPU 的嵌入式操作系统。根据系统需要,通过平台裁剪工具 Visual Studio. NET 建立操作系统平台并对其进行相应的配置。本设计采用 Windows CE6.5 版本^[7]。

3.2.2 设备驱动程序开发

WinCE 的驱动程序分为本机设备驱动程序和流接口驱动程序。本机设备是指集成到目标平台的设备,其驱动程序由原设备制造商(OEM)提供。流接口驱动程序是指连接到 WinCE 平台的外部设备驱动程序,由用户自行开发。流接口驱动程序把外部设备看作文件系统的特殊文件,通过文件读取函数间接地访问外部设备。

3.2.3 Socket 通信

基于 TCP 可靠连接的客户与服务器连接进程流程如图4所示。

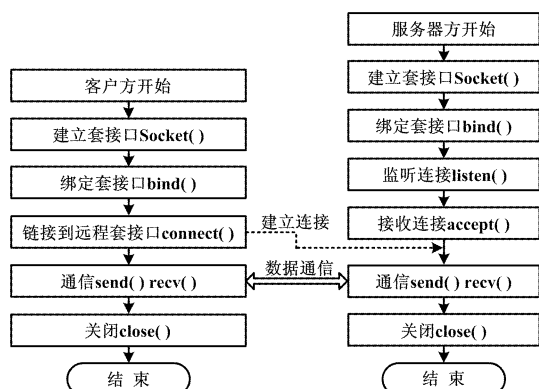


图4 Socket 连接步骤流程

Fig.4 Flowchart of the Socket connection procedures

套接字(Socket)是介于网络应用层和传输层之间的编程接口,套接字接口提供了访问下层通信协议的大量系统调用和相应的数据结构。套接字在用户级实现了两个应用程序之间的网络连接和数据交换,所以在 WinCE 中套接字意味着网络上的连接。

Socket 工作过程如下:服务器首先启动,通过调用 Socket() 建立一个 Socket,然后调用 bind(),将该 Socket 和本地网络地址绑定在一起,再调用 listen(),使 Socket 作好侦听准备,并规定其请求队列长度,最后调用 accept() 来接收连接。客户在建立 Socket 后就可调用 connect() 和服务器建立连接。连接一旦建立,客户机和服务器之间就可以通过调用 send() 和 recv() 来发送和接收数据。最后,待数据传送结束后,双方调用 close() 关闭 Socket^[8]。

用户间通信协议数据格式包括以下几个部分:包头,0x5a,1 B;包尾,0xa5,1 B;包长度为所传输数据包的总长度,1 B;指令编号,1 B;数据长度为数据正文的长度,1 B;数据正文包括六路数据,为字符串,共60 B。数据格式如图5所示。

包头	包长度	指令编号	采集设备号	数据长度	数据正文	包尾
0x5a	66	0x01-0x20	0x01-0x06	60	---	0xa5

图5 数据格式

Fig.5 Data format

3.2.4 应用程序设计

系统终端应用层在 Embedded Visual C++ 4.0 的图形开发环境的基础上进行开发。EVC 是 WinCE 上的主流开发工具,类似于 VC++ 开发环境,但它提供了一些独特的工具和资源用于开发 WinCE 上的应用程序。EVC 程序支持 MFC 类库的子集,可以给开发者提供强大的支持。

基于系统功能需求,嵌入式手持终端具有数据收发、判断报警、数据库存储、实时/历史数据查询和系统界面等几个主要功能模块^[9]。

手持终端软件主程序包含网络通信线程(收发线程)、数据显示线程和报警线程。首先执行主程序,系统初始化后,配置 Wi-Fi 模块,然后创建三个线程分别执行,三个线程均结束后,主程序退出。接收线程要先打开串口发送指令与采集前端建立无线通信,然后接收数据,接收数据完毕后存储数据并关闭串口退出线程。显示线程将接收到的数据处理后显示到 LCD 上。判断报警线程则将接收到的数据与报警门限进行比较,如果超限则启动蜂鸣器,然后等待报警清除,判断是否退出。软件流程图如图6所示。

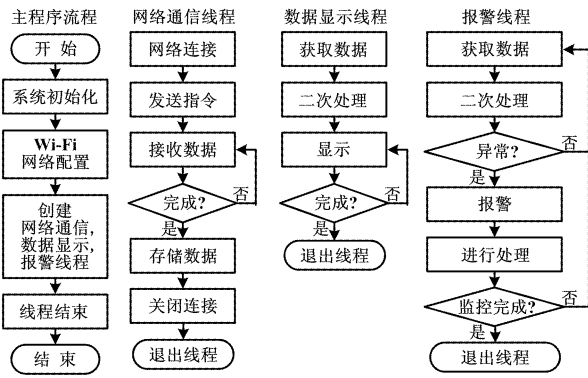


图 6 手持终端主要软件流程

Fig. 6 Main software flowchart of the handheld terminal

手持终端各模块分别具有以下功能。

① 系统界面模块是用户查看前端采集参数的人机界面,设计良好的系统用户界面有助于用户方便地对设备进行操作,如数据存储与历史数据查询。软件界面采用分级结构,每一个试验采用弹出子界面的方式单独处理,这使软件更具模块化管理。软件的整体界面框架包括菜单栏、工具栏、按钮、编辑框和主窗口状态栏等部分。

② 操作日志记录了用户对设备进行操作的用户名、时间和指令等详细信息,日志信息保存在文本文件中,便于查询。

③ 数据通信模块通过无线网络来实现数据通信功能,如发送控制指令和接收数据。该模块包括 Socket 通信程序、网络通信设置和网络通信协议 3 部分。Socket 通信程序采用 API 对网络进行操作,采用多线程方式。网络通信设置中的网络通信程序必须根据设置中继模块的 IP 地址和相同的端口进行通信;网络通信协议部分的数据包括双向通信数据、下行指令数据和上行采集数据。不同类型的数据通过数据标识进行区分。

④ 数据库存储模块完成实时数据的数据库存储。良好的数据库存储方案不仅可以节省系统内存、磁盘等硬件开销,更可以提高数据库查询效率^[10]。

⑤ 历史数据查询模块完成历史数据信息的查询操作,通过观察历史数据,可以对桥梁健康状况作出分析。历史数据查询模块包括窗体代码设计和数据库查询代码设计。

应用软件启动后,首先进行初始化工作,包括初始化网络、记录工作日志和打开数据库等任务,如果初始化失败,应用程序将不能正常运行而退出,初始化成功后,在系统界面上进行参数配置;然后通过网络向中继模块发送控制指令,指令发送成功后,中继模块启动采集前端进行工作,并接收前端采集的数据信息,保存在数据库中。当关闭设备时,数据采集存储结束,否则一直循环进行。

4 结束语

基于 WinCE 的无线桥梁健康状况检测系统,通过前端模块获得桥梁结构应变等重要状态参数,并利用低功耗的 ZigBee 技术实现前端采集模块与中继模块的通信,中继模块对数据处理后通过 Wi-Fi 传输给手持终端;通过对桥梁结构应变等基础数据的长期采集和对数据进行分析处理来判断桥梁状态的变化,为桥梁的长期维护提供了方便可靠的方法,从而达到对桥梁进行长期监测的目的。该技术维护简单、监测灵活,具有很强的实用价值。

参考文献

- [1] 刘江. 桥梁安全检测与加固维修[J]. 科技信息(科学教研), 2007(30):148.
- [2] 韩之江,杨建红. 桥梁健康监测技术的研究与实施[J]. 公路, 2008(3):52-53.
- [3] 孙弋,韩晓冰. 短距离无线通信及组网技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2008:2-7.
- [4] 孙弋,徐瑞华. 基于 WiFi 技术的井下多功能便携终端的设计与实现[J]. 工矿自动化,2007(3):21.
- [5] 沈文斌. 嵌入式硬件系统设计与开发实例详解[M]. 北京:电子工业出版社,2005:60-65.
- [6] 何宗键. Windows CE 嵌入式系统[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006:80-85.
- [7] 周毓林,宁杨,陆贵强,等. Windows CE. net 内核定制及应用开发[M]. 北京:电子工业出版社,2005:17-21.
- [8] 汪兵,李存斌,陈鹏,等. EVC 高级编程及其应用开发[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005:223-238.
- [9] 孙弋,李剑桥. 基于 WindowsCE 的应急信息采集系统接收终端的设计与实现[J]. 煤矿安全,2009(1):22.
- [10] 陈锦强. 嵌入式数据库技术在煤矿井上监控系统的开发与应用[D]. 昆明:昆明理工大学,2007.

行业信息

第 12 届工业仪表与自动化学术会议

以“战略性新兴产业与仪表自动化”为主题的第 12 届工业仪表与自动化学术会议将于 2011 年 6 月召开,热忱欢迎广大科技、管理和应用工作者以及大专院校师生等积极撰写论文,踊跃参加本届学术会议。