

# 基于嵌入式 Linux 的机车故障诊断系统研究设计

姜虎强,王丽红,董良新

(烟台汽车工程职业学院 信息工程系,山东 烟台 265500)

**摘要:**以 ARM 为开发平台,融合 CAN 有线数据传输和无线数据传输的各自优势,在有线数据传输的基础上,针对非接触测量场合和智能检测的需要,设计了一种基于 ARM9 和 Linux 的手持式智能化故障诊断仪。该系统采用 Samsung S3C2410 微处理器,在 Linux 环境下通过 ARM 处理器与智能 RF 的接口设计实现网络通信和数据检测功能,完成数据的无线检测。下位机通过 AVR 单片机控制,具有实用价值。

**关键词:**ARM;嵌入式 Linux;智能 RF;无线数据通信模块

中图分类号:TP316.2

文献标识码:B

## The research of wireless fault detection system on embedded Linux

JIANG Hu Qiang, WANG Li Hong, DONG Liang Xin

(School of Information Engineering, Yantai Vocational College of Automotive Engineering, Yantai 265500, China)

**Abstract:** According to the demand of the wireless test circumstance, a wireless test system based on ARM9 microprocessor and embedded Linux is discussed in the test. The Samsung S3C2410 microprocessor is adopted in the system. The interfaces including the Atmel ARM9 microprocessor, AVR microcontroller, smart RF chip and Ethernet are discussed in detail. The article also introduces the realization process of the wireless test system and software develop under embedded Linux. The system has very practical value.

**Key words:** ARM; embedded Linux; smart RF; wireless data correspondence module

状态监测与故障诊断技术是现代工业技术发展的产物,已发展到了以专家系统、神经网络和模糊分析等理论为基础,以网络技术为依托,以知识处理为核心的先进智能化技术。Linux 和 RFID 已成为现代工业技术热点,随着嵌入式技术的蓬勃发展,嵌入式系统凭借其性价比高、稳定性好、体积小、功耗低等众多优点已经深入到国防、网络通信、工业控制、数字多媒体相关的消费类领域。本文所介绍的面向铁路的手持式智能化故障诊断仪,涉及了 Linux、RFID、嵌入式数据采集和无线传输功能及嵌入式系统的新技术。该系统正是以知识处理为核心的嵌入式在线监测故障诊断仪器,具有功能强大、简单易用、便于携带等优点。原始数据可通过 USB 接口取出,进一步进行事后处理。本系统还可通过 CDMA 模块连接无线网络,将处理完毕的数据实时地发送到客户端,以实现特定信息查询和告警功能。

### 1 系统的组成和结构

该面向铁路的手持式智能化故障诊断仪,是一套基于电池供电的智能化仪器。测试系统主要由测试头、主测试设备和远程监控站 3 级测试层组成。前端测试头主要由 AVR

采集 MCU、传感器和智能 RF 芯片构成;下位机是基于 ATmega128 单片机的数据采集系统,承担多路现场快变及缓变信号的采集,主要完成任务采集、接收来自自主采集设备的指令并执行主设备的任务调度。主测试设备主要由内嵌 Linux 操作系统的 ARM9 处理器、智能 RF 芯片、网络和串行通信接口、存储设备和显示设备构成。主测试设备主要完成各无线采集点的任务分配、数据收集分析,可同时监测和管理若干个连接的无线网络范围内的传感器测试头,并可通过无线数据传输模块或通过 Internet 传向远程监控站并接受远程控制站的任务调度。

远程监控站主要由服务器、监测数据库和外围设备构成,分为数据采集(上位机)和数据处理(下位机)两大部分,承担实时数据的处理,也可以通过 USB 口或者以太网下载到 PC 上,进行进一步深入的故障趋势分析。本系统对整个现场监测的任务进行合理地分解:将模拟信号的采集、A/D 转换以及简单的数据处理部分放在下位机实现,以控制系统的硬件规模及耗电量。将数据的进一步处理、实现现场实时分析的构件、历史数据重现及精简的专家系统放在上位机

# 硬件纵横

Hardware Technique

上实现,本文主要介绍无线数据传输的研究设计。系统框架如图1所示。

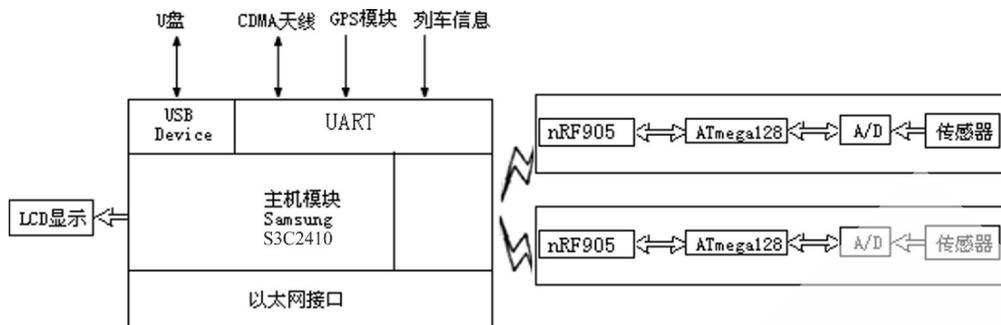


图1 系统硬件框图

## 2 硬件系统设计

### 2.1 智能 nRF905 无线收发芯片

增加安全可靠、稳定的无线模块功能,是传统 PDA 设备的技术趋势。该设备采用 Nordic 公司的单片无线收发芯片 nRF905。该芯片工作在 433/869/915 MHz 的 ISM 频段,由 1 个完全集成的频率调制器,1 个带解调器的接收器、1 个功率放大器、1 个晶体振荡器和 1 个调节器组成,可以很容易地通过 SPI 接口进行编程配置。电流消耗很低,可以很容易地进入 Powerdown 模式实现节电。nRF905 采用 VLSI ShockBurst 技术,使得 nRF905 能够提供高速的数据传输,将与 RF 协议有关的高速信号处理放到芯片内部。在 ShockBurst TX 模式中,nRF905 自动产生前导码和 CRC 校验码,数据准备就绪 DR 信号通知主控制其数据传输已经完成。该芯片可与测试设备 ARM 和 AVR 的 MCU 通过简单的串行接口连接,使用方便。

### 2.2 ARM 处理器模块

构建可移植嵌入式 Linux 的 ARM9 系统,嵌入式 Linux 是目前广泛应用的一种嵌入式操作系统,ARM 处理器模块由 Flash、SDRAM 和 S3C2410 共同构建。本系统选用 Samsung 公司的 K9F1208U0A 构建 8 位 Flash 存储器系统。

K9F1208U0A 单片容量为 64 MB;选用 2 片单片容量为 32 MB、数据宽度为 16 位的 HY57V561620CT 并联构建 32 位 SDRAM 存储器系统,共 64 MB 的 SDRAM 空间可以满足嵌入式操作系统和各种复杂算法的运行要求。ARM 处理器对各模块的控制则通过底层驱动控制协处理器产生各种控制信号实现。

### 2.3 传感器模块

传感器模块可以根据所需采集的数据来选择。本系统是在 CAN 总线有线数据传输的基础上开发的,CAN 总线通信电路由微处理器 S3C2410、控制器 MCP2515、驱动器 TJA1050、光耦 6N137 和电源隔离模块组成,CAN 通信主要用于机车恶劣环境下的数据采集。该系统的无线传输功能主要运用于火车机车车体振动测量,也可运用于机车的运行监测。所以采用 3 个使用 ADXL105 高精度单轴加速度传

感器芯片制作的加速度测量模块。测量模块分别安置于车体底部的垂直方向和水平方向,用于测量车体在 X、Y、Z 方向上的加速度。测量数据以差分信号的形式输入到精密放大器中,经比较放大后直接送到 A/D 模块中。

### 2.4 外部通信模块

设备外部通信模块由 2 部分组成:485 通信模块和 CDMA 模块。485 通信接口采用 MAX1490 芯片。这是一款完全隔离的 485 数据接口芯片,单工工作方式,

传输波特率最大可达 2.5 Mb/s。其输出引脚直接与 ARM 处理器的串口 2(UART2)相连,ARM 处理器通过串口 2 读取时间和坐标等相关数据的广播信息,串口 0(UART0)与 Any-Data DTGS800 CDMA 模块相连,监测数据经预处理后通过 CDMA 模块发送到地面服务器。

### 2.5 系统关键硬件接口设计

系统硬件主要接口包括 AVR 与 nRF905 的接口、AVR 与 ARM9 的接口以及 ARM9 的外围接口等。本文主要介绍 AVR 与 nRF905 和 ARM9 的接口。AVR MCU 通过 nRF905 接口收发数据,然后将收到的数据写入双口 RAM 等待读取数据,另外 ARM9 将要发送的数据写入双口 RAM 后给 AVR MCU 发送中断信号,AVR MCU 再从双口 RAM 中读取数据,根据指令将其发送至相应的采样传感器测试头。但由于 ARM 与 AVR 之间的通信速率不匹配,2 个 CPU 的数据交换通过一片双口 RAM 完成。因此应用了异步高速双口 RAM IDT7130,很好地解决了异步串口通信的瓶颈问题,双口 RAM 对于存储区的分配,分成命令区、状态区、接收数据区、发送数据区和中断区 5 大区。接收数据区和发送数据区的细分,可以根据串口数量、报文长度的实际需要进行再分配,主 CPU 和从 CPU 的握手协议可以通过命令区和状态区的设计来完成。主要接口如图 2 所示。

## 3 软件系统设计

### 3.1 软件系统设计

系统以主测试设备为核心,采集、收集多个测试传感器采集的信息,并将测试数据收集保存,可以通过网络实时地传递到系统的监测中心进行分析和处理。本设计采用的 Linux 内核是在 ARM-Linux 的基础上,编写了 OLED 显示模块、USB 设备的设备驱动程序。软件设计主要包括 ARM-Linux 在微处理器 S3C2410 上的移植,相关驱动程序设计、系统任务级设计等。开发系统采用 PC 工作站和主测试设备的嵌入式主板构成的交叉编译环境,本系统使用 Linux2.6 的内核,内核的编译通过 Makefile 文件的指示进行,通过修改 Makefile 来组织内核各模块,并记录模块间的相互联系和依赖关系,修改 config、setup 等相关配置文件完成内核的

