

一种手持式数据采集终端的设计与实现

黄国锐¹ 郭康¹ 王世贵² 蒋金波¹

(中国人民解放军 31002 部队 北京 100094)¹ (陆军炮兵防空兵学院 合肥 230031)²

摘要 目前,野外环境下的数据采集主要还是依靠数据采集员手工填写预置表格,然后交给数据录入员输入计算机数据库中。这种数据采集手段涉及多人作业,其流程复杂,数据质量难以保证且易丢失。针对上述问题,文中设计并实现了一种基于嵌入式微处理器 PXA270 的手持终端。该终端在硬件上综合集成了有线和无线局域网、GPRS/GSM 广域网等多种通信手段;在软件上综合运用了多种加密技术,在 WinCE 平台下,编制了具有加密通信的广域网移动通信软件,可有效地解决野外条件下采集数据的实时传输和安全性问题。

关键词 数据采集,数据加密,GPRS,WinCE,嵌入式设计

中图分类号 TP311.1 **文献标识码** A

Design and Implementation of Handheld Data Acquisition Terminal

HUANG Guo-ru¹ GUO Kang¹ WANG Shi-gui² JIANG Jin-bo¹

(31002 Division of PLA, Beijing 100094, China)¹ (Army Academy of Artillery Air Defense, Hefei 230031, China)²

Abstract At present, data acquisition in the field environment mainly relies on the data collector to fill out the preset form manually, and then submit it to the data entry staff to input into the computer database. This method of data acquisition involves multi-person work, the process is complex, the data are easy to lose, and the quality of data is difficult to guarantee. To solve these problems, this paper designed and implemented a handheld terminal based on embedded microprocessor PXA270. The terminal integrates wired and wireless local area network, GPRS/GSM wide area network and other means of communication in hardware, integrates various encryption techniques in software, and compiles encrypted communication software within wide area network on WinCE platform, which can effectively solve data real-time transmission and security issues under field conditions.

Keywords Data acquisition, Data encryption, GPRS, WinCE, Embedded design

1 引言

目前,相关领域业务单位在野外作业过程中也采集了部分数据,但是由于没有便捷的数据采集工具,导致大量的数据没有得到有效的运用^[1-4]。针对野外数据采集的需求,坚持自主研发及模块化设计,本文设计并实现了一套功能完善、接口丰富、具有加密数据传输功能的手持式数据采集终端。它解决了野外作业条件下的采集数据的录入、加密传输、信息资料的查询等一系列急需解决的问题^[5],并能够满足相关领域野外作业的数据处理需求,具有比较好的应用前景。

2 终端的总体设计

2.1 设计目标

以主频可以达到 624 MHz 的 SoC 处理器 PXA270 为基础进行硬件平台的设计,同时搭载了 Windows CE5 嵌入式操作系统、固态电子硬盘和触摸式高亮度真彩液晶显示器,具备有线和无线局域网通信、加密 GPRS 通信、高速串口通信、GPS 定位导航等功能。系统接口包括 USB HOST、USB DEVICE、有线以太网、RS485 串口、RS232 串口、SDMMC、蓝牙、

WIFI 等,使系统能最大限度地实现与现有信息系统设备互联互通,满足当前国家信息化建设过程中对信息采集处理终端的需求。在该系统的嵌入式计算机平台研制中,坚持以自主研发为主,从板级设计做起,力求解决操作系统的合理定制以及数据传输的安全问题。

2.2 系统结构

系统由高性能嵌入式计算机的硬件系统和软件系统构成。硬件系统包括主 CPU 子系统和外围扩展系统。主 CPU 子系统包含核心处理器 PXA270, MMU (Memory Management Unit, 内存管理单元), UART (Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter, 通用异步收发传输器), LAN, WIFI, SD, GPIO, USB, LCD 和 BT (Blue Tooth, 蓝牙) 等部分。外围扩展系统由闪存 (FLASH, 相当于 PC 机硬盘), 同步动态随机存储器 (Synchronous Dynamic Random Access Memory, SDRAM, 相当于 PC 机内存)、电源管理、输入输出、看门狗和复位控制等部分组成。软件系统可分为 3 层: 驱动层、OS 层和应用层。其中, 驱动层主要包含启动代码和接口设备的驱动程序; OS 层指的是 Windows CE5 操作系统, 可根据需求对操作系统的组件进行可视化定制; 应用层主要由文件系统、

GUI(图形用户接口)和各种应用软件构成。终端的系统结构如图1所示。

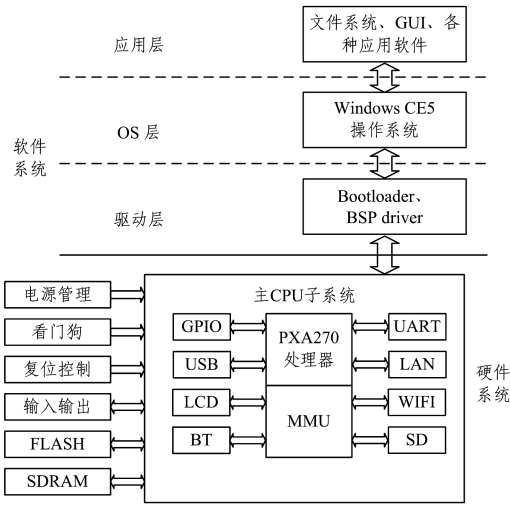


图1 系统结构

3 硬件系统设计

3.1 硬件架构

终端的硬件构成及相互关系如图2所示。除了CPU微处理器外,还扩展了一些外部电路。具体包括以下几个部分:扩展内存(含Flash和SDRAM)、10/100M以太网接口、外部存储设备(SD/MMC卡)、WIFI/BT、电源管理(含多路DC-DC转换和充电控制)、时钟与复位、RTC(实时时钟)、音频、主USB和从USB接口、液晶屏与触摸屏接口、GPRS通信、RS232和RS485串口、GPS等。其中,扩展内存部分包括128MB Flash和128MB SDRAM。

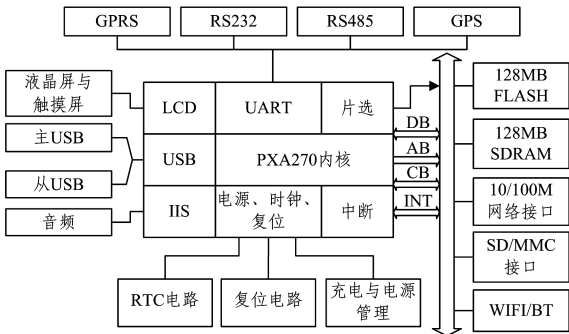


图2 硬件架构

3.2 硬件主要部分电路设计

遵循自下而上与自上而下相结合的思路进行了硬件原理图设计。设计中以硬件系统的总体架构为依据,采用自上而下的思路设计出整个硬件系统的原理图层次结构,然后对位于结构最低层的子原理图进行详细电路设计。反复进行这个过程。最后对整体原理图和局部原理图分别进行了信号仿真,直至设计出完整正确的硬件原理图。本文重点关注的是终端的安全数据传输问题,只介绍与之相关的部分硬件的电路设计情况。

3.2.1 10/100M 自适应以太网电路设计

终端选用DAVICOM以太网控制处理器DM9000,将该芯片直接挂载在PXA270的系统总线上,使用16位的数据访问模式。网口变压器选用的HS9016,它具有功率损耗较低

的特点,实现将DM9000送出来的差分信号,经差模耦合为增强的物理网络信号。以太网的配置信息存储在一个EEPROM芯片里,芯片的型号是AT93C46,通过DM9000的IIC接口对其进行访问与控制。以太网控制处理器工作时需外接一个25MHz的晶振,晶振的两端各加上一个22pF的匹配电容。具体设计如图3所示。

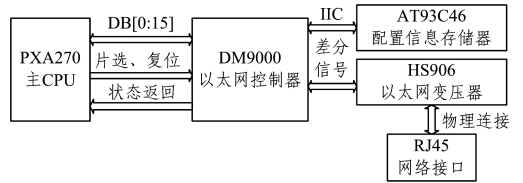


图3 10/100M自适应以太网电路设计

手持式终端上设计了有线以太网通信接口,为终端的保密通信提供了更多手段,可以在不能确保无线通信的安全情况下,使用安全系数更高的有线通信。

3.2.2 蓝牙和WIFI电路设计

选用村田公司生产的蓝牙和WIFI二合一模块LBEE1USJYC。WIFI的供电包括1.8V和3.3V两部分,分别用LDO芯片XC6221A182MR和XC6221A332MR从电池输出转换得到,两个LDO均带有使能控制,受PXA270的相应输出信号控制,使得需要WIFI工作时才打开其电源,这样做是为了最大限度地降低系统的功耗,延长终端的野外工作时间和待机时间。蓝牙的供电电压也是3.3V,为了减少与WIFI之间的串扰,使用了一个独立的LDO芯片,型号也是XC6221A332MR,其也受PXA270的一个输出信号控制。

蓝牙和WIFI共用一根2.4G的天线,由软件完成切换。WIFI是通过SDIO接口与PXA270相连,在实际使用中也可以通过SPI接口来连接,但SDIO和SPI两者之间只能选择一个,并根据接口的选择来配置相应的驱动程序,以实现主CPU与WIFI之间的正确通信。WIFI工作时需外接一个20MHz的晶振,晶振的两端各加上一个12pF的匹配电容。蓝牙是通过专用接口与PXA270相连,其工作时需外接一个16MHz的晶振,晶振的两端各加上一个10pF的匹配电容。蓝牙和WIFI的电路设计如图4所示。

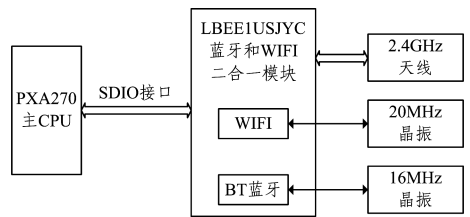


图4 蓝牙和WIFI电路设计

3.2.3 GPRS电路设计

选用SIM300无线GPRS通信模块来实现系统的远程通信与控制。SIM300是SIMCOM公司的GSM/GPRS双频模块,主要为语音传输、短消息和数据业务提供无线接口。SIM300集成了GSM的基带处理器,适用于开发GSM/GPRS的无线应用产品,如移动电话、无线MODEM卡、无线POS机、无线抄表系统以及无线数据传输业务,其应用范围十分广泛。

SIM300模块为用户提供了功能完备的系统接口。

60PIN 系统连接器是 SIM300 模块与应用系统的连接接口,主要提供外部电源、串行接口、SIM 卡接口和音频接口。SIM300 模块使用锂电池直接供电,电源电压范围为 3.3~4.6 V,电源应该具有至少 2A 的峰值电流输出能力,其电源的开关控制使用的是大功率的 MOS 管芯片 MMSF3P02。SIM300 通过其串行数据接口与 PXA270 相连,并通过特有的 AT 指令集与主 CPU 系统进行通信。GRPS 电路设计如图 5 所示。

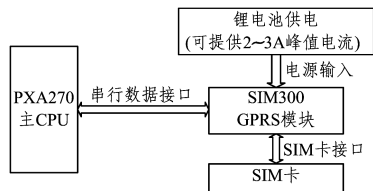


图 5 GPRS 电路设计

4 软件系统设计

遵循图 1 所示的系统结构,软件系统采取分层设计的思想,从底层到顶层依次是启动代码设计、设备驱动程序设计、操作系统定制和应用程序设计。

4.1 启动代码

启动代码又称 BootLoader,是在操作系统内核运行前运行的一段程序。通过这段程序来完成初始化硬件设备、建立内存空间的映射图、与内核镜像建立通讯通道和调试通道等工作,从而将系统的软硬件环境带到一个合适的状态,以便为最终调用操作系统内核准备好正确的环境^[6]。启动代码的流程设计如图 6 所示。

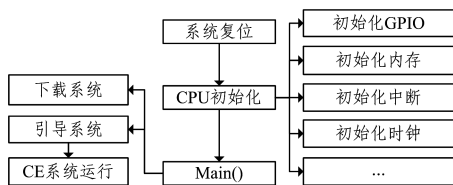


图 6 启动代码的流程

启动代码是严重依赖于硬件而实现的,有些部分需要使用汇编语言实现。因此,在嵌入式设计中几乎不可能建立一个通用的启动代码程序,这一点与 PC 机的 BIOS 设计有所不同。针对 PXA270 处理器,文中编制了专用的启动代码程序,主要完成通用 IO(GPIO)端口、内存管理、时钟和中断初始化等硬件组件设置功能。在成功初始化硬件以后,就视情况进行操作系统镜像下载或引导操作系统镜像。

4.2 设备驱动程序

“手持式数据采集终端”上所定制的设备驱动程序包括 LCD 显示、串行接口通信、USB 主/从接口、以太网通信、声卡、键盘/鼠标、背光、按键、SD 卡、触摸屏等,驱动程序的定制情况如图 7 所示。

类似于其他的操作系统,也需要为 Windows CE 编制设备驱动程序,这些程序的目的是驱动内部和外围的硬件设备,或者为它们提供接口。设备驱动程序将操作系统与设备链接起来,使得操作系统能够识别设备,并为应用程序提供设备服务。

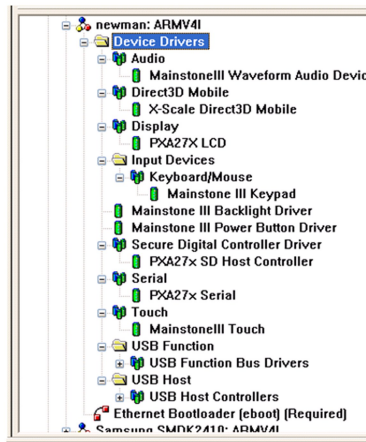


图 7 设备驱动程序的定制

4.3 操作系统定制

本文使用 Windows CE 的专用开发平台 Platform Builder 5^[7-8]进行操作系统的定制。根据终端的功能需求,对所需的操作系统组件进行了合理配置,最后编译生成了自己所需的操作系统镜像文件 NK.bin。操作系统的定制结果如图 8 所示。

4.4 应用程序

“手持式数据采集终端”实际就是一台运行 Windows CE 操作系统的专用微型电脑,可以使用与其配套的应用软件开发工具 eVC++(eMbedded Visual C++)4.0^[9-11]来开发应用程序,满足各类业务工作的需要。

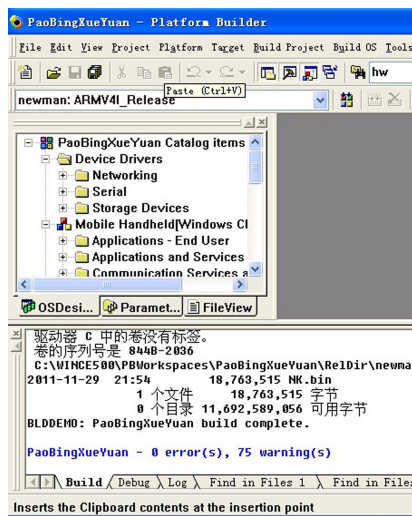


图 8 CE 操作系统定制

在野外条件无无线网络通信条件下,为了解决终端所采集数据的实时安全传输问题,我们开发了加密 GPRS 通信软件。该软件借助内置的 GPRS 通信模块,通过串口收发 AT 指令^[12]来实现数据传输,同时对数据进行加密,以达到数据安全传输的目的。数据加密、解密流程如图 9 所示。

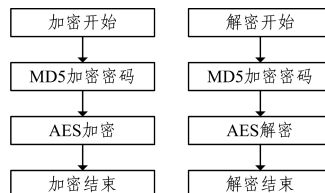


图 9 数据加密解密流程

- search taxonomy[J]. Computers and Electrical Engineering, 2000,27(1):71-107.
- [2] TADEUSIEWICZ R. Speech in human system interaction[C]// Human System Interactions. IEEE,2010:2-13.
- [3] 齐静,徐坤,丁希仑. 机器人视觉手势交互技术研究进展[J]. 机器人,2017,39(4):565-584.
- [4] PANWAR M. Hand gesture recognition based on shape parameters[C]//International Conference on Computing. 2012:317-319.
- [5] RAUTARAY S S,AGRAWAL A. Vision based hand gesture recognition for human computer interaction;a survey[J]. Artificial Intelligence Review,2012,43(1):1-54.
- [6] PISHARADY P K,SAERBECK M. Recent methods and databases in vision-based hand gesture recognition; A review[J]. Computer Vision and Image Understanding,2015,141:152-165.
- [7] TSENG K T,HUANG W F,WU C H. Vision-based finger guessing game in human machine interaction[C]// 2006 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics. IEEE, 2006:619-624.
- [8] LIN C Y,CHUANG L W,CHENG L C,et al. An interactive finger-gaming robot with real-time emotion feedback[C]// Proceedings of the 2015 6th International Conference on Automation. IEEE,2015:513-518.
- [9] WEN X,NIU Y. A method for hand gesture recognition based on morphology and Fingertip-Angle[C]// 2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE). 2010,1:688-691.
- [10] 陈睿. 基于仿人机器人的博弈型人机交互研[D]. 上海:上海交通大学,2014.
- [11] WEI S E, RAMAKRISHNA V, KANADE T, et al. Convolutional pose machines[C]// Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016.
- [12] HOCHREITER S,SCHMIDHUBER J. Long Short-Term Memory[J]. Neural Computation,1997,9(8):1735-1780.
- [13] GRAVES A. Supervised Sequence Labeling with Recurrent Neural Networks[M]. Springer Berlin Heidelberg,2012.
- [14] 蔡娟,蔡坚勇,廖晓东. 基于卷积神经网络的手势识别初探[J]. 计算机系统应用,2015,24(4):113-117.
- [15] 王龙,刘辉,王彬. 结合肤色模型和卷积神经网络的手势识别方法[J]. 计算机工程与应用,2017,53(6):209-214.

(上接第 569 页)

数据加密、解密主要是对发送端的数据进行加密和对接受端收到的数据进行解密,系统采用 AES(高级加密标准)对数据进行加密,采用 128 位密钥,密钥由明文密码 MD5 形成 AES 加密密钥,这样就达到了双重加密的目的。只有收发双方都使用我们自行设计的数据采集终端,并且知道密码的情况下,才能实时接收所采集的数据,这就较好地保障了数据的安全性。

结束语 本文设计了基于 PXA270 的手持式数据采集终端,该终端集成了丰富的外设接口、有线网络通信和 WIFI、BT、GPRS 无线网络通信,能最大程度满足野外数据采集和传输需求。同时,基于 SIM300 模块的 AT 指令集,采用了 AES 和 MD5 双重加密技术,编制了加密的广域网移动通信软件,为野外条件下数据采集、传输提供了非常好的手段,具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 田福平,田野,裴英博,等. 多样化军事任务异构数据集应用方法[J]. 火力与指挥控制,2015,40(7):164-167.
- [2] 陈祥斌,张爱民,史芸. 通用装备保障数据资源建设关键问题研究[J]. 军事交通学院学报,2014,16(11):22-26.
- [3] 王鹏,田宗浩. 数据资源建设应着重解决的几个问题[J]. 中国西部科技,2015,14(1):81-82.
- [4] 马海涛,关祥辰. 防空兵作战运用数据资源建设研究[J]. 防空兵学院学报,2014,31(1):23-25.
- [5] 黄鹏良,陈钟荣,李杰,等. 一种便携式数据采集终端的设计与实现[J]. 信息化研究,2012,38(1):17-20.
- [6] 勾国璐. 基于 S3C2440 和 Windows+CE 的信息交互终端硬件电路及驱动设计[D]. 南京:南京理工大学,2014.
- [7] 邓志泉. 基于 Windows CE 操作系统的手持式物联网终端设计[D]. 成都:电子科技大学,2014.
- [8] 李怀良,等. ARM 与 Windows CE 平台下小型化地震仪主机设计[J]. 科技通报,2016,32(10):121-143.
- [9] 龚敏,方康玲,万鸣,等. 基于 EVC 的嵌入式导航电子地图设计[J]. 计算机应用,2009,29(10):2869-2874.
- [10] 郑学敏,占红武,彭达,等. 基于 ARM-WINCE 系统的 EVC 图像处理界面开发[J]. 计算机应用与软件,2011,28(9):264-266.
- [11] 杨梅,钟佩思,赵冠群,等. 基于嵌入式系统 Windows CE 的应用程序开发[J]. 制造技术与机床,2017,12(3):160-164.
- [12] 解金耀. 基于 SMS 的无线信息采集系统的研究与设计[D]. 大连:大连海事大学,2005.