

自动路测系统中智能数据采集终端设计

刘瑞兰, 李 宁

(南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京 210046)

摘 要:传统的无线通信网络数据采集终端,存在着数据反馈不实时,难以进行多网络测试同步对比,人力物力资源浪费等问题。为解决这一问题,文中设计了一种基于 ARM 的智能数据采集终端,该终端包括数据采集模块、传输模块、GPS 定位模块以及自适应电源模块。该设计中电源模块供电之后,传输模块会自主下载测试任务,数据采集模块会根据测试任务智能地进行相应的语音或者数据业务数据采集工作,同时传输模块会将采集到的数据相对实时地回传数据中心。本设计通过对语音和数据业务场景的重现,最大程度地实现了无人值守的网络质量数据的高效采集。

关键词:无线公网;数据采集;嵌入式终端

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0226-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.058

Design of Intelligent Data Collection Terminal in System of Automatic Drive Test

LIU Rui-lan, LI Ning

(College of Automation, Nanjing University of Post & Telecommunication, Nanjing 210046, China)

Abstract: The traditional data collection terminal of a wireless communication network exists many problems, such as data feedback without real-time performance, difficulties of carrying out multi-network testing simultaneous contrast and waste of human and material resources. To solve these problems, in this paper, an ARM-based data collection terminal has been proposed, including data acquisition module, transmission module, GPS positioning module and adaptive power module. In this design, after powered by the adaptive power module, the transmission module will download the test tasks autonomously and the data acquisition module will intelligently implement relative data collection on voice or data services. Meanwhile, collected data will be sent back to data center relatively without time-delay by the transmission module. By reproducing scenes of voice and data services, the design realized efficient collection for unattended network quality data.

Key words: wireless communication network; data-gathering; embedded terminal

0 引 言

在公众无线通信网中,为了提高信号传输质量,向更多的用户提供最有效的业务内容及价值,同时达到投资成本的最优,无线网络优化工作越来越重要^[1]。网络优化是指对正式投入运行的网络进行参数采集和数据分析,找出影响网络质量的主要原因,并通过网络和设备参数的调整,使网络达到最佳运行状态,从而基于现有网络资源获得最佳效益^[2]。

传统的数据采集方式^[3]主要通过 DT 路测,即在已经发生网络通信问题之后,由网络工程师携带测试手机、GPS、扫频仪、路测软件等等,到达指定的区域进

行语音和数据业务测试采集数据。该方案需要工程师的全程参与,人员效率低下,消耗大量物力资源,且由于一般是用户投诉导向的网络优化,无法实时反映网络状况。随着 Internet 的普及和飞速发展,基于 TCP/IP 的通信机制为数据传输提供了新的方式,而以嵌入式系统作为桥梁是实现该方式的最佳选择。由于 Linux 具有内核小、效率高、源代码开放、内核直接提供网络支持并且 Linux 的动态模块加载,使 Linux 的裁剪极为方便,高度模块化的部件添加非常容易等优点,故本设计硬件平台采用基于 ARM9 (Linux 内核),通过集成在嵌入式终端上的通信模块,将采集到的海

收稿日期:2012-10-20

修回日期:2013-01-22

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61203213)

作者简介:刘瑞兰(1972-),女,副教授,硕士生导师,从事软测量技术、数据融合与目标跟踪、网络化测控技术研究;李 宁(1987-),男,江苏徐州人,硕士研究生,主要从事网络优化方面研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1559.013.html>

量空口协议数据以 C/S 架构上传至监控终端数据库并进行话务分析^[4]和生成报告。此方案能够做到全天候对整个网络覆盖范围进行测试,获得可靠的统计数据和服务质量信息。它能够以近乎实时的速度,快速将网络状态信息反馈至整个公司的所有相关人员,包括管理人员和现场工程师。本设计拥有一个完善的多技术平台,可支持:CDMA、WCDMA、GSM、TD-SCDMA 等多个网络^[5]。

1 智能数据采集终端的硬件设计

智能数据采集终端(SDGT)硬件主要包括英贝德公司的 EBD9263 ARM 开发板,2 个华为公司的 EM200 语音通信模块,1 个中兴公司的 MC8630 数据通信模块,1 个 GPS 模块和自适应的电源模块。核心控制模块、业务模块、定位模块以及电源模块形成了 SDTT 的初步硬件结构,如图 1 所示。

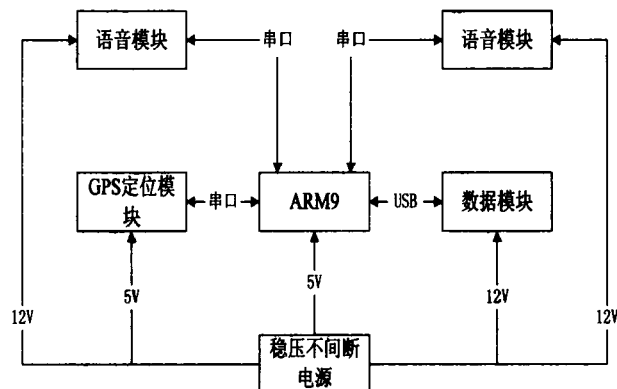


图1 硬件设计物理结构

核心控制模块采用 EBD9263 ARM9 开发板,系统内核为嵌入式 Linux 2.6.24,结构紧凑,连接方便,方便移植开发,超低功耗,可进行超长时长测试。通过 3 路 RS232 串口与 2 个语音模块和 1 个 GPS 模块连接,1 路 USB 口与数据模块连接,该模块是数据采集的控制中心。

业务模块包含了语音模块和数据模块。业务模块是本设计中的核心模块,业务数据在此模块中生成并被采集。语音模块采用华为 EM200 通信模块。该模块的主要作用是作为具备手机通信功能的通信设备取代传统路测中连接笔记本电脑用于收集空中接口信令数据的独立手机。该模块的工作特性是,核心控制模块通过串口向语音模块下发 AT (Attention) 指令,使两个语音模块从 AT 模式切换到 DM (Diagnostic Monitor) 模式,在 DM 模式下下发指令让模块 A 拨打模块 B 对应的号码,此时模块 A 为主叫,模块 B 为被叫。模块 B 接收到模块 A 发出的拨号动作后会主动接通这次会话,在此过程中,核心控制模块可以下发特定指令让两个模块主动上报当前网络的空中接口信令并通

过串口采集信令。数据模块采用的是中兴的工业级 CDMA EVDO 模块 MC8630,可以通过 GSM/GPRS 直接接入因特网。主要完成的功能有 EVDO 网络空中接口信令数据的收集,无线数据传输。工作特性如语音模块。内插电信 3G 数据上网卡。

定位模块采用 ZOGLAB 推出的 GPS-NEO DK 开发板,该开发板集成了 u-blox 超小型 NEO-5 系列 GPS 模块,支持 50 通道搜星功能,支持 A-GPS 辅助定位功能,定位精度为 2.5 米。该模块主要负责实时采集位置信息,作为数据采集地点依据。

电源模块根据各个模块对电源的需求如表 1 所示,设计原理如图 2 所示。该模块能够接收宽输入的电压,例如常见车载 12V 直流电,并能在外接电源断电情况下自动切换到后备锂电池,坚持时长超 1 小时。

表1 各模块电源需求

模块	电压/V	电流/mA
ARM 板	12 和 5 ($\pm 5\%$)	200
EM200 语音开发板	12 (12 ~ 25)	240 (max)
MC8630 数据开发板	12 (12 ~ 25)	650 (max)
GPS 模块	5	100

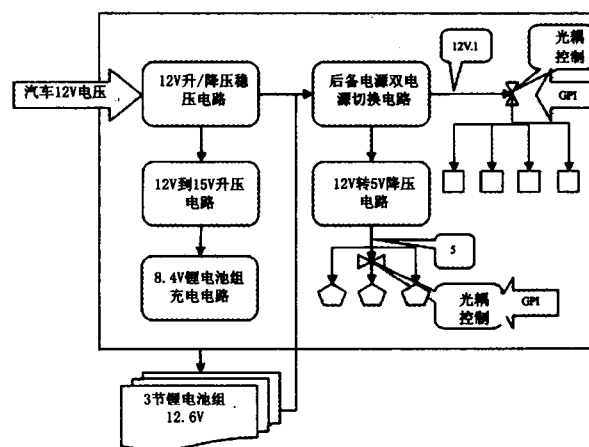


图2 电源模块设计原理

2 智能数据采集终端的软件设计

终端设计中,为了满足多终端同时请求任务的要求,采取多线程多任务的设计模式,即多个 SDGT 可以同时请求任务并且互相独立。终端进程包括传输线程、读写线程以及任务线程。传输线程主要负责终端和控制台的数据交互以及数据采集方案的下载。读写线程主要负责终端的内存操作。如串口数据采集、文件数据的创建、采集数据的分析。任务线程主要负责数据的采集,与读写线程共享数据,如图 3 所示。

主程序设置为自启动,当智能采集终端上电后,主程序会同时启动并且会创建传输、读写、任务这 3 个线程。任务线程创建后,会扫描程序标志位 FLAG,判断

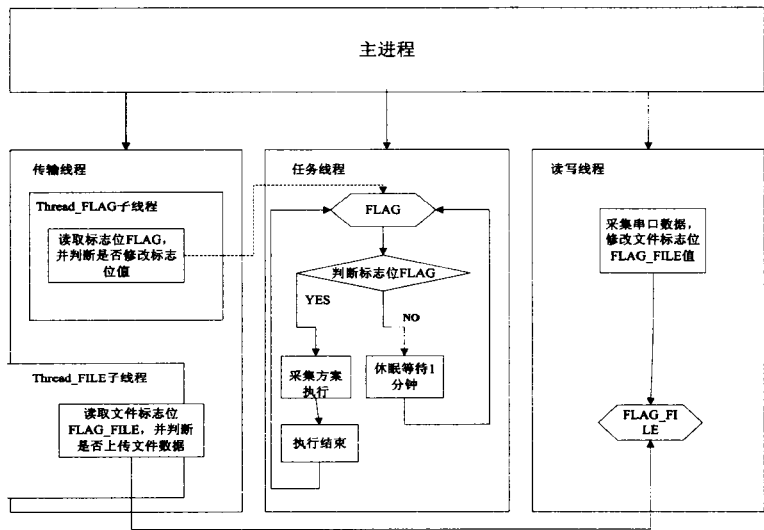


图 3 软件设计逻辑结构

是否有新的采集方案或者未完成的采集方案,若有则会继续完成存在的采集方案进行匹配的任务测试,若没有任务线程休眠 1 分钟,然后继续扫描标志位。传输线程创建后会创建 2 个子线程,Thread_FLAG 子线程与 Thread_FILE 子线程。Thread_FLAG 子线程会时刻扫描程序标志位 FLAG,判断是否进行采集方案的下载并修改程序标志位。Thread_FILE 子线程会扫描程序的文件标志位 FLAG_File,若文件标志位 FLAG_File 为有效值,则会将采集到的文件数据上传回服务器。若文件标志位 FLAG_File 为无效值,子线程休眠等待文件标志位 FLAG_File 为有效值。在任务测试过程中,读写线程会时刻采集串口数据,然后进行数据分析并将分析后的数据固化到文件中。当有数据采集时,会修改文件标志位 FLAG_File 为有效值。

3 应用实现

3.1 语音和数据业务场景重现

语音业务,即一次双方语音通话过程。本设计中用于取代独立测试手机的语音通信模块为模拟双人通话场景提供了硬件支持。语音模块的工作特性,即从 AT 模式切换到 DM 模式之后,接收控制模块下发的指令可以完成上报数据,拨号,接通,挂机一次完整的动作,为空口协议数据的产生提供了实现可能。语音模块在 DM 模式下,收到 5D 指令之后,会自动实时上报语音业务过程中产生的所有无线公网空口协议数据,终端控制模块会通过串口操作进行数据采集和过滤。针对一些特定的信令数据,终端控制模块会定时向语音模块下发所需的指令,并完成数据的采集。一次完整的语音呼叫流程图如图 4 所示。

数据业务是根据传输协议,在不同的功能单元之间进行数据传输。本设计中模拟通过 FTP 协议进行

文件下载或上传来实现数据业务中空口数据的采集。数据模块通过 GPRS 进行文件的传输。数据业务通过数据模块进行业务重现。数据业务流程与语音呼叫流程一致。此外,设计中的数据模块具有独立的虚拟 DM 口,无需进行 AT 口切换指令。可直接对 DM 口进行指令下发。

3.2 信令数据采集和分析

本设计中在 DM 模式下,向语音模块或者数据模块下发指令会获取对应的信令。业务模块的这一工作特性是数据采集的重要依据。在业务开始时,控制模块会首先下发 5D 自动上报指令。该

指令成功下发后,业务模块会自动向模块串口上报空口信令数据。若要获取特定信令,控制模块可向业务模块发送特定指令。在业务进行过程中,控制模块会实时读取业务模块串口中数据,并存入内存队列。分析内存队列中信令,将符合业务需求的信令以特定的帧格式存入文件中。数据采集流程图如图 5 所示。

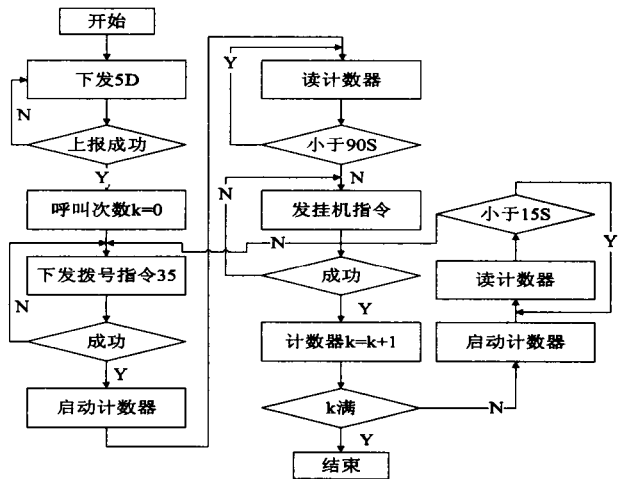


图 4 语音呼叫流程

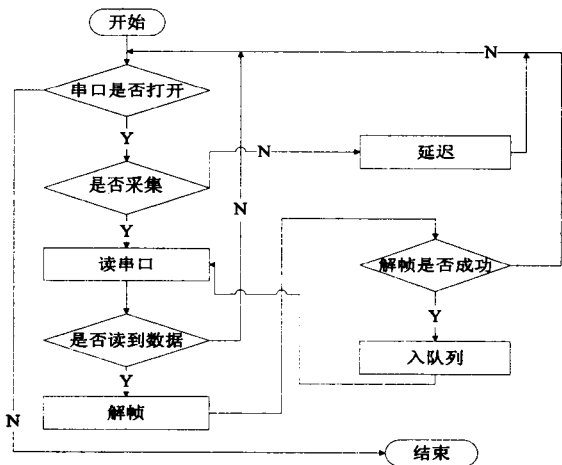


图 5 数据采集流程

本设计在日常网络优化应用中有着重要的意义。

可以方便快捷地帮助工程师获取无线空口数据。根据一次语音呼叫流程,部分的测试文件采集到的数据记录如图 6 所示。

```
00 00 09 01 00 00 80 86-C0 DE C5 0D BB 00 02 01
11 00 09 01 00 00 20 00-00 00 FF 00 10 03 54 0D
0A 10 02 02 00 00 00 01-00 A7 00 00 00 01 01 00
00 00 00 00 00 00 00 00-00 DF 20 A1 DF D1 0D BB
00 28 00 63 00 24 00 63-96 98 7C 80 19 E0 F9 00
2B 02 19 E0 F9 2B 02 00-00 00 5C 67 01 FF 5E 37
0A 00 06 06 06 00 C9 00-04 02 00 10 03 81 0D 0A
10 02 03 00 00 00 01 00-A7 00 00 00 01 01 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00-DF 20 A1 DF D1 0D BB 00
28 00 63 00 24 00 63 96-98 7C 80 19 E0 F9 00 2B
02 19 E0 F9 2B 02 00 00-00 5C 67 01 FF 5E 37 0A
00 06 06 06 00 C9 00 04-02 00 10 03 82 0D 0A 10
```

图 6 语音业务数据采集样例

根据文件封装格式,每一次的数据帧以 0x10 0x02 开始,0x10 0x03 结束。每一帧的前 34 字节为自定义的附加信息,如 GPS 时间、GPS 坐标、SDGT 编号等。每一帧的 35 字节到帧结束为采集到的空口协议的原始数据。参照 3GPP2 协议文档^[6~12],根据匹配原则,可分析出该数据为具体的信令。

4 结束语

文中提出了一种基于嵌入式操作系统的数据采集终端,经过测试,该终端在网络优化中定点和移动测试中稳定可靠,通过重现语音或数据业务准确采集无线公网空口数据并进行分析封装。在无线通信网络优化

工作中使用该终端,可以以较少的人力物力资源获得大量实时的测试数据,提前发现和解决网络问题。

参考文献:

[1] 刘建成. 移动通信技术与网络优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.

[2] 戴美泰,邵世祥. GSM 移动通信网络优化[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.

[3] 米乾宝,张 科,吕梅柏. 无线通信网络优化的自动路测系统设计[J]. 测控技术,2007,26(10):16-17.

[4] 刘亚枫. 话务统计分析在网络运行中的重要性[J]. 铁道通信信号,2006,42(12):48-50.

[5] 中国电信 2009 年 EVDO 网络优化技术白皮书[M]. 出版地不详:中国电信集团无线网络优化中心,2009.

[6] CDMA Dual-Mode Subscriber Station Serial Data Interface Control Document[S]. 80-V1294-1 Rev. L,2003.

[7] Upper Layer(Layer3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0005-E_v1.0,2011.

[8] Introduction to cdma2000 Standards for Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0001-E_v3.0,2011.

[9] Physical Layer Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0002-E_v2.0,2011.

[10] Medium Access Control(MAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0003-E_v3.0,2011.

[11] Signaling Link Access Control (LAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems[S]. 3GPP2 C. S0004-E_v3.0,2011.

[12] cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification[S]. 3GPP2 C. S0024-B_v3.0,2009.

(上接第 221 页)

[5] 王 磊,陶 梅. 精通 LabVIEW 8.0[M]. 北京:电子工业出版社,2007:68-90.

[6] 赵洪亮. 一种实用任意波形信号发生器的设计[J]. 仪表技术,1999(2):14-18.

[7] Kohout S, Roos J, Keller H. Automated operation of a home-made torque magnetometer using LabVIEW[J]. Measurement Science and Technology,2005(2):2240-2246.

[8] 乔建良,黄大勇. 虚拟仪器的现状及应用前景[J]. 信息技术

术,2002(10):94-95.

[9] 于 洁. 基于虚拟仪器界面的信号发生器的设计与实现[J]. 机械与电子,2004(9):65-67.

[10] 黎国栋. 信号发生器专业基础知识问答[J]. 上海计量测试,2004(5):72-73.

[11] Ma Tianbing, Du Fei, Fang Chuanzhi. Sensors State Monitoring Based on LabVIEW and Wireless Nodes[J]. Procedia Engineering,2011(15):2639-2643.

(上接第 225 页)

[5] 林海军,杨 萍. 基于 USB2.0 的虚拟数字示波器的设计[J]. 电测与仪表,2008(9):37-41.

[6] 邱 宁. 基于 USB 接口的高性能虚拟示波器[J]. PC 机与单片机,2002(12):874-877.

[7] Liu Chuanqing, Hu Rongyu. Design Technology of Virtual Instrument Software Panel[J]. Journal of Xiangfan University, 2002(5):14-17.

[8] 高 琴,陈树君,王续明. 多功能虚拟示波器的设计与实现

[J]. 通信技术,2010,43(4):217-219.

[9] 朴成日,崔汉国,高 诚. 多功能虚拟仪器软面板的设计与实现[J]. 海军工程大学学报,2006(6):82-85.

[10] 陈景波. 基于高速数据采集卡的虚拟示波器设计[D]. 西安:西北工业大学,2005.

[11] 芦东昕,周建彬. 基于 Qt/Embedded 的控件扩展研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2006,16(10):97-100.

[12] 赵拯宇. 基于 Qt/Embedded 和 Qtopia 的嵌入式 GUI 研究与实现[D]. 太原:太原理工大学,2009.

自动路测系统中智能数据采集终端设计


作者:

刘瑞兰, 李宁, [LIU Rui-lan, LI Ning](#)

作者单位:

[南京邮电大学自动化学院, 江苏南京, 210046](#)

刊名:

[计算机技术与发展](#) 

英文刊名:

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期):

2013, 23(7)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201307058.aspx