

基于EVDO的电信移动网络自动拨测系统

高椿明¹, 郑楠¹, 高沉², 王占平³, 陈华⁴, 王林智⁵

(1. 电子科技大学光电信息学院 成都 610054; 2. 中国电子科技集团公司第二十九研究所 成都 610036;
3. 东莞电子科技大学电子信息工程研究院 广东 东莞 523808; 4. 领亚电子科技有限公司 广东 深圳 518108;
5. 东莞岳丰电子科技有限公司 广东 东莞 523590)

【摘要】 鉴于3G网络越来越普及的情况, 为电信设计了一种基于EVDO无线模块的自动拨测系统。提出了软卡阵和硬卡阵相结合的独特硬件设计, EVDO无线模块通过连接软卡阵或硬卡阵上的UIM卡完成各项拨测任务。软件部分分别介绍了各项拨测任务的测试流程和测试方法。搭建了完善的测试平台, 并实现了友好的用户控制界面以达到自动控制的目的。实验结果表明, 在单人操作的情况下, 系统能够准确快速地完成各项拨测任务, 达到了设计要求, 并已试用在相关领域。

关键词 EVDO; 硬卡阵; 远程终端单元; 软卡阵; UIM

中图分类号 TN916.32

文献标识码 A

doi:10.3969/j.issn.1001-0548.2012.02.009

Telecom Mobile Network Automatic Call Testing System Based on EVDO

GAO Chun-ming¹, ZHENG Nan¹, GAO Chen², WANG Zhan-ping³, CHEN Hua⁴, and WANG Lin-zhi⁵

(1. School of Optoelectronic Electronic Information, University of Electronic Science Technology of China Chengdu 610054;
2. The 29th Research Institute of CETC Chengdu 610036;

3. Institute of Electronic and Information Engineering in Dongguan, University of Electronic Science and Technology of China Dongguan Guangdong 523808;
4. Linoya Wire&Cable Co., Ltd Shenzhen Guangdong 518108; 5. Dongguan YFC-BonEagle Electronic, Ltd Dongguan Guangdong 523590

Abstract As the popularization of 3G network, a mobile network automatic call testing system based on EVDO wireless modules is designed for Telecom. The hardware is designed by a way that soft card arrays combine with hard card arrays, and the EVDO wireless modules execute each testing task by connecting UIM cards of soft card arrays or hard card arrays. The test processes and test methods of the tasks are described in the software components. A completed test platform is built, and a user-friendly control interface is implemented to achieve automatic control. The experimental results show that the system can complete each testing task fast and exactly operated by single person. The design system meets the design requirements, and has been used in related fields.

Key words EVDO; hard card array; remote terminal unit (RTU); soft card array; UIM

移动网络运营商在新增移动交换中心(mobile switching center, MSC)、新增归属位置寄存器(home location register, HLR)、新开号码段、MSC升级及例行检测时, 为了验证网络运行性能, 一般是从移动MSC的每组号码段中抽取一个或一组手机号码, 在这些手机号码之间进行相互拨号呼叫^[1]。传统的拨测通常采用人工的方式, 工作人员任务繁重, 工作效率低, 在时间、空间和数据的完整性方面都有所限制。目前, 市场上已出现的电话自动拨测类的产品, 或是测试功能有限, 或是成本太高, 在3G越来越普及的今天难以达到移动网络运营商的需求。

鉴于此, 本文为电信设计了一个基于EVDO的移动网络自动拨测系统。

1 系统概述

系统总体组织结构如图1所示。整个系统的联网方案为: 远程终端单元(RTU)通过数据通信网络(data communication network, DCN)与后台控制分析模块建立TCP常连接, 并进行测试命令和测试结果的传送和接收。

为了能够满足各个地区升级、割接或新业务的自动拨测需求, 应使用几台RTU, 放在不同地区,

收稿日期: 2010-06-10; 修回日期: 2011-06-08

基金项目: 广东省教育部产学研结合项目(2009A090100029)

作者简介: 高椿明(1973-), 男, 博士, 教授, 主要从事光学、声学及光声技术方向的研究。

每个基站控制器(base station controller, BSC)覆盖区域各放一个RTU设备,所有RTU放置点都能接入DCN网络,RTU编号与覆盖区域的BSC序号相对应。并在机房放置数据库、服务器、监控终端及一台RTU。系统建成后,所有拨测工作均可通过任务方式设定,拨测结果及相关数据自动上报到服务器,并自动汇总数据报表。拨测任务、监控、汇总只需单人操作,拨测时可实现无人值守。自动化的拨测和数据上报,使各项数据更加准确。

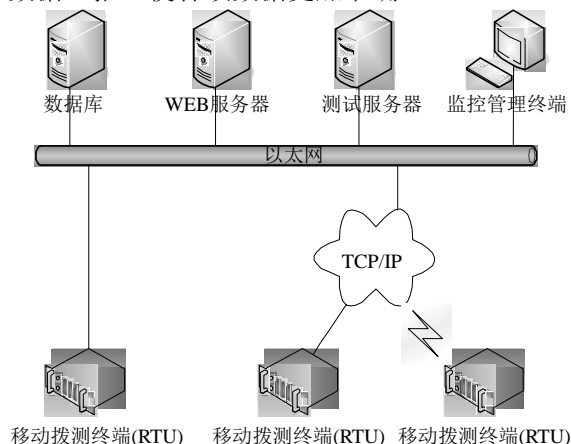


图1 系统总体组织结构

2 硬件设计

硬件设计部分主要实现RTU的设计。每台RTU由一台PC上位机和8个相同的软卡阵组成。其中8个软卡阵可并行工作,其目的是使批量任务同时进行。每个软卡阵上放置一张空白UIM卡,写入必要的信息后就可连接到EVDO模块进行拨测。

2.1 软卡阵设计

软卡阵的设计是基于虚拟卡阵的概念实现的。其优点是可以复用UIM卡设备,不仅节省了硬件空间,更重要的是省去了人工拔插UIM卡的过程,实现了自动化。软卡阵硬件框图如图2所示,主要包括:USB HUB模块、EVDO模块、语音模块、MCU、USB转串、写卡器、DTMF模块、切换开关和UIM卡9部分。

系统中MCU控制两个切换开关,并与DTMF模块和上位机进行通信。

EVDO模块是系统的核心模块,语音模块是其外围设备。大部分的拨测任务都是上位机通过AT命令控制EVDO模块来完成,包括通话、短信、彩信等。如拨打电话的命令为“AT+CDV*”,其中“*”为被叫号码。

DTMF是电话系统中电话机与交换机之间的一种用户信令,通常用于发送被叫号码^[2]。系统中,

配合语音模块,具备自动语音播放、DTMF信号发送、接收等功能,以实现自动应答来话、自动回拨电话等。

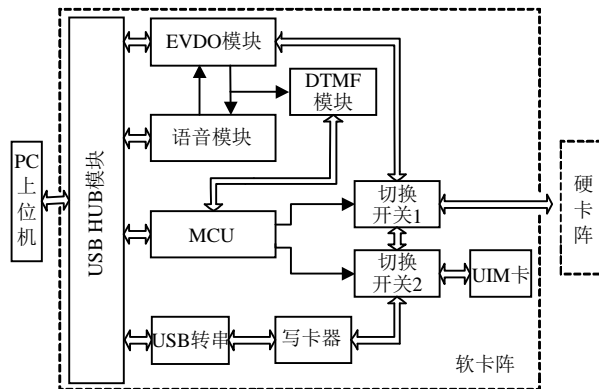


图2 软卡阵硬件框图

写卡器是软卡阵中非常重要的一部分,上位机的串口(实际电路中做了USB转串的设计)通过发送命令的方式对UIM卡进行写卡操作^[3]。具体命令和格式请参考智能卡标准^[4-5]。

2.2 硬卡阵设计

硬卡阵包括MCU、移位寄存器、矩阵开关和128张可用的UIM卡。矩阵开关采用8×16的模拟矩阵开关^[6]。

硬卡阵的设计是为了使8个软卡阵可以任意选通128张可用UIM卡中的空闲卡,即要实现8×128的矩阵开关,这就需要四级矩阵开关模块级联。需要选通的信号有两路:Reset和I/O。128张UIM卡共用一个Clock信号。硬卡阵级联方式如图3所示。每一组矩阵开关由一个移位寄存器的并行输出控制^[7],全部移位寄存器级联在一起,由MCU提供初始串行数据的输入。

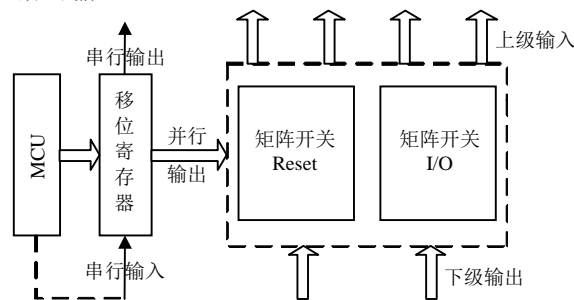


图3 硬卡阵级联方式

3 软件设计

根据系统设计的要求及硬件平台,系统软件设计主要实现的功能有:系统初始化、通话主叫及MOS测试、通话被叫及呼叫转接测试、短信的收发测试和网络测试。

3.1 系统初始化

系统初始化步骤如下:

1) 系统上电或复位后, 对各个通信端口进行参数设置, 初始化各个模块, 软卡阵上MCU控制UIM卡与EVDO模块相连。2) 上位机操作EVDO模块测试UIM卡是否已经写入所需数据。若已经写入, 则直接进行各项拨测任务; 若没有写入, 则进行步骤3)。3) MCU控制切换开关2使空白UIM卡与写卡器相连, 然后上位机操作写卡器将通过网络接收到的数据库中的写卡信息写入到空白UIM卡中。4) 若写卡成功完成, 则MCU控制切换开关1和切换开关2使EVDO模块和UIM卡相连; 若写卡不成功, 说明UIM卡或写卡器已经损坏, 则MCU控制切换开关2使EVDO模块和硬卡阵相连。5) EVDO模块与可用UIM卡相连, 对EVDO模块进行复位操作后, 即可进行各项拨测任务。

3.2 通话主叫测试

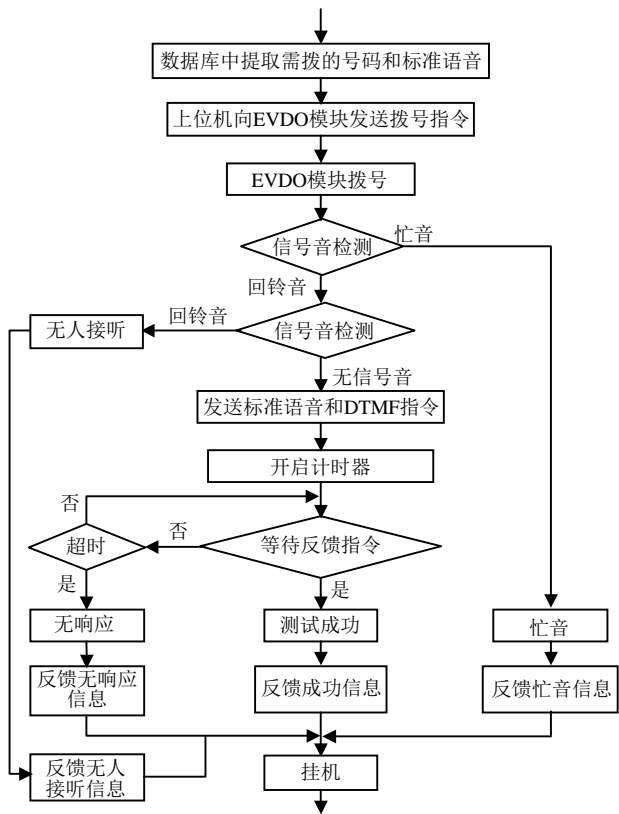


图4 通话主叫测试流程图

系统初始化或复位后, 上位机通过网络从数据库中提取需拨的号码和标准语音, EVDO模块收到拨号命令后开始拨号, 然后检测信号音。若为忙音, 则线路出现问题或对方不在服务区, 并反馈忙音信息后挂机; 若无人接听, 则反馈无人接听信息并挂机; 若被叫已接通, 则发送标准语音信息和DTMF

指令, 同时开启计时器^[8]。发送标准语音的目的是为了被叫存储网络语音信息以用于MOS测试。被叫接通后, 等待反馈指令。若无响应, 则反馈无响应信息并挂机; 若有响应, 待语音信息发送完毕, 计时、反馈测试成功信息并挂机。通话主叫测试流程图如图4所示。

3.3 通话被叫及语音质量测试

如果主被叫都是系统内的设备, 主叫拨打前, 系统先采用NTP(network time protocol)同步不同RTU时间(精确到20 ms), 中心服务软件协商一个开始时刻, 此时, 主被叫都已准备就绪。如果主叫不是系统内设备, 直接初始化被叫设备即可。被叫收到振铃信息后摘机, 并开启录音机和计时器。当接收到语音信息和DTMF指令, 发送DTMF反馈指令并把网络录音存储, 然后等待对方挂机或设置延时自动挂机。

标准语音与存储的网络录音通过PESQ算法得出MOS评估值。MOS值是衡量通信系统语音质量的重要指标, PESQ(感知语音质量)是目前最先进和准确的语音评估量化算法^[9], 由该算法得到的MOS评估结果最切合用户的实际主观感受, 其算法模型^[10]如图5所示。

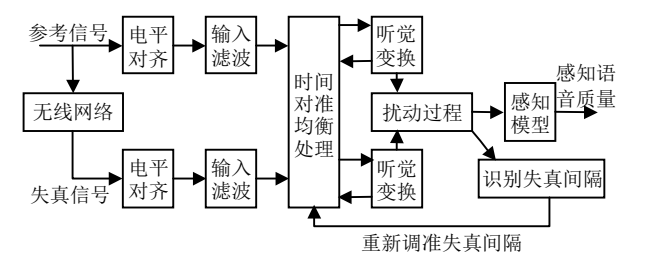


图5 PESQ算法模型

3.4 短信的收发测试

系统先采用NTP同步不同RTU时间(精确到20 ms)^[11], 上位机向EVDO模块发送短信发送命令, EVDO模块发送短信, 同时记录发起时间, 一定时间延时后接收网络回执和系统回执以判断网络是否异常、短信是否发送成功。短信接收方若收到短信则保存短信内容并记录接收时间。最后进行数据处理以验证短信收发成功率、时延等指标。

3.5 网络测试

网络测试包括 1X 测试和 EVDO 测试。该功能为拨测设备独立的功能, 不需要其他拨测设备配合。上位机根据需要测试的不同网络向 EVDO 模块发送相应的入网指令, 拨号后接通网络, 测试仪表显示收到网络信息(如经营者名称等), 表明已接入网络。

入网后通过FTP上传和下载1 MB大小的文件,以获得上传和下载的平均网络传输速率,若出现异常,则记录时间供维护人员参考。

4 测试平台及测试结果分析

4.1 测试平台介绍

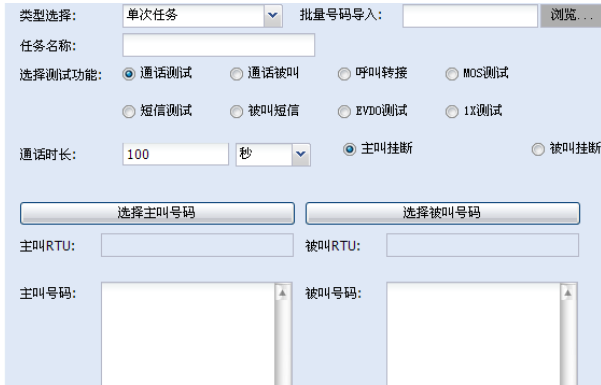


图6 用户控制界面

系统测试平台整体采用B/S(Browser/Server)+C/S(Client/Server)混合模式的架构^[12]。B/S架构下,用户通过浏览器访问服务器URL地址完成测试工作,页面技术采用JavaScript、Ajax技术以及Ext2.0框架实现。协议上使用远程过程调用协议(JSON-RPC)通信,实现服务端与浏览器页面的交

互。C/S架构下,RTU上的软件客户端使用C#语言编写。软件客户端下的各种事务,通过Socket建立的网络侦听线程与软件服务端进行连接,再通过ProtocolType对象序列化对通信协议进行封装。用户控制界面如图6所示。

4.2 测试及结果分析

在控制界面上,用户远程控制自动拨测系统,对每一种测试都可以设置为单次测试、批量测试、单号测试、多号测试。对于通话测试、短信测试、网络速度测试和语音质量测试,系统都以文本的形式给出测试结果。

表1列出了通话测试结果。不仅可以明确看出通话是否接通,而且还可以下载通话录音,用于后续的语音质量测试的得到MOS评估值。表2列出了短信测试的测试结果。数据表明,测试结果与人工测试结果完全吻合,并比人工测试更方便、更快速。

表3列出了网络速度测试结果。可以得到网络的上下行网络速率,并能够判断出是否发生异常情况。由大量的测试结果可以统计出发生异常情况的时间和概率。表4列出了MOS值测试结果。MOS值是由标准语音和通话测试得到的网络语音通过PESQ算法得出的,可以直观地表示语音质量。

表1 通话测试结果

| 测试项目 | 主叫号码 | 被叫号码 | 通话开始时间 | 通话结束时间 | 通话时长/s | 通话录音 | 测试结果 | 备注 |
|------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------|------|------|---------|
| 通话测试 | 153****4103 | 133****4421 | 2009-7-27 16:57:40 | 2009-7-27 16:58:22 | 40 | 点击下载 | 失败 | 被叫不在服务区 |
| 通话测试 | 153****4103 | 133****4483 | 2009-7-27 16:58:35 | 2009-7-27 16:59:18 | 41 | 点击下载 | 成功 | BS释放呼叫 |
| 通话测试 | 153****4103 | 189****4519 | 2009-7-27 16:59:27 | 2009-7-27 17:00:16 | 48 | 点击下载 | 成功 | BS释放呼叫 |
| 通话测试 | 153****4103 | 189****4557 | 2009-7-27 17:00:27 | 2009-7-27 17:01:35 | 67 | 点击下载 | 成功 | BS释放呼叫 |

表2 短信测试结果

| 测试项目 | 主叫号码 | 被叫号码 | 短信发送时间 | 测试结果 | 备注 | 与人工测试结果对比 |
|------|-------------|-------------|-------------------|--------|--------|-----------|
| 短信测试 | 189****0142 | 131****7956 | 2009-8-4 12:50:20 | 发送成功 | 发送成功 | 吻合 |
| 短信测试 | 189****0142 | 189****4842 | 2009-8-4 12:50:45 | 发送成功 | 发送成功 | 吻合 |
| 短信测试 | 189****0142 | 153****3413 | 2009-8-4 12:51:07 | 号码状态异常 | 没有短信回执 | 吻合 |
| 短信测试 | 189****4736 | 131****7956 | 2009-8-4 12:50:23 | 发送成功 | 发送成功 | 吻合 |

表3 网络速度测试结果

| 测试项目 | 开始时间 | 结束时间 | 上行速率/KB·s ⁻¹ | 下行速率/KB·s ⁻¹ | 备注 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|----|
| 网络速度 | 2009-9-11 0:28:22 | 2009-9-11 0:30:25 | 92.31 | 139.53 | 正常 |
| 网络速度 | 2009-9-11 0:30:33 | 2009-9-11 0:33:48 | 0 | 16.87 | 异常 |
| 网络速度 | 2009-9-11 0:35:03 | 2009-9-11 0:37:06 | 81.75 | 137.23 | 正常 |
| 网络速度 | 2009-9-11 0:43:42 | 2009-9-11 0:45:44 | 90.67 | 137.81 | 正常 |
| 网络速度 | 2009-9-11 0:48:27 | 2009-9-11 0:51:00 | 86.10 | 130.81 | 正常 |

表4 MOS值测试结果

| 测试项目 | 开始时间 | 结束时间 | 语音文件 | MOS值 |
|--------|--------------------|--------------------|--------------|-------|
| MOS值测试 | 2009-8-11 16:24:11 | 2009-8-11 16:24:44 | 50007862.wav | 2.912 |
| MOS值测试 | 2009-8-11 16:23:20 | 2009-8-11 16:23:53 | 50007810.wav | 3.084 |
| MOS值测试 | 2009-8-11 16:28:00 | 2009-8-11 16:28:34 | 50008091.wav | 2.918 |
| MOS值测试 | 2009-8-11 16:29:00 | 2009-8-11 16:29:33 | 50008151.wav | 3.071 |
| MOS值测试 | 2009-8-11 16:30:00 | 2009-8-11 16:30:34 | 50008211.wav | 2.966 |

5 结束语

由测试的实际情况可以看出, 本文设计的拨测系统能够自动、快速、准确地完成用户制定的拨测任务, 自动完成测试结果分析并生成报表。测试结果还可作为不同移动运营商之间出现纠纷的证据, 同时为无线网和核心网优化提供大量基础数据, 也可配合其他技术手段进行呼叫流程监视和问题定位等。同时, 本文的软卡阵设计, 不仅减小了设备的体积, 在功能全面的情况下还大大降低了设备的成本, 符合市场的需求。并且, 该拨测系统在相关部门试运行期间, 也达到了令人满意的效果。

参 考 文 献

- [1] 新太科技. 新太科技电话自动拨测系统[J]. 电信科学, 2001, 17(1): 70-71.
Suntek. Suntek automatic call testing system[J]. Telecommunications Science, 2001, 17(1): 70-71.
- [2] 叶水春, 柳军, 刘曼. 利用DTMF信号传输监控数据[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(5): 123-125.
YE Shui-chun, LIU Jun, LIU Man. Using DTMF signal to transmit monitoring data[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(5): 123-125.
- [3] 杨志峰, 王志新. 一种智能卡读写器的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2005, 28(8): 91-93.
YANG Zhi-feng, WANG Zhi-xin. Design and realization of a R/W device for smart card[J]. Modern Electronic Technology, 2005, 28(8): 91-93.
- [4] 3GPP2-WG of Association of Radio Industries and Businesses (ARIB). ARIB STD-T64 C.S0023-A v3.0, ARIB removable user identity module for spread spectrum systems[S]. 2004: 5-71.
- [5] Jacquinet Consulting, Inc. ISO-7816, smart card standard [S]. 2002.
- [6] 幸坤涛. 8×16模拟开关阵列MT8816及应用[J]. 电子世界, 2009, (6): 17-20.
XING Kun-tao. 8×16 analog switch array MT8816 and its application[J]. Electronics World, 2009, (6): 17-20.
- [7] 翟震, 张春玲. 用74HC595芯片驱动LED的电路设计[J]. 机床与液压, 2004, (12): 151-152.
ZHAI Zhen, ZHANG Chun-ling. The circuit design of LED display driven by 74HC595[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2004, (12): 151-152.
- [8] 刘顺成, 黄金福, 黄红斌. 嵌入式电话自动拨测系统的设计与实现[J]. 科学技术与工程, 2008, 8(9): 2454-2458.
LIU Shun-cheng, HUANG Jin-fu, HUANG Hong-bin. Design and implement of embedded automatic call testing system[J]. Science Technology and Engineering, 2008, 8(9): 2454-2458.
- [9] 苟先太, 金炜东, 靳蕃. 一种自适应IP语音缓冲算法的研究与应用[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(12): 2149-2154.
GOU Xian-tai, JIN Wei-dong, JIN Fan. An adaptive jitter buffering algorithm for voice over IP networks[J]. Journal of Computer Research and Development, 2005, 42(12): 2149-2154.
- [10] ITU T Recommendation P.862. Perceptual evaluation of speech quality(PESQ): an objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs[S]. 2001.
- [11] 黄沛芳. 基于NTP的高精度时钟同步系统实现[J]. 计算机技术与应用, 2009, 35(7): 122-124.
HUANG Pei-fang. Implementation of high-precision clock synchronous system based on NTP[J]. Computer Technology and Its Applications, 2009, 35(7): 122-124.
- [12] 吴玮. 基于BS和CS混合模式的公文收发系统的研究[J]. 信息与电脑, 2009, (9): 40-42.
WU Wei. BS and CS-based mixed-mode transceiver system of official documents[J]. China Computer & Communication, 2009, (9): 40-42.

编辑 漆 蓉