

移动 WiMAX 网络测试系统的设计与实现

钟 源^{1,2}, 方维维^{1,2}, 杨芳南^{1,2}, 梁相民^{1,2}, 黄 实^{1,2}

(1. 北京交通大学计算机与信息技术学院, 北京 100044; 2. 高速铁路网络管理教育部工程研究中心, 北京 100044)

摘 要: 设计并实现一种移动 WiMAX 网络测试系统, 该系统具有针对网络中终端设备的网络信息及地理信息进行实时采集和显示、历史显示分析等功能。测试系统将网络性能数据与地理信息数据相结合, 综合测试 WiMAX 网络的多项性能指标。以朔黄铁路 WiMAX 实验网络为环境进行实际测试, 结果表明该系统能达到预期效果。

关键词: WiMAX 网络; 网络性能; 网络测试; SNMP 协议; 地理信息平台; CPE 移动终端

Design and Implementation of Mobile WiMAX Network Test System

ZHONG Yuan^{1,2}, FANG Wei-wei^{1,2}, YANG Fang-nan^{1,2}, LIANG Xiang-min^{1,2}, HUANG Shi^{1,2}

(1. School of Computer and Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. Engineering Research Center of High-speed Railway Network Management, Ministry of Education, Beijing 100044, China)

【Abstract】 The mobile Worldwide interoperability for Microwave Access, (WiMAX) network test system is developed for the terminal device of WiMAX. It is an integrated network test system for network and geographic information data acquisition, real-time display, historical display and analysis features. Number of performance indicators of the WiMAX network are comprehensively tested and displayed as a combination of the geographical data and network performance data. The system covered with WiMAX network on the Shuohuang Railway is tested, results show that the test system achieves the desired objectives.

【Key words】 WiMAX network; network performance; network test; SNMP protocol; geographic information platform; CPE mobile terminal

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.21.021

1 概述

全球微波互联接入 (Worldwide interoperability for Microwave Access, WiMAX) 以 IEEE 802.16 系列标准为基础, 具有覆盖广、传输远、速度快等优点, 在宽带无线接入系统中有着广阔的应用前景。WiMAX 的这些优点使得其特别适用于一些对传播距离、通信时延和网络带宽有严格要求的专用网络, 其研究与应用范围越来越广, 同时针对 WiMAX 网络技术的性能测试越发显得重要。现代的网络测试主要关注以下 5 个问题: 网络互联互通, 网络设备业务能力, 网络业务运行状况统计, 电信新业务开展能力评估, 网络故障快速定位及网络性能优化。如何以合理的方法解决这些问题是当前国内外无线通信技术发展应用的研究焦点之一^[1]。

本文给出了一种应用于 WiMAX 网络的网络测试系统完整解决方案。通过本文测试系统, 网络建设和管理人员能够方便地测试网络的连通性、信号强度、覆盖范围、小区切换等性能是否满足铁路应用数据业务通信需求, 及时

发现网络故障的位置, 分析故障原因并解决故障。通过比较分析对网络硬件及软件进行调整, 以提高网络建设以及测试、维护的效率^[2]。

2 WiMAX 网络测试系统设计目标

在 WiMAX 网络建设和维护过程中, 运营商需要对整个网络进行测试, 并进行相应的调整来保障整个网络运营处于理想状态。本文测试系统可以通过分析测试中遇到的故障数据, 找出网络存在的问题, 从而对相应软、硬件进行调整。

在测试 WiMAX 网络的过程中, 运营商主要关心以下指标: (1) 网络性能 (信号强度、信噪比、发射功率等) 动态变化情况; (2) 测试终端与基站的连通性; (3) 终端运动轨迹, 同时将它和网络的性能指标相关联, 从而确定具体的故障点。综合分析测试中的主要需求, WiMAX 无线网络测试系统需要具备以下主要功能: 对网络和地理信息的采集, 地理信息和网络信息的实时及历史显示, 终端和基站间连通性测试等。

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2011AA040505); 中央高校基本科研业务费专项基金资助项目(2011JBM225); 中国博士后科学基金资助项目(20110490282)

作者简介: 钟 源(1988—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 网络管理; 方维维, 博士; 杨芳南, 高级工程师; 梁相民、黄 实, 硕士研究生

收稿日期: 2011-12-02 **修回日期:** 2012-02-19 **E-mail:** 10120548@bjtu.edu.cn

3 WiMAX 网络测试系统设计

3.1 模块设计

测试系统总体上分实时测试模块和历史分析模块:

(1)实时测试模块主要是从移动终端上获取网络信息以及通过 GPS 获取地理信息,在将这些信息保存的同时进行不同形式的实时展示。

(2)历史分析模块是通过历史信息不同形式的展示来客观的分析网络性能。测试系统具体分为以下 5 个模块:连通性测试,数据采集,数据实时显示,数据存储,历史数据显示。功能结构如图 1 所示。

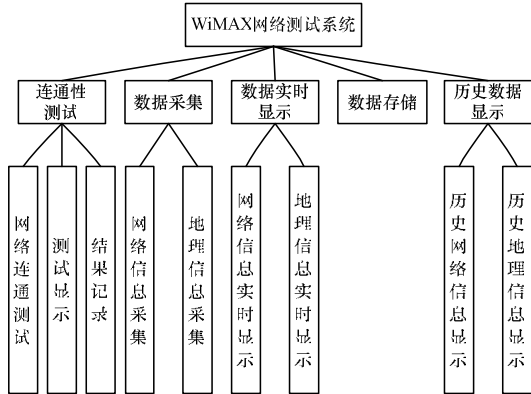


图 1 测试系统功能结构

连通性测试模块功能是向目标主机发出 ICMP 请求,通过时延和返回状态测试网络中终端设备与基站是否连通以及时延大小。最后将故障情况记录到 Excel 文件中。

数据采集模块功能是用移动终端和 GPS 分别动态地采集网络信息和地理信息。其中网络信息又分为静态的设备信息和动态的网络性能信息。

数据实时显示模块中地理信息显示是在已经载入的地图中动态描绘终端的运动轨迹。网络信息显示分为文本和动态曲线 2 种主要方式。文本中直接显示设备信息和性能信息的数值,用动态曲线的形式分别描述终端移动速度、接收信号强度、信噪比和发射功率等参数的变化情况。

数据存储模块是将采集到的网络性能信息和地理信息数据存放到数据库中以便之后进行分析。

历史数据显示模块中历史地理信息显示能将一次测试中终端完整的运动轨迹显示在地图上,也可以用不同颜色将不同的网络性能参数反映在地图上,方便维护人员查找网络故障点,同时也能通过地理坐标值和时间对事件点进行定位,查看地图上某点某时刻具体的网络信息。历史网络信息主要分 2 类显示,一类是将一次测试过程中的终端移动速度、信号强度、信噪比和发射功率的变化通过曲线显示;另一类是将测试过程中经过的基站、中心频率时间的百分比通过饼状图显示。历史网络信息显示与历史地理信息显示之间可以相互联动,例如选择地图中运动轨迹上的一点,可以跳转到相应参数在曲线上的位置。

通过各模块具体功能的分析,各功能模块之间的关系如图 2 所示。

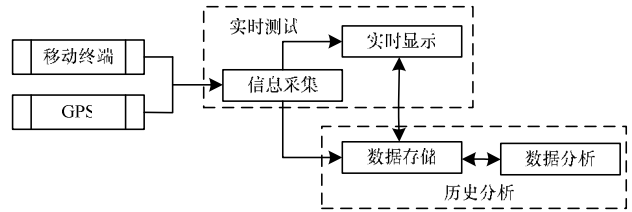


图 2 各功能模块关系

3.2 数据库设计

数据采集模块将采集到的网络性能信息和地理信息存入数据库中。数据库中有索引表和测试数据表 2 种表格。在索引表中,记录了历次测试的相关信息,包括每次测试的数据表名、测试开始时间和结束时间。每次测试开始,系统将自动生成一张测试数据表,表名为测试的开始时间,内容为网络性能信息和地理信息。在分析历史数据时通过索引表定位到每一张测试数据表中。索引表和测试数据表的详细设计如表 1 和表 2 所示。

表 1 索引表

列名	类型	允许为空	说明
ResultName	char(20)	否	测试记录表名
StartTime	datetime	是	测试开始时间
EndTime	datetime	是	测试结束时间

表 2 测试数据表

列名	类型	允许为空	说明
DateTime	datetime	否	当前时间
Longitude	float	是	位置经度
Latitude	float	是	位置纬度
Speed	float	是	运行速度
BaseID	char(15)	是	信号所在基站
CentreFreq	int	是	中心频率
RSSI	int	是	信号强度
CINR	int	是	信噪比
TxPower	int	是	发射功率
UTCTime	datetime	是	格林尼治时间

4 WiMAX 网络测试系统关键技术实现

目前实现的 WiMAX 网络测试系统,主要采用无线即用户端设备(Customer Premise Equipment, CPE)终端接入网络.CPE 是一种接收 WiMAX 无线信号的网络接入设备,用户可以通过其访问 WiMAX 无线网络,同时可通过 SNMP 协议获取网络性能数据。同时,采用 GPS 获得地理信息,从而方便对移动终端的追踪和对网络故障的定位。具体开发实现上,在 Windows 操作系统下,应用 Microsoft Visual Studio 开发工具,采用 Microsoft SQL Server 作为后台数据库,使用 C#语言进行开发。

4.1 数据采集

数据采集模块是系统的基础,分为网络信息采集和地理信息采集两部分。网络信息的采集是通过 SNMP 为 .NET 平台所编写的 SnmpSharpNet 组件来实现的,SnmpSharpNet 是一个开源组件,为了方便使用 SNMP 而生,支持 SNMP 各种版本、各种指令的优秀组件^[3]。首先要根据终端厂商提供的即管理信息库(Management Information

Base, MIB)编写相应的配置文件,采集模块读取配置文件中的 MIB 信息后,根据待测参数的即对象标识(Object Identifier, OID)号和 GetRe-quest 操作请求封装即协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU),将 PDU 与 SNMP 包头组成 SNMP 报文,再将报文请求通过 UDP 发送给 CPE,接收之后 CPE 将会根据 OID 的值返回相应的参数^[4]。地理信息的采集是通过 GPS 实现的, GPS 设备通过 USB 接口与计算机相连,通过驱动程序 GPS 能够模拟串口进行通信,在经过一系列标准串口操作之后,就能将获取的数据按指定格式解析出需要的地理信息。

4.2 数据图形展示

数据的图形展示(包括曲线图、饼状图等)是系统中重要的组成部分,主要通过 ZedGraph 类库进行实现。ZedGraph 是一个开源的.NET 图表类库,它可以利用任意的数据集合创建 2D 的线性和柱形图表,它继承了 Microsoft.Net Framework 中的 UserControl 接口,允许用户在 Visual Studio 开发平台中进行拖放操作,使开发灵活方便^[5]。在系统中用曲线图表示信号强度、信噪比等网络性能指标的实时变化情况,用饼状图表示测试过程中不同基站、中心频率的覆盖比例等信息。

4.3 地理信息展示

地理信息的展示也是系统中的关键,主要将网络信息和通过 GPS 获得的地理信息在地理信息平台进行展示。通过 ArcEngine 组件来实现, ArcEngine 是一个包含完整类库的嵌入式组件, .NET 框架对 ArcEngine 开发有良好的支持^[6]。在地理信息展示界面上主要使用 ArcEngine 组件中的 ESRI.ArcGIS.Controls 相关控件来实现地图的基本操作,用 Element 等基本图形类来实现用于描述轨迹的点、用于显示事件点详细信息的气泡、文字等信息^[7]的显示。

5 WiMAX 网络测试系统的应用

5.1 实验场景介绍

在具体的测试工具应用阶段,选择了朔黄铁路一段 20 km 长的 WiMAX 实验网络铁路区段为实验测试环境。测试系统由部署了测试系统的车载工控机、GPS 和 CPE 移动终端组成,图 3 为总体的设备连接示意图。

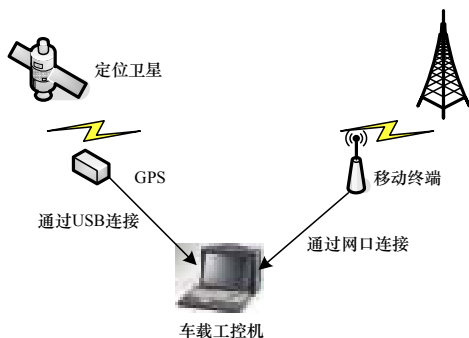


图 3 设备连接示意图

5.2 连通性测试

连接好接入终端 CPE 以及 GPS 后开始进行连通性测试,输入目标 IP 地址设置网络延迟阈值,完成 GPS 的初

始化之后就可以开始测试。结果依次显示当前时间、时延、经度和纬度(GPS 可用情况下)。停止测试后,将结果记录在 Excel 文件中。测试结果如图 4 所示。



图 4 连通性测试结果

5.3 实时测试

在实时测试中,首先要开启 CPE 移动终端的 SNMP 服务,点击开始测试按钮开始网络测试。测试开始后系统能动态地绘制信号强度曲线、信噪比曲线、速度曲线、以文本形式显示网络信息和地理信息,以及在地图上动态地绘制终端移动轨迹。图 5 为接收信号强度曲线的绘制,可直观地从曲线图中观察到当前接收信号强度的变化情况。

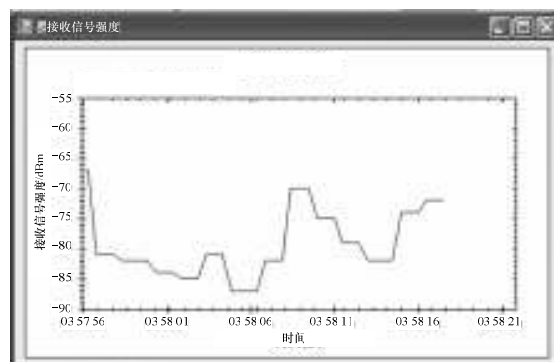


图 5 接收信号强度曲线

5.4 历史分析

在选择需要分析的历史数据后,可以通过图表显示和地图显示方式对历史数据进行分析。图 6 展示了历史数据分析中的图表显示功能。

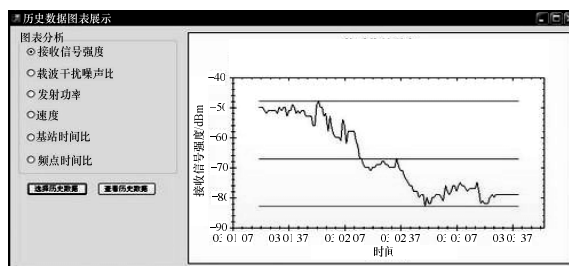


图 6 历史数据的图表显示

图 6 通过选择界面左侧“接收信号强度”参数可以直观地看到一个时间段中信号强度的变化情况,为掌握网络性能变化情况提供了依据。(下转第 85 页)