

文章编号:1000-582X(2005)04-0060-05

GPRS 远程采集地震记录的传输质量控制解决方案*

韩芳¹, 廖铁军²

(重庆工学院 1. 计算机中心; 2. 网络中心, 重庆 400050)

摘要:地震记录采集系统的独特性,决定了选择无线传输应用平台的重要性,而利用 GPRS 平台达到远程传输要求,传输质量控制技术是关键。在分析地震远程传输平台的基础上,结合地震远程传输的需求,研究了可供选择的各种传输质量技术,最后解决了传输中的丢包、延时、数据变形等问题,为地震记录远程采集提供了一套解决方案。

关键词:传输质量;远程采集;GPRS;地震记录;数据安全

中图分类号:P315

文献标识码:A

中国是全球大陆地震灾害最严重的国家之一,严重的地震灾害给人民生命财产和国民经济带来重大损失。仅新中国成立以来的 50 多年,地震造成的死亡人数已接近 40 万。据不完全统计,经济损失平均每年 16 亿元。减轻地震灾害直接关系到国家的发展、社会的稳定和人民生命财产的安全。

由于地震监测台站大多地处偏僻,有线传输网络无法全部覆盖,同时有线网络费用较高。目前,绝大多数地震监测台站在记录采集方面采用电话拨号传输地震波的段传输模式,这样无法实现地震记录的自动实时传输,无法实现及时确定震源和震级,无法采用大容量自动存储技术,也无法实现实时数据共享和移动监测。

“十五”规划里,中国地震局明确要求所属监测台网必须实现实时、全记录不间断传输,并将建立与地震记录采集相适应的无线应用平台。现有的无线传输多采用传输质量较高的卫星传输方式,但卫星传输费用较高,运营费用压力较大,广泛推广不易。随着通信技术、网络技术和计算机技术的发展,尤其是通用分组无线业务(GPRS)网络的成熟,结合有线网络的优势建立基于 GPRS 的地震记录传输应用平台成为地震记录实时采集、远程传输、移动监测和数据共享的优秀解决方案。如何在 GPRS 传输平台上实现地震记录不丢包,不变形,减小延时和保证数据的可靠性、完整性和

安全性就成为急需解决的核心问题。

1 目标设计

无论是震前还是震后数据收集与分析,确定震源和震级有高度的实效性,因此记录远程采集系统中基于 GPRS 无线传输平台需要解决 5 方面的问题:

- 1) 地震记录不丢包;
- 2) 图形不变形;
- 3) 传输延时小于 50 ms, 正常情况小于 10 ms;
- 4) 地震记录实时共享;
- 5) 数据具有可靠性、完整性和安全性。

2 系统结构及流程

地震记录 GPRS 远程采集系统由五大子系统组成:数据采集子系统、数据传输子系统、数据控管子系统、移动监测中心和数据共享子系统。如图 1 所示。

2.1 数据采集子系统

数据采集子系统是地震记录源,由各种震前和震后数字采集仪器组成。其功能如下:

- 1) 通过各种专用探测仪器收集地壳和地质变化数据,参照 GPS 时钟,经过固定编码格式实时向串口转发相关记录;
- 2) 该仪器将串口转发的实时数据在本仪器内按一定周期覆盖存储,达到数据备份之功效;

* 收稿日期:2004-11-23

基金项目:重庆市科学技术委员会计划资助项目(8168)

作者简介:韩芳(1963-),女,北京人,重庆工学院讲师,主要从事计算机应用方面的研究。

3) 接收串口传输的数据请求,将存储器内的相关数据重新向串口发送,也就是丢包重传。

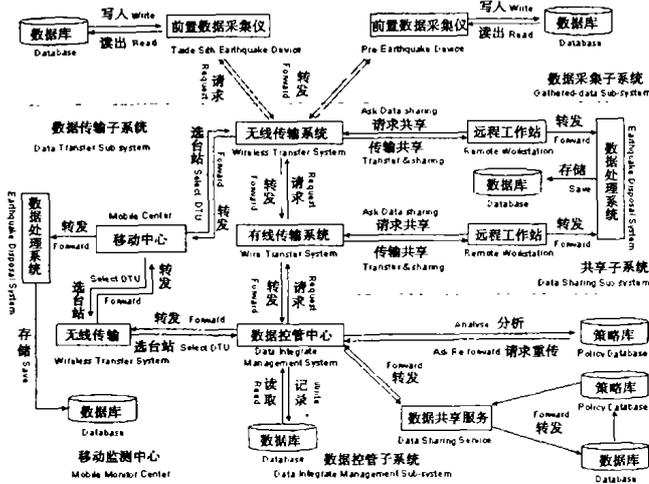


图 1 系统流程及结构

2.2 数据传输子系统

数据传输子系统由 GPRS 无线网络和有线专网组成,实现数据的远程传输。其功能如下:

- 1) 按设置的传输速率和最大传输单元透明地将数据采集子系统发送的实时地震记录传输到指定 IP 地址的数据控管中心,或者通过 APN 功能点对点地传到指定的 GPRS 数据接收终端(DTU);
- 2) 对传输的数据进行 IP 和 DTU 标识(ID)封装后,通过 GPRS 无线网转发到有线专网(Leased Line);
- 3) 通过目的 IP 地址实现数据控管中心和数据传输单元(DTU)之间的双向透明传输;
- 4) 将数据业务中心(DSC)回传的数据重传指令转发到数据采集子系统。

2.3 数据控管子系统

数据控管子系统即数据业务中心(DSC),是地震记录基于 GPRS 远程采集质量控制的核心。其功能如下:

- 1) 实现互联网接收多台远程数据传输单元(DTU)传输来的数据,并通过解封装还原为数据采集仪器串口转发的相同数据;
- 2) 自动实现数据策略判别,判断数据在传输过程中是否丢包或数据出错;如果丢包或数据出错,就向数据传输单元(DTU)发送请求重传指令;如果正常则向地震处理系统和数据共享系统转发数据;
- 3) 通过用户设置,按指定速率和转发端口输出到地震处理系统和移动中心;
- 4) 数据控管子系统向移动中心发射指定台站的地震记录,同时接收移动中心发射的丢包重传指令;
- 5) 数据中心再次将接收到的各数据传输单元发

送的数据进行 IP 封装,同时向本地和异地地震处理系统提供实时数据。

2.4 移动监测中心

移动监测中心接收数据控管中心转发来的实时数据,实时分析地壳或地质变化。这是地震记录基于 GPRS 远程传输应用平台的亮点之一。其功能如下:

- 1) 根据移动中心需要向数据控管中心发射选择监测台站需求,当数据控管中心接收到该指令后就创建与移动中心的连接,同时转发指定监测台站的实时数据;
- 2) 通过控制软件,根据用户需要可以随时更换监测台站;
- 3) 移动监测中心可以获取数据中心实时地震记录,也可以获取历史地震波记录。

2.5 共享子系统

数据共享子系统综合应用各种传输平台向中国地震局或其他兄弟局提供数据共享。其功能如下:

- 1) 通过 IP 封装多帧拷贝机制提供实时数据共享,且利用 VCOM 技术实现虚拟串口方式向第三方地震分析软件提供实时地震记录,这样对第三方地震分析软件不需作任何改动;
 - 2) 通过文件传输协议(FTP)方式共享地震波数据(event 文件)或地震记录(trace 文件)。
- 前者可以向国家局和各兄弟局提供实时数据,后者则只能提供历史文件。

3 传输质量控制

移动环境下 QoS 策略的发展趋势是在核心网采用 DiffServ,在无线接入网既可采用 IntServ 也可采用 DiffServ;无线接入网内用信令协议支持动态资源分配;资源分配信令可以和移动主机位置管理信令相结合,加快资源分配过程,减少信令开销。另外,动态资源分配可以将接纳控制和无线分组调度技术结合,更好地解决 QoS 问题。地震记录采集速率为 0.6 kbps,每小时 2.11 Mbyte,每月 1.5 Gbyte,相对流量较大,且实时性要求极高。而 GPRS 运用 UDP 协议提高带宽利用率,仅靠现有的 GPRS 平台 QoS 无法达到应用要求。因此研究新的可行性解决方案迫在眉睫。

3.1 数据编码与存储

由于 GPRS 应用平台通常采用 UDP 协议实现公网传输,本身不带重传机制,就无法解决丢包问题。经过研究与实际应用证明,可以采用 3 种途径解决丢包和时延问题。由于地震处理系统采用了以数据采集设备封装的 GPS 时钟作为唯一时钟,所以逻辑上延时为

零,从而有效地解决了时延问题。

3.1.1 数据编码

地震记录是地震数据采集仪将收集的各种地壳和地质运动相关数据和 GPS 时钟数据进行编码构成的连续记录。以 GPS 时钟和采样速率就可标识数据的序列,可判断在某一时间序列内是否丢包,以及确定某一时间或某一时段的具体记录。数据编码如图 2 所示。

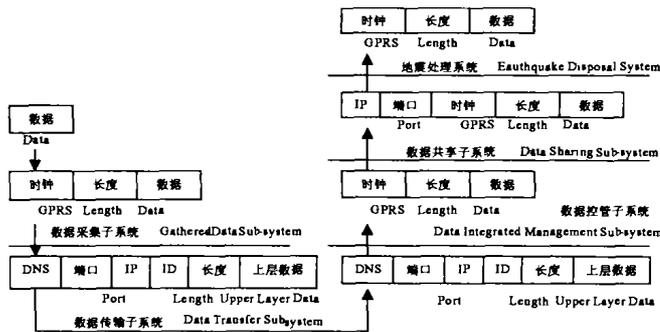


图 2 封装与解封装

1) 封装^[1]

数据源在本系统中经过 3 次封装,达到了数据传输的有序、定位、共享和减小时延。

第 1 次封装:由数据采集仪器将收集的地壳和地质变化数据按固定格式进行编码,加上长度和 GPS 时钟,按每秒约 768 byte 发送。

第 2 次封装:数据采集设备上传的数据在 GPRS 数据传输单元(DTU)进行传输编码,加入域名解析,进入数据控管子系统的进程号,数据控管子系统所在的目的主机 IP 地址,数据传输单元惟一标识号(ID),上层数据及上层数据的长度。

第 3 次封装:数据从数据控管子系统流向数据共享子系统,加入 IP 地址和进程端口号。便于内外网用户以 IP 地址方式访问实时地震记录,判断访问者是否有权访问,以及实时数据是否属于合法数据正常流向访问终端。

2) 解封装^[2]

第 1 次解封装:数据通过 GPRS 平台和有线专网将数据还原为数据传输单元(DTU)接收前的数据,即原始数据。

第 2 次解封装:数据控管中心将接收到的原始数据进行复制和拆分,将 GPS 时钟及长度与策略库进行对比,判断是否有丢包发生。如果有丢包发生,就抛弃该数据,同时向该数据对应的数据传输单元(DTU)发送重传请求。如果未丢包,则将该数据透明传向数据共享服务器。

重传请求的编码由 3 部分组成:第 1 部分为引导

位,其值为固定 FF(255);第 2 部分为起始 GPS 时钟;第 3 部分为终止 GPS 时钟。

第 3 次解封装:数据从共享服务器被复制实时转发给多个数据请求分析终端,到达数据终端前先解除进程端口号,如果允许该类端口号的数据通过,则再解除目的 IP 地址。这样数据就能以透明方式向多台合法数据请求分析终端同时传输实时数据,以便地震记录显示、存储和分析。

3.1.2 数据存储

在无法保证传输质量控制的传输线路上进行实时数据传输,存储的应用是其解决丢包问题的前提。笔者在本应用系统中充分采用了存储技术,共在 3 个系统内运用了存储功能。

1) 本地存储

数据采集子系统由各厂商震前和震后测震数据采集设备组成,要达到整个系统丢包重传就必须在此处采用存储功能。将所有地震记录按触发条数保存,用 GPS 时钟对每一条记录进行惟一标识,以便在丢包时能快速对记录进行定位。存储量根据各厂商采用的存储技术和存储容量不同而异,如珠海泰德采用一月覆盖存储模式。

2) 数据控管子系统存储

为了保证前置数据采集设备实时传输数据不丢包,向移动监测中心和请求共享地震处理终端传输数据不丢包,数据控管子系统采用了 GPS 时钟存储和地震记录存储。

GPS 时钟存储。运用综合策略库判断各前置数据采集设备发送的实时数据是否丢包,如果丢包就将所丢包起始和终止 GPS 时钟记录到对应数据库,以便重传后的匹配,同时向丢包数据采集设备所使用的数据传输单元(DTU)发送请求重传指令。数据控管中心直至收到对应的丢包数据立即将数据库中的 GPS 时钟号对应条目删除。

地震记录存储。数据控管中心将接收到正确的地震记录转发给指定的串口服务器,在串口服务器内缓存,并进行 IP 封装,向指定合法请求共享的地震分析终端转发。串口服务器提供 4M 缓存,按地震记录数据量计算,可以单点存储约 2 h,4 点近 30 min,16 点 7.5 min。串口服务器同样采取时间覆盖存储方式,即使采用最大值 16 个前置数据采集设备也能保证 7.5 min 时间段不丢包,综合 GPRS 传输服务质量控制(QoS),完全能满足地震记录远程传输的各项要求。

3) 地震处理系统存储

地震处理系统存储包括用户终端显示地震记录的

保存和地震波触发记录2种。地震记录显示是实时的,一般来讲包括北南、东西和上下3条变化曲线。存储则是将这3条变化曲线完整地保存为以

3.1.3 软件分析

由于基于GPRS远程传输平台采用GPS时钟作为惟一时钟,所以对地震处理系统提出了更高要求,主要体现在时间有序性上。各地震请求分析终端接收到丢包补偿重传数据后,需要对原来接收的数据进行整理,将重新传来的丢包数据插入到时间序列正确位置。其核心就是以前置数据采集设备数据封装的GPS时钟作为惟一序列,与GPRS平台、有线传输平台、数据控管中心和地震处理系统所在终端时钟无关。即使地震记录在传输过程中发生数据传输时延和丢包重传而导致数据序列混乱,也不影响软件正常显示、存储和分析。

地震处理系统采用固定格式存储,对丢包数据位用空白填充,当接收到丢包的数据时再以其相应数据替换对应的空白位。这样节约了传输带宽、缓存,也减小了延时,因为不必要传输过多的确认信息(Acknowledgement),也不必要对传输过程中的数据进行整理序列而先行缓存,采用直通型转发方式(Cut-through),避免了因存储-转发(Store-and-Forward)而导致时延。

3.2 双向透明传输

GPRS远程采集系统解决丢包和不变形问题,重点在于实现双向透明传输(Full duplex and transparent transfer)。所谓双向透明传输是指将前置数据采集设备的数据向数据控管中心发送,同时有丢包发生时将丢包重传指令从数据控管中心向DTU回传。

在发送数据和请求重传中不改变原始数据的任何属性,以十六进制方式转发数据,真正实现透明传输。实验证明,DTU、GPRS网络和有线专网、交换机、防火墙都支持透明传输模式。

一般情况下解决双向传输有2种办法,虚拟专网(APN)和公网回传。前者是需要向运营商申请开通虚拟专网功能(APN),以明文或加密方式在公网通过隧道技术实现逻辑的端到端传输(End-to-End)。后者则是充分利用GPRS透明传输的本身特点,不开通虚拟专网功能而实现双向数据透明传输。

由于现在公网绝大多数采用IP技术组网,所以实

现数据双向传输所要解决的核心问题就是IP地址的问题。开通APN功能后DTU的IP地址是固定的,DTU重新登录网络后其IP地址不变。非APN功能的DTU其IP未固定,每次重新登录GPRS网络其IP地址会变化,不一定相同。所以要实现非APN功能下双向传输必须解决IP定位问题。一种最佳的解决方案是用DTU的ID号作为标识,在数据控管中心建立DTU关系表,关系表的条目(Entry)包括ID号和IP地址。每次丢包发生后,只需要向丢包的DTU对应的ID号发送数据,再通过条目表映射到对应的IP地址,这样就能有效地解决IP变化的问题。

3.3 平台的可靠性

当前无线网络主要采用802.11和802.1x作为认证协议,保证数据可靠性、完整性和安全性。前者是通过认证服务和一种编码协议来实现的,后者是一种基于端口的网络访问控制(Port-Based Network Access Control)协议。802.1x可提供更强的认证、访问控制和密钥管理。由于802.11本身具有很多安全缺陷,所以在地震记录远程采集中采用802.1x两级认证作为安全保证^[3-4]。

无论是第1级认证还是第2级认证,都由3部分组成:客户端(Supplicant)、认证系统(Authenticator)和认证服务器(Authentication Sever)。由客户端发起IEEE802.1x协议认证过程;认证系统完成用户认证信息的上传、下达工作,根据认证的结果打开或关闭端口;认证服务器通过检验客户端发送来的身份标识判断用户是否有权使用网络系统提供的网络服务^[5-7]。

3.3.1 第1级认证

一级认证是指从数据传输单元(DTU)到数据控管中心的认证,采用所有数据包验证机制。在数据传输单元(DTU)端设置密钥和端口号,每个数据都需上传密钥和端口号。数据控管中心由管理人员建立DTU账号,在DTU登录时作为判断是否为系统合法用户的依据。具体认证过程如下:

1) DTU封装密钥、端口号和数据。

2) DTU数据包在进入数据控管中心所在网络前,先经过防火墙认证。数据包与防火墙的访问控制列表(ACL)匹配,如果访问控制列表允许该DTU端口数据包通过,就将此包向数据控管中心转发,否则就抛弃该DTU的数据包。

3) 数据中心接收到数据包后,通过与认证中心数据库进行匹配,如果找到相应记录条目且密钥一致,判定为合法用户,就在数据控管中心触发转发列表和数据记录。否则,数据控管中心向DTU发送Down机命

令,强制 DTU 从 GPRS 网络下线。

3.3.2 第 2 级认证

二级认证是指从地震处理系统所在终端与共享服务器间的认证连接,采用握手连接机制。在共享服务器上设置链路连接端口、允许访问的合法 IP 地址、被访问的 IP 地址和访问方式。地震处理系统所在终端防火墙上设置允许通过的 IP 地址和对应端口的访问控制列表条目,并建立特殊的虚拟串口(VCOM)映射。具体认证如下:

1) 在地震处理系统终端上安装软件,设置与服务端允许端口一致的端口号,设置成功后终端立即向服务器发送握手报文;

2) 地震处理系统终端出口的防火墙接到握手报文后与访问控制列表(ACL)匹配,如果允许则转发给服务器所在的目的网络,否则抛弃该握手报文;

3) 共享服务器所在网络入口防火墙接收到握手报文后与其访问控制列表(ACL)匹配,如果允许则转发给共享服务器,否则抛弃该握手报文;

4) 共享服务器接收到握手报文与允许访问的 IP 列表匹配,如果找到相应条目,即回传确认报文,随后建立连接,否则拒绝创建连接。

4 结 语

GPRS 远程采集地震记录的传输质量控制解决方案已经应用到重庆市地震局,通过 GPRS 网和专线网相结合的方式实现了多个地震监测台站数据自动、实

时、全程采集,透明传输,全程存储和实时数据共享,达到了延时小、数据不丢包、图像显示不变形的要求。同时,该方案具有较强的通用性和可移植性。

该技术在重庆市地震局实验成功,通过了重庆市软件测评中心登记测试,并通过了重庆市科委组织的项目验收。

参考文献:

- [1] GILES R. All-in-One CCIE Study Guide[M]. 2nd ed. [s.l.]: McGraw-Hill Companies, Inc., 2000.
- [2] JOHN SWARTZ, TODD LAMMLE. CCIE: Cisco Certified Internetwork Expert Study Guide [M]. [s.l.]: SYBEX Inc., 2000.
- [3] 彭红. 从 802.11、802.1x 论无线网络的安全性[J]. 计算机系统应用, 2003,9(9): 36-38.
- [4] CHEN W, HUANG L. RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts[C]. IEEE INFOCOM2000, Tel-Aviv, Israel, 2000.1 283 -1 292.
- [5] 张占军. 无线多媒体网络中端到端自适应 QoS 保证[J]. 计算机学报, 2004,27(8):1 064 -1 073.
- [6] TERZIS A, SRIVASTAVA M. A Simple QoS Signaling Protocol for Mobile Hosts in the Integrated Services Internet[C]. IEEE INFOCOM99, NY, USA, 1999.1 011 -1 018.
- [7] ALJADHAI A, ZNATI T F. Predictive Mobility Support for QoS Provisioning in Mobile Wireless Environment[J]. IEEE JSAC,2001,19(10):1 915 -1 930.

Transfer QoS Control Solution of GPRS Remote Collection in Earthquake Track Records

HAN Fang¹, LIAO Tie-jun²

(1. Computer Center, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China;

2. Network Center, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract: Because of earthquake track records remote collection system's characteristic, it is important to select platform of GPRS transfer and application. But the platform will meet collection's need, Quality of Service (QoS) is key. Based on analyzing and linking the platform's need, after many kinds of QoS are studied, it solves losing packet, delay and transmogrification in forwarding data, provides one of advance solutions of GPRS remote collection in earthquake track records.

Key words: quality of service; remote collection; GPRS; earthquake data; data safety