

文章编号: 1005-8451 (2008) 05-0018-04

GPS 在铁路车地信息交互中的应用

王 静, 姜 利, 邓胜江, 张正普

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘要: 通用分组无线业务 (GPRS) 在我国首次应用于铁路列调, 在铁路信息化快速发展的大趋势下, GPRS 在铁路车地交互中的应用将是十分非常广泛的。介绍 GPRS 在车地交互中的应用和测试中的问题, 并提出改进策略。

关键词: 通用分组无线业务; 移动售票; 中断传输率; 车地信息交互

中图分类号: U283 : TP391 **文献标识码:** A

Application of GPRS to train-land information interaction

WANG Jing, JIANG Li, DENG Sheng-jiang, ZHANG Zheng-pu

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: GPRS was first applied in railway traffic control in our country, application of train-land information interaction based on GPRS would be very extensive in future. Application of train land information interaction based on GPRS and problems in the test were introduced in the paper, improvement strategy was proposed.

Key words: GPRS; mobile ticketing; interrupt transmission rate; train land information interaction

铁路信息化所涉及的数据多种多样, 特别是基层生产过程运行作业产生的信息, 其数据交换的主要特点是业务点分散, 并发性高, 除个别的大容量外, 一般为非周期间断、频繁, 小容量并在移动环境下产生。其内容包括铁路控制、管理和服务对数据传输应用的需求, 其中地车之间、现场与数据中心之间的数据传输尤为突出。本文对铁路地车业务间采用无线数据通讯技术进行了相关分析和测试, 并重点介绍了在移动售票业务中的应用。

1 铁路应用通用分组无线业务

在GSM-R网络应用通用分组无线业务系统 (GPRS), 具有通信实时性好、数据量大以及免维护等明显优势, 以无线方式实现数据拨号传输或“永远在线”实时监测。这些业务可以采用GPRS来提供无线传输通道, 用户始终在线, 不需要等待拨号过程, 并可在一段时间内绑定多个信道为一个用户服务, 多个用户共享一个信道, 可以有效利用无线信道资源。无线接入的安全问题可以通过设置专用的接入点, 移动终端通过监权认证和网络侧的认证来解决。

收稿日期: 2007-12-20

作者简介: 王 静, 研究实习员; 姜 利, 副研究员。

1.1 调度命令与无线车次号信息传送

行车调度信息主要包括无线车次号信息、调度命令、列尾信息以及车站/编组场综合移动信息等。下面主要介绍无线车次号信息传送、调度命令传送和列尾信息传送等业务。根据铁道部相关规范, 无线车次号信息传送系统由GSM-R数字移动通信网、监控数据采集处理装置、GSM-R机车综合通信设备、GPRS接口服务器和CTC/TDCS设备等组成。

1.2 客车运行安全监控系统

利用GPRS移动通信技术, 将客车运行和供电状态实时传送到地面基地监测系统, 全程监测客车的运行安全。列车运行状态查询系统, 利用GPRS方式, 将机车监控装置和TAX箱的机车运行状态监测信息以及机车走行部监测信息实时传送到地面, 全程监测机车的运行安全。

1.3 移动售票系统

基于GSM-R/GPRS的铁路综合信息无线接入平台的出现, 使在列车上完成的移动售票变为可能。在列车上乘客可以通过售票终端完成客票查询、订票、购票以及补票业务, 再通过综合信息无线接入平台将客票信息实时传送到地面上的票务中心, 及时更新客票信息。

1.4 工务轨道动态监测系统

通过机车综合无线通信设备将轨道动态监测装

置监测到的轨道晃动信息采用 GPRS 的方式发送到地面服务器, 可以实时掌握线路轨道的信息, 有效地避免安全隐患。

1.5 地理信息系统

地理信息系统 (GIS) 通过综合信息平台获得机车运行的 GPS 经纬度信息, 综合监控系统以此来进行列车实时位置的显示。

1.6 多媒体数据业务

多媒体数据业务是基于铁路专网和旅客列车移动终端的一项业务。服务项目可以包括视频点播、无线上网、列车内购物和餐车订餐等。

用户通过对移动终端的操作来完成上述服务, 同时列车服务人员也可以通过服务器来接受旅客的服务请求, 进行针对性的服务。

图 1 为 GPRS 在铁路的应用业务框图。

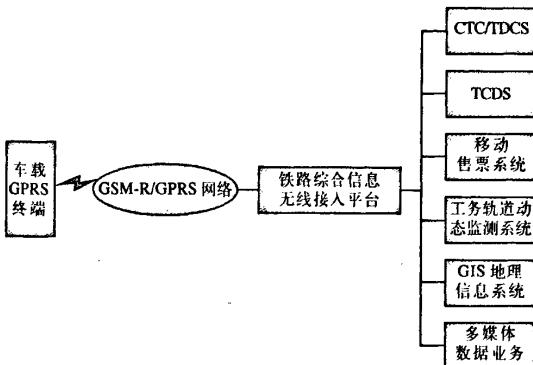


图 1 GPRS 在铁路上的应用业务

2 青藏线铁路数据业务的实现

在青藏线试验段上, 数据业务的实现基于 GPRS 网络。铁路 GPRS 网络实现了铁路调度数据、列尾风压信息和铁路客车运行安全信息的传送。网络结构如图 2。

图 2 中, CTC 为调度集中控制系统; TDGS 为列车调度指挥系统; RADIUS 为远端授权拨入用户服务; DNS 为域名服务器; PCU 为分组控制据单元; SGSN 为 GPRS 业务为支持节点; GGSN 为 GPRS 网关支持节点; BTS 为基站收发信机; BSC 为基站控制器。

目前, 青藏线上已经实现了利用 GPRS 网络进行调度业务数据传输, 这仅是铁路专有业务中的一部分应用。随着青藏线特别是未来高速铁路多种业务应用的不断发展, 需要对这套系统加以改进, 才有可能使这一先进技术为铁路提供更全面的服务。

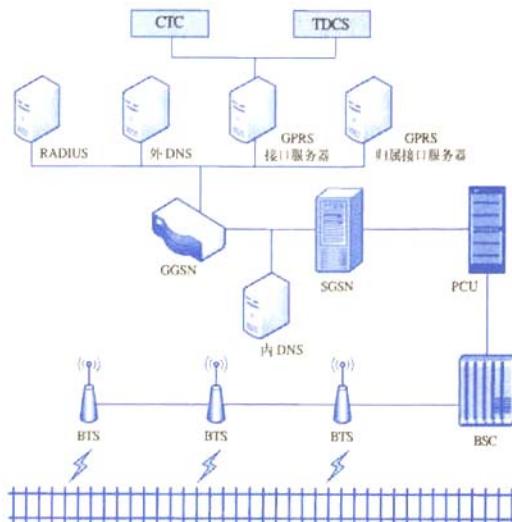


图 2 网络结构

3 基于 GSM-R 的无线移动售/补票系统

我国铁路售票有多种服务模式, 列车移动补票系统也已推广应用。但由于受其地域和时域的局限, 仍然满足不了旅客购票和铁路席位管理以及统一财务清算和客流汇总的需要。如何使列车移动补票能与地面客票系统共享席位和价率资源, 实现对旅客进行更好的服务, 既有利于控制超员又可降低席位虚糜, 已提上开发和应用日程。

基于 GSM-R 的无线移动售/补票系统的结构和总体框架如图 3。其中, 无线接口服务器的功能和规约关系将是通讯提供商和多种业务应用开发者共同关注的重点。

4 无线移动售/补票车地信息交互模块

基于 GSM-R 无线移动售/补票系统分为两个部分, 即地面部分和车载售票终端部分。终端设备在回到车务段以后, 通过专用软件连接客票系统, 下载基础信息, 包括车次信息、停靠站信息和票价计算信息 (供补票用)。

无线售票终端与基站通信采用 UDP 协议, 这就要求终端支持 UDP 协议。GPRS 接口服务器起到协议转换的作用, 将 UDP 协议转换成 TCP/IP 协议, 通过无线售票接口服务器将收到的数据格式转化成客票支持的格式。

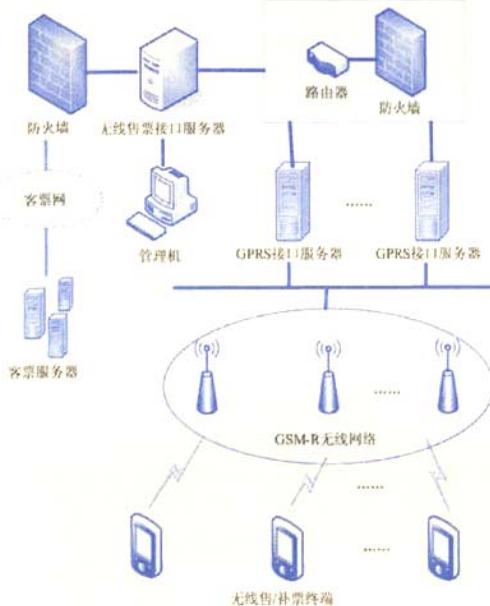


图3 基于GSM-R无线移动售/补票系统总体框架图

移动终端售票流程见图4。在列车上进行无线售票的时候，终端通过GSM-R网络向无线售票接口服务器发送开班、退班、取票、取消票、记存根和席位查询等请求，接口服务器将数据转换成客票系统的数据格式，并将请求发送给售票系统，售票系统响应请求后将响应数据传回无线售票接口服务器，无线售票接口服务器再将数据转换成无线传输的格式通过GSM-R网络返回给无线售/补票终端，终端根据响应进行制票等操作。

在整个系统中，无线售票运行库中建立无线终端档案表、无线终端信息表、使用车次表、列车停靠站表、成交席位暂存表、历史存根表和业务处理日志，分别保存对应信息，其中无线终端档案表是根据终端的使用情况人工录入。因此，系统中加入维护模块。列车停靠站表从客票系统的BASIC库中复制过来，并且保持其一致性，其它表中保存的信息为售票过程中自动生成记录的。管理人员使用管理机查询存根生成相应报表，包括统计收入和人数等信息，形成上报的接口文件。

5 测试中发现的问题

5.1 GPRS中重选时长的研究

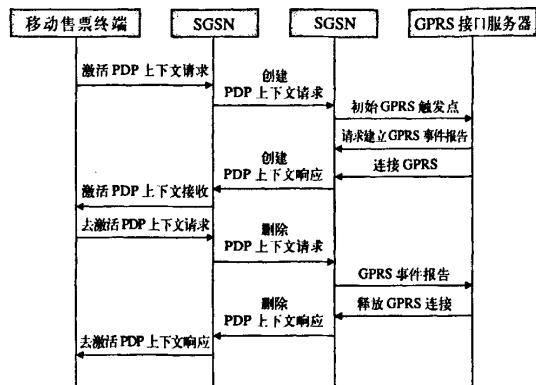


图4 移动终端售票流程图

当移动售票终端处于就绪状态时，如果它从一个小区进入同一路由区域内的另一个小区，会触发小区重选过程。小区重选过程中，所有的数据传输都将被暂停。如果此时移动台或SGSN正在传送数据，那么在小区重选期间传送的数据将被缓存在SGSN的缓冲区内或丢失重传。在GPRS分组传输模式下若发生频繁的小区重选，就必然会导致移动台和网络频繁的中断数据的传输，而且移动台需要频繁的在新小区上建立起新的TBF来传送数据，最终结果是导致数据平均传送速率的减慢和系统信令负荷的增加。

GPRS进行数据传输是分为上下行分别进行的。由于移动台在分组传输模式时进行重选才会对数据传输产生影响。因此，下面主要研究移动台重选以后TBF的建立过程和重选以前TBF的释放过程。

其中：TBF（临时块流）是两个对等的无线资源管理实体使用的一个物理连接，由一些载有一个或多个LLC PDU的RLC/MAC块组成。TBF是临时的，只有在数据传输时才存在。

TFI（临时块流标识）为了使移动台和网络都能识别TBF，网络给每一个TBF都分配了一个临时块流标识（TFI），该TBF中的所有RLC/MAC块都包含同一个TFI值。

(1) 重选之前TBF的传输

移动台在重选之前进行上、下行数据传输时，移动台接收到RLC数据块后，会在下行、上行链路由RRBP域指定的无线块中传递“Packet downlink Ack/Nack”/“Packet uplink Ack/Nack”，除非有其他的控制消息等待重发。在数据传输的过程中，移动客票终端也会不断地检测临小区的电平，计算临小

区的C1, C2值, 若满足重选到其它小区的条件, 移动售票终端会触发重选。重选到邻小区后, 开始读取系统消息, 在新小区发起小区更新, 通知网络。

(2) 重选后TBF的建立过程

上行链路TBF建立的过程, 当移动客票终端要向网络发送数据或移动客票终端告知网络, 其已经重选到新小区, 移动客票终端会在RACH上发送“packet channel request”来请求资源。BTS对移动客票终端的此消息正确解码后, 将把“channel required”报文发送给PCU, 该报文包含“packet channel request”的所有信息和基站对TA的估计。

PCU收到基站发来的消息后, 若条件允许, 则PCU将在AGCH信道向移动客票终端发送“Immediate assignment command”消息, 向移动售票终端分配分组资源。

移动客票终端收到此消息后, 向PCU发送“Packet resource request”消息, 消息中带有上行链路传输所需资源的完整描述。对于重选过程, 移动客票终端重选以后, 会在该消息的请求接入原因中发送ACCESS TYPE: cell update。

PCU收到消息后, 根据消息的描述, 在PACCH上给移动客票终端分配上行链路的分组信道资源, 并通过“Packet uplink assignment”消息发送给该移动客票终端。

移动客票终端收到此消息, 若此消息的RRBP(Reserved Related Block Period)字段指示有效, 则移动客票终端需要向网络发送“Packet Control ACK”消息。

(3) 测试结果

测试过程中, 上、下行分别进行了22次小区重选。其中, 上行数据同步及读取系统消息的平均时间为3 318 ms, 恢复数据传输的平均时间为352 ms, 数据中断平均时间为3 670 ms; 其中, 下行数据同步及读取系统消息的平均时间为2 823 ms, 恢复数据传输的平均时间为666 ms, 数据中断平均时间为3 489 ms。

5.2 高速环境下小区重选对GPRS传输的影响

由以上分析可知, GPRS小区重选数据中断时间大约为3 s。青藏线GSM-R基站采用同站址双层网覆盖, 站间距最小为2 km, 最大为8 km, 平均为6 km; 对于交织站址覆盖, 平均站距约3 km。下表为不同车速及不同站间距时, 由GPRS小区重选造成的传输中断所占时间的比例, 定义:

$$\text{中断传输率} = \frac{\text{小区重选数据中断时长}}{\text{小区驻留时间}} \quad (1)$$

表1 小区重选数据中断传输率

| 列车时速 | 站间距 | 每小区驻留时间 | 中断传输率 |
|----------|------|---------|--------|
| 0 km/h | 3 km | | |
| | 6 km | 0 s | 0% |
| | 8 km | | |
| 100 km/h | 3 km | 108 s | 2.78% |
| | 6 km | 216 s | 1.39% |
| | 8 km | 288 s | 1.04% |
| 200 km/h | 3 km | 54 s | 5.56% |
| | 6 km | 108 s | 2.78% |
| | 8 km | 144 s | 2.08% |
| 300 km/h | 3 km | 36 s | 8.33% |
| | 6 km | 72 s | 4.17% |
| | 8 km | 96 s | 3.13% |
| 400 km/h | 3 km | 27 s | 11.12% |
| | 6 km | 54 s | 5.56% |
| | 8 km | 72 s | 4.17% |
| 500 km/h | 3 km | 21.6 s | 13.89% |
| | 6 km | 43.2 s | 6.95% |
| | 8 km | 57.6 s | 5.21% |

由表1可见, 当车速达到500 km/h, 采用交织站址覆盖时, 有13.89%的时间不能进行数据传输。小区重选对GPRS造成了相当大的威胁。

6 结束语

鉴于铁路列车速度的提高, 保证车地数据交换的可靠性变得十分重要, 一方面是要求GPRS网络资源的性能对这类数据的传输要有所保证, 同时应用系统在开发过程中在不可避免的中断事件后的恢复机制也变得非常必要。

建议采用自适应阵列天线技术改善GPRS网络, 在移动终端和基站上安装智能天线, 对基站控制器的软件进行升级, 软件主要对基站智能天线传送过来的信号进行处理, 并反馈给基站控制器的相应硬件设备以及智能天线使之做相应的动作。

参考文献:

- [1] 钟章队, 李旭, 蒋文怡. 铁路综合数字移动通信系统[M]. (第1版) 北京: 中国铁道出版社, 2003.
- [2] 韩斌杰. GSM原理及其网络优化[M]. (第1版) 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [3] Digital cellular telecommunications system (Phase 2+). Mobile Station-Serving GPRS Support Node (MS-SGSN)[M]. Logical Link Control (LLC) layer specification, 2004.