

导航电子地图动态更新核心技术研究^①

Key Technology Research of Dynamic Update on Navigable Digital Map

宋 莺 (武汉大学交通研究中心 湖北武汉 430079)
(湖北经济学院计算机学院 湖北武汉 430205)

摘 要: 目前,车辆导航用户要更新地图数据,须找数据生产商更换全部地图,这已阻碍了导航技术的发展和应
用。本文采用增量更新的方法,利用无线网络实现导航电子地图的动态更新。主要介绍支持增量更新
的导航电子地图物理存储格式和 pull 服务模式更新流程的实现。

关键词: 车辆导航 地图动态更新 导航电子地图 增量更新格式 GIS-T

目前,车辆导航系统中多采用更换存储介质或是
重写数据的方式来更新地图数据,但是这远远不能跟
上现实世界变化的步伐,且阻碍了导航技术的发展和
应用。随着通信技术、网络技术的快速发展,一种通过
有线和无线网(GPRS/CDMA/WiFi等)为用户提供动态
地图更新成为导航系统研究中的一个热点。日本和欧
洲已经有组织开始开展这方面的研究,并已经有初步
的研究成果。日本的i-format论坛在2005年10底在
东京汽车展览会上展示“incremental update format”
的概念,并计划于2006年推出i-format格式规范。
欧洲成立了ActMAP(Actual and Dynamic Map for
Transport Telematic Applications)项目协会,研究为移
动终端、车辆导航、ADAS系统提供实时电子地图数据
和对其动态更新的解决方案。ActMAP已将其研究成
果提交给ISO,寻求成为国际标准。国内对导航数据动
态更新的研究少有报道,更新方法仍然以定期更换全
部导航数据为主。本文将结合动态更新的需要以及导
航地图数据特点,着重研究支持增量更新导航地图数
据的物理存储和在移动终端增量更新方法的实现。

1 更新方法分析和增量更新服务的基本 框架

1.1 更新方法分析

按照用户需求和现实条件不同,更新可分为三种

方法。

(1)基于全部更换的更新方法。由导航地图数据
生产商定期发布新的地图数据光盘(CD、DVD),用户
购买新的地图数据光盘更换地图数据,或者对于以C、
F、SD卡为存储媒介的用户,需到指定的服务店重写
地图数据。这是目前最主要导航数据更新方法,但该
方法繁琐,也难以适应城市快速发展的步伐。

(2)基于PC(Personal Computer)的更新方法。用
户通过PC连接到Internet,下载整个或者某个区域
的地图数据,由于导航地图数据的容量较大,如北京四
维图新2006全国导航数据容量已经超过3G,这种更新
模式效率不高,但该方法未来是一种发展趋势。

(3)基于无线网络的更新方法。由于现有的大多
数导航终端自身没有通信功能,要实现数据动态更新,
必须借助通信设备(如:a dedicated data communica-
tion module,DCM或移动手机),通过无线网络动态更
新终端的导航数据。这种方法方便快捷,实时性高,然
而现有的无线通信数据传输仍具有带宽窄、速度较低
等特点(如GPRS与CDMA),所以传输的数据量必
须小。

1.2 增量更新方法

本文基于无线网络,采用增量数据更新方法实现
移动终端导航数据的动态更新。所谓增量是指上次更
新后到现在新变化的数据,包括新增数据,删除数据和

① 基金项目:国家973计划资助项目(2006CB705500);国家863计划资助项目(2006AA12Z308)

修改的数据(如新建了一条道路,道路扩建,旅店搬迁等)。

(1)增量的计算是增量更新的关键。服务器端除负责存储和管理当前状态的地图数据以外,还需要管理导航数据的整个变更过程,因此服务器的导航数据具有时态特征,表现为一种时空数据库。增量的计算是一个复杂和耗时的过程必须在服务器端完成,以减轻客户端的计算压力,这符合嵌入式导航系统的应用需要。服务器要根据用户所处的历史状态(HST_i)计算出与当前状态(HST_{cu})的差量。增量地图数据表示为: $\Delta U_{map} = HST_{cu} - HST_i$ 。另一方面时态特征的实现只是在服务器端进行复杂的时态存储,客户端只需在元文件中存储其当前状态的时间戳,这能有效的减少客户端导航数据的容量,简化客户端数据的管理。

(2)增量更新服务的基本框架(见图1)

更新中心服务器存储管理更新数据源,根据客户端需求产成增量数据包,通过无线网络发送到终端。在导航终端,导航数据以文件形式存储,终端接收到数据包通过解析转化,把增量数据合并到本地导航数据文件中,从而完成了整个地图数据动态更新的过程,更新后的地图数据将能更好的支持导航系统的功能。增量更新服务支持多种数据传输模式,主要包括 push 和 pull 两种服务模式。

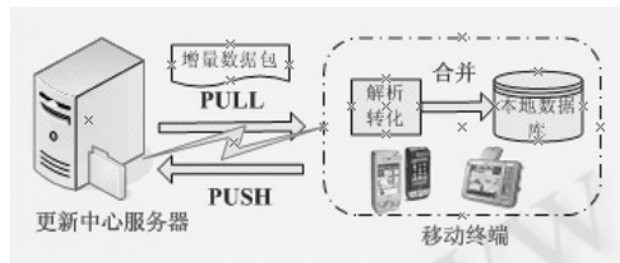


图1 增量更新服务的基本框架

2 面向增量更新导航地图数据的物理存储

2.1 导航电子地图数据组织

导航电子地图数据量大,结构复杂,主要由几何形状数据、拓扑数据、POI(Point of Interest)兴趣点和属性数据构成,它们之间紧密衔接,共同为车辆导航应用提供服务。为满足导航系统嵌入式终端低硬件性能和高实时性的要求,合理的导航数据组织至关重要。本文

导航地图数据采用了垂直方向上分层(Level),水平方向上分块的方法(原理见图2所示),该方法类似于LOD(Level of Detail)技术。它将现实世界中同一地物不同详细程度的描述存储于不同的level。水平方向上,即在每一个Level内部采用分块的方法组织数据。为了快速显示的需要,几何形状数据通常采用规则网格分块,把一个Level分为多个数据块(Parcel)。而拓扑数据主要支持路径规划功能,其划分结果往往是不规则的区(Region)。

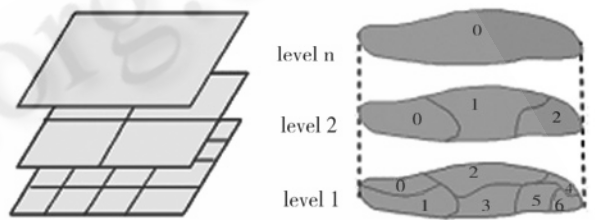


图2 地图数据组织

2.2 支持增量更新的导航电子地图物理存储

(1)多文件分块存储结构(如图3)。Kiwi和SDAL格式也都采用了对导航地图数据分区、分块的方法,然而其对行政区划的支持不够,将全国数据存储在一个文件中,这不适合中国辽阔的幅员,也不利于以行政区划为单位(如省、市等)对地图数据进行动态更新,并且在嵌入式系统中对大文件的读写操作效率较低。因此在设计面向更新的导航地图数据存储结构时,考虑到按照行政区划分地图数据文件,每个行政区存为一个数据文件。全国数据被分为多个数据文件,形成地图集,另有一个地图集管理文件,专门负责记录地图数据基本信息和目录管理。

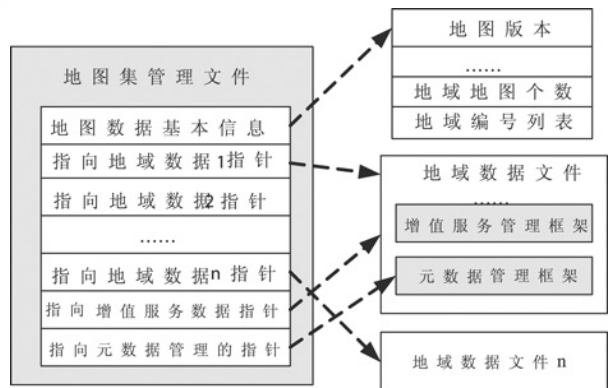


图3 多文件分块存储结构

(2) 导航电子地图物理存储格式

在移动客户端存储面向动态更新的导航地图数据时,采用二进制文件。用记录文件的偏移来快速索引定位到指定的内容;通过每个 bit 存储导航数据,更加节省存储空间^[4]。每个地域数据文件由导航管理框架数据和导航地理要素数据两部分组成,导航软件通过管理框架数据实现对导航地理要素数据的访问。这里把导航地图数据中按功能划分为两大功能数据,一种用于显示这里称为显示数据,一种用于路径规划这里称为规划数据。

下面以规划数据为例,表 1 到表 3 定义了规划数据的物理存储格式(PSF),该格式中长度的单位为 BYTE,β 表示属性长度不固定。区域(region)是规划数据组织的最小单元,规划数据管理框架都有更新时间戳记录了每个网格(region)的最近更新时间。每个 region 后都预留了存储空间,预留空间用于存放增量数据的索引指针,所有的增量数据存放在独立的增量文件中。这种存放增量索引方法可以有效的克服预留存储区容量有限的缺点,但该方法仍然不能确定应该预留多大的空间^[4]。

表 1 层(Level)管理框架

编号	偏移量	长度	项目名称
1	0	2	Level 编号
2	2	4	地图比例尺
3	14	2	地图经度方向上划分的格网数
4	16	2	地图纬度方向上划分的格网数
5	18	4	Level 中 Parcel 地址框架的偏移
6	22	2	与 Region 规划数据对应的 level 编号

表 2 规划数据管理框架

编号	偏移量	长度	项目名称
1	0	4	Region 对应规划数据的地址(a)指向表 3
2	4	2	Region 对应的规划数据大小
3	6	4	更新时间戳(b)

表 3 Region 数据框架

编号	偏移量	长度	项目名称
1	0	B1	Region 数据管理头信息
2	01	B2	Region 内实际数据
3	02	B3	Region 预留空间(c)

表的补充说明:

(a)此处记录了 Region 的存储地址。

(b)更新时间戳,记录为 aaaa-bb-cc,aaaa 表示年份,bb 表示月份,cc 表示日。

(c)预留空间供更新扩充所用,在更新前不存任何有效。

3 增量更新方法在导航终端的实现

3.1 pull 服务模式更新流程

在 push 服务模式中,当服务器端有新的增量准备好后,会根据用户事先的“订阅”设置,将增量数据采用单向通信的形式分发出去。在 pull 服务模式中,地图更新服务请求由客户端主动发起,服务器端在收到客户的更新请求后,提供相应的更新服务。在整个过程中客户端需要与服务器不断的进行交互,需要使用双向的通信方式。导航系统除具有路径规划,导引,地图显示和兴趣点查询等基本功能外还应增加地图数据更新功能。本文采用 pull 服务模式为例说明更新实现的一般流程(如图 5)。在客户端应用程序包括三个基本模块:①更新触发模块:根据规划路径,车辆当前所在的位置,车速及交通状况等条件触发多种更新请求;②更新管理模块:过滤选择决定某类更新请求需要和中心服务器连接获得更新数据;③本地数据库管理模块:管理本地数据,并负责将收到的增量数据与本地数据合并。

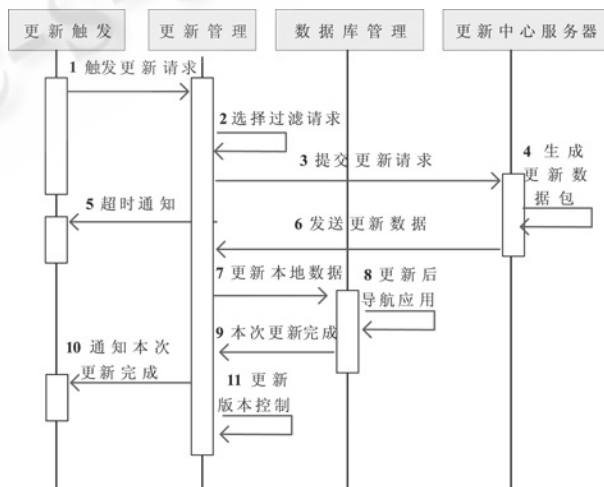


图 3 增量更新时序图

3.2 动态更新的试验结果

试验系统客户端选用 Windows CE. net 4.0 作为软件开发平台,服务器端的操作系统为 Windows XP + IIS.1 服务器端的导航地图数据采用 ArcGIS 9.0 的 Geodatabase 存储,通过 ArcSDE 将导航地图数据存储于 Oracle9i,应用 ArcGIS 的 ArcObject(AO)和 VS. Net2005 的 C#二者共同开发,完成增量数据的计算、获取。用主频 400Hz、内存 64 兆 配有 2G 存储卡的多媒体导航终端,通过 GPRS 无线网络与服务器通信。将 2006 年 10 月数据更新到 2007 年 3 月,更新前后的地图数据规划结果显示比较如图 6。从图可见,由于新增了道路,使规划结果发生变化,相应的路径引导更加符合现实情况。

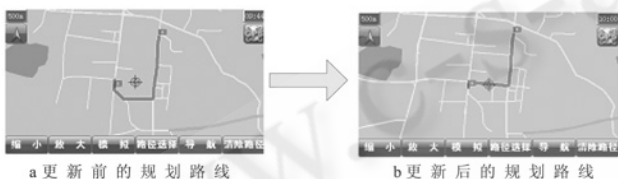


图 4 更新前后规划结果对照

4 总结

由于现实世界的变化,导航软件所使用的地图数据总是和现实世界存在差异,数据的动态更新可以保持地图数据的现时性,路径引导可以更加符合现实情况的需要。本文提出采用增量数据更新方法实现移动终端导航数据的动态更新,设计支持增量更新的导航电子地图物理存储格式,从技术路线上详细描述了 pull 服务模式更新的实现流程,把

数据的动态更新作为车辆导航系统的基本功能来实现。总之,由于数据的生产周期较长,且受到无线通信带宽的限制等,实时动态更新进入实用阶段,还有大量的研究工作需要开展。

参考文献

- 1 陈军,等.基础地理数据库的持续更新问题.地理信息世界,2004,2(5):1-5.
- 2 蒋捷.导航数据库中的关键技术.中国测绘报,2004,6.
- 3 应申,李霖,等.汽车导航系统的地图数据组织.测绘信息与工程,2004,29(2):28-30.
- 4 徐敬海.面向动态更新的导航电子地图数据模型与方法研究[博士论文].武汉:武汉大学,2006.
- 5 刘春,史文中,刘大杰.导航电子地图中道路数据的空间索引和组织.工程勘察,2003,1:3-41.
- 6 李德仁,李清泉.论空间信息技术与通信技术集成.武汉大学学报(信息科学版),2001,26(1):1-7.
- 7 龚健雅.GIS中面向对象时空数据模型.测绘学报,1997,26(4):289-298.
- 8 黄栋,刘正,彭建.导航电子地图更新机制与核心技术的研究.中国全球定位系统应用协会第九次年会论文集,北京,2007.
- 9 Andreas Hecht. The Future Direction of Map Formats In Map - Enabled Applications, 12th world Congress on ITS, 6-10 November 2005, San Francisco, USA.
- 10 I-format forum, 2005a, I-format Forum, http://www.iformat.org/english/download_files/050720_iformat_e.pdf.