

移动目标信息管理平台的设计与实现

沈占锋¹, 骆剑承¹, 梁清翰², 黄光玉³, 陈秋晓⁴

(1. 中国科学院遥感应用研究所工程中心 北京 100101 ; 2. 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室 武汉 430079 ; 3. 中国地质大学 北京 100083 ; 4. 浙江大学城市区域与城市规划系 杭州 310027)

摘要 :移动目标信息管理平台是 LBS(Location - Based Service)的重要组成部分 ,它在城市信息及物流系统中起着非常重要的作用。本文以移动目标信息管理为主线 ,在充分考虑当前各种移动目标信息管理平台所面临共性问题的基础上 ,结合实际平台的开发 ,对其关键技术进行了分析 ,并对系统平台进行了设计与实现。通过车辆物流管理系统实例的特点与运行效果分析 ,证明了本文提出的移动信息管理平台框架流程的可行性。
关键词 :移动目标定位 ; Web Services ; COM⁺ ; 数据库连接池 ; 完成端口
中图分类号 : TN 948. 61 **文献标识码 :** A **文章编号 :** 1001 - 070X(2006) 01 - 0083 - 05

0 引言

随着空间定位技术、计算机技术及 GIS 学科的发展及实际需求的不断增加 ,应用信息化管理手段实现大量移动目标的信息管理已经成为当前结合 GPS、GIS 的又一大发展方向。移动目标的信息管理是 LBS(Location - Based Service)的主要表现形式 ,它主要是通过移动终端和移动网络的配合 ,确定移动物体的地理位置、速度和状态等信息 ,并提供给用户 ,因此也是一种新型的移动通信与导航结合的增值服务^[1]。网舟咨询预测全球 LBS 市场规模在未来几年将呈现平均 80% 增长率的快速成长 ,至 2009 年将接近 210 亿美元^[1]。而以移动目标定位与信息管理的物流系统则是 LBS 在人们日常生活中最重要的应用之一^[2]。LBS 系统一般由空间定位平台、LBS 管理及信息传送等几部分组成^[2] ,其主要功能是应用 GPS 等定位方式^[3] ,通过 GIS 提供的电子地图 ,辅助 MIS 系统的管理功能 ,完成移动目标信息管理等一系列操作。

本文结合当前移动目标信息管理的发展现状 ,对以物流系统为代表的移动目标信息管理系统平台的实现方法进行了分析 ,并结合具体的移动目标信息管理平台设计与实现过程 ,对各种关键技术进行

了详细地讨论。最后 ,针对车辆目标信息管理 ,给出了本文采用实验系统的特点。

1 移动目标信息管理平台总体设计

1.1 移动目标信息管理平台主要功能

移动目标信息管理平台的主要作用是通过对移动终端的位置等信息进行管理 ,从而实现对多移动目标的信息进行管理和调度的目的。一般来说 ,移动目标信息管理平台应该在基本电子地图显示的基础上 ,实现对不同移动目标的实时位置跟踪 ,历史记录回放 ,基于数据库的信息存储、查询、分析等 ,移动目标的实时通信与实时调度 ,以及信息的统计报表等基本功能。

由于移动目标主要通过无线网络(GSM 或 GPRS 网络等)将其位置等信息发送至信息中心的服务器信息接收端 ,而信息中心需要通过实时通信服务器接收大量来自不同移动目标的信息 ,因此 ,系统平台需要提供多种连接方式 ,并能够同时对大量移动目标的信息进行管理。此外 ,鉴于系统平台需要随时对不同移动目标的信息进行接收管理 ,而这些需要大量的数据库操作。因此 ,需要实现更为灵活的数据库连接池机制 ,并保证系统运行的稳定性。

1.2 移动目标信息管理平台软件结构

根据上述系统平台应该具有的主要功能,我们对移动目标信息管理平台的软件结构进行了设计,系统的软件结构按层状进行组织,如图 1 所示。

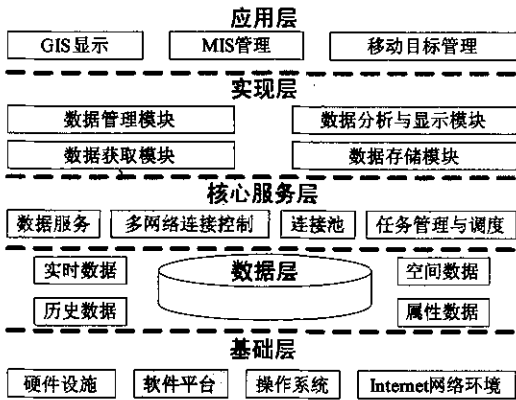


图 1 移动目标信息管理平台软件结构

整个软件平台分为 5 个层次,其中,基础层主要用于系统平台正常运行的软硬件资源,以及操作系统及网络环境;数据层是指系统中涉及的各种数据

资源及其数据组织形式,包括电子地图数据、移动目标的实时数据与历史回放数据、移动目标属性数据等;服务层则是指系统对外服务的表现模式,它需要既考虑下层数据层不同数据的不同特点,又需要考虑到系统的不同实现模式,并采用 XML 方式进行数据表达与传输,包括各种数据服务、网络控制及任务调度等^[4],同时,需要提供与底层数据库连接的数据库连接池的实现服务;实现层主要是指服务层的实现过程,需要实现网络数据与消息的优化传输,并通过接口调用方式实现对客户端服务;应用层是系统的最顶层,负责完成与用户交互的各种移动目标管理功能。

1.3 移动目标信息管理平台体系架构设计

根据图 1 所示的系统软件层次结构,我们对系统平台的服务流进行了定制。移动目标通过无线网络发送(如当前速度、方向等)或接收(如调度命令等)信息,并经由图 1 所示的服务层及实现层部分实现信息的管理与服务。系统平台实现移动目标信息管理的整个流程如图 2 所示。

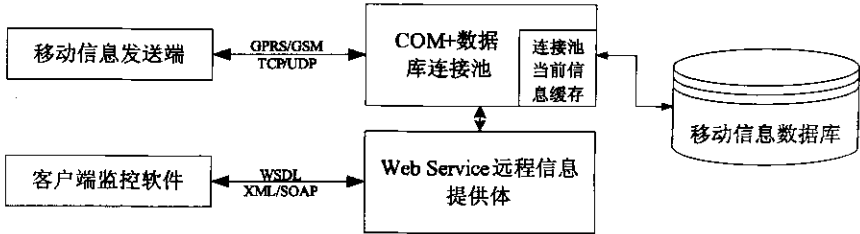


图 2 移动目标信息管理系统整体流程

在系统对移动目标各种信息的管理过程中,其主要过程是^[5-7]:移动信息发送端通过无线网络(GPRS/GSM)实现信息的发送(或接收),再通过无线网络与 Internet 网络实现数据的交换,实现数据流的转换,数据流经分析后,通过数据库连接池实现移动信息的入库过程。

当客户端需要对移动目标相应信息进行显示与表达时,其主要的实现过程是:①当系统需要对移动目标的实时数据进行显示时,系统会将移动信息发送到连接池的数据缓存,直接进行显示;②当系统需要对移动目标的历史数据信息进行显示与管理时,需要通过连接池从数据库中移动目标的历史数据进行获取或统计,再对相应数据直接显示。数据显示过程通过 Web Service 远程信息提供体实现数据的服务过程进行实现,并将数据提供给客户端的监控软件。这种方式符合 OGC 数据网络化表达的推荐标准,同时 Web Service 也易于实现基于 XML

方式的跨平台、跨系统、跨软件等的通信服务。

2 移动目标信息管理平台关键技术分析

移动目标信息管理平台的实现过程包括多个部分,其中与用户交互的主要部分在电子地图,以及基于此的信息管理、统计分析的相应功能上。因此,电子地图是移动目标信息管理平台的一个重要组成部分。除此之外,考虑到系统平台需要同时对大量移动目标的信息进行管理,并需要随时通过数据库对相应信息进行存储与分析,以及需要基于万维网的数据信息传输,这里将分 3 个关键技术对系统平台的实现进行分析。

2.1 I/O 完成端口——用于并发接收多 TCP 连接数据

根据图 2 移动目标的各种信息在通过无线网络传输至移动交换中心后,再转换成基于有线网络的各种移动目标信息。这些移动目标信息(数据)可以

以两种方式传输至系统的连接池(数据库),一种方式是基于 TCP(Transmission Control Protocol,传输控制协议)方式,另一种方式是基于 UDP(User Datagram Protocol,用户数据包协议)方式。基于 TCP 方式的方法具有连接可靠,确保数据的真实性等优点(如果数据传输过程数据丢失,也可以由系统中的日志进行完好记录并便于处理)。但由于系统实时通信服务器需要为每一个移动目标都预留一个数据接收端口,因而,一台服务器所能够监听的移动目标数目是有上限的,当系统中的移动目标较多时,系统必须增加大量的实时通信服务器,以保证数据的正常接收;基于 UDP 不能保证数据的完整性或安全性,但可以减少系统的负担。因此,系统预留了两种通信方式,由用户根据实际需要进行选择。对于安全性要求较高的用户可以采用 TCP 方式,较低的则可以采用 UDP 方式。

当系统平台需要对多个移动目标进行基于 TCP 方式的信息监控时,系统需要耗用大量的资源对相应的连接进行管理,系统实时通信服务器可以采用多线程的方式进行实现。然而,当同时处理大量并发的客户请求时,就意味着很多线程并发地运行在系统中,而所有这些线程都是处于运行状态的(没有被挂起或等待事件的发生),所以,系统内核将花费了大量的时间用于切换运行线程的上下文环境(Context),线程无法得到足够的 CPU 时间来完成它们的工作。这种并行模型的瓶颈在于它为每一个客户请求都创建了一个新线程。尽管创建线程比起创建进程的开销要小,但也不是没有开销的。针对这种情况,我们事先开启若干个线程,并将这些线程阻塞,然后将所有用户的请求都投递到一个消息队列中去,而这些线程从消息队列中逐一取出各消息并加以处理,就可以避免针对每一个用户请求都开启一个独立线程的消耗。这样不仅减少了线程的资源,也提高了线程的利用率。以上问题的解决方法

正是一个称为 I/O Completion Port 的系统内核对象,即完成端口的实现模型。

2.2 数据库连接池——用于高效实现各种数据库操作

在移动目标信息管理平台的实现过程中,由于系统需要对大量移动目标的信息进行存储与管理,而不同移动目标通过无线网络向系统所发出的信息频率也不同。因此,一般来说,系统必须保持与移动目标的长期通信连接,并将其信息定期或不定期地存储至数据库中去。系统平台的实时通信服务器与大量移动目标的连接由完成端口负责完成,而系统平台的实时通信服务器与数据库的连接则由数据库连接池负责完成。

所谓数据库连接池(Database Connection Pool),实际上是指事先分配好的一定的数据库连接的缓冲池。在数据存储至数据库存储过程中,主要的步骤是数据库连接打开、数据存储和连接关闭的过程,而数据库打开与关闭的过程则都需要占用大量的数据库资源。因此,如果能够大致确定数据库的连接高峰,并事先分配好相应的连接,在数据需要存储至数据库时,则使用此连接,不需要时则把相应连接放回至连接池而并不关闭,则避免因连接频繁而造成的大量资源浪费,这就是数据库连接池的主要工作原理。

一般来说,各种商用数据库(如 SQL Server)已经实现了数据库连接池,但由于其不容易控制,在不同需求中无法根据需要进行配置,因此,我们可以自己实现数据库的连接池。在本平台中由于采用的是基于 Windows 系统平台,所以采用 Windows 操作系统中高效的分布式中间件组件工具——COM/COM⁺进行实现^[8]。同时,COM 很容易与 Web Service 结合并形成功能强大的分布式数据发布平台,结合客户端的移动目标的信息管理、显示及统计等功能,便可以形成功能强大的数据库连接管理工具,并能够很好地为系统的正常运行提供保障。

连接池的实现原理如图 3 所示。连接池在初始

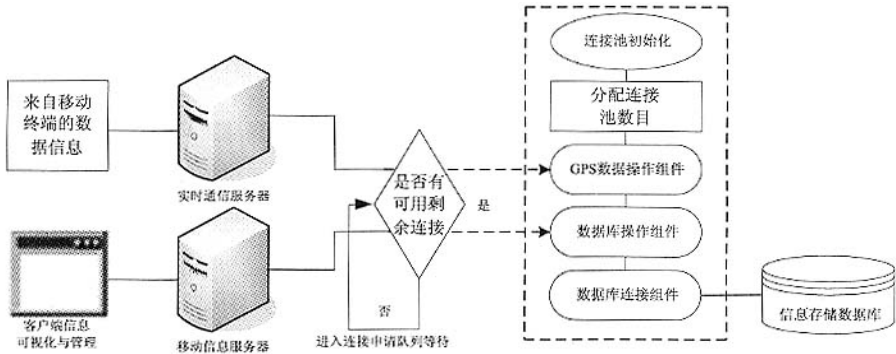


图 3 连接池实现原理与过程

化后分配连接池的数目,以确定可以同时接收的连接个数,多于此数目的连接申请将在队列中等待。连接池的主要功能通过 3 个 COM⁺ 组件实现:GPS 数据操作组件、数据库操作组件和数据库连接组件。其中,GPS 数据操作组件负责接收移动终端的各种信息;数据库操作组件负责数据库中的各种操作;数据库连接组件负责与系统数据库进行连接和连接池的初始化工作。

2.3 Web Service——用于万维网数据管理与传输

当系统的客户端与系统的服务器端位于同一个局域网内时,客户端与服务器可以通过 2.2 所述的 COM⁺ 通信方式;当客户端与服务器端位于 Internet 上时,由于 COM⁺ 无法很好地穿越防火墙进行数据

传输,因此系统中采用 OGC 的数据表达推荐标准——Web Service 方式,实现数据交换^[9]。

图 4 示意了移动目标信息管理系统的 Web Service 对外接口。其中,Web Service 对系统数据库连接池实现的 3 个组件分别进行了接口封装,并实现了 3 个相应的接口(IGPSService、IDBOperation 和 IDBConnection)。其中,IGPSService 接口负责系统中的数据接口工作,实现数据的接收、客户端的批量数据获取等功能;接口 IDBOperation 负责系统中的数据库操作,实现用户角色的检查、数据的组管理及数据库的统计分析等功能;接口 IDBConnection 负责系统中的数据库连接,实现底层的数据库连接池及不同类型数据库的动态连接切换等功能。

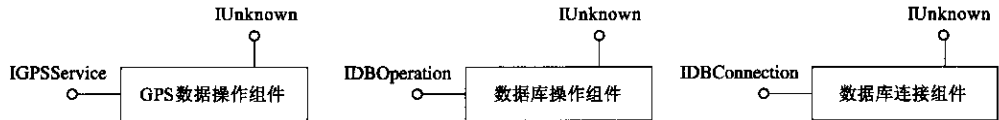


图 4 移动目标信息系统对外接口定义

3 系统效果分析

基于以上系统平台的设计思路,我们对某物流公司的部分车辆信息进行了基于此平台的管理。系统平台环境:服务器操作系统为 Windows 2000,采用 COM⁺ 方式实现数据库连接池,实现 SQL Server 数据库的连接。经测试,一台实时通信服务器可以同时负责 1 000~2 000 个 TCP 连接。其中每个移动终端与服务器为一个连接,连接测试环境为 1~10 s 间的一个随机数据发送/接收。测试结果表明,系统能够同时对大量移动终端服务(测试系统中一台服务器可同时对超过 300 辆车同时进行监控),通过 COM⁺ 连接池实现数据收发,并通过 Web Service 实现万维网的数据服务。

4 结论

本文结合当前移动目标的信息管理需求,对基于 GPS 等信息定位的移动目标信息管理技术平台进行了理论与技术上的探讨。结合当前移动目标信息管理的技术方式,给出了移动目标信息管理的技术实现流程,并对其关键技术——多目标连接管理、数据库连接池及万维网数据表达等进行了探讨。最

后,结合物流系统中的车辆信息管理,给出了系统运行的实例分析。结果表明,系统可以同时接受多个移动目标的大数据量的实时跟踪、历史回放等任务,并表现出较好的性能。

参考文献

- [1] 中国信息产业网[EB/OL]. <http://txxs.cnii.com.cn>.
- [2] 中国物流网[EB/OL]. <http://www.china-logisticsnet.com>.
- [3] Amr A O, Masaaki I, Hiroshi O, et al. Situational awareness of construction equipment using GPS, wireless and web technologies[J]. Automation in Construction, 2003, 12(6): 737-748.
- [4] 黄辉宇,李从东,刘满平. 基于车辆定位的物流企业运输管理系统[J]. 综合运输, 2005(8): 1-3.
- [5] 雷建军,夏英. 基于 GPRS 和 GPS 的公交车辆定位系统设计[J]. 四川测绘, 2004, 27(3): 103-105.
- [6] 田艳霞,王兰英. 车辆导航与定位系统中面向对象数据的组织与实现[J]. 四川测绘, 2003, 26(1): 33-35.
- [7] 张元良,邓华,杜晶. GPS 车辆定位系统监控软件的关键技术分析与设计[J]. 计算技术与自动化, 2003, 22(1): 83-86.
- [8] 刘爽,贾传炎,陈鹏. VC 环境下开发车辆定位和管理信息系统[J]. 计算机工程与应用, 2005(16): 218-221.
- [9] Qiang L, JaeJun Y, Byung-Tae J, et al. A scalable VideoGIS system for GPS-guided vehicles[J]. Signal Processing: Image Communication, 2005, 20(3): 205-218.

THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MOVING
OBJECTS INFORMATION MANAGEMENT PLATFORM

SHEN Zhan - feng¹ , LUO Jian - cheng¹ , LIANG Qing - han² , HUANG Guang - yu³ , CHEN Qiu - xiao⁴
(1. Institute of Remote Sensing Applications , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100101 , China ; 2. State Key Laboratory
of Information Engineering in Surveying , Mapping and Remote Sensing , Wuhan 430079 , China ; 3. China University of Geo-
sciences , Beijing 100083 , China ; 4. Department of City Planning , Zhejiang University , Hangzhou 310027 , China)

Abstract : As an important part of Location - Based Service (LBS) , the moving objects information management platform plays a very important role in information management of such city moving objects as vehicles. This paper first analyzes characteristics and existing problems of the current moving objects information management platform , and then gives a technical analysis of its key technologies and designs the implementation method. With practical examples of vehicle management , it is shown that the framework of moving objects information management presented by this paper is feasible.

Key words : Moving objects location ; Web services ; COM⁺ ; Database connection pool ; Completion port
第一作者简介 : 沈占锋(1977 -) ,男 ,博士 ,毕业于中国科学院地理科学与资源研究所。现为中国科学院遥感应用研究所博士后 ,主要从事数字城市、分布式计算、遥感图像处理与理解等方面的研究工作 ,发表论文 20 余篇。

(责任编辑 : 刁淑娟)

=====

(上接第 78 页)

of land use/cover change in the border areas of Yunnan province by using MSS and TM data acquired in 1976 and 2004 respectively. The analytical result of remote sensing shows that the surface features are mainly forests and naked rocks , and subordinately farmland and waters. Remarkable changes include four types , namely , forestland , waters , farmland and naked land. Forestland and waters have decreased by 9.72% and 1.84% respectively , while farmland and naked land increased by 5.74% and 4.44% in the past thirty years. The problems of ecological environment and resources and the driving factors resulting from land use /cover change in the border areas of Yunnan province are analyzed

Key words : RS ; Land use/cover change ; Border areas of Yunnan province
第一作者简介 : 刘美玲(1978 -) ,女 ,硕士研究生 ,主要从事资源环境遥感与地理信息系统应用研究。

(责任编辑 : 肖继春)

=====

(上接第 88 页)

29 所院校的地图制图学与地理信息工程硕士专业共有 146 个研究方向 ,其中有 12 个重名方向。在 146 个研究方向中 ,50 个方向以地理信息系统或地理信息工程为核心名称 (或核心内容) ;36 个方向以地图学(图示化)为核心名称 ;19 个方向以遥感为核心名称 ;15 个方向以地理信息系统、遥感与全球定位系统集成为核心名称 ;13 个方向以数据库与数据挖掘、模型或空间分析为核心名称 ;6 个方向以数字城市为核心名称 ;2 个方向以城市规划为核心名称。地理信息系统或地理信息工程、地图学和遥感方向的比重占 72%。

提供博士学位教育的 10 所院校分别是同济大学、武汉大学、中南大学、辽宁工程技术大学、山东科技大学、西南交通大学、中国地质大学(北京)、中国地质大学(湖北)、中国矿业大学(北京)、中国矿业大学(江苏) ,地图制图学与地理信息工程的科学技术重阵基本集中在工科领域 ;提供硕士学位教育的 29 所院校中有综合院校 8 所、理工科院校 10 所 ,地质、矿业和石油院校 6 所、师范院校 1 所、建筑院校 1 所还有中国测绘科学研究院以及 2 所军事院校。

作者简介 : 李建新(1961 -) ,男 ,博士 ,从事地图学与地理信息系统教学和研究工作。