

基于 GPS 的湖泊巡查 GIS 研究

王 飞¹, 王冬梅², 谢义林², 李继国¹

(1. 河海大学 计算机与信息学院, 江苏 南京 210000;
2. 江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210000)

摘要: 研究了 B/S 架构和 M/S 架构各自的特点, 深入研究了 GIS 技术在各种巡查管理中的应用, 以湖泊巡查管理工作的需求为基础, 详细分析了系统功能设计、数据组织与数据结构设计、系统关键技术和系统实现方法。基于上述分析实现了基于 B/S 和 M/S 架构的湖泊巡查 GIS 系统的构建。将该系统应用于省管湖泊巡查的运营管理过程, 可改善目前湖泊巡查粗放、不系统的管理模式, 提高湖泊巡查管理工作的效率和监管力度。

关键词: GIS; GPS; 湖泊; 巡查

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)14-0051-03

Research of GIS for inspection of lake based on GPS

Wang Fei¹, Wang Dongmei², Xie Yilin², Li Jiguo¹

(1. College of Computer & Information, Hehai University, Nanjing 210000, China;
2. Jiangsu Research Institute of Hydraulic Science, Nanjing 210000, China)

Abstract: This paper introduced the characteristic of B/S architecture and M/S architecture, and studied the application of GIS technology in management of many kinds of inspection in depth. Based on the requirement of maintenance and inspection of lake administrative department, analyses the system functional design, data organization and data structure design, key technologies and system implementation in detail. Based on above analysis, we build a GIS system based on B/S and M/S architecture for the inspection of lakes. The system applied in lake management could build up a systematic management mode instead of tradition extensive management mode, and improve the efficiency and the degree of supervision of lake maintenance and inspection.

Key words: GIS; GPS; lake; inspection

在全球气候变化和工业化、城镇化进程快速推进的背景下, 我国湖泊保护与经济社会发展之间依然存在诸多矛盾, 湖泊水面萎缩、水体干涸、水质恶化等问题十分突出, 湖泊管理与保护仍面临严峻挑战, 归纳为四点: (1) 湖区防洪能力依然偏低, 特别是受河道淤积、城镇及圩区面积扩大、河湖面积减少等因素影响, 防洪减灾的难度进一步增加; (2) 湖泊萎缩退化形势严峻; (3) 湖泊水质恶化趋势尚未遏制; (4) 湖泊生态功能严重退化。目前, 我国的湖泊巡查尤其是外业仍然停留在传统人工作业模式, 在这种模式下, 湖泊巡查主要通过县级水利管理部门的人工执法巡查网络完成。造成执法人员不能及时准确做出是否违法用地的判断, 需要上报进一步确认, 无法实现高效的湖泊巡查。随着管理方式和利用方式的转变, 湖泊巡查越来越需要运用科技的手段来提高执法效率。

针对传统湖泊巡查模式下存在的薄弱环节和问题, 本文将 GIS 与 PDA、GPS 等与湖泊巡查的实际管理进行有机的集成, 意义在于利用先进的无线通信技术、移动 GIS 技术和 WebGIS 技术, 实现服务端、移动终端和客服端的相互通信和实时定位等功能, 最终建立水利巡查快速反应机制的湖泊巡查系统。湖泊巡查的另外一个难点在于湖泊一般处于野外, 参照物较少, 不易于二次确定情况和处理, 所以本研究还要求能更精准地定位。

1 B/S 与 M/S 架构的特点

随着 Internet 技术的发展与普及, B/S 架构是对客户端/服务器 C/S (Client/Server) 架构改进的一种系统架构。用户界面通过 WWW 浏览器实现, 客户端除浏览器之外, 一般不需要安装其他程序, 只需要通过网页地址从 Web 服务器执行并将处理结果以网页的形式展示给用

网络与通信 Network and Communication

户。B/S 架构具有使用方便、分布性广、业务扩展方便、维护成本较低、共享性强等特点。

M/S 架构结合 GIS、GPS 和 GPRS/CDMA 等前沿技术,将软件系统的应用由有线向无线进行延伸,由户内向户外进行扩展,由桌面向掌上进行转移,将丰富全面的信息服务带到工作现场,以更有效地指导现场工作,同时利用手持终端将现场情况及时上传到监控中心,使管理决策者能够全面直观地了解现场情况,辅助做出科学决策。

将 B/S 与 M/S 架构相结合,开发省管湖泊巡查 GIS 系统,可充分利用两种系统架构的优势,将各个业务子系统建立在统一的数据库结构之上,避免了子系统单独设计而产生的“数据孤岛”效应,在保证系统简单易用的前提下,增强工作现场与监控中心的信息交互,提高湖泊管理的科学性。

2 GIS 技术的应用

地理信息系统 GIS (Geographic Information System) 是采集、处理、贮存、分析、检索、显示与输出地理空间信息的计算机系统,具有强大的空间数据库管理和分析能力,在发达国家已经被广泛应用。如美国弗吉尼亚的 Richard Greene^[1]等人利用 GIS 的网络分析功能与拓扑分析功能,将 GIS 与重力流污水管网设计程序结合起来描述排水流域状况,进行管网定线,确定污水提升泵站位置及压力管路线。国内许多学者也对 GIS 的应用进行了研究,如姚连璧^[2]等研究了车载导航电子地图中道路数据的空间逻辑描述,以及黄丙湖^[3]等黄河口 GIS 的设计与实现。许多学者将 GIS 和 GPS 结合起来做了相当多的研究,如张淑华^[4]基于 GSM、GPS 和 WebGIS 技术的动态监控系统研究,但是目前还没有将 GPS 和 GIS 结合运用于湖泊的管理和保护方面的研究。

WebGIS 是将 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物。它的基本思想是在互联网上提供地理信息服务。WebGIS 不但具有大部分传统 GIS 软件的功能,而且还可以利用 Internet 的优势,用户不必在本地计算机上安装庞大的 GIS 软件就可以在 Internet 上访问远程的 GIS 数据和应用程序,进行 GIS 分析。我国曾有研究人员研发基于 WebGIS 的管理系统,但现有系统中交互性不强,仅提供简单的空间查询功能,如刘小军^[5]等基于 WebGIS 的农业空间信息管理及辅助决策系统和郭武士^[6]等基于 WebGIS 和条码技术的土壤空间信息管理系统。本研究基于 B/S 与 M/S 混合架构开发省管湖泊管理巡查 WebGIS 系统,除实现信息的查询和分析外,还可以实现工作现场与监控中心的信息动态交互,提高湖泊巡查工作的效率。

3 系统设计与功能开发

3.1 系统设计

3.1.1 数据组织与数据结构设计

针对系统的特点,数据主要包括辅助湖泊调查的基础地理数据、调查后获取的巡查数据和与服务器数据库交换的数据。基础地理数据是预先存储在移动设备上的

矢量化的专题图和遥感影像;巡查数据是调查人员在巡查过程中产生的数据;交换数据主要是用于移动端与服务端进行传输的数据。

为实现对各种数据的统一标准化管理,空间矢量数据均采用 ESRI Shape File 格式,遥感影像采用经过纠正和切割过的中国资源卫星影像,属性数据均以 DBF 格式存储,而数据交换以 XML 文档作为载体。

3.1.2 系统功能结构设计

系统的主要功能模块结构如图 1 所示。



图 1 系统主要功能模块结构图

3.2 系统工作流程

本巡查系统主要工作流程:GPS 导航定位功能引导巡查人员到达湖泊巡查点,点击巡查开始巡查,如巡查发现有事件必须上报则进行点、线或面的事件上报;巡查结束后,湖泊管理处可以对发现事件进行及时处理或及时上报上级单位处理;同时管理人员可以通过 WebGIS 观察巡查人员的实时工作状态,并提供直观的技术支持,还可以进行各种信息的统计,如每月巡查总长度、总时间、总天数以及发现事件和事件的处理状态等。其具体工作流程如图 2 所示。

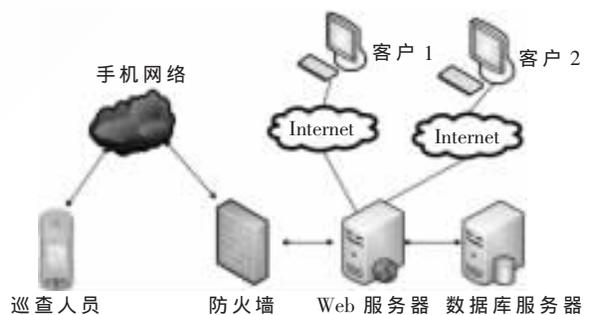


图 2 系统工作流程图

3.3 系统关键技术

3.3.1 数据存储模型

数据模型描述了地理实体与地理实体之间的关系。数据模型的好坏直接影响到空间数据库的数据查询、检索的方式、速度和效率。动态巡查信息采集系统中,作为地理实体的是一次调查任务,它包括发生变化的时间、地理对象的空间、属性信息等。一次调查任务的核心是进行地理信息的采集。以往调查时,作为属性信息的询问信息和作为空间信息的地块坐标信息分别使用不同

网络与通信 Network and Communication

的方式获取、记录,有可能出现空间信息和属性信息不对应的情况。并且由于使用不同的存储方式,在进行查询时往往带来很大的困难,在管理和统计上也会出现混乱。

本研究的系统作为信息采集一体化设备在进行巡查时,空间信息和属性信息同时获取、存储,能方便地进行查询、修改等操作。

3.3.2 移动 GIS

本系统采用移动 GIS 管理湖泊巡查中的各种空间信息。软件能轻松地实现点、线、面、图形等复杂 GIS 外业数据的工作要求。如图 3 所示。

巡查人员的工作:(1)用 GPS 迅速定位自己所在的位置并在遥感影像以及相关矢量图层上显示;(2)矢量数据查询,巡查人员可以对矢量底图数据进行属性查询;(3)实时发送轨迹数据至服务器端;(4)采集巡查到的问题,填写相关信息后,将数据(包括拍摄的照片)发送至服务器端。具体流程如图 4 所示。



图 3 移动 GIS 远程截图

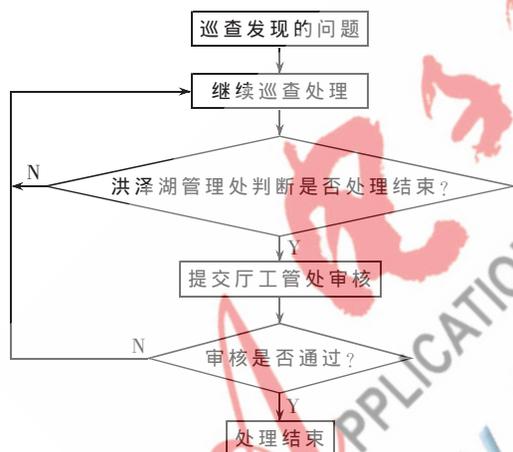


图 4 移动 GIS 工作流程图

3.3.3 基于无线互联网的差分 GPS 定位

GPS 定位具有高度灵活性、高精度、快速性、提供三维坐标、全天候作业、操作简便以及全球连续覆盖等特点,已成为获取现实空间数据的重要手段,广泛应用于资源调查和空间定位数据的采集。本系统采用了能接收并处理通过无线互联网发布的差分 GPS 改正数的手持设备,实现了快速、高精度定位,达到了湖泊巡查对定位技术的实用化要求。同时,该系统也实现了 GPS 定位数据与地图数据的集成使用,使定位作业可视化,无需专业技术人员,普通湖泊巡查人员就可以方便地使用该项技术得到高精度、可靠的成果。

3.3.4 基于 XML 和 Web Service 的数据实时提交

本系统采用 XML 和 Web Service 技术,通过基于 GPRS/CDMA 的无线互联网实时提交案例调查结果。服

务器端采用 Web Service 技术,为不同设备的接入和后续开发提供了接口;采用 XML 主要的优点在于它既与平台无关,又与厂商无关,方便作为 Web 数据结构进行传输。调用 Web Service 使得最新的调查案例在第一时间进入湖泊管理数据库。迅速启动案例调查启动后续工作,提高内外业务一体化程度,加速案件调查进度,缩短案件处理周期。

3.4 系统实现

本系统基于多功能 PDA 和移动 GIS 平台实现。借助 GPRS 或 3G 网络可实现外业人员与监控中心信息的及时沟通,管理人员可在监控中心对现场巡查养护情况进行动态监管,发现问题并及时处理。

选用专业型多功能 GPS 接收机,采用工业级一体化集成设计,集 GPS、Windows CE.Net 6.0、数码相机、麦克风、3G 通信、蓝牙、USB/RS232 端口、SD 卡扩展等多种功能于一身。接收机采用 GPS+GLONASS 双星系统模式,收到的卫星数更多,差分结果精度较高。采用高精度测量型 GPS 主板,内置高灵敏度抗干扰 GPS 天线,精度:单点定位 2.5 m, SBAS 1 m,实时差分 0.5 m,差分后处理 0.3 m,是目前业内功能最强的专业级 GIS 数据采集器,可满足复杂环境及多样化的使用需求。专业级的 GPS 能够更好地在湖泊巡查中精确定位,为事件的后续处理和监控提供技术支持。

移动 GIS 平台由作者自己编写,地图采用手持机内置方式,减少了网络传输量和反应速度。通过 PDA 与 CDMA 无线网络通信模块的连接实现差分 GPS 服务的获取和数据稳定、快速的传输。基于上述软硬件平台和上节中关键技术的实现,完成湖泊巡查信息采集系统的构建。系统界面如图 5 所示。

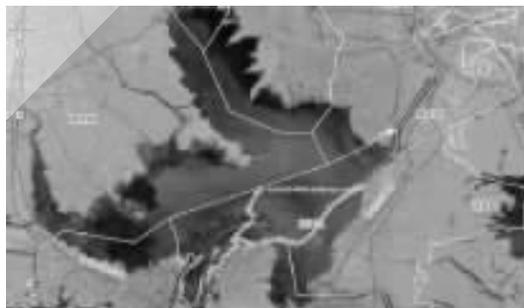


图 5 系统界面图

WebGIS 系统选用 Microsoft Windows server 2003 标准版为服务器操作系统,采用 ESRI ArcGIS Server 10.1 为 WebGIS 开发平台,选用 Oracle 10g 企业版作为数据库软件,客户端支持 IE 等通用浏览器。使用 Microsoft Visual Studio 2010 开发环境,WebGIS 采用 Arcgis API for Silverlight 进行开发,实现对 GPS 手持机采集的信息管理、显示、统计工作;后台充分利用 Oracle 的强大数据管理功能,每天的 GPS 数据都存储在相应的表分区中,能够更加快速地从大量的数据中查询 GPS 实时轨迹和历史

轨迹;后台每天在固定的时刻自动地进行当天巡查路径长度的计算,缩短后续统计巡查总长度的时间。

通过实地巡查、卫星影像判读等手段,结合 GIS、GPS 等新技术的湖泊巡查管理系统已经在经济和科技发达地区开始试用,并开展了卓有成效的工作。本文对基于手持终端和移动 GIS 技术的湖泊巡查信息采集系统的体系结构、功能模块和关键技术进行了分析和研究,通过制定合理的技术方案实现了系统的构建。湖泊巡查信息采集系统大大减少人员的工作量,保证巡查结果实时上传至服务器,便于管理部门及时了解情况并处理,在很大程度上提高了工作效率。基于 XML 和 Web Service 的数据实时提交为以后系统的扩展和各种异构情况提供接口,专业级的 GPS 为事件的后续处理和监控提供了技术支撑,基本满足湖泊管理的需要。

参考文献

[1] GREENE R, AGBENOWOSI N, LOGANATHAN V. GIS-based approach to sewer system design[J]. Journal of Surveying Engineering, 1999, 125(1): 36-57.

- [2] 刘春,姚连璧.车载导航电子地图中道路数据的空间逻辑描述[J].同济大学学报,2002,3(30):347-351.
- [3] 黄丙湖,万剑华,王珂.黄河口 GIS 的设计与实现[J].计算机工程与设计,2011,32(5):1665-1668.
- [4] 张淑华.基于 GSM.GPS 和 WebGIS 技术的动态监控系统研究[J].煤炭技术,2011,30(2):175-177.
- [5] 刘小军,朱艳,姚霞,等.基于 WebGIS 的农业空间信息管理及辅助决策系统[J].农业工程学报,2006,22(5):125-129.
- [6] 郭武士,易欣,陈云坪,等.基于 WebGIS 和条码技术的土壤空间信息管理系统[J].农业工程学报,2010,26(9):251-256.

(收稿日期:2012-03-27)

作者简介:

王飞,男,1987年生,硕士研究生,主要研究方向:地理信息系统。

王冬梅,女,1978年生,高级工程师,博士研究生,主要研究方向:地理信息系统。

谢义林,男,1983年生,工程师,博士,主要研究方向:地理信息系统。