

## 基于 PDA 的森林资源数据采集系统的设计与实现

曾松伟, 李光辉, 胡海根, 唐建锋

(浙江林学院 信息工程学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 为了实现森林资源数据采集的全程无纸化作业, 提高数据采集效率, 研究开发了基于个人数字处理助理 (PDA) 的森林资源数据采集系统。从系统开发平台与开发工具的选择、系统架构与功能、实现的关键技术等方面进行了详细的介绍; 重点研究了客户端与服务器之间的无线网络模式下数据传输的交互技术; 完成了系统服务器端、客户端的软件开发, 并在最后调试运行了整个系统。图 4 参 12

**关键词:** 森林经理学; 嵌入式地理信息系统; 森林资源; 个人数字处理助理; 通用无线分组服务; 全球定位系统  
**中图分类号:** S757.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5692(2009)01-0111-05

## Design and implementation of personal digital assistant (PDA) based information collection system for forest resources

ZENG Song-wei, LI Guang-hui, HU Hai-gen, TANG Jian-feng

(School of Information Engineering, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** A personal digital assistant (PDA) based information collection system for forest resources was developed to improve the efficiency of forestry information collection. The paper presented the system development platform, choice of development tools, system structure and functions, and key techniques. We laid emphasis on studying the interaction of the data transmission by wireless net between Client and Server in this paper. [Ch, 4 fig. 12 ref.]

**Key words:** forest management; embedded geographical information system (GIS); forest resource; personal digital assistant (PDA); general packet radio service (GPRS); global positioning system (GPS)

目前, 小巧便捷、使用简单的嵌入式移动信息产品已逐渐成为森林资源调查、导航定位、作业设计和检查验收等野外作业较为理想的首选设备。国内一些林业教学科研单位以及公司都在做这方面的尝试和有益的探索, 研发了诸如资源调查、数据采集、导向定位等方面的应用系统<sup>[1-5]</sup>, 但是, 目前这些系统尚未达到全面的集成和实时在线信息沟通与数据共享, 其手持终端设备采集的数据往往要通过数据线导入后台, 造成用户的诸多不便, 没有真正实现实时的在线跟踪与在线数据处理功能。近年来, 随着嵌入式技术、各种网络技术和无线移动通信技术的迅速发展, 使得人们有条件利用个人数字处理助理(PDA)实现森林资源的野外数据采集<sup>[6]</sup>, 并通过 PDA 自身配备的全球定位系统(GPS)接收器获取地理位置信息, 再通过现有的网络技术实现掌上设备与中心服务器的数据交换, 并在后台中心服务器实现森林资源的数据分析与处理等功能, 从而可以大大提高数据采集的效率, 实现森林资源数据采集的全程无纸化作业。笔者正是基于此考虑, 做了很多有益的探索与尝试。

---

收稿日期: 2008-03-25; 修回日期: 2008-09-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60674072); 浙江省科学技术攻关项目(2007C21045); 浙江林学院科研发展基金资助项目(2006FR033)

作者简介: 曾松伟: 讲师, 硕士, 从事电子信息系统集成等研究。E-mail: zsw@zjfc.edu.cn

### 1 系统总体结构与功能

整个系统采用 Client/Server 结构，系统总体结构图如图 1 所示。

客户端以掌上设备(如 PDA 或智能手机)为系统平台，集嵌入式地理信息系统(GIS)、GPS 模块、无线通信(WIFI 或 GPRS/CDMA 等)模块以及前端数据采集系统等功能模块于一体，主要完成基本数据采集、导航定位、野外测点及配准、实地面积测量、资源调查、实时监控、图上距离面积量算等功能，并通过无线通信模块实现与服务器端的 IIS 服务器的无线互连，实现实时数据通信与数据共享；服务器端采用 IIS 和 SQL Server 数据库，通过 B/S 结构建立森林资源数据管理系统，结合后台服务器的 GIS 主要实现对数据的统计分析和处理等功能，利用 B/S 结构的跨平台性等特点，方便管理人员对数据的管理和共享。系统根据需要还可以建立 Web Service，提供标准的接口供调用。系统实现总体方案如图 2 所示。

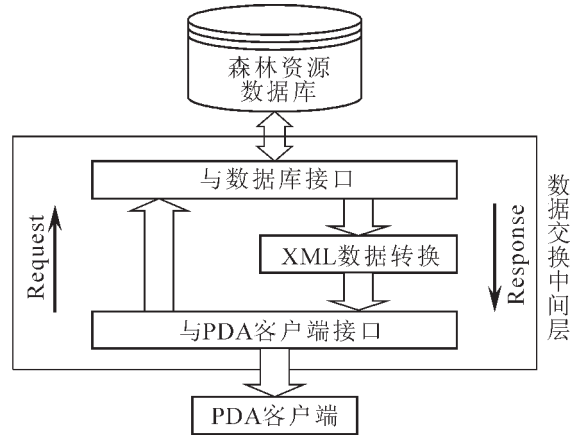


图 1 系统总体结构图

Figure 1 General architecture of the system

### 2 关键技术研究

#### 2.1 客户端嵌入式 GIS 系统的开发

嵌入式 GIS (Embedded GIS)是 GIS 与嵌入式设备集成的产物，它把一个优化的 GIS 数据引擎嵌入到小型移动设备上，是导航、定位、地图查询和空间数据管理的一种理想解决方案。针对嵌入式设备的存储容量相对较小，运行速度较慢和硬件资源稀缺等特点，并结合 GIS 在森林资源数据采集方面的应用<sup>[7-8]</sup>，设计时必须考虑选择合适的嵌入式 GIS 数据库，尽量减少存储量，设计合理的空间数据管理方式，按需分层调入 GIS 数据以及选择合适的算法等方面因素。

#### 2.2 移动数据库访问机制

移动数据库涉及的理论和技术涵盖了当今通信和计算机发展的最新成果，其中，在移动环境下，PDA 如何进行与桌面 PC(或后台服务器)的通信是实现移动数据库的关键<sup>[9]</sup>。移动客户端的应用程序与桌面 PC 进行通信目前有 2 种的编程实现方式：一种是利用 Socket 编程与桌面程序进行通信，即通过 TCP/IP 协议与桌面 PC 进行通信；另一种是利用 RDA 和 Replication (复制)进行数据库编程来完成与桌面 SQL Server 数据库的存取，可通过 SQL Server CE 中的 RDA 或者合并复制快速实现从 PDA 上存取远程桌面 SQL Server 2000 的数据库<sup>[10]</sup>

#### 2.3 空间数据的无线传输技术

目前，空间数据信息无线传输主要有 2 种方式：①GSM 短消息业务(SMS)。SMS 是 GSM 网的一

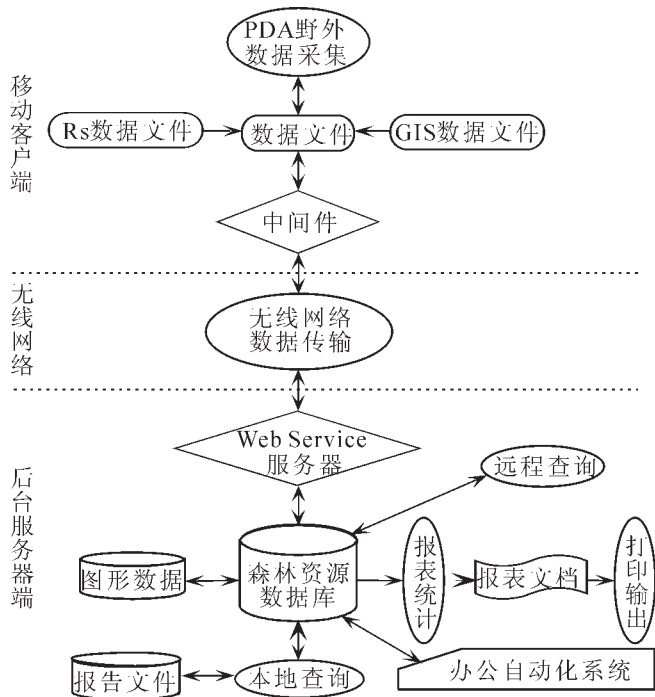


图 2 系统实现总体方案

Figure 2 Implementation scheme of the system

项增值业务, 它通过控制信道传输数据, 支持点对点消息业务及消息广播业务等。这种传输方式具有价格昂贵、传输空间数据的实时性不高, 传输的数据量小等缺陷。②GPRS 无线网络。GPRS 是基于 GSM 无线系统的无线分组交换技术, 是一项高效无线数据传输技术。其通信速度快, 数据延迟小, 按流量收费, 费用低廉, 最大特点就是“永远在线”, 即客户无须为每次数据访问建立呼叫连接, 因此, 非常适合于在移动 GIS 应用中传输空间数据信息和电子地图数据。

### 3 系统开发与实现

#### 3.1 系统开发工具与运行环境

森林资源数据采集系统需要 IBM PC 兼容机一台(配置相关的硬件), 配备 Windows 2003 Server 操作系统; 手持客户端则采用神达 A701 智能手机, 配备 Windows Mobile 5.0 PPC Phone Edition 操作系统; 还需要 Microsoft Visual Studio.net 2005 集成开发环境, Microsoft SQL Server 2000 数据库管理系统, Microsoft SQL Server CE 3.0 移动数据库, Embedded visual C++ 4.0, 以及 MapInfo 公司的 MapX Mobile 等开发工具。开发平台即桌面电脑通过 Microsoft Active Sync 4.2 同步软件用 USB 接口与移动客户端连接, 实现有线服务模式; 移动客户端通过 GPRS 拨号上网后则实现无线服务模式。服务器端安装 IIS 和 SQL Server 2000 数据库管理系统。

#### 3.2 系统实现

系统设计开发始终贯彻自上而下解决问题的方法, 包括系统需求分析、确定系统的功能和结构、划分相应的模块、选择硬件组件和软件工具、设计、实现、集成以及最后调试运行整个系统等。整个系统的实现包括服务器端、客户端以及无线数据传输 3 个部分。

3.2.1 服务器端的实现 服务器端有 Microsoft SQL Server 2000, IIS 和森林资源调查数据管理系统。森林资源调查数据管理系统采用 B/S 结构。设计思想是: 根据功能的需要创建服务器端数据库操作类(中间件)的对象, 通过对象调用相应的函数实现对服务器端数据库的相应操作<sup>[12]</sup>。该中间件可以实现: ①获得数据库操作过程中的异常信息; ②创建/删除本地数据库文件; ③打开/关闭数据库连接; ④执行查询语句, 返回数据; ⑤执行插入、删除、修改等功能操作。其部分代码实现方法如下:

```
namespace ForestResourceInvestigate
{
    public class CSqlHelper
    {
        public CSqlHelper();
        public DataSet ExecuteQuery(string strSqlCmd);
        ... ..
        public string ExecuteProcedure(string strProName, SqlParameter[] SqlParms);
    }
}
```

3.2.2 移动客户端的实现 移动客户端以 PPC 作为移动终端, 采用 SQL Server CE 嵌入式数据库管理数据, 综合利用嵌入式开发技术、数据库编程技术和无线通信技术针对森林资源二类调查的特殊需求实现了即时通信的数据采集信息系统。首先, 移动数据库的实现。本地(或远程)数据库的操作访问设计思想是: 根据功能的需要创建客户端移动本地(或远程)数据库中间件的对象, 通过对象调用相应的函数实现对本地数据库的操作(或实现远程数据库与本地数据库的相互数据传输等功能操作)<sup>[10]</sup>。本地数据库中间件可以实现查询、分页查询、插入、删除、修改以及存储等功能操作。其实现方法如下:

```
namespace ForestResourceInvestigate
{
    public class CLocalDatabaseHelper
    {
        public CLocalDatabaseHelper();
        public SqlCeException GetSqlCeException();
    }
}
```

```

... ..
    public DataSet ExecuteQueryDataSet(string strLocalCommand);
}
}

```

远程数据库中间件可以实现：①获取数据库操作过程中的异常信息；②从远程(服务器)数据库获取数据；③将本地数据库中的数据上传到远程(服务器)数据库等功能。其实现方法如下：

```

namespace ForestResourceInvestigate
{
    public class CRemoteDatabaseHelper
    {
        public CRemoteDatabaseHelper();
        public void PullData(string strLocalTableName, string strSqlCmd);
... ..
        public void Dispose();
    }
}

```

其次，客户端地图功能实现。MapX Mobile 是 Mapinfo 公司开发的可以嵌入到 Windows CE 应用程序的 GIS 组件，具有强大的地图化功能。为此，本系统选择 *MapX Mobile* 作为地图化开发组件。

3.2.3 无线数据传输部分 移动终端通过通用分组无线业务(GPRS)实现与服务器端的 IIS 服务器的无线互连。当 GPRS 建立链路以后，相当于专线直接接入因特网，利用 TCP/IP 协议，因而数据可靠稳定。而且信息管理中心的服务器只需要是普通的接入因特网的主机，可以大大节省服务器端的开销。系统的数据库访问和更新部分则采用了笔者自主开发的中间件和 SQL Server CE 提供的 RDA 数据访问机制，效果如图 3 和图 4 所示。



图3 客户端遥感图像处理界面  
Figure 3 GUI of RS image processing



图4 客户端数据采集界面  
Figure 4 GUI of information collection

## 4 结束语

基于 PDA 的森林资源数据采集系统设计与实现方法, 并利用相应的开发工具及运行平台开发实现了森林资源二类调查系统, 基本能够满足二类调查野外作业的需要, 同时实现了移动终端与后台服务器之间的空间移动数据即时通信、在线数据提取以及实时监控等目标功能, 取得了比较好的效果。但仍存在一些不够完善的地方, 如使用过程中出现的网络不稳定和数据堵塞, 以及当空间数据量庞大时, 其传输能力还是相对有限等问题。当然, 随着 CDMA(code division multiple access)这种完全适合于现代移动通信网所要求的大容量、高质量、综合业务、软切换等多址技术的成熟, 它所具有的强大优势, 使其成为未来嵌入式 GIS 移动通信的发展方向。从长远看, 当第 3 代移动通信 (3G) 进入实用后, 基于 PDA 的森林资源数据采集系统一定会大大推进林业信息化的发展。

## 参考文献:

- [1] 王振堂. 掌上森林资源调查仪(PDA)二类调查软件的开发应用及特点[J]. 林业科技情报, 2007, **39** (2): 10 - 11.  
WANG Zhentang. Development and application of personal digital assistant (PDA) forest inventory software [J]. *For Sci Technol Inform*, 2007, **39** (2): 10 - 11.
- [2] 宋丽艳, 周国模, 汤孟平, 等. 基于 GIS 的林火蔓延模拟的实现[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (5): 614 - 618.  
SONG Liyan, ZHOU Guomo, TANG Mengping, *et al.* Realization of a simulation model for forest fire spread[J]. *J Zhejiang For Coll*, 2007, **24** (5): 614 - 618.
- [3] 许等平, 唐小明, 毕于慧. 基于嵌入式 GIS 的森林资源二类调查数据采集系统[J]. 林业科学, 2006, **42** (S1): 151 - 154.  
XU Dengping, TANG Xiaoming, BI Yuhui. Information collection system for forestry resources based on embedded GIS [J]. *Sci Silvae Sin*, 2006, **42** (S1): 151 - 154.
- [4] 王孝康. PDA 在森林资源清查中的应用[J]. 山西林业科技, 2006 (2): 35 - 36.  
WANG Xiaokang. Application of PDA in forest resource inventory[J]. *Shanxi For Sci Technol*, 2006 (2): 35 - 36.
- [5] 常广军, 赵学瑛, 吴琼, 等. 星源通掌上电脑(PDA) 在森林资源二类调查中的应用[J]. 内蒙古林业调查设计, 2006, **29** (2): 28 - 30.  
CHANG Guangjun, ZHAO Xueying, WU Qiong, *et al.* Application of PDA on second-class investigation of forest resources[J]. *Inner Mongolia For Invest Des*, 2006, **29** (2): 28 - 30.
- [6] 聂祥永, 张敏. 关于实现森林资源调查工作全程信息化问题的探讨[J]. 林业资源管理, 2002 (3): 15 - 18.  
NIE Xiangyong, ZHANG Min. An exploration on completely realizing computerization of forest inventory [J]. *For Resou Manage*, 2002 (3): 15 - 18.
- [7] 郭小龙. 基于 PDA 的嵌入式移动 GIS 系统应用研究与开发[J]. 地理空间信息, 2007, **5** (4): 19 - 23.  
GUO Xiaolong. Practical research and development for embedded mobile GIS system based on PDA [J]. *Geospatial Inform*, 2007, **5** (4): 19 - 23.
- [8] 姜代红, 沈洁. 嵌入式移动 GIS 开发运行平台的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, **28** (20): 4984 - 4986.  
JIANG Daihong, SHEN Jie. Design and implementation of embedded GIS platform for developing and running [J]. *Comput Eng Des*, 2007, **28** (20): 4984 - 4986.
- [9] 程志君, 郭波. 基于 PDA 的装备维修辅助系统研究与开发[J]. 计算机工程, 2007, **33** (10): 263 - 264.  
CHENG Zhijun, GUO Bo. Study and Implementation of PDA-oriented maintenance assistant system for equipments [J]. *Comput Eng*, 2007, **33** (10): 263 - 264.
- [10] 马宁. 用 RDA 连接 SQL Server CE 数据库[DB/OL]. 2006-10-23[2008-04-13] <http://www.csdn.net/magazine>.
- [11] 程娟, 平西建. 集成 GPRS 服务的嵌入式车载地理信息系统[J]. 计算机工程, 2006, **32** (17): 244 - 245.  
CHEN Jun, PING Xijian. Embedded vehicle GIS integrated with GPRS service[J]. *Comput Eng*, 2006, **32** (17): 244 - 245.
- [12] 赵勇, 董德存. Windows CE 下建立数据库的几种方法[J]. 计算机应用与软件, 2005, **22** (3): 48 - 50.  
ZHAO Yong, DONG Decun. Some methods of creating database in windows CE [J]. *Comput App Software*, 2005, **22** (3): 48 - 50.