

基于移动 GIS 的 GPS 定位导航系统的设计与实现^①

张 烁 徐爱功 孙贵博 (辽宁工程技术大学 测绘与地理科学学院 辽宁 阜新 123000)

摘 要: 剖析了基于移动 GIS 的 GPS 定位导航系统的关键技术, 设计出基于 Smart Client 的系统开发架构, 通过 GPS 中间驱动 (GPS Intermediate Driver) 技术及嵌入式开发方式, 在 PDA 电子地图上实现 GPS 的定位与导航。

关键词: 移动 GIS; GPS 定位导航; GPS 中间驱动; PDA 电子地图

Design and Development of Global Positioning and Navigation System for Mobile GIS

ZHANG Shuo, XU Ai-Gong, SUN Gui-Bo

(School of Geomatics, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: This paper analyzes the key technologies of GPS-positioning and navigation system for Mobile GIS and designs the system based on Smart Client Architecture. Through the GPS Intermediate Driver and embedded development, it realizes the GPS-positioning and navigation on PDA.

Keywords: mobile GIS; global positioning and navigation system; GPSintermediatedriver; PDA digital map

1 引言

随着计算机软、硬件技术的高速发展, 移动 Internet 与 GIS 的有机结合, 形成了面向手机等便携式信息终端的 GIS 应用方案^[1]。与此同时, 很多新的技术比如大容量存储卡, 无线局域网, 无线通讯, 3G 网络, GPS 全球定位导航系统也渐渐的被集成到智能设备中, 这使得在移动设备上实现 GIS 的功能成为可能。人们通常把用户(终端设备)处于移动情况下使用的地理信息系统, 称为移动 GIS^[2]。

近年来, 移动 GIS 作为地理信息科学领域研究的热点问题, 引起了很多学者们的关注。在理论上, 国外学者提出了动态、可定制 IMA(智能地图代理)架构^[3]; 将电子地图转换为简单空间格式的算法^[4]; 在国内, 李德仁、李清泉等分析了空间信息与移动通信集成的关键技术, 提出了集成系统的体系结构^[1]; 刘召芹提出集成数据模型, 提高了数据共享程度^[5]。在应用方面, 由美国

地理信息与分析中心(NCGIA)发起的名为 Battuta 计划正处于原型系统建立和区域试验的阶段, 该计划旨在研究数据采集系统中地理数据与相关技术的整合应用; 由爱尔兰都柏林大学的 A.Rizzinig 和 K. Gardiner 等撰写的“移动环境管理 GIS 系统: 鱼类栖息地空间信息管理系统设计”, 结合了无线网络和移动 GIS 实现了环境空间数据的移动管理, 为无线网络与移动 GIS 的结合提供了原型参考; 在国内, 南京大学的严长清等在“基于 GPS-PDA 的土地变更调查数据采集系统集成设计”中采用 PDA 与差分 GPS 结合的方式, 使移动 GIS 数据采集满足了国土资源行业的需求; 王悦, 吴云东等在“基于移动地图学的空间信息系统”中分析了移动地图学的发展趋势, 结合地图学与其他学科交叉的现状, 以地图学的观点指出移动地图服务发展的关键因素。

GPS 作为移动 GIS 采集地理信息数据的一个主要

①基金项目: 辽宁省高等学校创新团队项目(2008T085, 2007T072); 辽宁省高等学校重点实验室项目(2009S049); 辽宁工程技术大学第二届研究生创新计划科研资助项目(Y200900701)

收稿时间: 2009-10-17; 收到修改稿时间: 2009-11-18

手段,可以通过 GPS 实时获得点的位置信息,并在此基础上实现导航的功能。利用 GPS 中间驱动技术(简称 GPSID)设计面向移动 GIS 的 GPS 定位导航系统,通过一个中间层连接开发端和 GPS 模块,使开发者无需直接接触硬件部分,从而降低了开发者与 GPS 串口通讯的难度。通过嵌入式开发,实现智能设备 GPS 的定位导航功能,以满足移动 GIS 数据采集的需求。

2 PDA 电子地图的设计

PDA 电子地图是指显示在智能移动设备上的地理信息数据的可视化产品,它能够根据用户不同的需求提供相应的信息^[6]。PDA 电子地图不同于传统纸质地图或电子介质地图。传统的纸质地图是绘制在硬纸或聚酯薄膜上,单层显示,内容丰富,制作复杂,更新周期长,且不考虑个人用户需求;电子介质地图,是通过计算机成图,采用单层或多层叠加显示,内容详尽,更新快,有成熟的制作标准,可以进行复杂分析操作。

目前,PDA 电子地图设计由于诸多的限制条件,无法具备上述两种地图的所有功能,PDA 电子地图设计的限制主要来源于以下几个方面^[7]: 1)屏幕分辨率低; 2)显示屏小; 3)屏幕色彩不丰富; 4)CPU 处理能力低下; 5)野外环境因素:强光、雨雪、大风等的制约; 6)移动设备没有鼠标,键盘输入功能也不强大。

因此,PDA 电子地图的设计需要综合考虑上述的限制条件及设备自身特点。Reichenbacher (2004)提出,PDA 电子地图的设计需要满足以下四个方面^[8]:

(1) 信息内容: PDA 电子地图所承载的信息,并不要求像传统地图那样拥有对地理信息数据的全面而细致描述,但需要所加载的图层数据能够描述出用户的需求,完成相应的任务。比如,用户是某交通部门,相应的地图设计可以在建筑物或河流方面加以简化,而突出道路数据的展示。对于要突出描述的专题信息,详尽程度也有要求,专题信息的数据质量要高,显示要清晰,精度要达到用户需求。

(2) 用户界面: PDA 电子地图的界面要简单整洁,界面元素尽量少,信息多采用整屏显示,功能项放在显示屏下方的任务栏中,以节省更多的屏幕空间,用来显示地图信息。其次,充分利用键盘和触摸笔编制系统功能快捷键,以达到简洁实用的目的。

(3) 可视化: 在可视化方面,要根据不同的环境

和不同的设备,对地图的设计加以调整,地图标记和符号要简单、明显,使用的标记数量不宜过多,地图背景色多以灰色等冷色调为主,对比度要鲜明,对要素类的填充图案不易过于复杂,达到显示内容清晰,显示效果良好。

(4) 技术: 技术上,要充分考虑移动设备的存储量、电池电量、CPU 处理能力、显示屏大小等,通常可以对 PDA 电子地图进行分层和空间数据精简处理,将 PDA 电子地图分为基础图层和工作图层。基础图层作为背景层,多以影像为主;工作层为移动 GIS 要操作的图层,多以矢量数据为主。

PDA 电子地图的设计,是实现 GPS 定位导航和移动 GIS 数据采集的关键环节,地图质量的好坏直接关系到定位导航的精度和数据采集的质量。实现移动设备的定位导航系统,离不开 GPS 模块,下面将介绍一种开发基于智能设备的定位导航系统的新技术—GPS 中间驱动。

3 GPS 中间驱动(GPS Intermediate Driver)

GPS 中间驱动(GPS Intermediate Driver),即在开发人员和 GPS 硬件设备之间建立一个中间层,开发人员无需直接访问 GPS 硬件,而是通过访问中间驱动提供的 API 函数,间接与 GPS 通讯。GPS 中间驱动是微软公司在 Windows Mobile 系列 5.0 版本之后,提出的一个基于智能设备的 GPS 应用程序开发理念。GPSID 的提出拥有很高的商业价值,对于 GPS 硬件制造商: GPSID 可以和应用程序无缝接合;对于应用程序提供商:它可以和任意支持 GPSID 的 GPS 设备进行整合。

传统的 GPS 开发方式,多采用编程语言直接操作 GPS 硬件部分,进行 GPS 数据文件流工作,完全人为的解析 NMEA 数据,来实现串口通讯;或者使用已经成型的移动 GIS 软件的 GPS 功能,比如,ESRI 公司的 ArcPad、超图公司的 eSuperMap 等。GPS 中间驱动技术,相对于传统的开发方式拥有很多优点,比如:

1)开发速度快、效率高; 2)拥有友好的 API 接口函数; 3)兼容传统的 GPS 数据文件流操作; 4)可以在 PC 端进行仿真模拟; 5)支持多个应用程序同时访问一个 GPS 设备; 6)使解析 NMEA-0183 数据变得简单。

GPS 中间驱动的工作流程如图 1 所示:

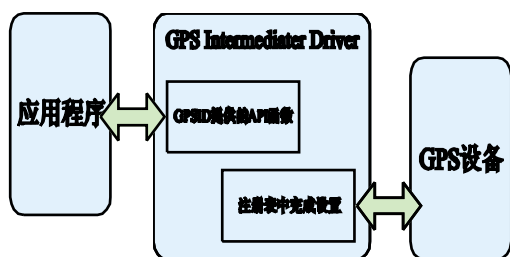


图1 GPS中间驱动工作流程

通过程序语言调用 GPSID 提供的 API 函数, 完成相应的 GPS 参数设置(端口、波特率)及端口的打开关闭操作; API 函数修改操作系统注册表信息, 实现对 GPS 硬件的实际访问, GPS 设备响应访问信号, 完成 GPS 数据的接收与通讯。目前, GPSID 提供的 API 函数包括以下四种: 1)GPSOpenDevice: 打开 GPS 设备, 建立与 GPSID 的通讯; 2)GPSCloseDevice: 关闭 GPS 设备; 3)GPSGetPosition: 获取当前点位信息, 包括经纬度、高程等; 4)GPSGetDeviceState: 获取 GPS 设备状态信息, 包括接收卫星个数、定位质量、时间等。

通过上述四种 API 函数, 应用程序开发人员可以获得定位与导航数据, 完成对 GPS 设备的所有操作。从 GPS 设备中接收的位置数据, 并不能直接的运用到实际的定位与导航之中, 其间还存在坐标系统的转换问题, 下面将探讨 GPS 数据匹配到 PDA 电子地图上的坐标转换问题。

4 GPS坐标转换

智能设备 GPS 接收的 NMEA 格式数据为 WGS-84 坐标系下的大地坐标, 即用经纬度高程(B,L,H)表示的坐标; PDA 电子地图使用的是国家大地坐标系或地方独立坐标系下的直角坐标, 是用(X,Y)表示的平面坐标。因此, 在不考虑高程参与转换的前提下, 通过坐标转换实现坐标系的统一。

转换过程分为两步, 第一步将 WGS-84 椭球下的(B,L)坐标, 通过高斯正算, 转换为该椭球下的平面坐标; 第二步将高斯平面坐标, 通过解析变换法, 转换为国家大地坐标系或地方独立坐标系下的平面坐标(X,Y)。

4.1 高斯正算

根据不同的精度要求可以给出不同的高斯正算公

式, 下面采用一种适合于计算机编程实现的电算公式, 使用 1975 国际椭球参数, 平面坐标精度可达 0.001 m^[9]。

$$x_{84} = 6367452.1328 \frac{B''}{\rho''} - \{a_0 - [0.5 + (a_4 + a_6 l^2) l^2 N]\} \sin B \cos B \quad (1)$$

$$y_{84} = [1 + (a_3 + a_5 l^2) l^2] l N \cos B \quad (2)$$

式中: $l = \frac{(L - L_0)''}{\rho''}$

$$N = 6399596.652 - [21565.045 - (108.996 - 0.603 \cos^2 B) \cos^2 B] \cos^2 B$$

$$a_0 = 32144.5189 - [135.3646 - (0.7034 - 0.0041 \cos^2 B) \cos^2 B] \cos^2 B$$

$$a_3 = (0.3333333 + 0.001123 \cos^2 B) \cos^2 B - 0.1666667$$

$$a_4 = (0.25 + 0.00253 \cos^2 B) \cos^2 B - 0.04167$$

$$a_5 = 0.00878 - (0.1702 - 0.20382 \cos^2 B) \cos^2 B$$

$$a_6 = (0.167 \cos^2 B - 0.083) \cos^2 B$$

4.2 平面坐标转换

根据地方的实际情况和需要, 将高斯平面坐标转换为地方独立坐标系下的平面坐标(X,Y), 采用四参数转换模型。使用此模型求解平面坐标分为三个步骤, 第一步是将 WGS-84 平面坐标系进行旋转; 第二步将旋转后的 WGS-84 平面坐标系与地方平面坐标系进行尺度统一; 第三步进行平移。

以下为模型的具体形式^[10]:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_{84} & y_{84} \\ 0 & 1 & y_{84} & -x_{84} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_0 \\ \Delta y_0 \\ p \\ q \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中: $p = k \cos \theta$, $q = k \sin \theta$ 通过采集两坐标系下至少三对的公共点数据, 使用最小二乘原理, 列出误差方程, 求解出四个转换参数。有了转换参数, 就能够通过上式, 求解出其它点在地方独立坐标系下的平面坐标。

5 实例开发

实例硬件条件为 HTC Touch HD 智能手机和内置嵌入式 GPS 模块(定位精度 10m); 坐标系为阜新独立坐标系; 开发平台为 Visual Studio.NET(2008), 加载 ArcGIS Mobile SDK 组件。

系统作为移动 GIS 的一部分, 采用与移动 GIS

相同的开发架构,即 Smart Client(智能客户端)架构,架构如图 2 所示:

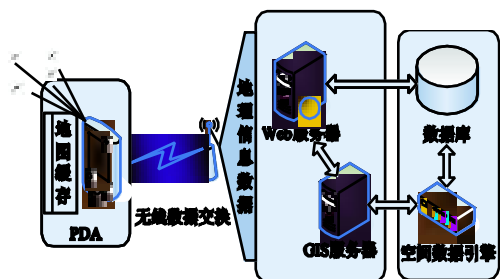


图 2 Smart Client 系统开发架构图

该模式继承并结合 C/S、B/S 模式的优点,在充分利用客户端资源的同时支持与服务器的实时双向同步。PDA 电子地图数据既可以直接部署在智能设备的地图缓存中,也可以通过无线网络下载到客户端存储卡里。

系统实现的主要功能如图 3 所示,其中地图管理和地图操作为通用功能,主要包括放大、缩小、漫游;GPS 设置和 GPS 操作主要包括端口、波特率设定、GPS 端口的打开和关闭;卫星信息显示功能,主要包括显示经纬度坐标、接收卫星数、卫星位置和信号强度。

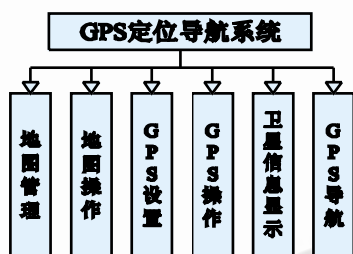


图 3 系统功能设计图

为了验证系统的稳定性、可行性和数据传输的可靠性,系统实地测试为安装了本系统的智能手机,加载制作的辽宁工程技术大学 PDA 电子地图,测试 PDA 通过无线网络访问 Internet 的连通性,开启 GPS 端口,从辽宁工程技术大学荃蕙路西起点出发,东行到达街道口,经萃铭路、紫荫路到达学校南门。测试所经过的路线具有利用 GPS 采集地理数据和导航的典型代表性。

GPS 中间件技术通过调用以下方法设置端口号和波特率:



图 4 地图在 PDA 端显示

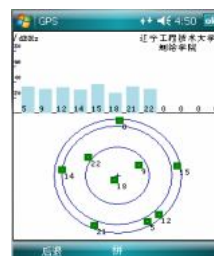


图 5 可用卫星位置分布



图 6 GPS 定位



图 7 GPS 导航

```
serialPortGpsConnection1.PortName = "COM4";
gpsConn = serialPortGpsConnection1;
serialPortGpsConnection1.BaudRate=ESRI.ArcGIS.
Mobile.Gps.GpsBaudRate.BaudRate4800;
```

通过 URL(统一资源定位符)和缓存存储的路径,来唯一确定地图数据的位置:

```
mobileService1.Url=@"http://Intu-640m/Intuzs
/services/map/xin1/MapServer/MobileServer";
mobileService1.CacheStoragePath=Environment.
GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.Personal)+
@"\MapCache";
try
{ mobileService1.Open(CacheOpenMode.OpenOr
Create);
mobileService1.GetDataAsync(map1, false, "获
取数据"); }
```

通过以下代码确定坐标参考框架,加载端口接收的 GPS 数据,进行坐标转换:

```
ESRI.ArcGIS.Mobile.SpatialReferences.SpatialReferenc
e spatialReference=mobileService1.SpatialRefer
ence;
```

```
ESRI.ArcGIS.Mobile.Geometries.Coordinate
coordinate=spatialReference.FromWgs84(lon, lat);
```

由以上调用主要函数的过程可以看出,GPS 中间件技术拥有更高的数据安全性,具有更强的可视化表达能力。

6 结 论

使用 GPS 中间驱动技术能够简洁、清晰、高效的开发出一套性能稳定、功能全面的定位导航系统。

系统可以做进一步的扩展和定制。当系统扩展应用到车载导航, 系统的服务对象变更为路面行驶车辆时, 就应在系统中加入地图匹配技术和导航地图数据库; GPS 的定位导航精度也可以依据不同行业的需求加以灵活定制。例如, PDA 或智能手机可以集成差分 GPS 模块, 定位精度可达到分米级。

参 考 文 献

- 1 李德仁, 李清泉, 谢智颖等. 论空间信息与移动通信的集成应用. 武汉大学学报(信息科学版) 2002, 27(1): 1-8.
- 2 赵文斌, 张登荣. 移动计算环境中的地理信息系统. 地理与地理信息科学, 2003, 19(2): 19-23.
- 3 Gervais E, Liu HS. Intelligent map agents-an ubiquitous personalized GIS. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2007, 62(5): 347-365.
- 4 Kim JW, Park SS, KIM CHANG, et al. The efficient web-based mobile GIS service trough reduction of digital map. Computational Science and Its Applications-ICCSA (1), 2004, 1: 410-417.
- 5 刘召芹, 谢彩香, 王梅. Mobile-GIS 中的数据组织模型研究. 测绘与空间地理信息, 2006, 29(4): 1-4, 13.
- 6 王慧谟, 张瑜. 移动地图应用模式及其空间认知功能研究. 测绘科学, 2007, 32(6): 61-62.
- 7 Hampe M, Paelke V. Adaptive maps for mobile applications [MS Thesis]. Hannover: Univ. of Hannover, 2005.
- 8 Reichenbacher T. Mobile cartography - adaptive visualisation of geographic information on mobile devices [Ph.D. Thesis]. Munich: Technical University of Munich, 2003.
- 9 詹舒波, 张其善. GPS/电子地图的坐标转换算法和实现. 北京航空航天大学学报, 1996, 22(5): 531-534.
- 10 徐卫明, 赵俊生. GPS 测量坐标转换实用性问题的分析. 测绘工程, 2000, 9(2): 11-15.