

PDA 在林业地理信息系统中的一种应用^①

李卫国 常原飞 张 迎 乔彦友 (中国科学院 遥感应用研究所 数字地球与导航室
北京 100101)

摘 要: 根据林业野外有害生物调查中,对照片、坐标和方位角等信息的实际需要,设计实现了一个基于 PDA 的林业有害生物调查系统。系统以遥感图像和林相图作为野外调查的底图,利用内置 GPS 模块进行导航,采集调查点坐标,利用摄像头采集病虫害照片,利用内置电子罗盘获取照片采集时的方位角信息,记录病虫害信息,采集的结果直接保存为空间数据格式。此系统显著提高了野外调查的工作效率,为林业有害生物调查提供了一种先进的技术手段。

关键词: 林业调查;个人数码助理;照相机;电子罗盘;移动地理信息系统;全球定位系统

Application of PDA to Geographical Information System for Forestry

LI Wei-Guo, CHANG Yuan-Fei, ZHANG Ying, QIAO Yan-You

(Institute Of Remote Sensing Applications, Chinese Academy Of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: According to the practical requirement for photo, coordinates and azimuth angle in forest pest investigation, a forest pest investigating system is designed and implemented. Within the system, remote sensing images and forest maps are used as base maps, the embedded GPS is used for navigation and location data collection, the embedded camera is used to take photos in field, the electronic compass is used to capture azimuth angles, and an interface is used to input descriptive attribute data. The result of investigation which be directly saved as Spatial data format. This system can greatly improve the work efficiency and provide an advanced methodology for forest pest investigation.

Keywords: forest Investigation; PDA; camera; electric compass; mobile GIS; GPS

1 前言

进行林业野外有害生物调查时,需要采集野外照片,并且需要同步记录采集照片时的坐标、方位角等姿态信息以及一些病虫害信息,如果使用传统的调查方式,则需要携带照相机、电子罗盘、罗盘仪和测绳以及表格等众多设备工具,工作十分不便,并且其严重的缺点就是分离的测量步骤影响了数据采集的同步性,导致采集的数据精度不高。为了满足此野外采集的需要,我们利用地理信息系统、遥感和 GPS 技术,并结合电子罗盘和摄像头,设计实现了一种基于 PDA 的林业有害生物灾害采集系统,同步采集信息,并将采集的结果直接保存为地理信息系统产业中广泛流行

的 SHP 格式,减小了数据的后处理量。

2 林业有害生物调查的工作流程

在野外调查前,先将 PC 机上预处理好的调查线路图等矢量地图,遥感影像图、地形图等栅格图下载到 PDA 中作为野外病虫害调查的底图。

野外病虫害调查时,以 GPS 导航信息和底图数据为参考,利用摄像头采集调查点图片,并记录调查点的经度、纬度、高度、大地坐标 X、大地坐标 Y、记录调查点处发生的病虫害名称和发生等级、记录调查时间和摄像头拍照时的方位角。在空间图形上,实时显示已经调查过的点,并可以对调查点进行编辑和查询。

^① 基金项目:国家科技支撑计划(2006BAD23B04);国家高技术研究发展计划(863)(2008AA12Z203)

收稿时间:2010-04-16;收到修改稿时间:2010-05-16

调查完成后，将调查结果上传到 PC 机上，经处理后室内使用。

3 系统功能设计

系统主要功能包括：图层管理、空间显示、数据采集、数据编辑、数据查询等，具体如图 1 所示。

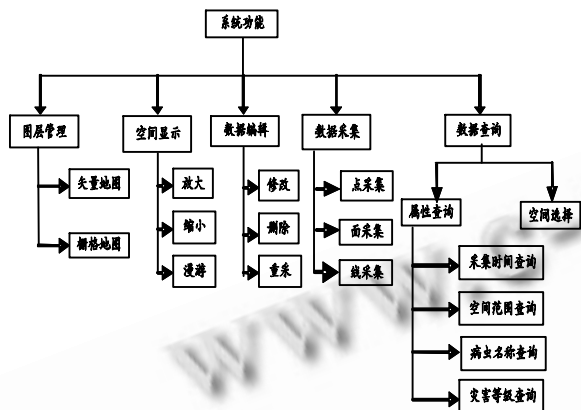


图 1 系统功能图

图层管理用于对系统的底图进行管理，包括矢量图层、栅格图层等；空间显示功能显示地名注记层、预定的调查线路图层等矢量或栅格底图，实时显示调查点，同时为了方便调查，系统具有放大、缩小、漫游等地理信息系统应具有的基本功能[1]；数据采集功能用于采集调查现场照片，并填写有关灾害信息；数据编辑编辑功能用于对已经存在的记录进行编辑、删除或重新采集，另外，由于照片的经纬度坐标、高斯坐标和方位角与调查时的 PDA 姿态有关，所以不允许对这几个字段单独进行编辑；数据查询，主要是通过对话框输入查询条件，找到满足条件的记录，以便进行数据记录的选取与编辑，且可以通过点击空间点位，查询具体的点位。

4 数据结构设计

矢量数据采用 SHP 文件格式，栅格数据采用 JPEG 文件格式，采集的数据以矢量 SHP 格式保存，根据野外所要采集的信息要求，设计如下的 DBF 属性记录结构：

表 1 记录格式

字段	类型
记录号	Long
病虫名称	Text
灾害程度	Text
调查时间	Date
经度	Double
纬度	Double
大地坐标 X	Double
大地坐标 Y	Double
水平方位角	Double
照片	Text(照片路径)

5 系统实现

PDA 操作系统为 Windows Mobile 6.0，开发工具为 VC++.net(VS2005)，Windows Mobile 6 Professional SDK Refresh, Windows Mobile 5.0 Pocket PC SDK。

5.1 接收 GPS 信号和坐标转换

5.1.1 打开 GPS 端口接收 GPS 信号

通过系统函数 `hComPort=CreateFile(comName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, 0, NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL)` 函数打开 GPS 端口(其中 `hComPort` 为串口句柄，`comName` 为端口号)，再通过 GPS 端口接收 NMEA 0183 格式数据，获得 WGS 84 下的经纬度信息。

5.1.2 坐标转换

GPS 接收的坐标为 WGS84 下的大地坐标，我国使用的坐标系一般为北京 54 或西安 80 坐标系下的三度或六度分带高斯坐标，因此需要自定义函数，将 WGS84 大地坐标转化为所需坐标系下的高斯坐标。坐标转换一般过程如图 2 所示(A 坐标系下的大地坐标转化为 B 坐标系下的高斯坐标)[2]：

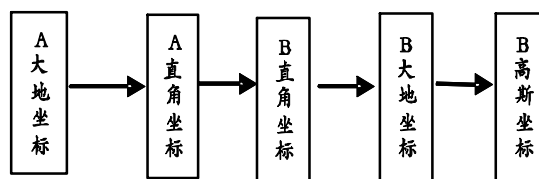


图 2 坐标转化过程图

1) A大地坐标转为A直角坐标。设X,Y,Z为求得的直角坐标(单位米), v为纬度φ处的卯酉圈曲率半径, α和b为椭球体的长短半轴, f为扁率, λ和φ为坐标点的经纬度(单位为弧度), h为相对椭球面的高度, e为WGS84椭球体的第一偏心率, 则转换公式为:

$$\begin{cases} X = (v+h)\cos j \cos l \\ Y = (v+h)\cos j \sin l \\ Z = ((1-e^2)v+h)\sin j \\ v = a / (1 - e^2 \sin^2 j)^{0.5} \\ e^2 = (a^2 - b^2) / a^2 = 2f - f^2 \end{cases} \quad (1)$$

2) A直角坐标转化为B直角坐标。采用位置矢量转换法, 即著名的布尔莎-沃尔夫(Bursa-Wolf)公式。设d_x, d_y, d_z为两坐标系原点的平移矢量, R_x, R_y, R_z为位置矢量的旋转角(单位弧度), M为位置矢量比例因子, M=(1+ds*10⁻⁶), ds为尺度校正量, X_T, Y_T, Z_T为求得的直角坐标(单位弧度), 则有:

$$\begin{pmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{pmatrix} = M * \begin{pmatrix} 1 & -R_z & +R_y \\ +R_z & 1 & -R_x \\ -R_y & +R_x & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{pmatrix} \quad (2)$$

3) B直角坐标转化为B大地坐标, 通过对公式(1)的逆转得到, φ和λ为弧度:

$$\begin{cases} j = \text{tg}^{-1}[(Z_T + e^2 v \sin j) / (X^2 + Y^2)^{0.5}] \\ l = \text{tg}^{-1}(Y_T / X_T) \\ h = X \sec l \sec j - v \end{cases} \quad (3)$$

4) B大地坐标转换为B高斯坐标。设Y_E为最终要求的得横向坐标, X_N为最终要求得的纵向坐标, λ、λ₀、φ分别为以弧度为单位的经度、中央经度、纬度。原点纬度为O, N为带号, FE表示向西偏移500000m且加带号[3], 则有:

$$\begin{cases} Y_E = FE + k_0 v [A + (1 - T - C) \frac{\lambda}{6} + (5 - 18T + T^2 + 18C - 58TC) \frac{\lambda^3}{120}] \\ X_N = k_0 \{ M + v \tan j [\frac{\lambda}{2} + (5 - T + C + 6C) \frac{\lambda}{24}] + (61 - 58T + T^2 + 270C - 378TC) \frac{\lambda^3}{720} \} \\ T = \tan^2 j \\ C = e^2 \cos^2 j / (1 - e^2) \\ A = (1 - 1_0) \cos \phi \\ v = a / (1 - e^2 \sin^2 j)^{0.5} \\ M = a [(1 - e^2) / 4 - e^3 / 64 e^5 / 256 j - \dots] - (3^2 / 8 + e^3 / 32 + e^5 / 1024 + \dots) j^3 + (15^4 / 256 + 45^6 / 1024 + \dots) j^5 - (35^6 / 3072 + \dots) \sin j^6 + \dots \\ e' = e^2 / (1 - e^2) \\ FE = 500000 + N * 1000000 \\ k_0 = 1 \end{cases} \quad (4)$$

5.2 计算方位角

通过服务商提供的API函数, 分别打开重力加速度模块和电子罗盘模块, 获取三轴重力加速度值和三轴磁通量值, 计算得到方位角[4]。

如图3所示, X和Y轴在水平面内, Y轴向右且垂直与X轴, Z轴垂直向下, X轴为前进方向, 其与磁北的夹角定义为方位角α, 方位角方向为从磁北顺时针计算, H_E为地磁矢量场, H_N为磁场水平分量。

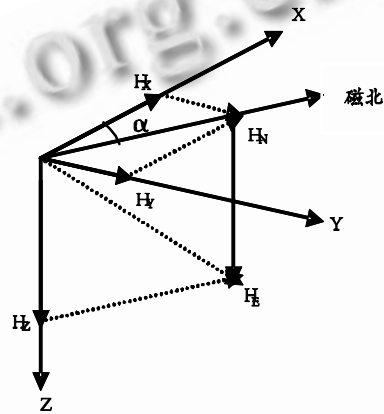


图3 在XY平面内定义的方位角

如果能够用磁传感器测出X和Y方向的磁场强度分量, 则方位角为α = arctan(H_y / H_x); 另外根据反正切函数的值域α ∈ (-π/2, π/2), 且H_x ≠ 0, 弧

度转为角度并考虑角度象限, 则在0~3600范围内可根据以下公式计算:

$$a = \begin{cases} 90^\circ, (H_x = 0, H_y < 0); \\ 270^\circ, (H_x = 0, H_y > 0); \\ 180^\circ - [\arctan(H_y / H_x)] \times 180 / p, (H_x < 0); \\ -[\arctan(H_y / H_x)] \times 180 / p, (H_x > 0, H_y < 0); \\ 360^\circ - [\arctan(H_y / H_x)] \times 180 / p, (H_x > 0, H_y > 0); \end{cases} \quad (5)$$

当电子罗盘不处于水平状态时, 就需要一种称为捷联式或电子平衡式的电子罗盘, 它由三个磁传感器和倾角器组成, 根据倾角器测得的俯仰角和翻滚角和磁传感器测得的三个方向的磁场强度, 通过坐标变换计算出方位角。设倾角传感器测出的俯仰角和翻滚角分别为θ和φ[5], 电子罗盘测出的磁场强度分量分别为H_x、H_y和H_z, 则有:

$$\begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos q & \sin q \\ 0 & -\sin q & \cos q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos q & 0 & -\sin q \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin q & 0 & \cos q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \cos q & 0 & -\sin q \\ \sin q \sin q & \cos q & \sin q \cos q \\ \cos q \sin q & -\sin q & \cos q \cos q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix} \quad (6)$$

由此得出:

$$\begin{cases} H_x = H_x \cos q - H_z \sin q \\ H_y = H_x \sin q \sin q + H_y \cos q + H_z \sin q \cos q \end{cases} \quad (7)$$

将上述算得的 H_x, H_y 带入公式(5), 出方位角 α [6]。

5.3 采集病虫害照片

采集照片前, 为使 GPS 坐标能正确叠加到底图上, 要设置 GPS 坐标系为要转换到底图高斯坐标系。

通过系统 API 函数 SHCameraCapture (PSHCAMERACAPTURE pshcc) 调用摄像头, 采集病虫害照片, 拍摄完成后, 弹出采集对话框, 填入照片名称, 从下拉框中选择灾害名称和灾害等级图 4。

采集照片的同时, 接收的 GPS 经纬度坐标、经过自定义坐标转换函数 Convert84LBHtoXY(double AL, double B, double H, double *ALT, double *BT, double *HT, double *XT, double *YT, const GPSTRANSFORM & gpsParam) 转换后得到的高斯坐标, 自定义函数 GetAzimuth(CString & strazimuth) 计算得出的方位角被记录下来, 与照片一同保存。采集的空间结果如图 5。



图 4 采集界面



图 5 空间显示

6 结论

此系统可以实时在底图上显示调查点, 通过选择调查点来查询属性或通过属性来定位调查点, 可以方便地通过各种过滤条件来查询调查点属性, 对其进行编辑修改, 提高了野外病虫害调查的便捷程度; 系统记录了 WGS84 下的经纬度坐标、转换后的高斯坐标、以及方位角信息, 提高了采集数据的准确度; 调查结果直接存储为流行的地理信息空间数据格式, 使得采集结果无需处理, 可以直接使用, 提高了工作效率; 本系统为林业野外有害生物调查提供了一种有效、准确的采集方式。

参考文献

- 何丹, 常远飞, 张迎, 乔彦友. 基于 PDA 的林业有害生物调查系统设计与实现. 测绘科学, 2009, 34(2): 226 - 228.
- Coordinate Conversions and Transformations including Formulas [2009-7-22]. www.epsg.org, August 2008.
- 孙立冬. 高斯_克吕格投影和横轴墨卡托_UTM_投影的异同. 港工技术, 2008, 5: 51 - 53.
- 郑玉冰, 章雪挺, 刘敬彪. AMR 电子罗盘的设计及其误差补偿. 杭州电子科技大学学报, 2008, 28(2): 41 - 41.
- 李磊源, 李汉军, 施文康. 飞行器的一种空间定向与导航的方法. 探测与控制学报, 2003, 25(2): 20 - 22.
- 刘武发, 姜蓁, 龚振邦. 基于磁阻和 MEMS 加速度传感器的电子罗盘设计及应用. 兵工学报, 2008, 29(2): 244 - 246.