

基于 GPS 的山区道路自助导航系统研究

王兆龙¹ 武刚¹ 刘鹏举² 陈飞翔¹ 汤荣明¹

(1 北京林业大学信息学院 2 中国林业科学研究院资源信息研究所)

摘要: GPS 导航对于森林资源调查、护林防火、造林作业设计等林业野外作业工作效率的提高具有重要作用。在分析 GPS 通用导航系统山区导航问题的基础上,针对山区导航信息缺乏的问题,设计了以轨迹导航与筛选模型为核心的自助导航模型。以此为基础,设计并实现了基于 PDA 的导航信息采集与智能导航为一体的山区道路自助导航系统。该系统可为野外工作人员提供灵活、丰富的信息采集与快捷、方便的导航服务。

关键词: 林业调查;轨迹导航模型;自助导航系统

中图分类号: S771 文献标志码: A 文章编号: 1000-1522(2010)06-0080-05

WANG Zhao-long¹; WU Gang¹; LIU Peng-ju²; CHEN Fei-xiang¹; TANG Rong-ming¹. **Mobile self-navigation system based on GPS in mountain areas.** *Journal of Beijing Forestry University* (2010) 32 (6)80-84 [Ch, 11 ref.]

1 School of Information Science & Technology, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;

2 Research Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing, 100091, P. R. China.

GPS navigation plays an important role in improving the efficiency of forest resources survey, forest fire prevention and afforestation operation design. Based on analysis of the application problem of the common GPS navigation in mountain areas, a self-navigation model was designed including the track navigation model and track selection model. A self-navigation system on PDA was thus developed, which integrated self-collection of navigation information and self-navigation. This system can provide flexible and convenient navigation for people in mountain areas.

Key words forestry survey; track navigation model; self-navigation system

GPS 是美国从 20 世纪 70 年代开始研制,于 1994 年全面建成的新一代卫星导航与定位系统,不仅具有全球性、全天候、可移动、连续的精密三维导航与定位能力,而且具有良好的抗干扰性和保密性^[1]。利用 GPS 优越的导航定位功能,基于 GPS 的导航产品在城市位置服务中得到了普遍关注和广泛使用^[2]。GPS 技术在林业领域的应用主要体现在森林面积测量、森林资源管理、护林防火、飞机播种造林、病虫害防治、旅游及野外考察等方面^[3]。GPS 促进了林业工作向精确、高效、现代化的方向发展,是实现“精准林业”管理

的重要技术手段^[4]。GPS 的出现,使林业工作人员在野外有了新的导向和定位工具^[5],是今后林业部门野外作业必不可少的工具^[4]。

山区野外作业过程中如何辨别方向,如何快速找到样地和顺利返回出发地是林业工作人员面临的实际问题^[5-6]。GPS 通用导航系统主要以城市路网模型和与之相匹配的数字地图为基础导航数据,结合 GPS 实时定位功能为车辆、旅游、探险等提供导航服务^[7-11]。目前的 GPS 通用导航系统均未提供山区道路详细信息,即使利用高分辨率的遥感图像作为背景也无法辨别山区小

收稿日期:2009-12-01

基金项目:中国林业科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(CAFYBB2008013)、“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD23B02)。

第一作者:王兆龙。主要研究方向:信息管理与信息系统。电话:010-82380551 Email:wangzhaolong2008@gmail.com 地址:100083 北京市清华东路 35 号北京林业大学信息学院。

责任作者:刘鹏举,博士,副研究员。主要研究方向:林业 GIS 应用开发技术。电话:010-62888904 Email:liupeng@caf.ac.cn 地址:100091 北京市颐和园后中国林业科学研究院资源信息研究所。

本刊网址: <http://www.bjfujournal.cn>; <http://journal.bjfu.edu.cn>

路,难以提供方便准确的山区导航服务。轨迹导航通过记录行进轨迹或以已经记录的轨迹作参照进行导航,适于工作人员自己建立导航信息。山区道路分支较多,甚至临时成路,仅利用轨迹路线在山区进行导航存在许多问题。目前,由于山区导航缺乏基础数据,现有导航系统难以提供快捷、方便的山区道路导航服务,本文提出适合山区环境的基于轨迹导航的道路导航模型和自动驾驶导航系统,为林业野外调查工作提供支持。

1 山区道路导航分析

目前,基于GPS的导航方式主要包括路网模型导航、轨迹导航和方向导航。其中,路网模型导航效果最佳,但山区道路信息缺乏,同时人工采集山区完整道路信息工作量大,故在山区利用路网模型进行导航难度较大。方向导航无需采集道路信息,通过罗盘显示当前位置与目标点之间的方向和距离,但山区道路曲折,工作人员容易产生偏离目标的感觉,导航效果较差。轨迹导航是山区比较有效的导航方式,工作人员通过记录轨迹并回放克服了山区道路信息缺乏的困难,但仍存在以下不足:1)山区道路的路口不规则,岔路较多,轨迹数据无道路分支信息,难以在岔路口确定方向;2)山区道路中没有像门牌号、路牌、路标等明显地物地标,导航轨迹中缺乏必要的路标,导航过程中无法提示道路相关信息,给工作人员在山区定位和目标查找带来了困难。

本文以轨迹数据与相关信息数据自采集为基础,提出轨迹导航模型与筛选模型为核心的山区自动驾驶导航模型,并以此模型为基础实现了山区自动驾驶导航系统。自动驾驶导航系统通过地理坐标信息将轨迹与路口模型、典型地物地标、声音提示等相关信息进行关联,在山区导航过程中为工作人员提供详细、准确的道路信息,增强定位和辨别方向的能力。

2 山区道路自动驾驶导航模型设计

山区道路自动驾驶导航模型主要包括轨迹导航模型与轨迹筛选模型。山区轨迹导航模型通过对自采集的轨迹信息、路口信息与地物地标信息进行统一管理,为导航提供准确丰富的信息。导航轨迹筛选模型针对导航系统中自采集的多条轨迹数据,依据空间拓扑关系提供导航轨迹的辅助筛选。

2.1 山区轨迹导航模型设计

山区轨迹导航模型指轨迹(“线”)与相关信息(“点”)结合的模型。轨迹是指工作人员沿某条道

路采集的线,包含起点、终点及属性信息等;相关信息指与导航过程相关的路口、自采集的照片等图片、文字描述或声音信息,轨迹数据与相关信息通过地理位置坐标和轨迹编号实现关联。图1为某山区的轨迹导航示意图,其中,实线AF为需要导航的路线,图中虚线为区域内其他未知道路,点A、F分别为导航路线的起点和终点,B、C、D、E点为路线中的路口、明显标识物等所处的位置。

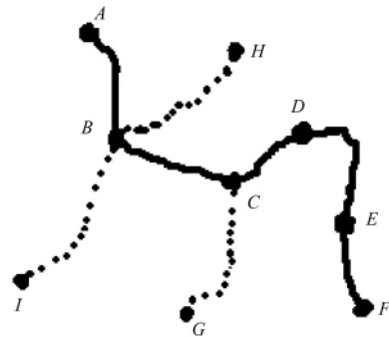


图1 山区轨迹导航示意图

Fig.1 Schematic of track navigation in mountain areas

2.1.1 轨迹导航模型结构设计

在通用轨迹导航的基础上,通过轨迹数据和相关信息数据构建山区轨迹导航模型,满足山区环境的导航需要。轨迹数据包括轨迹名称、编号、起点名称及其地理坐标、终点名称及其地理坐标、轨迹长度等信息。其中,轨迹名称是轨迹导航和轨迹筛选过程中导航轨迹选择的标识;起点和终点信息是导航过程中导航目标点选择的候选对象,在导航过程中利用轨迹长度信息提示到达目标点的距离。

相关信息数据包括信息名称、编号、类型、地理位置坐标、描述信息、轨迹名称及其编号等。其中,轨迹名称和编号是与之相关联轨迹的名称和编号;地理位置坐标是导航过程中控制相关信息提示的重要数据,结合GPS定位功能与导航系统设置的容差进行提示。相关信息的内容主要涉及与导航过程相关的路口、明显地物地标、名胜古迹和导航目标点等图片信息、文字描述信息及声音信息。

山区轨迹导航模型将具有位置信息的路口图片与某一条轨迹关联,当工作人员到达该点附近时通过路口图片信息提示工作人员当前的路口形状及行进方向,从而解决了山区道路信息不详和轨迹导航无道路分支信息,难以确定正确行进方向的困难。如工作人员已采集图1中AF所示轨迹数据,但BH、BI、CG所示的道路信息未知,在轨迹B点、C点处添加路口图片及描述信

息,导航过程中当工作人员到达 B 点、C 点附近时,系统通过当前 GPS 位置坐标与路口信息中位置坐标进行匹配给出路口导航提示信息。同理,在 D 点可添加明显地物地标图片及其描述信息, E 点可添加声音信息,也可在轨迹上某点同时添加图片、文字描述及声音信息。

2.1.2 路口模型

山区道路错综复杂,路口种类多样,为方便工作人员在路口处选择方向,本文提出山区路口模型。路口模型反映道路分支信息,解决了现有轨迹导航无法提供道路分支信息的问题。

路口模型的设计思想是利用可枚举的示意图直观描述复杂路口。路口模型由路口示意图、行进方向指示和描述信息构成,其中利用规范的路口示意图描述山区不规则的路口形状,同时在路口示意图中标识工作人员当前位置及行进方向。为保证工作人员在返回出发地时路口提示信息正确性,每种路口模型包含两组行进方向相对应的指示图,分别表示正向和反向导航时工作人员的前进方向(图 2)。

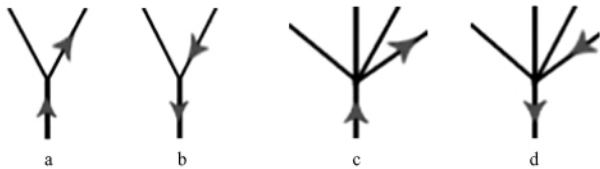


图 2 山区路口模型

Fig. 2 Junction models of mountain areas

本文设计了几种常见的路口模型,如三叉路口、四叉路口、五叉路口等,其中三叉路口包括三叉路右转和三叉路左转两种方式;四叉路口(常见的如十字路口)包括四叉路左转、四叉路直行、四叉路右转 3 种方式;五叉路口包括五叉路左 1、五叉路左 2、五叉路右 2、五叉路右 1 等 4 种方式,工作人员可根据具体导航需要增加路口模型。图 2 列举了三叉路右转和五叉路右 1 两种路口模型,其中图 2a 和图 2b 为三叉路右转路口模型,图 2c 和图 2d 为五叉路右 1 路口模型,其他路口模型同理。

工作人员新建相关信息时选择相应路口图片(如三叉路口右转)并与轨迹相关联,导航过程中使用此信息辨别路口方向。当工作人员从轨迹起点到终点导航时,利用图 2 中的 a 图及其文字说明提示工作人员右转,在反向导航时,自动调用 b 图提示工作人员左转。

2.2 导航轨迹筛选模型设计

工作人员利用自助导航系统不断采集和积累轨迹,使系统中存在多条可供选择的导航轨迹。导

航开始前需要对轨迹进行筛选,具体筛选流程如图 3 所示。

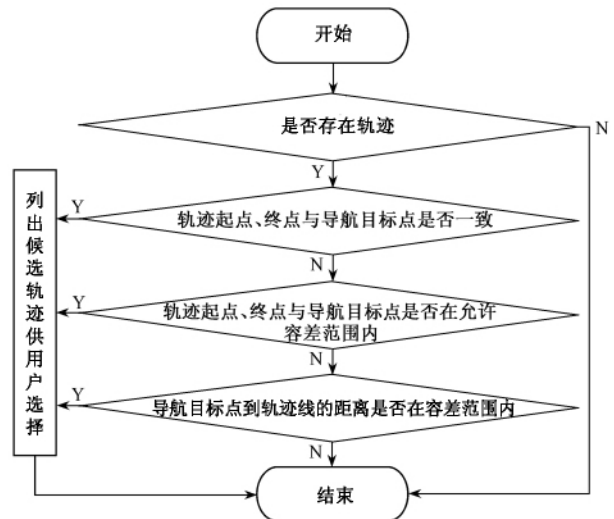


图 3 轨迹筛选流程图

Fig. 3 Flowchart of track selection

系统在初始化时加载轨迹数据,通过导航目标点筛选导航轨迹,当筛选结果符合以下任意情况时列出导航轨迹供工作人员选择:1) 轨迹起点、终点与导航目标一致;2) 轨迹起点、终点与导航目标不一致,但在允许的容差范围内;3) 以上两种查询无结果,但经过点与线的匹配,导航目标的起点、终点到轨迹线的距离在允许的容差范围内。如系统中不存在轨迹数据或通过上述查询均无结果,结束轨迹筛选。该筛选算法支持轨迹起点、终点与导航目标的反向匹配查询,即轨迹起点与导航终点,轨迹终点与导航起点的匹配情况查询。

本文在山区道路自助导航模型的基础上,设计并实现了山区道路自助导航系统。

3 山区道路自助导航系统设计

3.1 自助导航系统功能设计

基于 GPS 的山区道路自助导航主要包括配置管理、导航信息采集和导航 3 个方面的功能,如图 4 所示。

配置管理包括 GPS 导航参数设置、导航轨迹管理、相关信息管理 3 个部分,包括对轨迹及其相关信息数据的修改、删除等管理操作。导航信息采集,指利用 GPS 实时获取位置信息的特点,进行导航轨迹和相关信息采集。导航是山区道路自助导航功能的核心,包括方向导航和轨迹自助导航。在轨迹自助导航中,通过导航轨迹筛选,利用轨迹数据及其相关信息的提示,辅助工作人员完成导航。

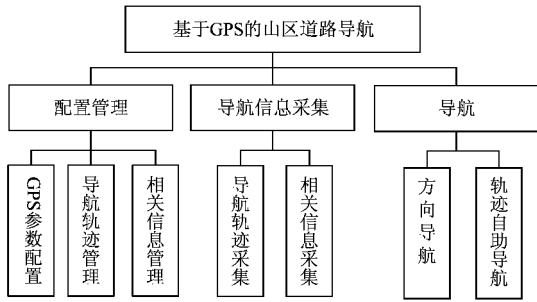


Fig. 4 Module diagram of self-navigation in mountain areas based on GPS

3.2 自助导航系统流程设计

在山区轨迹导航模型、导航轨迹筛选模型的基础上,设计山区道路自助导航流程,如图 5 所示。

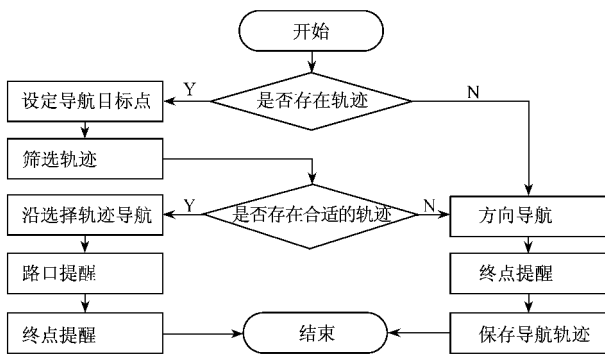


Fig. 5 Flowchart of self-navigation based on mountain roads

当系统中存在轨迹数据时,系统通过工作人员设定的导航目标点筛选轨迹,而后利用选择的轨迹进行导航。在路口、终点等位置时弹出相关信息,辅助工作人员辨别方位。在沿轨迹导航过程中提醒工作人员是否偏离轨迹,同时,当有新的轨迹符合导航要求时,提示工作人员是否使用新的轨迹进

行导航。

当系统中无轨迹数据或通过轨迹筛选未找到与导航目标相匹配的轨迹时,使用方向导航。通过连续显示当前位置与终点之间的方向和距离,协助工作人员进行方位辨别,当工作人员到达终点附近时,系统自动显示终点提示信息。导航结束后提示工作人员保存导航轨迹。

4 山区道路自助导航系统实现

4.1 开发与运行环境

以 Windows CE 为操作系统平台,EVC 4.0 为开发工具,在 Microsoft Pocket PC 2003 SDK 环境下完成系统开发工作。系统运行在具有 GPS 模块的 PDA 平台上,提供 GPS 导航、导航信息采集与管理、空间图形数据管理与显示等功能。

系统是基于 PDA 自主开发的山区道路自助导航系统,系统中主要包括轨迹数据和相关信息数据。轨迹数据以 Shape 文件(*.shp、*.shx 和 *.dbf)的格式存储和管理,导航过程中轨迹数据与图形背景数据叠合达到良好的导航效果。相关信息数据采用 DBF 数据表存储和管理,导航系统根据当前导航轨迹和工作人员位置,通过文字与图形等多种方式为工作人员提供导航信息。

4.2 系统实现效果

系统主要实现了导航信息采集和利用此导航信息自助导航的功能。

系统通过自动记录轨迹的功能采集并保存轨迹数据,同时采集与轨迹关联的相关信息数据,导航信息采集效果如图 6 所示。该导航信息适用于路线上任意两点及路线周边允许容差范围内的点之间的导航,导航信息也可通过加载内业整理后符合模型结构的数据获得。

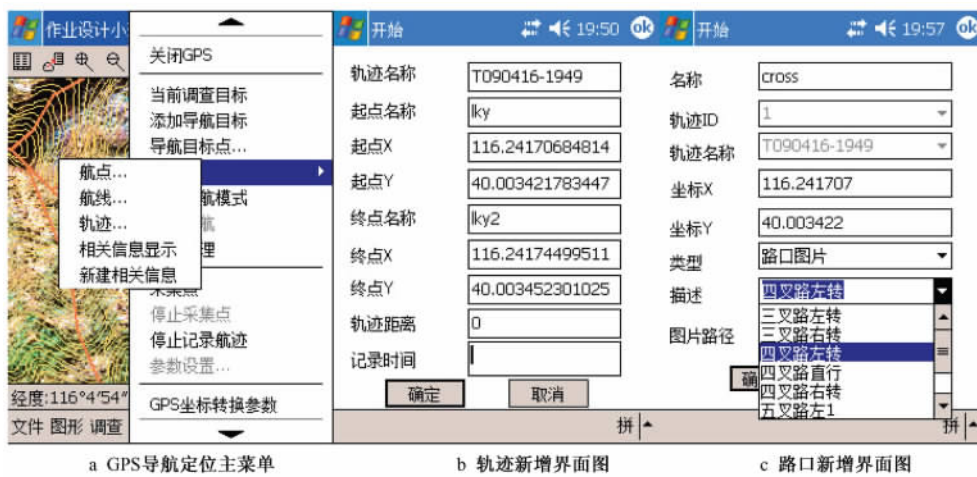


图 6 导航信息采集效果图

Fig. 6 Self-collection effects of navigation information

导航信息准备完成后,通过轨迹筛选得到适合的导航轨迹如图7a所示,系统利用此轨迹为工作人员提供轨迹导航服务。AD为已采集的轨迹,在B、C点分别关联了“四叉路直行”和“三叉路右转”的路口信息(如图7b所示)。当工作人员从A点出发沿轨迹行进至B点、C点附近时系统提示工作人员查看相关信息,在C点处提示工作人员“三叉路右转”(如图7c所示)。



图7 自助导航效果图

Fig.7 Effects of self-navigation

5 结论与思考

本文设计了基于GPS的山区道路自助导航模型,实现了基于PDA的导航信息采集与智能导航为一体的山区道路自助导航系统,解决了导航数据不足情况下山区导航的问题,为今后GPS在山区导航方面的应用提供了新思路。通过自助导航系统中导航信息的应用,不断积累导航数据,为林业野外作业工作人员提供服务。此导航方式可应用于森林旅游、探险、野外勘察、野生动植物保护等领域,有进一步研究和应用的价值。

本文主要针对山区道路自助导航进行了研究,对于自采集积累的导航信息,需要建立与通用GPS导航系统间数据的交换,以便丰富山区道路导航基础信息,实现道路导航信息的统一采集、建模与共享。由于山区地形与树冠遮挡对GPS定位精度的影响,存在轨迹数据采集不完整和导航时相关信息提示不准确的问题,需进一步探讨。

参考文献

- [1] 潘辉,肖胜,赖彦斌,等.全球定位系统(GPS)及其在林业中的应用前景[J].福建林业科技,1998,25(3):68-73.
[2] 任福.基于PDA的个人移动导航系统的设计与实现[D].武

汉:武汉大学,2002.

- [3] 刘云伟.多模卫星导航定位技术在精准林业中的应用研究[D].北京:北京林业大学,2008.
[4] 卢卫峰,王静戟.GPS系统在精细林业中的应用[J].西北林学院学报,2004,19(1):133-135.
[5] 安楠,夏凤禹.林业工作中GPS功能简介[J].林业科技情报,2009(1):40-43.
[6] HALLO J C, MANNING R E, VALLIERE W, et al. A case study comparison of visitor self-reported and GPS recorded ravel routes [C]//BRICKER K, MILLINGTON S J. *Proceedings of the 2004 Northeastern Recreation Research Symposium*. New York: USDA Forest Service, Northeastern Research Station, 2005:172-177.
[7] TACHIKI Y, YOSHIMURA T, HASEGAWA H, et al. Evaluation of GPS positioning accuracy while walking in forested areas [J]. *Journal of Japanese Forestry Society* 2004, 86(1):5-11.
[8] 徐斌,郭丙轩.基于Mobile GIS的车辆导航系统开发研究[J].地理空间信息,2007,5(5):83-85.
[9] 李佳祎,吴建平.一种基于3G移动通信系统的GPS定位系统[J].铁道勘察,2007(4):51-53.
[10] 王延亮,张玉娟.城市导航电子地图的道路模型[J].测绘与空间地理信息,2005,28(3):62-64.
[11] 张晓楠.基于GIS与GPS的车载城市导航信息系统设计研究[D].石家庄:河北师范大学,2006.

(责任编辑 冯秀兰)