

# GPS 导航系统在道路巡检中的应用研究

熊力,方康玲,刘永祥

(武汉科技大学 信息科学与工程学院,湖北 武汉 430081)

**摘要:**在道路巡检过程中,需要通过 GPS 导航仪实时掌握巡检车辆的动态信息,因此,导航功能的设计是巡检系统实时性和准确性的基本条件。文中以 MapX 组件为平台,采用 Visual C++ 开发工具,针对道路巡检的特殊环境要求,详细地探讨了 GPS 导航软件功能的实现。在传统 GPS 导航功能的基础上,如地图控制、路径规划,结合数据库系统,实现了导航仪的历史轨迹回放和实时绘制轨迹,通过 GPRS 无线网络能够准确地反馈道路信息给计算机终端。

**关键词:**MapX; 路径规划; 轨迹回放; 实时绘制

**中图分类号:**TP311;P228.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)06-0246-03

## Research of GPS Navigation System in Road Patrol Line

XIONG Li, FANG Kang-ling, LIU Yong-xiang

(College of Information Science and Engineering, Wuhan University  
of Science and Technology, Wuhan 430081, China)

**Abstract:** In the process of road patrol, it is important to know the vehicle's dynamic information of whole system by GPS navigation. The realization of navigation is the basis of veracity. By the use of Visual C++ and MapX component, aims at design the function of GPS navigation under the special environment of road patrol system. On the basis of traditional GPS navigation, such as map control, path planning, the system realizes the function of trace replay and plotting real-time track curves which can feedback the road informations to the computer correctly and timely by the GPRS wireless network.

**Key words:** MapX; path planning; trace replay; plotting real-time track curves

### 0 引言

文中以 MapX 控件为基础,采用 VC++ 进行二次开发,实现了 GPS 导航仪的基本功能,如地图控制功能,路径规划,历史轨迹回放。在此基础上,针对巡检过程中新增道路需要添加至地图,利用采集的地图数据,结合数据库系统,进行实时绘制,并实现了与上位机之间的通讯,对 MapX 在特定系统中的开发,如电力巡检、公交监控系统有参考作用。

### 1 MapX 的特征及结构

MapX 是具有强大地图分析功能的 Active 组件,能够快速简单地在应用系统中嵌入地图功能,增强应用系统的空间分析能力,实现地图编辑和查询。

### 2 地图路网拓扑结构的构建

路网拓扑关系主要讨论线与线之间的连通性关系,即将其按节点和边的关系抽象为图的结构,在 GIS 中称为构建网络的拓扑关系。文中采用邻接表的存储方式实现<sup>[1]</sup>。

在 MapInfo 电子地图格式中,公路或街道都是以实体的形式存储。线图元是以一组节点坐标  $(x_i, y_i)$  存储的,同一条道路相邻节点之间的连线近似为直线。通过读取文件的操作,可以获取地图上数据点的信息。因此,定义如下的数据结构:

```
struct NODE
{
    int RoadNum; //道路编号
    int NodeNum; //节点编号
    bool IsJunction; //判断该节点是否为道路交点
    double Lon, Lat; //节点经纬度
    struct NODE * Parent; //节点的父节点
    struct NODE * Child[8]; //节点出度
    struct NODE * NextNode; //节点的子节点
```

收稿日期:2009-09-18;修回日期:2009-12-16

基金项目:湖北省科技型中小企业技术创新基金(2007BHS022)

作者简介:熊力(1985-),男,硕士研究生,研究领域为软件开发;方康玲,教授,博士生导师,研究领域为智能控制、图像处理、嵌入式系统等。

};

通过创建链表、填充节点、唯一化表、填充新表子节点,道路网的拓扑结构就建立成功,路网的相关信息就可以通过节点以及其子节点描述。

### 3 导航软件功能的实现

针对道路巡检,在传统GPS实现的功能如地图控制、路径寻优等功能上,增加了历史轨迹回放和实时绘制轨迹的功能,方便巡检车辆更好地掌握道路信息。

#### 3.1 地图控制

(1)图层的各种操作:用户可通过对图层的操作浏览不同的地图界面。由于图层较多,一般使用时不会得到所有图层,而且所有图层都显示在地图窗口中,这样较混乱,所以一般是有选择地让某些图层显示在窗口中<sup>[2]</sup>。

(2)实现对地图的漫游、缩放、浏览等功能。以下为主要功能的实现函数:

```
m_ mapx. SetCurrentTool(miZoomInTool); //放大
m_ mapx. SetCurrentTool(miZoomOutTool); //缩小
m_ mapx. SetCurrentTool(miPANTool); //漫游
```

#### 3.2 路径寻优

建立了电子地图的数据结构后,在已知当前位置点和目标位置点的情况下,可以求在道路网络中最短或者最少时间的路径,即所谓的最优路径问题。在图论中求解最短路径最著名的是Dijkstra算法和Floyd算法。这两种算法基于图论中的网络模型,在求解时有可能并准备搜索所有的网络节点,算法的时间复杂度分别为 $O(n^2)$ 和 $O(n^3)$ ,其中 $n$ 为网络节点数。显然,在拥有大量节点的道路网中,该算法运算量太大,难以满足要求,由此引入启发式搜索算法<sup>[3]</sup>。文中采用改进型A\*智能算法,考虑当前搜索点与终点间距离带来的影响,引入方向优先搜索,实验证明算法搜索空间小,求解速度快。

A\*算法流程如下:

1) 建立一个只由初始节点s组成的搜索图G,把初始节点送到OPEN表中,那么OPEN:=(s); CLOSED:=( ),此时 $f(s)=0+h(s)$ 。

2) LOOP:if OPEN=( ), then EXIT。

3) n:=FIRST(OPEN),使 $f(n)$ 最小; REMOVE(n,OPEN); ADD(n,CLOSED)。

4) 若n为目标节点,则成功,算法结束。

5) 扩展节点n,生成n的所有不是它的先辈节点的后继节点集 $M=\{mi\}$ ,把mi作为n的后继节点添入

G。

6) 若mi没有在OPEN和CLOSED表中出现,则把mi加入到OPEN表。

7) 若mi在OPEN表中有重复节点,且 $g(mi)<g(k)$ ,则REMOVE(k,OPEN);

ADD(mi,OPEN)。

8) 若mi在CLOSED表中有重复节点k,且 $g(mi)<g(k)$ ,则

a. CLOSED表的节点K改为节点mi;

b. 按后继元表,修改k的所有在OPEN和CLOSED表中的后裔的g,f值。

9) 按f值从小到大的顺序,对OPEN表中的节点重新排序。

10) go LOOP。

在OPEN和CLOSED两张表的节点,除含有节点的状态描述外,还包含该节点的代价估计值f和g,后继元表,以及一个主链的前趋指针,指明该节点在通向初始节点的最佳通路的父节点。有了主链,使得找到目标节点后,只要沿着主链的指针追踪到初始节点就可以获得整个求解路径<sup>[4~6]</sup>。

A\*算法是否能够保证找到最短路径,关键在于估价函数的选取。在信息量很大而且需要保证一定时间效率的情况下,估价函数的选择尤为重要<sup>[7]</sup>。其一,估价函数应该有很好的启发能力,尽可能地提供较为准确的信息;其二,计算估价函数的工作量不能太大,否则,将会影响效率。

文中采用方向优先搜索法,选取比较夹角大小的估价函数。这种优先方法能保证从起点出发,朝着终点的方向寻找道路,更接近于人的寻路思维,显然,带有方向性地寻路,会比盲目无方向的搜寻高效<sup>[8]</sup>。其函数表达式为:

$$f(n) = g(n) + \sqrt{(N_x - D_x)^2 + (N_y - D_y)^2}$$

其中 $N_x, N_y$ 为中间点的经纬度坐标, $D_x, D_y$ 为目标点的经纬度坐标。

算法采用武汉市电子地图,图1起点为南海琴行,终点为黄鹤楼中学,搜索结果表明,实际中可达的两地点间,算法可以找到合适的路径。

#### 3.3 历史轨迹回放

要回放车辆的历史运动轨迹可分两个步骤:首先,根据回放时间提取出数据库中的历史记录;其次,根据记录在地图上绘出轨迹<sup>[9]</sup>。实现步骤如下:

(1)获取定义时间段内的GPS数据记录(Record-Set);

(2)VC下定义OnTimer时钟事件;

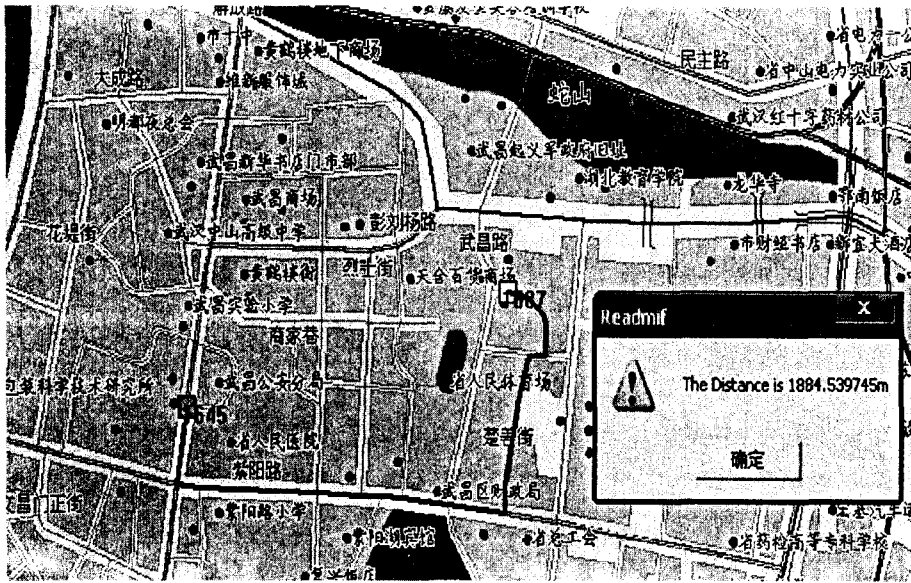


图 1 改进型 A\* 算法搜索路径结果

(3)时钟事件下获取 RecordSet 当前的 GPS 信息并且 RecordSet -> MoveNext, 直到 EOF。

根据记录在地图上绘出车辆历史轨迹的流程如图 2 所示。

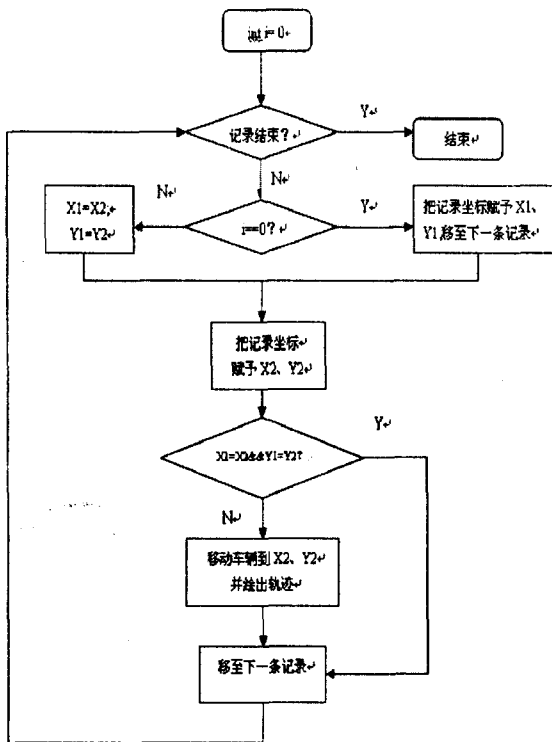


图 2 绘制轨迹算法

### 3.4 实时绘制轨迹

由于电子地图需要更新新增道路,就需要实时记录 GPS 导航仪所走过的道路,并将道路信息通过短消息方式发回给远端数据库进行存储。

首先创建一个临时动态层,通过定时器使 GPS 接收器接实时收到的信号在间隔时间内显示在临时动态

层上,并调用 createline() 来绘制出轨迹<sup>[5]</sup>。由于临时动态层置于所有图层之上,因此可以在导航仪上看到巡检人员的运动轨迹,完成了道路的实时绘制,同时将道路的信息传回给远端数据库,在监控中心的监控界面上更新地图信息。运行轨迹如图 3 所示。

### 3.5 网络通信模块

#### 3.5.1 网络通信基本原理

网络通信模块建立了用户系统和监控中心的通信连接,使双方可以进行信息和数据的双向传输。用户系统的网络通信模块主要负责定时将 GPS 定位信息打包发送到监控中心,使监控中心能够及时得到目标车辆的状态信息,如位置、行驶速度等等,实现对目标车辆的跟踪、管理<sup>[10,11]</sup>。由于网络通信模块在整套系统中起着关键作用,设计时要全面考虑各项因素,如系统使用的外部环境、网络带宽等,另外对于网络突然中断或系统用户数量剧增等网络突发事件要具备良好的应对能力。

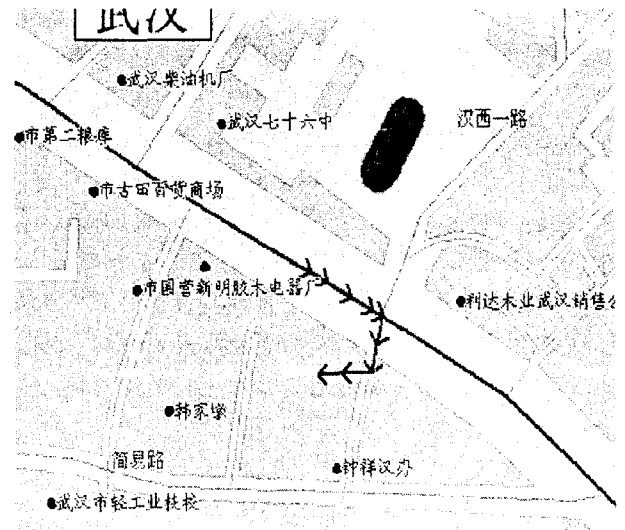


图 3 绘制实时轨迹(箭头显示)

#### 3.5.2 无线通讯实现方法

由于无线网络环境通常比较恶劣,数据包丢失的现象时有发生<sup>[12]</sup>。为了保证数据包能按先后顺序准确无误地发送到目的地,设计时采用了以下方法:首先在数据内容之前增加额外的验证信息,该验证信息保证数据包能按发送的先后顺序到达目的地;其次采用 (下转第 253 页)

考价值。

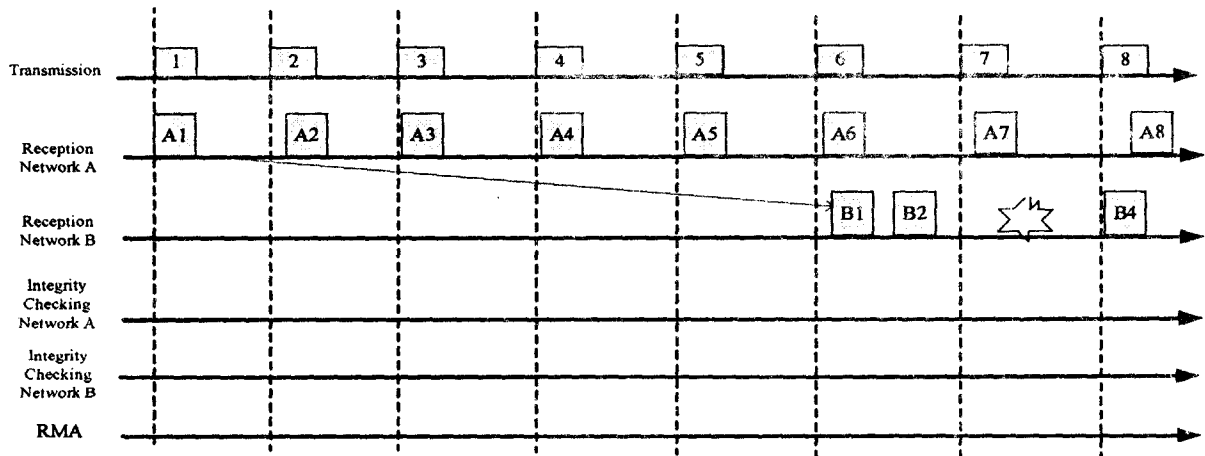


图6 非启动帧通道冗余管理未通过

参考文献:

[1] Bus Tools/AFDX Visual Analyzer for ARINC 664/AFDX User's Manual[M]. [s. l.]:CONDOR Engineering, 2005:2-5.

[2] Bisson K, Troshynski T. Switched Ethernet Testing for Avionics Applications[C]//IEEE 2003. [s. l.]: [s. n.], 2003:546-550.

[3] ARINC664 Aircraft Data Networks, Part7(draft3):Deterministic Network[S]. [s. l.]:ARINC Airlines Electronic Engineering Committee, 2005:25-32.

[4] 叶佳字,陈晓刚,张新家.基于 AFDX 的航空电子通信网络的设计[J].测控技术,2008,27(6):56-60.

[5] Hounsfield C. ATM. AFDXTest[J]. Aerospace Testing International, 2005,12(5):84-87.

[6] Local and Metropolitan Area Network: Media Access Control Level Bridging[S]. IEEE 802.1D,1998:42-50.

[7] 师鸣若,姜中华,阎芳.一种快速宏观网络态势分析算法[J].计算机技术与发展,2009,19(4):163-165.

[8] 程德风,达力.一类自选网络的容错直径与容错路由算法[J].计算机技术与发展,2009,19(4):61-64.

[9] 杨云,熊华刚.计算 AFDX 延迟的网络演算方法[J].电光与控制,2008,15(9):58-60.

[10] 陈昕,杨杰,周拥军.航空全双工交换以太网冗余管理机制研究[J].计算机工程与应用,2009,45(2):102-105.

(上接第 248 页)

应答的机制,发送方只有在收到接收方的应答之后才发送下一个数据包,如果在设定的时间内发送方没有收到接收方的应答,将重新发送该数据包。

4 结束语

以 MapX 为平台深入研究并探讨了道路巡检系统的导航功能,针对巡检过程的特殊要求,经过实验,在 Visual++6.0 下结合 Microsoft Access 数据库,通过 GPRS 无线网络通讯基本实现了对导航仪的位置信息记录和实时跟踪。在此基础上,可以对导航系统进行进一步的功能完善,如语音导航,这是作者下一步的工作。

参考文献:

[1] 朱俊岭,崔平远,陈阳舟. MapX 在路径规划系统中的应用[J]. 计算机工程与设计,2006,27(8):50-53.

[2] 刘昌平,王勇,崔洪刚.基于 MapX 实时绘制车辆轨迹的研究与实现[J].南昌工程学院学报,2005,24(3):40-42.

[3] 王开义,赵春江,胥桂仙,等. GIS 领域最短路径搜索问题的一种高效实现[J].中国图像图形学报,2003,8(8):951-956.

[4] 甘浩.车辆定位导航系统的最优路径规划技术研究[D].武汉:武汉理工大学,2005.

[5] 卢瑶.基于 GIS 的路径规划系统研究[D].大连:大连理工大学,2005.

[6] 齐瑞,屈韶琳,阳琳.用 MapX 开发地理信息系统[M].北京:清华大学出版社,2003.

[7] 陆汝铃.人工智能[M].北京:科学出版社,1995.

[8] 杨素琼,林碧琴,何伟.基于 A\* 算法的地图路径搜索的实现[J].铁路计算机应用,2000,9(4):8-11.

[9] Nilsson N J. Principles of artificial intelligence[M]. New York:Tioga Publishing Co,1980.

[10] Abbott E, Powell D. Land-vehicle navigation using GPS[J]. Proceedings of the IEEE, 1999,87(1):145-162.

[11] 王东.信息技术在现代汽车及交通领域中的应用[J].城市车辆,2006(1):59-61.

[12] Jones C B, Kidner D B. Database Design for a MultiScale Spatial Information System[J]. Geographical Information Systems, 1996,10(8):901-920.