

# 基于 MapX 的高速公路动态拓扑结构的构建

张春玲<sup>1</sup>, 蒋 珉<sup>1</sup>, 柴 干<sup>2</sup>

(1. 东南大学 自动化学院 复杂工程系统测量与控制教育部重点实验室, 江苏 南京 210096;

2. 东南大学 交通学院, 江苏 南京 210096)

**摘 要:** 最优路径分析是地理信息系统(GIS, Geographic Information System)网络分析的基础, 而道路网络拓扑结构的构建又是最优路径分析的关键。结合高速公路网和 MapX 组件的特点, 将 MapX 控件与 Visual C++ 6.0 开发平台相结合, 采用数据结构中的邻接表来表示高速公路网络的拓扑结构。仿真结果表明, 对高速公路电子地图中任意选定的某条道路或某些区域, 系统都能形成所选区域中道路之间的拓扑关系, 并将提取出的相关道路的路网信息自动存储到数据库中, 从而为后续的道路交通仿真及事故救援时进行最优路径搜索提供必要的信息。

**关键词:** MapX; 高速公路; 拓扑结构; 数据结构

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)12-0205-04

## Building of Dynamic Topological Construction on Expressway Based on MapX

ZHANG Chun-ling<sup>1</sup>, JIANG Min<sup>1</sup>, CHAI Gan<sup>2</sup>

(1. Ministry of Education Key Laboratory of Measurement and Control of CSE,

School of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** The optimal path analysis is the basis of GIS(Geographic Information System) network analysis, the building of the road network topology construction is the key to the optimal path analysis. According to the characteristics of highway network and MapX component, combining the MapX control with Visual C++ 6.0 development platform, uses adjacency list in data structure to represent topology structure of highway network. Simulation results show that the system can form the topological relationship between road for selected roads or some areas in electronic map on the highway. At the same time, the system also extracts the relevant road network information and automatically stores them in the road database. This provides the necessary information for subsequent road simulation and the optimal path search when the road appears traffic accidents.

**Key words:** MapX; expressway; topology construction; data structure

## 0 引言

高速公路是道路交通体系的重要组成部分, 其发展极大地提高了交通运输能力。高速公路中车辆行驶速度较快, 一般设计时速为 90~120 公里/小时, 有些车辆的速度甚至更高。由于高速公路上车辆行驶速度快, 运行时动量大, 因而比普通公路更容易发生交通事故。当发生事故时要寻求最优路径以确保救援车辆能够在最短的时间内到达事故点<sup>[1-3]</sup>。因道路网络拓扑

结构的构建是进行最优路径搜索的前提条件, 所以首先要建立基于 MapX 的高速公路网的动态拓扑结构。

MapX 是 MapInfo 公司开发的 ActiveX 控件, 可以被快速集成到使用 Visual C++、Delphi、Visual Basic、PowerBuilder 等面向对象的语言的客户端应用程序中。MapX 以 MapInfo 表的形式组织起来, 每一个表都是一组 MapInfo 文件, 用来在地图中建立一个图层。MapX 的空间数据结构如下: 从横向分析, MapX 采取基于空间实体和空间索引相结合的一种数据结构; 从纵向分析, MapX 是一种分层存放的数据结构<sup>[4,5]</sup>。由于 MapX 采用的这种简单矢量数据结构中, 数据独立存储, 不含有任何拓扑关系, 不利于最优路径规划, 所以必须要先对网络数据建立拓扑关系。

因此文中结合高速公路网中道路的线形特点, 利

收稿日期: 2010-03-03; 修回日期: 2010-06-19

**作者简介:** 张春玲(1983-), 女, 河南人, 硕士研究生, 研究方向为计算机仿真、控制系统 CAD; 蒋 珉, 副教授, 研究方向为计算机仿真、控制系统 CAD 和先进制造技术; 柴 干, 副教授, 研究方向为城市交通控制与仿真、高速公路信息工程与仿真、公路路网调度指挥系统。

用 Visual C++ 6.0 集成 MapX 控件建立了基于 MapX 的高速公路的动态拓扑结构。

## 1 MapX 中显示的地图结构

MapX 将地图存储为图层 (Layer) 的集合, 每一个含有图形对象的数据都可以显示为一个图层。Layer 集合由 Layer 对象 (0 至  $n$  个) 构成, Layer 对象由图元集合 (Features) 构成, 其中各个图元具有其各自的属性和样式。图元集合由 Feature 对象构成, 相应于地图上的图元, 例如点、线或区域。相同类型的地图图元包含在一个图层里, 各图元对象之间是相互独立的, 没有拓扑关系<sup>[6]</sup>。由于 MapX 的一个图层通常只有一种类型的地理空间图元对象, 所以要想建立点、线、面等不同图元之间的拓扑关系, 需要重新构建数据库和表, 以存储从地图中获取的关于图元的相关数据信息。根据文中研究需要只须加载河南省电子地图中的高速公路图层即可。

文中加载的河南省地图中的高速公路图层如图 1 所示。

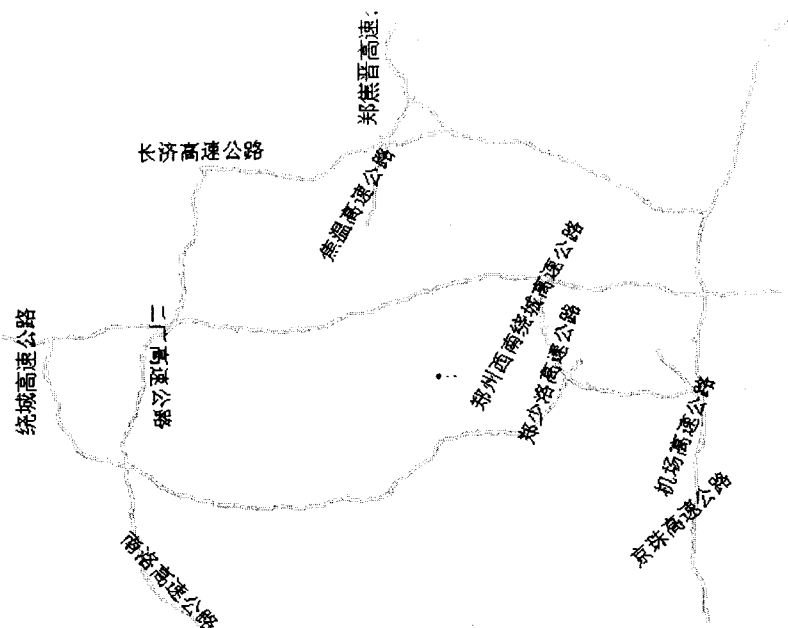


图 1 河南省高速公路图层

## 2 MapX 控件在 Visual C++ 中的使用

使用 Visual C++ 创建 MapX 控件, 即在项目中包括 MapX.h 和 MapX.cpp 文件。这两个文件包含用于对 MapX 控件进行访问的类定义和方法实现。

在 Visual C++ 中加入对 MapX 的支持, 即在 Visual C++ 环境/菜单 Project/Add To Project/Components and Controls..., 选择其中已注册的 ActiveX 控件 MapInfo MapX 5.0, 然后在视图类中声明全局变量并

添加 OnCreate() 函数:

```
class CMapxSampleView : public CView
{
protected:
    CMapX m_ctrlMapX;
}
```

在 OnCreate() 函数中加入代码:

```
If(! m_ctrlMapX.Create(NULL, WS_VISIBLE, CRect(0, 0, 100, 100), this, IDC_MAP);
Return -1;
```

## 3 高速公路网络拓扑结构的构建方法

由于高速公路沿线全封闭、道路线形长, 与任何铁路、公路全部立体交叉, 道路无交叉口, 车辆分流、汇流只能在进出口匝道完成, 并且车辆只能单向行驶, 所以用数据结构中的有向图来表示高速公路网络的拓扑结构<sup>[7,8]</sup>。为了研究方便, 加载的河南省高速公路图层中已自动把每条高速公路道路进行了分段, 每一段都可以看成是一个线图元, 利用 MapX 提供的基本空间

分析函数 Layer.SearchAtPoint() 来判断线性图元的交点个数, 若该点图元的个数大于等于 2 则表示该点是路段之间的连接点, 应将该点作为节点加入路网拓扑数据结构中, 节点和节点之间的路段看成弧段。按此方法, 将高速图层所选区域中的线图元依次循环提取出所有节点和相关的弧段信息, 并把这些信息依次存入路网的拓扑数据结构中。在进行道路仿真时, 将已经提取出的节点和弧段信息以图形化的形式表示在拓扑结构图中, 便生成了高速公路网络的拓扑关系<sup>[9,10]</sup>。

### 3.1 路网数据结构的表示

公路交通网络在计算机中是按照图的方式来表示的, 图的表示方法有邻接矩阵、邻接表及十字链表等多种表示方法。有向图一般可以用邻接表和十字链表来表示。根据高速公路网的特点, 文中采用邻接表的表示方法。

邻接表是顺序存储与链式存储相结合的存储方法。在邻接表表示中有两种节点结构, 一种是顶点表的节点结构, 它由顶点域(vertex)和指向第一条邻接边的指针域(firstadj)构成; 一种是边表(即邻接表)节点, 它由邻接点域(adjvex)和指向下一条邻接边的指针域(nextadj)构成<sup>[11]</sup>。

对地图中所提取出的道路节点依次编号, 设为

$V_i (i = 1, 2, \dots, n)$ , 将所有邻接于  $V_i$  的顶点  $V_j (j = 1, 2, \dots, n \text{ 且 } j \neq i)$  (即由同一个顶点发出的边) 链成一个单向链表, 链表的每一个结点代表一条边, 叫边结点, 这个单向链表就称为顶点  $V_i$  的邻接表, 再将所有点的邻接表表头放到数组中, 就构成了图的邻接表<sup>[6]</sup>。

设计路网的数据结构如下:

```
struct ArcNodeType //表节点
{ long ArcNode; //弧段标志符
  long NodeID; //弧段的终点标志符
  double Longitude; //终点的经度
  double Latitude; //终点的纬度
  double Length; //弧段长度
  CString RoadName; //路段名称
  ArcNodeType * NextRoad;
};

struct HeaderNodeType //表头节点
{ long NodeID; //道路节点标志符
  double Longitude; //节点的经度
  double Latitude; //节点的纬度
  ArcNodeType * FirstArc;
};
```

### 3.2 路网拓扑数据结构的存储

路网拓扑数据结构的存储是将获得的道路数据自动存储到已建好的数据库中, 利用 Access 数据库和 ODBC 数据源相连接, 设置数据源为 MapData, 将提取的节点和弧段信息分别存储到节点表 nodedata 和弧段表 relation 中<sup>[12]</sup>, 这两个表能够将拓扑结构的连接关系充分表现出来, 表的结构如表 1 和表 2 所示。

表 1 节点表 nodedata 结构

序号	字段名称	数据类型	字段含义	主键
1	nodeId	int	节点编号	是
2	latitude	double	节点地理纬度	否
3	longitude	double	节点地理经度	否

表 2 弧段表 relation 结构

序号	字段名称	数据类型	字段含义	主键
1	startnode	int	路段的起始节点	否
2	endnode	int	路段的结束节点	否
3	arcflag	int	路段编号	是
4	arclength	double	路段长度	否
5	name	CString	路段名称	否

### 3.3 拓扑结构生成流程图

系统要实现的功能是对高速图层中任意选择的某条道路或是某些区域都能生成其拓扑结构, 并把提取

出的道路信息自动存储到数据库中。

拓扑结构生成的实现整体流程如图 2 所示。

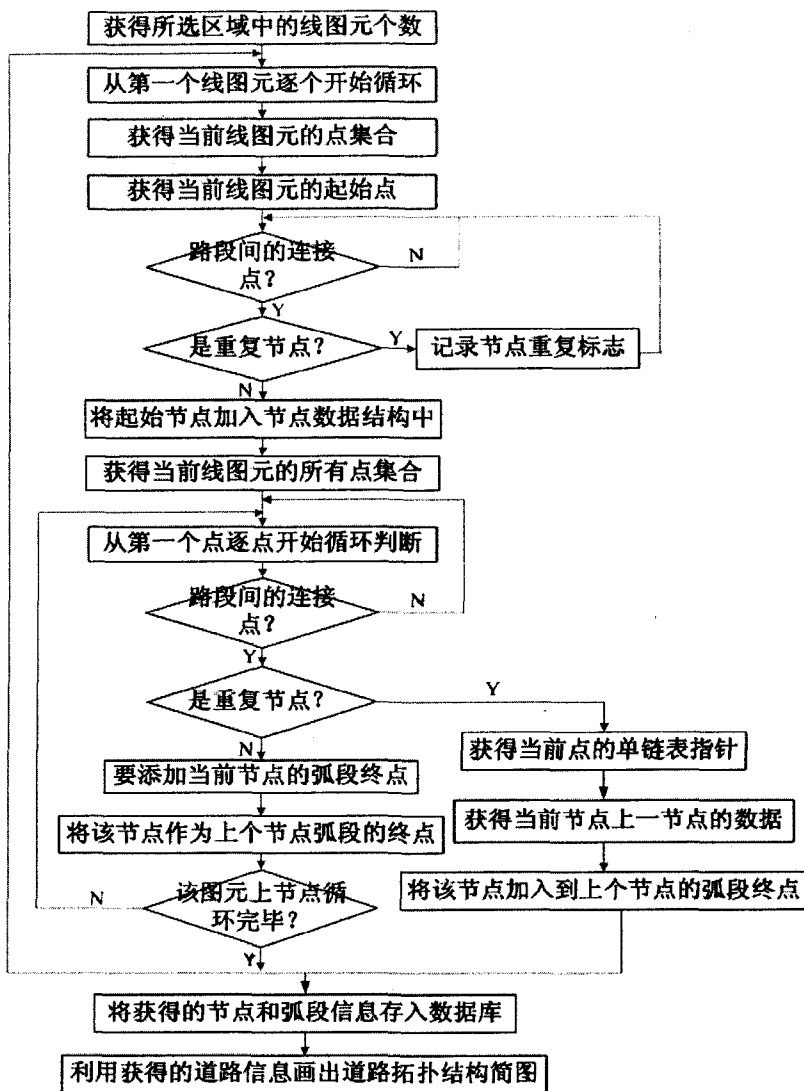


图 2 拓扑结构生成流程图

## 4 仿真实例

从加载的高速公路道路图层中任意选择一条道路或是某些区域, 系统即能形成所选区域的道路之间的拓扑结构关系, 并将相关道路的路网信息自动存储到数据库中。如图 3 所示, 用 MapX 中自带的矩形选择工具从地图中选择焦温高速公路、长济高速公路和郑焦晋高速公路的一部分区域 (矩形框内的即为所选区域), 点击菜单中的获取道路信息按钮, 将会自动把所选道路的信息数据读入数据库中的 nodedata 表和 relation 表中, 数据读入完毕将给用户以提示信息。数据存储成功后, 即可利用所得的道路数据将所选道路的拓扑结构简图显示出来, 如图 4 所示。获得的道路信息和道路拓扑结构简图以为以后的道路交通仿真及进行最优路径搜索提供了方便。

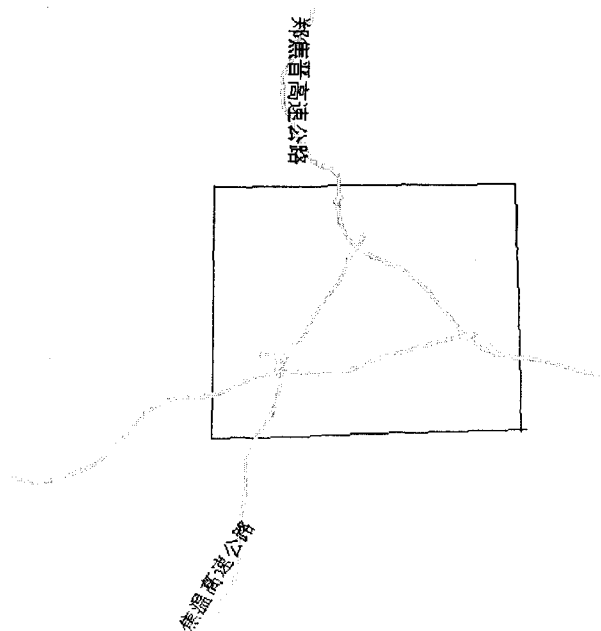


图 3 任意选择的道路区域

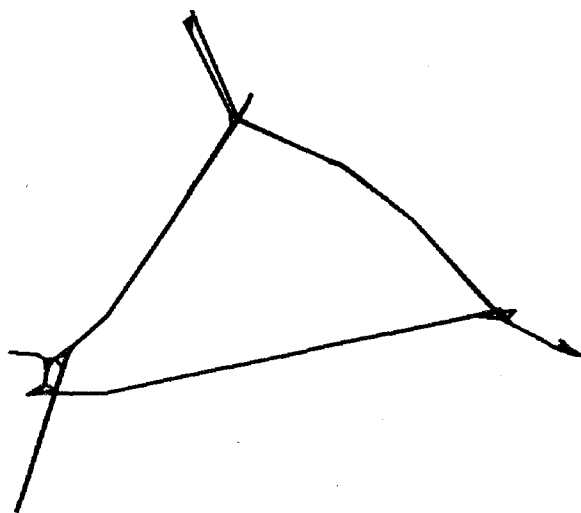


图 4 所选道路的拓扑结构简图

## 5 结束语

文中通过对河南省高速公路网络拓扑结构的分析,在 Visual C++ 6.0 环境下实现了基于 MapX 的高速公路动态拓扑结构的构建。道路网络拓扑结构的构

建为以后进行最优路径搜索提供了必要条件,同时也增强了利用 VC++ 结合 MapX 控件开发应用型地理信息系统的空间分析能力。

文中在建立道路拓扑关系时没有考虑道路的车道数、交通流量等属性数据,如果把尽可能多的与道路相关的属性数据也考虑到拓扑结构的构建中,将使路网关系的构建更有实际意义。

### 参考文献:

- [1] 王海兴. 高速公路应急救援调度指挥的信息化建设与管理[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(2): 66-68.
- [2] Ma Wenjing, Xu Yingzhuo, Xie Hui. The Optimal Path Algorithm for Emergency Rescue for Drilling Accidents[C]// IEEE International Conference. Xi'an: Institute of Computer Technology, Xi'an Shiyou University, 2009.
- [3] Xiang Q J, Ma Y F, Lu J. Optimal Route Selection in Highway Network Based on Travel Decision Making[C]// IEEE Intelligent Vehicles Symposium. Istanbul, Turkey: [s. n.], 2007: 13-15.
- [4] 冯永玉, 王宝山, 路天伟. VC++ 环境下基于 MapX 控件的 GIS 应用软件基本功能的开发[J]. 焦作工学院学报: 自然科学版, 2004, 23(6): 451-455.
- [5] 陈天伟, 龙福堂. 基于 MapX 的电子地图系统及数据库技术应用[J]. 桂林工学院学报, 2006, 26(3): 374-376.
- [6] 公丕波, 郝金明, 朱伟刚. MapX 支持下道路网络拓扑结构构建方法[J]. 测绘工程, 2004, 13(4): 51-54.
- [7] 万程鹏, 邵平凡, 林晓丽, 等. 基于 MapX 的公路交通网络拓扑结构的研究[J]. 计算机应用, 2005, 25: 490-494.
- [8] 靳引利, 王 军. 高速公路网中的 Dijkstra 最短路径优化算法[J]. 现代电子技术, 2008, 31(21): 188-191.
- [9] 李雪瑞, 吕志平, 赵冬青. 基于 MapX 的道路拓扑与最短路径分析[J]. 地矿测绘, 2004, 20(3): 11-13.
- [10] 张春刚, 张淑芳. MapX 中网络拓扑构建及路径优化[J]. 计算机应用, 2007, 27: 265-266.
- [11] 余腊生. 数据结构—基于 C++ 模板类的实现[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [12] Li Qing, Xie Sijiang, Tong Xinhai, et al. Path Planning Algorithm for Vehicles Based on Time-dependent Optimization Criterion[C]// IEEE International Conference on Control and Automation. Guangzhou: [s. n.], 2007.

(上接第 157 页)

- [J]. IEEE Communications Magazine, 1998, 38(9): 26-37.
- [8] 李 波, 宋学军, 张建坡, 等. 移动 Agent 在分布式异构数据库中的应用研究[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(2): 495-497.
- [9] 刘桂斌. 异构数据库的数据共享集成中间件技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2005.

- [10] 戴文娟, 王晓峰. 基于 XML 和 BizTalk 数据集成平台的设计与构建[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(10): 162-165.
- [11] 李慧芳. 基于 XML 和中间件的异构数据库集成研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2008.
- [12] 史立军, 侯 红, 祁方民. 基于 Schema 的 XML 文档到关系数据库的转换[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(10): 71-74.