

# 基于 MapInfo 电子地图的 Paramics 仿真基础路网构建

聂佩林, 余志, 何兆成

(中山大学智能交通研究中心, 广东省广州市 510275)



**摘要:**研究了利用 Mapinfo 电子地图自动提取构建微观交通仿真软件 Paramics 基础路网的方法。首先利用 MapInfo 提供的二次开发工具 MapX 提取出代表路网几何和拓扑的特征点信息, 然后对原始的特征点集进行精简近距离点、精简同一直线上点以及精简同一弧上点的操作, 最后生成 Paramics 的路网存储文件和基础路网。根据此方法提高了 Paramics 基础路网建模的效率, 生成的路网与原地图一致, 满足微观交通仿真要求。

**关键词:** 交通仿真; 仿真基础路网; Paramics; MapInfo; MapX

**中图分类号:** TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-731X (2008) 01-0214-04

## Creating Basic Road Network for Paramics from MapInfo Data

NIE Pei-lin, YU Zhi, HE Zhao-cheng

(ITS Research Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** The mechanism and approach of automatically generating the Paramics simulation road network from MapInfo data were studied. Firstly, the set of points which stood for the geometrical and topological structure of the road network was extracted from MapInfo data using the ActiveX Control of MapX which was provided by MapInfo. Then the original set of points was condensed through dealing with the overclose points, the redundant points on a line and the redundant pointed on an arc. Finally the basic Paramics road network model was generated. In this way, the efficiency of building the Paramics basic road network is greatly improved, the Paramics road network is consistent with the original map and meets the need of microscopic traffic simulation.

**Key words:** traffic simulation; basic simulation road network; Paramics; MapInfo; MapX

## 引言

并行微观仿真软件 Paramics 是由英国 Quadstone 公司开发的用于微观交通仿真的软件包。Paramics 以其在仿真 ITS 基础设施和拥挤道路网上的突出表现, 使之成为交通领域学术界和工程界都广泛采用的主流高级软件工具<sup>[1,2]</sup>。建立路网模型是交通仿真的基础工作, 然而 Paramics 本身提供的路网建模工具使用起来比较麻烦, 需要一个节点一个节点、一个路段一个路段地建立和编辑。对于建立节点数和路段数较多的大路网模型, 周期长, 工作量大。虽然 Paramics 也提供了路网数据接口, 能够从 SATURN、NESA、TRIPS 等相关交通软件读取有关节点和路段的信息, 但是所提供的接口较少, 这些软件的相关数据也较难获得。因此, 如何从较为容易获取的电子地图数据快捷准确地建立满足交通仿真要求的 Paramics 路网模型<sup>[3]</sup>, 成为使用 Paramics 进行微观交通仿真研究的一个基础和重要问题。文献[4]提出了从 AutoCAD 地图提取路网几何和拓扑信息, 进而生成 Paramics 基础路网的方法。此方法快捷实用, 生成的路网与原地图一致, 满足

了利用 Paramics 软件进行微观交通仿真的要求, 但需要手工加工 AutoCAD 地图。

为了进一步提高微观交通仿真中 Paramics 路网建模的效率, 本文通过分析 MapInfo 电子地图与 Paramics 的路网数据存储特点, 利用 MapX 控件提供的丰富的电子地图操作方法和函数提取出路网的几何和拓扑信息, 最后根据 Paramics 的路网数据存储特点, 生成相应的文件, 从而实现了从 MapInfo 电子地图到 Paramics 基础路网的自动生成。实践证明, 本方法提高了路网的建模效率, 生成的基础路网符合仿真的要求。

## 1 两种路网的数据结构与处理流程

### 1.1 Paramics 路网数据结构与存储格式

Paramics 的路网数据是以文本形式储存的, 每个文件都按照一定的规律储存路网的相关数据。其中最基础的路网数据保存在“nodes”、“links”和“centres”三个文本文件中, 表 1 给出了这三个文件的内容及格式示例。“nodes”文件的第二、三、四和五列分别表示节点的编号、x 坐标、y 坐标和 z 坐标, 这四个值确定了节点的标识和位置。“links”文件的第二、三、六、八和九列分别表示路段的起始节点编号、终止节点编号、是直线或弧(如是直线此列以后为空)、弧的圆心编号和弧的方向, 这五个值确定了路段的起止点和几何特性。“centres”文件的第一、三、四和六列分别表示弧所对应的圆

收稿日期: 2006-11-12 修回日期: 2007-02-13

基金项目: 广东省工业攻关计划 (2006B14901004)

作者简介: 聂佩林 (1980-), 男, 广东惠州人, 博士生, 研究方向为交通仿真与交通信息处理; 余志 (1961-), 江西九江人, 教授, 博导, 研究方向为智能交通系统; 何兆成 (1978-), 广东梅州人, 博士, 讲师, 研究方向为智能交通系统。

心的编号、x 坐标、y 坐标和圆的半径, 这四个值确定了圆心的标识和位置以及圆的大小。

表 1 Paramics 路网文件的内容及格式示例

文件	格式
nodes 文件	node 1 at 509.00m 1493.00m 0.00m junction
	node 2 at 517.00m 1459.00m 0.00m junction
	.....
links 文件	link 1 2 category 1
	link 1 2 category 1 arc centre #17 left
	....
centres 文件	#1 at 2137.0m 1663.0m radius 250.0m
	#2 at 2198.0m 1667.0m radius 309.0m
	....

这三个文本文件储存了路网的基础拓扑(节点连接关系)和几何(直线或弧)特性数据。如果可以得到这三个文件的上述关键字的值, 并按照相应文件的格式写入, 就等于完成了基础的路网建模, Paramics 就可以通过读取这些文件建立路网的模型。

### 1.2 MapInfo 电子地图数据结构

MapInfo 是按图层组织电子地图的。也就是说将一幅栅格图像加工成多个叠加的透明层, 这个透明层就称为图层, 也称作矢量图。矢量图是从配准过的栅格图形剥取地图的某一方面特征, 形成一个图层, 每个图层包含了整个地图的不同方面, 多个图层重叠便形成了一幅包括方方面面的整幅地图。每个图层都关联着一组数据库, 多个图层的组合亦形成多个数据库的集合。对地图的操作实际上是对多个数据库进行操作。

MapX<sup>[5]</sup>是 MapInfo 公司于 1997 年 4 月 27 日在 MapInfo 的全球大会 Map Word97 上正式发布的。MapX5.0 是目前较新的版本, 它是对象链接和嵌入(OLE)技术的 ActiveX 控件, 不但使用了与 MapInfo Professional 一致的地图数据格式, 而且还在控件中实现了地图编辑和空间分析等 MapInfo Professional 的大多数功能。其内部提供了四十多个父类为 MFC 的 OLE 对象, 采用该控件可以方便地将地图控制集成到使用标准可视化编辑工具(VC++, VB 等)开发的应用中, 从而方便快捷地开发 GIS 应用程序。

MapX 采取了基于空间实体和空间索引相结合的空间数据结构。这是一种分层存放的结构。用户可以通过图形分层技术, 根据自己的需要或一定的标准对各种空间实体进行分层组合, 将一张地图分成不同图层。每个图层对应若干基本文件, 其中包括: 属性数据的表结构文件(.TAB), 属性数据文件(.DAT), 交叉索引文件(.ID), 空间数据文件(.MAP)以及索引文件(.IND)。采用这种分层存放的结构, 可以提高图形的搜索速度, 便于各种不同数据的灵活调用, 更新和管理。

MapX 组件的基本构成单元是 Object(单个对象)和 Collection(集合)。其中, 集合包括对象, 是多个对象的组合。每种对象和集合负责处理地图某一方面的功能。位于顶层的是 Map 对象本身, 其他对象均继承自 Map 对象。Layers、DataSets、Annotations 是 Map 对象下面的三个重要分支。其中 Layers 主要用于操作地图的图层, DataSet 用于访问空间数据表, Annotation 用于在地图上增加文本或符号。Layers 对象是图层对象 Layer 的集合, 而图层 Layer 对象是图元对象 Feature 的容器, 每一个图层都包含若干图元对象。

### 1.3 路网数据提取的基本流程

基于 Paramics 的路网数据和 MapInfo 的地图数据特点, 可以通过以下方法实现从 MapInfo 电子地图到 Paramics 基础路网的自动生成。首先利用 MapInfo 的二次开发工具 MapX 直接读取地图中代表路网几何和拓扑的特征点信息, 然后通过一系列算法对原始特征点集进行加工精简, 再根据路网拓扑写入 Paramics 的路网文件, 最后就可以生成 Paramics 基础路网。从 MapInfo 电子地图到 Paramics 路网自动生成的总体流程如图 1 所示。



图 1 路网提取的基本流程

## 2 路网数据提取的实现

### 2.1 从 MapInfo 地图提取路网基础拓扑

根据第一节中的基本流程, 利用 MapX 提供的接口, 采用面向对象的方法直接读取地图的几何信息。实际中只需对道路中心线这一图层进行操作。该图层的图元对象 Feature 代表实际中的道路或路段, 其类型为线对象。一个图元对象

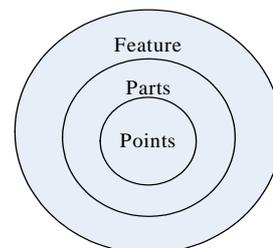


图 2 MapX 的对象关系

Feature 又包含若干局部对象 Parts, 而一个 Parts 对象又包含若干点集对象 Points。三者之间的关系如图 2 所示。

数据提取的具体方法如下: 首先读取每一个图元对象 Feature 上所有的点的经纬度。然后利用 MapX 提供的 IntersectionPoints 方法对图元对象 Feature 两两求交点, 并把以上数据写入路网几何数据库。

### 2.2 坐标转换

由于后续的精简原始拓扑点集的原理是基于直角坐标系的, 并且 Paramics 的节点坐标也是基于直角坐标系。因此, 需将以经纬度表示的原始拓扑点集转换成以大地坐标表示, 也就是从地理坐标到投影坐标的转换。利用 MapX 对象的 NumericCoordSys 属性可以方便地实现该转换。

### 2.3 精简原始拓扑点集

MapInfo 格式的电子地图为了更精确描述和表现真实世界物体的几何形状, 采用加密特征点逼近的办法, 并且某些电子地图由于制作原因, 对于弧形的路段采用折线的方法来近似。这造成的结果是特征点过于密集, 如图3所示:

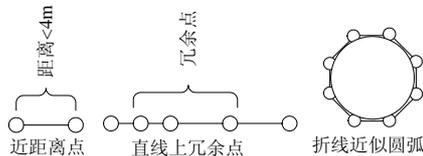


图3 三种类型的冗余点

在 Paramics 中, 若两点的真实距离小于4米, 在导入路网时 Paramics 会发出警告; 并且点太多会极大增加 Paramics 的处理时间。因此必须在已提取出来的原始特征点集上删减一些冗余点, 留下可代表路网的关键特征点。这个过程可以通过三种操作来完成, 那就是: 精简近距离点、精简同一直线上点以及精简同一弧上点。这三种操作的执行顺序可以是任意的, 其具体方法描述如下:

#### 2.3.1 精简近距离点

其基本做法是将一系列密集点用按遍历顺序出现的第一个点代替, 删除其余点。其流程如图4所示:

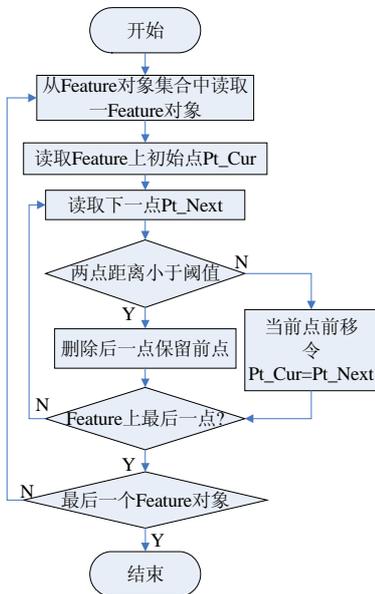


图4 精简近距离点流程图

#### 2.3.2 精简同一直线上点

在 MapInfo 电子地图中, 一条直线或一条近似直线会有很多点。在 Paramics 里, 这些线只需用两点代替。因此, 在这些线上, 只需保留头尾两点而删除中间的点。根据三点共线, 任意两点形成的直线斜率相同的原理, 可算出遍历时连续出现的三点的两两斜率, 若两线的斜率相等, 则删除中间点, 保留头尾两点。其流程如图5所示:

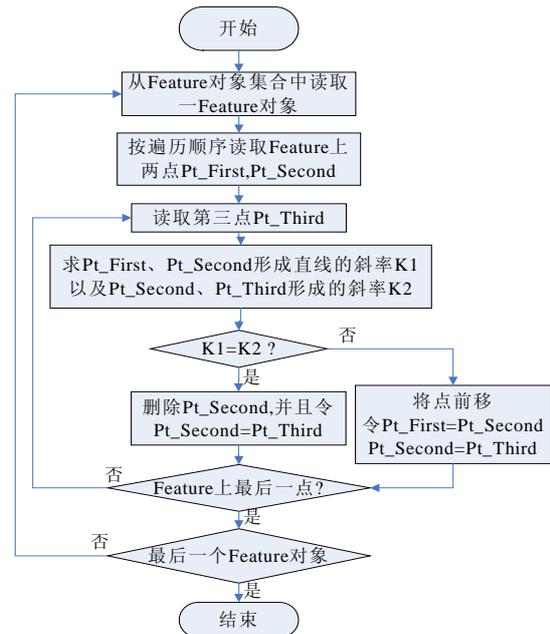


图5 精简同一直线上点流程图

#### 2.3.3 精简同一弧上点

在 Paramics 中, 确定一条弧只需四个参数, 分别是: 起点坐标、终点坐标、弧半径以及取向。而在 MapInfo 电子地图中, 一条弧是用一系列连续的点形成的折线来近似的。因此须将这一系列点合并, 计算出其所在圆弧的起点坐标, 终点坐标, 弧半径, 以及取向。其流程如图6所示:

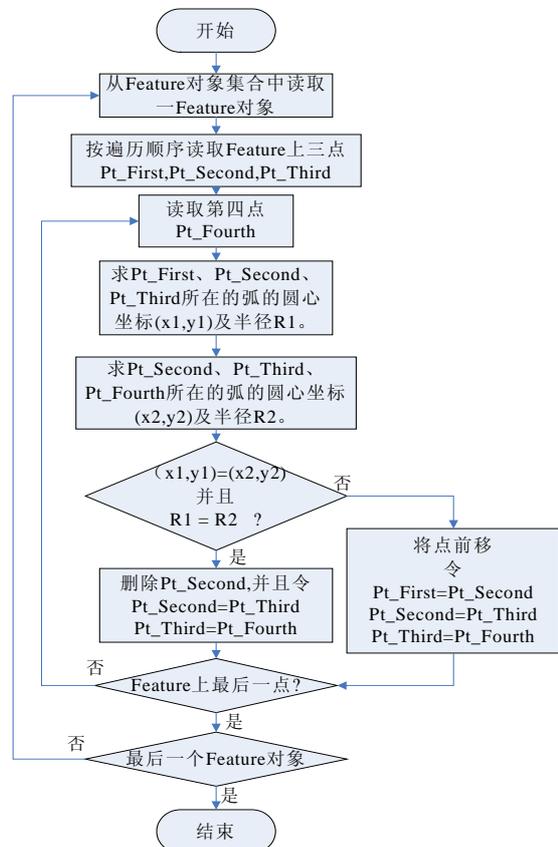


图6 精简同一弧上点流程图

### 2.3.4 将路网拓扑信息写到数据库

本文使用的开发工具是 Visual Basic 6.0。用两个表存储图的节点、边以及它们之间的关系, 其结构如表 2、表 3 所示。node\_List 表存放节点的相关信息, 四个字段分别表示节点编号、x 坐标、y 坐标和从次节点出发的第一条边在 link\_List 表中的位置。link\_List 表存放边的相关信息, 四个字段分别表示边编号、起始节点编号、终止节点编号和边对应的圆心编号 (如此边是弧线)。这是一种等价于邻接表的数据结构, 所存储的路网数据能够满足交通仿真建立基础路网模型的需要。

表 2 node\_List 表数据结构

nodeID	X	Y	linkID
1	47477	19400	1
2	47485	19368	3
.....			

表 3 link\_List 表数据结构

linkID	FromNode	ToNode	CentreID
1	1	2	
2	1	3	2592
.....			

## 2.4 从路网拓扑生成 Paramics 基础路网

以上已经生成了路网的几何和拓扑数据库, 只要把数据库的内容按照 1.1 节提到的文件存储格式分别对应写入“nodes”、“links”和“centres”三个文本文件, 就可以生成 Paramics 的基础路网了, 本文使用的工具是 Paramics V4.2。基于这个基础路网, Paramics 就可以在路网加载交通流和其他交通元素进行仿真, 并且可以根据微观仿真的各种需要对路网进行更加细致的建模, 比如车道数、路口信号灯设置等。

## 3 实例分析

根据上两节所述的数据转换实现方法, 本文选取了广州荔湾区部分区域的 MapInfo 地图作为实例分析。首先提取了 MapInfo 地图道路中心线图层的特征点, 然后根据前述的方法, 删除一些冗余点, 进而提取路网几何及拓扑信息, 写入 Paramics 路网文件, 最后生成了 Paramics 的基础路网, 结果如图 7、图 8 所示。生成的 Paramics 路网与 MapInfo 地图一致, 能够满足交通仿真的要求。

## 4 结论

本文提出了从 MapInfo 电子地图自动生成 Paramics 基础路网的方法。此方法首先从 MapInfo 地图中提取出表示路网

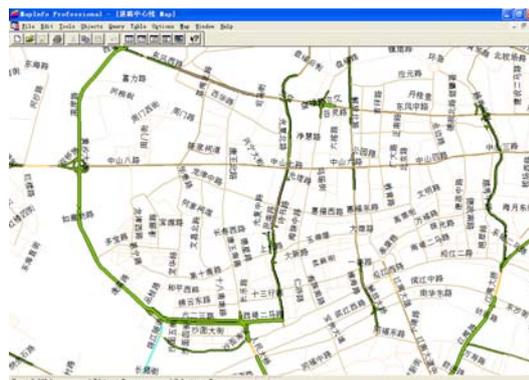


图 7 广州荔湾区 MapInfo 格式的电子地图, 包含 2308 条线段和 528 个交点

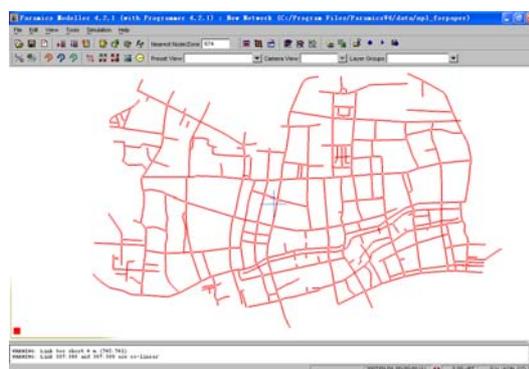


图 8 生成的 Paramics 基础路网包含 920 个节点 (nodes) 和 2036 个路段 (links)

的几何和拓扑的特征点信息; 然后对特征点进行精简使之合乎 Paramics 的路网建模要求, 在不改变其路网现实特征的情况下, 达到符合 Paramics 路网建模规范以及计算量的目的; 最后生成 Paramics 基础路网。此方法提高了路网建模的效率, 生成的路网与原地图一致, 并可作为基础路网加载交通元素进行交通仿真以及进行更加详细的路网建模, 满足了微观交通仿真的要求。

### 参考文献:

- [1] 庄焰, 胡明伟, 李德宏. 微观交通仿真软件 PARAMICS 在 ITS 模拟和评价中的应用 [J]. 系统仿真学报, 2005, 17(7): 1655-1659.
- [2] Quadstone. Paramics 4.2 User Manual [K]. Edinburgh, Scotland: Quadstone Ltd, 2003.
- [3] Richard L Church, Val Noronha. Translating GIS Street Network Files for Use with Paramics [R]. USA: Vehicle Intelligence & Transportation Analysis Laboratory, University of California, 2003.
- [4] 龚峻峰, 余志, 何兆成, 欧阳祥波. 从 AutoCAD 到 Paramics 的数据转换 [J]. 公路交通科技(应用技术版), 2005, 11: 146-149.
- [5] 齐锐, 屈韶琳, 阳琳赞. 用 MapX 开发地理信息系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.