

GIS 最佳路径算法在哈尔滨交通道路中的应用研究

隋敏, 王维芳

哈尔滨市东北林业大学林学院

hlj_suimin@163.com; weifangwang@126.com

摘要: 以哈尔滨交通道路图为底图, 建立哈尔滨市交通道路及地物的完整空间数据库, 完成空间数据库和属性数据库的连接。从 GIS 网络最短路径算法的实际情况出发, 以及 Dijkstra 算法搜索技术的实现入手, 基于 MapX 控件利用 VB 语言进行二次开发, 完成最佳路径 Dijkstra 优化算法在哈尔滨交通道路上的实现与应用。[隋敏, 王维芳. GIS 最佳路径算法在哈尔滨交通道路中的应用研究. Academia Arena, 2012;4(4):92-96] (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net/academia>. 12

关键词: 最短路径; Dijkstra 算法; MapX

1. 引言

近年来, 随着城市规模的发展, 城市区域逐步扩大, 城市交通系统日益复杂, 市区人民的活动频率增加, 交通网络在现代生活中起着越来越重要的作用。那么, 如何找到一个在复杂的城市交通道路中的最短路径, 快速到达目的地, 是解决城市交通的一个重要的问题。最短路径问题是图论研究中的经典课题, 地图可以良好地分析交通问题, 然后使用最短路径方法计算两地之间的最短距离, 最低成本和最短的时间。

作为地理信息系统的主要功能之一, 网络分析在电子导航、交通旅游、城市规划以及电力、通讯及其他各种管网, 管道布局的设计中发挥了重要作用。在网络分析中最根本, 最关键的问题就是最短路径问题。最短路径, 不仅是指在一般地理意义上的最短距离, 也可以扩展到其他度量, 如时间, 成本和线路容量。在实践中, 最短路径问题通常用于汽车导航系统和各种应急系统等 (如 110, 火警和医疗急救系统), 这些系统通常需要计算最短路线。事实上, 最短距离, 最快时间以及最低成本, 核心算法都是最短路径算法^[1]。

2. 数据收集与处理

本文以经典的 Dijkstra 算法为原理, 基于 MapX 在 VisualBasic 平台上结合地理信息系统的相关理论, 根据最短路径的方法和城市道路网络的特点, 分析道路之间的连通关系。通过研究验证, 实现城

市道路交通分析中的最短路径查询, 最终得出该算法的可行性。这对实现最短路径在城市交通道路上的查询分析, 为社会提供服务, 有很重要的意义。

MapX 是用于应用开发人员的工具, 它为将绘图功能嵌入到新的和现有的应用程序中提供了最轻松和最高效的途径。MapX 是一个可以使用面向对象的语言迅速集成到客户端应用程序的 DLL, 例如 Visual Basic、Delphi 和 Visual C++ 等语言。利用 MapX, 开发人员可以选用自己最熟悉的开发语言简单快速方便地将地图功能添加到任何应用系统中, 增强系统应用的空间分析能力, 实现系统应用的增值^[2]。

2.1 数据预处理

以哈尔滨市市区交通道路图为主要资料, 辅以建筑物设计图、照片等。空间数据主要包括各建筑物的坐标、平面面积名称, 以及道路的名称和长度等。按照点、线、面分层存储为需要的形式, 便于在 Visual Basic 环境下通过 MapX 访问、查询、分析和处理。从 GIS 中网络最短路径算法的实际情况出发, 基于 MapX 以及网络拓扑结构的表示与建立, 以及从 Dijkstra 算法搜索技术的实现入手, 最终实现 Dijkstra 最短路径算法在城市交通道路中的应用。

2.2 空间数据库建立

利用哈尔滨市市区道路图为底图, 进行市区道路及其它地物的矢量化, 生成主要地物的面状矢量文件和道路的线状矢量文件, 建立地理信息系统空间

数据库,在此基础上进行最佳路径分析。完成道路的矢量化后,在属性表中计算出每条道路的长度。矢量化面状地物时,每完成一个地物对象的矢量

化,相应的在属性表中输入该地物对象的名称,完成图形数据和属性数据的连接(图1)。

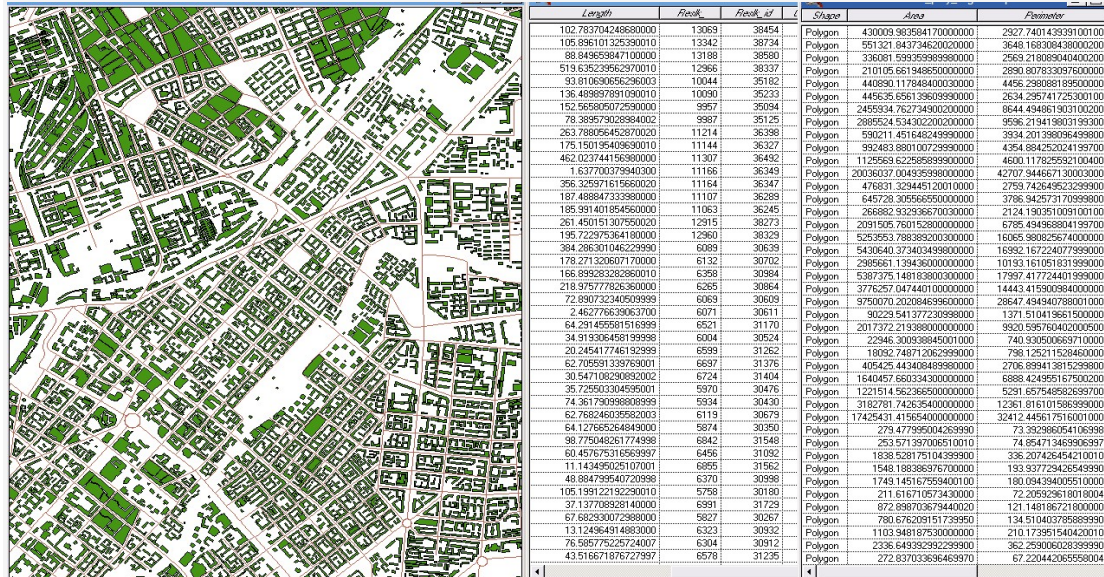


图 1. 图形数据和属性数据连接

FIGURE 1. The connection of graphic data and attribute data

3. 最佳路径算法分析

3.1 Dijkstra 算法概述

据统计,目前提出的最短路径算法约有 17 种。F. Benjamin Zhan 等人对其中的 15 种进行了测试,结果显示有 3 种效果比较好,它们分别是: TQQ(graph growth with two queues)、DKA (the Dijkstra's algorithm implemented with approximate buckets) 以及 DKD (the Dijkstra's algorithm implemented with double buckets)。图增长理论是 TQQ 算法的基础,更适合计算单源点到其他各点之间的最短距离,后两种算法的基础是 Dijkstra 算法,更适合计算两个点之间的最短路径。总体而言,这些算法,由于计算机硬件的发展水平,空间存储问题处于非常重要的地位。以牺牲时间效率为代价,来达到空间上的节省,发展的速度会受到限制。目前,空间存储问题已经解决,以 Dijkstra 算法为依据,许多国家的许多学者在不同的平台上都实现了最短路径算法^[3]。

传统公认的求最短路径最好的算法是 Dijkstra 算法,它是由荷兰著名的计算机科学家艾兹格·迪科

斯彻提出来的,可用来找出图中指定节点到其他节点的最短距离。其主要思想是从源点求出长度最短的一条路径,然后通过对路径长度迭代得到从源点到其他目标节点的最短路径^[4]。

3.2 算法步骤

Dijkstra 算法用于计算一个节点到其他所有节点的最短路径,主要特点是以起始点为中心向外层扩展,直到扩展到终点为止^[5]。

Dijkstra 的算法描述:

第一步:初始化。设 $S=\{F\}$, $V=\{1,2,\dots,N\}$, $D[I]=L[F,I]=+\infty$, $Y[I]=F$ 。其中 $I=1,2,\dots,N$; I 表示网络中某一点, N 表示网络中所有顶点的数目, S 表示网络中顶点的集合,用来记录已经被标识过的点, F 表示路径的起始点, V 表示网络中余下的所有顶点的集合, D 为 N 个元素的数组用来存储顶点 F 到其它顶点的最短距离, $L[F,I]$ 表示从 F 点到 I 点的距离, Y 为 N 个元素的数组用来存储最短路径中从起始点出发到顶点 I 之前经过的最后一个顶点。

第二步:从 $V-S$ 集合中找一个顶点 T ,使得 $D[T]$

是最小值，并将 T 标识，加入到 S 集合中。

第三步：调整 Y、D 数组中 I 的值：在 V、S 集合中对于顶点 T 的邻接各顶点 I，如果 $D[I] > D[T] + L[I, T]$ ，那么令 $Y[I] = T$ ， $D[I] = D[T] + L[I, T]$ 。

第四步：如果 V-S 集合是空集合，则表示所有点均被标识，运算结束。否则返回执行第二步，直到 V 集合中包括了所有的顶点。

Dijkstra 算法的关键部分就是：不断的从 V-S 集合中找出距离起始点最短估计距离最小的点并加入 S 集合，同时更新 V-S 集合中其余点到起始点的新的最短估计距离^[6]。

3.3 最短路径算法搜索方法原理：

高效的搜索最小权值顶点的方法是优化最短路径算法的关键。对顶点的权值排序后，再搜索最小权值，能极大地减少扫描时间^[7]。

先用快速排序函数对最短路径值数组进行地址排序，使位置指针指向当前的最小权值在地址数组中的位置，再针对 Dijkstra 算法中修改未标记节点的权值。

对有向图来说，根据图中的顶点数和边数可以得到顶点的平均出度： $e = m/n$ ，其中，m 为边数，n 为顶点数。

得到的数值代表图的连通程度，例如在一般的 GIS 网络图中， $e[2,5]$ 表示每次通过上面的邻接表在最短路径值数组中修改的权值一般在 5 个以下，地址数组中的地址所指的路径值基本是按正序排列的。但是快速排序是一种不稳定的排序方法，若仍用快速排序，则排序的性能会蜕化，时间复杂度会蜕化为 $O(n^2)$ 。若等待排序数列中的记录都按照有序排列或 n 值较小时，直接插入排序是最佳的排序方法。如果等待排序数列按照正序排列，直接插入排序方法的时间复杂度可以提高到 $O(n)$ 。因此应用折半插入排序函数对最短路径值数组重新进行地址排序，以达到减少查找次数，提高排序效率的目的^[8]。

地址数组中的地址所指的权值又会按正序排列，移动位置指针，指向此时最小权值的顶点地址，进入下一次修改未标记节点权值的操作。

4. 研究结果

4.1 最短路径算法实现

最短路径算法实现部分代码如下：

```

For i = 1 To maxno //maxno
yc(i) = False
ycd(i) = False
rsl(i)=1E+38
Next i
ss = startno
yc(ss) = True。
j = 0
For aa = 1 To maxno
For i = 1 To indexa1 (2,ss)
result1 = b1 (indexa1 (1,ss) - i + 1)
s1 = c1 (indexax (1,ss) - i + 1) + result (2,ss)
If yc(result1) = True Then GoTo 200
If ycd(result1) = True Then
If rsl(result1) >= s1 Then
rsl (result1) = s1
result(1,result1) = ss
result(2,result1) = s1
GoTo 200
Else
GoTo 200
End If
End If

```

该算法在哈尔滨交通道路上得到实现，选取范围共有道路 5246 条，节点 10148 个，通过 VB+MapX 的编程方式，由 VB 实现算法逻辑控制，实现在图形窗口中显示求得的最短路径(图 2，图 3)。

4.2 最佳路径算法辅助模型分析

因为两点间直线最短，若已知起点 A，终点 B，最理想的最短路径应为从 A 到 B 的直线，这条线段应该是 A、B 间所有弧段中距离最短的一条。在现实生活中，这条直线段作为一段道路存在的可能性很低，但是这条由起点 A 到终点 B 的直线段却代表了一个路线的趋势。从概率的角度，顺着这个方向的某些路段的集合组成最短路径的可能性很大(图 4)。但是需要注意的是，顺着该方向的道路集合中的节点不一定是最终求得的最短路径的顶点，而是成为最短路径顶点可能性较大的节点。



图 2. 全图显示

Figure 2. Overall map displays

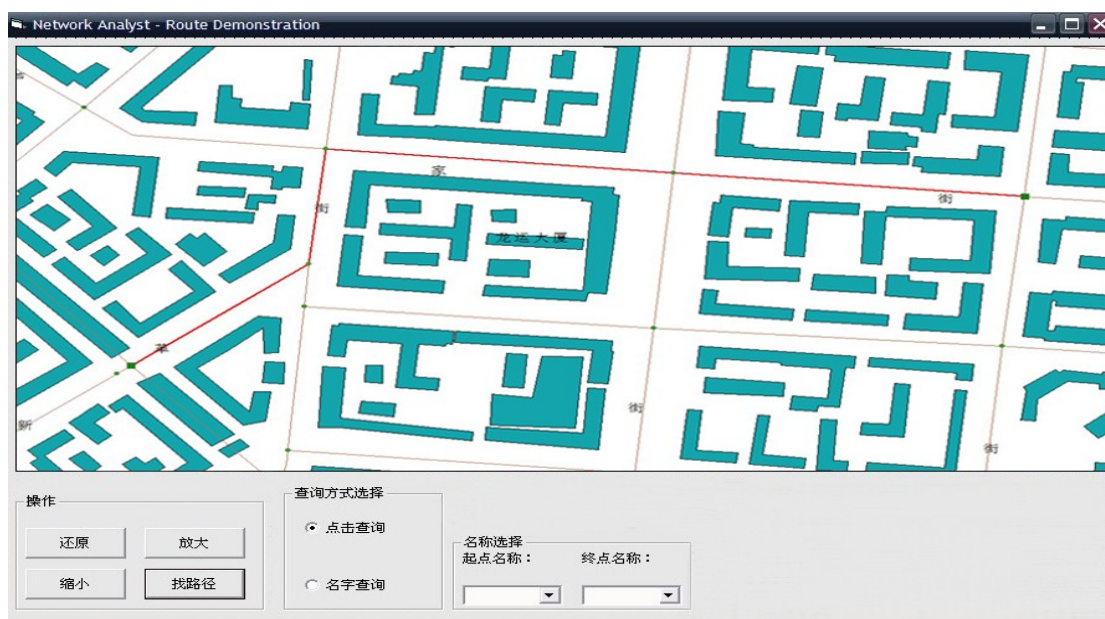


图 3. 最短路径显示

Figure 3. The shortest path display

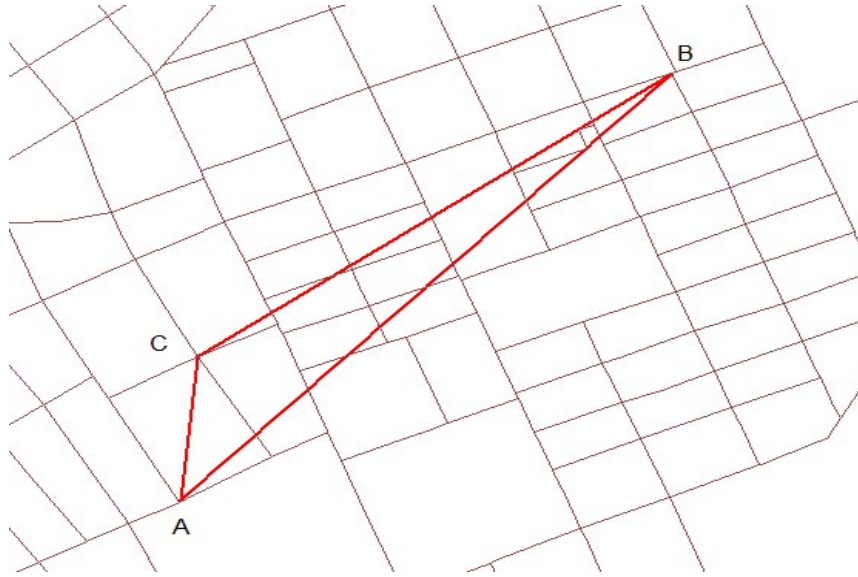


图 4. AB 之间的路段

Figure 4. The path between A and B

5. 结束语

基于 MapX 的地理信息系统的开发和应用越来越普及,其中网络分析中的最短路径分析是研究重点之一。本文讨论了道路网络空间数据库的建立,介绍了使用 MapX 研究最短路径算法,并在实际中得到应用。最短路径算法在各方面优化上还有提升的空间,在将来的研究中会进行进一步的完善。

东北林业大学研究生论文资助项目:

第一作者:隋敏,研究生。主要研究方向:林业遥感及地理信息系统。电话:13945059290 Email:hlj_suimin@163.com 地址:150040 黑龙江省哈尔滨市香坊区和兴路 26 号东北林业大学林学院。

责任作者:王维芳,博士,副教授。主要研究方向:林业遥感及地理信息系统。电话:13946078984 Email:weifangwang@126.com 地址:同上。

第一作者:隋敏,研究生。主要研究方向:林业遥感及地理信息系统。电话:13945059290 Email:hlj_suimin@163.com 地址:150040 黑龙江省哈尔滨市香坊区和兴路 26 号东北林业大学林学院。

参考文献

- [1] 靳晓强.双向 Dijkstra 算法及中间链表加速方法[J].计算机仿真,2004,9:79-81.
- [2] 罗云启,曾琨,罗毅.数字化地理信息系统建设与 Mapinfo 高级应用[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [3] 齐信,杨泰平,段永坤等.基于 MapX 的 Dijkstra 算法在城市交通查询中的实现[J].测绘与空间地理信息,2010,33(2):136-139.
- [4] 马东岭.城市公交网络的最短路径算法研究[J].科技信息,2008,26:15-16.
- [5] 李健.基于 Dijkstra 最短路径算法的优化研究[J].渭南师范学院学报,2009,24(5):61-64.
- [6] 王一剑.GIS 领域最短路径的算法研究[J].电脑知识与技术,2009,5(1):182-183.
- [7] 陆锋.最短路径算法:分类体系与研究进展[J].测绘学报,2001,30(3):269-275.
- [8] 王莉,李文权.公共交通系统路径算法.东南大学学报,2000,26(5):210-215.