

Dijkstra 算法的设计与实现

计会凤, 徐爱功, 隋达崑

(辽宁工程技术大学 测绘与地理科学学院, 辽宁 阜新 123000)

摘 要: 针对地理信息系统中网络分析的一个关键问题——最短路径分析, 采用经典的 Dijkstra 算法, 并在 VC 环境下实现自定义有向图, 主要包括结点和边的绘制与修改, 以及权重的更改等功能。能够实现几何网络中任意两结点间的最短路径查找。该程序在单、双向, 以及单双混合网络中都进行了验证, 运算结果正确, 并具有一定的可行性。

关键词: 地理信息系统; 网络分析; 最短路径; Dijkstra 算法

中图分类号: P 208

文献标识码: A

Design and implementation of Dijkstra algorithm

Ji Huifeng, Xu Aigong, Sui Dawei

(College of Geomatics, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, Liaoning)

Abstract: Aiming at the key problem of network analysis in GIS (Geographical Information System)—Shortest path analysis, The classical Dijkstra arithmetic is used in the paper in drawing directional map, including functions such as drawing nodes and edges, giving powers, and modifying them, based on VC. The shortest path query of every two nodes can be implemented in network. The program is verified in single direction, double directions and mix network. Calculating results are right and the program has some feasibilities.

Key words: GIS; network analysis; shortest path; dijkstra algorithm

0 引言

最短路径问题是计算机科学与地理信息科学等领域的研究热点。它是资源分配、区位分析、路线设计等一系列优化问题的基础。很多网络相关问题均可归结为最短路径问题。在空间网络分析中, 最短路径问题具有重要研究意义。人们常想知道在地理空间网络的两指定结点间是否存在路径, 如果有则特别希望找出其中的最短路径。路径分析问题对交通、消防、信息传输、救灾、抢险等有着重要意义。在运输网络中, 有时要找出运输费用最少的路径; 在通讯网络中, 要找出两点间进行信息传递具有最大可靠性的路径等等。由于大量的最优化问题可以理解为找一个网络图的最短路径问题, 因此引起了人们对最短路径分析问题研究的热忱^[1]。

所谓最短路径问题就是在给定的起始点到终止点的道路集合中, 寻求长度最短或通行时间、费用最小的路径^[2]。国内外的大量专家学者对此问题进行了深入研究。经典的图论与不断完善的计算机数据结构及算法的有效结合使得新的最短路径算法不断涌现, 在时空复杂度、易实现性及应用范围

等方面各具特色。例如遗传算法、蚁群算法、模拟退火算法、Dijkstra 算法等^[3]。

1 经典的 Dijkstra 算法

Dijkstra 算法用于计算一个源节点到所有其他节点的最短代价路径, 它是按路径长度递增的次序来产生最短路径的算法^[4]。

下面以邻接矩阵描述 Dijkstra 算法的实现过程。假设用带权的邻接矩阵 $Cost$ 来表示具有 N 个结点的带权有向图 G , $Cost[i, j]$ 表示弧 $\langle V_i, V_j \rangle$ 的权值, 如果从 V_i 到 V_j 不通, 则 $Cost[i, j] = \infty$ 。引进一个辅助向量 $Dist$ 并设 V_s 为起始点, 每个分量 $Dist[i]$ 表示已找到的从起始点 V_s 到每个终点 V_i 的最小权值。则该向量的初始值为: $Dist[i] = Cost[s, i] \quad V_i \in V$ 。其中, V 是结点的集合。令 S 为已经找到的从起点出发的最短路径的终点集合, 初始值为 $S = \{V_s\}$, 则从 V_s 出发到图 G 上其它所有结点 V_i 可能达到的最短路径长度为 $Dist[i] = Cost[s, i] \quad V_i \in V$ 。

(1) 选择 V_j , 使得 $Dist[j] = \min\{Dist[i] \mid V_i \in V - S\}$ 。 V_j 就是当前求得的一条从 V_s 出发的最短路径的终点, 令 $S = S \cup \{V_j\}$;

收稿日期: 2008-02-28

作者简介: 计会凤 (1980-), 女, 辽宁 沈阳人, 讲师, 主要从事智能交通方面研究, E-mail: jhf_sy@126.com。本文编校: 赵 娜

(2) 修改从 V_s 到集合 $V-S$ 中任意一顶点 V_k 的最短路径长度。如果 $Dist[j]+Cost[j,k]<Dist[k]$, 则进行第 (3) 步;

(3) 修改 $Dist[k]$ 为 $Dist[k]=Dist[j]+Cost[j,k]$; 重复第 2、3 步操作共 $N-1$ 次, 由此求得从 V_s 到图 G 上其他顶点的最优路径, 该路径是依路径权值递增的序列^[5]。

2 Dijkstra 算法的实现

Dijkstra 算法的基础是网络图。本文以图 1 为例, 说明求基于 VC, 使用 Dijkstra 求解从 V_0 到 V_6 结点最短路径的过程。

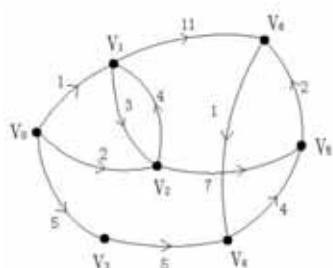


图 1 用 Dijkstra 算法解算的有向图数据

Fig.1 The directional map is calculated by Dijkstra

在进行算法编程前, 定义一个数据矩阵, 矩阵为 n 维方阵 (n 表示结点数), 在方阵中用正负号来区分方向。图 (1) 转换后的方阵如下

$$[V_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 5 & \infty & \infty & \infty \\ -1 & 0 & 3 & \infty & \infty & \infty & 11 \\ -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 7 & \infty \\ -5 & \infty & \infty & 0 & 5 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & -5 & 0 & 4 & -1 \\ \infty & \infty & -7 & \infty & -4 & 0 & 2 \\ \infty & -11 & \infty & \infty & 1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

其中, $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$ 。

考虑到让用户来构建上述矩阵的难度, 远大于用户使用鼠标在计算机屏幕中绘制图 (1) 的难度。所以程序采用用户在 VC 平台下把该有向图按上訴结构绘出即可, 绘制后的图形如图 2 左。因有向图用边的权重表示两结点间的阻抗系数。因此在 VC 下绘制的有向图, 用直线代替原图的曲线。而且在不影响正常解算的情况下, 当节点数据很多或路径比较复杂时, 可以减少数据的存储量。

程序首先根据绘制的图形, 自动构建结点方阵 $[V_{ij}]$ 。其次弹出图 (2) 右侧的对话框, 让用户选择起终点。图 (2) 中用户选择 V_0 为起点, V_6 为终点。最后通过点击确定按钮执行 Dijkstra 算法。解算出从 V_0 到 V_6 的最短路径如图 2 左。

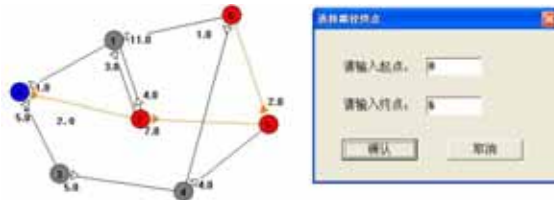


图 2 V_0 到 V_6 的最短路径

Fig.2 the shortest path form V_0 to V_6

用户在构建好的几何网络上, 可以求解任意两结点间的最短路径^[6]。此外, 用户还可以使用鼠标移动边上的箭头改变权重的大小。这个箭头不仅标明边的方向, 同时也可以改变权重。使用户能够方便修改权重值。

3 结 论

本文充分利用 Visual C++ 6.0 的可视化编程特点, 实现了经典的 Dijkstra 最短路径算法。使用户可以方便自定义有向图, 包括结点和边的绘制与修改, 以及权重的更改等。并最终实现了任意两结点间的最短路径查找。但其算法本身的进一步优化、加速, 以减少搜索时间和所需内存尚需进一步研究; 同时需增加与 GIS 数据的兼容性。

参考文献:

- [1] 鲍培明. 距离寻优中的 Dijkstra 算法[J]. 计算机研究与发展, 2001,23(9):550-562.
- [2] 李元臣, 刘维群. 基于 Dijkstra 算法的网络最短路径分析[J]. 微计算机应用, 2004, 25 (3):295-300.
- [3] 徐凤生, 李天志. 所有最短路径的求解算法[J]. 计算机工程与应用, 2006,28(12):83-84.
- [4] 李春葆. GIS 中最短路径搜索算法[J]. 计算机工程与应用, 2002,38(20):70-72.
- [5] 唐文武, 施晓东, 朱大奎. 地理信息系统中使用改进的 Dijkstra 算法实现最短路径的计算[J]. 中国图象图形学报, 2000,15(4):226-230.
- [6] 夏春林, 蒋瑞波, 宋伟东. 道路网络中最短路径的算法与实现[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2003,22(2):180-182.