

# 基于 ArcGIS 对矢量数据模型的最短路径分析

高 晟

(山西农业大学,山西 太谷 030801)

**摘 要:** 利用 ArcGIS 中网络分析模块对最短路径问题分情况进行了探讨,分别给出了在不同情况下如何找到不同最短路径。

**关键词:** 矢量数据;网络分析;ArcGIS;最短路径

中图分类号: TN9

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)15-0084-03

## Analysis of shortest path for vector data model based on ArcGIS

Gao Sheng

(Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

**Abstract:** In this paper, using the module of network analysis in ArcGIS, problems of how to find different the shortest path in different circumstances discussed are given respectively.

**Key words:** vector data; network analysis; ArcGIS; the shortest path

人们每天都会提出如下一些问题:应该在道路的何处开挖,才能迅速找到煤气总管?将冰箱送到客户家里,如何走最好?这个城市卖掉的土地和财产总值多少?要回答上述问题需要访问具有多维(x、y、z坐标和时间)、大容量和高处理费用特征的地理信息;同时,即使回答明显简单的地理学问题,也要求按统一的标准集成多种数据源。

### 1 矢量数据模型的概念与特点

以计算机能够接受和处理的数据形式,为了反映空间实体的某些结构特性和行为功能,按一定的方案建立起来的数据逻辑组织方式,是对现实世界的抽象表达。空间数据模型是地理信息系统的基础,它不仅决定了系统数据管理的有效性,而且是系统灵活性的关键。空间数据模型是在实体概念的基础上发展起来的,它包含两个基本内容,即实体组和它们之间的相关关系。实体和相关关系可以通过性质和属性来说明。空间数据模型可以被定义为一组由相关关系联系在一起的实体集(D.J. Peuquet)<sup>[1]</sup>。

结合空间数据的具体特点进行空间数据模型的设计是地理信息系统的关键。由于空间数据模型的设计与计算机硬件、系统软件和工具软件的发展现状密切相关,所以,就目前的发展现状而言,很难用一个统一的数

据模型来表达复杂多变的地理空间实体。例如,某些空间数据模型可能很适合于绘图,但它们对于空间分析来说效率却十分低;有些数据模型有利于空间分析,但对图形的处理则不理想<sup>[2]</sup>。

地理信息系统中一种常见的图形数据结构为矢量结构,即通过记录坐标的方向尽可能精确地表示点、线、多边形等地理实体,坐标空间设为连续,允许任意位置、长度和面积的精确定义。

### 2 最短路径问题的分析与应用

#### 2.1 背景

在现实中,最短路径的求取问题是可以拓展为许多方面的最高效率问题,最短路径不仅是指一般意义上的距离最短,还可以是时间最短、费用最少、线路利用率最高等标准。

#### 2.2 技术路线图

利用 GIS 软件进行最短路径分析的技术路线图如图 1 所示。

#### 2.3 网络中的基本组成部分和属性

(1)链:网络中流动的管线,如街道、河流、水管等。其状态属性包括阻力和需求。

(2)障碍:禁止网络中链上流动的点。

(3)拐角点:出现在网络中所有的分割点上状态属性

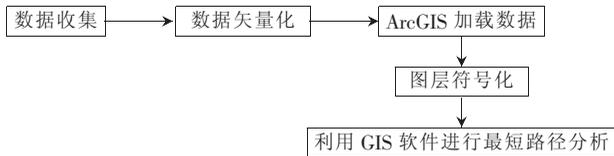


图1 实现技术路线

的阻力,如拐弯时间和限制。

(4)中心:是接受或分配资源的位置,如水库、商业中心、电站等。其状态属性包括资源容量和阻力限额。

(5)站点:在路径选择中资源增减的站点,如库房、汽车站等。其状态属性有要被运输的资源需求,如产品数。

网络中的状态属性有阻力和需求两项。实际的状态属性可通过空间属性和状态属性的转换,根据实际情况赋到网络属性表中。

## 2.4 网络分析的基本方法

网络分析的基本方法包括路径分析、地址匹配和资源分配。

### (1) 路径分析

①静态求最佳路径:由用户确定权值关系后,即给定每条弧段的属性,当需求最佳路径时,可读出路径的相关属性,从而求得最佳路径。

②动态分段技术:给定一条路径由多段联系组成,要求标注出这条路上的公里点或定位某一公路上的某一点,标注出某条路上从某一公里数到另一公里数的路段。

③最短路径:确定起点、终点和所要经过的中间点、中间连线,求最短路径。

### (2) 资源分配

资源分配网络模型由中心店及其状态属性和网络组成。分配有两种方式,一种是由分配中心向四周输出,另一种是由四周向中心集中。这种分配功能可以解决资源的有效流动和合理分配,其在地理网络中的应用与区位论中的中心理论类似<sup>[3,4]</sup>。

## 3 矢量数据网络分析实现过程

### 3.1 网络分析的预处理

在进行网络分析之前,首先要对已建好的网络进行初始化参数设置,主要内容如下。

#### 3.1.1 网络数据的加载

进行网络分析的前提是几何网络的调用。一般来说,根据需求,选择调用的网络数据。基本的网络分析必须加载至少一种包含网络属性的要素类型。而对于全部网络数据的制图输出,则需加载包含网络属性的整个要素数据库<sup>[5,6]</sup>。

在 ArcGIS 中加载单个网络要素的步骤如下:(1)点击加载数据按钮,打开添加数据的对话框。(2)选择包含网络属性要素的数据库(mdb 文件)。(3)双击要素数据库后,显示出该数据库所包含的要素类型和几何网络数

据,选择要素 network,并将其加载到 ArcMap 窗口中。

在 ArcGIS 中加载网络要素数据集步骤如下:(1)点击加载数据按钮,打开添加数据的对话框。(2)双击包含网络属性要素的数据库。(3)选择要素数据集 city,数据集集中的所有要素加载到 ArcMap 中。数据集中不仅包含了线状要素、点状要素,还包含了拓扑关系、空间属性和状态属性等内容,可实现网络分析功能<sup>[7,8]</sup>。

#### 3.1.2 网络数据的符号化

网络现状要素存在着可运行和不可运行情况,称之为可运行性。可运行性的要素允许资源流动通过,不可运行的要素则不允许。这项信息被存储在要素属性表的 Enable 字段中,值为 1 代表可运行,值为 0 代表不可运行。使用属性符号化功能可以显示出哪些图征是可运行的,哪些是不可运行的。具体在 ArcGIS 中的操作如下:(1)在需要进行符号化的集合网络线状图层上点击右键,打开数据层操作快捷菜单,单击 Properties 命令,打开 Layer Properties 对话框,进入 Symbology 选项卡。(2)在左侧 Show 窗口内单击 Categories,选择下拉菜单中 Unique Values。(3)在 Value Field 文本框中选择属性字段:Enable。(4)单击 Add All Values 按钮,列出 Enable 字段的属性值,改变各值的符号和颜色,单击确定按钮,ArcMap 窗口中显示网络要素的可运行性。除了可运行性之外,也可使用其他属性进行符号化显示。例如对于点状要素,可通过符号化告诉使用者哪些是起点、哪些是终点。该属性存储于点要素的 AncillaryRole 字段中。

## 3.2 网络分析的实现过程

首先启动程序 ArcMap,打开 D:\Chp7\Ex2\city.mdb,双击 city 数据集,加载数据。对点状要素 place 符号化:以 HOME 字段,1 值为家代表符号为实心圆,0 值为商业中心代表符号为星星。

### 3.2.1 无权重最佳路径的生成

(1)在网络分析工具条上,选择旗标工具,将旗标放在“家”和想要去的“商业中心”点上。

(2)依次选择 Analysis、Option 命令,打开 Analysis Option 对话框,确认 Weights 和 Weight Filter 标签项全部是 None,这种情况下进行的最短路径分析是完全按照这个网络自身的长短来确定。

(3)在 Track Task 文本框中选择 Find path。单击 solve 按钮,显示最短路径,这条路径的总成本显示在状态栏中。如图 2 所示。

在以上图中很明显地看到从起始地到目的地的路径,其中状态栏中的 15 指的是从起点到目的地总共经过了 14 个网络节点,如果把两个网络节点当作一个街区的话,也就是指中间经过了 15 个街区。

### 3.2.2 加权最佳路径生成

(1)在设施网络分析工具条上,点选旗标工具,将旗标分别放在“家”和想要去的某个商业中心的位置上。

《微型机与应用》2011 年第 30 卷第 15 期

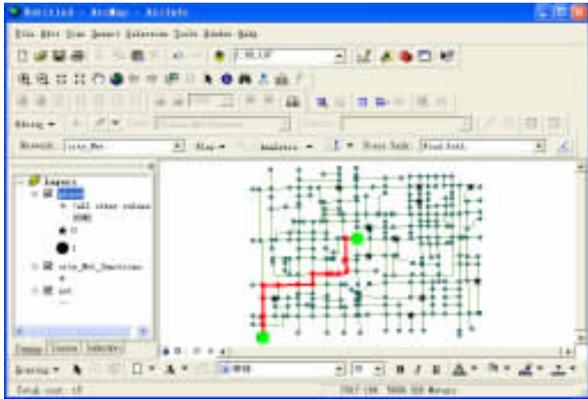


图2 无权重最佳路径生成

(2) 依次选择 Analysis、Option 命令, 打开 Analysis Option 对话框, 进入 Weight 标签页, 在边的权重(Edge weights)上, 全部选择长度(length)权重属性。

(3) 在 Track Task 文本框中选择 Find path, 单击 Solve 按钮, 则以长度为比重的最短路径将显示出来, 这条路径的总成本显示在状态栏中。如图 3 所示。



图3 加权最佳路径的生成

以上是通过距离远近的选择而得到的最佳路径。实际中不同类型的道路由于道路车流量的问题, 有时候要选择通行时间最短的路径, 同样可利用网络分析来获得最佳路径, 这里的时间属性是在建网之前, 通过各个道路的类型(主干道、次要道等)得到速度属性, 然后通过距离和速度的商值确定的。本文所讨论的实例中并没有考虑到红灯问题以及其他因素, 是一种较理想的情况, 如需完善可以通过实地勘测然后逐渐加入其他要素来完成。

### 3.2.3 阻强问题

首先需要说明的是文中所讨论的阻强是指网络中的点状要素或线状要素。因为某些突发事件(如交通事故)而不可运行时, 原来获得的最短路径就需要进行修正, 其具体实现过程如下文所述。

例如修路时, 即某个路段不可运行。可在网络中设置阻强, 对其进行表达。方法有两种: 一种是永久性的, 可直接将网络边要素的属性修改成不可运行, 即选择此

边要素, 将其 Enable 字段中的属性改成 False 即可; 另一种是暂时性的, 可设置边要素障碍, 即利用边要素障碍添加工具进行设置。同样取上述实例中的某一“商业中心”为目标地, 假设其中一条路段正在修路, 则产生新的最佳路径如图 4 所示, 图中标注“x”的即为阻强设置边。可以看出路段的维修状况使得最佳路径产生了改变, 同时最近距离也随之发生改变。



图4 有边阻强的距离加权最佳路径

本文通过对一个城市区域网络最短路径分析的三种不同方法来得出在不同情况下对最佳路径选择的影响。但是其实例仅仅考虑了很少的干扰因素, 而在现实生活当中会有许许多多的因素影响对最佳路径的选择。随着实际因子的增加, 一定会使得网络分析的模型更趋于实际, 在指导现实生活方面发挥越来越大的作用。

### 参考文献

- [1] 汤国安. 地理信息系统[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-10.
- [2] 黄杏元, 马劲松. 地理信息系统概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 12-25.
- [3] 吴信才, 等. 地理信息系统原理与方法[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 98-106.
- [4] 崔洪波, 丁明柱. 几种基础地理信息数据库建库方式的比较[J]. 东北测绘, 2002(2): 32-36.
- [5] GIS 技术的发展趋势研究 [J]. 咸宁学院学报, 2003(6): 26-28.
- [6] 罗智勇, 刘湘南. 基于 Geodatabase 模型的空间数据库设计方法[J]. 地球信息科学, 2004(4): 52-56.
- [7] 韩敏, 戴步成, 郑丹晨, 等. ArcGIS Server 电子地图研究与应用[J]. 测绘科学, 2009(3): 102-105.
- [8] 李龙, 陈龙乾, 赵建林, 等. 数量地理学及其在地理信息时代的发展[J]. 和田师范专科学校学报, 2010(6): 80-92.

(收稿日期: 2011-03-14)

### 作者简介:

高晟, 男, 1981 年生, 助理工程师, 主要研究方向: 3S 技术及应用。