

AutoCAD Map 的拓扑分析功能及其应用研究*

贾文涛 朱德海

(中国农业大学信息管理系,北京 100094)

[摘要] 拓扑分析是地理信息系统(简称 GIS)的一个非常重要的功能。本文系统地介绍了 GIS 软件 AutoCAD Map 的拓扑关系数据表结构和拓扑分析功能,及其在实际工作当中的应用(这里主要以在土地利用规划中的应用为例来说明)。

[关键词] 拓扑 拓扑叠加 缓冲区 拓扑查询 AutoCAD Map

[分类号] P283.7

AutoCAD Map 是以 AutoCAD 作为图形环境的地图制作和 GIS 软件,具有强大的地理数据采集、编辑、数据库管理及专题图制作和空间分析功能,是服务于地图制作、GIS 分析和应用领域的不可缺少的工具。笔者曾对 AutoCAD Map2000 做过一些探讨,并使用该软件做了一些实际工作。在此通过本文将自己学习和使用该软件的拓扑分析功能的一些心得体会奉献给大家,供大家交流。

一、拓扑数据表结构

图形拓扑(Topology)描述了构成图形的基本要素点、线、面之间的空间位置关系,这些关系构成了高级 GIS 功能如网络追踪(Network Tracing)和空间分析(Spatial Analysis)的基础。用户可以通过查询和分析拓扑来获取有关空间关系和空间分布的信息。为了方便、简洁地描述地物之间的拓扑关系,AutoCAD Map 定义了三种类型的拓扑,即结点拓扑(Node topology)、网络拓扑(Network topology)和图斑拓扑(Polygon topology)。结点拓扑描述的是结点(node)之间的相互关系,

网络拓扑描述的是弧段(link)与弧段、弧段与结点之间的相互连结,图斑拓扑定义了图斑之间、图斑与构成图斑的弧段之间的关系。建立网络拓扑是进行网络分析如最短路径分析和范围分析等功能的前提和基础,图斑拓扑则更多地应用于土地规划领域,例如:地块和行政边界都以图斑的形式出现。

当对一幅图件生成拓扑关系之后,AutoCAD Map 会自动地产生一些拓扑数据表,不同类型的拓扑其拓扑数据表结构是不同的。三种类型的拓扑数据表结构分别如下:

(1) 结点拓扑

字段变量	说明	字段类型
ID	结点标示码	整数型

(2) 网络拓扑

字段变量	说明	字段类型
ID	弧段标示码	整数型
START—NODE	起始结点	整数型

[收稿日期] 2000—05—17

[作者简介] 贾文涛 中国农业大学信息管理系 98 级硕士研究生。研究方向:地理信息系统。

朱德海 中国农业大学信息管理系副教授。研究方向:地理信息系统。

字段变量	说明	字段类型
END—NODE	终止结点	整数型
DIRECTION	方向	整数型
DIRECT—RESISTANCE	正向阻力	实数型
REVERSE—RESISTANCE	反向阻力	实数型

(3)多边形拓扑

多边形拓扑关系是由该多边形的中心点和构成该多边形的弧段共同来表示的,结构如下图所示:

字段变量	说明	字段类型
ID	中心点标示码	整数型
AREA	多边形面积	实数型
PERIMETER	多边形周长	实数型
LINKS—QTY	弧段数量	整数型

字段变量	说明	字段类型
ID	弧段标示码	整数型
START—NODE	起始结点	整数型
END—NODE	终止结点	整数型
DIRECTION	方向	整数型
DIRECT—RESISTANCE	正向阻力	实数型
REVERSE—RESISTANCE	反向阻力	实数型
LEFT—POLYGON	左多边形	整数型
RIGHT—POLYGON	右多边形	整数型

二、拓扑分析功能

一旦建立了拓扑关系,就可以把它作为空间分析和地理分析的基础。空间分析就是提取或创建一系列地物的新信息的过程,它指的是确定地物在网络中或区域内的空间分布和彼此之间空间关系的技术。地理分析(Geographical analysis)则可以识别地物的类型(点状地物、线状地物、面状地物),并预测地物未来的改变会产生的影响。这两种类型的拓扑分析在实际应用当中往往是结合在一起的。建立拓扑关系,还是存贮数据量庞大的空间数据的一种有效的方法。例如:在存贮相邻地块的信息时,两个图斑

的共有边界只需存贮一次,这样就大大减少了数据冗余。

下面分几个方面浅析 AutoCAD Map 的拓扑分析功能及其应用举例。

1、拓扑叠加 (overlay)

拓扑叠加是对两幅图件做全面空间分析的叠加。AutoCAD Map 就是将多个拓扑关系按一定的叠加运算叠加在一起,生成新的拓扑关系,产生新的拓扑数据文件。AutoCAD Map 支持三种类型的拓扑叠加:结点拓扑与图斑拓扑的叠加、网络拓扑与图斑拓扑的叠加、图斑拓扑与图斑拓扑的叠加。

结点拓扑与图斑拓扑的叠加:可以获取图斑与落在该图斑内的一系列点之间的包含关系。应用举例:为了了解农田中灌溉设施的分布情况,首先应对行政区边界图层生成图斑拓扑,对机井分布图层生成结点拓扑,两个拓扑关系叠加就可以统计出每个行政区(如:乡)内分布着多少眼机井。结点拓扑与图斑拓扑的叠加在区域犯罪统计中也具有重要的应用价值。

网络拓扑与图斑拓扑的叠加:可以识别线状地物与面状地物之间的构成关系。应用举例:在对耕地面积进行统计汇总时,需要对线状地物的面积进行扣除,因此必须知道位于某行政区内的线状地物的总长度。对行政区边界图层生成图斑拓扑,对线状地物图层(如:公路)生成网络拓扑,两个拓扑关系叠加就可以统计出每个行政区(如:乡)内该线状地物的总长度。

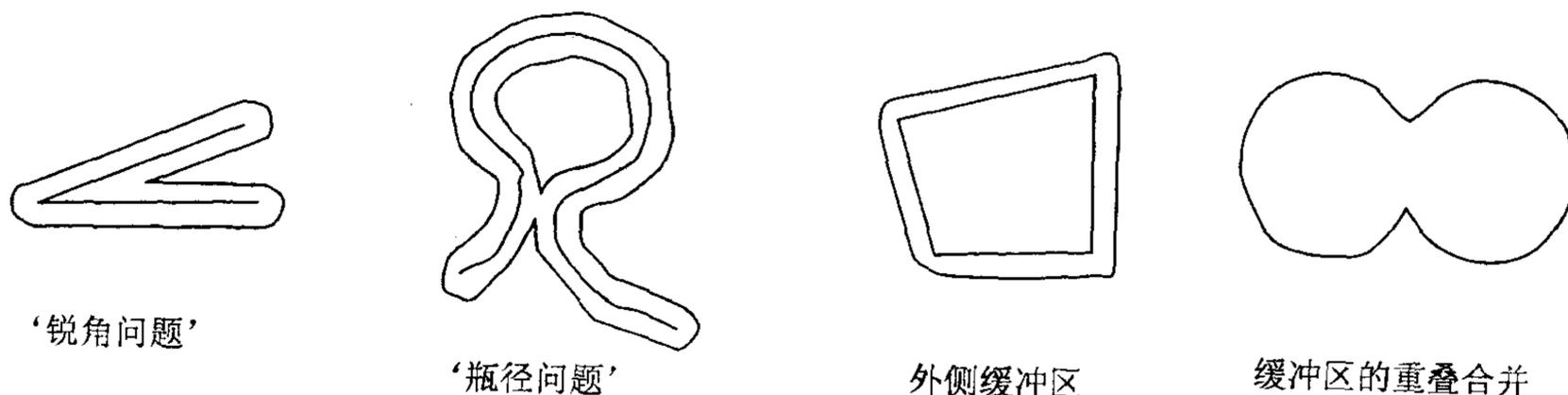
图斑拓扑与图斑拓扑的叠加:通过这种拓扑的叠加可以进行土地的适宜性评价和分析。应用举例:对盐碱地分布图层和农田分布图层分别生成图斑拓扑,进行拓扑叠加的结果可以反映出哪些农田位于盐碱较重的范围内从而不适于作物生长,并可以统计出这些地块的面积。

2、缓冲区分析

对于图件中的某一个指定地物,包括点、线、面状地物,在其周围划出一个特定的区域,在该区域内任意一点到该指定地物的距离小于某指定值 A,则我们称此划出的区域是该指定

地物的缓冲区(Buffer),对于此指定值 A 我们称之为缓冲区宽度,也称为‘偏移量’(Offset)。缓冲区分析是 GIS 系统中一个很重要的分析功能。在对地物生成缓冲区时,一般存在着下面几个问题,即:‘锐角问题’、‘瓶径问题’、‘单侧缓冲区问题’。值得一提的是 AutoCAD Map 只

能对面状地物生成单侧缓冲区,当设置的缓冲区宽度为正值时,生成外侧缓冲区,如果为负值则生成内侧缓冲区。缓冲区的重叠合并的算法也极为重要。AutoCAD Map 对上述几个问题的解决方案如下图所示



缓冲区生成的前提是已对地物生成了拓扑关系,缓冲区本身实质上也是一个图斑类型的拓扑,其拓扑数据表结构与一般的图斑数据表结构完全相同,只不过这种拓扑中只有一个图斑。因此缓冲区分析实际上是把缓冲区与另外一个图斑拓扑进行叠加。应用举例:一条河穿过一片农田,假定洪水泛滥时河两侧 100 米范围内为被淹没区,要求统计出被淹的农田总面积及每块地被淹的面积。首先对河流图层生成网络拓扑,对农田图层生成图斑拓扑,两个拓扑进行叠加,即可达到对面积进行统计汇总的目的。

3、最佳路径分析和范围分析

AutoCAD Map 提供网络拓扑的一个主要目的是支持用户进行网络分析,其中主要是最佳路径分析和范围分析(Network Load tracing)。网络分析在城镇规划、管网铺设等领域具有重要的意义。最佳路径分析是指在联结给定两点的所有路径中找出符合需要的最佳路径。范围分析即预先设置一个长度最大值 SO,从给定的某一点出发,沿着所有以该点为起始点的路径发散搜索,找出所有的结点和弧段,其中这些结点中的任何一个点到给定点的总路径不超过 SO。应用举例:以某一点为中心,沿着所有的路径出发找出所有的距该点的总路径不超

过 10 公里的加油站。

4、拓扑查询

拓扑查询的实质是查询图形的过程。通过建立并执行一个拓扑查询,可以获取当前工作图件的一个拓扑以及该拓扑的相关数据。AutoCAD Map 允许用户按照任何一种查询条件(其中包括位置、属性、object data 以及 SQL 语句)进行拓扑查询,查询手段灵活高效,查询功能强大。应用举例:在农田分布图中,搜索出面积大于 1 公顷,且由 4 条弧段构成的所有的图斑,并在图上填充颜色标示出来。再如,在公路图层上,找出所有的宽度大于 A0 的公路并加亮显示在屏幕上。这种图形查询和显示功能是 GIS 系统中一个重要的方面。无论是从查询手段的方便程度、查询方式的多样性以及查询速度上,AutoCAD Map 的表现都是非常优秀的。

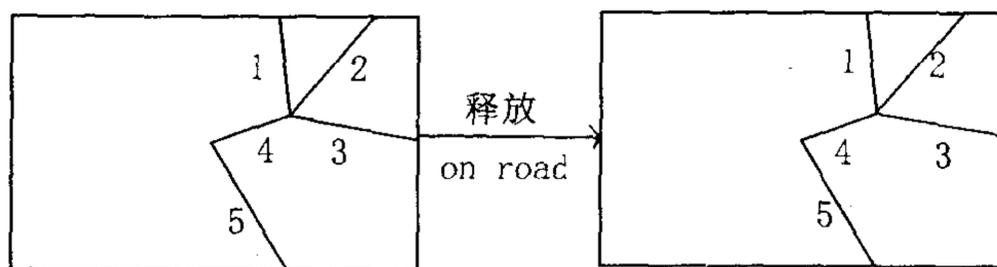
5、拓扑释放

拓扑释放(Dissolving topologies),即通过选择释放域(Dissolve Field)来释放图斑拓扑中的图斑或网络拓扑中的弧段,以简化拓扑数据。释放域是属性数据表的一个字段。这里以释放弧段为例,对拓扑释放的算法进行简要描述:首先从数据库里检索每两条弧段之间的结点,看这两条弧段是否在此相交,如果相交,看它们的

释放域的值是否相同,如果相同,则删掉该结点。从而,这两条原本相交的弧段变为一条弧段,达到释放弧段的目的。产生一个只含有弧段ID码和释放域两个字段的属性数据表。

拓扑释放在实际应用当中具有重要的意义。例如:在土地详查系统中对耕地面积进行统计汇总时,涉及到对线状地物面积的扣除。如图中(左图)所示,图中的线条代表公路,弧段4和

弧段5虽然属于同一条公路(路名相同),但因宽度不同,所以在进行面积扣除时,两条弧段必须分别考虑,不能把4和5看成一条弧段。但当没必要考虑线状地物的宽度时,如果除了宽度外其它属性都相同,这时弧段4和弧段5就应该合并为一条弧段,因为弧段合并后可以减少数据冗余,如图中(下图)所示,这就是拓扑释放的重要意义。



释放前的拓扑数据表

ID	ROAD	WIDTH
1	r-1	20
2	r-2	30
3	r-3	35
4	r-4	24
5	r-4	40

释放后的拓扑数据表

ID	ROAD
1	r-1
2	r-2
3	r-3
4	r-4

三、结论

AutoCAD Map 还提供了一套管理拓扑的工具,运用这些工具,用户可以根据需要为一幅图件装载或卸载或重新命名或者删除一个已存在的拓扑(每幅图都可以生成多个拓扑)以进行相关分析。除此之外,AutoCAD Map 还允许直接使用其提供的拓扑编辑命令对一个拓扑进行编辑,从而可以不必重新执行生成拓扑关系的操作。正因为拥有了完备的拓扑分析功能,AutoCAD Map 才与一般的CAD 软件有了根本的不同,从而成为一个完整的GIS 软件。

参考文献

- [1]严泰来,朱德海,土地管理信息系统,中国农业大学出版社,2000.6
- [2]贾文涛,朱德海,浅谈 AutoCAD Map 的拓扑分析功能及其在土地利用规划中的应用,中国地理信息系统协会第五届年会论文集,1999.8
- [3]AutoCAD Map Release 3 User's Guide,1998