

状比较小,说明城市为狭长带状分布。

(2)延伸率:该指标能够反映要素的带状延伸程度,计算方法为要素最长轴的长度除以最短轴的长度。带状延伸越明显的要素,其延伸率越大,离散程度越高。

(3)紧凑度:该指标能够反映要素的集中与紧凑程度。在计算过程中,圆形被认为是最紧凑的形状,其紧凑度为1。城市的紧凑度越高,表明城市内部的公共设施越聚集,土地利用率越高。

(4)放射状指数:该指标不单纯从抽象的外部形状入手,而是综合考虑各组成部分的位置特征。通过距离、时间、阻力等因素,反映区域中心与区域内各部分之间的联系程度。例如,在现实应用中,放射状指数可用于衡量学校对其覆盖范围内各住宅小区的影响程度。

(5)标准面积指数:该指标可以用于衡量区域形状与标准形状的差异程度,而在量算过程中,以等边三角形作为标准形状。具体计算方法是:首先,换算出与区域面积相等的等边三角形;然后,将等边三角形叠置到区域范围上,依次求解区域范围与等边三角形“交”和“并”的面积;最后,计算标准面积指数 S 。

4.2 任务二 缓冲区分析



缓冲区分析

邻近度(Proximity)描述了地理空间中两个地物距离相近的程度,以距离关系为分析基础的邻近度分析构成了GIS空间分析的一个重要手段。例如建造一条铁路,要考虑到铁路的宽度以及铁路两侧所保留的安全带,来计算铁路实际占用的空间;公共设施如商场、银行、医院、学校等的位置选择都要考虑其服务范围;对于一个有噪声污染的工厂,污染范围的确定是非常重要的;已知某区域部分站点的气象数据,如何选取最近的气象站数据来代替某未知点的气象数据等,诸如此类的问题都属于邻近度分析。解决这类问题的方法很多,目前缓冲区分析是比较成熟的一种分析方法。

4.2.1 缓冲区分析定义

缓冲区分析(Buffer Analysis)是解决邻近度问题的空间分析工具之一,就是根据分析对象的点、线、面实体,在其周围自动建立一定宽度范围的缓冲区多边形实体,从而实现空间数据在二维空间得以扩展的分析方法。从空间变换的角度来看,缓冲区分析实际上就是邻近度分析或影响度分析,就是将点、线、面的地物分布图转换成距离扩展图。缓冲区分析在确定地理目标和规划目标的影响范围中发挥着重要的作用。如根据离交通线的远近进行土地成本估算,公共设施的服务半径,大型水利建设引起的搬迁,环境污染的影响等。

缓冲区(Buffer)是地理空间要素的一种影响范围或服务范围。从数学的角度来看,缓冲区分析的基本思想是给定一个空间对象或集合,确定其邻域,邻域的大小由邻域半径 R 决定,因此对象 O_i 的缓冲区定义为

$$B_i = \{x \mid d(x, O_i) \leq R\} \quad (4-1)$$

即对象 O_i 的距离小于等于缓冲区半径 R 所有点的集合, d 一般指最小欧氏距离,但也

可以为其他定义的距离,如网络距离,即空间物体间的路径距离。

对于对象集合 $O = \{O_i | (i=1, 2, \dots, n) \leq R\}$, 其半径为 R 的缓冲区是各个对象缓冲区的并集, 即

$$B = \bigcup_{i=1}^n B_i \quad (4-2)$$

4.2.2 缓冲区分析方法

在进行空间缓冲区分析时,通常将研究问题抽象为以下三类因素进行分析:

(1) 主体:表示分析的主要目标,一般分为点源、线源和面源三种类型。

(2) 邻近对象:表示受主体影响的客体,例如行政界线变更时所涉及的居民区,森林遭砍伐时所影响的水土流失范围等;

(3) 作用条件:表示主体对邻近对象施加作用的影响条件或强度。

根据主体的类型,我们把缓冲区分析划分为三种方法,分别为点缓冲区分析、线缓冲区分析和面缓冲区分析。

1. 点缓冲区分析

点缓冲区分析:通常以点为圆心,围绕点对象建立半径为缓冲距的圆形区域(图4-11)。

特殊需要还可以建立点对象的三角形和矩形缓冲区(图4-12)。点缓冲区分析方法的应用是非常广泛的,例如如果要调查某地区的现有的小学能否满足社区需求,也需要运用点缓冲区分析方法确定各小学的服务范围,分析它们的重叠离散程度;若重叠太大,则说明小学分布可能不合理;若离散太大,则需在服务空白区新建小学,如图4-13所示。

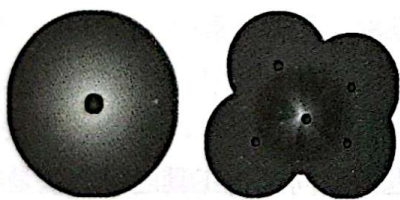


图4-11 点缓冲区

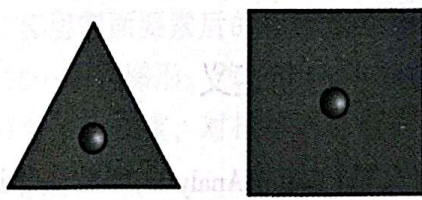


图4-12 特殊点缓冲区

2. 线缓冲区分析

通常是以线为中心轴线,距中心轴线一定距离的平行条带多边形,如图4-14所示。线缓冲区还有双侧不对称和单侧缓冲区,如图4-15所示。

线缓冲区分析方法主要应用于线状地物如道路和河流对周围影响的分析中。例如,为了防止水土流失,禁止砍伐河流两侧一定范围内的森林,这个范围的确定需要进行线缓冲区分析,如图4-16所示。

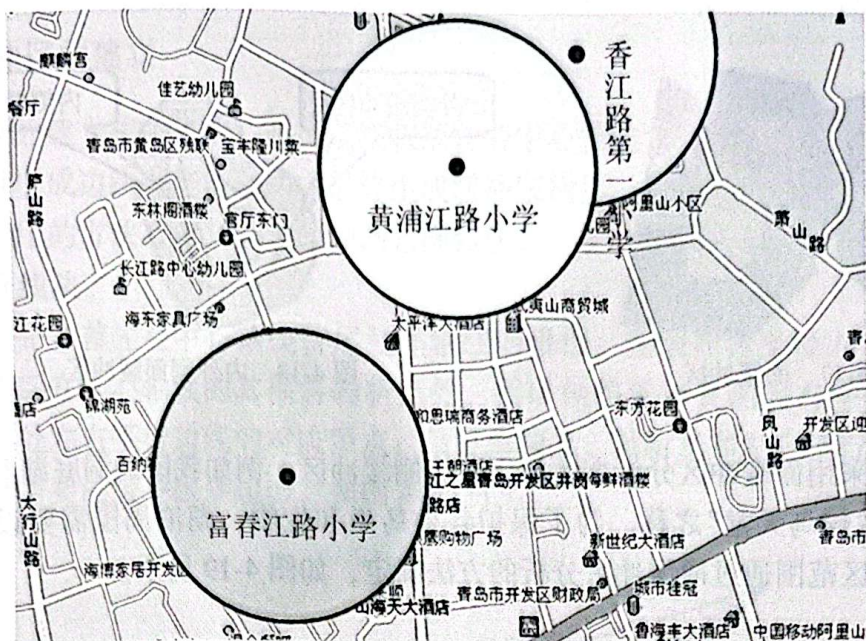


图 4-13 点缓冲区实例

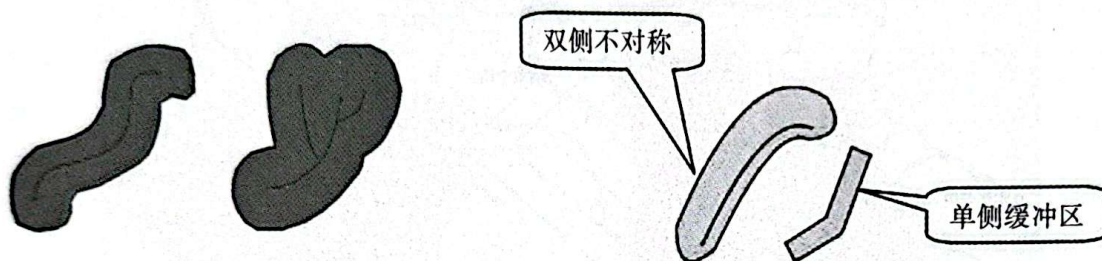


图 4-14 线缓冲区

图 4-15 特殊线缓冲区

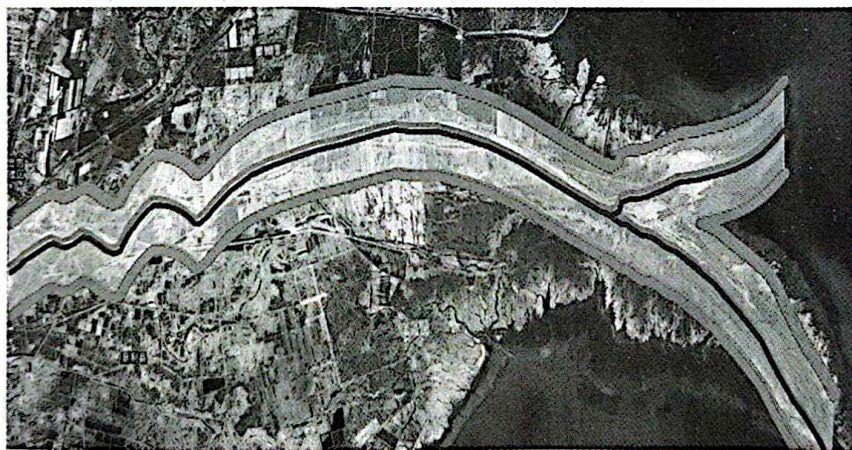


图 4-16 线缓冲区实例

3. 面缓冲区分析

面缓冲区分析是沿面的边界线建立距离为缓冲距的多边形区域，如图 4-17 所示。进行面缓冲区分析时，首先抽象出面的边界线，在边界线周围建立距离为缓冲距的多边形。

面缓冲区分析可分为内侧缓冲区分析和外侧缓冲区分析，如图 4-18 所示。



图 4-17 面缓冲区

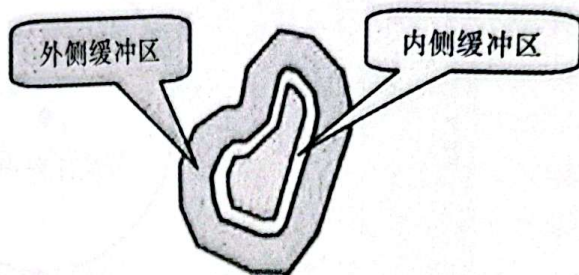


图 4-18 内外侧面缓冲区

很多情况采用面缓冲区分析方法建立其外侧缓冲区，例如我国的洞庭湖和鄱阳湖，特别是鄱阳湖有“候鸟天堂”之称。为了保护各种鸟类和生物，湖泊周围需要设置生态保护区，生态保护区范围通过面缓冲区分析的方法确定，如图 4-19 所示。

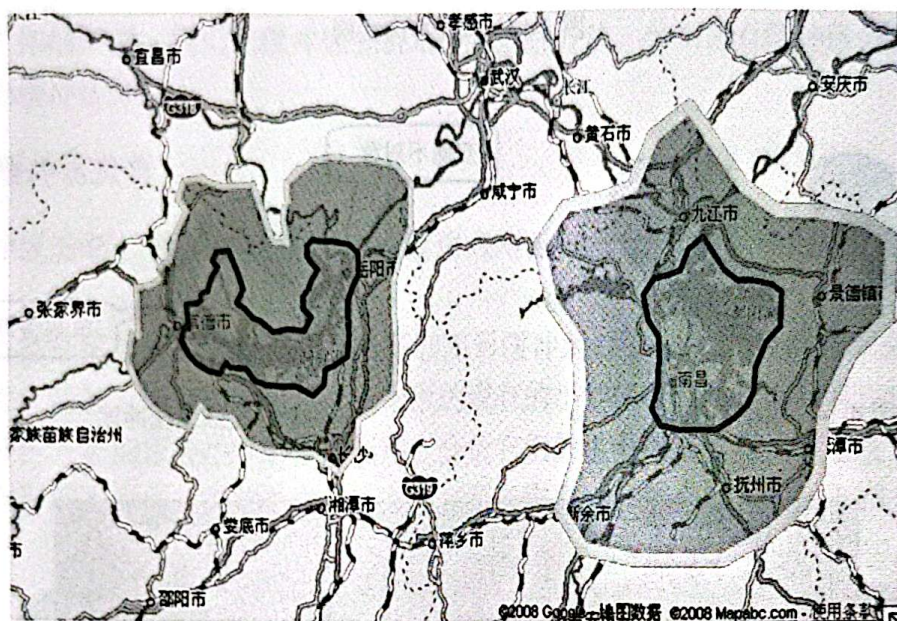


图 4-19 面缓冲区实例

4.2.3 空间缓冲区的建立

从原理上来说,缓冲区的建立非常简单。点缓冲区以点状地物为圆心,以缓冲区距为半径画圆即可;线缓冲区和面缓冲区的建立以线状地物或面状地物的边线为参考线,作参考线的平行线,再考虑端点圆弧,与平行线相接即可。

1. 点缓冲区的建立

点缓冲区的建立相对简单。点状要素缓冲区就是以点为圆心,以缓冲距为半径而形成的圆所包围的区域。其中包括单点要素形成的缓冲区、多点要素形成的缓冲区和分级点要素形成的缓冲区等。

2. 线缓冲区的建立

线缓冲区的建立相对复杂。通过以线状地物的中心轴线为核心作平行曲线，生成缓冲区边线，再对生成边线求交、合并，最终生成缓冲区边界。生成缓冲区边界的基本问题是双线问题，常用的方法有角平分线法和凸角圆弧法。

1) 角平分线法

基本思想是：首先在中心轴线首尾处作轴线的垂线，按缓冲区半径 R 截出左右边线的起讫点；然后在中心轴线的其他各转折点处，用以偏移量为 R 的左右平行线的交点来确定该转折点处左右平行边线的对应顶点；最终由端点、转折点和左右平行线形成的多边形就构成了所需要的缓冲区多边形，如图 4-20 所示。

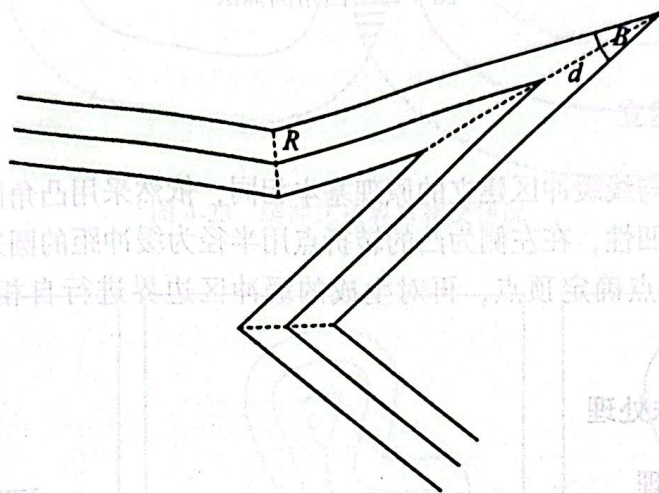


图 4-20 角平分线法

角平分线法简单易行，缺点在于难以最大限度地保证缓冲区左右边线的等宽性，当轴线转折角过大或过小时，因角平分线法自身的缺点会造成许多异常情况，校正过程较复杂，实施起来较为困难。

图 4-20 中，在周线的转折处，凸角一侧平行线宽度较大，张角 B 与凸角平行线宽度 d 之间关系可用式(4-3)表示：

$$d = \frac{R}{\sin\left(\frac{B}{2}\right)} \quad (4-3)$$

当缓冲区半径 R 不变时， d 随张角 B 的减小而增大，张角越小，变形越大；张角越大，变形越小，所以在尖角处缓冲区左右边线的等宽性遭到破坏。

2) 凸角圆弧法

凸角圆弧法的基本思想是：在轴线的两端点处用半径为缓冲距离的圆弥合；在中心轴线的其他各转折点处，首先判断该点的凸凹性，在凸侧用圆弧弥合，在凹侧用与该转折点前后相继的轴线的偏移量为 R 的左右平行线的交点作为对应顶点，如图 4-21 所示。由于凸角圆弧法对于凸部的圆弧处理使其能最大限度地保证左右平行曲线的等宽性，避免了角平分线法所带来的异常情况。

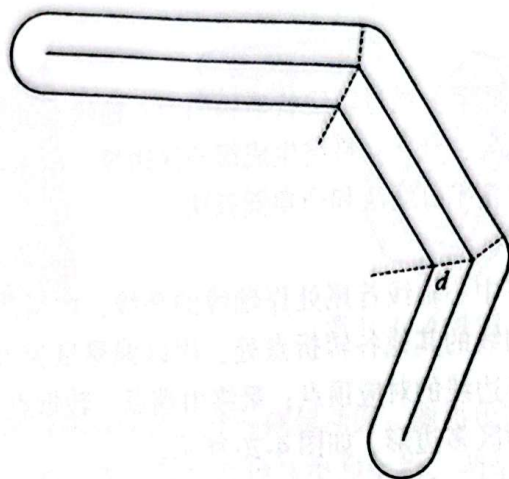


图 4-21 凸角圆弧法

3. 面缓冲区的建立

面缓冲区的建立与线缓冲区建立的原理基本相同,依然采用凸角圆弧法。首先判断轴线上每个转折点的凸凹性,在左侧为凸的转折点用半径为缓冲距的圆来弥补,在左侧为凹的转折点用平行线交点确定顶点,再对生成的缓冲区边界进行自相交处理和其他特殊处理。

4. 缓冲区的特殊处理

1) 缓冲区重叠处理

空间实体不可能都是孤立存在的,缓冲区建立时会出现多个空间实体缓冲区相互重叠。重叠的情况包括多个空间实体缓冲区之间的重叠和同一实体缓冲区的重叠,必须对重叠缓冲区进行合并。对于前者,通过拓扑分析的方法自动识别出落在某个缓冲区范围内的线段或弧段并删除,得到处理后的连通缓冲区,如图 4-22 所示。

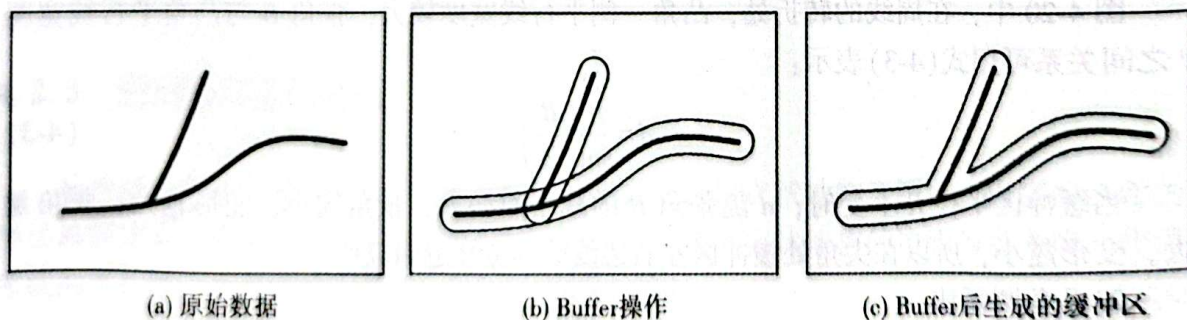


图 4-22 多个特征缓冲区重叠处理

对于后者,称为自相交。自相交多边形常出现两种情况:岛屿多边形和重叠多边形。岛屿多边形是缓冲区边界线的有效组成部分;重叠多边形是非缓冲区边界线的有效组成部分。对于两种多边形的自动判别,首先定义轴线坐标点序为其方向,缓冲区双线分为左右边线,左右边线自相交的情况恰好对称。对于左边线,岛屿多边形呈逆时针方向,重叠多

边形呈顺时针方向；对于右边线，岛屿多边形呈顺时针方向，重叠多边形呈逆时针方向。图 4-23 和图 4-24 分别给出边界自相交情况及其处理结果。

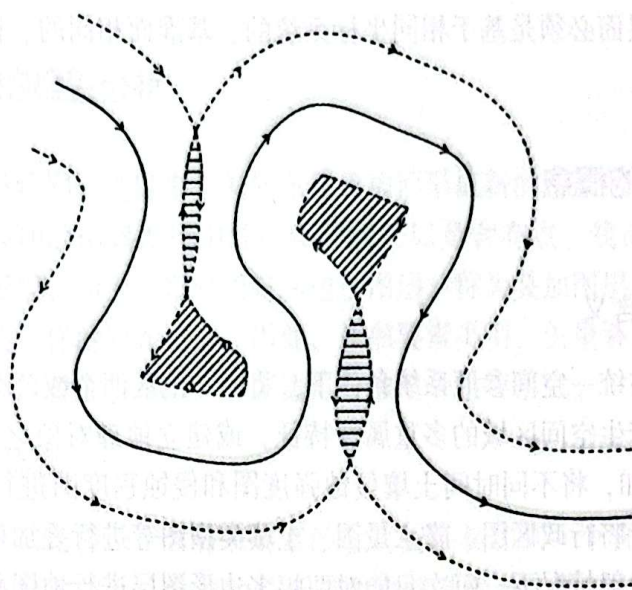
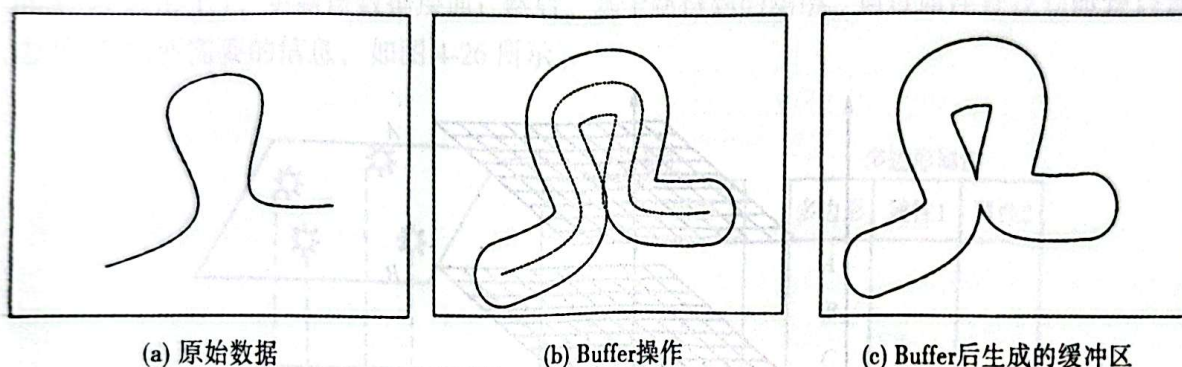


图 4-23 缓冲区边界自相交情况



(a) 原始数据

(b) Buffer操作

(c) Buffer后生成的缓冲区

图 4-24 单个特征缓冲区重叠处理

2) 不同级同类要素缓冲区处理

在进行缓冲区分析时，有时会遇到对不同级别同类地物建立缓冲区，由于级别不同，它们所产生的缓冲区的范围大小不同，如主干道与次干道对街道两侧繁荣程度的影响不同，这主要与要素的类型有关。在建立这样的缓冲区时首先要建立属性表，并在属性表中添加有关缓冲距的属性列，建立缓冲区时根据属性表中不同级别要素缓冲区属性列的值生成缓冲区。

3) 多级缓冲区

在某些应用中，有可能同一个目标需要生成多个缓冲区，如环境污染的程度、地震的影响程度等。此时根据多个缓冲距离生成多个缓冲区，就形成了缓冲区的嵌套。

4.3 任务三 空间叠置分析

叠置分析是地理信息系统中常用的提取空间隐含信息的方法之一。叠置分析是将有关