

GIS 动态缓冲带分析模型及其应用

黄杏元 徐寿成

(南京大学城市与资源系, 南京 210093)

摘要 根据 GIS 对地理实体进行缓冲带(buffer)分析的不同, 将缓冲带操作分为静态和动态 2 类。对动态缓冲带操作不是简单地设定距离参数的方法, 而必须依据操作对象和要求, 选择适用的分析模型, 有时还需要对模型作变换。本文给出了不同的模型及变换公式, 并通过实例具体介绍了动态缓冲带分析模型参数的确定方法和缓冲带的建立步骤。

关键词 地理信息系统(GIS), 动态缓冲带, 分析模型

1 引言

缓冲带(buffer)分析是 GIS 空间分析的重要功能之一, 是对空间特性进行度量的一种重要方法。它是指在地理实体或空间物体周围建立一定距离的带状区, 用以识别这些物体对其周围的邻近性或影响度, 例如判断空间物体间是否相邻或某个污染源对周围环境的影响度等等。

根据物体对周围空间作用性质的不同, 一般分为静态缓冲带分析和动态缓冲带分析 2 种类型。当空间物体对邻近对象只呈单一的距离关系, 例如以设计中的道路中心线为主体, 建立与该中心线等距离的一条路宽带, 可获得道路的用地范围及该段路宽内有关数据层的信息(土壤、土地利用、土地权属、地质条件和坡度特征等), 称为静态缓冲带分析; 当空间物体对邻近对象随距离变化而呈不同强度的扩散或衰减关系, 例如污染源对周围环境的影响是随距离而呈梯度变化的, 称为动态缓冲带分析。

2 动态缓冲带分析模型

动态缓冲带分析, 根据物体对周围空间影响度的变化性质, 分别采用以下 3 种不同的分析模型。

(1) 物体对周围空间的影响度 F_i , 随距离 r_i 呈线性形式衰减(图 1), 其模型形式为:

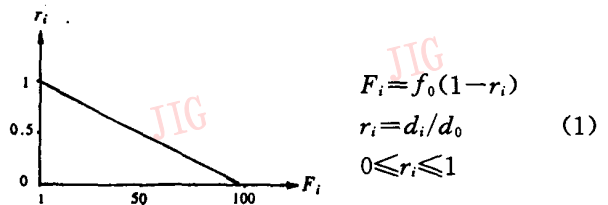


图 1 线性衰减模型

(2) 物体对周围空间的影响度 F_i , 随距离 r_i 呈二次形式衰减(图 2), 其模型形式为:

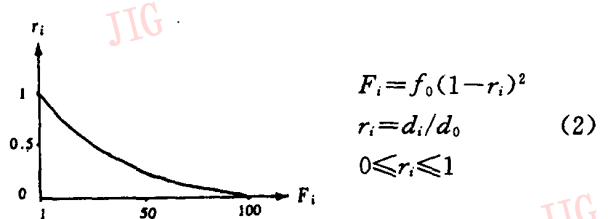


图 2 二次衰减模型

(3) 物体对周围空间的影响度 F_i , 随距离 r_i 呈指数形式衰减(图 3), 其模型形式为:

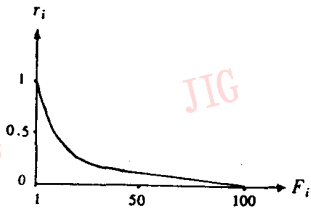


图3 指数衰减模型

$$F_i = f_0^{(1-r_i)}$$

$$r_i = d_i/d_0$$

$$0 \leq r_i \leq 1 \quad (3)$$

式中 f_0 表示参与缓冲带分析的一组空间实体的综合规模指数,一般须经最大值标准化后参与运算。 d_0 表示该物体的最大影响距离。 d_i 表示在该物体最大影响距离内的某点距该物体的实际距离。

按照以上公式,将所设定的各点 d_i 代入公式,可算出各个等距离带内的 F_i 值,但这些值具有不可预测性,因此按 d_i 建立的缓冲带内的属性值是否满足用户的需求,难以控制。为此,建议作如下的变换。

以式(3)为例,将原算式变换为:

$$d_i = d_0 \left(1 - \frac{\ln F_i}{\ln f_0} \right) \quad (4)$$

这样可根据需要来设定 F_i 值,再由 F_i 值求取相应的 d_i ,根据 d_i 建立的缓冲带内的属性值便与事先设定的需求值相一致。

以下通过一个实例,具体说明动态缓冲带的操作过程。

3 应用实例

设某城市有3条道路,它们的名称及相关的几何数据和属性数据如表1所示。

表1 道路数据

名称	坐标	路宽 (m)	机动车流量 (辆/h)	非机动车流量 (辆/h)	人流量 (人/h)
A	$x_1y_1 \dots x_my_m$	40	182	2 070	2 772
B	$x_1y_1 \dots x_ny_n$	22	11	3 991	4 254
C	$x_1y_1 \dots x_ly_l$	10	5	725	1 026

在这一应用实例中,我们应用GIS的动态缓冲带分析方法,分析和确定研究区 10km^2 面积(S)内,各不同距离上的各类道路通达度 F_i 值。其缓冲带的操作步骤如下:

(1) 计算道路的综合规模标准化指数 f_0 。

对表1所列的各项统计数据采用最大值标准化方法,得到表2的标准化指数 f_0 。

表2 处理后的道路数据

名称	路宽	机动车流量	非机动车流量	人流量	综合规模指数	标准化指数 (f_0)
A	1.00	1.00	0.52	0.65	3.17	100
B	0.55	0.06	1.00	1.00	2.61	82
C	0.25	0.03	0.18	0.24	0.70	22

(2) 计算道路通达度的最大影响距离 d_0 。

道路通达度的最大影响距离 d_0 与该类道路的级别标准和总长度有关,级别标准愈高,则影响距离也愈大,一般按下式推算:

$$d_0 = S/2l \quad (5)$$

式中: S 为研究区面积,本例为 10km^2 ;

l 为各级道路的长度,分别为 $l_A = 10\ 000\text{m}$,

$l_B = 4\ 286\text{m}$, $l_C = 35\ 714\text{m}$;

则道路A的 $d_0 = S/2l_A = 500\text{m}$

道路B的 $d_0 = S/2(l_A + l_B) = 350\text{m}$

道路C的 $d_0 = S/2(l_A + l_B + l_C) = 100\text{m}$

(3) 实施缓冲带操作

道路通达度具有随着离开道路中心线呈迅速递减的特点,因此实施道路通达度的缓冲带操作宜选择指数形式的分析模型。

为了建立动态缓冲带,并使各个缓冲带范围内的属性值能满足事先给定的特征值和级别数,根据某项应用的需要,首先设定 F_i 值,按照式(4),求出与各级道路对应的 d_i 值如表3所示。

表3 由 F_i 值推求相应的 d_i 值

F_i									
	1	10	20	30	45	65	85	100	
d_i	A	500	250	175	130	87	47	18	0
	B	350	167	112	80	48	18	0	
	C	100	25	0					

于是,提取道路中心线坐标数据,输出各级道路路线图,然后以道路中心线为主体,按照表3所列的 d_i 值,依次建立各级道路中心线两侧的等距线,并在等距线范围内赋以对应的 F_i 值,即完成动态缓冲带的操作,其建立的缓冲带图如图4所示。同理,可以建立点状实体的动态缓冲带图(图5)和面状实体的动态缓冲带图(图6)。



图4 线状实体动态缓冲带分析图

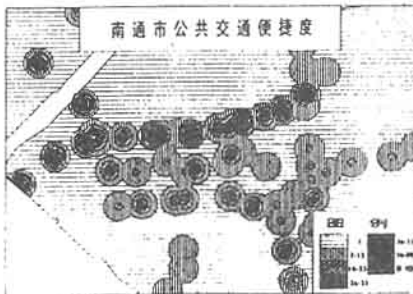


图5 点状实体动态缓冲带分析图

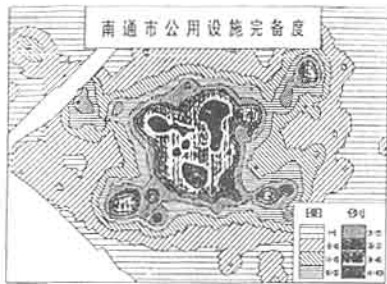


图6 面状实体动态缓冲带分析图

4 讨论

本文根据缓冲带操作的不同性质,将缓冲带操作分为静态和动态2类。对动态缓冲带操作不是简单地设定距离参数的方法,而必须依据操作对象和要求,选择适用的分析模型。考虑到某些应用须事先设定特征值,因此建立了由影响度 F , 推求距离 d 的计算公式,使缓冲带操作具有更广泛的实用性。

参考文献

- 1 国家土地管理局. 城镇土地定级规程(试行). 北京:农业出版社, 1990.
- 2 宋小冬,叶嘉安. 地理信息系统及其在城市规划与管理中的应用. 北京:科学出版社,1995.
- 3 黄杏元,汤勤. 地理信息系统概论. 北京:高等教育出版社,1990.



黄杏元 1961年毕业于南京大学地理系,现任南京大学城市与资源系教授兼GIS和遥感研究所所长。主要从事GIS、计算机地图制图及地图学领域的教学和科研工作。著有《计算机世界制图》、《地理信息系统概论》等教材和专著,发表论文50余篇,获国家级教学成果奖和部委级科技进步奖多项。

GIS-Based Dynamic Buffer Analysis Model and Its Applications

Huang Xingyuan, Xu Shoucheng

(Dept. of Urban and Resources Science, Nanjing Univ, Nanjing 210093)

Abstract The operational model for creating buffer zone under the environment of GIS can be classified into dynamic and static according to the geographic entities and analysis requirements. In the light of dynamic model, the buffer zones are produced not by giving a fixed radius around existing geographic entities, but by using the matching algorithm with entities and requirements. At times, the model must be transformed to achieve some given attribute values for the feature. This paper gives different models and transform algorithms for dynamic buffer analysis, describes the method for generating parameters used in models, and presents the processes of creating buffer zones by examples.

Keywords GIS, Dynamic buffer zones, Analysis models