

文章编号: 1007-4619 (2004) 04-0289-06

矢量缓冲区不确定性传播的置信带模型

梅士员¹, 江南^{1,2}

(1. 南京大学城市与资源学系, 南京 210093; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

摘要: 提出用缓冲区整体置信带对 GIS 中矢量缓冲区进行可靠性评定的方法, 分别研究了点状和线状目标缓冲区整体置信带的情况。提出用一类似相对误差的量 K 值来对缓冲区整体置信带进行定量分析, 并推导出具体的计算公式, 最后的算例和分析部分重点考察对线段缓冲区 K 值产生影响的各因子, 并得出直线端点误差和置信水平是影响缓冲区不确定性传播的关键因素。

关键词: GIS; 矢量缓冲区; 不确定性传播; 置信带

中图分类号: P208 **文献标识码:** A

1 引言

由于空间目标不确定性的复杂性, 使得空间分析过程对最终结果的可信度难以控制, 这在很大程度上给 GIS 用户决策造成了影响, 有时这种影响甚至是无法容忍的。Goodchild 用“蝴蝶扇翅引起飓风的效应”^[1]说明分析过程误差累积放大程度对于最终结果影响之大。

缓冲区分析是矢量 GIS 常用的分析功能之一, 对缓冲区分析中空间对象不确定性的传播进行定性描述和定量分析是非常必要的。缓冲区中不确定性传播的研究, 一般是基于 Chirsman^[2]、Goodchild^[3] 及刘文宝^[4] 等人建立的随机空间对象不确定性模型基础上的。Veregin^[5] 讨论了栅格数据中缓冲区操作属性值的不确定性传播, 张保钢等^[6] 基于空间对象的随机误差模型导出了缓冲区操作绝对误差和相对误差的计算公式。史文中^[7] 用高斯积分方法定量分析了缓冲区操作中的位置不确定性的传播。以上模型针对的都是单一空间数据结构的情况, 对缓冲区中不确定性传播的定性描述或定量描述分析得到的结果没有提供概率值。本文提出的不确定性传播的置信带模型, 同时实现了不确定性传播量化和可视化的目标, 不确定性传播分析具有概率置信值属性, 能对缓冲区操作在不同置信水平下进行可信度分析,

使得该模型有可能应用于矢量和栅格混合数据结构缓冲区分析的情况, 为 GIS 决策分析提供科学的依据。

2 缓冲区分析不确定性传播的概念

缓冲区是围绕特定空间目标的面状区域。由于 GIS 空间中的任何复杂空间目标可以看作是点、线、面的集合, 对所有空间目标进行的缓冲区分析都可以分解为对点、线、面目标缓冲区分析的组合。GIS 中数据的不确定性包括位置精度、属性精度、逻辑一致性、完整性等内容, 对空间目标进行缓冲区分析的过程必然同时伴随有上述不确定性的传播。本文立足于矢量缓冲区操作, 对其位置不确定性的传播进行讨论, 重点考察缓冲区面状区域的可信程度。

寻找合适的度量指标, 是进行矢量缓冲区不确定性传播分析的关键。在矢量 GIS 不确定性的研究中, 缺乏统一的矢量数据精度度量指标^[2,4], 是导致对矢量缓冲区不确定性传播分析不易定量表述的原因。一般来说, 矢量数据的误差传递可用最小二乘平差法进行计算, 对于构成缓冲区边界的点的不确定性度量, 可用点方差及误差椭圆指标进行描述。作为面状目标, 缓冲区还可以用整体精度误差度量指标, 如缓冲区的面积及周长的绝对误差、相对误差值等。要完整地把握并描述缓冲区的不确定性, 可

收稿日期: 2003-01-13; 修订日期: 2003-05-08

基金项目: 中国科学院知识创新工程领域前沿项目资助; 编号 CXNIGLAS-A02-012

作者简介: 梅士员(1971—), 男, 博士研究生。主要研究方向: 空间数据共享与互操作, 空间数据不确定性, 已发表论文 3 篇。

©1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

以拓展常规的不确定性度量指标。类似于线段误差带,这里提出缓冲区整体置信带的概念。矢量缓冲区在GIS系统中以面状(多边形)对象形式存在的,这里提出的缓冲区整体置信带将是一个围绕缓冲区的面对象。利用整体置信带模型,可以做到分级动态(在不同置信水平下)评估缓冲区操作中的不确定性传播。

从缓冲区的生成算法可以看到^[8],直线和圆曲线构成缓冲区边界的基本图形元素,如果能分别得到缓冲区中直线和圆曲线的置信带计算的方法,就可以间接地得到缓冲区整体置信带。由于点、线目标是矢量GIS中的基本单位,以下将从点状、线状空间目标着手研究缓冲区中不确定性的传播的置信带模型。

3 点目标缓冲区的置信带

矢量GIS中,点是构成线、面等空间要素的基础,点状目标的不确定性的度量指标一般为点位方差(δ_x, δ_y)。对点状目标做缓冲区分析,当然也会伴随误差的传递过程。图1显示了对具有误差的点状目标进行的半径为R的缓冲区操作。

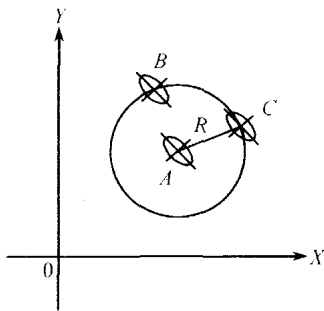


图1 点误差的传播

Fig.1 The error propagation of point

由于缓冲区操作时的半径R是确定的,所以对于任意方向上的缓冲区边界点的误差,应用误差传播定律可知边界点的误差和原点相同。由测量平差理论^[9]可知,处于误差椭圆任意方向上的点位方差可用误差椭圆的长短轴表示为 σ_ϕ 。又由文献[4]知,二维点的误差椭圆与置信椭圆的极值方向相同,而长短半轴分别相差常数 τ 。当缓冲区圆曲线上所有的点在同一置信水平时,可得到缓冲区圆曲线在相应置信水平下的置信带。由此点缓冲区整体置信带的极坐标参数方程式可表示为:

$$\rho = R \pm \sigma_\phi \tau$$

$$= R \pm \sqrt{A^2 \cos^2 \phi + B^2 \sin^2 \phi} \sqrt{2F(2, f, 1 - \alpha)} \quad (1)$$

其中A、B分别为误差椭圆长短轴, ϕ 为与极值方向夹角,F为自由度为f的分布分位值, $1 - \alpha$ 为置信水平。

根据上式,可得点状目标缓冲区置信带形状如图2所示。图中 S_1 为点缓冲区不确定性置信带区域。当置信水平变化时,点缓冲区整体置信带区域也将发生变化。

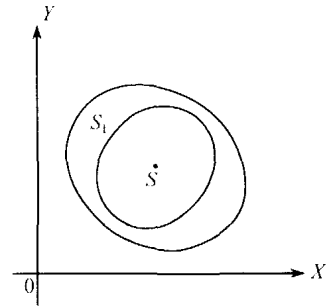


图2 点缓冲区置信带

Fig.2 The confidence band of point buffer

4 线段目标缓冲区的置信带

线目标缓冲区是圆曲线和直线的组合,见图3,直线段缓冲区图形由三部分构成,分别为A、B、C三部分。线段ab的缓冲区置信带可以认为是A、B、C的置信带的并集。其中A、B部分可以看作是直线端点a、b缓冲区的部分,其形状描述可用式(5)得到。以下对线段 L_1, L_2 的置信带包络图形和置信带数学描述进行推论。

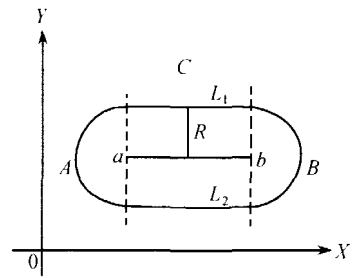


图3 直线缓冲区构成

Fig.3 The component of line buffer

从缓冲区的生成算法^[8]可知,缓冲区图形直线部分 L_1, L_2 的各点坐标与直线ab上的点坐标是线性关系,直线 L_1, L_2 与ab具有相似的误差带分布区间。对于线段的整体置信域的计算,文献[10]认为

直接获得是比较困难的, 在推导直线段的置信域时用了 Cauchy-Schwarz 不等式, 使得最终的直线段置信域带有一定的误差。

由于直线段可以看作是有无数个点组成的, 当直线上的任意点都以某一置信水平分布于某置信区域时, 可以说直线段也以同样的置信水平处于该置信区域。类似于点位误差带, 取直线上各点在统一置信水平下的置信椭圆极值的包络线, 即可得到由无数个置信椭圆簇构成的包络线, 从而确定直线在该置信水平下的置信区域。

计算直线置信椭圆包络线的方程式, 可以仿照直线的误差椭圆包络线获取方法(见文献[11]), 从计算置信椭圆簇的极大、极小点在 $t \in (0, 1)$ 的轨迹得到。对于直线 L , 当已知其端点的方差矩阵时, 根据文献[11]可计算得到直线上任意点处的误差椭圆参数和极值方向参数 (A_t, B_t, ϕ) , 由于点误差椭圆和点置信椭圆的值在长、短轴上差一倍数 τ , 从而可知点置信椭圆的参数 $(\tau A_t, \tau B_t, \phi)$ 。类似于线段误差带包络线计算过程, 为方便推论, 在此旋转并平移直线段坐标系 xoy 得到 $X''OY''$ 坐标系:

$$\begin{pmatrix} x - x_t \\ y - y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X'' \\ Y'' \end{pmatrix} \quad (2)$$

$\theta = 90^\circ - \alpha$ (α 为直线方位角) 为旋转角, 新坐标系下 Y'' 轴与线元 L 方向重合。则线段置信带在 $X''OY''$ 坐标系下可以用下式描述:

$$\begin{cases} X'' = \pm \lambda \tau A_t \sqrt{c_t} \\ Y'' = \pm \lambda \tau A_t b_t / \sqrt{c_t} \end{cases} \quad (0 < t < 1) \quad (3)$$

其中,

$$\begin{aligned} b_t &= (e_t - 1) \sin(\varphi_t + \theta) \cos(\varphi_t + \theta) \\ c_t &= \cos^2(\varphi_t + \theta) + e_t \sin^2(\varphi_t + \theta) \\ e_t &= B_t^2 / A_t^2 \end{aligned}$$

λ 为椭圆截面常数, 通常取值 1, τ 为置信椭圆和误差椭圆长短轴倍数。在此 X'' 是极值点到直线的垂直距离, 也即置信带在 t 处的宽度。和误差带包络线一样, 线段置信带分别由 $f_0(y), f_1(y), f_2(y), f_3(y)$ 四条曲线构成, 其形状如图 4 所示。将(2)式代入(3)式可得到直线段置信带包络线方程 $f_2(y), f_3(y)$ 在 xoy 坐标系下的参数表达式为:

$$f_2(y): \begin{cases} x = x_t + \lambda \tau A_t \sqrt{c_t} \cos \theta - \lambda \tau A_t b_t / \sqrt{c_t} \sin \theta \\ y = y_t - \lambda \tau A_t \sqrt{c_t} \sin \theta - \lambda \tau A_t b_t / \sqrt{c_t} \cos \theta \end{cases} \quad (0 < t < 1) \quad (4)$$

$$f_3(y): \begin{cases} x = x_t - \lambda \tau A_t \sqrt{c_t} \cos \theta + \lambda \tau A_t b_t / \sqrt{c_t} \sin \theta \\ y = y_t + \lambda \tau A_t \sqrt{c_t} \sin \theta + \lambda \tau A_t b_t / \sqrt{c_t} \cos \theta \end{cases} \quad (0 < t < 1) \quad (5)$$

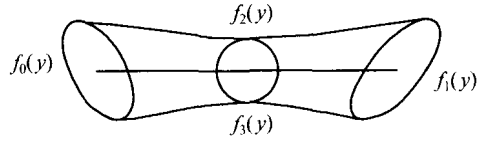


图 4 直线置信带

Fig.4 The confidence band of line segment

线段缓冲区整体置信带可以认为是点缓冲区置信带和线段缓冲区置信带的并集, 并集中直线段置信带包络线中的曲线 $f_0(y), f_1(y)$ 对缓冲区整体置信带形状描述并无贡献, 直线缓冲区两端点处的缓冲区置信带已由上一节描述, 完整的直线段缓冲区置信带的形状如图 5 所示, 区域 S_0, S_1, S_2 构成缓冲区整体置信带。

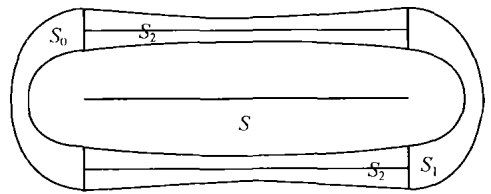


图 5 直线缓冲区置信带

Fig.5 The confidence band of line buffer

5 缓冲区置信带整体置信水平比值的计算

相对于文献[6]中提出的缓冲区相对精度和绝对精度的计算, 这里用缓冲区不确定置信带区域与缓冲区整体分布区域的比值 K 来度量缓冲区在某个给定的置信水平下的整体置信度。以下分别导出点和线段的缓冲区整体置信带在给定的置信水平下的置信度 K 的计算公式。

5.1 点缓冲区置信带整体置信水平比值的计算

对于点缓冲区整体置信带(图 2 中区域 S_1), 由式(1), 可以通过求解以下方程得到点缓冲区置信带区域的面积。

$$S_1 = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left(R + \tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} \right)^2 d\varphi - \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left(R - \tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} \right)^2 d\varphi$$

$$= \int_0^{2\pi} 2R\tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} d\varphi \quad (6)$$

其中, A 、 B 为原点误差椭圆的长短轴, ϕ 为极值方向, τ 为给定置信水平。点缓冲区在置信水平 τ 时的 K 值为:

$$K = S_1 / (S_1 + S)$$

$$= \int_0^{2\pi} 2R\tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} d\varphi \left| \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left(R + \tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} \right)^2 d\varphi \right. \quad (7)$$

5.2 线段缓冲区置信带整体置信水平比值的计算

线段缓冲区整体置信带(图 5 中区域 S_0 , S_1 , S_2)区域面积可以看作是 S_0 、 S_1 、 S_2 的和。其中 S_0 、 S_1 分别为直线端点缓冲区部分的置信带面积的值, S_2 是直线段置信带包络线所包围的面积, 可用直线旋转后的直线参数坐标方程计算得到。则直线段缓冲区整体置信带面积可由下式表示:

$$\begin{aligned} S' &= S_0 + S_1 + 2 \int_0^1 X''_2(t) dY''_2(t) \\ &= \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} 2R\tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} d\varphi \\ &\quad + \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} 2R\tau \sqrt{A'^2 \cos^2 \varphi + B'^2 \sin^2 \varphi} d\varphi \\ &\quad + 2 \int_0^1 X''_2(t) dY''_2(t) \end{aligned} \quad (8)$$

其中 A 、 B 和 A' 、 B' 分别为直线两端点的误差椭圆长短轴, τ 为给定置信水平。缓冲区整体分布面积可由下式计算得到:

$$\begin{aligned} S'' &= \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left(R + \tau \sqrt{A^2 \cos^2 \varphi + B^2 \sin^2 \varphi} \right) d\varphi \\ &\quad + \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \left(R + \tau \sqrt{A'^2 \cos^2 \varphi + B'^2 \sin^2 \varphi} \right) d\varphi \\ &\quad + \int_0^1 X''_2(t) dY''_2(t) + 2LR \end{aligned} \quad (9)$$

和点状目标一样, 可用缓冲区整体置信带面积和缓冲区整体分布区域的比值来衡量缓冲区操作的可信度。其值为:

$$K = S' / S'' \quad (10)$$

由于该式展开后不是初等函数式, 其计算相当复杂。以下考虑线段误差带呈“E”带特性的情况。

5.3 直线误差带为“E”带特性时的线段缓冲区置信带 K 值的计算

根据“E”带的基本假设^[4]:(1) 端点间及端点内的误差间是不相关的,(2) 直线端点 i_1 , i_2 的端点

坐标方差相等, 即 $\sigma^2 = \sigma^2 x_i = \sigma^2 y_i$ ($i=0, 1$)。此时误差椭圆成为误差圆, 置信椭圆相应地成为置信圆。以下针对这种情况给出直线缓冲区置信带 K 值计算公式。

对于点状目标, 由于各方向上的坐标方差相等, 式(7)可转化为:

$$\begin{aligned} K &= \left[\pi(R + \tau\sqrt{2}\sigma)^2 - \pi(R - \tau\sqrt{2}\sigma)^2 \right] / \\ &= \left[\pi(R + \tau\sqrt{2}\sigma)^2 \right] / \left[\pi(R + \tau\sqrt{2}\sigma)^2 \right] \end{aligned} \quad (11)$$

对于直线段, 由于 $S_0 = S_1$, 式(8)可转化为:

$$\begin{aligned} S' &= (1/2)S_0 + (1/2)S_1 + 2S_2 \\ &= 4\sqrt{2}\pi R\tau\sigma + 2L \int_0^1 2\sqrt{2(1-2t+2t^2)} \tau\sigma dt \\ &\approx 4\sqrt{2}\pi R\tau\sigma + 4.58L\tau\sigma \end{aligned} \quad (12)$$

式(9)可转化为:

$$\begin{aligned} S'' &= \pi(\tau\sqrt{2}\sigma + R)^2 + 2RL + \\ &= L \int_0^1 2\sqrt{2(1-2t+2t^2)} \tau\sigma dt \\ &\approx \pi(\tau\sqrt{2}\sigma + R)^2 + 2RL + 2.29L\tau\sigma \end{aligned} \quad (13)$$

直线段缓冲区 K 值为:

$$\begin{aligned} K &= S' / S'' \\ &= (4\sqrt{2}\pi R\tau\sigma + 4.58L\tau\sigma) / (\pi(\tau\sqrt{2}\sigma + R)^2 \\ &\quad + 2RL + 2.29L\tau\sigma) \end{aligned} \quad (14)$$

6 算例与分析

对于 1:10000 地形图上的线目标 L , 设为高速公路中心线, 其长度为 400m。为估计公路汽车的噪声污染, 对道路中心线做缓冲区分析。已知点 A 、 B 的坐标及方差, 设直线段误差带符合“E”带特性, 对 L 作缓冲区分析。根据式(11)和式(14)计算线目标缓冲区的 K 值。

在 K 值的计算式中自变量有 L 、 R 、 σ 以及 τ 。为检验各因子对 K 值的影响速率及大小, 以下分别计算①作半径不同的缓冲区, ②当直线端点坐标误差不同时, ③取不同的置信水平时直线缓冲区的 K 值情况。为直观反映各因子对 K 值的影响, 对上述各情况进行列表和图的比较。其中 τ 的计算见式(1), 自由度 f 取为 2。

根据表 1 计算结果可得到图 6, 图 7, 图中实线为置信水平 $1-\alpha=0.9$ 时的 K 值, 虚线为 $1-\alpha=0.95$ 时 K 值。

表 1 计算数据
Table 1 calculation data

$\sigma = 1.0$		$1 - \alpha = 0.9 (\tau = 2.45)$		$1 - \alpha = 0.9 (\tau = 2.45)$		$R = 10$	
R	S'	S''	K	σ	S'	S''	K
10.0	2679	10813	0.25	1.0	4420	51223	0.09
20.0	3114	11973	0.26	2.0	8840	54669	0.16
30.0	3550	13762	0.26	3.0	13261	58189	0.23
40.0	3985	16179	0.25	4.0	17681	61785	0.29
50.0	4420	19224	0.23	5.0	22101	65456	0.34

$\sigma = 1.0$		$1 - \alpha = 0.95 (\tau = 6.16)$		$1 - \alpha = 0.9 (\tau = 6.16)$		$R = 10$	
R	S'	S''	K	σ	S'	S''	K
10.0	6742	14747	0.46	1.0	11124	56478	0.2
20.0	7838	16238	0.48	2.0	22248	65579	0.34
30.0	8933	18356	0.49	3.0	33372	75159	0.44
40.0	10028	21102	0.48	4.0	44497	85216	0.52
50.0	11124	24478	0.45	5.0	55620	95750	0.58

由于 K 值是缓冲区置信带面积和缓冲区整体分布区域面积的比值, 所以 K 值的大小可以反映缓冲区操作的可信程度, K 值愈小时, 说明缓冲区操作的可信程度愈好, 操作的精度愈高, K 值愈大时, 说明缓冲区操作的可信程度愈差, 操作精度愈小。

图 6 显示, 缓冲半径变化时, K 值变化很小, 原因是当缓冲半径变化时, 构成缓冲区的直线段的置信带并未发生变化, 整体置信带的变化是因为直线端点置信带的变化而引起的, 所以当直线长度值相对缓冲半径较大时, 半径的变化对 K 值的影响很小。可见, 缓冲区半径的大小对缓冲区操作可信程度的影响不大, 其他条件相同时, 取不同的缓冲区操作半径将获得相似可信程度的缓冲区。

图 7 显示, 当直线端点误差变化时, 缓冲区 K 值变化速率较快, 即 K 值对端点误差相对的变化较为敏感。可见直线端点误差对缓冲区操作的可信程度影响较大, 缓冲区可信程度与直线端点误差值的变化成反比关系, 当端点误差成倍增大时, 缓冲区操作可信程度则近似地以一倍的速度降低。

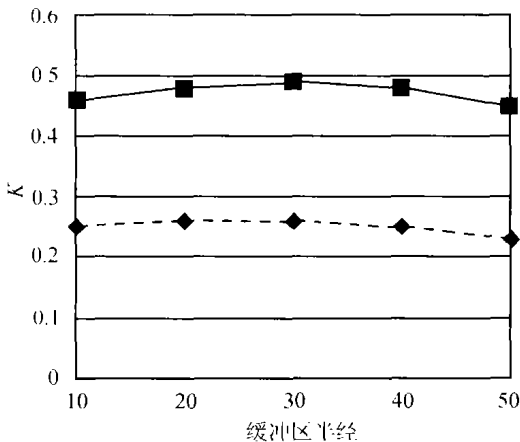


Fig.6 The K value change when buffer radius change

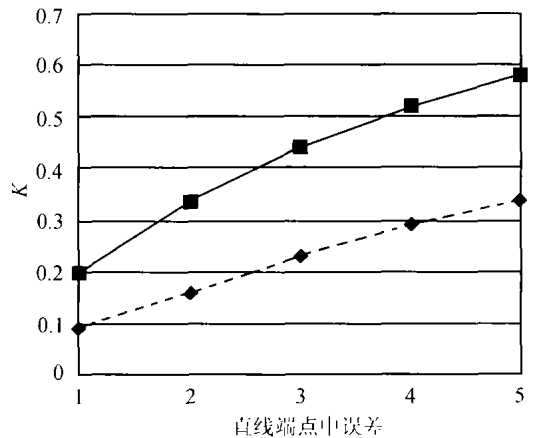


图 7 直线端点误差变化时 K 值图
Fig.7 The K value change when point error change

同时, 从图 6 和图 7 中均显示, 在相同的缓冲区半径或线段端点误差的情况下, 当置信水平分别取 $1 - \alpha = 0.9$ 和 $1 - \alpha = 0.95$ 时, K 值的变化将近一倍。缓冲区可信程度和置信水平的变化成正比关系, 当置信水平微量变小时, 缓冲区操作的可信程度值则以近一倍的速度下降。

7 结 论

(1) 直线段缓冲区的整体置信带由三部分构成,并可由构成缓冲区的圆和直线的图形置信带的并集构成。

(2) 直线的置信带和直线误差带的形状相似,并有相似的构成方程式。由于置信椭圆和误差椭圆在长短轴之间存在一个 τ 的倍数关系,所以置信带和误差带之间只是在形状上相似,在具体的面积数值上置信带较误差带要大。

(3) 在影响直线缓冲区整体置信带的各因子中,缓冲区半径的影响较小,直线端点误差的影响较大,而置信水平的影响最为显著。

参 考 文 献 (References)

- [1] Goodchild M F. Closing Report of NCGIA Research Initiative 1: Accuracy of Spatial Database [R]. NCGIA. 1992
- [2] Chirsman. A Theory of Cartographic Error and its Measurement in Digital Data Bases [J]. *Auto-Carto*. 1982, 5: 159—168
- [3] Goodchild M F, Guoqing S and Shiren Y. Development and Test of an Error Model for Categorical data [J]. *International Journal of Geographical Information Systems*. 1992. 6(2): 87—104
- [4] LIU W B. A Theory of Uncertainty in Spatial Data within GIS. Ph. D. Dissertation[D]. Wuhan Technical University of Surveying and Mapping. 1995. 1—54. [刘文宝. GIS 空间数据的不确定性理论[D]. 博士学位论文. 武汉测绘科技大学. 1995. 1—54.]
- [5] Veregin H. Integration of Simulation Modelling and Error Propagation for the Buffer Operation in GIS [J]. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 1994. 60(4): 427—435
- [6] ZHANG B G, et al. The Uncertainty Propagation Model of Vector Data on “Buffer” Operation in GIS [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*. 1998. 27(3): 259—266. [张保钢等. GIS 中矢量数据缓冲区操作的不确定性传播模型. 测绘学报. 1998. 27(3): 259—266.]
- [7] SHI W ZH, Chui-kwan Cheung. Measure Error Propagation for Buffer Spatial Analysis in GIS using Gaussian Quadrature Numerical Method [C]. Proceeding of 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences. Amsterdam, Netherlands, July, 2000
- [8] WU H H. Problem of Buffer Zone Construction in GIS [J]. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*. 1997. 22(4): 358—366. [毋河海. 关于 GIS 缓冲区的建立问题. 武汉测绘科技大学学报. 1997. 22(4): 358—366.]
- [9] YU Z C, Yu Z L. Theory of Error Adjustment of Surveying and Mapping [M]. Wuhan: Wuhan Technical University of Surveying and Mapping Press. 1989. [於宗俦, 于正林. 测量平差原理. 武汉: 武汉测绘科技大学出版. 1989.]
- [10] SHI W Z. Theory and Methods for Handling Errors in Spatial Data [M]. Beijing: Science Press. 1998. [史文中. 空间数据误差处理的理论与方法. 北京: 科学出版社. 1998]
- [11] LIU W B, DAI H L, et al. Analytical equations of positional error band for line features in GIS [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*. 1998. 27(3): 231—237. [刘文宝, 戴洪磊等. 平面线位误差带几何形状的解析表达. 测绘学报. 1998, 27(3): 231—237.]

The Confidence Band Model of Unceertainty Propagation on Vector Buffer in GIS

MEI Shi-yuan¹, JIANG Nan^{1,2}

(1. Department of Urban and Resource Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: The confidence band model of uncertainty propagation on vector buffer in GIS is proposed in this paper. The buffer confidence band of point feature and liner feature is discussed respectively. A new coefficient, K , similar to relative accuracy is suggested to estimate confidence band quantitatively. The fomula to compute the coefficient is introduced. The test section mainly discusses the effect of the factors, finally this paper concludes that the error of line vertex and confidence level is the key factor to the uncertainty propagation during the buffer operation.

Key words: GIS; vector buffer; uncertainty propagation; confidence band