



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104077535 B

(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201410275757.1

(22)申请日 2014.06.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104077535 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(73)专利权人 南京师范大学
地址 210023 江苏省南京市栖霞区文苑路1号

(72)发明人 周卫 储征伟 李彬彬

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 李媛媛

(51)Int.Cl.
G06F 21/60(2013.01)

(56)对比文件

CN 102332079 A,2012.01.25,
US 6574561 B2,2003.06.03,
CN 103067159 A,2013.04.24,
傅宏.公众版地图地理要素脱密处理方法.
《地理空间信息》.2010,第8卷(第4期),第133-134页.

审查员 王青

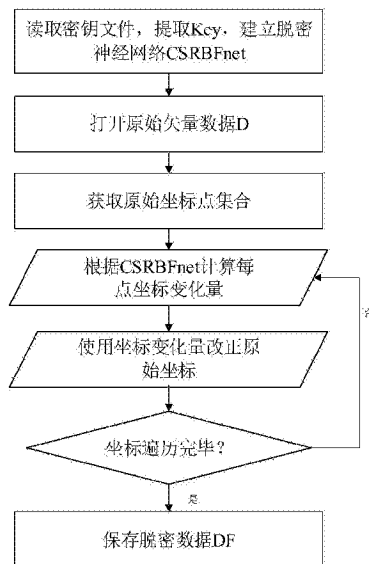
权利要求书3页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法

(57)摘要

本发明公开了一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法,包括如下过程:(1)通过局部脱密控制点计算脱密参数,并迭代参数以控制脱密区域的中误差;(2)根据局部脱密参数对局部要素进行脱密;(3)根据局部脱密参数对脱密后的局部要素进行恢复。本发明的方法具有局部脱密变形渐进、脱密控制点精确变换和脱密区域紧支撑的特点,可以满足GIS矢量数据局部脱密处理以对外发布使用的需求。



1.一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法,包括如下过程:

(一)密钥生成过程

步骤11:确定脱密范围

输入脱密区域最小外接矩形RECTANGLE,其中,矩形RECTANGLE左下角坐标为 (x_{\min}, y_{\min}) ,右上角坐标为 (x_{\max}, y_{\max}) ,根据公式(1)得到数据X方向长度XL和Y方向长度YL;

$$\begin{cases} XL = X_{\max} - X_{\min} \\ YL = Y_{\max} - Y_{\min} \end{cases} \quad (1)$$

步骤12:确定数据控制点和脱密变换量

输入源控制点集合 $fromPoints = \{(Fx_i, Fy_i) | i=1, 2, \dots, k\}$ 和目标控制点集合 $toPoints = \{(Tx_i, Ty_i) | i=1, 2, \dots, k\}$ 组成k个控制点对,满足源控制点集合 $fromPoints$ 和目标控制点集合 $toPoints$ 中均不含有重合点的条件;

步骤13:根据公式(2)确定每个脱密控制点的影响半径R;

$$R \geq 100 \times \max(\sqrt{(Tx_i - Fx_i)^2 + (Ty_i - Fy_i)^2}) \quad (2)$$

步骤14:训练紧支撑径向基函数神经网络模型

a)选择一阶紧支撑基函数作为输出函数 Φ ,则对于中心为 $c(c_x, c_y)$ 的基函数,其在数据点 p_i 处的输出为:

$$\Phi(\text{distance}(p_i, c)) = \begin{cases} \left(1 - \frac{\text{distance}(p_i, c)}{R}\right)^3 \times \left(3 + \frac{\text{distance}(p_i, c)}{R} + 1\right) & \text{distance}(p_i, c) < R \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

选择欧几里得距离计算数据点 $p_i(p_{ix}, p_{iy})$ 和中心 $c(c_x, c_y)$ 的距离;

$$\text{distance}(p_i, c) = \|p_i - c\| = \sqrt{(p_{ix} - c_x)^2 + (p_{iy} - c_y)^2} \quad (4)$$

b)以源控制点集合 $fromPoints$ 坐标 (Fx_i, Fy_i) 作为输入层X,脱密变换量 $(Tx_i - Fx_i, Ty_i - Fy_i)$ 作为输出层学习样本y,k个隐节点作为隐含层中基函数的中心 $centers = \{c_i(Fx_i, Fy_i) | i=1, 2, \dots, k\}$,各基函数取相同的R值,k个隐节点的输出组成矩阵H,隐含层至输出层之间的神经元连接权值W,建立脱密紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet,满足公式(5)的内插条件;

$$y = HW \quad (5)$$

c)利用最小二乘法由公式(6)计算权值W,W为 $2 \times k$ 矩阵;

$$W = H^{-1}y \quad (6)$$

d)在最小外接矩形RECTANGLE范围内均匀选取 $m \times n$ 个样本点组成样本点集合 $SamplePoints = \{X_j(Sx_j, Sy_j) | j=1, 2, \dots, num\}$,其中m是X方向样本点数量,n是Y方向样本点数量, $m \geq 3, n \geq 3, num = m \times n$;遍历样本点集合 $SamplePoints$,根据公式(7)计算每个样本点的扰动量,生成样本点扰动量集合 $SamplePoints' = \{(Sx'_j, Sy'_j) | j=1, 2, \dots, num\}$,其中, c_1 为基函数的中心 $centers$ 中的任一点;

$$\begin{cases} Sx'_j = \sum_{l=1}^k w_{1l} \Phi_l(\text{distance}(X_j, c_1)) \\ Sy'_j = \sum_{l=1}^k w_{2l} \Phi_l(\text{distance}(X_j, c_1)) \end{cases} \quad (7)$$

e)根据公式(8)计算中误差RMSE;

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(x_i - y_i)^2}{n}} \quad (8)$$

f) 如果 $|\text{offset}/RMSE - 1| > 0.01$, 则不满足输入数据总体变换量 offset 的要求, 使用公式(9)迭代每个脱密控制点的影响半径 R 以对中误差 $RMSE$ 进行缩放, 循环步骤 b-e, 直到 $|\text{offset}/RMSE - 1| \leq 0.01$, 则为计算完成;

$$R = R \times \frac{\text{offset}}{RMSE} \quad (9)$$

d) 使用源控制点集合 fromPoints 、目标控制点集合 toPoints 、每个脱密控制点的影响半径 R 以及权值矩阵 W 组成脱密参数 Key , 使用 RSA 算法对密钥 Key 进行非对称加密并存入密钥文件 Key.txt ;

(二) 局部脱密过程

步骤 21: 读取脱密参数 Key , 使用 RSA 算法解密后提取密钥 Key , 得到源控制点集合 fromPoints 、目标控制点集合 toPoints 、每个脱密控制点的影响半径 R 及权值矩阵 W , 建立脱密紧支撑径向基函数神经网络 CSRBFnet ;

步骤 22: 打开待脱密矢量数据 D , 提取矢量数据 D 的要素点坐标, 得到要素点坐标集合 $P = \{(x_j, y_j) | j = 1, 2, \dots, k\}$, 其中 k 为要素包含的点数;

步骤 23: 由步骤 21 已建立的脱密紧支撑径向基函数神经网络 CSRBFnet , 根据公式(10)计算要素点坐标集合 P 中每一个点坐标 $p_j(x_j, y_j)$ 经过脱密变换后的坐标变化量 $(\Delta x_j, \Delta y_j)$, c_1 为基函数的中心 centers 中的任一点;

$$\begin{cases} \Delta x_j = \text{CSRBFnet}_x(p_j) = \sum_{i=1}^n w_{xj} \Phi_i(\text{distance}(p_j, c_1)) \\ \Delta y_j = \text{CSRBFnet}_y(p_j) = \sum_{i=1}^n w_{yj} \Phi_i(\text{distance}(p_j, c_1)) \end{cases} \quad (10)$$

步骤 24: 根据公式(11)将脱密坐标变化量应用于点坐标 p_j , 得到点坐标集合 $P' = \{(x_j', y_j') | j = 1, 2, \dots, k\}$;

$$\begin{cases} x_j' = x_j + \Delta x_j \\ y_j' = y_j + \Delta y_j \end{cases} \quad (11)$$

步骤 25: 循环步骤 23 和 24, 直到所有要素处理完毕, 保存局部脱密后的数据文件 DF ;

(三) 局部恢复过程

步骤 31: 读取密钥文件 Key.txt , 使用 RSA 算法解密后提取密钥 Key , 得到源控制点和目标控制点集合, 每个局部脱密控制点的影响半径 R 及权值矩阵 W , 建立脱密紧支撑径向基函数神经网络 CSRBFnet ;

步骤 32: 打开脱密后的数据 DF , 提取矢量数据 DF 的要素点坐标, 获取脱密后的要素点坐标集合 $P' = \{P'_i(Px'_i, Py'_i) | i = 1, 2, \dots, k\}$; 并假设每个点的脱密变换量为 $\Delta_i = \{(\Delta x_i, \Delta y_i) | i = 1, 2, \dots, k\}$, 初始值均为 0;

步骤 33: 根据公式(12), 将脱密后的要素点坐标集合 P' 中每个要素点坐标 $P'_i(Px'_i, Py'_i)$ 代入步骤 31 建立的脱密紧支撑径向基函数神经网络 CSRBFnet , 更新每个点的脱密变换量 $\Delta_i(\Delta x_i, \Delta y_i)$;

$$\begin{cases} \Delta x_i = Px'_i - \text{CSRBFnet}_x(p'_i - \Delta_i) \\ \Delta y_i = Py'_i - \text{CSRBFnet}_y(p'_i - \Delta_i) \end{cases} \quad (12)$$

步骤34: 设定误差限值 ϵ , 若更新后的 Δ_i 满足公式(13), 则视为恢复完成, 否则重复步骤33;

$$\begin{cases} |Px'_i - CSRBFnet_x(p'_i - \Delta_i) - \Delta x_i| < \epsilon \\ |Py'_i - CSRBFnet_y(p'_i - \Delta_i) - \Delta y_i| < \epsilon \end{cases} \quad (13)$$

步骤35: 重复步骤33和34, 依次处理每个要素, 保存恢复后的数据文件RF。

一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法

技术领域

[0001] 本发明属于地理信息安全领域,具体涉及一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法。

背景技术

[0002] 《测绘管理工作国家秘密范围的规定》、《公开地图内容表示补充规定(试行)》和《基础地理信息公开表示内容的规定(试行)》等文件对公开地图和地理信息的限制条件和保密内容做出了规定,并特别强调基础地理信息及相关要素的空间位置精度的保密性。

[0003] 普通设施和敏感设施具有不同的点位精度指标要求。对局部敏感要素进行局部几何精度脱密需要将其精确脱密至目标位置以满足点位精度要求。此外,对敏感要素进行局部脱密时,不应影响一定范围外的要素产生影响,即局部脱密的紧支撑特性。现有的局部脱密模型通常采用分块模型,将大范围地图划分为小范围,再使用多项式或橡皮页变换等模型进行局部处理,一般难以满足控制点精确变换、变换均匀渐近及变形区域紧支撑三个需求。

发明内容

[0004] 本发明针对现有GIS矢量数据局部脱密模型存在的缺陷,提出一种基于紧支撑径向基函数的GIS矢量数据局部脱密方法,具有变形渐进、控制点精确变换和变形区域紧支撑的特点。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种GIS矢量数据局部脱密与恢复方法,包括如下过程:

[0007] (一)密钥生成过程

[0008] 步骤11:确定脱密范围

[0009] 输入脱密区域最小外接矩形RECTANGLE,其中,矩形RECTANGLE左下角坐标为 (x_{min}, y_{min}) ,右上角坐标为 (x_{max}, y_{max}) ,根据公式(1)得到数据X方向长度XL和Y方向长度YL:

$$[0010] \begin{cases} XL = X_{max} - X_{min} \\ YL = Y_{max} - Y_{min} \end{cases} \quad (1)$$

[0011] 步骤12:确定数据控制点和脱密变换量

[0012] 输入源控制点集合 $fromPoints = \{(Fx_i, Fy_i) | i = 1, 2, \dots, k\}$ 和目标控制点集合 $toPoints = \{(Tx_i, Ty_i) | i = 1, 2, \dots, k\}$ 组成k个控制点对,满足源控制点集合 $fromPoints$ 和目标控制点集合 $toPoints$ 中均不含有重合点的条件;

[0013] 步骤13:根据公式(2)确定每个脱密控制点的影响半径R:

$$[0014] R \geq 100 \times \max(\sqrt{(Tx_i - Fx_i)^2 + (Ty_i - Fy_i)^2}) \quad (2)$$

[0015] 步骤14:训练紧支撑径向基函数神经网络模型

[0016] a)选择一阶紧支撑基函数作为输出函数 Φ ,则对于中心为 $c(c_x, c_y)$ 的基函数,其在数据点 p_i 处的输出为:

$$[0017] \quad \Phi(\text{distance}(p_i, c)) = \begin{cases} \left(1 - \frac{\text{distance}(p_i, c)}{R}\right)^3 \times \left(3 * \frac{\text{distance}(p_i, c)}{R} + 1\right) & \text{distance}(p_i, c) < 1 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

[0018] 选择欧几里得距离计算数据点p和中心c的距离；

$$[0019] \quad \text{distance}(p, c) = \|p - c\| = \sqrt{(p_x - c_x)^2 + (p_y - c_y)^2} \quad (4)$$

[0020] b)以源控制点集合fromPoints坐标 (F_{x_i}, F_{y_i}) 作为输入层X,脱密变换量 $(T_{x_i} - F_{x_i}, T_{y_i} - F_{y_i})$ 作为输出层学习样本y, k个隐节点作为隐含层中基函数的中心 $c = \{(F_{x_i}, F_{y_i}) \mid i = 1, 2, \dots, k\}$,各基函数取相同的R值, k个隐节点的输出组成矩阵H, 隐含层至输出层之间的神经元连接权值W, 建立紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet, 满足公式(5)的内插条件；

$$[0021] \quad y = HW \quad (5)$$

[0022] c)利用最小二乘法由公式(6)计算权值W, W为 $2 * k$ 矩阵；

$$[0023] \quad W = H^{-1}y \quad (6)$$

[0024] d)在最小外接矩形RECTANGLE范围内均匀选取 $m * n$ 个样本点组成样本点集合SamplePoints = $\{(S_{x_j}, S_{y_j}) \mid j = 1, 2, \dots, \text{num}\}$, 其中m是X方向样本点数量, n是Y方向样本点数量, $m \geq 3, n \geq 3, \text{num} = m * n$; 遍历样本点集合SamplePoints, 根据公式(7)计算每个样本点的扰动量, 生成样本点扰动量集合SamplePoints' = $\{(S_{x_j}', S_{y_j}') \mid j = 1, 2, \dots, \text{num}\}$ ；

$$[0025] \quad \begin{cases} S_{x_i} = \sum_{l=1}^k w_{1l} \Phi_l(\text{distance}(X_i, c_l)) \\ S_{y_i} = \sum_{l=1}^k w_{2l} \Phi_l(\text{distance}(X_i, c_l)) \end{cases} \quad (7)$$

[0026] e)根据公式(8)计算中误差RMSE；

$$[0027] \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum(S_{x_i}^2 + S_{y_i}^2)}{\text{num}}} \quad (8)$$

[0028] f)如果 $|\text{offset}/\text{RMSE} - 1| > 0.01$, 则不满足输入数据总体变换量offset的要求, 使用公式(9)迭代每个脱密控制点的影响半径R以对中误差RMSE进行缩放, 循环步骤b-e, 直到 $|\text{offset}/\text{RMSE} - 1| \leq 0.01$, 则为解算完成；

$$[0029] \quad R = R \times \frac{\text{offset}}{\text{RMSE}} \quad (9)$$

[0030] d)使用源控制点集合fromPoints、目标控制点集合toPoints、每个脱密控制点的影响半径R以及权值矩阵W组成脱密参数Key, 使用RSA算法对密钥Key进行非对称加密并存入密钥文件Key.txt；

[0031] (二)局部脱密过程

[0032] 步骤21: 读取脱密参数Key, 使用RSA算法解密后提取密钥Key, 得到源控制点集合fromPoints、目标控制点集合toPoints、每个脱密控制点的影响半径R及权值矩阵W, 建立脱密紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet；

[0033] 步骤22: 打开待脱密矢量数据D, 提取矢量数据D的要素点坐标, 得到要素点坐标集合 $P = \{(x_j, y_j) \mid j = 1, 2, \dots, k\}$, 其中k为要素包含的点的个数；

[0034] 步骤23: 由已建立的紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet, 根据公式(10)计算要素点坐标集合P中每一个点坐标 $p_j(x_j, y_j)$ 经过脱密变换后的坐标变化量 $(\Delta x_j, \Delta y_j)$ ；

$$[0035] \quad \begin{cases} \Delta x_j = \text{CSRBFnet}_x(p_j) = \sum_{l=1}^k w_{1l} \Phi_l(\text{distance}(p_j, c_l)) \\ \Delta y_j = \text{CSRBFnet}_y(p_j) = \sum_{l=1}^k w_{2l} \Phi_l(\text{distance}(p_j, c_l)) \end{cases} \quad (10)$$

[0036] 步骤24:根据公式(11)将脱密坐标变化量应用于点坐标 p_j ,得到点坐标集合 $P' = \{(x_j', y_j') | j=1, 2, \dots, k\}$;

$$[0037] \quad \begin{cases} x_j' = x_j + \Delta x_j \\ y_j' = y_j + \Delta y_j \end{cases} \quad (11)$$

[0038] 步骤25:循环步骤23和24,直到所有要素处理完毕,保存局部脱密后的数据文件DF;

[0039] (三)局部恢复过程

[0040] 步骤31:读取密钥文件Key.txt,使用RSA算法解密后提取密钥Key,得到源控制点和目标控制点集合,每个局部脱密控制点的影响半径 R 及权值矩阵 W ,建立脱密紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet;

[0041] 步骤32:打开脱密后的数据DF,提取矢量数据DF的要素点坐标,获取脱密后的要素点坐标集合 $P' = \{(Px_i', Py_i') | i=1, 2, \dots, k\}$ 。并假设每个点的脱密变换量为 $\Delta_i = \{(\Delta x_i, \Delta y_i) | i=1, 2, \dots, k\}$,初始值均为0;

[0042] 步骤33:根据公式(12),将 $p' - \Delta_p'$ 代入神经网络CSRBFnet,更新每个点的脱密变换量 $\Delta_i(\Delta x_i, \Delta y_i)$;

$$[0043] \quad \begin{cases} \Delta x_i = Px_i' - \text{CSRBFnet}_x(p_i' - \Delta_i) \\ \Delta y_i = Py_i' - \text{CSRBFnet}_y(p_i' - \Delta_i) \end{cases} \quad (12)$$

[0044] 步骤34:设定误差限值 ϵ ,若更新后的 Δ_i 满足公式(13),则视为恢复完成,否则重复步骤33;

$$[0045] \quad \begin{cases} Px_i' - \text{CSRBFnet}_x(p_i' - \Delta_i) - \Delta x_i < \epsilon \\ Py_i' - \text{CSRBFnet}_y(p_i' - \Delta_i) - \Delta y_i < \epsilon \end{cases} \quad (13)$$

[0046] 步骤35:重复步骤33和34,依次处理每个要素,保存恢复后的数据文件RF。

[0047] 本发明提出了一种针对GIS矢量数据进行局部脱密与恢复的方法。本方法在维护矢量数据拓扑关系不变的前提下,能够将脱密控制点精确变换到目标控制点,同时保证脱密区域的紧支撑特性,可以满足GIS矢量数据局部脱密处理以对外发布使用需求。

附图说明

[0048] 图1是本发明技术中密钥生成流程图;

[0049] 图2是本发明技术中数据局部脱密流程图;

[0050] 图3是本发明技术中局部脱密后数据恢复流程图;

[0051] 图4是本发明实施例选用的原始矢量数据;

[0052] 图5是本发明实施例中原始数据和局部脱密后数据叠加的效果图;

[0053] 图6是本发明实施例中原始数据和局部脱密后数据叠加的局部放大效果图;

[0054] 图7是本发明实施例中原始数据和局部脱密后恢复数据叠加的效果图。

具体实施方式

[0055] 下面结合附图和实施例,对本发明做进一步详细说明。

[0056] 本实施例选择shapefile格式矢量数据,对数据进行读取、脱密与恢复操作,进一步详细说明本发明。本实施例选择某一地区的shapefile面图层数据(如图4)作为原始矢量数据。

[0057] (一)密钥生成过程

[0058] 步骤11:确定脱密范围,输入脱密区域最小外接矩形RECTANGLE,RECTANGLE左下角坐标为(164417.097000,162667.721400),右上角坐标为(171415.635650,167846.074000),得到数据X方向长度 $XL=6998.53865m$,Y方向长度 $YL=5178.3526m$;

[0059] 步骤12:输入6对源控制点和目标控制点集合;

[0060] 步骤13:确定每个局部脱密控制点的影响半径R,选择 $R=3000m$;

[0061] 步骤14:训练径向基函数神经网络,具体步骤如下:

[0062] a)选择一阶紧支撑基函数作为输出函数 Φ ;

[0063] b)以fromPoints坐标 (F_{x_i}, F_{y_i}) 作为输入层X,脱密变换量 $(T_{x_i}-F_{x_i}, T_{y_i}-F_{y_i})$ 作为输出层学习样本y,6个隐节点作为隐含层中基函数的中心 $c = \{(F_{x_i}, F_{y_i}) | i=1, 2, \dots, 6\}$,各基函数取相同的影响半径R,各基函数的输出为H,隐含层至输出层之间的神经元连接权值W,建立径向基函数神经网络CSRBFnet;

[0064] c)由公式(6)计算权值 $W = [-0.68576558 \ 2.24318105 \ 1.30650649 - 0.924589651 \ 0.799589 \ 1.09748868; 3.21258749 \ 0.86481197 - 0.68393027 \ 3.34310239 - 1.41045726 - 1.1620549]$;

[0065] d)在最小外接矩形RECTANGLE范围内均匀选取 $50*50$ 个样本点组成样本点集合 $SamplePoints = \{(S_{x_j}, S_{y_j}) | j=1, 2, \dots, 2500\}$,遍历样本点集合SamplePoints,根据公式(4)计算每个样本点的扰动量,生成生成样本点扰动量集 $SamplePoints' = \{(S_{x_j}', S_{y_j}') | j=1, 2, \dots, 2500\}$;

[0066] e)根据公式(8)计算中误差 $RMSE=0.849401552583$;

[0067] f)由于 $|\text{offset}/RMSE-1| > 0.01$,需要迭代局部脱密控制点的影响半径 $R=4158.10214553$ 。然后循环步骤b-e,迭代2次后 $R=3706.05059411$, $RMSE=0.993166516737$,满足条件,得到最终的权值矩阵 $W = [-1.84601557 \ 2.76989104 \ 0.95848037 - 2.20952748 \ 1.79216251 \ 1.80692918; 4.42896143 \ -0.15784362 \ -1.20732732 \ 4.89798742 - 2.70956928 - 2.02686662]$;

[0068] g)使用源控制点、目标控制点集合、局部脱密控制点的影响半径R以及权值矩阵W组成局部脱密参数Key;

[0069] (二)局部脱密过程

[0070] 步骤21:读取脱密参数Key,使用RSA算法解密后提取密钥Key,得到源控制点集合fromPoints、目标控制点集合toPoints、每个脱密控制点的影响半径R及权值矩阵W,建立脱密紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet;

[0071] 步骤22:打开原始矢量数据D,提取矢量数据D的要素点坐标,得到要素点坐标集合 $P = \{(x_j, y_j) | j=1, 2, \dots, k\}$,其中k为要素包含的点的个数,下面以P中一点 $p(167131.647,$

164958.147)为例进行说明;

[0072] 步骤23:根据密钥Key建立紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet,由公式(10)计算P集合中每一个点坐标 $p_j(x_j, y_j)$ 的变化量 $(\Delta x_j, \Delta y_j)$,点p的变化量为(1.19198160762, 2.25882888931);

[0073] 步骤24:根据公式(11)将脱密坐标变化量应用于P,得到点坐标集合P',点p的脱密后坐标为(167132.838982,164960.405829);

[0074] 步骤25:循环步骤23和24,直到所有要素处理完毕,保存局部脱密后的数据文件DF;

[0075] (三)局部恢复过程

[0076] 步骤31:读取密钥文件Key.txt,使用RSA算法解密后提取密钥Key,得到源控制点和目标控制点集合,每个脱密控制点的影响半径R及权值矩阵W,建立局部脱密紧支撑径向基函数神经网络CSRBFnet;

[0077] 步骤32:打开脱密后的数据DF,提取矢量数据DF的要素点坐标,获取脱密后的要素点坐标集合 $P' = \{(P_{x_i'}, P_{y_i'}) \mid i = 1, 2, \dots, k\}$ 。并假设每个点的脱密变换量为 $\Delta_i = \{(\Delta x_i, \Delta y_i) \mid i = 1, 2, \dots, k\}$,初始值均为0,下面以P'中一点 $p'(167132.838982, 164960.405829)$ 为例进行说明, $\Delta_{p'} = (0, 0)$;

[0078] 步骤33:根据公式12,将 $p' - \Delta_{p'}$ 代入RBFnet,更新 p' 的脱密变换量 $\Delta_{p'} = (1.19416476507, 2.25919063147)$;

[0079] 步骤34:取恢复精度 $\epsilon = 0.01m$,更新后的 Δ_i 不满足公式13,第2次 $\Delta_{p'} = (1.1919782225, 2.25883077318)$,满足公式13,视为恢复完成;

[0080] 步骤35:重复步骤33和34,依次处理每个要素,保存恢复后的数据文件RF。

[0081] 本发明实施例中仅以shp格式数据为例进行脱密与恢复操作,该方法也可用于Geodatabase等其他格式矢量数据。

[0082] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明。显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

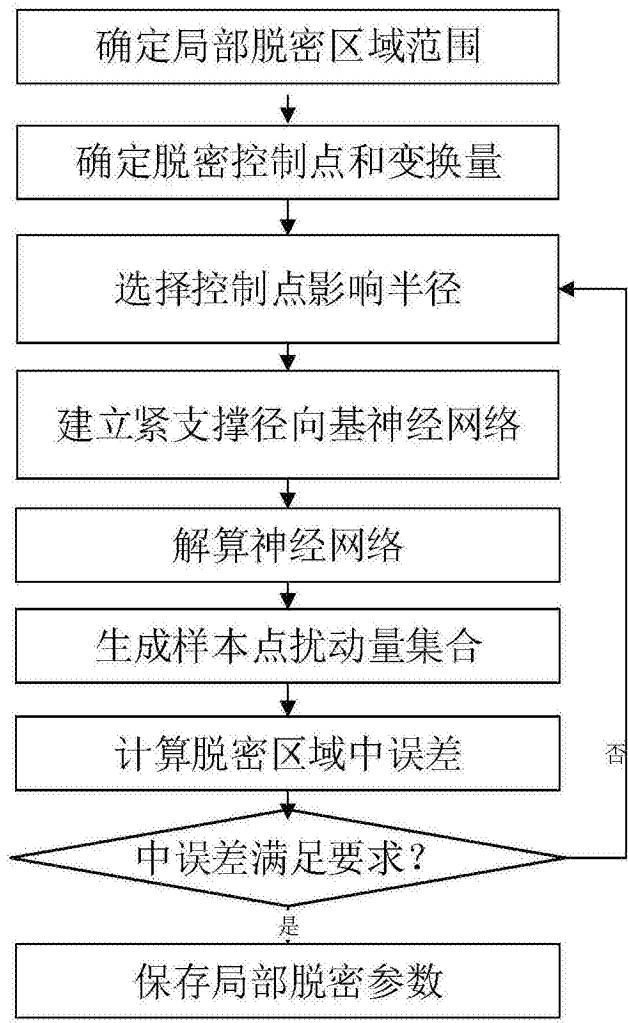


图1

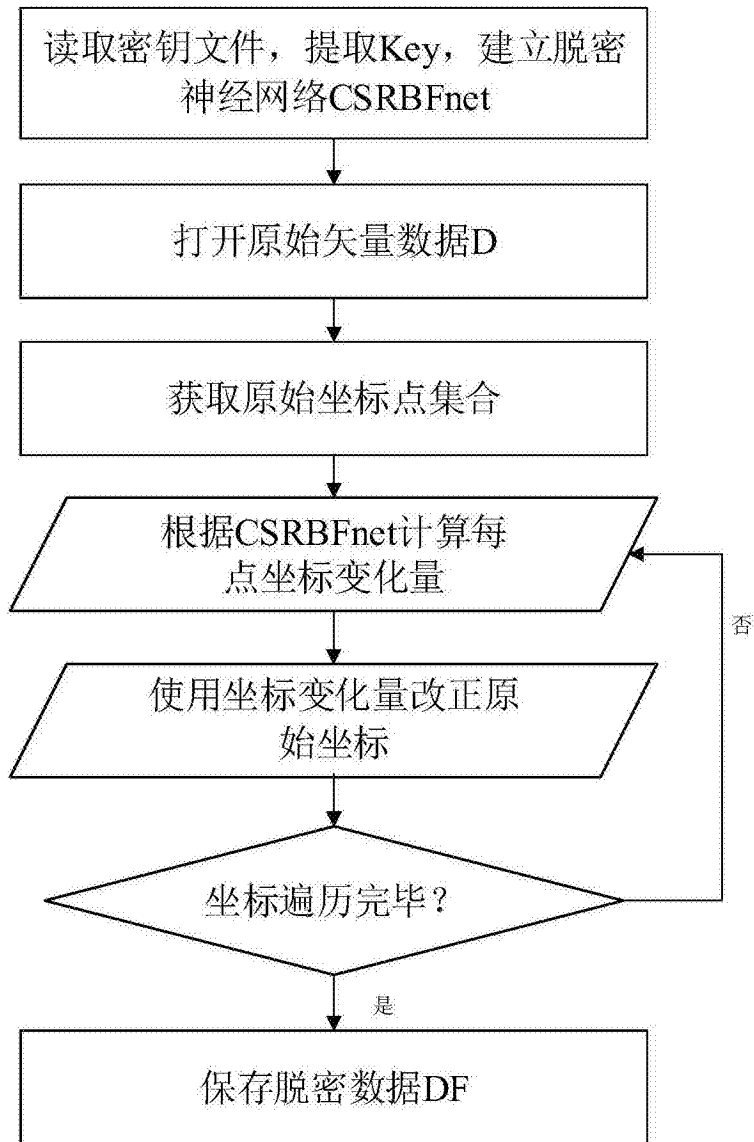


图2

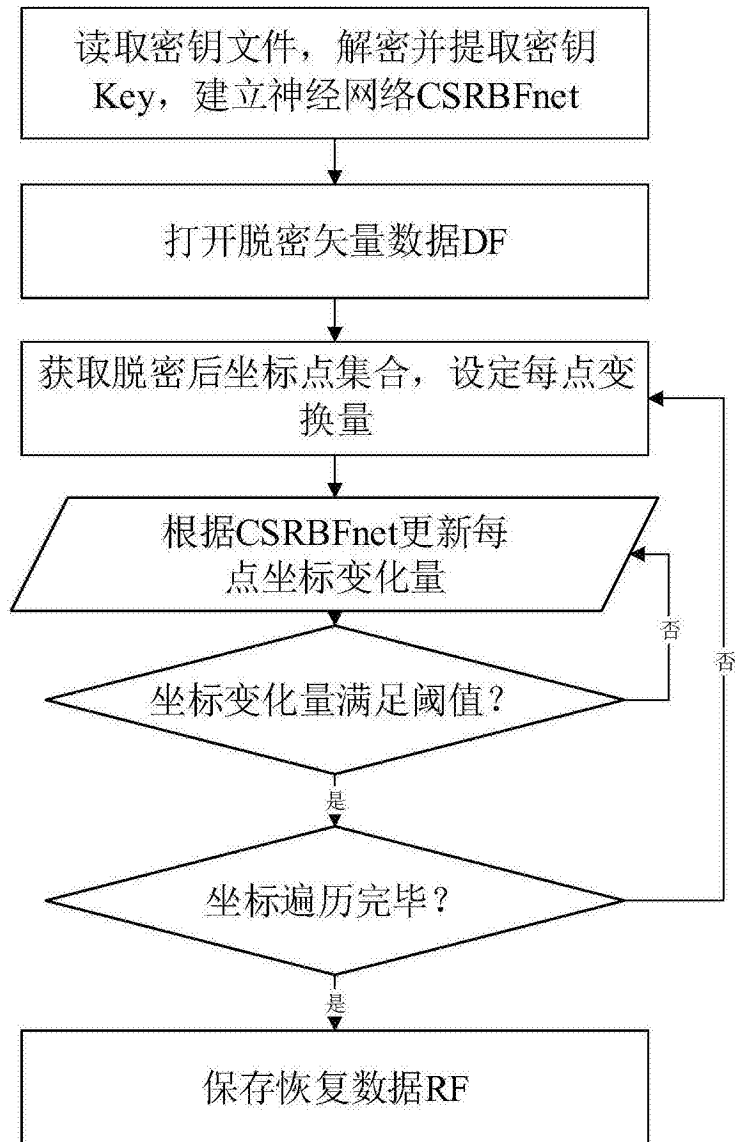


图3

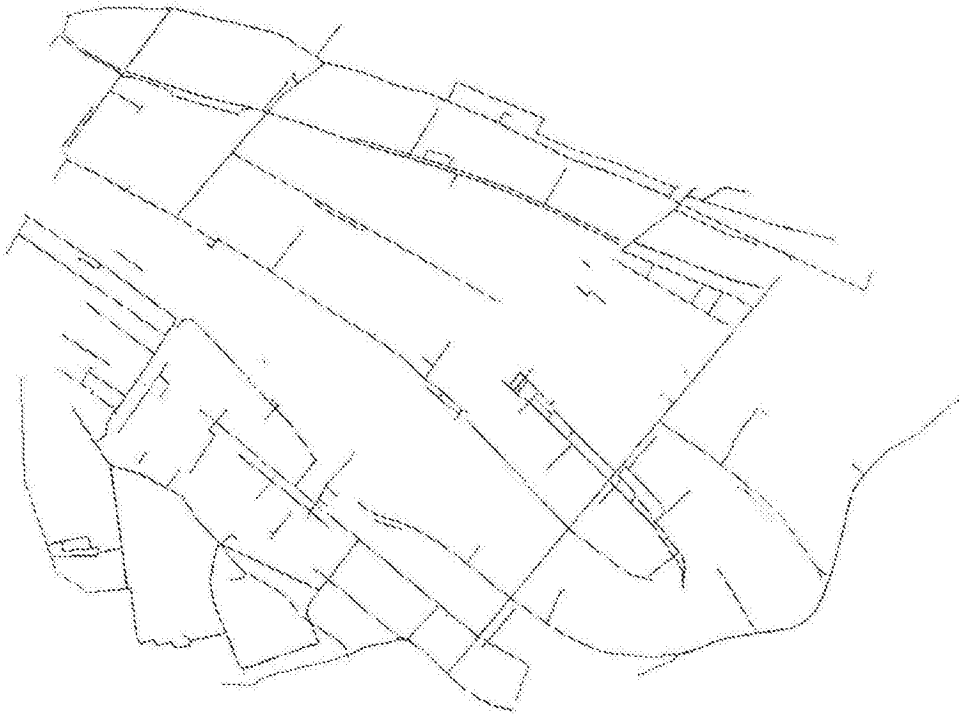


图4

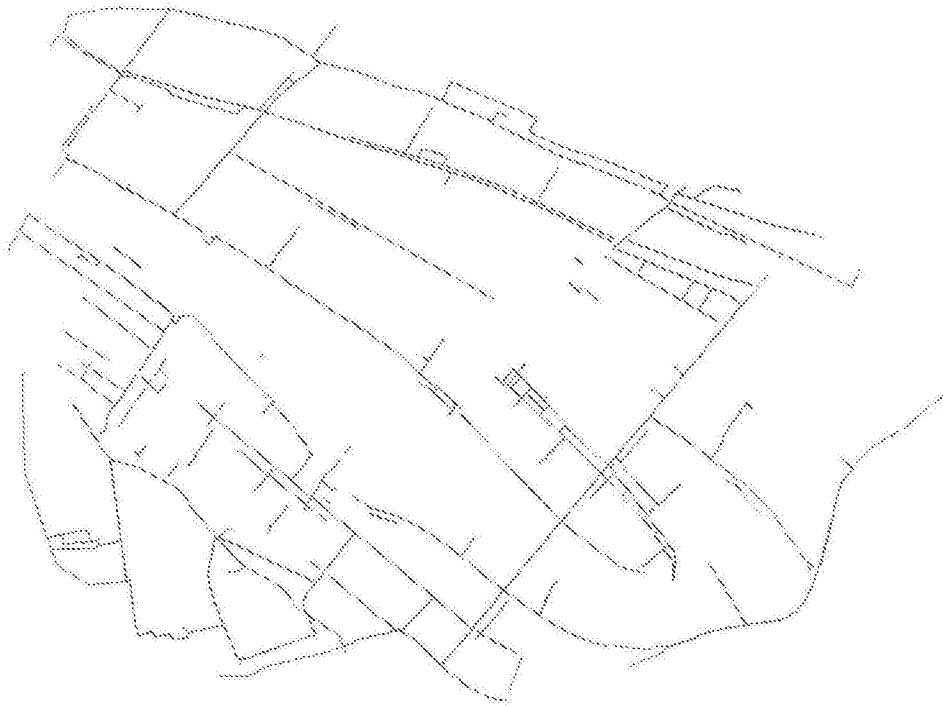


图5

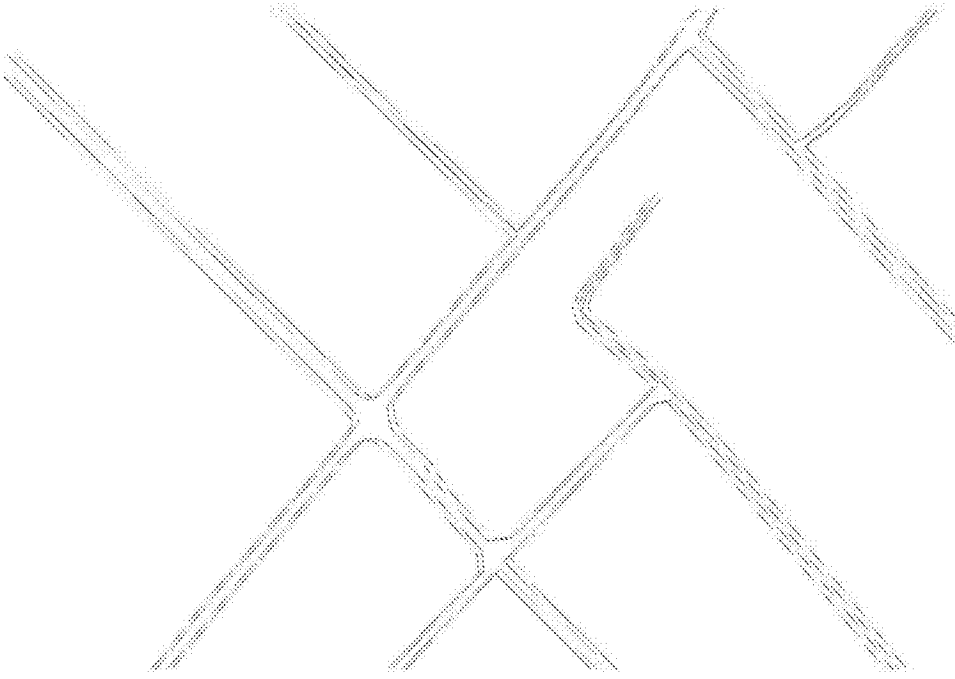


图6

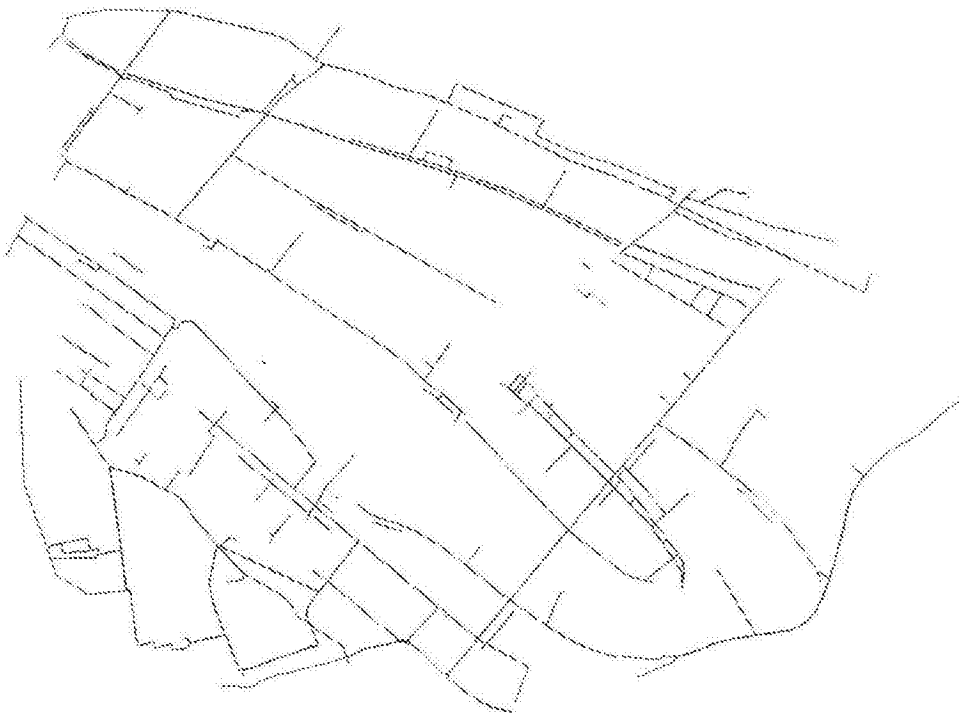


图7