



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103377458 B

(45)授权公告日 2017.12.01

(21)申请号 201210119913.6

(22)申请日 2012.04.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103377458 A

(43)申请公布日 2013.10.30

(73)专利权人 常熟南师大发展研究院有限公司

地址 215500 江苏省苏州市常熟市常熟东
南经济开发区金都路8号

(72)发明人 朱长青 符浩军 曹曲

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 汪旭东

(51)Int.Cl.

G06T 1/00(2006.01)

审查员 吴单单

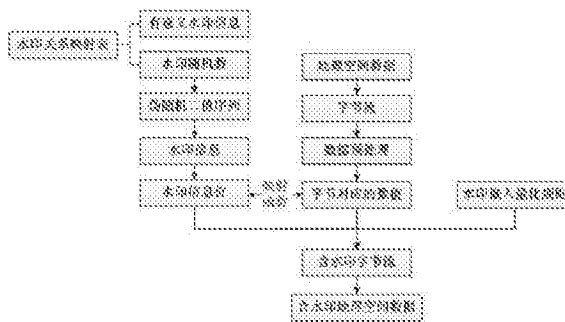
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种基于字节流的地理空间数据水印方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于字节流的地理空间数据水印方法,该方法基于地理空间数据在计算机载体存取和流通过程中都是以字节流为单位进行组织的特性,将数据加密思想引入到水印算法的设计中,采用数学映射思想,构建水印映射函数,即建立根据字节本身定位水印信息位的函数,使得字节与水印信息位保持多对一映射关系,通过建立的映射关系来确定水印信息位的嵌入位置,而后将水印信息通过量化的方式嵌入数据字节中。在水印检测时,根据最大隶属度原则以还原出最优水印信息。该方法既能有效控制地理空间数据的质量和精度,降低地理空间数据的可用性,又能有效保护处于流通过程中的地理空间数据版权,并起到追踪数据流出源头的作用。



1. 一种基于字节流的地理空间数据水印方法,其特征在于:所述方法基于地理空间数据在计算机载体存取和流通过程中都是以字节流为单位进行组织的特性,将数据加密思想引入到水印方法的设计中,采用数学映射思想,构建水印映射函数,即建立根据字节本身定位水印信息位的函数,使得字节与水印信息位保持多对一映射关系,通过建立的映射关系来确定水印信息位的嵌入位置,而后将水印信息通过量化的方式嵌入数据字节中,由水印信息生成、水印嵌入过程、水印信息检测与移除、水印信息的判别组成,包括如下步骤:

步骤1:水印信息生成;

步骤1-1:生成一个随机数,此随机数具有唯一性,与每个用户形成一对一的关系;

步骤1-2:基于此随机数,运用随机序列生成器生成一个伪随机二值序列,把该伪随机二值序列转化成由-1和1组成的待嵌入水印信息;

步骤1-3:把此随机数与有意义的版权信息,即数据所有权、流通方向的信息关联起来,建立水印关系映射表,供水印检测和水印信息合法移除时使用;

步骤2:水印嵌入过程;

步骤2-1:数据的读取;对地理空间数据按照字节流的形式进行读取,将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

步骤2-2:预处理;将字节流中的字节进行位取反、置乱处理;

步骤2-3:确定水印信息位在字节流中的嵌入位置;假设水印信息长度为N,采用多对一映射的思想,按照字节所对应的数值映射到 $[1, N]$ 上,形成多个字节对应某个水印信息位的关系,令映射函数为 $f(x)$, x 为字节本身所对应的数值,水印信息为 $W = \{w[i], i=0, 1, \dots, N-1\}$,即要求 $1 \leq f(x) \leq N$;

为建立多对一的映射关系,水印信息位采用重复嵌入字节所对应数值的方式进行;考虑到本水印方法的鲁棒性, $f(x)$ 应尽量均匀的把 x 映射到 $[1, N]$ 上; x 嵌入水印后所引起的变化不会显著影响到水印信息位所对应的字节个数,从而保证水印嵌入后不会影响到字节数值所对应的水印信息位,基于此,构建的映射函数如下所示:

$$f(x) = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{3 \times L \times N}$$

其中 x_{\max} 、 x_{\min} 为字节的最大值、最小值, L 为映射步长;

步骤2-4:水印信息嵌入规则的确定;基于空间域,采用加性法则,将水印信息以量化的方式嵌入字节流中,当水印信息位为-1时,其所对应的字节量化规则为:

$$x_i = \begin{cases} x_i + L/2; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

步骤2-5:当水印信息位为1时,按照如下量化规则进行水印信息的嵌入:

$$x_i = \begin{cases} x_i; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i - L/2; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

步骤2-6:保存嵌入水印信息后的地理空间数据;

步骤3:水印信息检测与移除;

步骤3-1:数据的读取;按照字节流的形式读取含水印信息的地理空间数据,并将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

步骤3-2:数据预处理;对将字节流中的字节进行逆位取反、逆置乱处理;

步骤3-3:水印信息的提取;按照映射函数找到每个字节所对应的水印信息位,水印信息的提取参考量化规则进行水印信息位的判断,具体判别规则为:

$$w_i = \begin{cases} 1; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ -1; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

由于水印信息的嵌入采用多对一的映射关系,因此同一个水印信息位有多次提取;

步骤3-4:水印信息的判别;对提取的水印信息根据模糊模式识别的最大隶属度原则进行判别,定义水印检测序列 $W' = \{w'[i][j] = 0\}$,其中 $1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M, N$ 为水印信息长度, M 为单个水印信息位所提取的次数;对含水印地理空间数据按照字节为单位取出并转换为其对应数值 x ,令:

$$w'(f(x), j) = 2 * h(x) - 1$$

依据最大隶属度原则获取水印信息 $W = \{w_1', w_2', \dots, w_N'\}$,其中 w_i' 是指根据最大隶属度获取的第 i 位水印信息; $h(\cdot)$ 表示水印信息的检测法则, $h(\cdot) \in \{0, 1\}$,因此 $(2 * h(\cdot) - 1) \in \{-1, 1\}$,然后定义第 i 位水印信息 w_i' 在空间上对1的隶属度为: $w'(i, j)$ 中1的个数/ M ;第 i 位水印信息 w_i' 在空间上对-1隶属度为: $w'(i, j)$ 中-1的个数/ M ,根据最大隶属度原则,来确定第 i 位水印信息 w_i' 是1还是-1,而后对提取出的水印信息进行如下处理:

$$w[i] = \left(\frac{w'[i]}{|w'[i]|} + 1 \right) / 2$$

如此则提取出水印信息, $w'[i]$ 是指提取出的水印信息;

步骤3-5:水印信息的检测;将获取的二值水印信息与水印关系映射表中保存的随机数所对应的原始二值水印信息进行相关检测,根据相关系数判断待测数据中是否含有水印信息;

步骤3-6:当检测到地理空间数据含有水印信息时,如果是数据授权用户,说明用户有权使用该地理空间数据,则移除此水印信息,对数据进行还原操作,用户获取正确的地理空间数据,移除水印信息的过程为水印信息嵌入的逆过程;否则,说明用户非法获取了该地理空间数据,无法使用正确的地理空间数据;

步骤3-7:根据所提取的水印信息获取有意义的版权信息,即数据所有权、流通方向的信息,从而保护数据的版权、追踪数据非法的流出源头;

所述方法基于地理空间数据的流通特性,将数据加密引入到水印方法的设计中,通过映射将水印信息以量化方式嵌入到数据字节中。

一种基于字节流的地理空间数据水印方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地理信息版权保护的技术领域,特别涉及一种基于字节流的地理空间数据水印方法。

背景技术

[0002] 地理空间数据是国民经济和国防建设中不可或缺的战略资源,是国家基础设施建设和地球科学研究的支撑性成果。近年来,随着地理空间数据的数字化和网络化进程日益加快,使得其异地传播、流通越来越方便,从而也导致地理空间数据的非法使用、版权纷争等现象日益严重。因此,如何有效管理地理空间数据在流通过程中的使用权限、保护其版权甚至跟踪其使用情况等问题,已经成为当前地理空间信息安全急需解决的重要问题。作为近年来新兴的数据安全技术,数字水印在这方面显示出巨大的潜力。

[0003] 数字水印技术作为一种崭新的信息安全技术,为地理空间数据的安全保护提供了一种切实可行的解决途径。数字水印是指在数字化数据中嵌入水印信息,将水印信息与源数据融为一体,成为源数据不可分离的一部分。由此来确定版权拥有者、所有权认证、跟踪侵权行为、认证数字内容来源的真实性、识别购买者、提供关于数字内容的其他附加信息等。同时对于加强责任心、震慑非法行为、有据可查快查等具有重要作用。数字水印技术在军事安全保障、国家安全方面发挥的作用已经受到国家政府机关的高度重视。

[0004] 数字水印在图像、图形、视频、音频等领域的安全保护方面取得了许多的应用,近几年在测绘相关领域也得到了重要的应用。

[0005] 目前关于地理空间数据的数字水印技术已有较多研究,这些研究取得了一些成果,但主要是针对数字水印技术在地理空间数据的版权保护、使用跟踪、内容认证等方面而言。这些研究所提出的解决方案都是基于传统数字水印思想,是一种被动性质的数据版权管理、使用跟踪机制,无法控制地理空间数据在流通过程中的使用权限,不能达到主动控制用户对正确的地理空间数据访问权限的目的,没有考虑到地理空间数据来源的多样性,水印嵌入方法对不同特征数据的复杂性适用度。

[0006] 本发明在对当前地理空间数据数字水印嵌入方法进行分析的基础上,就地理空间数据在流通过程中的使用权限控制、流向跟踪等问题进行解决,更好的保护了地理空间数据的安全。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于:针对地理空间数据的流通特性,将数据加密思想引入到水印嵌入方法的设计中,该方法既能有效控制地理空间数据的质量和精度,降低地理空间数据的可用性,又能有效保护处于流通过程中的地理空间数据版权,并起到追踪数据流出源头的作用。较好的解决了地理空间数据在流通过程中的使用权限控制、流向跟踪等问题。

[0008] 为了实现上述发明目的,本发明所采取的技术方案为:基于地理空间数据在计算机载体存取和流通过程中都是以字节流为单位进行组织的特性,将数据加密思想引入到水

印方法的设计中,采用数学映射思想,构建水印映射函数,即建立根据字节本身定位水印信息位的函数,使得字节与水印信息位保持多对一映射关系,通过建立的映射关系来确定水印信息位的嵌入位置,而后将水印信息通过量化的方式嵌入数据字节中。为了实现上述发明目的,本发明所采取的技术方案为:

[0009] 一种基于字节流的地理空间数据水印方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0010] (1) 水印信息生成

[0011] 步骤一:生成一个随机数,此随机数具有唯一性,与每个用户形成一对一的关系;

[0012] 步骤二:基于此随机数,运用随机序列生成器生成一个伪随机二值序列,将该伪随机二值序列转化成由-1和1组成的待嵌入水印信息;

[0013] 步骤三:把此随机数与有意义的版权信息如数据所有权、流通方向等相关信息关联起来,建立水印关系映射表,供水印检测和水印信息合法移除时使用。

[0014] (2) 水印嵌入过程

[0015] 步骤一:数据的读取;对地理空间数据按照字节流的形式进行读取,将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0016] 步骤二:预处理;将字节流中的字节进行位取反、置乱等处理;

[0017] 步骤三:确定水印信息位在字节流中的嵌入位置;假设水印信息长度为 N ,采用多对一映射的思想,按照字节所对应的数值映射到 $[L, M]$ 上,形成多个字节对应某个水印信息位的关系,令映射函数为 $f(x)$, x 为字节本身所对应的数值,水印信息为 $W = \{w_i, i = 0, 1, \dots, N-1\}$,即要求 $1 \leq f(x) \leq N$;

[0018] 为建立多对一的映射关系,水印信息位采用重复嵌入字节所对应数值的方式进行;考虑到方法的水印鲁棒性, $f(x)$ 应尽量均匀的把 x 映射到 $[L, M]$ 上; x 嵌入水印后所引起的变化不会显著影响到水印信息位所对应的字节个数,从而保证水印嵌入后不会影响到字节数值所对应的水印信息位。基于此,构建的映射函数如下所示:

$$[0019] \quad f(x) = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{3 \times L \times N}$$

[0020] 其中 x_{\max} 、 x_{\min} 为字节的最大值、最小值, L 为映射步长;

[0021] 步骤四:水印信息嵌入规则的确定;基于空间域,采用加性法则,将水印信息以量化的方式嵌入字节流中,当水印信息位为-1时,其所对应的字节量化规则为:

$$[0022] \quad x_i = \begin{cases} x_i + L/2; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0023] 其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

[0024] 步骤五:当水印信息位为1时,按照如下量化规则进行水印信息的嵌入:

$$[0025] \quad x_i = \begin{cases} x_i; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i - L/2; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0026] 其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

[0027] 步骤六:保存嵌入水印信息后的地理空间数据。

[0028] (3) 水印信息检测与移除

[0029] 步骤一: 数据的读取; 按照字节流的形式读取含水印信息的地理空间数据, 并将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0030] 步骤二: 数据预处理; 对将字节流中的字节进行逆位取反、逆置乱等处理;

[0031] 步骤三: 水印信息的提取; 按照映射函数找到每个字节所对应的水印信息位, 水印信息的提取参考量化规则进行水印信息位的判断, 具体判别规则为:

$$[0032] \quad w_i = \begin{cases} 1; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ -1; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0033] 由于水印信息的嵌入采用多对一的映射关系, 因此同一个水印信息位有多次提取;

[0034] 步骤四: 水印信息的判别; 对提取的水印信息根据模糊模式识别的最大隶属度原则进行判别, 定义水印检测序列 $W' = \{w'[i][j] = 0\}$, 其中 $1 \leq i \leq N$, $1 \leq j \leq M$, N 为水印信息长度, M 为单个水印信息位所提取的次数。对含水印地理空间数据按照字节为单位取出并转换为其对应数值 x , 令:

$$[0035] \quad w'(f(x), j) = 2 * h(x) - 1$$

[0036] 其中 $h(x)$ 表示水印信息的检测法则, $h(x) \in \{0, 1\}$, 因此 $(2 * h(x) - 1) \in \{-1, 1\}$ 。然后依据最大隶属度原则获取水印信息 $W'' = \{w''_1, w''_2, \dots, w''_N\}$ 。定义第 i 位水印信息 $w''(i)$ 在空间上对 1 的隶属度为: $w''(i, j)$ 中 1 的个数 / M ; 第 i 位水印信息 $w''(i)$ 在空间上对 -1 隶属度为: $w''(i, j)$ 中 -1 的个数 / M , 根据最大隶属度原则, 来确定第 i 位水印信息 $w''(i)$ 是 1 还是 -1, 而后对提取出的水印信息进行如下处理:

$$[0037] \quad w[i] = \left(\frac{w''[i]}{|w''[i]|} + 1 \right) / 2$$

[0038] 如此则提取出水印信息;

[0039] 步骤五: 水印信息的检测; 将获取的二值水印信息与水印关系映射表中保存的随机数所对应的原始二值水印信息进行相关检测, 根据相关系数判断待测数据中是否含有水印信息;

[0040] 步骤六: 当检测到地理空间数据含有水印信息时, 如果是数据授权用户, 说明用户有权使用该地理空间数据, 则移除此水印信息, 对数据进行还原操作, 用户获取正确的地理空间数据, 移除水印信息的过程为水印信息嵌入的逆过程; 否则, 说明用户非法获取了该地理空间数据, 无法使用正确的地理空间数据;

[0041] 步骤七: 根据所提取的水印信息获取数据流向、版权等相关信息, 从而保护数据的版权、追踪数据非法的流出源头。

[0042] 本方法的特点与技术优势为:

[0043] (1) 本方法中最为关键的是水印信息位与字节流中字节对应关系的确定, 通过构造映射函数的方法, 由字节本身决定水印信息位的嵌入位置, 即使得字节本身和其所嵌入的水印信息位保持同步关系, 这样才能为实现嵌入方法盲检测水印信息提供可能。

[0044] (2)本方法能有效降低地理空间数据质量和数据精度,又能较好的抵抗地理空间数据在流通过程中常见的字节丢失、字节移位和字节增删等攻击,较好的解决了地理空间数据在流通过程中的使用权限控制、流向跟踪等问题。

附图说明

- [0045] 图1是本发明方法的水印信息嵌入流程图。
 [0046] 图2是本发明方法的水印信息检测流程图。
 [0047] 图3是现有技术中的一幅原始数字栅格地图。
 [0048] 图4是经过相关纠正后的含水印数字栅格地图。

具体实施方式

[0049] 以下结合说明书附图对本发明创造作进一步的详细说明。

[0050] 实施例一

[0051] 本发明的实施例选择数字栅格地图为实验数据,针对数据的读取、预处理、水印信息生成、水印嵌入、含水印数据保存、水印检测、检测结果输出、水印移除的整个过程,给出本发明的一个实施例,进一步详细说明本发明。

[0052] 如图3和图4所示,本实施例中选择以一幅大小为698×654的数字栅格地图作为实验数据。针对此幅数据,映射步长N设为8。

[0053] 1. 本发明的水印信息生成:

[0054] 步骤一:生成一个随机数,此随机数具有唯一性,与每个用户形成一对一的关系;

[0055] 步骤二:基于此随机数,运用随机序列生成器生成一个伪随机二值序列,将该伪随机二值序列转化成由-1和1组成的待嵌入水印信息;

[0056] 步骤三:把此随机数与有意义的版权信息如数据所有权、流通方向等相关信息关联起来,建立水印关系映射表,供水印检测和水印信息合法移除时使用。

[0057] 2. 本发明的水印信息嵌入:

[0058] 步骤一:数据的读取;对地理空间数据按照字节流的形式进行读取,将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0059] 步骤二:预处理;将字节流中的字节进行位取反、置乱等处理;

[0060] 步骤三:确定水印信息位在字节流中的嵌入位置;这里说使用的水印信息长度为 $N = 200$,根据映射函数确定字节所对应的水印信息位;

[0061] 步骤四:水印信息嵌入规则的确定;基于空间域,采用加性法则,将水印信息以量化的方式嵌入字节流中,当水印信息位为-1时,则根据量化规则:

$$[0062] \quad x_i = \begin{cases} x_i + L/2, & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i, & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0063] 进行水印信息的嵌入,这里设置量化步长为4;

[0064] 步骤五:当水印信息位为1时,根据量化规则进行水印信息的嵌入;

$$[0065] \quad x_i = \begin{cases} x_i; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i - L/2; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0066] 步骤六:保存嵌入水印信息后的地理空间数据。

[0067] 3. 本发明的水印检测与移除:

[0068] 步骤一:数据的读取;按照字节流的形式读取含水印信息的地理空间数据,并将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0069] 步骤二:数据预处理;对将字节流中的字节进行逆位取反、逆置乱等处理;

[0070] 步骤三:水印信息的提取;按照映射函数找到每个字节所对应的水印信息位,按照水印信息提取规则进行水印的提取,具体判别规则为:

$$[0071] \quad w_i = \begin{cases} 1; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ -1; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0072] 由于水印信息的嵌入采用多对一的映射关系,因此同一个水印信息位有多次提取;

[0073] 步骤四:水印信息的判别;对提取的水印信息根据模糊模式识别的最大隶属度原则进行判别,根据最大隶属度原则,来确定第*i*位水印信息 $w(i)$ 是 **1** 还是 **-1**,而后对提取出的水印信息进行如下处理:

$$[0074] \quad w[i] = \left(\frac{w[i]}{|w[i]|} + 1 \right) / 2$$

[0075] 如此则提取出水印信息;

[0076] 步骤五:水印信息的检测;将获取的二值水印信息与水印关系映射表中保存的随机数所对应的原始二值水印信息进行相关检测,根据相关系数判断待测数据中是否含有水印信息;

[0077] 步骤六:当检测到地理空间数据含有水印信息时,如果是数据授权用户,说明用户有权使用该地理空间数据,则移除此水印信息,对数据进行还原操作,用户获取正确的地理空间数据,移除水印信息的过程为水印信息嵌入的逆过程;否则,说明用户非法获取了该地理空间数据,无法使用正确的地理空间数据;

[0078] 步骤七:根据所提取的水印信息获取数据流向、版权等相关信息,从而保护数据的版权、追踪数据非法的流出源头。

[0079] 4. 本方法的特点与技术优势:

[0080] (1)本方法中最为关键的是水印信息位与字节流中字节对应关系的确定,通过构造映射函数的方法,由字节本身决定水印信息位的嵌入位置,即使得字节本身和其所嵌入的水印信息位保持同步关系,这样才能为实现嵌入方法盲检测水印信息提供可能。

[0081] (2)本方法能有效降低地理空间数据质量和数据精度,又能较好的抵抗地理空间数据在流通过程中常见的字节丢失、字节移位和字节增删等攻击,较好的解决了地理空间数据在流通过程中的使用权限控制、流向跟踪等问题。

[0082] 5. 本发明的测试与分析:

[0083] 本发明所提出的方法是专门针对地理空间数据的水印方法,采用该方法可以有效地保护原始矢量地理数据的使用权限。

[0084] 地理空间数据运用本方法嵌入水印信息后,是不可用的,用户无法正常使用数据文件。考虑到非法用户可以通过对含水印地理数据分析来进行相关处理,如逆置乱、强行纠正相关数据参数等,以便能访问其所包含的数据信息。

[0085] 对嵌入水印后的栅格地图进行逆置乱、头文件相关属性参数纠正以打开数据,如图4所示,有50%以上数据是发生变化的,且数据质量和精度发生较大改变,影响到了使用者从地理空间数据中获取相关地理信息,从而控制用户对正确数据的访问权限,但合法用户可通过移除水印操作来使用正确的地理数据,水印移除后数据与原数据符合度为100%。

[0086] 对于地理空间数据在数据流通、存取过程中所经常遭受到的字节丢失、字节移位和字节增删等攻击,方法具有较好的鲁棒性,从而能有效保护处于流通过程中的地理空间数据版权,并起到追踪数据流出源头的作用。

[0087] 实施例二

[0088] 如图1和图2所示,本发明的目的在于:目前水印技术研究所提出的解决方案都是基于传统数字水印思想,是一种被动性质的数据版权管理、使用跟踪机制,无法控制地理空间数据在流通过程中的使用权限,不能达到主动控制用户对正确的地理空间数据访问权限的目的,没有考虑到地理空间数据来源的多样性,水印嵌入方法对不同特征数据的复杂性适用度。针对这一问题,发明一种新型的基于字节流的地理空间数据水印方法,本水印方法有较好的鲁棒性,同时能有效降低地理空间数据的可用性,较好的解决了地理空间数据在流通过程中的使用权限控制、流向跟踪等问题。

[0089] 为了实现上述发明目的,本发明所采取的技术方案为:

[0090] 一种基于字节流的地理空间数据水印方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0091] (1) 水印信息生成

[0092] 步骤一:生成一个随机数,此随机数具有唯一性,与每个用户形成一对一的关系;

[0093] 步骤二:基于此随机数,运用随机序列生成器生成一个伪随机二值序列,将该伪随机二值序列转化成由-1和1组成的待嵌入水印信息;

[0094] 步骤三:把此随机数与有意义的版权信息如数据所有权、流通方向等相关信息关联起来,建立水印关系映射表,供水印检测和水印信息合法移除时使用。

[0095] (2) 水印嵌入过程

[0096] 步骤一:数据的读取;对地理空间数据按照字节流的形式进行读取,将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0097] 步骤二:预处理;将字节流中的字节进行位取反、置乱等处理;

[0098] 步骤三:确定水印信息位在字节流中的嵌入位置;假设水印信息长度为 N ,采用多对一映射的思想,按照字节所对应的数值映射到 $[0, M]$ 上,形成多个字节对应某个水印信息位的关系,令映射函数为 $f(x)$, x 为字节本身所对应的数值,水印信息为 $\mathcal{W} = \{w[i], i = 0, 1, \dots, N-1\}$,即要求 $1 \leq f(x) \leq N$;

[0099] 为建立多对一的映射关系,水印信息位采用重复嵌入字节所对应数值的方式进行;考虑到本方法的水印鲁棒性, $f(x)$ 应尽量均匀的把 x 映射到 $[0, M]$ 上; x 嵌入水印后所

引起的变化不会显著影响到水印信息位所对应的字节个数,从而保证水印嵌入后不会影响到字节数值所对应的水印信息位。基于此,构建的映射函数如下所示:

$$[0100] \quad f(x) = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{3 \times L \times N}$$

[0101] 其中 x_{\max} 、 x_{\min} 为字节的最大值、最小值, L 为映射步长;

[0102] 步骤四: 水印信息嵌入规则的确定; 基于空间域, 采用加性法则, 将水印信息以量化的方式嵌入字节流中, 当水印信息位为-1时, 其所对应的字节量化规则为:

$$[0103] \quad x_i = \begin{cases} x_i + L/2; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0104] 其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

[0105] 步骤五: 当水印信息位为1时, 按照如下量化规则进行水印信息的嵌入:

$$[0106] \quad x_i = \begin{cases} x_i; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ x_i - L/2; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0107] 其中 x_i 表示字节值, L 表示映射步长;

[0108] 步骤六: 保存嵌入水印信息后的地理空间数据。

[0109] (3) 水印信息检测与移除

[0110] 步骤一: 数据的读取; 按照字节流的形式读取含水印信息的地理空间数据, 并将地理空间数据字节流中所有字节转化为相应的数值;

[0111] 步骤二: 数据预处理; 对将字节流中的字节进行逆位取反、逆置乱等处理;

[0112] 步骤三: 水印信息的提取; 按照映射函数找到每个字节所对应的水印信息位, 水印信息的提取参考量化规则进行水印信息位的判断, 具体判别规则为:

$$[0113] \quad w_i = \begin{cases} 1; & \text{当 } x_i \% L < L/2 \\ -1; & \text{当 } x_i \% L \geq L/2 \end{cases}$$

[0114] 由于水印信息的嵌入采用多对一的映射关系, 因此同一个水印信息位有多次提取;

[0115] 步骤四: 水印信息的判别; 对提取的水印信息根据模糊模式识别的最大隶属度原则进行判别, 定义水印检测序列 $W' = \{w'[i][j] = 0\}$, 其中 $1 \leq i \leq N$, $1 \leq j \leq M$, N 为水印信息长度, M 为单个水印信息位所提取的次数。对含水印地理空间数据按照字节为单位取出并转换为其对应数值 x , 令:

$$[0116] \quad w(f(x), j) = 2 * h(x) - 1$$

[0117] 其中 $h(x)$ 表示水印信息的检测法则, $h(x) \in \{0, 1\}$, 因此 $(2 * h(x) - 1) \in \{-1, 1\}$ 。然后依据最大隶属度原则获取水印信息 $W'' = \{w'_1, w'_2, \dots, w'_N\}$ 。定义第 i 位水印信息 $w(i)$ 在空间上对 1 的隶属度为: $w'(i, j)$ 中 1 的个数 / M ; 第 i 位水印信息 $w(i)$ 在空间上对 -1 隶属度为:

$w(i, j)$ 中 -1 的个数 / M , 根据最大隶属度原则, 来确定第 i 位水印信息 $w(i)$ 是 1 还是 -1, 而后对提取出的水印信息进行如下处理:

$$[0118] \quad w[i] = \left(\frac{w[i]}{|w[i]|} + 1 \right) / 2$$

[0119] 如此则提取出水印信息;

[0120] 步骤五: 水印信息的检测; 将获取的二值水印信息与水印关系映射表中保存的随机数所对应的原始二值水印信息进行相关检测, 根据相关系数判断待测数据中是否含有水印信息;

[0121] 步骤六: 当检测到地理空间数据含有水印信息时, 如果是数据授权用户, 说明用户有权使用该地理空间数据, 则移除此水印信息, 对数据进行还原操作, 用户获取正确的地理空间数据, 移除水印信息的过程为水印信息嵌入的逆过程; 否则, 说明用户非法获取了该地理空间数据, 无法使用正确的地理空间数据;

[0122] 步骤七: 根据所提取的水印信息获取数据流向、版权等相关信息, 从而保护数据的版权、追踪数据非法的流出源头。

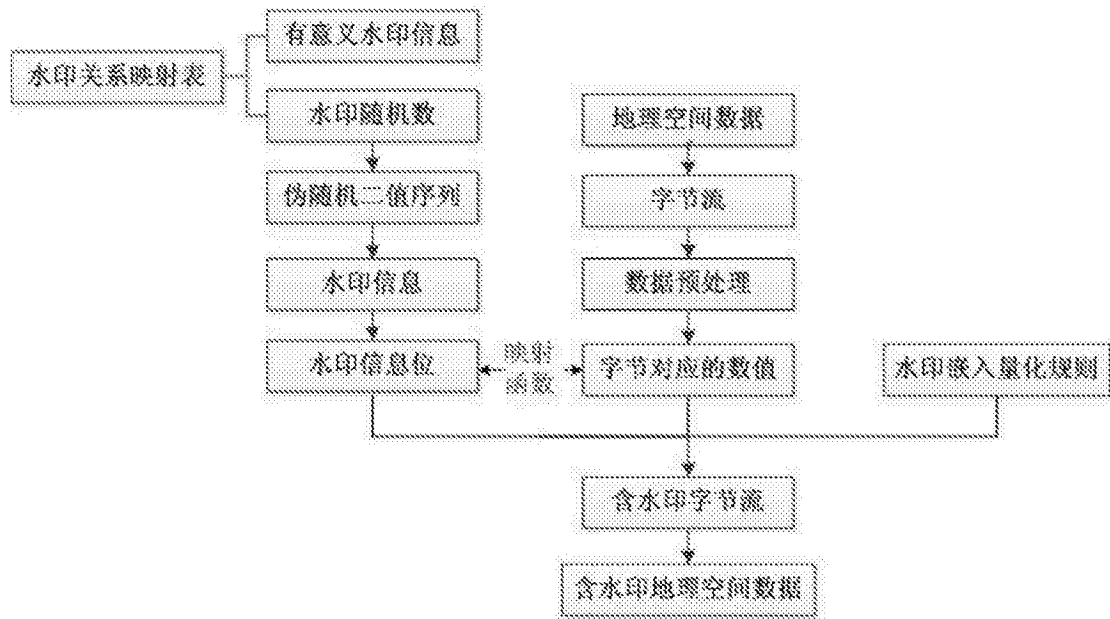


图1

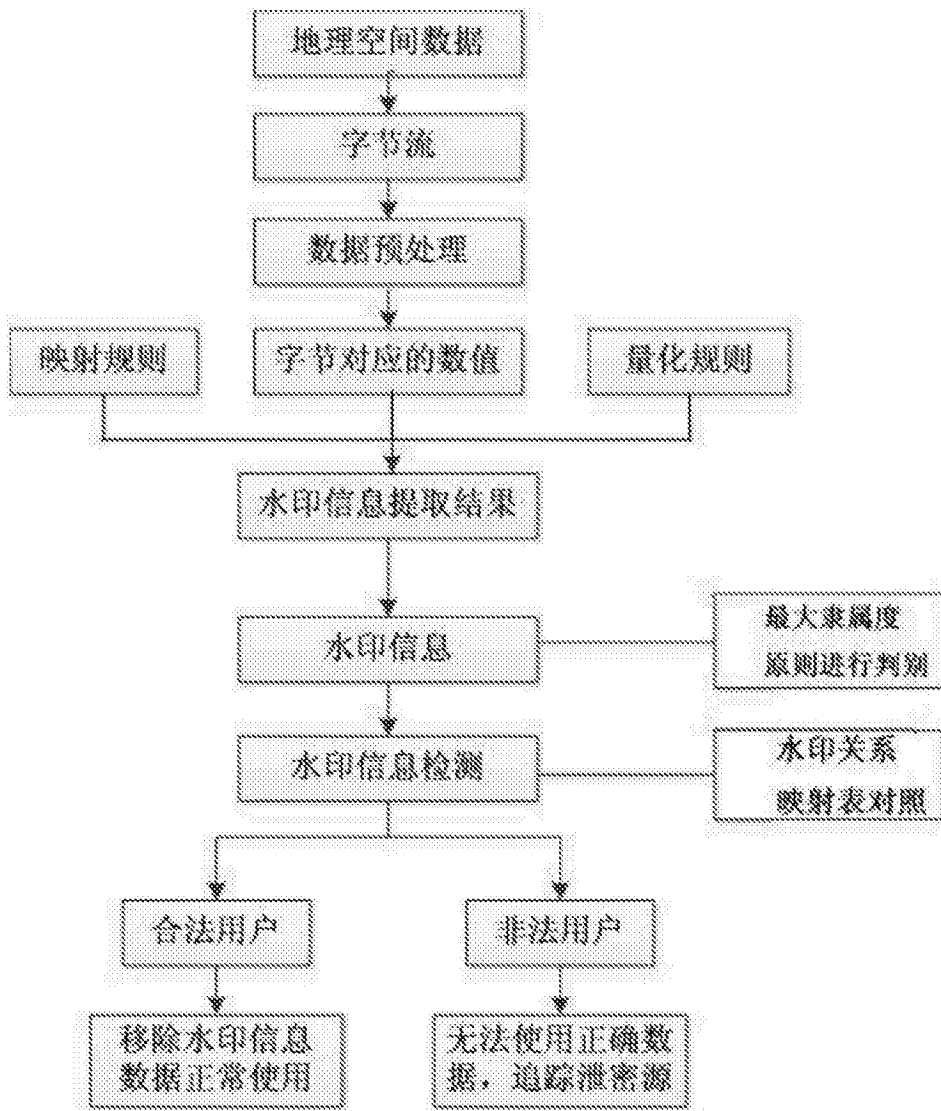


图2

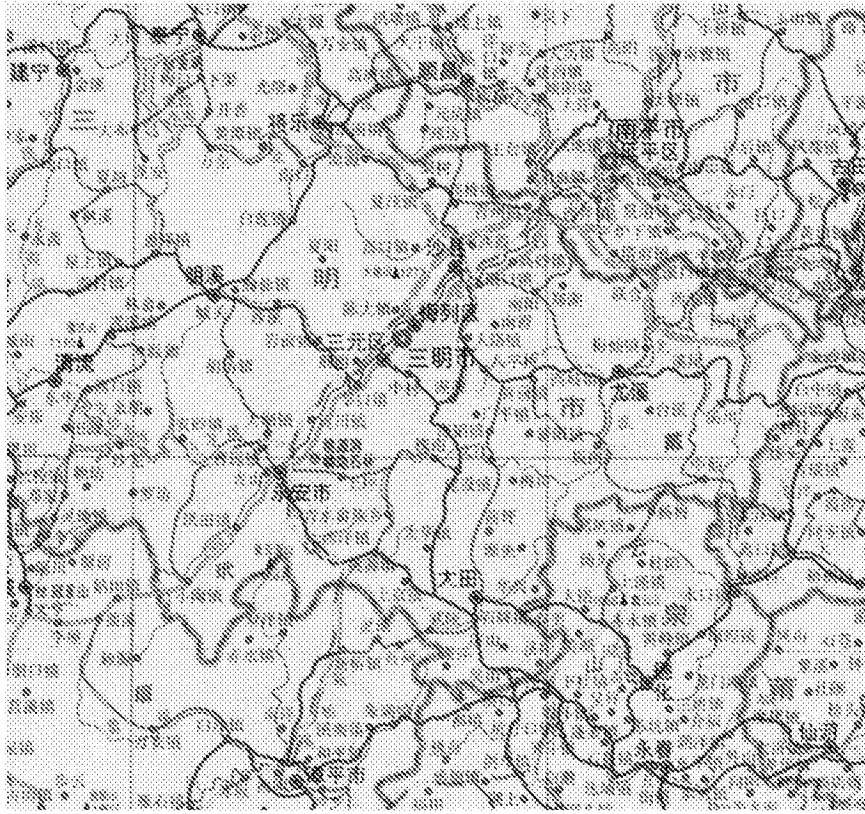


图3

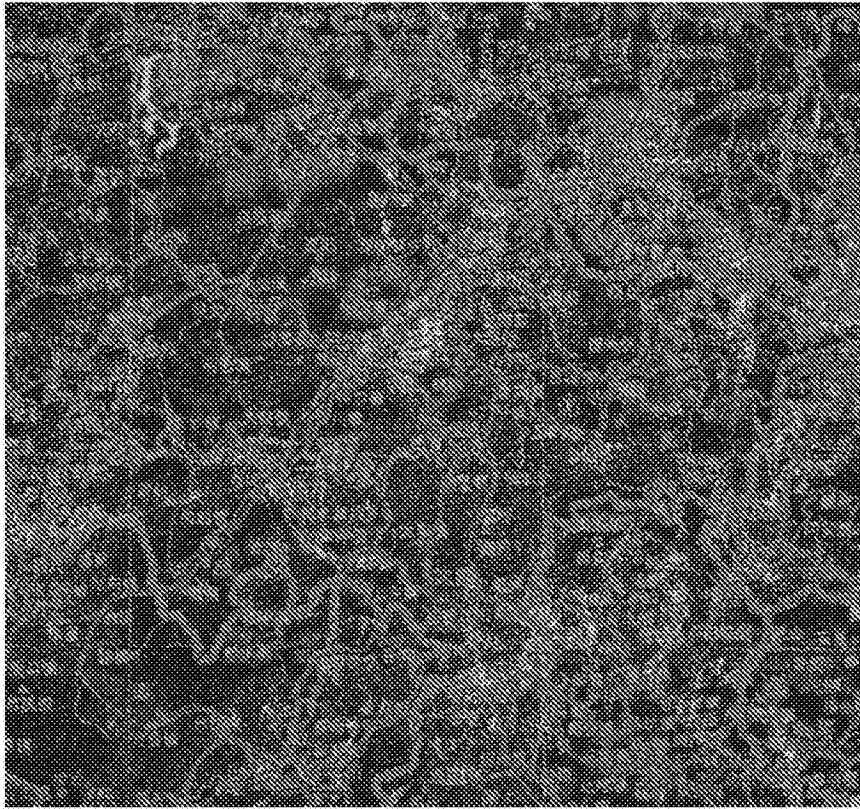


图4