



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103061237 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201310038789. 5

(22) 申请日 2013. 01. 31

(71) 申请人 长安大学

地址 710064 陕西省西安市南二环中段

(72) 发明人 沙爱民 张娟 李伟 孙朝云

袁梦霞 任炳兰 罗晶 王鹏远

郝雪丽

(74) 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 林兵

(51) Int. Cl.

E01C 23/01 (2006. 01)

G06T 5/00 (2006. 01)

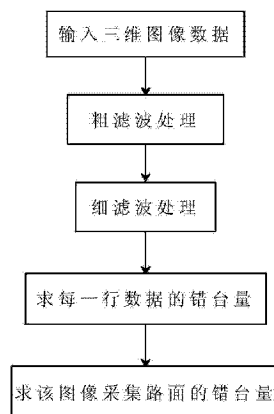
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种水泥混凝土路面错台量的检测算法

(57) 摘要

本发明公开了一种水泥混凝土路面错台量的检测算法,具体包括如下步骤:输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理;依次取滤波处理之后的三维图像数据矩阵 O'' 的每一行,逐行求每一行所对应的错台量,即找出该行的所有拐点后求该行的错台量:在拐点矩阵 G 中,取横坐标相差为 M 的拐点两两作差;对所有行处理完毕,即得高度差矩阵,该高度差矩阵的最大值即为该行相应的错台量;逐行求得错台量 $h_1, h_2, \dots, h_m$,对此 m 个错台量求算术平均,即得该图像采集区域路面错台量。本发明计算简单、运行时间短,无需人工参与。采用面测量,只需输入采集到水泥混凝土路面的三维图像数据,即可完成对路面错台量的检测,因此,该检测算法效率高、检测精确。



1. 一种水泥混凝土路面错台量的检测算法,其特征在于,具体包括如下步骤:

步骤 1:输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理;

步骤 2:依次取滤波处理之后的三维图像数据矩阵 O'' 的每一行,逐行求每一行所对应的错台量,包括以下步骤:

(1) 找出该行的所有拐点:从每一行的第二个数据点开始,到倒数第二个数据点为止,依次判断,如果该数据点减去前一个数据点的差值与后一个数据点减去该数据点的差值异号,则说明该数据点是拐点,保存拐点的高度值;对所有行处理完毕,得到拐点矩阵 G ;

(2) 求该行的错台量:在拐点矩阵 G 中,取横坐标相差为 M (M 取 $5 \sim 10$) 的拐点两两作差,对所有行处理完毕,即得高度差矩阵,该高度差矩阵的最大值即为该行相应的错台量;

步骤 3:经过步骤 2 逐行求得错台量 $h_1, h_2, \dots, h_m$,对此 m 个错台量求算术平均,即得该图像采集区域路面错台量;

步骤 4:结束。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 1 的输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理具体包括如下步骤:

将图像采集设备采集到的三维图像数据矩阵输入计算机,计算机读取三维图像数据矩阵

$$O_{m \times n} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} & \cdots & z_{1j} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} & \cdots & z_{2j} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{i1} & z_{i2} & z_{i3} & \cdots & z_{ij} & \cdots & z_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & z_{m3} & \cdots & z_{mj} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix}, (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n)$$

z_{ij} 表示行号为 i ,列号为 j 所对应的图像高度数据。

对数据的滤波处理包括粗滤波和细滤波两个部分:

(1) 对数据的粗滤波部分包括逐行消除图像的噪声点和逐列消除图像的噪声点两个过程,步骤如下:

1) 逐行取三维图像数据矩阵 O 的数据,如第 i 行 $R_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in})$, $i = (1, 2, \dots, m)$, 求出第 i 行数据 R_i 的算术平均值 $\bar{R}_i$ 和标准差 S_i ;

2) 依次取该行中的每一个数据 z_{ij} , 如果满足 $\frac{|z_{ij} - \bar{R}_i|}{S_i} > k$, 则用算术平均值 $\bar{R}_i$ 代替该点数据值 z_{ij} , k 是行滤波系数, k 取 $3 \sim 8$;

3) 逐行消除图像噪声点后,用同样的方法逐列处理,再次消除噪声点,对所有行处理完毕,得到粗滤波之后的三维图像数据矩阵 O' 。

(2) 对数据的细滤波部分是针对错台三维图像数据中特有的暗点所进行的处理,具体步骤如下:

1) 依次取粗滤波之后的三维图像数据矩阵 O' 的每一行,并定义一个可变长度 N , 宽度为 1 的滑动窗口 H_N , $H_N = [1, 1, \dots, 1]_N$, 其中, N 取 $11 \sim 21$ 之间的奇数;

2) 让滑动窗口 H_N 的中心点从每行的第一个数据点滑动到最后一个数据点,如果在滑动窗口范围内该数据点的前 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值或后 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值有一端均不超过设定阈值 T (T 取 $3 \sim 5$),其中,对于每一行的第一个数据点只需判断其后面数据点,对于最后一个数据点只需判断其前面数据点,则该数据点具有连通性,否则该数据点即为错台三维图像数据中的暗点,暗点需要被删除,并将该暗点后面的数据依次向前移动,对所有行处理完毕,得到细滤波之后的三维图像数据矩阵 O'' 。

一种水泥混凝土路面错台量的检测算法

技术领域

[0001] 本发明属于道路工程领域,特别是指一种水泥混凝土路面错台量的检测算法。

背景技术

[0002] 水泥混凝土路面错台量是指水泥混凝土路面中横向接缝或裂缝处相邻两块水泥板的高程差。错台产生的原因主要有以下几种:路基基层碾压不密实,强度不足,致使基层在行车荷载作用下发生塑性累计位移;局部地基不均匀沉降;相邻板间的传荷能力下降;水浸入基层,行车荷载使路面板产生泵吸现象,动水将面板与基层间的碎屑抛向后方,把后方的板抬起等等。错台是影响水泥混凝土路面平整度、寿命以及加铺后反射裂缝的重要因素,也是水泥混凝土路面技术状况评定、养护、加铺设计时必须考虑的一个重要指标。因此,如何对错台量进行实时、准确和高效的检测,成为公路管理养护部门十分关注的问题。

[0003] 目前,常用对错台量的检测方法有人工法和自动检测法。人工法利用直尺、游标卡尺或水准仪等实现,速度慢,交通干扰大,精度低;自动检测法利用错台的存在会显著影响国际平整度指标(IRI)的特性,有激光断面仪、超声波断面仪等,断面仪价格昂贵,并且不能对错台量准确测量。综上,现有检测技术存在误差大、效率低、造价昂贵等问题,研究一种效率高、检测精确的水泥混凝土路面错台量的检测算法是十分有必要的。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的主要目的在于,提供一种水泥混凝土路面错台量的检测算法,从而实现对水泥混凝土路面错台量的实时、高效和精确的检测。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用如下的技术方案:

[0006] 一种水泥混凝土路面错台量的检测算法,具体包括如下步骤:

[0007] 步骤1:输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理;

[0008] 步骤2:依次取滤波处理之后的三维图像数据矩阵 O'' 的每一行,逐行求每一行所对应的错台量,包括以下步骤:

[0009] (1)找出该行的所有拐点:从每一行的第二个数据点开始,到倒数第二个数据点为止,依次判断,如果该数据点减去前一个数据点的差值与后一个数据点减去该数据点的差值异号,则说明该数据点是拐点,保存拐点的高度值,对所有行处理完毕,得到拐点矩阵 G ;

[0010] (2)求该行的错台量:在拐点矩阵 G 中,取横坐标相差为 M (M 取 $5 \sim 10$)的拐点两两作差;对所有行处理完毕,即得高度差矩阵,该高度差矩阵的最大值即为该行相应的错台量;

[0011] 步骤3:经过步骤2逐行求得错台量 $h_1, h_2, \dots, h_m$,对此 m 个错台量求算术平均,即得该图像采集区域路面错台量;

[0012] 步骤4:结束。

[0013] 进一步的,所述步骤1的输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理具体包括如下步骤:

[0014] 将图像采集设备采集到的三维图像数据矩阵输入计算机,计算机读取三维图像数据矩阵

$$[0015] \quad O_{m \times n} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} & \cdots & z_{1j} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} & \cdots & z_{2j} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{i1} & z_{i2} & z_{i3} & \cdots & z_{ij} & \cdots & z_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{m1} & z_{m2} & z_{m3} & \cdots & z_{mj} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix}, (i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n)$$

[0016] z_{ij} 表示行号为 i , 列号为 j 所对应的图像高度数据。

[0017] 对数据的滤波处理包括粗滤波和细滤波两个部分:

[0018] (1) 对数据的粗滤波部分包括逐行消除图像的噪声点和逐列消除图像的噪声点两个过程, 步骤如下:

[0019] 1) 逐行取三维图像数据矩阵 O 的数据, 如第 i 行 $R_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in})$, $i = (1, 2, \dots, m)$, 求出第 i 行数据 R_i 的算术平均值 $\bar{R}_i$ 和标准差 S_i ;

[0020] 2) 依次取该行中的每一个数据 z_{ij} , 如果满足 $\frac{|z_{ij} - \bar{R}_i|}{S_i} > k$, 则用算术平均值 $\bar{R}_i$ 代替该点数据值 z_{ij} , k 是行滤波系数, k 取 $3 \sim 8$;

[0021] 3) 逐行消除图像噪声点后, 用同样的方法逐列处理, 再次消除噪声点, 对所有行处理完毕, 得到粗滤波之后的三维图像数据矩阵 O' 。

[0022] (2) 对数据的细滤波部分是针对错台三维图像数据中特有的暗点所进行的处理, 具体步骤如下:

[0023] 1) 依次取粗滤波之后的三维图像数据矩阵 O' 的每一行, 并定义一个可变长度 N , 宽度为 1 的滑动窗口 H_N , $H_N = [1, 1, \dots, 1]_N$, 其中, N 取 $11 \sim 21$ 之间的奇数;

[0024] 2) 让滑动窗口 H_N 的中心点从每行的第一个数据点滑动到最后一个数据点, 如果在滑动窗口范围内该数据点的前 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值或后 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值有一端均不超过设定阈值 T (T 取 $3 \sim 5$), 其中, 对于每一行的第一个数据点只需判断其后面数据点, 对于最后一个数据点只需判断其前面数据点, 则该数据点具有连通性, 否则该数据点即为错台三维图像数据中的暗点, 暗点需要被删除, 并将该暗点后面的数据依次向前移动, 对所有行处理完毕, 得到细滤波之后的三维图像数据矩阵 O'' 。

[0025] 本发明提出的方法具有以下优点:

[0026] 1、计算简单、运行时间短, 适合在实时的系统中采用。

[0027] 2、无需人工参与, 克服了人工检测方法具有的劳动强度大、安全性低、行车受干扰、工作效率低和检测精确度较低的缺点。

[0028] 3、采用面测量, 只需输入采集到水泥混凝土路面的三维图像数据, 即可完成对路面错台量的检测, 因此, 该检测算法效率高、检测精确。

[0029] 4、消除了暗点的影响, 适用范围广。

[0030] 5、可为水泥混凝土路面的养护管理提供有力的信息支持,提高了公路养护和管理水平,同时,为进一步开发公路检测设备,改变我国公路工程检测设备绝大部分依赖进口的现状,节省资源,培养自己的研究和开发技术力量打下了人力与技术基础。

附图说明

[0031] 图 1 是本发明的算法的总流程图。

[0032] 图 2 是粗滤波算法流程图。

[0033] 图 3 是细滤波算法流程图。

[0034] 图 4 计算一行数据错台量算法流程图。

[0035] 以下结合附图和具体实施方式对本发明作进一步解释说明。

具体实施方式

[0036] 参见图 1-图 4,本发明的一种水泥混凝土路面错台量的检测算法,具体包括如下步骤:

[0037] 步骤 1:输入图像三维数据矩阵,并对数据进行滤波处理;

[0038] 将图像采集设备采集到的三维图像数据矩阵输入计算机,计算机读取三维图像数据矩阵 $O_{m \times n}$,本实施例中取 $m = 1000$, $n = 1536$ 。

[0039] (1)对数据进行粗滤波处理,包括逐行消除图像的噪声点和逐列消除图像的噪声点两个过程,步骤如下:

[0040] 1)逐行取三维图像数据矩阵 O 的每一行数据,如第 i 行 $R_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{i,1536})$, $i = (1, 2, \dots, 1000)$, 求出 R_i 的算术平均值 $\bar{R}_i$ 和标准差 S_i ;

[0041] 2)依次取该行中的每一个数据 z_{ij} ,如果满足 $\frac{|z_{ij} - \bar{R}_i|}{S_i} > k$,则用算术平均值 $\bar{R}_i$ 代替该点数据值 z_{ij} ,这里 $k = 3$;

[0042] 3)逐行消除图像噪声点后,用同样的方法逐列处理,再次消除噪声点,对所有行处理完毕,得到滤波之后的三维图像数据矩阵 O' ;

[0043] (2)对数据的细滤波部分主要是针对错台三维图像数据中特有的暗点所进行的处理,步骤如下:

[0044] 1)依次取粗滤波之后的三维图像数据矩阵 O' 的每一行,并定义一个滑动窗口 H_N , $H_N = [1, 1, \dots, 1]_N$,这里 N 取 11;

[0045] 2)让滑动窗口 H_N 的中心点从每行的第一个数据点滑动到最后一个数据点,如果在滑动窗口范围内该数据点的前 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值或后 $\frac{N-1}{2}$ 个数据点与该数据点的差值的绝对值有一端均不超过设定阈值 T ($T = 5$),其中,对于每一行的第一个数据点只需判断其后面数据点,对于最后一个数据点只需判断其前面数据点,则该数据点具有连通性,否则该数据点即为错台三维图像数据中的暗点,若发现暗点,则删除暗点,并将该暗点后面的数据依次向前移动,对所有行处理完毕,得到细滤波之后的三维图像数据矩阵 O'' 。

[0046] 步骤 2:依次取滤波处理之后的三维图像数据矩阵 O'' 的每一行,逐行求每一行所

对应的错台量,包括以下步骤:

[0047] (1)找出该行的所有拐点:从每一行的第二个数据点开始,到倒数第二个数据点为止,依次判断,如果该数据点减去前一个数据点的差值和后一个数据点减去该数据点的差值异号,则说明该数据点是拐点,保存拐点的高度值,对所有行处理完毕,得到拐点矩阵 G ;

[0048] (2)求该行的错台量:在拐点矩阵 G 中,取横坐标相差为 M ($M = 5$) 的拐点两两作差,对所有行处理完毕,即得高度差矩阵,该高度差矩阵的最大值,即为该行相应的错台量;

[0049] 步骤 3:经过步骤 2 逐行求得错台量 $h_1, h_2, \dots, h_{1000}$,对此 1000 个错台量求算术平均,即得该图像采集区域路面错台量。

[0050] 对需要进行计算错台量的水泥混凝土路面,抽样采集该路面的三维图像数据,对于待评估路面上的每幅图像数据,根据上述算法求出采集区域水泥混凝土路面错台的错台量。

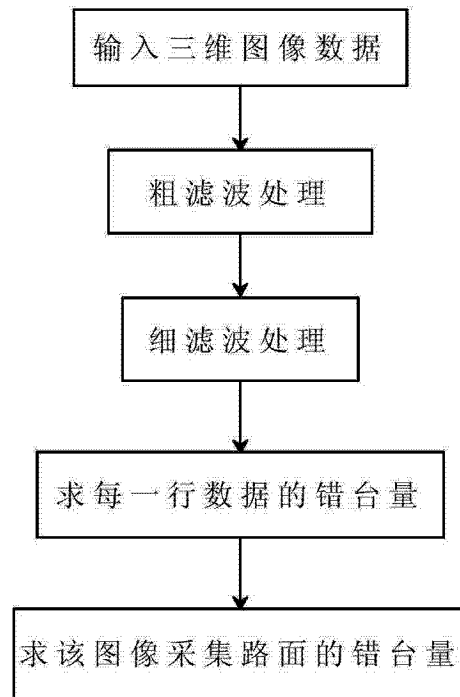


图 1

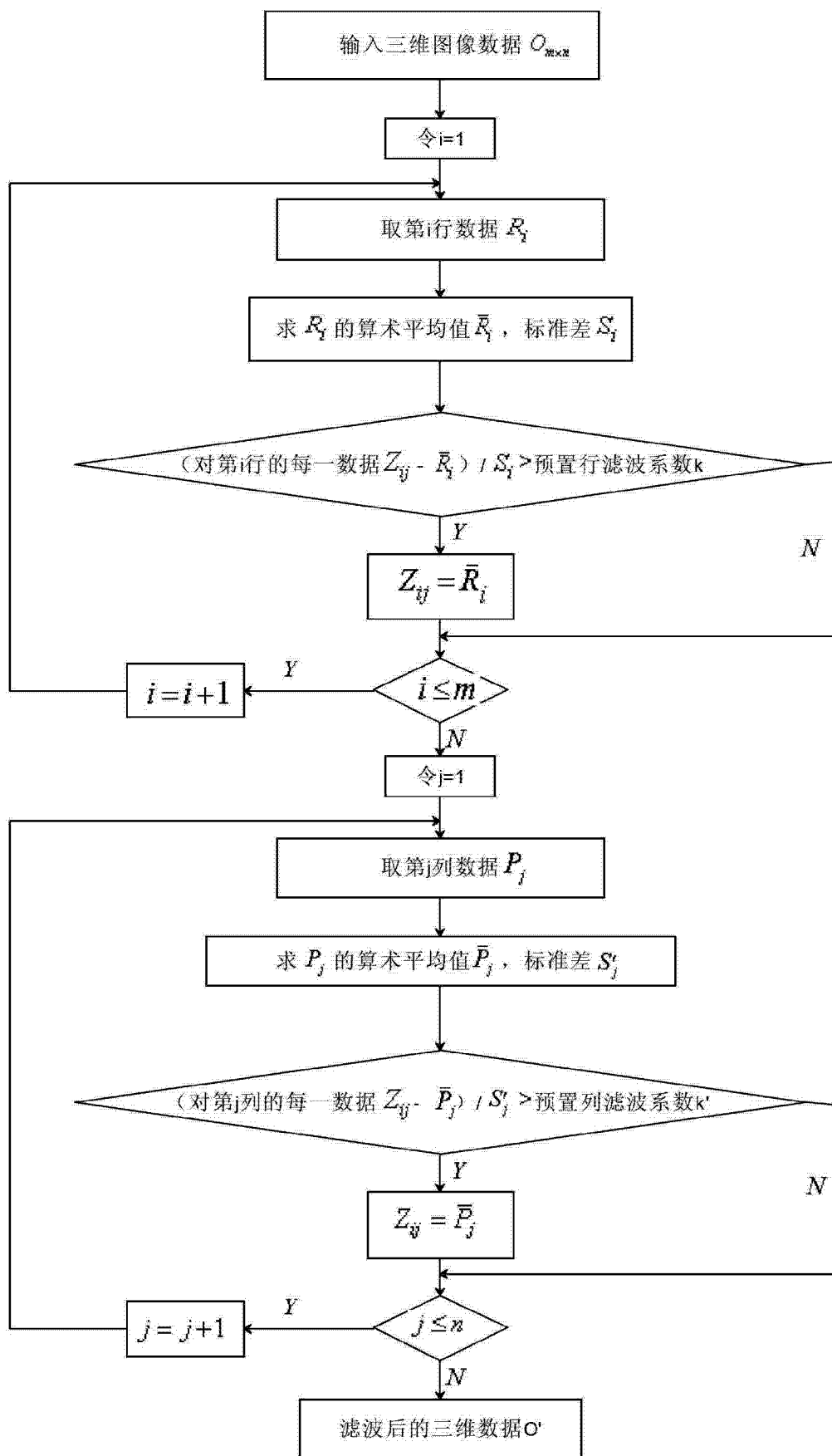


图 2

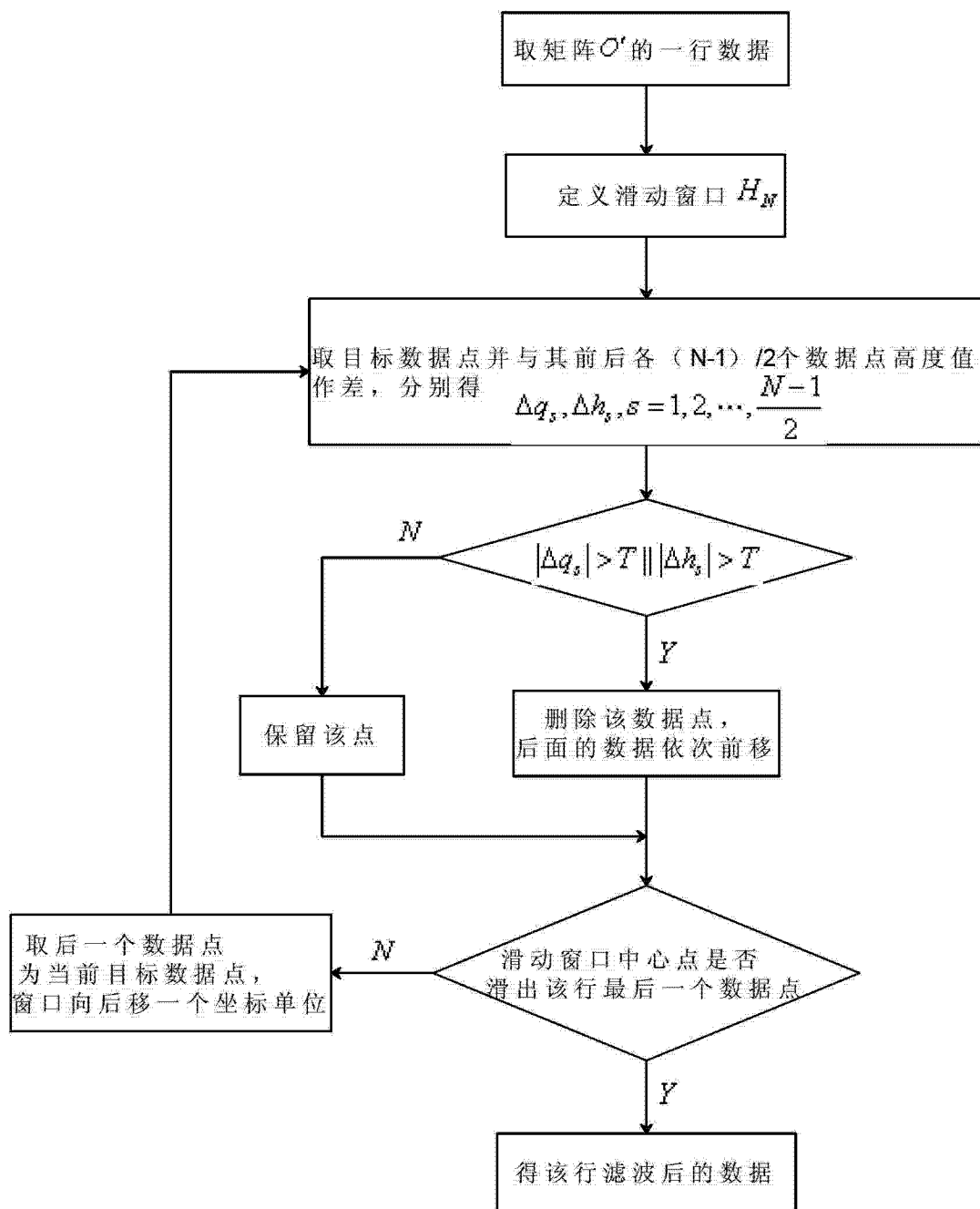


图 3

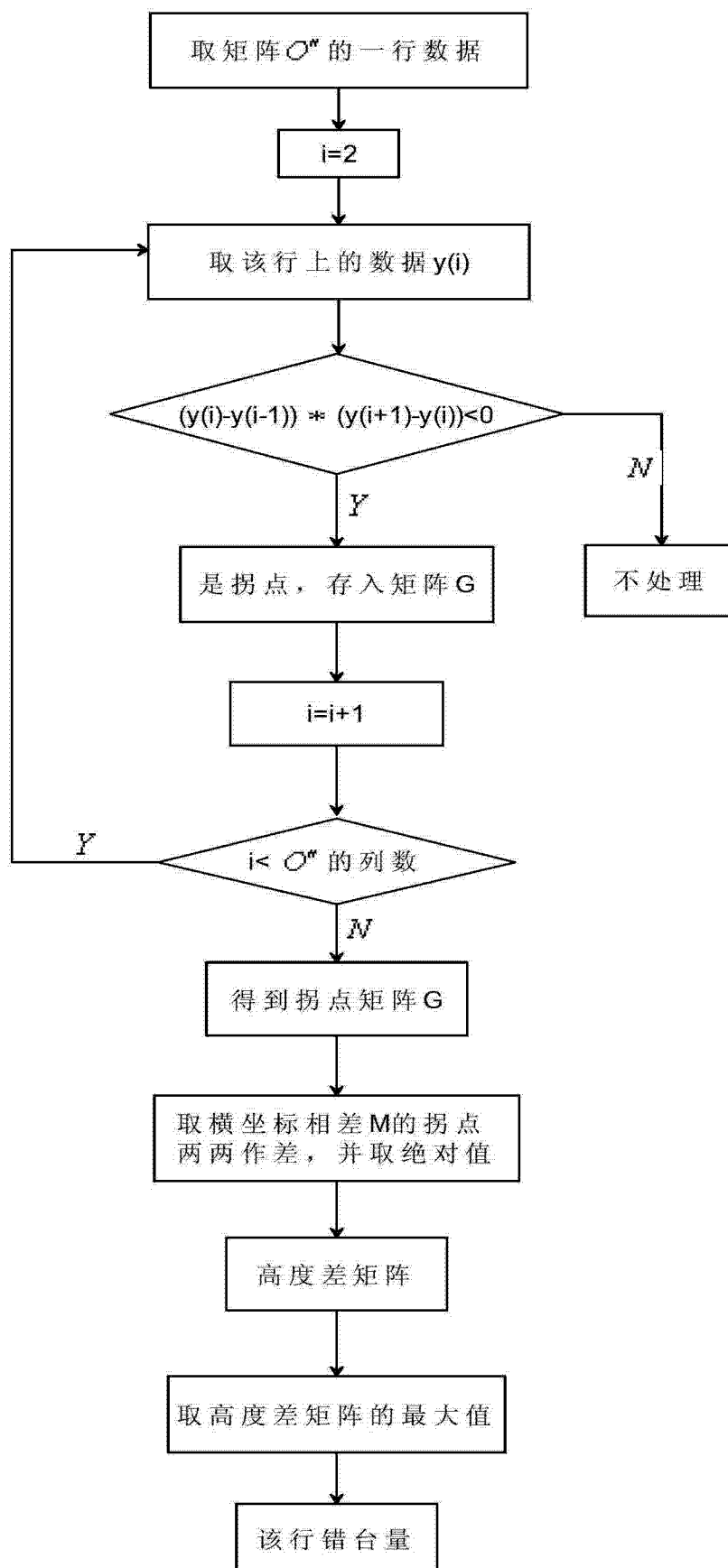


图 4