



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114549648 B

(45) 授权公告日 2022.07.22

(21) 申请号 202210437112.8

(22) 申请日 2022.04.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114549648 A

(43) 申请公布日 2022.05.27

(73) 专利权人 环球数科集团有限公司
地址 518063 广东省深圳市南山区粤海街
道高新南九道10号深圳湾科技生态园
10栋B座17层01-03号

(72) 发明人 张卫平 丁焯 张思琪 向荣
丁园

(74) 专利代理机构 北京清控智云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11919
专利代理师 马肃 林淡如

(51) Int.Cl.

G06T 7/73 (2017.01)

G06T 17/05 (2011.01)

G06F 17/11 (2006.01)

G06F 17/16 (2006.01)

G01C 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112164118 A, 2021.01.01

审查员 薛双双

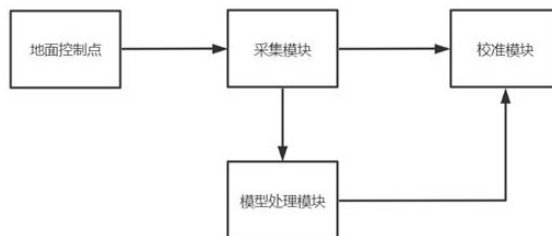
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统

(57) 摘要

本发明提供了一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统,包括采集模块、校准模块、模型处理模块和地面控制点,所述采集模块为高分遥感卫星,用于采集地面图像信息,所述模型处理模块根据所述地面图像信息生成立体模型,所述地面控制点用于提供被所述采集模块捕获的参照信息,所述校准模块根据地面图像信息和参照信息对立体模型进行定位;本系统地面控制点提供的参照信息计算出多类参数,并依据这些参数将每个立体模型在图像中的坐标转换为实际坐标,这些参数的存在弥补了在图像采集过程中受到的各种干扰因素,使定位结果更准确。



1. 一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统,其特征在于,包括采集模块、校准模块、模型处理模块和地面控制点,所述采集模块用于采集地面的图像数据,所述地面控制点用于提供地面的参照信息,所述模型处理模块根据采集的图像数据处理得到立体模型,所述校准模块根据图像数据对立体模型进行校准定位;

所述采集模块根据图像数据处理得到若干个独立区域,所述采集模块将每个独立区域的信息发送给模型处理模块;

所述模型处理模块根据每个独立区域创建一个立体模型,并计算出每个立体模型的第一坐标 (x, y) ;

所述地面控制点提供的参照信息包括若干个参照点的第一坐标 $(X(k), Y(k))$ 和实际坐标 $(LO(k), LA(k))$,其中, k 为参照点的序号;

所述校准模块根据参照信息计算出第一参数 α 、第二参数坐标 (x_0, y_0) 和第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$;

所述校准模块根据下述公式计算出每个立体模型的实际坐标 (lo, la) :

$$lo = x \cdot \alpha + x_0 + L \cdot \cos \theta ;$$

$$la = y \cdot \alpha + y_0 + L \cdot \sin \theta ;$$

其中, θ 为真实偏差角度, L 为真实偏差距离,由下述公式计算得到

$$\theta = a_0 + a_1 \cdot \frac{y}{x} + a_2 \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^2 + \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^{(N_k-1)} ;$$

$$L = b_0 + b_1 \cdot (x + y) + b_2 \cdot (x + y)^2 + \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (x + y)^{(N_k-1)} ;$$

其中, N_k 为参照点的数量;

其中,所述校准模块根据下述公式计算出第一参数 α :

$$\alpha = \frac{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(LO(k_1) - LO(k_2))^2 + (LA(k_1) - LA(k_2))^2}}{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(X(k_1) - X(k_2))^2 + (Y(k_1) - Y(k_2))^2}} ;$$

$$k_1, k_2 \in [1, N_k] \quad k_1, k_2 \in \mathbb{N}^+$$

每个参照点的偏移量 X_k 和 Y_k :

$$x_k = LO(k) - X(k) \cdot \alpha ;$$

$$y_k = LA(k) - Y(k) \cdot \alpha ;$$

所述校准模块根据所有参照点的偏移量计算出第二参数坐标 (x_0, y_0) :

$$x_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} x_k;$$

$$y_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} y_k$$

所述校准模块根据所述第二参数坐标计算出每个参照点的偏差角度 θ_k 和偏差距离 L_k :

$$\theta_k = \arctan \frac{LA(k) - (y_0 + \alpha \cdot Y(k))}{LO(k) - (x_0 + \alpha \cdot X(k))};$$

$$L_k = \sqrt{(x_0 + \alpha \cdot X(k) - LO(k))^2 + (y_0 + \alpha \cdot Y(k) - LA(k))^2};$$

所述校准模块将参照点的第一坐标、 θ_k 和 L_k 带入到下述公式中:

$$\theta_k = a_0 + a_1 \cdot \frac{Y(k)}{X(k)} + a_2 \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^2$$

$$+ \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^{(N_k-1)};$$

$$L_k = b_0 + b_1 \cdot (X(k) + Y(k)) + b_2 \cdot (X(k) + Y(k))^2$$

$$+ \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (X(k) + Y(k))^{(N_k-1)};$$

所述校准模块通过解方程得到第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$ 。

一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统

技术领域

[0001] 本发明涉及遥感卫星图像处理领域,具体涉及一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统。

背景技术

[0002] 遥感影像的精确几何定位是遥感影像进一步应用的基础。遥感影像在成像过程中受到各种复杂因素的影响,使其产生几何变形,因此必须通过建立物方空间坐标系中的地面点坐标与它在影像平面上像点坐标之间的几何关系来确定影像的几何定位信息。理论上,在精确地面高程数据的支持下,利用卫星遥感影像的严格成像几何模型即可恢复影像上各像素的真实几何位置,从而实现影像的几何定位。但是由于测量的误差以及星载传感器成像过程中的其他不确定因素的存在,严格成像模型通常并不能完全准确无误地恢复影像的几何信息,因而卫星影像的几何定位精度也受到限制,通常需要借助地面控制点才能修正影像的几何定位误差。

[0003] 现在已经开发出了很多定位系统,经过我们大量的检索与参考,发现现有的授权系统有如公开号为KR1020110031647A, KR1020060127519A、CN107316280B和KR1020130142590A所公开的系统,这些系统的过程一般包括:实现星载光学传感器严格成像模型与RPC模型之间的相互转换,利用与离岛区域卫星影像同轨道的陆地部分的卫星影像以及陆地部分的少量控制点修正陆地部分的卫星影像的成像模型,并通过轨道外推方式对离岛区域卫星影像的RPC模型进行修正,从而实现离岛卫星影像无控制点的精确几何定位。但该系统在定位过程中对采集图形过程中受到的干扰没有进行深入处理,导致定位精度有待提高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于,针对所存在的不足,提出了一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统。

[0005] 本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统,包括采集模块、校准模块、模型处理模块和地面控制点,所述采集模块用于采集地面的图像数据,所述地面控制点用于提供地面的参照信息,所述模型处理模块根据采集的图像数据处理得到立体模型,所述校准模块根据图像数据对立体模型进行校准定位;

[0007] 所述采集模块根据图像数据处理得到若干个独立区域,所述采集模块将每个独立区域的信息发送给模型处理模块;

[0008] 所述模型处理模块根据每个独立区域创建一个立体模型,并计算出每个立体模型的第一坐标 (x, y) ;

[0009] 所述地面控制点提供的参照信息包括若干个参照点的第一坐标 $(X(k), Y(k))$

和实际坐标 $(LO(k), LA(k))$,其中, k 为参照点的序号;

[0010] 所述校准模块根据参照信息计算出第一参数 α 、第二参数坐标 (x_0, y_0) 和第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$;

[0011] 所述校准模块根据下述公式计算出每个立体模型的实际坐标 (lo, la) :

$$[0012] \quad lo = x \cdot \alpha + x_0 + L \cdot \cos \theta ;$$

$$[0013] \quad la = y \cdot \alpha + y_0 + L \cdot \sin \theta ;$$

[0014] 其中, θ 为真实偏差角度, L 为真实偏差距离,由下述公式计算得到

$$[0015] \quad \theta = a_0 + a_1 \cdot \frac{y}{x} + a_2 \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^2 + \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^{(N_k-1)} ;$$

$$[0016] \quad L = b_0 + b_1 \cdot (x + y) + b_2 \cdot (x + y)^2 + \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (x + y)^{(N_k-1)}$$

[0017] 其中,其中 N_k 为参照点的数量;

[0018] 进一步的,所述校准模块根据下述公式计算出第一参数 α :

$$[0019] \quad \alpha = \frac{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(LO(k_1) - LO(k_2))^2 + (LA(k_1) - LA(k_2))^2}}{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(X(k_1) - X(k_2))^2 + (Y(k_1) - Y(k_2))^2}} ;$$

$$k_1, k_2 \in [1, N_k], k_1, k_2 \in \mathbb{N}^+$$

[0020] 进一步的,所述校准模块根据所述第一参数 α 计算出每个参照点的偏移量 x_k 和 y_k :

$$[0021] \quad x_k = LO(k) - X(k) \cdot \alpha ;$$

$$y_k = LA(k) - Y(k) \cdot \alpha ;$$

[0022] 所述校准模块根据所有参照点的偏移量计算出第二参数坐标 (x_0, y_0) :

$$[0023] \quad x_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} x_k ;$$

$$[0024] \quad y_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} y_k ;$$

[0025] 进一步的,所述校准模块根据所述第二参数坐标计算出每个参照点的偏差角度 θ_k 和偏差距离 L_k :

$$[0026] \quad \theta_k = \arctan \frac{LA(k) - (y_0 + \alpha \cdot Y(k))}{LO(k) - (x_0 + \alpha \cdot X(k))};$$

$$[0027] \quad L_k = \sqrt{(x_0 + \alpha \cdot X(k) - LO(k))^2 + (y_0 + \alpha \cdot Y(k) - LA(k))^2};$$

[0028] 所述校准模块将参照点的第一坐标、 θ_k 和 L_k 带入到下述公式中:

$$[0029] \quad \theta_k = a_0 + a_1 \cdot \frac{Y(k)}{X(k)} + a_2 \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^2 + \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^{(N_k-1)} ;$$

$$[0030] \quad L_k = b_0 + b_1 \cdot (X(k) + Y(k)) + b_2 \cdot (X(k) + Y(k))^2 + \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (X(k) + Y(k))^{(N_k-1)} ;$$

[0031] 所述校准模块通过解方程得到第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$;

[0032] 进一步的,所述模型处理模块通过下式计算出立体模型的第一坐标 (x, y) :

$$[0033] \quad x = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} x(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} x(i, j) \right);$$

$$[0034] \quad y = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} y(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} y(i, j) \right);$$

[0035] 其中, $\{A_{i-j}\}$ 为独立区域的点集, i 为区域编号, j 为点序号, n 为点集 $\{A_{i-j}\}$ 的点的个数, λ 为调整系数, A_1 为独立区域中的近半区域, A_2 为独立区域中的远半区域,

$(x(i, j), y(i, j))$ 为点 A_{i-j} 在采集图像中的坐标。

[0036] 本发明所取得的有益效果是:

[0037] 本系统通过地面控制点提供的参照信息来处理得到将图像坐标转换到实际坐标

中涉及的参数,这些参数的设置对采集过程中受到的干扰因素造成了偏差进行了弥补使得最终的定位结果更加精确,同时,系统在处理每个立体模型的图像坐标时,将每个立体模型对应的图像区域分成两个部分,这两部分具有不同的权重,这样的设置也使得立体模型的图形坐标也更加准确。

[0038] 为使能更进一步了解本发明的特征及技术内容,请参阅以下有关本发明的详细说明与附图,然而所提供的附图仅用于提供参考与说明,并非用来对本发明加以限制。

附图说明

- [0039] 图1为本发明整体结构框架示意图;
- [0040] 图2为本发明采集模块框架示意图;
- [0041] 图3为本发明参数确定流程示意图;
- [0042] 图4为本发明立体模型定位流程示意图;
- [0043] 图5为本发明立体模型第一坐标计算流程示意图。

具体实施方式

[0044] 以下是通过特定的具体实施例来说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所公开的内容了解本发明的优点与效果。本发明可通过其他不同的具体实施例加以施行或应用,本说明书中的各项细节也可基于不同观点与应用,在不悖离本发明的精神下进行各种修饰与变更。另外,本发明的附图仅为简单示意说明,并非依实际尺寸的描绘,事先声明。以下的实施方式将进一步详细说明本发明的相关技术内容,但所公开的内容并非用以限制本发明的保护范围。

[0045] 实施例一。

[0046] 本实施例提供了一种基于高分遥感卫星立体影像RPC模型定位系统,结合图1,包括采集模块、校准模块、模型处理模块和地面控制点,所述采集模块用于采集地面的图像数据,所述地面控制点用于提供地面的参照信息,所述模型处理模块根据采集的图像数据处理得到立体模型,所述校准模块根据图像数据对立体模型进行校准定位;

[0047] 所述采集模块根据图像数据处理得到若干个独立区域,所述采集模块将每个独立区域的信息发送给模型处理模块;

[0048] 所述模型处理模块根据每个独立区域创建一个立体模型,并计算出每个立体模型的第一坐标 (x, y) ;

[0049] 所述地面控制点提供的参照信息包括若干个参照点的第一坐标 $(X(k), Y(k))$ 和实际坐标 $(LO(k), LA(k))$,其中,k为参照点的序号;

[0050] 所述校准模块根据参照信息计算出第一参数 α 、第二参数坐标 (x_0, y_0) 和第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$;

[0051] 所述校准模块根据下述公式计算出每个立体模型的实际坐标 (lo, la) :

[0052] $l_0 = x \cdot \alpha + x_0 + L \cdot \cos \theta ;$

[0053] $l_a = y \cdot \alpha + y_0 + L \cdot \sin \theta ;$

[0054] 其中, θ 为真实偏差角度, L 为真实偏差距离, 由下述公式计算得到

[0055]
$$\theta = a_0 + a_1 \cdot \frac{y}{x} + a_2 \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^2 + \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^{(N_k-1)} ;$$

[0056]
$$L = b_0 + b_1 \cdot (x + y) + b_2 \cdot (x + y)^2 + \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (x + y)^{(N_k-1)}$$

[0057] 其中, 其中 N_k 为参照点的数量;

[0058] 所述校准模块根据下述公式计算出第一参数 α :

[0059]
$$\alpha = \frac{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(LO(k_1) - LO(k_2))^2 + (LA(k_1) - LA(k_2))^2}}{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(X(k_1) - X(k_2))^2 + (Y(k_1) - Y(k_2))^2}} ;$$

$$k_1, k_2 \in [1, N_k], k_1, k_2 \in \mathbb{N}^+$$

[0060] 所述校准模块根据所述第一参数 α 计算出每个参照点的偏移量 x_k 和 y_k :

[0061] $x_k = LO(k) - X(k) \cdot \alpha ;$

$$y_k = LA(k) - Y(k) \cdot \alpha ;$$

[0062] 所述校准模块根据所有参照点的偏移量计算出第二参数坐标 (x_0, y_0) :

[0063]
$$x_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} x_k ;$$

[0064]
$$y_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} y_k ;$$

[0065] 所述校准模块根据所述第二参数坐标计算出每个参照点的偏差角度 θ_k 和偏差距离 L_k :

$$[0066] \quad \theta_k = \arctan \frac{LA(k) - (y_0 + \alpha \cdot Y(k))}{LO(k) - (x_0 + \alpha \cdot X(k))};$$

$$[0067] \quad L_k = \sqrt{(x_0 + \alpha \cdot X(k) - LO(k))^2 + (y_0 + \alpha \cdot Y(k) - LA(k))^2};$$

[0068] 所述校准模块将参照点的第一坐标、 θ_k 和 L_k 带入到下述公式中：

$$[0069] \quad \begin{aligned} \theta_k &= a_0 + a_1 \cdot \frac{Y(k)}{X(k)} + a_2 \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^2 + \\ &\dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^{(N_k-1)}; \\ L_k &= b_0 + b_1 \cdot (X(k) + Y(k)) + b_2 \cdot (X(k) + Y(k))^2 + \\ &\dots + b_{(N_k-1)} \cdot (X(k) + Y(k))^{(N_k-1)}; \end{aligned}$$

[0070] 所述校准模块通过解方程得到第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$ ；

[0071] 所述模型处理模块通过下式计算出立体模型的第一坐标 (x, y) ：

$$[0072] \quad x = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} x(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} x(i, j) \right);$$

$$[0073] \quad y = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} y(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} y(i, j) \right);$$

[0074] 其中， $\{A_{i-j}\}$ 为独立区域的点集， i 为区域编号， j 为点序号， n 为点集 $\{A_{i-j}\}$ 的个数， λ 为调整系数， A_1 为独立区域中的近半区域， A_2 为独立区域中的远半区域，

$(x(i, j), y(i, j))$ 为点 A_{i-j} 在采集图像中的坐标。

[0075] 实施例二。

[0076] 本实施例包含了实施例一种的全部内容，提供了一种基于高分遥感卫星立体影像 RPC 模型定位系统，包括采集模块、校准模块、模型处理模块和地面控制点，所述采集模块为高分遥感卫星，用于采集地面图像信息，所述模型处理模块根据所述地面图像信息生成立体模型，所述地面控制点用于提供被所述采集模块捕获的参照信息，所述校准模块根据地面图像信息和参照信息对立体模型进行定位；

[0077] 结合图 2，所述采集模块包括第一坐标单元、参照信息提取单元和单一模型提取单元，所述第一坐标单元用于建立第一坐标系，在第一坐标系中的坐标称为第一坐标，所述单一模型提取单元根据地面图像提取出若干个独立区域，每个独立区域在所述第一坐标系中

的范围用点集 $\{A_{i-j}\}$ 表示,其中, i 为区域编号, j 为点序号,点 A_{i-j} 的坐标表示为 $(x(i, j), y(i, j))$,所述单一模型提取单元将每个独立区域的图像信息发送给所述模型处理模块,所述参照信息提取单元能够识别出所述采集模块捕获到的参照信息并在所述第一坐标系中标注参照点,所述参照点用点集 $\{B_k\}$ 表示,其中, k 为参照点的序号,点 B_k 的坐标表示为 $(X(k), Y(k))$,所述参照信息中还包括每个参照点的实际坐标,所述实际坐标用 $(LO(k), LA(k))$ 表示;

[0078] 所述模型处理模块根据接收到的每个独立区域的图像信息生成对应的立体模型,并为每个模型创建档案,所述档案用于记录每个立体模型的第一坐标系坐标和实际坐标;

[0079] 所述地面控制点发送的参照信息包括特征码和信息包,所述参照信息提取单元通过所述特征码来识别参照信息,所述信息包中包括了地面控制点的实际坐标信息和搜索信息,所述搜索信息包括预设区域和控制点图片,所述参照信息提取单元根据所述预设区域在采集到的地面图像中缩小搜索范围,并将搜索范围内的图像与所述控制点图片进行对比,根据对比结果确定地面控制点在第一坐标系中的具体坐标,并将该具体坐标作为参照点坐标;

[0080] 所述校准模块先根据所述参照点在第一坐标系中的坐标信息和实际坐标确定参数,再根据所述偏差参数对每个立体模型的实际坐标进行计算,建立起将第一坐标映射到实际坐标的转换模式,实现立体模型的定位。

[0081] 结合图3,所述校准模块根据下述公式计算出第一参数 α :

$$[0082] \quad \alpha = \frac{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(LO(k_1) - LO(k_2))^2 + (LA(k_1) - LA(k_2))^2}}{\sum_{k_1 > k_2} \sqrt{(X(k_1) - X(k_2))^2 + (Y(k_1) - Y(k_2))^2}};$$

$$k_1, k_2 \in [1, N_k]$$

[0083] 其中 N_k 为参照点的数量;

[0084] 所述校准模块根据所述第一参数 α 计算出每个参照点的偏移量 x_k 和 y_k :

$$[0085] \quad \begin{aligned} x_k &= LO(k) - X(k) \cdot \alpha; \\ y_k &= LA(k) - Y(k) \cdot \alpha; \end{aligned}$$

[0086] 所述校准模块根据所有参照点的偏移量计算出第二参数坐标 (x_0, y_0) :

$$[0087] \quad x_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} x_k;$$

$$[0088] \quad y_0 = \frac{1}{N_k} \sum_{k=1}^{N_k} y_k ;$$

[0089] 所述校准模块根据所述第二参数坐标计算出每个参照点的偏差角度 θ_k 和偏差距离 L_k ：

$$[0090] \quad \theta_k = \arctan \frac{LA(k) - (y_0 + \alpha \cdot Y(k))}{LO(k) - (x_0 + \alpha \cdot X(k))} ;$$

$$[0091] \quad L_k = \sqrt{(x_0 + \alpha \cdot X(k) - LO(k))^2 + (y_0 + \alpha \cdot Y(k) - LA(k))^2} ;$$

[0092] 所述校准模块根据参照点的偏差角度和偏差距离创建 N_k 个向量 \vec{V}_k ，所述向量为四维向量，用 $(x(k), y(k), \theta_k, L_k)$ 表示；

[0093] 所述校准模块将这些向量带入到下述公式中：

$$[0094] \quad \theta_k = a_0 + a_1 \cdot \frac{Y(k)}{X(k)} + a_2 \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^2 + \dots + a_{(N_k-1)} \cdot \left(\frac{Y(k)}{X(k)} \right)^{(N_k-1)} ;$$

$$[0095] \quad L_k = b_0 + b_1 \cdot (X(k) + Y(k)) + b_2 \cdot (X(k) + Y(k))^2 + \dots + b_{(N_k-1)} \cdot (X(k) + Y(k))^{(N_k-1)} ;$$

[0096] 所述校准模块通过解方程得到第三参数系列 $\{a_{k-1}\}$ 和 $\{b_{k-1}\}$ ；

[0097] 结合图4，所述校准模块对每个立体模型进行定位的过程包括如下步骤：

[0098] S1、从所述模型处理模块中获取一个立体模型，并获得其第一坐标，记为 (x, y) ；

[0099] S2、根据坐标 (x, y) 以及第三参数系列计算出真实偏差角度 θ 和真实偏差距离 L ；

[0100] S3、根据第一参数和第二参数坐标计算出实际坐标 (l_0, l_a) ：

$$[0101] \quad l_0 = x \cdot \alpha + x_0 + L \cdot \cos \theta ;$$

$$[0102] \quad l_a = y \cdot \alpha + y_0 + L \cdot \sin \theta ;$$

[0103] 结合图5，所述立体模型的第一坐标由所述模型处理模块根据对应的独立区域的点集坐标计算得到，具体过程包括如下步骤：

[0104] S21、获取一个独立区域的点集 $\{A_{i-j}\}$ ；

[0105] S22、获取点集 $\{A_{i-j}\}$ 中的边界点，记为点集 $\{C_j\}$ ，需要注意的是，点集 $\{C_j\}$ 中的

下标j为不连续的,当点 A_{i-j} 和 C_j 的j相同时, A_{i-j} 和 C_j 对应的是同一个点;

[0106] S23、在点集 $\{C_j\}$ 中取两个点,记为D1和D2,D1和D2的坐标分别为 $(x(i, j1), y(i, j1))$ 和 $(x(i, j2), y(i, j2))$,这两个点满足:直线line1与点集 $\{C_j\}$ 只相交于点D1,直线line2与点集 $\{C_j\}$ 只相交于点D2,直线公式为:

$$[0107] \quad \text{line1: } y = \frac{y(i, j1)}{x(i, j1)} \bullet x;$$

$$[0108] \quad \text{line2: } y = \frac{y(i, j2)}{x(i, j2)} \bullet x;$$

[0109] S24、连接D1与D2,将点集 $\{A_{i-j}\}$ 分割成 A_1 与 A_2 两部分,其中, A_1 为靠近原点的一部分,设定为独立区域中的近半区域, A_2 为远离原点的一部分,设定为独立区域中的远半区域;

[0110] S25、根据下述公式计算出对应的立体模型的模型第一坐标 (x, y) :

$$[0111] \quad x = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} x(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} x(i, j) \right);$$

$$[0112] \quad y = \frac{1}{n} \left(\sum_{A_{i-j} \in A_1} y(i, j) + \lambda \sum_{A_{i-j} \in A_2} y(i, j) \right);$$

[0113] 其中,n为点集 $\{A_{i-j}\}$ 的点的个数, λ 为调整系数, λ 的具体数值是本领域技术人员在实际运用中自行设定。

[0114] 以上所公开的内容仅为本发明的优选可行实施例,并非因此局限本发明的保护范围,所以凡是运用本发明说明书及附图内容所做的等效技术变化,均包含于本发明的保护范围内,此外,随着技术发展其中的元素可以更新的。

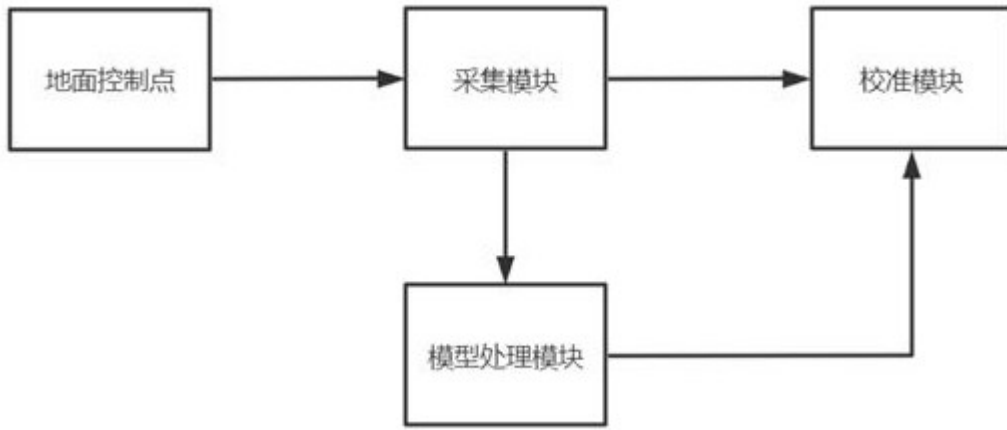


图1

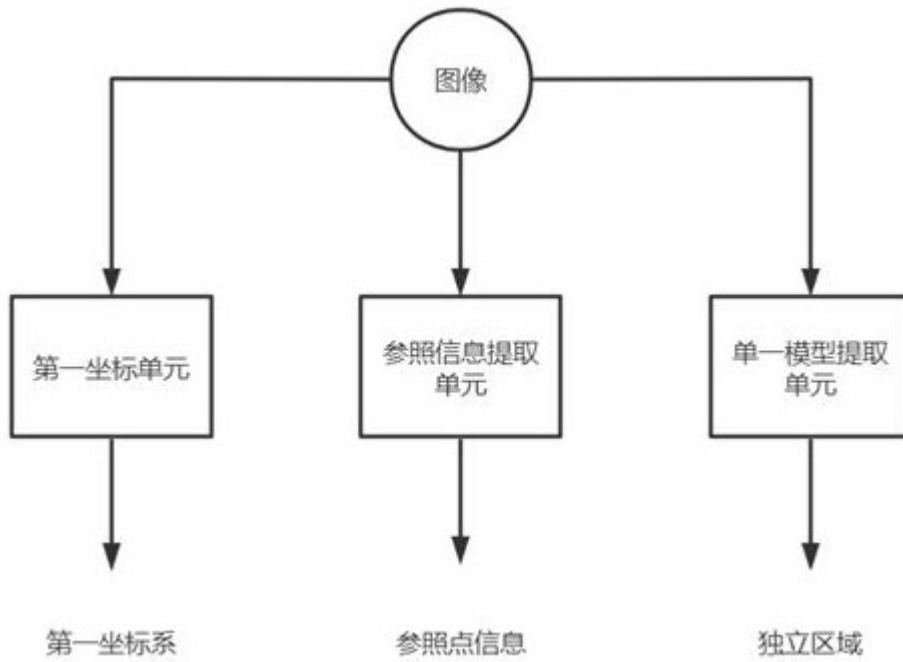


图2

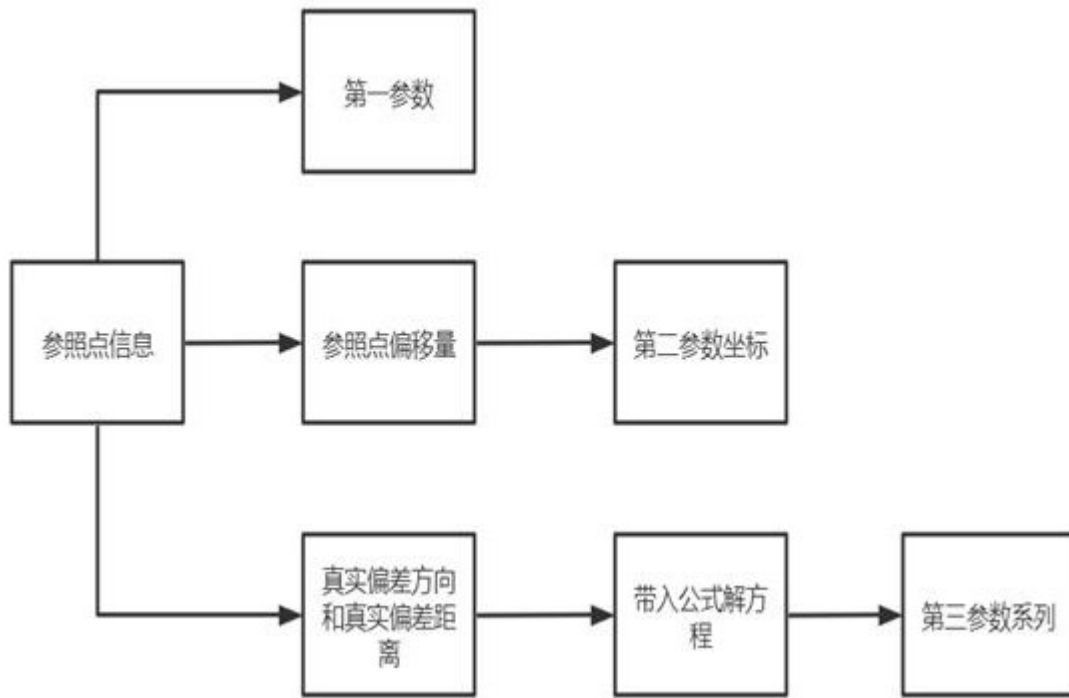


图3

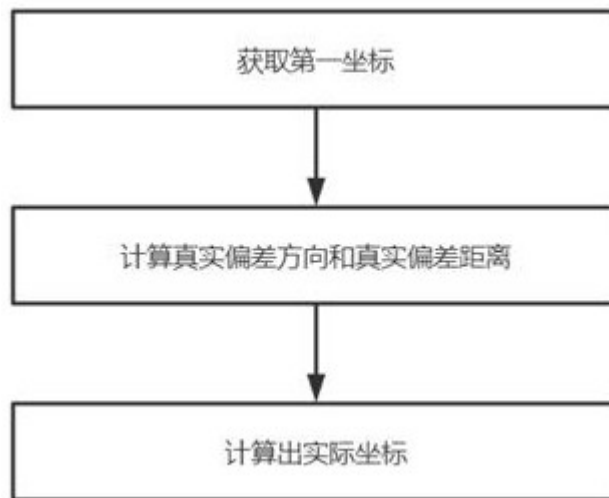


图4

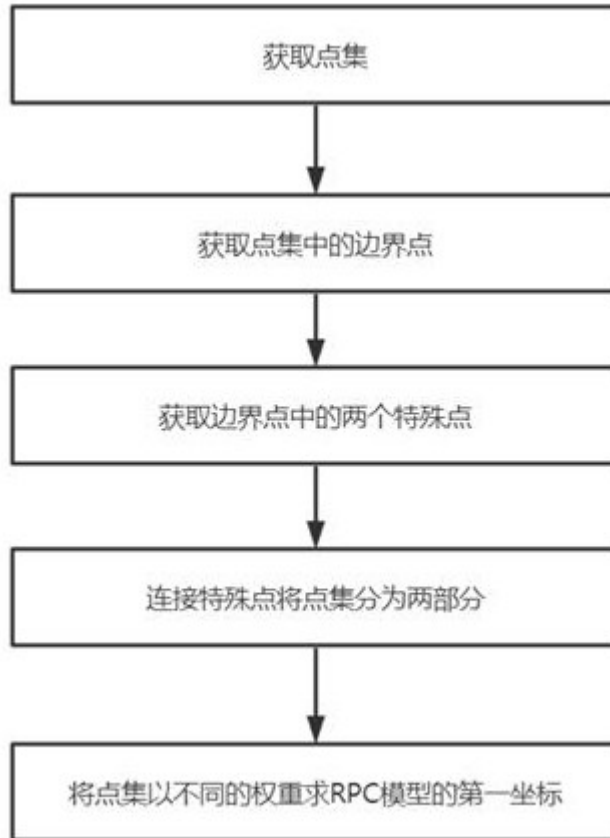


图5