



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106092054 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201610374965.6

(22)申请日 2016.05.30

(71)申请人 广东能飞航空科技发展有限公司
地址 528247 广东省佛山市南海区狮山镇
南海软件科技园内佛高科技智库中心
A座科研楼415室

(72)发明人 张万青 蔡美文 廖南江 何宇
徐朝朝

(74)专利代理机构 北京精金石专利代理事务所
(普通合伙) 11470

代理人 刘晔

(51)Int. Cl.

G01C 11/00(2006.01)

G05D 1/12(2006.01)

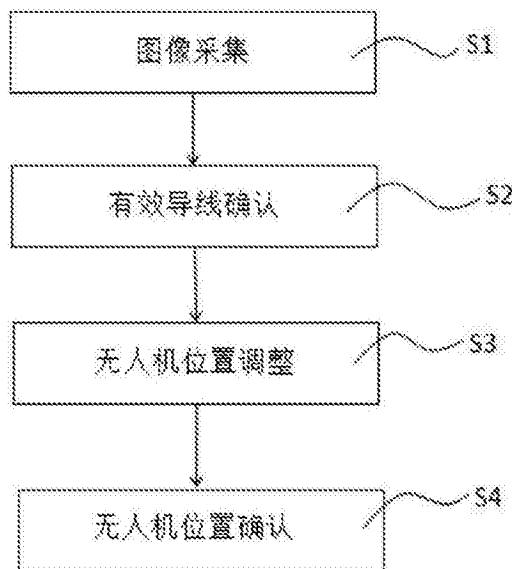
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种电力线路识别精准定位导航方法

(57)摘要

本发明提供了一种无人机电力线路识别精准定位导航方法,具体包括:图像采集、有效导线确认、无人机位置调整和无人机位置确认等步骤,其中有效导线确认中,计算机自动检测步图像采集中拍摄的导线图像,并计算图像中导线的当量直径,依此确定目标导线,无人机位置调整和无人机位置确认均通过相应的计算,准确调整无人机的飞行位置。本无人机电力线路识别精准定位导航方法可以精确定位无人机与导线的距离,并且自动调节无人机拍摄角度及高度,持续拍出高清晰的目标线塔照片,用于后续的问题分析。



1.一种电力线路识别精准定位导航方法,其特征在于包括如下步骤:

S1、图像采集:通过安装在无人机上的图像采集设备拍摄需要巡检的导线;

S2、有效导线确认:通过对所拍摄导线图像的边缘检测和组合分析,确定图像中可用于导航分析有效导线的位置、直径与方向,依据运行参数和拍摄图像中的导线分布综合分析确定当前巡检目标导线;

S3、无人机位置调整:依据运行参数计算目标导线的倾斜角度,判断是否超过设定限值 θ_0 ,如果超过设定限值 θ_0 ,则调整无人机飞行角度,如果未超过设定限值 θ_0 ,则开始计算导线垂直位置,判断导线在拍摄图像中的位置与拍摄图像垂直中心距离是否超过设定限值 h_0 ,

如果超过设定限值 h_0 ,调整无人机飞行高度,如果未超过设定限值 h_0 ,无人机保持飞行位置;

S4、无人机位置确认:经过位置调整后的无人机再次拍摄一组图像,计算无人机与导线之间的距离,如果无人机与导线的距离符合巡检设定距离 S_0 ,即可开始巡检任务,如果无人机与导线的距离不符合巡检设定距离,返回步骤S3,直到符合巡检设定距离。

2.如权利要求1所述的电力线路识别精准定位导航方法,其特征在于:所述步骤S2中,计算机自动检测步骤S1中拍摄的导线图像,并根据如下公式计算图像中导线的当量直径:

$$x_1y_1 = xy + N\cos\beta\sin\beta;$$

其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为粗定位边缘坐标, N 为单位圆模板直径像素个数, β 为单位圆圆心到边缘直线的垂线与横轴的夹角;

$$d = [(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2];$$

其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x_2, y_2) 为导线在像素位置缘坐标, d 为图像中导线的当量直径;

如果计算得到 d 的数值位于设定值的范围之内,则确定导线为有效导线,如果计算得到 d 的数值大于或者小于设定值,则需调整无人机的位置,重新拍照确认目标导线。

3.如权利要求2所述的电力线路识别精准定位导航方法,其特征在于:所述步骤S3中,无人机位置调整的角度和高度根据如下公式计算:

$$\cos\theta = [(y_{x1}/x_{y1}) - (y_s x_1/x_s y_1)]$$

其中, θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

计算机自动对比 θ 是否超过设定限值 θ_0 ,如果超过设定限值 θ_0 ,则继续调整无人机飞行角度,如果 θ 未超过设定限值 θ_0 ,则开始计算导线垂直位置;

无人机位置调整高度根据如下公式计算:

$$h = [(y_{x1} \cos\theta/x_{y1} \sin\theta) - (y_s x_1 \cos\theta/x_s y_1 \sin\theta)];$$

其中: h 为飞行前后导线坐标与参照坐标的高度变化值; θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

计算机自动对比 h 是否超过设定限值 h_0 ,如果超过设定限值 h_0 ,则继续调整无人机飞行高度,如果 h 未超过设定限值 h_0 ,则确认无人机飞行位置。

4.如权利要求1所述的电力线路识别精准定位导航方法,其特征在于:所述步骤S4中,

通过如下公式计算无人机与导线之间的距离：

设定导线在空中的垂直距离为D,照片成像面与透镜光学中心的距离为H,照片中导线距离照片中心的距离为L,

根据公式： $L/H = \tan(\theta) = D/S$,推算： $S = H * D / d$

其中： θ 为线缆偏离镜头中心线的角度,S为导线与无人机上透镜光学中心的距离,H作为镜头相关的参数,可以通过事先实验测定,D是线缆间的真实距离,通过测量或查询电力线塔相关资料获得。

5.如权利要求4所述的电力线路识别精准定位导航方法,其特征在于:所述步骤S4中,计算机获得导线与无人机上透镜光学中心的距离S后,自动和设定值 S_0 进行对比,如果计算得到的S值位于设定值 S_0 的偏差范围内,确认无人机拍摄位置,如果S超出设定值 S_0 的偏差范围,无人机返回步骤S3重新进行位置确定。

一种电力线路识别精准定位导航方法

技术领域

[0001] 本发明属于无人机技术领域,具体涉及一种无人机电力线路识别精准定位导航方法。

背景技术

[0002] 电力线路巡检需要拍出高度清晰的图片才能准确分析线路问题所在,而为防止线路电磁干扰以及风力等其它干扰因素带来的可能的安全问题,无人机不能近距离拍摄,而需要与导线保持必要的安全距离,通常需要在10米以上,为此,用长焦距镜头在安全距离外对准线路拍摄是兼顾两个方面较为可行的方案,同时无人机距离导线也不宜过远,否则难以拍摄高度清晰的图片,为此确定无人机与导线的拍摄位置是电力线路巡检中一个非常重要的问题。

[0003] 另外,电力系统中的导线由于地势与线路弧垂的原因,会有垂直方向上的变动,无人机需要实时依据导线的走向调整飞行高度与拍摄角度。另一方面,在用长焦距镜头拍摄时,无人机镜头角度的细小变化将使拍摄目标区域发生很大的变化,需要动态消除由内外干扰因素导致的拍摄高度与角度的变化。因此怎样根据导线的变动去调节无人机的拍摄高度与角度在电力线路巡检中也是一个较难解决的问题。

[0004] 中国专利申请CN201510963544.2公开了“一种用于无人机精确导航的定位系统及定位方法”,该定位系统使用机载定位模块、地面基站、数据采集处理服务器和PC端配合定位,克服现有的无人机定位技术存在的成本高定位精度差且受环境遮挡影响较大的问题。但是电力巡检系统中的导线位置无法给出详细的地理坐标,地面基站无法提供相应的位置数据,因此定位系统和定位方法无法应用于电力巡检系统中。中国专利申请CN201210437141.0公开了“一种无人机点对点定位与GPS卫星定位的综合定位方法与系统”,该系统采用无人机上装有搜索定位仪,该定位仪可以同时接收GPS信号和点对点定位信号。当卫星通信信号良好时,采用GPS定位,当卫星信号受到屏蔽时,采用点对点定位方式,定位仪通过与信号发射仪进行通信,实现定位。但是该定位系统精度有限,而且电力巡检过程中,出现问题导线的位置坐标无法预知,因此该系统无法为电力线路巡检提供精确的定位导航。中国专利申请CN201310389269.9公开了“一种无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统”,提供一种能够直观、全面了解无人机与周围环境、周围障碍物关系的无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统,但是该方法同样存在无法解决精确定位无人机和导线位置的问题。

[0005] 无人机巡线是否有效的关键是巡线过程中能否保持无人机与导线的距离与方位,持续拍出高清晰的目标线塔照片,用于后续的问题分析。而GPS或者气压高度定位的精度都不足以满足无人机的精准定位要求。

发明内容

[0006] 为克服现有技术的不足,本发明设计了一种无人机电力线路识别精准定位导航方

法,可以精确定位无人机与导线的距离,并且自动调节无人机拍摄角度及高度,持续拍出清晰的目标线塔照片,用于后续的问题分析。

[0007] 为实现上述技术方案,本发明提供了一种无人机电力线路识别精准定位导航方法,包括如下步骤:

[0008] S1、图像采集:通过安装在无人机上的图像采集设备拍摄需要巡检的导线;

[0009] S2、有效导线确认:通过对所拍摄导线图像的边缘检测和组合分析,确定图像中可用于导航分析有效导线的位置、直径与方向,依据运行参数和拍摄图像中的导线分布综合分析确定当前巡检目标导线;

[0010] S3、无人机位置调整:依据运行参数计算目标导线的倾斜角度,判断是否超过设定限值 θ_0 ,如果超过设定限值 θ_0 ,则调整无人机飞行角度,如果未超过设定限值 θ_0 ,则开始计算导线垂直位置,判断导线在拍摄图像中的位置与拍摄图像垂直中心距离是否超过设定限值 h_0 ,如果超过设定限值 h_0 ,调整无人机飞行高度,如果未超过设定限值 h_0 ,无人机保持飞行位置;

[0011] S4、无人机位置确认:经过位置调整后的无人机再次拍摄一组图像,计算无人机与导线之间的距离,如果无人机与导线的距离符合巡检设定距离 S_0 ,即可开始巡检任务,如果无人机与导线的距离不符合巡检设定距离,返回步骤S3,直到符合巡检设定距离。

[0012] 优选的,所述步骤S2中,计算机自动检测步骤S1中拍摄的导线图像,并根据如下公式计算图像中导线的当量直径:

[0013] $x_1y_1 = xy + N \cos\beta \sin\beta$;

[0014] 其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为粗定位边缘坐标, N 为单位圆模板直径像素个数, β 为单位圆圆心到边缘直线的垂线与横轴的夹角;

[0015] $d = [(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2]$;

[0016] 其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x_2, y_2) 为导线在像素位置缘坐标, d 为图像中

[0017] 导线的当量直径;

[0018] 如果计算得到 d 的数值位于设定值的范围之内,则确定导线为有效导线,如果计算得到 d 的数值大于或者小于设定值,则需调整无人机的位置,重新拍照确认目标导线。

[0019] 优选的,所述步骤S3中,无人机位置调整的角度和高度根据如下公式计算:

[0020] $\cos\theta = [(y_{x_1}/x_{y_1}) - (y_s x_1/x_s y_1)]$

[0021] 其中, θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

[0022] 计算机自动对比 θ 是否超过设定限值 θ_0 ,如果超过设定限值 θ_0 ,则继续调整无人机飞行角度,如果 θ 未超过设定限值 θ_0 ,则开始计算导线垂直位置;

[0023] 无人机位置调整高度根据如下公式计算:

[0024] $h = [(y_{x_1} \cos\theta / x_{y_1} \sin\theta) - (y_s x_1 \cos\theta / x_s y_1 \sin\theta)]$;

[0025] 其中: h 为飞行前后导线坐标与参照坐标的高度变化值; θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

[0026] 计算机自动对比 h 是否超过设定限值 h_0 ,如果超过设定限值 h_0 ,则继续调整无人机

飞行高度,如果h未超过设定限值 h_0 ,则确认无人机飞行位置。

[0027] 优选的,所述步骤S4中,通过如下公式计算无人机与导线之间的距离:

[0028] 设定导线在空中的垂直距离为D,照片成像面与透镜光学中心的距离为H,照片中导线距离照片中心的距离为L,

[0029] 根据公式: $L/H=\text{tg}(\theta)=D/S$,推算: $S=H*D/d$

[0030] 其中: θ 为线缆偏离镜头中心线的角度,S为导线与无人机上透镜光学中心的距离,H作为镜头相关的参数,可以通过事先实验测定,D是线缆间的真实距离,通过测量或查询电力线塔相关资料获得。

[0031] 优选的,所述步骤S4中,计算机获得导线与无人机上透镜光学中心的距离S后,自动和设定值 S_0 进行对比,如果计算得到的S值位于设定值 S_0 的偏差范围内,确认无人机拍摄位置,如果S超出设定值 S_0 的偏差范围,无人机返回步骤S3重新进行位置确定。

[0032] 与现有技术相比,本发明采用的技术方案具有下述有益效果:

[0033] 1)本无人机电力线路识别精准定位导航方法可以精确定位无人机与导线的距离,并且自动调节无人机拍摄角度及高度,持续拍出高清晰的目标线塔照片,用于后续的问题分析;

[0034] 2)本无人机电力线路识别精准定位导航方法可以通过计算机按照相关公式自动计算无人机拍摄角度、高度及与待测导线之间的距离,并和设定值进行比较,进而自动调整无人机的位置;

[0035] 3)本无人机电力线路识别精准定位导航方法能够根据导线的变动自动调节无人机的拍摄高度与角度,保证拍摄到有效的目标导线。

附图说明

[0036] 图1为本发明的步骤流程图。

[0037] 图2为本发明中导线识别逻辑流程图。

[0038] 图3为本发明中无人机和导线距离定位逻辑流程图。

[0039] 图4为本发明中无人机与导线之间距离的运算示意图。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。本领域普通人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,均属于本发明的保护范围。

[0041] 实施例:一种无人机电力线路识别精准定位导航方法。

[0042] 参照图1所示,一种无人机电力线路识别精准定位导航方法,包括如下步骤:

[0043] S1、图像采集:通过安装在无人机上的图像采集设备拍摄需要巡检的导线;

[0044] S2、有效导线确认:通过对所拍摄导线图像的边缘检测和组合分析,确定图像中可用于导航分析有效导线的位置、直径与方向,依据运行参数和拍摄图像中的导线分布综合分析确定当前巡检目标导线;

[0045] S3、无人机位置调整:依据运行参数计算目标导线的倾斜角度,判断是否超过设定

限值 θ_0 , 如果超过设定限值 θ_0 , 则调整无人机飞行角度, 如果未超过设定限值 θ_0 , 则开始计算导线垂直位置, 判断导线在拍摄图像中的位置与拍摄图像垂直中心距离是否超过设定限值 h_0 , 如果超过设定限值 h_0 , 调整无人机飞行高度, 如果未超过设定限值 h_0 , 无人机保持飞行位置;

[0046] S4、无人机位置确认: 经过位置调整后的无人机再次拍摄一组图像, 计算无人机与导线之间的距离, 如果无人机与导线的距离符合巡检设定距离 S_0 , 即可开始巡检任务, 如果无人机与导线的距离不符合巡检设定距离, 返回步骤 S3, 直到符合巡检设定距离。

[0047] 本实施例中, 所述步骤 S2 中, 计算机自动检测步骤 S1 中拍摄的导线图像, 并根据如下公式计算图像中导线的当量直径:

[0048] $x_1 y_1 = xy + N \cos \beta \sin \beta$;

[0049] 其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为粗定位边缘坐标, N 为单位圆模板直径像素个数, β 为单位圆圆心到边缘直线的垂线与横轴的夹角;

[0050] $d = [(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2]$;

[0051] 其中: (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x_2, y_2) 为导线在像素位置坐标, d 为图像中

[0052] 导线的当量直径;

[0053] 如果计算得到 d 的数值位于设定值的范围之内, 则确定导线为有效导线, 如果计算得到 d 的数值大于或者小于设定值, 则需调整无人机的位置, 重新拍照确认目标导线。

[0054] 本实施例中, 所述步骤 S3 中, 无人机位置调整的角度和高度根据如下公式计算:

[0055] $\cos \theta = [(y_{x_1} / x_{y_1}) - (y_s x_1 / x_s y_1)]$

[0056] 其中, θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

[0057] 计算机自动对比 θ 是否超过设定限值 θ_0 , 如果超过设定限值 θ_0 , 则继续调整无人机飞行角度, 如果 θ 未超过设定限值 θ_0 , 则开始计算导线垂直位置;

[0058] 无人机位置调整高度根据如下公式计算:

[0059] $h = [(y_{x_1} \cos \theta / x_{y_1} \sin \theta) - (y_s x_1 \cos \theta / x_s y_1 \sin \theta)]$;

[0060] 其中: h 为飞行前后导线坐标与参照坐标的高度变化值; θ 为飞行前后导线坐标与参照坐标的角度变化值; (x_1, y_1) 为参照点的像素位置坐标, (x, y) 为变换前被测物体的坐标值, (x_s, y_s) 为变换后的坐标值;

[0061] 计算机自动对比 h 是否超过设定限值 h_0 , 如果超过设定限值 h_0 , 则继续调整无人机飞行高度, 如果 h 未超过设定限值 h_0 , 则确认无人机飞行位置。

[0062] 参照图 4 所示, 所述步骤 S4 中, 通过如下公式计算无人机与导线之间的距离:

[0063] 设定导线在空中的垂直距离为 D , 照片成像面与透镜光学中心的距离为 H , 照片中导线距离照片中心的距离为 L ,

[0064] 根据公式: $L/H = \tan(\alpha) = D/S$, 推算: $S = H * D / d$

[0065] 其中: α 为线缆偏离镜头中心线的角度, S 为导线与无人机上透镜光学中心的距离, H 作为镜头相关的参数, 可以通过事先实验测定, D 是线缆间的真实距离, 通过测量或查询电力线塔相关资料获得。

[0066] 本实施例中, 所述步骤 S4 中, 计算机获得导线与无人机上透镜光学中心的距离 S

后,自动和设定值 S_0 进行对比,如果计算得到的 S 值位于设定值 S_0 的偏差范围内,确认无人机拍摄位置,如果 S 超出设定值 S_0 的偏差范围,无人机返回步骤S3重新进行位置确定。

[0067] 为了更进一步的解释本发明,特将本发明的导线识别逻辑、无人机和导线距离定位逻辑解释如下:

[0068] 参照图2所示,图2为本发明中导线识别逻辑流程图,无人机飞行到距离导线某个位置后,拍照开始100,计算机自动读取拍摄照片110,并检测照片中的导线120,计算机根据步骤S2的计算公式确定检测到的导线是否有效120,如果检测为有效导线,则记录导线信息140,并继续检测下一条导线,如果未能检测到有效导线,则调整无人机的位置,依据导线分布与无人机飞行高度定位目标导线200,如果定位成功,则根据步骤S3中的计算方法计算目标导线位置偏离高度 h 220,计算机自动对比 h 是否超过设定限值 h_0 230,如果超过设定限值 h_0 ,则继续调整无人机飞行高度240,如果 h 未超过设定限值 h_0 ,则计算目标导线位置倾斜角度 θ 250,计算机自动对比 θ 是否超过设定限值 θ_0 ,如果超过设定限值 θ_0 ,则继续调整无人机飞行角度260,如果 θ 未超过设定限值 θ_0 ,无人机结束位置调整270;依据导线分布与无人机飞行高度定位目标导线200,如果不能定位目标导线,直接依据导线分布调整无人机飞行高度和云台角度210,并重新拍照。

[0069] 参照图3所示,图3为本发明中无人机和导线距离定位逻辑流程图,经过步骤S3调整好无人机高度及飞行角度后,无人机再次拍摄一组照片300,计算机读取照片中导线分布信息310,然后根据步骤S4中的计算方法,计算选定目标导线与无人机之间的距离 S 320,计算机自动将计算得到的 S 值和设定值 S_0 进行对比330,如果计算得到的 S 值位于设定值 S_0 的偏差范围内330,则定位无人机拍摄位置340,如果 S 值大于设定值 S_0 350,控制无人机垂直向靠近导线方向飞行360,如果 S 值小于设定值 S_0 370,控制无人机垂直向远离导线方向飞行380,直到重新计算的 S 值位于设定值 S_0 的偏差范围内,然后精确定位无人机拍摄位置。

[0070] 以上所述为本发明的较佳实施例而已,但本发明不应局限于该实施例和附图所公开的内容,所以凡是不脱离本发明所公开的精神下完成的等效或修改,都落入本发明保护的范围。

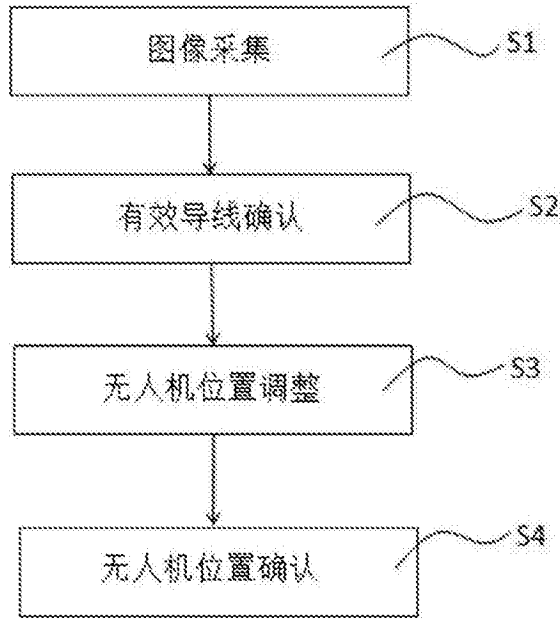


图1

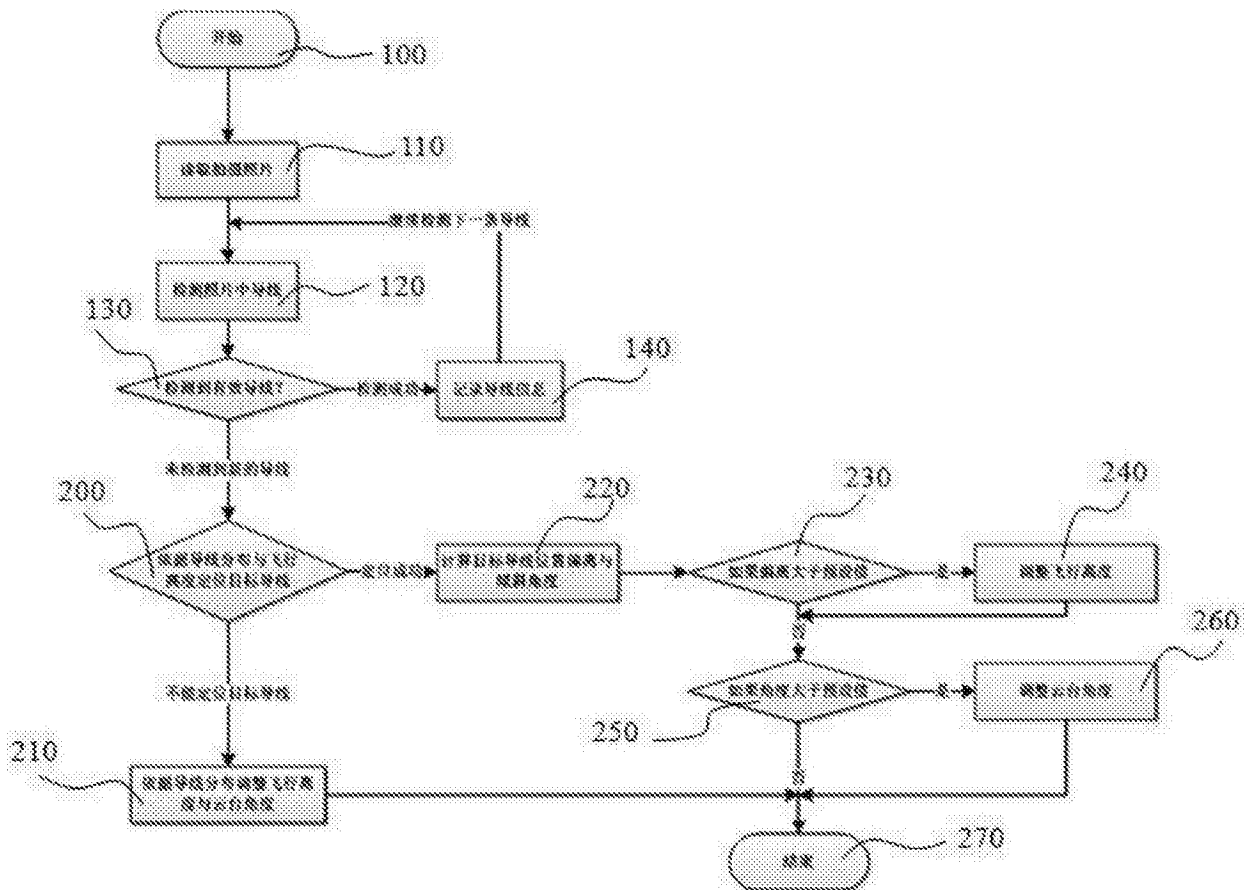


图2

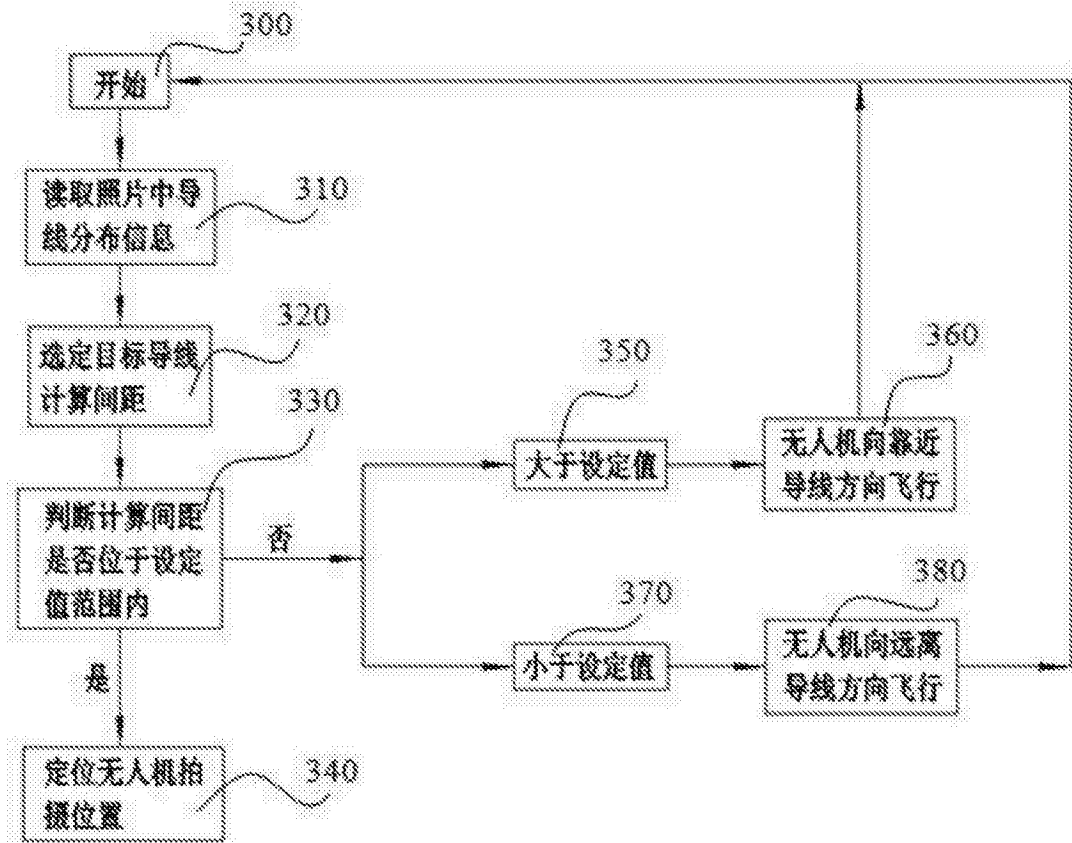


图3

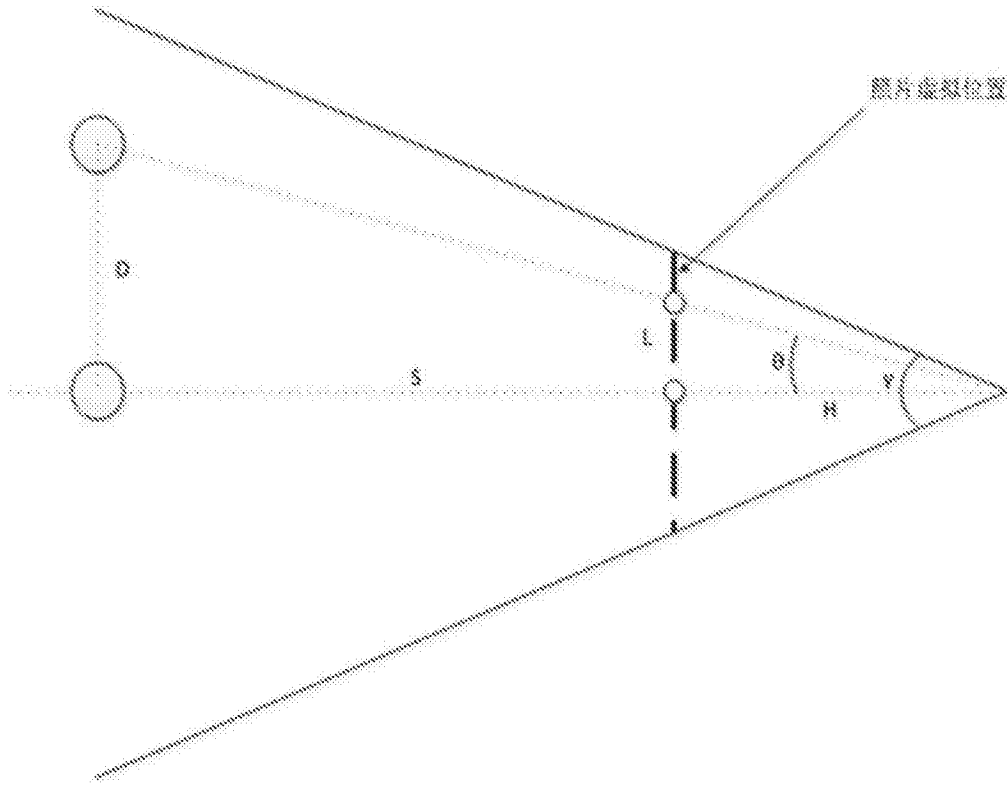


图4