



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114830911 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 01

(21) 申请号 202210544689.9

G06T 7/73 (2017.01)

(22) 申请日 2022.05.19

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108243637 A, 2018.07.06

申请公布号 CN 114830911 A

WO 2022083244 A1, 2022.04.28

(43) 申请公布日 2022.08.02

审查员 肖雨

(73) 专利权人 苏州大学

地址 215137 江苏省苏州市相城区济学路8号

(72) 发明人 王蓬勃 王天健 戴广林 周家鼎

(74) 专利代理机构 苏州谨和知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 32295

专利代理师 唐静芳

(51) Int. Cl.

A01D 34/00 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01)

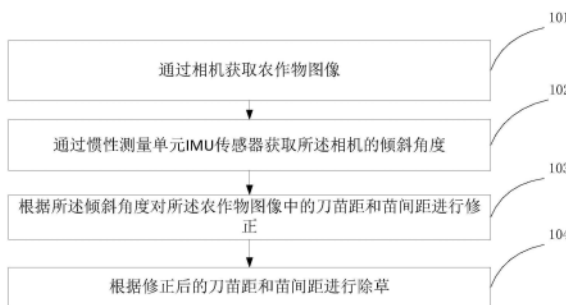
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

智能除草方法、装置和存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种智能除草方法、装置和存储介质,涉及自动化作业技术领域,所述方法包括:通过相机获取农作物图像;通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草。解决了现有技术中在除草机器人发生倾斜时,测量得到的刀苗距和苗间距不准确,进而导致伤苗率较高的问题,达到了可以对倾斜进行修正,进而得到准确的刀苗距和苗间距,降低伤苗率的效果。



1. 一种智能除草方法,其特征在于,所述方法包括:

通过相机获取农作物图像;

通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;

根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;

根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草;

其中,所述根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正,包括:

通过位置检测模型识别所述农作物图像中的农作物的位置信息;

获取所述相机的相机内参信息以及所述相机距离地面的高度;

根据所述倾斜角度、所述相机内参信息和所述高度将所述位置信息转换成世界坐标系下的目标位置信息;

根据所述目标位置信息确定所述刀苗距和苗间距;

其中,所述相机内参信息包括像元尺寸、像素坐标系中心以及相机的焦距;

其中,所述根据所述倾斜角度、所述相机内参信息和所述高度将所述位置信息转换成世界坐标系下的目标位置信息,包括:

所述像元尺寸为 dx 、 dy ,所述像素坐标系中心为 PP_x 、 PP_y 、所述相机的焦距为 f ;像素坐标为 X_p 、 Y_p ,相机坐标点为 X_c 、 Y_c 、 Z_c ,世界坐标系点为 X_w 、 Y_w 、 Z_w ,所述高度为 z ;倾斜角度为 θ ;则所述目标位置信息为:

$$X_w = \frac{z(u-ppx)}{fx \cos \theta - (u-ppx) \sin \theta};$$

$$Y_w = \frac{z(v-ppy) \cos \theta}{fy \cos \theta - (u-ppx) \frac{dx}{dy} \sin \theta};$$

其中, $fx=f/dx$, $fy=f/dy$;

其中,所述根据所述目标位置信息确定所述刀苗距,包括:

获取参数信息,所述参数信息包括除草机器人的轮胎与所述相机之间的距离;

根据所述参数信息和所述倾斜角度,计算在所述相机倾斜时在世界坐标系下的视场下边界的边界位置;

根据所述边界位置和所述目标位置信息确定所述刀苗距;

其中,所述根据所述参数信息和所述倾斜角度,计算在所述相机倾斜时在世界坐标系下的视场下边界的边界位置,包括:

所述像元尺寸为 dx 、 dy ,所述像素坐标系中心为 PP_x 、 PP_y 、所述相机的焦距为 f ;轮胎与所述相机之间的距离为 R ,所述高度为 z ,所述倾斜角度为 θ ,初始倾斜角度为 θ_0 ;

$$Y_w = \frac{(800 - PP_y)h}{f / dy}$$

$$h = z \cos \theta + R [\sin \theta_0 - \sin (\theta_0 + \theta)];$$

所述根据所述目标位置信息确定所述苗间距,包括:

根据所述目标位置信息将相邻两苗之间的纵坐标的差值确定为所述苗间距;

所述根据所述边界位置和所述目标位置信息确定所述刀苗距,包括:

计算所述边界位置与所述目标位置信息中临近所述边界位置的农作物的纵坐标之间

的距离;将计算得到的所述距离确定为所述刀苗距。

2.一种智能除草装置,其特征在于,所述装置包括存储器和处理器,所述存储器中存储有至少一条程序指令,所述处理器通过加载并执行所述至少一条程序指令以实现如权利要求1所述的方法。

3.一种计算机存储介质,其特征在于,所述计算机存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令被处理器加载并执行以实现如权利要求1所述的方法。

智能除草方法、装置和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能除草方法、装置和存储介质,属于自动化作业技术领域。

背景技术

[0002] 在我国传统农业种植中,杂草直接影响着农业生产,降低农作物质量与品质。目前,人工除草方式效率低下,大面积化学除草方式虽然提高了作业效率,但造成了环境污染与食品安全等问题,所以自动化智能机械除草装置将成为未来绿色可持续农业的研究方向。

[0003] 目前,国内外学者针对智能中耕除草机进行了大量研究,其中关键技术包括:苗草识别与定位、整机设计与精准的伺服控制、行株间杂草割锄同步操作锄草机械手设计等。而为完成株间锄草作业,如何实时准确的定位农作物,在不伤及农作物的前提下有效处理株间杂草是实现中耕锄草机自动化、智能化的首要技术难点。

[0004] 目前大多智能株间锄草机应用基于GPS(Global Positioning System,全球定位系统)与多传感器融合的种子地图方法定位目标农作物,鲁棒性强,但成本较高且无法根据工况条件对作物位置信息进行实时更新。随着计算机技术发展,基于机器视觉的作物识别定位技术因其成本低、精度高、实时性好等优点,开始逐渐由研发面向应用。但在实际作业中,除草机器人在垄间行驶时,由于垄坡之间凹凸不平,常出现车体水平倾斜,导致相机视场与图像中目标作物位置映射关系发生改变,造成测量的刀苗距与苗距不准确,无法得到相应精确值,增加伤苗率。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种智能除草方法、装置和存储介质,用于解决现有技术中存在的问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 根据第一方面,本发明实施例提供了一种智能除草方法,所述方法包括:

[0008] 通过相机获取农作物图像;

[0009] 通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;

[0010] 根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;

[0011] 根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草。

[0012] 可选的,所述根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正,包括:

[0013] 通过位置检测模型识别所述农作物图像中的农作物的位置信息;

[0014] 获取所述相机的相机内参信息以及所述相机距离地面的高度;

[0015] 根据所述倾斜角度、所述相机内参信息和所述高度将所述位置信息转换成世界坐标系下的目标位置信息;

[0016] 根据所述目标位置信息确定所述刀苗距和苗间距。

[0017] 可选的,所述相机内参信息包括像元尺寸、像素坐标系中心以及相机的焦距。

[0018] 可选的,所述根据所述倾斜角度、所述相机内参信息和所述高度将所述位置信息转换成世界坐标系下的目标位置信息,包括:

[0019] 所述像元尺寸为 dx 、 dy ,所述像素坐标系中心为 PP_x 、 PP_y 、所述相机的焦距为 f ;像素坐标为: X_p 、 Y_p ,相机坐标点为 X_c 、 Y_c 、 Z_c ,世界坐标系点为 X_w 、 Y_w 、 Z_w ,所述高度为 z ;倾斜角度为 θ ;则所述目标位置信息为:

$$[0020] \quad X_w = \frac{z(u-ppx)}{fx \cos \theta - (u-ppx) \sin \theta};$$

$$[0021] \quad Y_w = \frac{z(v-ppy) \cos \theta}{fy \cos \theta - (u-ppx) \frac{dx}{dy} \sin \theta};$$

[0022] 其中, $fx=f/dx$, $fy=f/dy$ 。

[0023] 可选的,所述根据所述目标位置信息确定所述苗间距,包括:

[0024] 根据所述目标位置信息将相邻两苗之间的纵坐标的差值确定为所述苗间距。

[0025] 可选的,所述根据所述目标位置信息确定所述刀苗距,包括:

[0026] 获取参数信息,所述参数信息包括除草机器人的轮胎与所述相机之间的距离;

[0027] 根据所述参数信息和所述倾斜角度,计算在所述相机倾斜时在世界坐标系下的视场下边界的边界位置;

[0028] 根据所述边界位置和所述目标位置信息确定所述刀苗距。

[0029] 可选的,所述根据所述参数信息和所述倾斜角度,计算在所述相机倾斜时在世界坐标系下的视场下边界的边界位置,包括:

[0030] 所述像元尺寸为 dx 、 dy ,所述像素坐标系中心为 PP_x 、 PP_y 、所述相机的焦距为 f ;轮胎与所述相机之间的距离为 R ,所述高度为 z ,所述倾斜角度为 θ ,初始倾斜角度为 θ_0 ;

$$[0031] \quad Y_w = \frac{(800 - PP_y)h}{f / dy}$$

[0032] $h = z \cos \theta + R [\sin \theta_0 - \sin (\theta_0 + \theta)]$ 。

[0033] 可选的,所述根据所述边界位置和所述目标位置信息确定所述刀苗距,包括:

[0034] 计算所述边界位置与所述目标位置信息中临近所述边界位置的农作物的纵坐标之间的距离;

[0035] 将计算得到的所述距离确定为所述刀苗距。

[0036] 第二方面,提供了一种智能除草装置,所述装置包括存储器和处理器,所述存储器中存储有至少一条程序指令,所述处理器通过加载并执行所述至少一条程序指令以实现如第一方面所述的方法。

[0037] 第三方面,提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令被处理器加载并执行以实现如第一方面所述的方法。

[0038] 通过相机获取农作物图像;通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草。解决了现有技术中在除草机器人发生倾斜时,测量得到的刀苗距和苗间距不准确,进而导致伤苗率较高的问题,达到了可以对倾斜进行修正,进而得到准确

的刀苗距和苗间距,降低伤苗率的效果。

[0039] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

附图说明

[0040] 图1为本发明一个实施例提供的智能除草方法的方法流程图;

[0041] 图2为本发明一个实施例提供的除草机器人发生倾斜的可能的示意图;

[0042] 图3为本发明一个实施例提供的除草机器人发生倾斜时视场变化的示意图;

[0043] 图4为本发明一个实施例提供的除草机器人发生倾斜时状态变化的示意图。

具体实施方式

[0044] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术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,都属于本发明保护的范围。

[0045] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0046] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0047] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0048] 请参考图1,其示出了本申请一个实施例提供的智能除草方法的方法流程图,如图1所示,所述方法包括:

[0049] 步骤101,通过相机获取农作物图像;

[0050] 本实施例所述的相机可以为RGBD相机。RGBD相机可以设置在距离地面预设高度处,预设高度可以根据农作物的高低而设置为不同的数值。比如,若农作物为甘蓝幼苗,则预设高度可以为70cm。

[0051] 在本实施例的一种可能的实施方式中,RGBD相机可以设置在除草机器人中,如图2所示,除草机器人由移动平台、RGBD相机和支架组成,RGBD相机设置在距离地面70cm处,并且随着除草机器人的移动,RGBD相机可以实时获取所处位置的农作物图像。

[0052] 可选地,由于农作物的种植田中可能会有杂草,因此,获取到的农作物图像中还可以包括杂草,本实施例对此并不做限定。

[0053] 步骤102,通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;

[0054] 在本实施例的一种可能的实现方式中,相机中可以设置有IMU(Inertial

Measurement Unit, 惯性测量单元) 传感器。通过六轴IMU姿态传感器测量得到的角速度与角加速度数据, 解算水平倾斜角 θ 。

[0055] 步骤103, 根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;

[0056] 第一, 通过位置检测模型识别所述农作物图像中的农作物的位置信息;

[0057] 位置检测模型为预先训练得到的模型, 实际实现时, 位置检测模型的训练步骤包括:

[0058] (1)、获取训练集;

[0059] 在本步骤中, 可以通过RGBD相机获取不同光照、不同生长状态的农作物图像集。其中, 每张农作物图像中可以包括农作物以及农作物周围生长的杂草。

[0060] 为了保证训练的精度, 农作物图像集中可以包括大量的农作物图像, 比如, 包括8000张农作物图像。并且, 实际实现时, 为了提高泛化能力, 在通过RGBD相机获取到各个农作物图像之后, 可以对获取到的农作物图像进行图像增强, 本实施例对此并不做限定。其中, 图像增强方式可以包括: 图像随机缩小、拼接、裁剪等等。

[0061] 实际实现时, 可以将获取到的农作物图像集划分为训练集、验证集和测试集。

[0062] (2)、根据训练集训练初始位置检测模型, 并得到训练后的位置检测模型。

[0063] 实际实现时, 可以在Pytorch深度学习框架上, 构建Yolov5S检测模型, 之后将训练集输入至Yolov5S检测模型中进行训练, 得到训练后的位置检测模型。

[0064] 可选地, 可以将训练后的位置检测模型通过验证集进行验证, 并将测试集输入至训练后的位置检测模型进行测试, 校验训练结果, 进而得到最终的位置检测模型。

[0065] 另外, 本申请仅以通过位置检测模型识别农作物的位置信息来举例说明, 实际实现时, 还可以通过其他方式来识别位置信息, 对此并不做限定。

[0066] 第二, 获取所述相机的相机内参信息以及所述相机距离地面的高度;

[0067] 所述相机内参信息包括像元尺寸、像素坐标系中心以及相机的焦距。

[0068] 相机距离地面的高度可以通过RGBD相机直接获取得到。

[0069] 第三, 根据所述倾斜角度、所述相机内参信息和所述高度将所述位置信息转换成世界坐标系下的目标位置信息;

[0070] 当车体发生倾斜时, 如图2所示, 相机的运动轨迹是以倾斜方向的轮胎为圆心, 轮胎圆心到相机的距离为半径的圆形轨迹, 具体视场大小变化与成像模型如图3所示, 设相机内参信息像元尺寸 dx 、 dy 、像素坐标系中心 PP_x 、 PP_y 后, 根据相机成像原理, 设 f 为相机焦距, X_p 、 Y_p 为像素坐标点, X_c 、 Y_c 、 Z_c 为相机坐标点, X_w 、 Y_w 、 Z_w 为世界坐标系点, 世界坐标系原点为相机坐标系 Z 轴方向延长线与地面的相交点 O , z 为相机距地面高度(可由深度相机测量获取), 水平倾斜角度为 θ , 根据几何关系得

$$[0071] \quad \frac{X_p}{f} = \frac{X_w \cos \theta}{X_w \sin \theta + z} \quad (1-1)$$

$$[0072] \quad \frac{Y_p}{f} = \frac{Y_w}{X_w \sin \theta + z} \quad (1-2)$$

[0073] 由(1-1)式解得

$$[0074] \quad X_w = \frac{z X_p}{f \cos \theta - X_p \sin \theta} \quad (1-3)$$

[0075] 将(1-3)代入(1-2)得

$$[0076] \quad Y_w = \frac{Y_p z \cos \theta}{f \cos \theta - X_p \sin \theta} \quad (1-4)$$

[0077] 由像素坐标与图像坐标转换关系得

$$[0078] \quad \begin{cases} X_p = (u - pp_x) dx \\ Y_p = (v - pp_y) dy \end{cases} \quad (1-5)$$

[0079] 将(1-5)带入(1-3)、(1-4)得

$$[0080] \quad X_w = \frac{z(u - pp_x) dx}{f \cos \theta - (u - pp_x) dx \sin \theta} \quad (1-6)$$

$$[0081] \quad Y_w = \frac{z(v - pp_y) dy \cos \theta}{f \cos \theta - (u - pp_x) dx \sin \theta} \quad (1-7)$$

[0082] 由于相机像元尺寸dx、dy近似相等,为简化计算(1-6)式与(1-7)式对dx与dy进行约分,其中 $f_x = f/dx$, $f_y = f/dy$

$$[0083] \quad X_w = \frac{z(u - pp_x)}{f_x \cos \theta - (u - pp_x) \sin \theta} \quad (1-8)$$

$$[0084] \quad Y_w = \frac{z(v - pp_y) \cos \theta}{f_y \cos \theta - (u - pp_x) \frac{dx}{dy} \sin \theta} \quad (1-9)$$

[0085] 通过(1-8), (1-9)完成除草机器人视觉系统图像坐标系与世界坐标系的变换,可以计算在相机水平倾斜时各目标作物在地面的实际位置。

[0086] 第四,根据所述目标位置信息确定所述刀苗距和苗间距。

[0087] 可选地,确定刀苗距的步骤包括:根据所述目标位置信息将相邻两苗之间的纵坐标的差值确定为所述苗间距。实际实现时,可以将计算得到的差值的绝对值确定为苗间距。

[0088] 可选地,确定刀苗距的步骤包括:

[0089] (1)、获取参数信息,所述参数信息包括除草机器人的轮胎与所述相机之间的距离;

[0090] (2)、根据所述参数信息和所述倾斜角度,计算在所述相机倾斜时在世界坐标系下的视场下边界的边界位置;

[0091] 在相机倾斜后,视场下方边界发生变化,如图3所示,视场由长方形区域变为梯形区域,导致刀苗距测量不精准。所以需要还原相机平行时世界坐标系 $O_w X_w Y_w Z_w$ 的视野边界点,在相机倾斜时的世界坐标系 $O_{WR} X_{WR} Y_{WR} Z_{WR}$ 下的位置。如图4所示,设轮胎与相机之间距离为R,z为深度相机测量距土壤的距离,初始倾角为 θ_0 ,在相机沿圆形轨迹偏移时,相机坐标系原点与世界坐标系原点同时沿X轴与Z轴负方向偏移,即由P状态变为Q状态,两相机坐标系偏移方向无Y轴分量,所以在相机倾斜后,只需计算相机水平时,高度为 $h = z \cos \theta_0 + R [\sin \theta_0 - \sin(\theta_0 + \theta)]$ 下的视场边界点在世界坐标系 $O_{WR} X_{WR} Y_{WR} Z_{WR}$ 下的位置,即

$$[0092] \quad Y_w = \frac{(800 - PP_Y) h}{f / dy}$$

[0093] $h = z \cos \theta + R [\sin \theta_0 - \sin(\theta_0 + \theta)]$ 。

[0094] 计算得到的视场下边界的边界位置记为 Y_{w_edge} 。

[0095] (3)、根据所述边界位置和所述目标位置信息确定所述刀苗距。

[0096] A、计算所述边界位置与所述目标位置信息中临近所述边界位置的农作物的纵坐标之间的距离；

[0097] 纵坐标记为 Y_w _plant,然后利用边界点 Y_w _edge与靠近视场下边界目标作物定位点纵坐标 Y_w _plant之间的距离为修正后的刀苗距。

[0098] B、将计算得到的所述距离确定为所述刀苗距。

[0099] 步骤104,根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草。

[0100] 综上所述,通过相机获取农作物图像;通过惯性测量单元IMU传感器获取所述相机的倾斜角度;根据所述倾斜角度对所述农作物图像中的刀苗距和苗间距进行修正;根据修正后的刀苗距和苗间距进行除草。解决了现有技术中在除草机器人发生倾斜时,测量得到的刀苗距和苗间距不准确,进而导致伤苗率较高的问题,达到了可以对倾斜进行修正,进而得到准确的刀苗距和苗间距,降低伤苗率的效果。

[0101] 本申请还提供了一种智能除草装置,所述装置包括存储器和处理器,所述存储器中存储有至少一条程序指令,所述处理器通过加载并执行所述至少一条程序指令以实现如上所述的方法。

[0102] 本申请还提供了一种计算机存储介质,所述计算机存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令被处理器加载并执行以实现如上所述的方法。

[0103] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0104] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

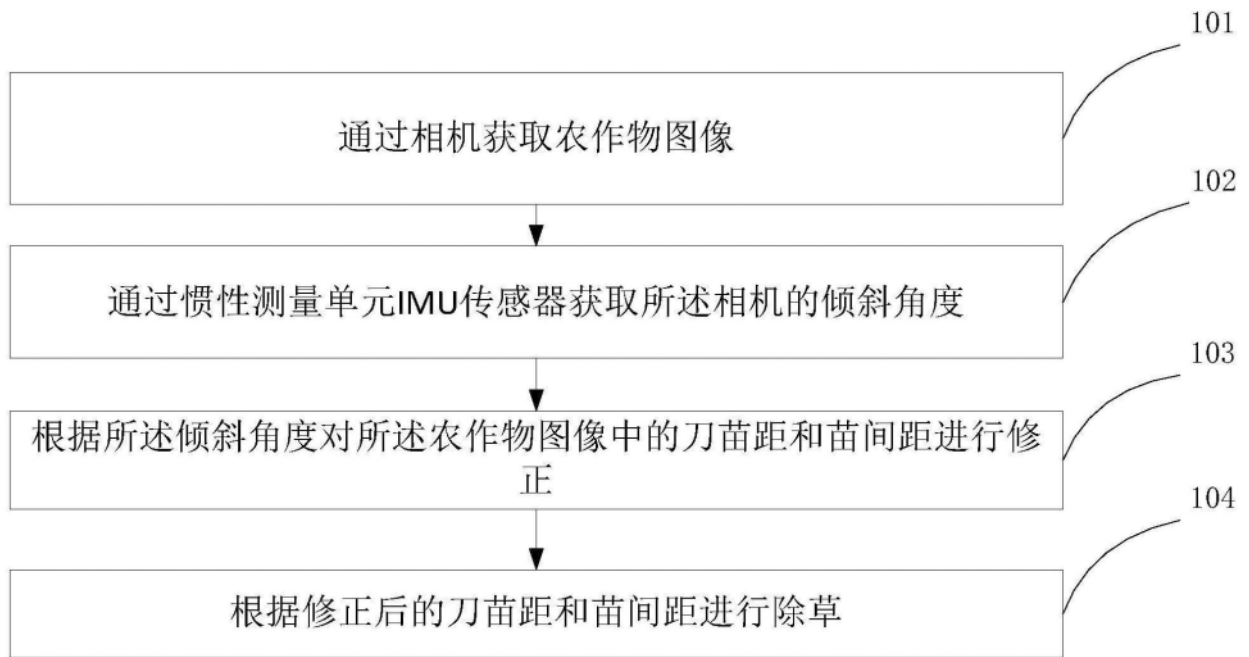


图1

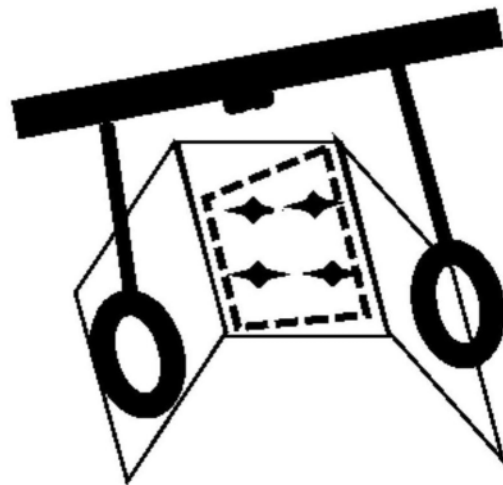


图2

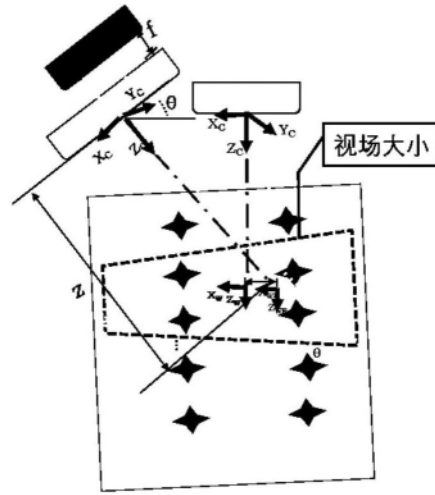


图3

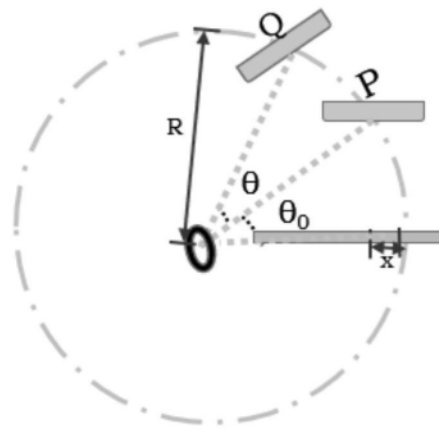


图4