(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117191788 A
(43)申请公布日 2023.12.08

(21)申请号 202311311471.X

(22)申请日 2023.10.10

(71)申请人 河南理工大学
地址 454003 河南省焦作市山阳区世纪路2001号

(72)发明人 谷玲霄 王欣 方涛 高升 吴喜芳 李长春

(74)专利代理机构 北京虑安知识产权代理有限公司 16197
专利代理师 高岩

(51)Int.Cl.
G01N 21/84(2006.01)

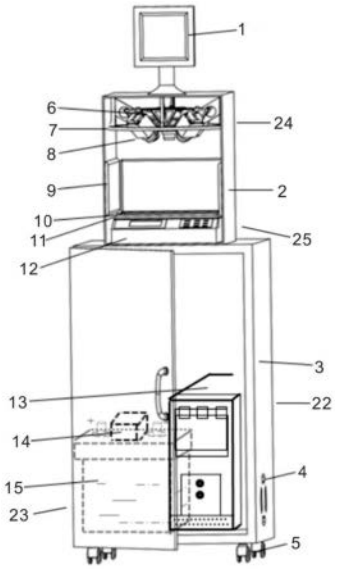
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,涉及小麦考种技术领域,包括数字显示系统、工作台、主控系统、光源系统、和电压调节系统、自动影像数据采集系统和称重系统,所述工作台包括万向轮、第一黑色箱体和第二黑色箱体,第二黑色箱体底部安装有万向轮,第二黑色箱体上开设有散热孔,第二黑色箱体顶部固定连接第一黑色箱体;使用更灵活,通过图像分割算法精确处理黏连籽粒,获取籽粒精准个数和长宽等信息,同时能够检测破损籽粒,进而精确估算小麦千粒重、产量及品质优劣等信息,将图像获取、图像识别、称重等装置一体化,实现小麦籽粒表型多功能检测,减少人工操作,降低时间成本,使用方便,有利于节省检测时间。



CN 117191788 A

1.一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于,包括数字显示系统(1)、工作台(22)、主控系统(13)、光源系统和电压调节系统(23)、自动影像数据采集系统(24)和称重系统(25),所述工作台(22)包括万向轮(5)、第一黑色箱体(2)和第二黑色箱体(3),第二黑色箱体(3)底部安装有万向轮(5),第二黑色箱体(3)上开设有散热孔(4),第二黑色箱体(3)顶部固定连接第一黑色箱体(2);

所述第二黑色箱体(3)用于放置主控系统(13)和电压调节系统(23);

所述第二黑色箱体(3)固定连接第一黑色箱体(2),所述第一黑色箱体(2)底部安装有称重系统(25),所述称重系统(25)用于测量小麦籽粒的重量,

所述第一黑色箱体(2)顶部内壁安装自动影像数据采集系统(24),用于采集小麦籽粒影像;

所述第一黑色箱体(2)内壁安装有光源系统,所述光源系统包括LED面光源(9),所述LED面光源(9)安装于第一黑色箱体(2)内壁;

所述第一黑色箱体(2)顶壁外壁安装有数字显示系统(1),用于显示小麦籽粒表型检测结果。

所述主控系统(13)包括图像识别处理模块和时间配准模块,所述图像识别处理模块用于对小麦籽粒进行粒表型检测,所述电压调节系统(23)用于装置供电和调节不同设备的供电电压。

2.如权利要求1所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:所述电压调节系统(23)包括变压装置(14)和蓄电池(15),所述蓄电池(15)电性连接变压装置(14)。

3.如权利要求1所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:所述称重系统(25)包括籽粒盘(10)、橡胶垫片(11)和籽粒称重装置(12),所述籽粒称重装置(12)用于测量籽粒盘(10)中小麦籽粒的重量,所述籽粒盘(10)四角安装有橡胶垫片(11)。

4.如权利要求1所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:所述自动影像数据采集系统(24)包括传感器云台(6)、相机支架(7)、竖直支架(17)、竖直支架减重孔(18)、支撑减重孔(19)、相机框架(20)、倾斜相机(8)、连接面板(21)和垂直相机(16),所述传感器云台(6)固定安装于第一黑色箱体(2)顶部,传感器云台(6)固定连接相机支架(7)和竖直支架(17),所述相机支架(7)上开设有支撑减重孔(19),所述竖直支架(17)上开设有竖直支架减重孔(18),竖直支架(17)固定连接相机框架(20),相机框架(20)上固定安装垂直相机(16),所述竖直支架(17)固定连接连接面板(21),所述连接面板(21)固定连接倾斜相机(8)。

5.一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法,其特征在于,包括:

步骤一:将待检测小麦放入籽粒盘(10)中,使待测小麦在籽粒盘(10)中呈自然平铺状态,并且无纵向小麦籽粒重叠,横向可有籽粒粘连;

步骤二:打开数字显示系统(1)与侧方LED面光源(9)电源开关;

步骤三:自动影像数据采集系统(24)获取小麦籽粒的RGB图像并采用图像处理算法进行处理,识别小麦籽粒颜色C、籽粒粒数Q、籽粒长度X和籽粒宽度Y;

步骤四:对垂直相机(16)和倾斜相机(8)获取的小麦籽粒多角度图像,并进行三维建模,利用倾斜摄影测量解算小麦籽粒厚度Z;

步骤五:利用籽粒称重装置(12)获取籽粒盘(10)中全部小麦籽粒的总重量W;

步骤六:利用测量得到的籽粒长度X和籽粒宽度Y计算平均麦粒面积S、平均麦粒周长P和长宽比R;

步骤七:利用测量得到的籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z计算平均麦粒体积V;

步骤八:利用所述麦粒体积V计算麦粒饱满度P;

步骤九:利用测量得到的小麦籽粒粒数Q和籽粒的总重量W计算千粒重。

6.如权利要求5所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:

所述自动影像数据采集系统(24)控制倾斜相机(8)和垂直相机(16)拍摄小麦籽粒图像,时间配准模块控制倾斜相机(8)和垂直相机(16)同时自动采集数据;

将所述采集图像数据上传至图像识别处理模块,所述图像识别处理模块计算图像内包含的小麦籽粒粒数Q、小麦籽粒颜色C、籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z信息;

通过籽粒称重装置(12)多次测量籽粒重量取均值获得小麦籽粒的总重量W,将所述籽粒重量数据上传至主控系统(13),获取小麦籽粒的千粒重信息,所述主控系统(13)将小麦信息输入到数字显示系统(1)上,通过数字显示系统显示小麦信息。

7.如权利要求6所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:所述图像识别处理模块包括小麦种类识别单元、小麦籽粒数量识别单元、小麦籽粒长宽识别单元、小麦籽粒厚度识别单元和小麦籽粒体积识别单元;

所述小麦种类识别单元用于对小麦籽粒种类进行判断,通过对不同种类小麦籽粒图像进行采样,构建带有标签的样本数据集,对原始图像数据由RGB颜色空间进行空间转换到HSV颜色空间,提取不同样本籽粒颜色特征,形成小麦种类识别模型,输入样本数据集对模型进行训练,生成小麦籽粒种类识别模型;

所述小麦籽粒数量识别单元用于对小麦籽粒进行计数,对小麦籽粒原始图像进行灰度变换、中值滤波和滤波降噪图像预处理,对预处理后的图像进行图像二值化,并去除小区域噪音,提取出小麦籽粒图像中的籽粒像素,使用K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割,对小麦籽粒图像进行计数;

所述小麦籽粒长宽识别单元用于对小麦籽粒的长度和宽度进行识别,对小麦籽粒数量识别分割后的籽粒像素用Canny边缘检测算法做细化处理,细化为单像素连通曲线,使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点,接着用非极大抑制对特征点进行处理,保留最突出的稳定点,进而通过最小二乘法进行椭圆拟合,以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据,以所述椭圆的周长和面积数据作为小麦籽粒的周长数据和面积数据;

所述小麦籽粒厚度识别单元用于对小麦籽粒的厚度进行计算;

所述小麦籽粒体积识别单元用于对小麦籽粒的体积进行识别。

8.如权利要求7所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:

K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割包括:

最小化簇内数据点的方差,即最小化簇内数据点之间的平均距离,其数学表达式为;

$$J=\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{N}\left||u_j-v_i|\right|^2$$

其中,j表示总的簇内平方距离,也称为误差平方和(SSE),K表示簇的数量,N表示数据点的数量,u_j表示第j个数据点,v_i表示第i个簇的中心。

9.如权利要求7所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:

使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点数学表达式为:

$$I_u = \frac{\partial I}{\partial u}$$

$$I_v = \frac{\partial I}{\partial v}$$

其中,I_u表示像素的水平梯度,I_v表示像素的垂直梯度;

M矩阵的数学表达式为:

$$\mathrm{M} = \begin{bmatrix} I_u^2 & I_u I_v \\ I_u I_v & I_v^2 \end{bmatrix}$$

角点响应函数R的数学表达式为:

$R=\det(M)-c(\mathrm{trace}(M))^2$

其中,det(M)为M矩阵的行列式,trace(M)为M矩阵的积,c表示常数,通过设置c的阈值选择有较高响应值R的像素为点。

10.如权利要求7所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法,其特征在于:最小二乘法进行椭圆拟合,以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据,其数学表达式为:

$$\frac{(x-m)^2}{a^2} + \frac{(y-n)^2}{b^2} = 1$$

其中,(m,n)表示椭圆的中心坐标,x和y表示特征点的坐标,a和b分别是椭圆的半长轴和半短轴,通过最小二乘法进行椭圆拟合,确定m、n、a和b的值,以最佳拟合给定数据点的椭圆,拟合的目标是最小化拟合误差的平方和,其数学表达式为:

$$\min_{m,n,a,b} = \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{(x-m)^2}{a^2} + \frac{(y-n)^2}{b^2} - 1\right)^2$$

其中,N表示数据点的数量,(x,y)表示特征点的坐标,通过解这个最小二乘方程,找到最佳的椭圆参数(m,n,a,b),从而实现对小麦籽粒的椭圆拟合,则2a为籽粒长度X,2b为籽粒宽度Y。

一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的小麦考种技术领域,尤其涉及一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置及方法。

背景技术

[0002] 在小麦育种过程中,其表型数据不仅是育种前期的指导数据,也是后期推广种植的评估数据,除此之外,表型检测在小麦籽粒考种、品质评估与鉴定等方面也具有重要意义。小麦籽粒的表型检测关键指标包括颜色、长宽比、饱满度及千粒重等。精确的小麦籽粒表型参数为检验种子质量、种质创新提供了数据支撑。

[0003] 目前的小麦籽粒表型检测主要有两种:一种是人工测定,劳动强度高,工作效率低,主观误差大;另一种是使用籽粒测量装置。但现有装置主要是通过单一相机获取的影像计算每个籽粒的长度、宽度和千粒重,进而利用每个籽粒的阴影获取厚度信息。现有的通过单一相机获取的影像的方式存在如下问题:1)小麦籽粒表型装置检测前,籽粒需要规则摆放,灵活性差;2)现有装置在获取小麦籽粒厚度信息时,利用籽粒的阴影估算得到的,精度较低;3)小麦籽粒称重装置与相机拍摄装置及表型检测装置分离,检测过程中人工操作环节多,时间成本高;4)现有装置在解决小麦籽粒图像粘连导致粒数检测不准确。

发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是:现有的通过单一相机获取的影像的方式存在如下问题:1)小麦籽粒表型装置检测前,籽粒需要规则摆放,灵活性差;2)现有装置在获取小麦籽粒厚度信息时,利用籽粒的阴影估算得到的,精度较低;3)小麦籽粒称重装置与相机拍摄装置及表型检测装置分离,检测过程中人工操作环节多,时间成本高;4)现有装置在解决小麦籽粒图像粘连导致粒数检测不准确。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置,包括数字显示系统、工作台、主控系统、光源系统和电压调节系统、自动影像数据采集系统和称重系统,所述工作台包括万向轮、第一黑色箱体和第二黑色箱体,第二黑色箱体底部安装有万向轮,第二黑色箱体上开设有散热孔,第二黑色箱体顶部固定连接第一黑色箱体;

[0006] 所述第二黑色箱体用于放置主控系统和电压调节系统;

[0007] 所述第二黑色箱体固定连接第一黑色箱体,所述第一黑色箱体底部安装有称重系统,所述称重系统用于测量小麦籽粒的重量,

[0008] 所述第一黑色箱体顶部内壁安装自动影像数据采集系统,用于采集小麦籽粒影像;

[0009] 所述第一黑色箱体内壁安装有光源系统,所述光源系统包括LED面光源,所述LED面光源安装于第一黑色箱体内壁;

[0010] 所述第一黑色箱体顶壁外壁安装有数字显示系统,用于显示小麦籽粒表型检测结

果。

[0011] 所述主控系统包括图像识别处理模块和时间配准模块,所述图像识别处理模块用于对小麦籽粒进行粒表型检测,所述电压调节系统用于装置供电和调节不同设备的供电电压。

[0012] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的一种优选方案,其中:所述电压调节系统包括变压装置和蓄电池,所述蓄电池电性连接变压装置。

[0013] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的一种优选方案,其中:所述称重系统包括籽粒盘、橡胶垫片和籽粒称重装置,所述籽粒称重装置用于测量籽粒盘中小麦籽粒的重量,所述籽粒盘四角安装有橡胶垫片。

[0014] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的一种优选方案,其中:所述自动影像数据采集系统包括传感器云台、相机支架、竖直支架、竖直支架减重孔、支撑减重孔、相机框架、倾斜相机、连接面板和垂直相机,所述传感器云台固定安装于第一黑色箱体顶部,传感器云台固定连接相机支架和竖直支架,所述相机支架上开设有支撑减重孔,所述竖直支架上开设有竖直支架减重孔,竖直支架固定连接相机框架,相机框架上固定安装垂直相机,所述竖直支架固定连接连接面板,所述连接面板固定连接倾斜相机。

[0015] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案,其中:步骤一:将待检测小麦放入籽粒盘中,使待测小麦在籽粒盘中呈自然平铺状态,并且无纵向小麦籽粒重叠,横向可有籽粒粘连;

[0016] 步骤二:打开数字显示系统与侧方LED面光源电源开关;

[0017] 步骤三:自动影像数据采集系统获取小麦籽粒的RGB图像并采用图像处理算法进行处理,识别小麦籽粒颜色C、籽粒粒数Q、籽粒长度X和籽粒宽度Y;

[0018] 步骤四:对垂直相机和倾斜相机获取的小麦籽粒多角度图像,并进行三维建模,利用倾斜摄影测量解算小麦籽粒厚度Z;

[0019] 步骤五:利用籽粒称重装置获取籽粒盘中全部小麦籽粒的总重量W;

[0020] 步骤六:利用测量得到的籽粒长度X和籽粒宽度Y计算平均麦粒面积S、平均麦粒周长P和长宽比R;

[0021] 步骤七:利用测量得到的籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z计算平均麦粒体积V;

[0022] 步骤八:利用所述麦粒体积V计算麦粒饱满度P;

[0023] 步骤九:利用测量得到的小麦籽粒粒数Q和籽粒的总重量W计算千粒重。

[0024] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案,其中:所述自动影像数据采集系统控制倾斜相机和垂直相机拍摄小麦籽粒图像,时间配准模块控制倾斜相机和垂直相机同时自动采集数据;

[0025] 将所述采集图像数据上传至图像识别处理模块,所述图像识别处理模块计算图像内包含的小麦籽粒粒数Q、小麦籽粒颜色C、籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z信息;

[0026] 通过籽粒称重装置多次测量籽粒重量取均值获得小麦籽粒的总重量W,将所述籽粒重量数据上传至主控系统,获取小麦籽粒的千粒重信息,所述主控系统将小麦信息输入到数字显示系统上,通过数字显示系统显示小麦信息。

[0027] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案,其中:所述图像识别处理模块包括小麦种类识别单元、小麦籽粒数量识别单元、小麦籽粒长宽识

别单元、小麦籽粒厚度识别单元和小麦籽粒体积识别单元；

[0028] 所述小麦种类识别单元用于对小麦籽粒种类进行判断，通过对不同种类小麦籽粒图像进行采样，构建带有标签的样本数据集，对原始图像数据由RGB颜色空间进行空间转换到HSV颜色空间，提取不同样本籽粒颜色特征，形成小麦种类识别模型，输入样本数据集对模型进行训练，生成小麦籽粒种类识别模型；

[0029] 所述小麦籽粒数量识别单元用于对小麦籽粒进行计数，对小麦籽粒原始图像进行灰度变换、中值滤波和滤波降噪图像预处理，对预处理后的图像进行图像二值化，并去除小区域噪音，提取出小麦籽粒图像中的籽粒像素，使用K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割，对小麦籽粒图像进行计数；

[0030] 所述小麦籽粒长宽识别单元用于对小麦籽粒的长度和宽度进行识别，对小麦籽粒数量识别分割后的籽粒像素用Canny边缘检测算法做细化处理，细化为单像素连通曲线，使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点，接着用非极大抑制对特征点进行处理，保留最突出的稳定点，进而通过最小二乘法进行椭圆拟合，以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据，以所述椭圆的周长和面积数据作为小麦籽粒的周长数据和面积数据；

[0031] 所述小麦籽粒厚度识别单元用于对小麦籽粒的厚度进行计算；

[0032] 所述小麦籽粒体积识别单元用于对小麦籽粒的体积进行识别。

[0033] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案，其中：K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割包括：

[0034] 最小化簇内数据点的方差，即最小化簇内数据点之间的平均距离，其数学表达式为；

[0035] $$J=\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{N}\left||u_j-v_i|\right|^2$$

[0036] 其中，J表示总的簇内平方距离，也称为误差平方和(SSE)，K表示簇的数量，N表示数据点的数量，u_j表示第j个数据点，v_i表示第i个簇的中心。

[0037] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案，其中：使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点数学表达式为：

[0038] $$I_u=\frac{\partial I}{\partial u}$$

[0039] $$I_v=\frac{\partial I}{\partial v}$$

[0040] 其中，I_u表示像素的水平梯度，I_v表示像素的垂直梯度；

[0041] M矩阵的数学表达式为：

[0042] $$\mathrm{M}=\begin{bmatrix}I_u^2 & I_uI_v\\ I_uI_v & I_v^2\end{bmatrix}$$

[0043] 角点响应函数R的数学表达式为：

[0044] $R=\det(M)-c(\mathrm{trace}(M))^2$

[0045] 其中,det(M)为M矩阵的行列式,trace(M)为M矩阵的积,c表示常数,通过设置c的阈值选择有较高响应值R的像素为点。

[0046] 作为本发明所述的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的一种优选方案,其中:最小二乘法进行椭圆拟合,以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据,其数学表达式为:

[0047] $$\frac{(x-m)^2}{a^2}+\frac{(y-n)^2}{b^2}=1$$

[0048] 其中,(m,n)表示椭圆的中心坐标,x和y表示特征点的坐标,a和b分别是椭圆的半长轴和半短轴,通过最小二乘法进行椭圆拟合,确定m、n、a和b的值,以最佳拟合给定数据点的椭圆,拟合的目标是最小化拟合误差的平方和,其数学表达式为:

[0049] $$\min_{m,n,a,b}=\sum_{i=1}^{N}(\frac{(x-m)^2}{a^2}+\frac{(y-n)^2}{b^2}-1)^2$$

[0050] 其中,N表示数据点的数量,(x,y)表示特征点的坐标,通过解这个最小二乘方程,找到最佳的椭圆参数(m,n,a,b),从而实现对小麦籽粒的椭圆拟合,则2a为籽粒长度X,2b为籽粒宽度Y。

[0051] 本发明的有益效果:在进行小麦籽粒放置时,可随机抓取小麦洒在透明板上,即小麦为自然平铺状态,使用更灵活,通过图像分割算法精确处理黏连籽粒,获取籽粒精准个数和长宽等信息,同时能够检测破损籽粒,进而精确估算小麦千粒重、产量及品质优劣等信息,将图像获取、图像识别、称重等装置一体化,实现小麦籽粒表型多功能检测,减少人工操作,降低时间成本,使用方便,有利于节省检测时间。

附图说明

[0052] 图1为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的整体结构示意图。

[0053] 图2为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的相机支架和倾斜相机的仰视示意图。

[0054] 图3为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的相机支架和倾斜相机的俯视示意图。

[0055] 图4为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的相机支架和倾斜相机的结构示意图。

[0056] 图5为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置的数字显示系统的结构示意图;

[0057] 图6为本发明一个实施例提供的一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法的基本流程示意图。

[0058] 附图标记:数字显示系统1,第一黑色箱体2,第二黑色箱体3,散热孔4,万向轮5,传感器云台6,相机支架7,倾斜相机8,LED面光源9,籽粒盘10,橡胶垫片11,籽粒称重装置12,主控系统13,变压装置14,蓄电池15,垂直相机16,竖直支架17,竖直支架减重孔18,支撑减重孔19,相机框架20,连接面板21,工作台22,电压调节系统23,自动影像数据采集系统24,

称重系统25。

具体实施方式

[0059] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明,显然所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。

[0060] 实施例1

[0061] 参照图1-5,为本发明的一个实施例,提供了一种多镜头式小麦籽粒表型检测装置,包括数字显示系统1、工作台22、主控系统13、光源系统和电压调节系统23、自动影像数据采集系统24和称重系统25,所述工作台22包括万向轮5、第一黑色箱体2和第二黑色箱体3,第二黑色箱体3底部安装有万向轮5,第二黑色箱体3上开设有散热孔4,第二黑色箱体3顶部固定连接第一黑色箱体2;工作台22是各部件的安装、移动和操作平台,工作台22底部四角分别装有四个万向轮5。

[0062] 所述第二黑色箱体3用于放置主控系统13和电压调节系统23;

[0063] 所述第二黑色箱体3固定连接第一黑色箱体2,所述第一黑色箱体2底部安装有称重系统25,所述称重系统25用于测量小麦籽粒的重量,

[0064] 所述第一黑色箱体2顶部内壁安装自动影像数据采集系统24,用于采集小麦籽粒影像;

[0065] 所述第一黑色箱体2内壁安装有光源系统,所述光源系统包括LED面光源9,所述LED面光源9安装于第一黑色箱体2内壁;

[0066] 所述第一黑色箱体2顶壁外壁安装有数字显示系统1,用于显示小麦籽粒表型检测结果。

[0067] 所述主控系统13包括图像识别处理模块和时间配准模块,所述图像识别处理模块用于对小麦籽粒进行粒表型检测,所述电压调节系统23用于装置供电和调节不同设备的供电电压。

[0068] 所述电压调节系统23包括变压装置14和蓄电池15,所述蓄电池15电性连接变压装置14。

[0069] 所述称重系统25包括籽粒盘10、橡胶垫片11和籽粒称重装置12,所述籽粒称重装置12用于测量籽粒盘10中小麦籽粒的重量,所述籽粒盘10四角安装有橡胶垫片11。

[0070] 所述自动影像数据采集系统24包括传感器云台6、相机支架7、竖直支架17、竖直支架减重孔18、支撑减重孔19、相机框架20、倾斜相机8、连接面板21和垂直相机16,所述传感器云台6固定安装于第一黑色箱体2顶部,传感器云台6固定连接相机支架7和竖直支架17,所述相机支架7上开设有支撑减重孔19,所述竖直支架17上开设有竖直支架减重孔18,竖直支架17固定连接相机框架20,相机框架20上固定安装垂直相机16,所述竖直支架17固定连接连接面板21,所述连接面板21固定连接倾斜相机8,连接面板21倾斜45°,而倾斜相机8也同样倾斜45°,倾斜相机8设置有4个,位于垂直相机16四周。倾斜相机8和垂直相机16优选采用采用索尼QX1相机,正摄24mm定焦镜头,倾斜35mm定焦镜头。该相机适用于倾斜摄影传感器,具有体积小重量轻操作便捷的特点,对相机各部件重新标定改造后可以做相机畸变改正,出具真实畸变改正参数,完全满足小麦表型检测要求。

[0071] 本实施例中优选的,籽粒盘10为透明玻璃材质,放置于籽粒称重装置12上,籽粒盘10四角装有透明橡胶垫片,用于防止籽粒盘10碎裂。

[0072] 籽粒称重装置为带有RS-232串口的电子秤,可以实时传输籽粒重量数据,称重装置通过两个垫片与上方的托盘和检测箱体连接固定;

[0073] 工作台22设于检测箱体正下方,工作台22内部可安装蓄电池15,蓄电池15通过变压装置14进行变压后提供工作用电,工作台22两侧设有散热孔,在底部四角分别装有四个万向轮。

[0074] 采用4个倾斜相机8和1个垂直相机16,进行多角度相机获取小麦籽粒图像,通过正射影像获取小麦籽粒的长、宽信息,通过多角度摄影测量解算小麦籽粒厚度,测量结果客观、精度高,小麦籽粒等级的重要指标为小麦籽粒饱满度,获取小麦籽粒的长、宽及厚度信息是评定小麦籽粒饱满度的重要指标。目前小麦厚度的获取方法可通过游标卡尺进行单粒小麦测量,但该方法耗时耗力,不能同时检测大量籽粒;现有研究技术根据不同厚度麦粒产生影子的宽度不同来测定籽粒的厚度,但该方法需要麦粒排列整齐,实际应用性较差,且估算误差大。

[0075] 为了实现倾斜相机8和垂直相机16同步工作,必须进行时间配准处理。计算机作为发送控制命令和最终显示采集数据的平台,主控系统负责分析计算机命令并直接控制五个相机传感器的工作,计算机和主控系统则通过蓝牙或路由器通信,再由USB转串口模块与主控系统通信,受主控系统控制。

[0076] 蓄电池15采用两块轻便、高储能的36V锂电池,供电过程安全稳定,并且轻便的锂电池还能大幅降低了车身自重,降低空间占有率。为了给各个传感器提供合适的电压,变压装置采用多源输出变压设备,能够输出多种电压,保证各个传感器的正常工作。搭载的过载保护模块能够在电压异常时及时断电,确保各个传感器工作过程的绝对安全,输出端设置了多种输出端口,能够匹配不同接口的传感器。蓄电池15和变压装置14整个装置提供电力保障。

[0077] 实施例2

[0078] 参照图6,为本发明另一个实施例,该实施例不同于第一个实施例的是,提供了一种多镜头式小麦籽粒表型检测方法,包括:

[0079] 步骤一:将待检测小麦放入籽粒盘10中,使待测小麦在籽粒盘10中呈自然平铺状态,并且无纵向小麦籽粒重叠,横向可有籽粒粘连;

[0080] 步骤二:打开数字显示系统1与侧方LED面光源9电源开关;

[0081] 步骤三:自动影像数据采集系统24获取小麦籽粒的RGB图像并采用图像处理算法进行处理,识别小麦籽粒颜色C、籽粒粒数Q、籽粒长度X和籽粒宽度Y;

[0082] 步骤四:对垂直相机16和倾斜相机8获取的小麦籽粒多角度图像,并进行三维建模,利用倾斜摄影测量解算小麦籽粒厚度Z;

[0083] 步骤五:利用籽粒称重装置12获取籽粒盘10中全部小麦籽粒的总重量W;

[0084] 步骤六:利用测量得到的籽粒长度X和籽粒宽度Y计算平均麦粒面积S、平均麦粒周长P和长宽比R;

[0085] 步骤七:利用测量得到的籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z计算平均麦粒体积V;

[0086] 步骤八:利用所述麦粒体积V计算麦粒饱满度P;

[0087] 步骤九:利用测量得到的小麦籽粒粒数Q和籽粒的总重量W计算千粒重。

[0088] 首先将小麦籽粒自然放置在水平透明的籽粒盘10上,保证小麦籽粒无垂直方向的重叠,打开LED面光源,提供均一稳定的光照条件,然后通过自动影像数据采集系统24控制倾斜相机8和垂直相机16多角度拍摄小麦籽粒图像,同时,时间配准模块会控制五个相机传感器同时自动采集数据。采集图像数据上传至主控系统13后,计算图像数据内包含的小麦籽粒数量,小麦籽粒颜色,小麦籽粒长宽信息,计算小麦籽粒的厚度信息,由称重传感器多次测量籽粒重量取均值获得籽粒重量,将重量数据上传至主控系统13,获取小麦籽粒的千粒重信息,最后将所有信息显示在数字显示系统1上进行显示。

[0089] 所述自动影像数据采集系统24控制倾斜相机8和垂直相机16拍摄小麦籽粒图像,时间配准模块控制倾斜相机8和垂直相机16同时自动采集数据;

[0090] 将所述采集图像数据上传至图像识别处理模块,所述图像识别处理模块计算图像内包含的小麦籽粒粒数Q、小麦籽粒颜色C、籽粒长度X、籽粒宽度Y和籽粒厚度Z信息;

[0091] 通过籽粒称重装置12多次测量籽粒重量取均值获得小麦籽粒的总重量W,将所述籽粒重量数据上传至主控系统13,获取小麦籽粒的千粒重信息,所述主控系统13将小麦信息输入到数字显示系统1上,通过数字显示系统显示小麦信息。

[0092] 所述图像识别处理模块包括小麦种类识别单元、小麦籽粒数量识别单元、小麦籽粒长宽识别单元、小麦籽粒厚度识别单元和小麦籽粒体积识别单元;

[0093] 所述小麦种类识别单元用于对小麦籽粒种类进行判断,通过对不同种类小麦籽粒图像进行采样,构建带有标签的样本数据集,对原始图像数据由RGB颜色空间进行空间转换到HSV颜色空间,提取不同样本籽粒颜色特征,形成小麦种类识别模型,输入样本数据集对模型进行训练,生成小麦籽粒种类识别模型;当动影像数据采集系统24采集数据后,利用小麦种类识别模型对小麦籽粒颜色进行判别,并得到对应的小麦种类。

[0094] 所述小麦籽粒数量识别单元用于对小麦籽粒进行计数,对小麦籽粒原始图像进行灰度变换、中值滤波和滤波降噪图像预处理,对预处理后的图像进行图像二值化,并去除小区域噪音,提取出小麦籽粒图像中的籽粒像素,使用K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割,对小麦籽粒图像进行计数;

[0095] 所述小麦籽粒长宽识别单元用于对小麦籽粒的长度和宽度进行识别,对小麦籽粒数量识别分割后的籽粒像素用Canny边缘检测算法做细化处理,细化为单像素连通曲线,使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点,接着用非极大抑制对特征点进行处理,保留最突出的稳定点,进而通过最小二乘法进行椭圆拟合,以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据,以所述椭圆的周长和面积数据作为小麦籽粒的周长数据和面积数据;小麦籽粒长宽识别结合小麦籽粒数量识别结果,利用最大稳定极值区域法,采用构造放射不变量的方法把每个籽粒的最大稳定极值区域拟合成椭圆,该椭圆的长轴即为麦粒的长,短轴即为麦粒的宽。

[0096] 所述小麦籽粒厚度识别单元用于对小麦籽粒的厚度进行计算;利用图像识别算法在正射影像上提取每个小麦籽粒的兴趣特征点,之后通过五镜头相机采集的多角度小麦籽粒影像,结合小麦最大稳定极值区域,筛选最佳前视和后视影像对,利用同名光线和摄影基线构建三角函数模型,解算小麦籽粒厚度;

[0097] 所述小麦籽粒体积识别单元用于对小麦籽粒的体积进行识别。通过将小麦籽粒近

似为规则的椭圆体,通过小麦籽粒长宽和小麦籽粒厚度推导单个小麦籽粒体积,并结合小麦籽粒数量识别结果得到整体小麦籽粒平均体积及千粒重信息。

[0098] K均值聚类方法对小麦籽粒图像进行分割包括:

[0099] 最小化簇内数据点的方差,即最小化簇内数据点之间的平均距离,其数学表达式为;

[0100] $$J=\sum_{i=1}^{K}\sum_{j=1}^{N}\left||u_j-v_i|\right|^2$$

[0101] 其中,J表示总的簇内平方距离,也称为误差平方和SSE,K表示簇的数量,N表示数据点的数量,u_j表示第j个数据点,v_i表示第i个簇的中心。

[0102] 使用最稳定极值法寻找稳定的籽粒边缘特征点数学表达式为:

[0103] $$I_u=\frac{\partial I}{\partial u}$$

[0104] $$I_v=\frac{\partial I}{\partial v}$$

[0105] 其中,I_u表示像素的水平梯度,I_v表示像素的垂直梯度;

[0106] M矩阵的数学表达式为:

[0107] $$\mathrm{M}=\begin{bmatrix}I_u^2 & I_uI_v\\ I_uI_v & I_v^2\end{bmatrix}$$

[0108] 角点响应函数R的数学表达式为:

[0109] $R=\det(M)-c(\mathrm{trace}(M))^2$

[0110] 其中,det(M)为M矩阵的行列式,trace(M)为M矩阵的积,c表示常数,通过设置c的阈值选择有较高响应值R的像素为点。

[0111] 最小二乘法进行椭圆拟合,以椭圆的长轴数据和短轴数据作为小麦籽粒的长度数据和宽度数据,其数学表达式为:

[0112] $$\frac{(x-m)^2}{a^2}+\frac{(y-n)^2}{b^2}=1$$

[0113] 其中,(m,n)表示椭圆的中心坐标,x和y表示特征点的坐标,a和b分别是椭圆的半长轴和半短轴,通过最小二乘法进行椭圆拟合,确定m、n、a和b的值,以最佳拟合给定数据点的椭圆,拟合的目标是最小化拟合误差的平方和,其数学表达式为:

[0114] $$\min_{m,n,a,b}=\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{(x-m)^2}{a^2}+\frac{(y-n)^2}{b^2}-1\right)^2$$

[0115] 其中,N表示数据点的数量,(x,y)表示特征点的坐标,通过解这个最小二乘方程,找到最佳的椭圆参数(m,n,a,b),从而实现对小麦籽粒的椭圆拟合,则2a为籽粒长度X,2b为籽粒宽度Y。

[0116] 通过利用自动化手段检测、记录数据,可以减少人工成本、提高检测效率,可进行批量检测,现有技术中,通过小麦籽粒获取长宽比、表面积等表型信息时,已有的检测装置

为使检测精度高,或采用带有均匀凹槽的籽粒排列版固定籽粒的方向,或人工将籽粒分开确保无横向粘连情况,籽粒盘10为透明玻璃材质,在进行小麦籽粒放置时,可随机抓取小麦洒在透明板上,即小麦为自然平铺状态(无纵向重叠,横向可有籽粒黏连),使用更灵活,通过图像分割算法精确处理黏连籽粒,获取籽粒精准个数和长宽等信息,同时能够检测破损籽粒,进而精确估算小麦千粒重、产量及品质优劣等信息,将图像获取、图像识别、称重等装置一体化,实现小麦籽粒表型多功能检测,减少人工操作,降低时间成本,使用方便,有利于节省检测时间。

[0117] 应当认识到,本发明的实施例可以由计算机硬件、硬件和软件的组合、或者通过存储在非暂时性计算机可读存储器中的计算机指令来实现或实施。所述方法可以使用标准编程技术-包括配置有计算机程序的非暂时性计算机可读存储介质在计算机程序中实现,其中如此配置的存储介质使得计算机以特定和预定义的方式操作——根据在具体实施例中描述的方法和附图。每个程序可以以高级过程或面向对象的编程语言来实现以与计算机系统通信。然而,若需要,该程序可以以汇编或机器语言实现。在任何情况下,该语言可以是编译或解释的语言。此外,为此目的该程序能够在编程的专用集成电路上运行。

[0118] 应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

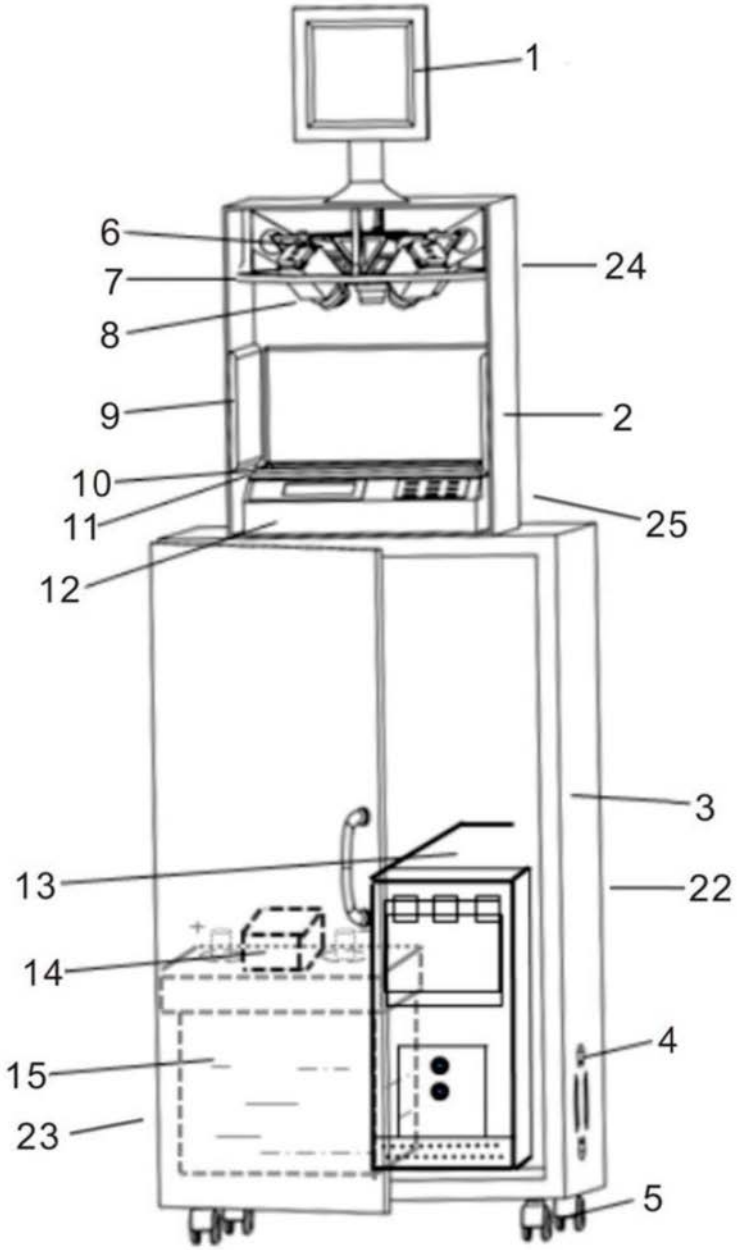


图1

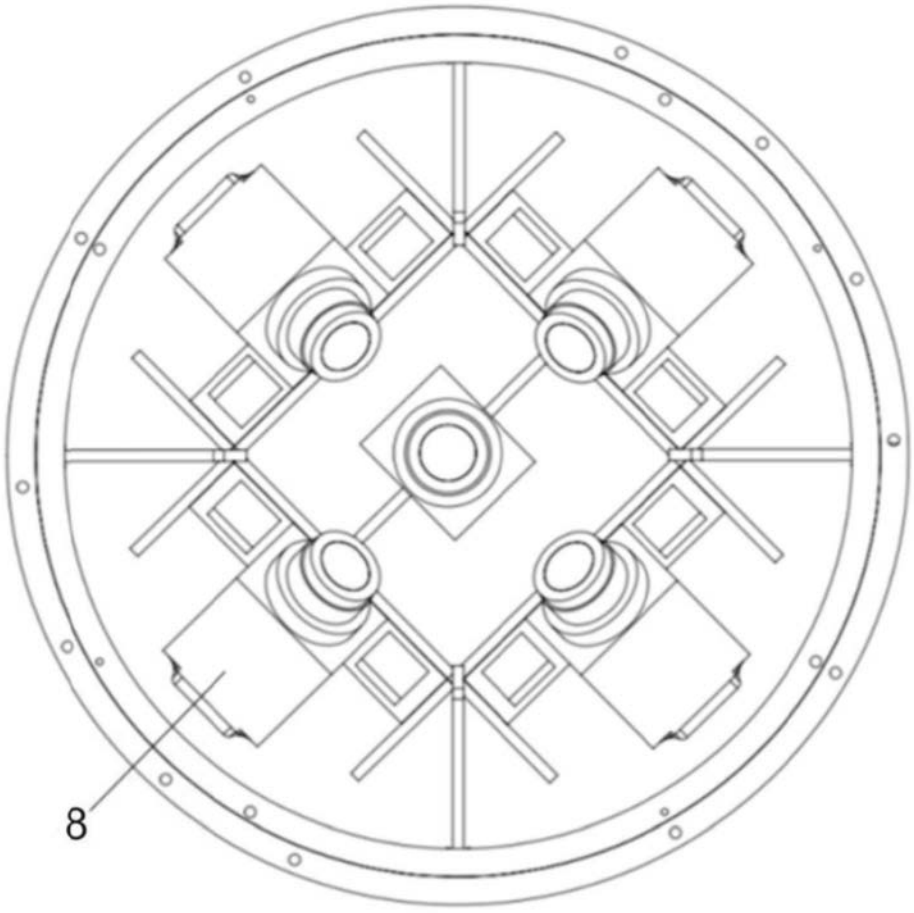


图2

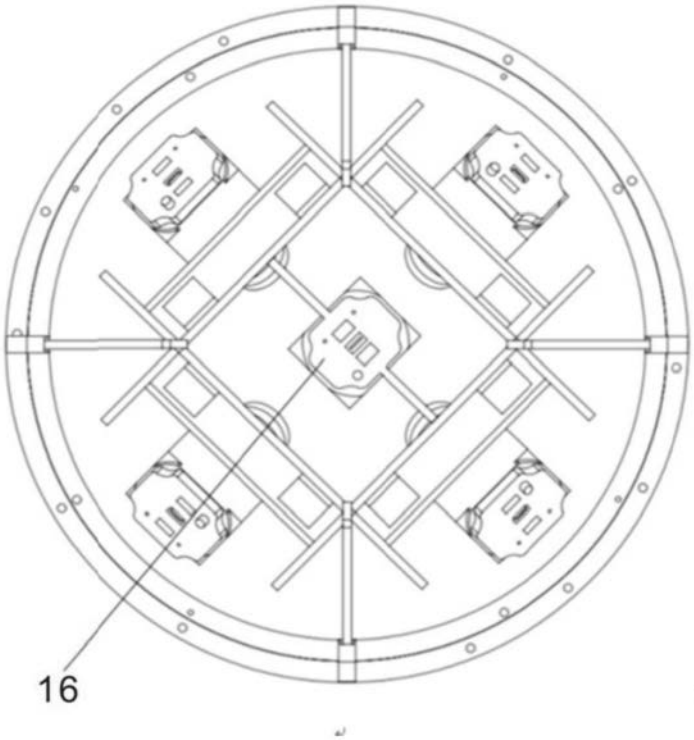


图3

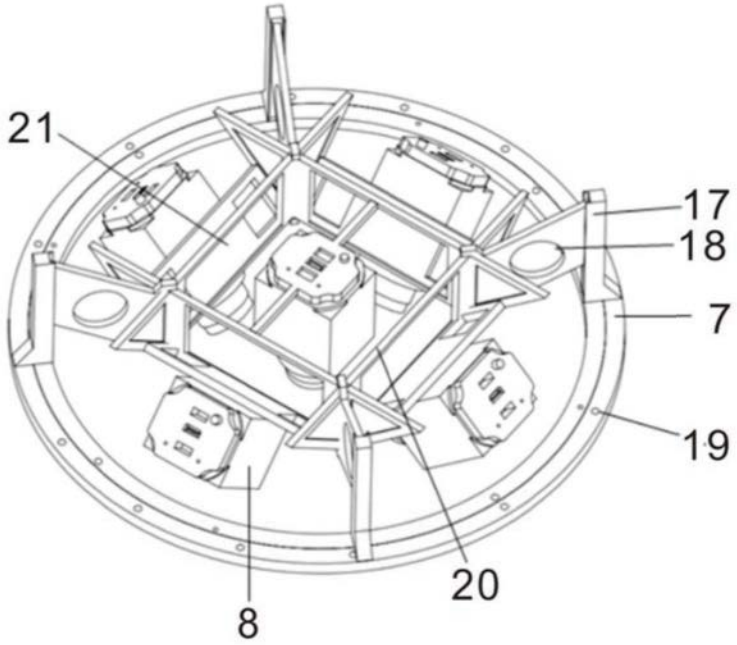


图4

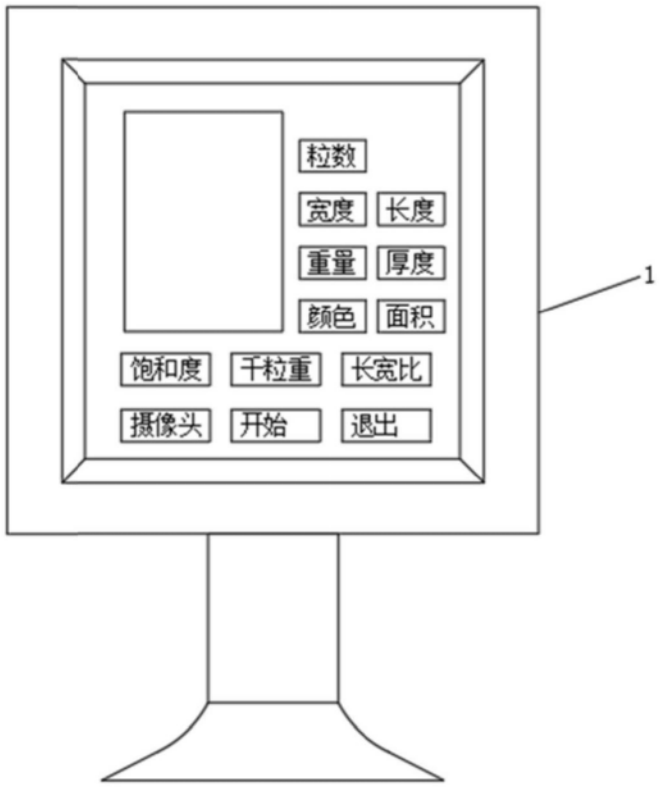


图5

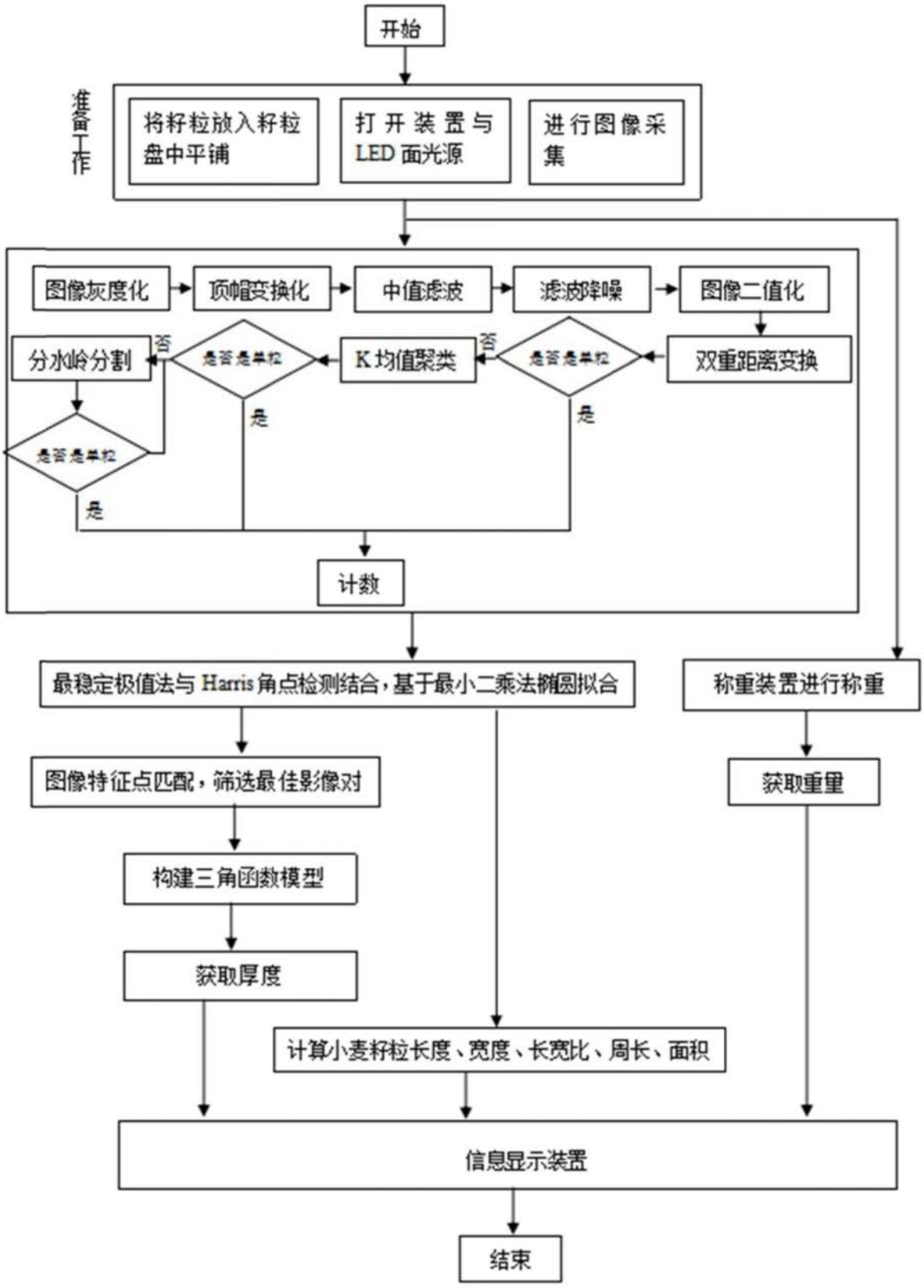

开始
准备工作
将籽粒放入籽粒盘中平铺
打开装置与LED面光源
进行图像采集
图像灰度化
顶帽变换化
中值滤波
滤波降噪
图像二值化
分水岭分割
否
是否是单粒
K均值聚类
否
是否是单粒
双重距离变换
是否是单粒
是
是
是
计数
最稳定极值法与Harris角点检测结合，基于最小二乘法椭圆拟合
称重装置进行称重
图像特征点匹配，筛选最佳影像对
获取重量
构建三角函数模型
获取厚度
计算小麦籽粒长度、宽度、长宽比、周长、面积
信息显示装置
结束

图6