



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110188609 B

(45) 授权公告日 2024.09.27

(21) 申请号 201910335799.2

G06T 7/00 (2017.01)

(22) 申请日 2019.04.24

G06T 7/11 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06F 16/51 (2019.01)

申请公布号 CN 110188609 A

G06F 16/58 (2019.01)

(43) 申请公布日 2019.08.30

G01N 15/00 (2024.01)

B65G 47/14 (2006.01)

(73) 专利权人 中国农业科学院深圳农业基因组研究所

(56) 对比文件

CN 204929582 U, 2016.01.06

地址 518120 广东省深圳市大鹏新区鹏飞路7号

时长江. 豆科类杂草种子图像识别系统研究.《中国博士学位论文全文数据库》.2011,第1-101页.

(72) 发明人 乔曦 钱万强 万方浩

审查员 徐菲

(74) 专利代理机构 广西科泰智航知识产权代理事务所(普通合伙) 45136

专利代理师 韦杰才

(51) Int. Cl.

G06V 20/10 (2022.01)

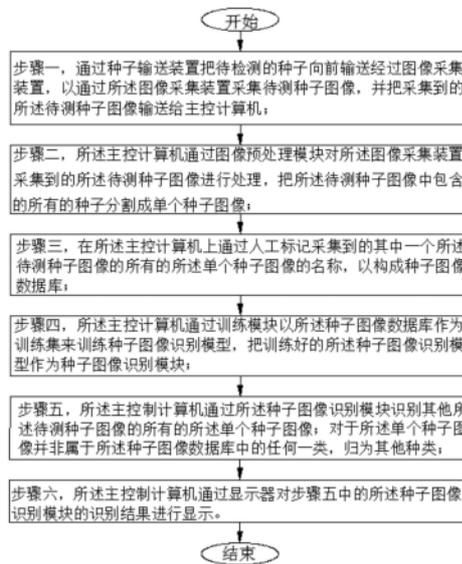
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种杂草种子的检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种杂草种子的检测方法,其包括以下步骤:步骤一,通过种子输送装置把待检测的种子向前输送经过图像采集装置,以采集待测种子图像;步骤二,主控计算机通过图像预处理模块对待测种子图像分割成单个种子图像;步骤三,通过人工标记采集到的其中一个待测种子图像的所有的单个种子图像的名称,以构成种子图像数据库;步骤四,通过训练模块训练种子图像识别模型,以得到种子图像识别模块;步骤五,通过种子图像识别模块识别其他待测种子图像的单个种子图像;步骤六,通过显示器对识别结果进行显示。本发明能够快速、精准和定量地识别各种杂草种子,以提高检测效率,尤其是能提高进出口检测检疫部门的杂草种子的检测效率。



1. 一种杂草种子的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,通过种子输送装置把待检测的种子向前输送经过图像采集装置,以通过所述图像采集装置采集待测种子图像,并把采集到的所述待测种子图像输送给主控计算机;

步骤二,所述主控计算机通过图像预处理模块对所述图像采集装置采集到的所述待测种子图像进行处理,把所述待测种子图像中包含的所有的种子分割成单个种子图像;

步骤三,在所述主控计算机上通过人工标记采集到的其中一个所述待测种子图像的所有的所述单个种子图像的名称,以构成种子图像数据库;

步骤四,所述主控计算机通过训练模块以所述种子图像数据库作为训练集来训练种子图像识别模型,把训练好的所述种子图像识别模型作为种子图像识别模块;

步骤五,所述主控计算机通过所述种子图像识别模块识别其他所述待测种子图像的所有的所述单个种子图像;对于所述单个种子图像并非属于所述种子图像数据库中的任何一类,归为其他种类;以及

步骤六,所述主控计算机通过显示器对步骤五中的所述种子图像识别模块的识别结果进行显示;

其中,所述种子图像识别模型是一种深度卷积神经网络模型,包括:

输入层,用于读取所述图像预处理模块处理得到的所述单个种子图像;

隐藏层,用于提取所述单个种子图像的特征;以及

输出层,用于输出识别结果;

其中,深度卷积神经网络的具体结构为:

输入层:data,输入是尺寸 $112 \times 112 \times 3$ 的RGB3通道图像;

第二层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 7×7 ,步长2,填充;

第三层:激活函数reluLayer;

第四层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;

第五层:规则化层Response-normalization Layer;

第六层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 5×5 ,步长2,填充;

第七层:激活函数reluLayer;

第八层:规则化层Response-normalization Layer;

第九层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;

第十层至第三十七层:GoogLeNet的两个inception结构;

第三十八层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;

第三十九层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长2,填充;

第四十层:激活函数reluLayer;

第四十一层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长2,填充;

第四十二层:激活函数reluLayer;

第四十三层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,无填充;

第四十四层:drop层;

第四十五层:全连接层,10通道;

第四十六层:分类层softmaxLayer;

输出层:classificationLayer。

2. 根据权利要求1所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,所述种子输送装置包括传送带和种子收纳箱,所述种子收纳箱位于所述传送带的后端的下方;所述图像采集装置设置于所述传送带的中部。

3. 根据权利要求2所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,所述种子输送装置还包括振动式排种器和进料斗,所述进料斗位于所述振动式排种器的前部的上方,所述振动式排种器的后端位于所述传送带的前部的上方,所述振动式排种器把种子振动分散后再输送给所述传送带。

4. 根据权利要求2所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,所述图像采集装置包括暗箱、光源以及摄像头,所述暗箱设置于所述传送带的中部,所述传送带为透明带,所述光源设置于所述暗箱内并位于所述传送带的下方;所述摄像头设置于所述暗箱内并位于所述传送带的上方,且所述摄像头与所述主控计算机连接。

5. 根据权利要求4所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,所述光源为呈矩阵排列分布的LED光源。

6. 根据权利要求1所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,所述图像预处理模块对所述待测种子图像进行处理的过程为:

首先,采用阈值法把所述待测种子图像中包含的所有的种子分割成单个种子目标;

然后,基于四连通标记所述单个种子目标,并获得所述单个种子目标的总数;

接着,提取标记过的所述单个种子目标,并基于标记提取对应的所述单个种子目标的区域坐标,再将原图中非提取的所述单个种子目标的区域坐标的像素值变为255,提取的所述单个种子目标的区域坐标的像素值不变;

最后,以所述单个种子目标所在区域的中心坐标为中心,将原图裁剪为正方形图像,便得到所述单个种子图像。

7. 根据权利要求1所述的杂草种子的检测方法,其特征在于,在所述步骤五中,对于归为其他种类的所述单个种子图像,转由人工鉴定,并通过人工标记名称后存储至所述种子图像数据库中,所述主控计算机重新训练所述种子图像识别模型,以更新所述种子图像识别模块。

一种杂草种子的检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及粮食种子检验领域,特别涉及一种杂草种子的检测方法。

背景技术

[0002] 某些杂草种子被有意或无意混入进口粮食种子种,进入我国后,在运输、储存过程中如果发生洒落,这些杂草种子在新栖息地会进行爆发式生长繁殖,从而成为危害及其严重的杂草植物,改变原有的生物地理分布,打乱生态系统的原有结构和功能,破坏当地生态系统多样性。

[0003] 我国的种子检验检疫一直是各口岸检验检疫部门的重要工作,目前主要的检验手段是依靠化学方法和人工观察,任务繁重,效率低,严重影响货物的通关效率。因此,目前迫切需要开发一种新的自动检测技术,以能够快速、精准、定量地检测粮食种子中混杂的杂草种子。

[0004] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种杂草种子的检测方法,从而克服现有的对于粮食种子中混入的杂草种子的检验效率较低的缺点。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种杂草种子的检测方法,其中,包括以下步骤:步骤一,通过种子输送装置把待检测的种子向前输送经过图像采集装置,以通过所述图像采集装置采集待测种子图像,并把采集到的所述待测种子图像输送给主控计算机;步骤二,所述主控计算机通过图像预处理模块对所述图像采集装置采集到的所述待测种子图像进行处理,把所述待测种子图像中包含的所有种子分割成单个种子图像;步骤三,在所述主控计算机上通过人工标记采集到的其中一个所述待测种子图像的所有的所述单个种子图像的名称,以构成种子图像数据库;步骤四,所述主控计算机通过训练模块以所述种子图像数据库作为训练集来训练种子图像识别模型,训练好的所述种子图像识别模型即为种子图像识别模块;步骤五,所述主控制计算机通过所述种子图像识别模块识别其他所述待测种子图像的所有的所述单个种子图像;对于所述单个种子图像并非属于所述种子图像数据库中的任何一类,归为其他种类;以及步骤六,所述主控制计算机通过显示器对步骤五中的所述种子图像识别模块的识别结果进行显示。

[0007] 优选地,上述技术方案中,所述种子输送装置包括传送带和种子收纳箱,所述种子收纳箱位于所述传送带的后端的下方;所述图像采集装置设置于所述传送带的中部。

[0008] 优选地,上述技术方案中,所述种子输送装置还包括振动式排种器和进料斗,所述进料斗位于所述振动式排种器的前部的上方,所述振动式排种器的后端位于所述传送带的前部的上方,所述振动式排种器把种子振动分散后再输送给所述传送带。

[0009] 优选地,上述技术方案中,所述图像采集装置包括暗箱、光源以及摄像器,所述暗

箱设置于所述传送带的中部,所述传送带为透明带,所述光源设置于所述暗箱内并位于所述传送带的下方;所述摄像头设置于所述暗箱内并位于所述传送带的上方,且所述摄像头与所述主控计算机连接。

[0010] 优选地,上述技术方案中,所述光源为呈矩阵排列分布的LED光源。

[0011] 优选地,上述技术方案中,所述图像预处理模块对所述待测种子图像进行处理的过程为:首先,采用阈值法把所述待测种子图像中包含的所有种子分割成单个种子目标;然后,基于四连通标记所述单个种子目标,并获得所述单个种子目标的总数;接着,提取标记过的所述单个种子目标,并基于标记提取对应的所述单个种子目标的区域坐标,再将原图中非提取的所述单个种子目标的区域坐标的像素值变为255,提取的所述单个种子目标的区域坐标的像素值不变;最后,以所述单个种子目标所在区域的中心坐标为中心,将原图裁剪为正方形图像,便得到所述单个种子图像。

[0012] 优选地,上述技术方案中,所述种子图像识别模型是一种深度卷积神经网络模型,包括:输入层,用于读取所述图像预处理模块处理得到的所述单个种子图像;隐藏层,用于提取所述单个种子图像的特征;以及输出层,用于输出识别结果。

[0013] 优选地,上述技术方案中,在所述步骤五中,对于归为其他种类的所述单个种子图像,转由人工鉴定,并通过人工标记名称后存储至所述种子图像数据库中,所述主控计算机重新训练所述种子图像识别模型,以更新所述种子图像识别模块。

[0014] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0015] 1、本发明的主控计算机根据采集到的其中一个待测种子图像进行处理和训练来得到种子图像识别模块,再通过种子图像模块自动识别出采集到的其他待测种子图像中的种子,从而能够快速、精准和定量地识别各种杂草种子,以提高检测效率,尤其是能提高进出口检测检疫部门的杂草种子的检测效率。

[0016] 2、本发明的种子输送装置通过设置振动式排种器能够使种子目标分散,防止种子粘连重叠,以提高图像识别的准确性。

[0017] 3、本发明的传送带为透明带,且光源位于传达带的下方,可以增强采集到的待测种子图像中种子目标与背景的对比度,并减少种子阴影和种子本体对光的反射。

[0018] 4、本发明把归为其他各类的单个种子图像由人工鉴定和标记名称后又存储到种子图像数据库中,并更新种子图像识别模块,这样图像数据库会随着检测任务的增加逐渐壮大,图像识别模型所识别的种子种类也会相应增加,越到后面,人工干预会越少,如果待检测的种子图像都在数据库里的话,可以完全不需要人工干预,直接被检测出,从而大大提高检测效率。

附图说明

[0019] 图1是根据本发明杂草种子的检测方法的流程图;

[0020] 图2是根据本发明杂草种子的检测方法应用到的相关装置的结构示意图。

[0021] 主要附图标记说明:

[0022] 1-进料斗,2-振动式排种器,3-传送带,4-暗箱,5-光源,6-摄像头,7-种子收纳箱,8-主控计算机,9-种子图像识别平台,10-图像预处理模块,11-种子图像数据库,12-训练模块,13-图像识别模块,14-显示器,15-待测种子图像。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式进行详细描述,但应当理解本发明的保护范围并不受具体实施方式的限制。

[0024] 除非另有其它明确表示,否则在整个说明书和权利要求书中,术语“包括”或其变换如“包含”或“包括有”等等将被理解为包括所陈述的元件或组成部分,而并未排除其它元件或其它组成部分。

[0025] 图1至图2显示了根据本发明优选实施方式的一种杂草种子的检测方法的结构示意图,参考图1,该杂草种子的检测方法包括以下步骤:

[0026] 步骤一,通过种子输送装置把待检测的种子向前输送经过图像采集装置,以通过所述图像采集装置采集待测种子图像15,并把采集到的待测种子图像15输送给主控计算机8。参考图2,主控计算机8设置有种子图像识别平台9,种子图像识别平台9包括图像预处理模块10、种子图像数据库11、训练模块12、图像识别模块13和显示器14。种子输送装置匀速向前输送待检测的种子,图像采集装置根据种子输送装置的输送速度设定拍摄间隔时间,以在持续输送和持续采集的过程中保证采集到的待测种子图像15既不重叠也不漏拍。

[0027] 参考图2,本发明优选地,种子输送装置包括传送带3和种子收纳箱7,种子收纳箱7位于传送带3的后端的下方,图像采集装置设置于传送带3的中部,传送带3把待检测的种子向后输送经过图像采集装置,待检测的种子最后从传送带3的后端掉落到种子收纳箱7进行回收。进一步优选地,种子输送装置还包括振动式排种器2和进料斗1,进料斗1位于振动式排种器2的前部的上方,其用于把待检测种子排放给振动式排种器2,振动式排种器2的后端位于传送带3的前部的上方,振动式排种器2把种子振动分散后再输送给传送带3。本发明的种子输送装置通过设置振动式排种器2能够使种子目标分散,防止种子粘连重叠,以提高图像识别的准确性。振动式排种器2可以为一个向后下方倾斜的振动筛,种子在振动筛上一边被振动一边在重力的作用下向后下方滚动以掉落到传送带3上,当然,振动式排种器2也可以是其他能够实现相应功能的装置。本发明还优选地,图像采集装置包括暗箱4、光源5以及摄像器6,暗箱4设置于传送带3的中部,在传送带3上输送的种子经过暗箱4。传送带3为透明带,光源5设置于暗箱4内并位于传送带3的下方,优选地,光源5为呈矩阵排列分布的LED光源。摄像器6设置于暗箱4内并位于传送带3的上方,摄像器6具体可以位于暗箱4的顶部的中央位置,摄像器6与传送带3保持固定距离,以保证种子图像尺度的一致性。摄像器6与主控计算机连接8,从而把拍摄到的待测种子图像传送给主控计算机8。本发明的传送带3为透明带,且光源5位于传送带3的下方,可以增强采集到的待测种子图像中种子目标与背景的对比度,并减少种子阴影和种子本体对光的反射。

[0028] 步骤二,主控计算机8通过图像预处理模块10对图像采集装置采集到的待测种子图像15进行处理,以把待测种子图像15中包含的所有的种子分割成固定像素大小的单个种子图像。本发明优选地,图像预处理模块10对待测种子图像15进行处理的过程为:

[0029] 首先,采用阈值法把待测种子图像中包含的所有的种子分割成单个种子目标。指定一个值 a (阈值 $0 < a < 255$),待测种子图像中像素点的值大于等于 a 的变为白色(像素值=255),像素点的值小于 a 的变为黑色(像素值=0),这样就区分出种子目标和背景,从而为后面提取单个种子目标计算方便。由于背景是透明的传送带3,且光由下往上照射,这样种子图像经灰度处理后(彩色图像变灰色图像),灰度图像中种子目标明显偏暗(像素值偏小),

而背景部分明显偏亮(像素值接近255),这样便更容易区分种子目标和背景。

[0030] 然后,基于四连通标记单个种子目标,并获得单个种子目标的总数。四连通标记即把每个像素点与其前、后、左、右的四个像素点进行比较,若值相同,则像素点相互连通并被标记,相同标记的为一个连通域,如果是不同的区域,由于没有前后左右的联系,被视为新的单独的区域,这样就把各个种子和背景标记出来。

[0031] 接着,提取标记过的单个种子目标,并基于标记提取对应的单个种子目标的区域坐标,再将原图中非提取的单个种子目标的区域坐标的像素值变为255,提取的单个种子目标的区域坐标的像素值不变。

[0032] 最后,以单个种子目标所在区域的中心坐标为中心,将原图裁剪为固定像素大小的正方形图像,便得到单个种子图像。固定像素大小与种子目标所占像素最大面积相关,以保证所有种类种子目标包含在固定像素大小的图像中,固定像素大小一般选取224、112、56、28,也可调节图像采集装置与传送带3的垂直距离,以保证所有种类种子目标包含在固定像素大小的图像中。基于标签,在前面已把非指定标签区域的像素点变为白色(像素值指定=255)后,整幅图像只有指定标签部分的像素点=0,用该幅图片和原图相加(对应像素点和对应像素点值相加,大于255则=255),这样得到的图,除了指定标签的部分保持原有像素值(即单个种子),其他像素点值=255(白色),再以单个种子目标的区域坐标为中心裁剪成正方形图片(如果种子在大图的边界处,裁剪可能会造成某一方向上尺寸不足,则补255的像素点),根据实际拍摄情况指定尺寸(其他种子都按这个像素尺寸,也就是种子数据库的图像尺寸都一样),便能完全显示所有种类种子的单个种子。

[0033] 步骤三,在主控计算机8上通过人工标记采集到的其中一个待测种子图像15的所有的单个种子图像的名称,以构成种子图像数据库11。种子图像数据库11由一系列固定像素大小的单个种子图像构成,由人工标记种子图像名称,根据检测需求尽量包含待检测的所有种类的种子图像,尤其是杂草的种子图像。当然,种子图像数据库也可以是提前直接储存好满足尺寸要求的各个种类的单个种子图像。

[0034] 步骤四,主控计算机8通过训练模块12以种子图像数据库11作为训练集来训练种子图像识别模型,训练好的种子图像识别模型即为种子图像识别模块13。在训练模块进行训练时,设置种子图像识别模型的训练参数,训练参数包括训练测试比、初始学习率、学习率衰减因子、学习率衰减周期、单次训练样本数和训练次数。设置训练参数一般包括:把样本按训练测试比4:1分成训练集和测试集,学习率衰减因子为0.1,学习率衰减周期为20,初始学习率为0.01,训练批次最高次数为50,每次抽取训练集中的100个样本进行运算(全部抽取完为1个批次),每进行一次训练得到一个模型,用该模型对测试集进行测试,运算结果反馈给下一次训练,如此循环,使得模型识别种子越来越准确。

[0035] 本发明优选地,种子图像识别模型是一种深度卷积神经网络模型,包括输入层、隐藏层以及输出层,输入层用于读取图像预处理模块10处理得到的单个种子图像,隐藏层用于提取单个种子图像的特征,隐藏层一般由卷积层、激活函数、池化层、全连接层和分类层构成,输出层用于输出识别结果,识别结果的种类为种子图像数据库11中标记单个种子图像的名称和其他。

[0036] 深度卷积神经网络的具体结构为:

[0037] 输入层:data,输入是尺寸112×112×3的RGB3通道图像;

- [0038] 第二层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 7×7 ,步长2,填充;
- [0039] 第三层:激活函数reluLayer;
- [0040] 第四层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;
- [0041] 第五层:规则化层Response-nomalization Layer;
- [0042] 第六层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 5×5 ,步长2,填充;
- [0043] 第七层:激活函数reluLayer;
- [0044] 第八层:规则化层Response-nomalization Layer;
- [0045] 第九层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;
- [0046] 第十层至第三十七层:GoogLeNet的两个inception结构;
- [0047] 第三十八层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,填充;
- [0048] 第三十九层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长2,填充;
- [0049] 第四十层:激活函数reluLayer;
- [0050] 第四十一层:卷积层convolution2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长2,填充;
- [0051] 第四十二层:激活函数reluLayer;
- [0052] 第四十三层:池化层maxPooling2dLayer,函数尺寸 3×3 ,步长1,无填充;
- [0053] 第四十四层:drop层;
- [0054] 第四十五层:全连接层,10通道(数据库种子种类数N+其他类,即N+1通道);
- [0055] 第四十六层:分类层softmaxLayer;
- [0056] 输出层:classificationLayer。

[0057] 步骤五,主控制计算机8通过种子图像识别模块13识别其他待测种子图像15的所有单个种子图像;对于单个种子图像并非属于种子图像数据库中的任何一类,归为其他种类。图像识别模块13能识别种子图像数据库11中包含的所有种类种子,对于单个种子图像属非种子图像数据库11中任何一类的,则归为其他。本发明优选地,在步骤五中,对于归为其他种类的单个种子图像,转由人工鉴定,并通过人工标记名称后存储至种子图像数据库中,主控计算机8重新训练种子图像识别模型,以更新种子图像识别模块13。本发明把归为其他各类的单个种子图像由人工鉴定和标记名称后又存储到种子图像数据库11中,并更新种子图像识别模块13,这样图像数据库11会随着检测任务的增加逐渐壮大,图像识别模型13所识别的种子种类也会相应增加,越到后面,人工干预会越少,如果待检测的种子图像都在图像数据库11里的话,可以完全不需要人工干预,也不再需要重新建立图像数据库11,便直接被检测出,从而大大提高检测效率

[0058] 步骤六,主控制计算机8通过显示器14对步骤五中的种子图像识别模块13的识别结果进行显示。结果包含种子名称和数量信息。

[0059] 本发明的主控计算机8根据采集到的其中一个待测种子图像15进行处理和训练来得到种子图像识别模块13,再通过种子图像模块13自动识别出采集到的其他待测种子图像15中的种子,即通过一个待测种子图像15建立种子图像数据库11来训练得到种子图像识别模块,再对其他的待测种子图像15进行识别,从而能够快速、精准和定量地识别各种杂草种子,以提高检测效率,尤其是能提高进出口检测检疫部门的杂草种子的检测效率。

[0060] 前述对本发明的具体示例性实施方案的描述是为了说明和例证的目的。这些描述并非想将本发明限定为所公开的精确形式,并且很显然,根据上述教导,可以进行很多改变

和变化。对示例性实施例进行选择 and 描述的目的在于解释本发明的特定原理及其实际应用,从而使得本领域的技术人员能够实现并利用本发明的各种不同的示例性实施方案以及各种不同的选择和改变。本发明的范围意在由权利要求书及其等同形式所限定。

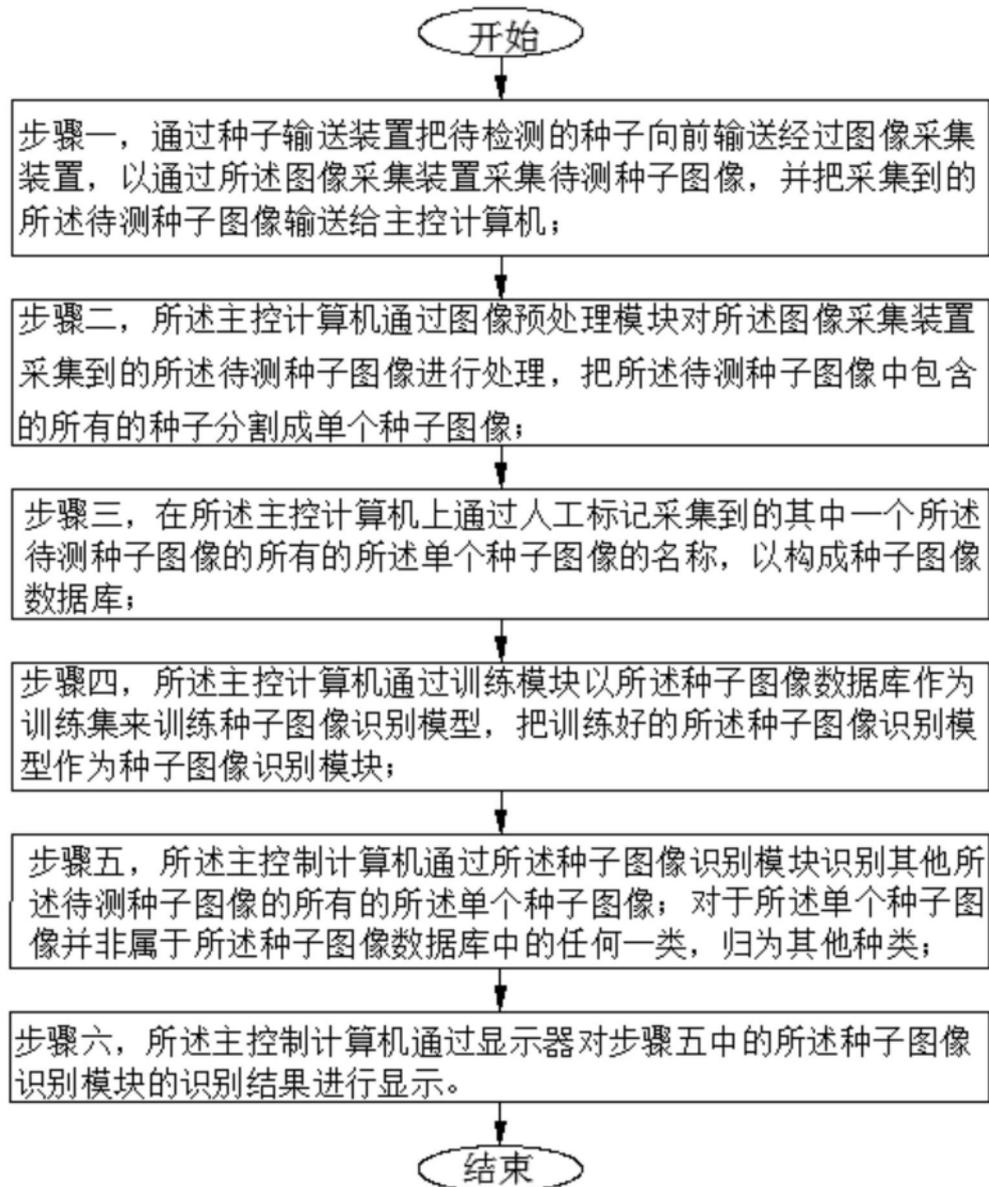


图1

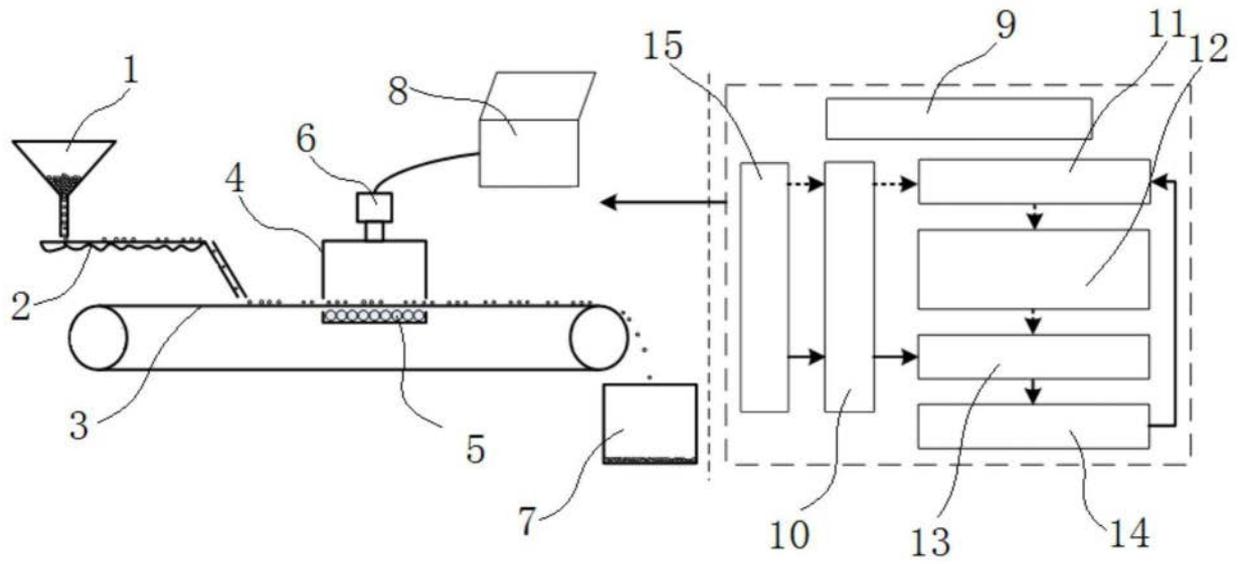


图2