



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107154049 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201710358725.1

(22) 申请日 2017.05.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107154049 A

(43) 申请公布日 2017.09.12

(73) 专利权人 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所

地址 100037 北京市海淀区中关村南大街12号

(72) 发明人 马浚诚 孙忠富 杜克明 褚金翔 郑飞翔

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王莹

(51) Int.Cl.

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/90 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 102184392 A, 2011.09.14

审查员 何守兵

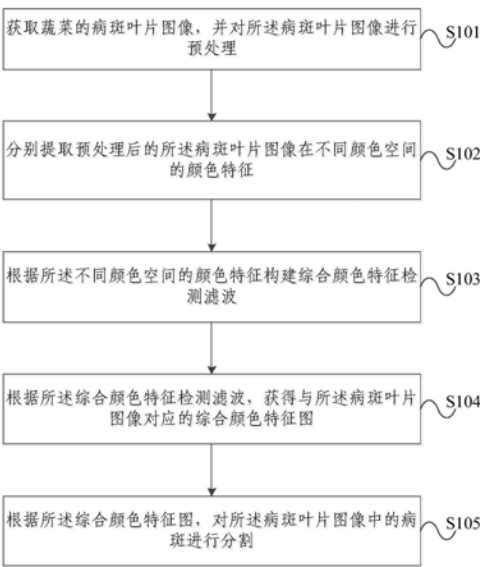
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器

(57) 摘要

本发明公开一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器。其中,所述方法包括:获取蔬菜的病斑叶片图像,并对所述病斑叶片图像进行预处理;分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征;根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波;根据所述综合颜色特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图;根据所述综合颜色特征图,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。所述服务器用于执行上述方法。本发明提供的基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器,提高了对病斑叶片图像中病斑分割的准确性。



1. 一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法,其特征在于,包括:  
 获取蔬菜的病斑叶片图像,并对所述病斑叶片图像进行预处理;  
 分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征;  
 根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波;  
 根据所述综合颜色特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图;  
 根据所述综合颜色特征图,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割;  
 所述根据所述综合颜色特征图,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割包括:  
 获取所述综合颜色特征图中初始种子点的生长位置;  
 根据所述初始种子点的生长位置,采用区域生长方法对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割;

所述预处理包括图像去噪和调整所述病斑叶片图像的尺寸;

所述分别提取预处理后的所述病斑叶片图像的在不同颜色空间的特征包括:

分别提取所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,在HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量;

具体地,提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的 $E_{xR}$ ,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量; $E_{xR}$ 根据公式 $I_{ExR}(x, y) = 1.3R(x, y) - G(x, y)$ 提取,其中,  $(x, y)$  为像素坐标,  $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ , 为RGB颜色空间  $(x, y)$  的颜色分量值;HSV颜色空间中的H分量根据公式 $H_{(x, y)} = I_H(x, y)$ 提取,其中,  $(x, y)$  为像素坐标,  $I_H(x, y)$  为HSV颜色空间中  $(x, y)$  的H分量取值;L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量根据公式 $b^*_{(x, y)} = I_{b^*}(x, y)$ 提取,其中,  $(x, y)$  为像素坐标,  $I_{b^*}(x, y)$  为L\*a\*b\*颜色空间中  $(x, y)$  的b\*分量取值;

所述根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波包括:

根据公式  $f(I; r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)} * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$  构建综合颜色特征检测滤波,其中,  $I$  为所述预处理后的所述叶片图像,  $I_{ExR}$  为RGB颜色空间的超红特征图像,  $I_{b^*}$  为L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量图像,  $I_H$  为HSV颜色空间的H分量图像,  $pb_{(r)}$  为半径为  $r$  的圆形区域均值滤波器,  $DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)}$  为标准差为  $(\sigma_H, \sigma_L)$  的高斯差分滤波器,  $\alpha$  为RGB颜色空间的超红特征参数,取值范围为  $(0, 1]$ ,  $*$  为二维离散卷积操作;其中,所述预处理后的所述叶片图像中单个像素点可以表示为  $I(x, y)$ , 所述单个像素点的所述综合颜色特征检测滤波可以表示为  $f(I(x, y); r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}(x, y)) + DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)} * I_H(x, y) + pb_{(r)} * I_{b^*}(x, y)$ , 其中,  $I_{ExR}(x, y)$  为RGB颜色空间的  $(x, y)$  的超红特征分量值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述综合颜色特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图包括:

根据公式:  $CCF = \exp(-\beta |f(I; r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$  获得所述综合颜色特征图,其中,  $CCF$  表示所述综合颜色特征图,  $\beta$  为下降速率参数,  $\alpha_R$  为R值最小时对应的  $\alpha$  值,  $R$  为  $CCF$  比率,由公式

$R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i, y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M CCF(x_j, y_j)}$  计算获得, M为受到光照影响叶片区域的像素数, N为正常叶片区域的

像素数,  $CCF(x_i, y_i)$  和  $CCF(x_j, y_j)$  为所述综合颜色特征图上像素点的CCF值, i和j为正整数。

3. 一种服务器, 其特征在于, 包括:

图像预处理模块, 用于获取蔬菜的病斑叶片图像, 并对所述病斑叶片图像进行预处理;

特征提取模块, 用于分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征;

滤波构建模块, 用于根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波;

特征图获得模块, 用于根据所述综合颜色特征检测滤波, 获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图;

病斑分割模块, 用于根据所述综合颜色特征图, 对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割;

所述病斑分割模块包括获取单元和分割单元, 其中:

所述获取单元, 用于获取所述综合颜色特征图中初始种子点的生长位置;

所述分割单元, 用于根据所述初始种子点的生长位置, 采用区域生长方法对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割;

所述预处理包括图像去噪和调整所述病斑叶片图像的尺寸;

所述特征提取模块具体用于:

分别提取所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征, 在HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量;

具体地, 提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的 $E_{xR}$ , 在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量;  $E_{xR}$ 根据公式  $I_{ExR}(x, y) = 1.3R(x, y) - G(x, y)$  提取, 其中, (x, y) 为像素坐标,  $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ , 为RGB颜色空间(x, y)的颜色分量值; HSV颜色空间中的H分量根据公式  $H_{(x, y)} = I_H(x, y)$  提取, 其中, (x, y) 为像素坐标,  $I_H(x, y)$  为HSV颜色空间中(x, y)的H分量取值; L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量根据公式  $b^*_{(x, y)} = I_{b^*}(x, y)$  提取, 其中, (x, y) 为像素坐标,  $I_{b^*}(x, y)$  为L\*a\*b\*颜色空间中(x, y)的b\*分量取值;

所述滤波构建模块具体用于:

根据公式  $f(I; r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)} * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$  构建综合颜色特征检测滤波, 其中, I为所述预处理后的所述叶片图像,  $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像,  $I_{b^*}$ 为L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量图像,  $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像,  $pb_{(r)}$ 为半径为r的圆形区域均值滤波器,  $DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)}$ 为标准差为 $(\sigma_H, \sigma_L)$ 的高斯差分滤波器,  $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数, 取值范围为(0, 1], \*为二维离散卷积操作; 其中, 所述预处理后的所述叶片图像中单个像素点可以表示为 $I(x, y)$ , 所述单个像素点的所述综合颜色特征检测滤波可以表示为  $f(I(x, y); r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}(x, y)) +$

$DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)} * I_H(x, y) + pb_{(r)} * I_{b^*}(x, y)$ , 其中,  $I_{ExR}(x, y)$ 为RGB颜色空间的(x, y)的超

红特征分量值。

4. 根据权利要求3所述的服务器,其特征在于,所述特征图获得模块具体用于:

根据公式:  $CCF = \exp(-\beta |f(I:r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$  获得所述综合颜色特征图,其中,CCF表示所述综合颜色特征图, $\beta$ 为下降速率参数, $\alpha_R$ 为R值最小时对应的 $\alpha$ 值,R为CCF比率,由公式

$$R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i, y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M CCF(x_j, y_j)}$$
 计算获得,M为受到光照影响叶片区域的像素数,N为正常叶片区域的

像素数,  $CCF(x_i, y_i)$  和  $CCF(x_j, y_j)$  为所述综合颜色特征图上像素点的CCF值,i和j为正整数。

## 一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,具体涉及一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器。

### 背景技术

[0002] 在温室蔬菜种植中,病害是造成蔬菜品质降低的主要因素之一,准确对病害进行识别诊断,对与温室蔬菜种植具有重要意义。

[0003] 对病害进行准确识别的关键是准确的获取病斑信息,基于图像分割的方法,从田间采集的叶片图像中提取病斑图像信息,是目前获取病害信息的最主要途径之一。颜色信息是区分病斑叶片与正常叶片的最直接信息,但颜色信息极易受到光照条件的影响。田间在实际情况下采集的图像,受到图像采集的背景、光照不均匀等干扰,造成采集的叶片图像中病斑的可识别度降低,造成对病斑图像判断的困难。

[0004] 因此,如何提出一种方法,能够在光照条件不均匀和叶片图像采集背景复杂等情况下,对采集到的病斑叶片图像进行处理,提高对病斑叶片图像中病斑分割的准确性,成为业界亟待解决的问题。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中的缺陷,本发明提供一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器。

[0006] 一方面,本发明提出一种基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法,包括:

[0007] 获取蔬菜的病斑叶片图像,并对所述病斑叶片图像进行预处理;

[0008] 分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征;

[0009] 根据所述不同颜色空间的特征构建综合特征检测滤波;

[0010] 根据所述综合特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合特征图;

[0011] 根据所述综合特征图,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0012] 另一方面,本发明提供一种服务器,包括:

[0013] 图像预处理模块,用于获取蔬菜的病斑叶片图像,并对所述病斑叶片图像进行预处理;

[0014] 特征提取模块,用于分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征;

[0015] 滤波构建模块,用于根据所述不同颜色空间的特征构建综合特征检测滤波;

[0016] 特征图获得模块,用于根据所述综合特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合特征图;

[0017] 病斑分割模块,用于根据所述综合特征图,对所述病斑叶片图像中的病斑进

行分割。

[0018] 本发明提供的基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法及服务器,由于能够通过对获取的病斑叶片图像进行预处理,并提取预处理后的病斑叶片图像在不同颜色空间的颜色特征,构建综合颜色特征检测滤波,获得与病斑叶片图像对应的综合颜色特征图,实现对病斑叶片图像中的病斑进行分割,提高了对病斑叶片图像中病斑分割的准确性。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的流程示意图;

[0021] 图2为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的ExR参数与CCF比率的关系图;

[0022] 图3为本发明一实施例服务器的结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0024] 图1为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的流程示意图,如图1所示,本发明提供的基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法,包括:

[0025] S101、获取蔬菜的病斑叶片图像,并对所述病斑叶片图像进行预处理;

[0026] 具体地,服务器可以通过摄像机获取到种植在温室内的蔬菜的病斑叶片图像,然后对获取到的所述病斑叶片图像进行预处理,所述预处理包括图像去噪和调整所述病斑叶片图像的尺寸,例如调整到800x600像素。其中,所述病斑叶片为叶片表面包含有病斑的叶片。

[0027] S102、分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的颜色特征;

[0028] 具体地,所述服务器在不同的颜色空间对预处理后的所述病斑叶片图像,进行颜色特征提取。例如,当光照条件相对均匀时,颜色特征,比如在RGB颜色空间中的超绿特征(Excess Green Index,以下简称ExG)和超红特征(Excess Red Index,以下简称ExR),在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量都能够实现病斑与正常叶片的区分。而一旦光照条件不均匀时,ExG和ExR容易受到影响,而所述HSV颜色空间中的H分量和所述L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量能够保持对病斑和正常叶片的区分能力。所述服务器可以提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。

[0029] S103、根据所述不同颜色空间的颜色特征构建综合颜色特征检测滤波;

[0030] 具体地,所述服务器基于所述不同颜色空间的颜色特征,构建综合颜色特征检测

滤波。本发明构建的所述综合颜色特征检测滤波包括采用高斯差分滤波 (Difference of Gaussian, 以下简称DoG) 和圆形区域均值滤波, 由于RGB颜色空间容易受到光照条件的影响, 所述综合颜色特征检测滤波中可以引入ExR参数, 从而降低光照条件不均匀情况对病斑分割质量的影响。

[0031] 例如, 基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征, HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量, 所述综合颜色特征检测率波由公式

$f(I:r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)} * I_H + pb_{(r)} * I_b$  构建, 其中, I为所述预处理后的所述叶片图像,  $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像,  $I_b$ 为L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量图像,  $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像,  $pb_{(r)}$ 为半径为r的圆形区域均值滤波器,  $DoG_{(\sigma_H, \sigma_L)}$ 为标准差为 $(\sigma_H, \sigma_L)$ 的高斯差分滤波器,  $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数, 取值范围为 $(0, 1]$ , \*为二维离散卷积操作。

[0032] S104、根据所述综合颜色特征检测滤波, 获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图;

[0033] 具体地, 所述服务器根据构建的所述综合颜色特征检测滤波, 获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图。

[0034] 例如, 基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征, HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量, 所述综合颜色特征图根据公式:  $CCF = \exp(-\beta |f(I:r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$  获得, 其中, CCF表示所述综合颜色特征图,  $\beta$ 为下降速率参数,  $\alpha_R$ 为R值

最小时对应的 $\alpha$ 值, R为CCF比率, 由公式  $R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i, y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M CCF(x_j, y_j)}$  计算获得, M为受到光照影响

叶片区域的像素数, N为正常叶片区域的像素数,  $CCF(x_i, y_i)$  和  $CCF(x_j, y_j)$  为所述综合颜色特征图上像素点的CCF值, i和j为正整数。其中, M和N可以通过人工标记获取; 可理解的是, 考虑到 $\alpha$ 的取值为 $(0, 1]$ , 为了快速地获取 $\alpha_R$ 值, 可以在 $(0, 1]$ 之间均匀地选定预设数量的 $\alpha$ , 从而计算出所述预设数量的R值, 从所述预设数量的R值中选出最小的R值, 与所述最小的R值对应的 $\alpha$ 值即为 $\alpha_R$ 。图2为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的ExR参数与CCF比率的关系图, 如图2所示, CCF比率R表明了受到光照条件的影响叶片区域CCF值与正常叶片区域的CCF值接近程度, R的取值越小, 表明受到光照条件的影响叶片区域与正常叶片区域的CCF值越接近, 光照条件的影响就越小。其中, 所述预设数量可以根据实际情况进行设定, 本发明实施例不做限定。

[0035] S105、根据所述综合颜色特征图, 对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0036] 具体地, 所述服务器根据获取的所述综合颜色特征图, 选定初始种子点在所述综合特征图中的生长位置, 采用区域生长方法, 对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。其中, 所述初始种子点在所述综合特征图中的生长位置可以由人工标定; 在对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割的过程中, 可以采用组合形态学操作, 对病斑分割的结果进行优化,

所述组合形态学的操作为  $K = [([bw \oplus S_1] \ominus S_1) \oplus S_2] \ominus S_2$ , 其中,  $\oplus$  为膨胀运算符,  $\ominus$  为腐蚀运算符, bw为二值图像,  $S_1$ 和 $S_2$ 为形态学中的结构元素。

[0037] 本发明提供的基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法, 由于能够通过对获取的病

斑叶片图像进行预处理,并提取预处理后的病斑叶片图像在不同颜色空间的特征,构建综合颜色特征检测滤波,获得与病斑叶片图像对应的综合颜色特征图,对病斑叶片图像中的病斑进行分割,提高了病斑叶片图像中病斑分割的准确性。

[0038] 在上述各实施例的基础上,进一步地,所述分别提取预处理后的所述病斑叶片图像的在不同颜色空间的特征包括:

[0039] 分别提取所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,在HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。

[0040] 具体地,当光照条件相对均匀时,RGB颜色空间中的超绿特征和超红特征,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量都能够实现病斑叶片与正常叶片的区分。而一旦光照条件不均匀时,ExG和ExR容易受到影响,而所述HSV颜色空间中的H分量和所述L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量能够保持对病斑叶片和正常叶片的区分能力。所述服务器可以提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的ExR,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。ExR根据公式 $I_{ExR}(x,y) = 1.3R(x,y) - G(x,y)$ 提取,其中,(x,y)为像素坐标,R(x,y),G(x,y),为RGB颜色空间(x,y)的颜色分量值;HSV颜色空间中的H分量根据公式 $H_{(x,y)} = I_H(x,y)$ 提取,其中,(x,y)为像素坐标, $I_H(x,y)$ 为HSV颜色空间中(x,y)的H分量取值;L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量根据公式 $b^*_{(x,y)} = I_{b^*}(x,y)$ 提取,其中,(x,y)为像素坐标, $I_{b^*}(x,y)$ 为L\*a\*b\*颜色空间中(x,y)的b\*分量取值。

[0041] 在上述各实施例的基础上,进一步地,所述根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波包括:

[0042] 根据公式 $f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG_{(\sigma_H,\sigma_L)} * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$ 构建综合颜色特征检测滤波,其中,I为所述预处理后的所述叶片图像, $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像, $I_{b^*}$ 为L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量图像, $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像, $pb_{(r)}$ 为半径为r的圆形区域均值滤波器, $DoG_{(\sigma_H,\sigma_L)}$ 为标准差为 $(\sigma_H,\sigma_L)$ 的高斯差分滤波器, $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数,取值范围为(0,1],\*为二维离散卷积操作。

[0043] 具体地,所述服务器基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量,根据公式

$f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG_{(\sigma_H,\sigma_L)} * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$ 构建所述综合颜色特征检测率波,其中,I为所述预处理后的所述叶片图像, $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像, $I_{b^*}$ 为L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量图像, $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像, $pb_{(r)}$ 为半径为r的圆形区域均值滤波器, $DoG_{(\sigma_H,\sigma_L)}$ 为标准差为 $(\sigma_H,\sigma_L)$ 的高斯差分滤波器, $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数,取值范围为(0,1],\*为二维离散卷积操作。其中,所述预处理后的所述叶片图像中单个像素点可以表示为 $I(x,y)$ ,所述单个像素点的所述综合颜色特征检测滤波可以表示为 $f(I(x,y):r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) =$

$\alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}(x,y)) + DoG_{(\sigma_H,\sigma_L)} * I_H(x,y) + pb_{(r)} * I_{b^*}(x,y)$ ,其中, $I_{ExR}(x,y)$ 为RGB颜色空间的(x,y)的超红特征分量值。

[0044] 在上述各实施例的基础上,进一步地,所述根据所述综合颜色特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图包括:



[0045] 根据公式:  $CCF = \exp(-\beta |f(I:r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$  获得所述综合颜色特征图, 其中, CCF 表示所述综合颜色特征图,  $\beta$  为下降速率参数,  $\alpha_R$  为 R 值最小时对应的  $\alpha$  值, R 为 CCF 比率, 由公式  $R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i, y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M CCF(x_j, y_j)}$  计算获得, M 为受到光照影响叶片区域的像素数, N 为正常叶片区域的

的像素数,  $CCF(x_i, y_i)$  和  $CCF(x_j, y_j)$  为所述综合颜色特征图上像素点的 CCF 值, i 和 j 为正整数。

[0046] 具体地, 所述服务器基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在 RGB 颜色空间的超红特征, HSV 颜色空间的 H 分量和在  $L^*a^*b^*$  颜色空间的  $b^*$  分量, 根据公式:  $CCF = \exp(-\beta |f(I:r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$  获得所述综合颜色特征图, 其中, CCF 表示所述综合颜色特征图,  $\beta$  为下降速率参数, 可以通过试验获得,  $\alpha_R$  为 R 值最小时对应的  $\alpha$  值, R 为 CCF 比率, 由公式  $R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i, y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^M CCF(x_j, y_j)}$

计算获得, M 为受到光照影响叶片区域的像素数, N 为正常叶片区域的像素数,  $CCF(x_i, y_i)$  和  $CCF(x_j, y_j)$  为所述综合颜色特征图上像素点的 CCF 值,  $CCF(x_i, y_i) = \exp(-\beta |f(I(x_i, y_i):r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$ ,  $CCF(x_j, y_j) = \exp(-\beta |f(I(x_j, y_j):r, \sigma_H, \sigma_L, \alpha_R)|)$ , i 和 j 为正整数。其中, M 和 N 可以通过人工标记获取; 可理解的是, 考虑到  $\alpha$  的取值为  $(0, 1]$ , 为了快速地获取  $\alpha_R$  值, 可以在  $(0, 1]$  之间均匀地选定预设数量的  $\alpha$ , 从而计算出所述预设数量的 R 值, 从所述预设数量的 R 值中选出最小的 R 值, 与所述最小的 R 值对应的  $\alpha$  值即为  $\alpha_R$ 。图 2 为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的 ExR 参数与 CCF 比率的关系图, 如图 2 所示, CCF 比率 R 表明了受到光照条件的影响叶片区域 CCF 值与正常叶片区域的 CCF 值接近程度, R 的取值越小, 表明受到光照条件的影响叶片区域与正常叶片区域的 CCF 值越接近, 光照条件的影响就越小。其中, 所述预设数量可以根据实际情况进行设定, 本发明实施例不做限定。

[0047] 在上述各实施例的基础上, 进一步地, 所述根据所述综合颜色特征图, 对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割包括:

[0048] 获取所述综合颜色特征图中, 初始种子点的生长位置;

[0049] 根据所述初始种子点的生长位置, 采用区域生长方法对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0050] 具体地, 所述服务器获取所述综合颜色特征图中, 初始种子点的生长位置, 所述初始种子点的生长位置可以有多个; 其中, 所述种子点的生长位置可以通过人工标定。所述服务器根据所述初始种子点的生长位置, 采用区域生长方法, 对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0051] 图 3 为本发明一实施例服务器的结构示意图, 如图 3 所示, 本发明提供的服务器包括图像预处理模块 301、特征提取模块 302、滤波构建模块 303、特征图获得模块 304 和病斑分割模块 305, 其中:

[0052] 图像预处理模块 301 用于获取蔬菜的病斑叶片图像, 并对所述病斑叶片图像进行预处理; 特征提取模块 302 用于分别提取预处理后的所述病斑叶片图像在不同颜色空间的特征; 滤波构建模块 303 用于根据所述不同颜色空间的特征构建综合颜色特征检测滤波; 特征图获得模块 304 用于根据所述综合颜色特征检测滤波, 获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图; 病斑分割模块 305 用于根据所述综合颜色特征图, 对所述病斑叶

片图像中的病斑进行分割。

[0053] 具体地,图像预处理模块301可以通过摄像机获取到种植在温室内的蔬菜的病斑叶片图像,然后对获取到的所述病斑叶片图像进行预处理,所述预处理包括图像去噪和调整所述病斑叶片图像的尺寸,例如调整到800x600像素。其中,所述病斑叶片为叶片表面包含有病斑的叶片。

[0054] 特征提取模块302在不同的颜色空间对预处理后的所述病斑叶片图像,进行颜色特征提取。例如,当光照条件相对均匀时,颜色特征,比如在RGB颜色空间中的超绿特征和超红特征,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量都能够实现病斑叶片与正常叶片的区分。而一旦光照条件不均匀时,ExG和ExR容易受到影响,而所述HSV颜色空间中的H分量和所述L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量能够保持对病斑叶片和正常叶片的区分能力。所述服务器可以提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。

[0055] 滤波构建模块303基于所述不同颜色空间的特征,构建综合颜色特征检测滤波。本发明构建的所述综合颜色特征检测滤波包括采用高斯差分滤波和圆形区域均值滤波,由于RGB颜色空间容易受到光照条件的影响,所述综合颜色特征检测滤波中可以引入ExR参数,从而降低光照条件不均匀情况对病斑分割质量的影响。

[0056] 特征图获得模块304根据构建的所述综合颜色特征检测滤波,获得与所述病斑叶片图像对应的综合颜色特征图。

[0057] 病斑分割模块305根据获取的所述综合颜色特征图,选定初始种子点在所述综合特征图中的生长位置,采用区域生长方法,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。其中,所述初始种子点在所述综合特征图中的生长位置可以由人工标定;在对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割的过程中,可以采用组合形态学操作,对病斑分割的结果进行优化,所述组合形态学的操作为 $K = \left[ \left[ [bw \oplus S_1] \ominus S_1 \right] \oplus S_2 \right] \ominus S_2$ ,其中, $\oplus$ 为膨胀运算符, $\ominus$ 为腐蚀运算符,bw为二值图像, $S_1$ 和 $S_2$ 为形态学中的结构元素。

[0058] 本发明提供的服务器,由于能够通过对获取的病斑叶片图像进行预处理,并提取预处理后的病斑叶片图像在不同颜色空间的特征,构建综合颜色特征检测滤波,获得与病斑叶片图像对应的综合颜色特征图,实现对病斑叶片图像中的病斑进行分割,提高了对病斑叶片图像中病斑分割的准确性。

[0059] 在上述实施例的基础上,进一步地,特征提取模块302具体用于:

[0060] 分别提取所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,HSV颜色空间的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。

[0061] 具体地,当光照条件相对均匀时,RGB颜色空间中的超绿特征和超红特征,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量都能够实现病斑叶片与正常叶片的区分。而一旦光照条件不均匀时,ExG和ExR容易受到影响,而所述HSV颜色空间中的H分量和所述L\*a\*b\*颜色空间中的b\*分量能够保持对病斑叶片和正常叶片的区分能力。特征提取模块302可以提取预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的ExR,在HSV颜色空间中的H分量和在L\*a\*b\*颜色空间的b\*分量。ExR根据公式 $I_{ExR}(x,y) = 1.3R(x,y) - G(x,y)$ 提取,其中,(x,y)为像素坐标, $R(x,y)$ , $G(x,y)$ 为RGB颜色空间(x,y)的颜色分量值;HSV颜色空间中的H

分量根据公式 $H_{(x,y)} = I_H(x,y)$ 提取,其中, $(x,y)$ 为像素坐标, $I_H(x,y)$ 为HSV颜色空间中 $(x,y)$ 的H分量取值; $L*a*b*$ 颜色空间中的 $b^*$ 分量根据公式 $b^*_{(x,y)} = I_{b^*}(x,y)$ 提取,其中, $(x,y)$ 为像素坐标, $I_{b^*}(x,y)$ 为 $L*a*b*$ 颜色空间中 $(x,y)$ 的 $b^*$ 分量取值。

[0062] 在上述各实施例的基础上,进一步地,滤波构建模块303具体用于:

[0063] 根据公式 $f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG(\sigma_H,\sigma_L) * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$ 构建综合颜色特征检测滤波,其中, $I$ 为所述预处理后的所述叶片图像, $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像, $I_{b^*}$ 为 $L*a*b*$ 颜色空间的 $b^*$ 分量图像, $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像, $pb_{(r)}$ 为半径为 $r$ 的圆形区域均值滤波器, $DoG(\sigma_H,\sigma_L)$ 为标准差为 $(\sigma_H,\sigma_L)$ 的高斯差分滤波器, $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数,取值范围为 $(0,1]$ , $*$ 为二维离散卷积操作。

[0064] 具体地,滤波构建模块303基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,HSV颜色空间的H分量和在 $L*a*b*$ 颜色空间的 $b^*$ 分量,根据公式

$f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}) + DoG(\sigma_H,\sigma_L) * I_H + pb_{(r)} * I_{b^*}$ 构建所述综合颜色特征检测率波,其中, $I$ 为所述预处理后的所述叶片图像, $I_{ExR}$ 为RGB颜色空间的超红特征图像, $I_{b^*}$ 为 $L*a*b*$ 颜色空间的 $b^*$ 分量图像, $I_H$ 为HSV颜色空间的H分量图像, $pb_{(r)}$ 为半径为 $r$ 的圆形区域均值滤波器, $DoG(\sigma_H,\sigma_L)$ 为标准差为 $(\sigma_H,\sigma_L)$ 的高斯差分滤波器, $\alpha$ 为RGB颜色空间的超红特征参数,取值范围为 $(0,1]$ , $*$ 为二维离散卷积操作。其中,所述预处理后的所述叶片图像中单个像素点可以表示为 $I(x,y)$ ,所述单个像素点的所述综合颜色特征检测滤波可以表示为 $f(I(x,y):r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha) = \alpha(pb_{(r)} * I_{ExR}(x,y)) + DoG(\sigma_H,\sigma_L) * I_H(x,y) + pb_{(r)} * I_{b^*}(x,y)$ ,其中, $I_{ExR}(x,y)$ 为RGB颜色空间的 $(x,y)$ 的超红特征分量值。

[0065] 在上述各实施例的基础上,进一步地,特征图获得模块304具体用于:

[0066] 根据公式: $CCF = \exp(-\beta |f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha_R)|)$ 获得所述综合颜色特征图,其中,CCF表示所述综合颜色特征图, $\beta$ 为下降速率参数, $\alpha_R$ 为R值最小时对应的 $\alpha$ 值,R为CCF比率,由公

式 $R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i,y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N CCF(x_j,y_j)}$ 计算获得,M为受到光照影响叶片区域的像素数,N为正常叶片区域的像素数,CCF $(x_i,y_i)$ 和CCF $(x_j,y_j)$ 为所述综合颜色特征图上像素点的CCF值, $i$ 和 $j$ 为正整数。

[0067] 具体地,特征图获得模块304基于所述预处理后的所述病斑叶片图像在RGB颜色空间的超红特征,HSV颜色空间的H分量和在 $L*a*b*$ 颜色空间的 $b^*$ 分量,根据公式: $CCF = \exp(-\beta |f(I:r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha_R)|)$ 获得所述综合颜色特征图,其中,CCF表示所述综合颜色特征图, $\beta$ 为下降速率参数,可以通过试验获得, $\alpha_R$ 为R值最小时对应的 $\alpha$ 值,R为CCF比率,由公式

$R = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M CCF(x_i,y_i)}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N CCF(x_j,y_j)}$ 计算获得,M为受到光照影响叶片区域的像素数,N为正常叶片区域的像素数,CCF $(x_i,y_i)$ 和CCF $(x_j,y_j)$ 为所述综合颜色特征图上像素点的CCF值,CCF $(x_i,y_i) = \exp(-\beta |f(I(x_i,y_i):r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha_R)|)$ ,CCF $(x_j,y_j) = \exp(-\beta |f(I(x_j,y_j):r,\sigma_H,\sigma_L,\alpha_R)|)$ , $i$ 和 $j$ 为正整数。其中,M和N可以通过人工标记获取;可理解的是,考虑到 $\alpha$ 的取值为 $(0,1]$ ,为了快速地获取 $\alpha_R$ 值,可以在 $(0,1]$ 之间均匀地选定预设数量的 $\alpha$ ,从而计算出所述预设数量的R

值,从所述预设数量的R值中选出最小的R值,与所述最小的R值对应的 $\alpha$ 值即为 $\alpha_R$ 。图2为本发明一实施例基于颜色信息的蔬菜叶片病斑分割方法的ExR参数与CCF比率的关系图,如图2所示,CCF比率R表明了受到光照条件的影响叶片区域CCF值与正常叶片区域的CCF值接近程度,R的取值越小,表明受到光照条件的影响叶片区域与正常叶片区域的CCF值越接近,光照条件的影响就越小。其中,所述预设数量可以根据实际情况进行设定,本发明实施例不做限定。

[0068] 在上述各实施例的基础上,进一步地,病斑分割模块305包括获取单元和分割单元,其中:

[0069] 所述获取单元用于获取所述综合颜色特征图中初始种子点的生长位置;所述分割单元用于根据所述初始种子点的生长位置,采用区域生长方法对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0070] 具体地,所述获取单元获取所述综合颜色特征图中,初始种子点的生长位置,所述初始种子点的生长位置可以有多个;其中,所述种子点的生长位置可以通过人工标定。所述分割单元根据所述初始种子点的生长位置,采用区域生长方法,对所述病斑叶片图像中的病斑进行分割。

[0071] 本发明提供的服务器的实施例具体可以用于执行上述各方法实施例的处理流程,其功能在此不再赘述,可以参照上述方法实施例的详细描述。

[0072] 以上所描述的服务器实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0073] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0074] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

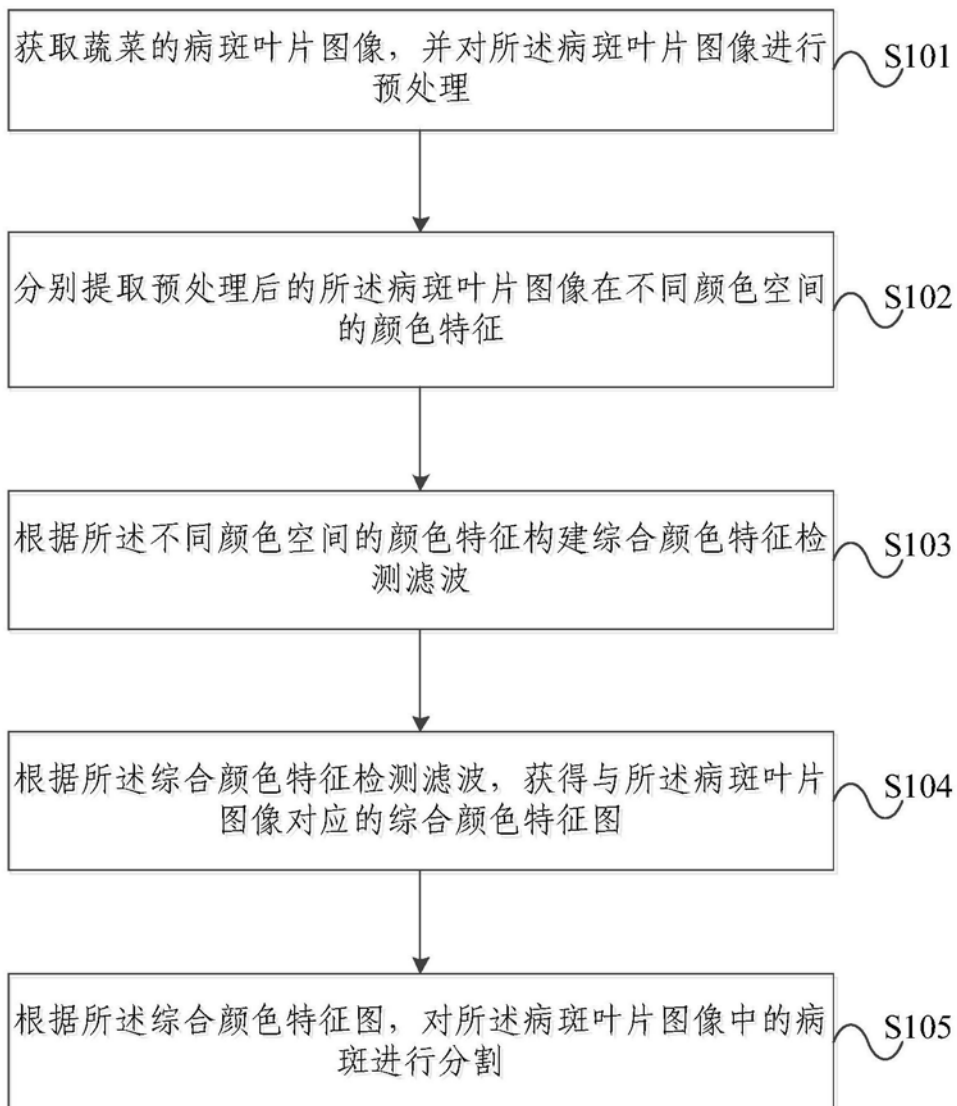


图1

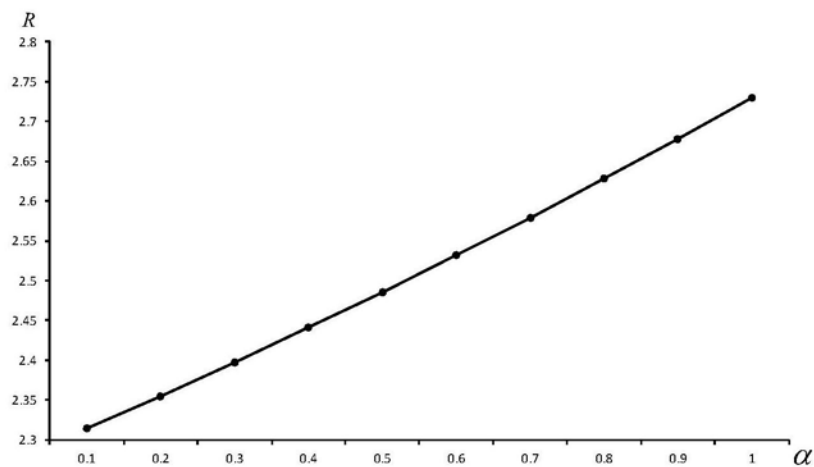


图2

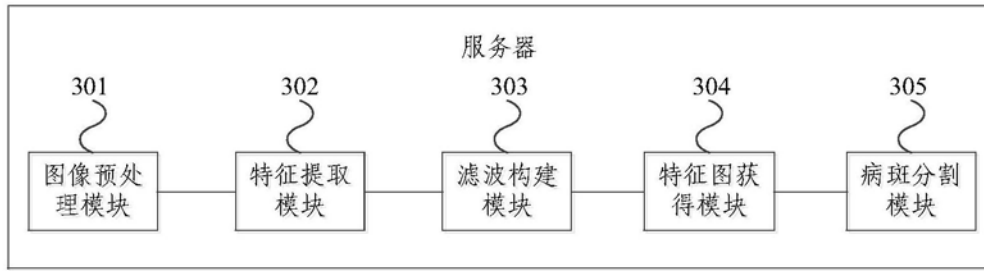


图3