



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114742748 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 12

(21) 申请号 202210177573.6

(22) 申请日 2022.02.25

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100022 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 李建强 文棚增

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

专利代理师 郑朝然

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06K 9/62 (2022.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/25 (2022.01)

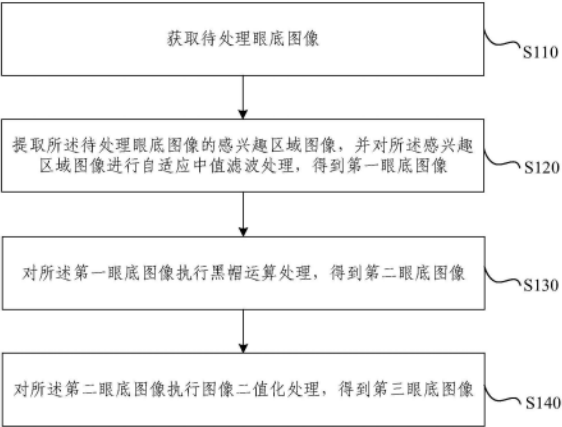
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备
及介质

(57) 摘要

本发明提供一种眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备及介质,所述眼底图像处理方法包括:获取待处理眼底图像;提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。本发明提供的眼底图像处理方法,基于眼底图像实现了对眼底血管特征的精准采集,进而基于该血管特征实现对患者是否为高度近视的准确判断。



1. 一种眼底图像处理方法,其特征在于,包括:

获取待处理眼底图像;

提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;

对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;

对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

2. 根据权利要求1所述的眼底图像处理方法,其特征在于,所述提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,具体包括:

对所述待处理眼底图像执行灰度处理,得到灰度眼底图像;

基于所述灰度眼底图像和第一预设阈值区间提取所述感兴趣区域图像对应的第一掩膜图像;

基于所述第一掩膜图像对所述待处理眼底图像执行与运算,得到所述感兴趣区域图像。

3. 根据权利要求1所述的眼底图像处理方法,其特征在于,在所述对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像之前,所述方法还包括:降低所述第一眼底图像的像素。

4. 根据权利要求1所述的眼底图像处理方法,其特征在于,在所述对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像之前,所述方法还包括:基于第二预设阈值区间提取所述第二眼底图像的第二掩膜图像,并基于所述第二掩膜图像对所述第二眼底图像执行与运算。

5. 一种基于权利要求1-4中任一项所述眼底图像处理方法的的眼底图像分类方法,其特征在于,包括:

将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;

其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

6. 一种眼底图像处理装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取待处理眼底图像;

提取模块,用于提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;

黑帽运算模块,用于对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;

二值化处理模块,用于对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

7. 一种眼底图像分类装置,其特征在于,包括:

分类模块,用于将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;

其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

8. 一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运

行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1至4任一项所述眼底图像处理方法的步骤或实现如权利要求5所述眼底图像分类方法的步骤。

9.一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至4任一项所述眼底图像处理方法的步骤或实现如权利要求5所述眼底图像分类方法的步骤。

10.一种计算机程序产品,所计算机程序产品包括有计算机程序,其特征在于,该计算机程序被处理器执行时实现根据权利要求1至4任一项所述眼底图像处理方法的步骤或实现如权利要求5所述眼底图像分类方法的步骤。

眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗技术领域,尤其涉及一种眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备及介质。

背景技术

[0002] 眼底图像是眼科中通过眼底照相机获得的一种诊断影像,通过对眼底图像的分析处理可以得出患者的近视情况。

[0003] 眼底图像的分析在现有技术中主要为人工进行,由于人工的分析带有较强的主观性,因此人工分析的准确性和一致性难以得到很好的保证。同时人力成本也越来越高,因此自动分析技术在对眼底图像的分析过程中具有更好的客观性,同时还可以大幅降低人工成本。

发明内容

[0004] 本发明提供一种眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备及介质,用于解决现有技术中存在的技术问题。

[0005] 本发明提供一种眼底图像处理方法,包括:

[0006] 获取待处理眼底图像;

[0007] 提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;

[0008] 对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;

[0009] 对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0010] 根据本发明提供的眼底图像处理方法,所述提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,具体包括:

[0011] 对所述待处理眼底图像执行灰度处理,得到灰度眼底图像;

[0012] 基于所述灰度眼底图像和第一预设阈值区间提取所述感兴趣区域图像对应的第一掩膜图像;

[0013] 基于所述第一掩膜图像对所述待处理眼底图像执行与运算,得到所述感兴趣区域图像。

[0014] 根据本发明提供的眼底图像处理方法,在所述对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像之前,所述方法还包括:降低所述第一眼底图像的像素。

[0015] 根据本发明提供的眼底图像处理方法,在所述对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像之前,所述方法还包括:基于第二预设阈值区间提取所述第二眼底图像的第二掩膜图像,并基于所述第二掩膜图像对所述第二眼底图像执行与运算。

[0016] 本发明提供一种眼底图像分类方法,包括:

[0017] 将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;

[0018] 其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0019] 本发明提供一种眼底图像处理装置,包括:

[0020] 获取模块,用于获取待处理眼底图像;

[0021] 提取模块,用于提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;

[0022] 黑帽运算模块,用于对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;

[0023] 二值化处理模块,用于对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0024] 本发明提供一种眼底图像分类装置,包括:

[0025] 分类模块,用于将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;

[0026] 其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0027] 本发明还提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现如上述任一种所述眼底图像处理方法的步骤或眼底图像分类方法的步骤。

[0028] 本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述眼底图像处理方法的步骤或眼底图像分类方法的步骤。

[0029] 本发明还提供一种计算机程序产品,所计算机程序产品包括有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述眼底图像处理方法的步骤或眼底图像分类方法的步骤。

[0030] 本发明提供的眼底图像处理方法、分类方法、装置、电子设备及介质,通过对眼底图像依次执行获取感兴趣区域图像、黑帽运算处理和图像二值化处理,最终得到第三眼底图像,该第三眼底图像具有清晰明确的眼底血管特征,基于该血管特征实现对患者是否为高度近视的准确判断;同时,利用基于图像处理方法得到的第三眼底图像训练神经网络得到图像分类模型,该图像分类模型基于残差网络确定待分类眼底图像对应的图像类别,即高度近视或者非高度近视,基于此可以避免出现因为神经网络过深导致的梯度消失问题,进一步确保图像分类模型对待分类眼底图像的精准分类,实现对患者是否为高度近视的精准判断。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明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。

- [0032] 图1是本发明提供的眼底图像处理方法的流程示意图；
- [0033] 图2是本发明提供的眼底图像分类方法的流程示意图；
- [0034] 图3是本发明提供的提取感兴趣区域图像的流程示意图；
- [0035] 图4是本发明提供的执行自适应中值滤波处理的流程示意图；
- [0036] 图5是本发明提供的执行黑帽变换处理的流程示意图；
- [0037] 图6是本发明提供的执行图像二值化处理的流程示意图；
- [0038] 图7是本发明提供的图像分类模型的结构示意图；
- [0039] 图8是本发明提供的眼底图像处理装置的结构示意图；
- [0040] 图9是本发明提供的眼底图像分类装置的结构示意图；
- [0041] 图10是本发明提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0042] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明中的附图，对本发明中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作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。

[0043] 图1是本发明提供的眼底图像处理方法的流程示意图，如图1所示，所述方法包括：

[0044] S110，获取待处理眼底图像；

[0045] S120，提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像，并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理，得到第一眼底图像；

[0046] S130，对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理，得到第二眼底图像；

[0047] S140，对所述第二眼底图像执行图像二值化处理，得到第三眼底图像。

[0048] 需要说明的是，通过眼底照相机获取患者眼球的眼底图像，即为待处理眼底图像。

[0049] 对于通过眼底照相机获得的眼底图像同时包括眼球区域和非眼球区域，为了解决非眼球区域的干扰，将眼底图像中的眼球区域作为感兴趣区域(ROI区域)并进行对应获取，得到感兴趣区域图像；对感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理，得到第一眼底图像；图像的自适应中值滤波处理是一种非线性平滑技术，可将图像中每一像素点的灰度值设置为该点某邻域窗口内的所有像素点灰度值的中值，主要用于实现降噪。

[0050] 对第一眼底图像进行黑帽运算处理，得到第二眼底图像；图像的黑帽运算处理时图像闭运算操作减去原始图像的结果，得到图像内部的小孔，或者前景色中的小黑点，其对应公式为黑帽运算=闭运算图像-原始图像。

[0051] 对第二图像执行图像二值化处理，得到第三眼底图像；图像二值化处理就是将图像上的像素点的灰度值设置为0或者255，也就是将整个图像呈现出黑白效果。

[0052] 本发明提供的眼底图像处理方法，通过对眼底图像依次执行获取感兴趣区域图像、黑帽运算处理和图像二值化处理，最终得到第三眼底图像，该第三眼底图像具有清晰明确的眼底血管特征，基于该血管特征实现对患者是否为高度近视的准确判断；同时利用基于上述处理过程得到的第三眼底图像对图像分类模型进行训练，可以提高图像分类模型的分类精度和分类效率。

[0053] 根据本发明提供的眼底图像处理方法，在本发明中，所述提取所述待处理眼底图

像的感兴趣区域图像,具体包括:

[0054] 对所述待处理眼底图像执行灰度处理,得到灰度眼底图像;

[0055] 基于所述灰度眼底图像和第一预设阈值区间提取所述感兴趣区域图像对应的第一掩膜图像;

[0056] 基于所述第一掩膜图像对所述待处理眼底图像执行与运算,得到所述感兴趣区域图像。

[0057] 需要说明的是,利用眼底照相机获得的待处理眼底图像是RGB格式,为了方便对眼底图像的后续处理,对待处理眼底图像执行灰度处理,得到灰度眼底图像。因为在待处理眼底图像中,对于非眼球区域的灰度值在0-10范围内,所以将待处理眼底图像整体的阈值区间调整为10-255,即第一预设阈值区间,得到第一掩膜图像(Mask图像),然后根据得到的第一掩膜图像对待处理眼底图像进行与运算,使得待处理眼底图像的非眼球区域的灰度值为0,即最终得到感兴趣区域图像。

[0058] 本发明提供的眼底图像处理方法,通过对待处理眼底图像依次执行灰度处理、获取掩膜图像以及最终的与运算,得到感兴趣区域图像,基于此,排除了待处理眼底图像中非眼球区域图像的干扰,实现了对待处理眼底图像的降噪处理。

[0059] 根据本发明提供的眼底图像处理方法,在本发明中,在所述对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像之前,所述方法还包括:降低所述第一眼底图像的像素。

[0060] 需要说明的是,第一眼底图像的像素值较高,常见像素为 3120×2960 ,而在对图像执行黑帽运算处理的过程中,图像的像素值越高,其黑帽运算效率越低,且容易处理运算错误;基于此,在执行黑帽运算处理之前,降低第一眼底图像的像素值,以提高黑帽运算效率,常将第一眼底图像的像素值调整为 624×624 。

[0061] 本发明提供的眼底图像处理方法,通过降低第一眼底图像的像素值,提高了第一眼底图像在执行黑帽运算时的运算效率,实现了对第二眼底图像的快速获取。

[0062] 根据本发明提供的眼底图像处理方法,在本发明中,在所述对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像之前,所述方法还包括:基于第二预设阈值区间提取所述第二眼底图像的第二掩膜图像,并基于所述第二掩膜图像对所述第二眼底图像执行与运算。

[0063] 需要说明的是,在对第一眼底图像执行黑帽运算后得到第二眼底图像,第二眼底图像中存在有密集的噪声,为了确保第二眼底图像的洁净度,避免噪声对第二眼底图像中血管特征的干扰,将第二眼底图像整体的阈值区间调整为13-100,即第二预设阈值区间,得到第二掩膜图像,并利用得到的第二掩膜图像对第二眼底图像执行与运算,得到消除噪声干扰的第二眼底图像。

[0064] 本发明提供的眼底图像处理方法,通过基于第二预设阈值区间获取第二眼底图像的掩膜图像,并利用该掩膜图像对第二眼底图像执行与运算,最终得到消除噪声的第二眼底图像,基于此,实现了对第二眼底图像的降噪过程,有利于后续更为准确的获取眼底图像中的血管图像。

[0065] 图2是本发明提供的眼底图像分类方法的流程示意图,如图2所示,所述方法包括:

[0066] S210,将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图

像类别；

[0067] 其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0068] 需要说明的是,对于眼底图像的分类神经网络需要具备一定的深度,使神经网络能对提取到的复杂的血管特征图像有更好的拟合效果,但是网络越深,越容易出现梯度消失等现象进而导致拟合效果不佳,基于上述问题,使用残差连接的ResNet网络用于最后的图像分类模型的学习。

[0069] 与此同时,利用第三眼底图像和与第三眼底图像对应的诊断标签组成的样本图像集对残差连接的ResNet网络进行训练,最终得到图像分类模型,需要注意的是,在经过眼底图像处理得到第三眼底图像后,由专业医师将获取的第三眼底图像进行诊断得到诊断标签,并将诊断标签与第三眼底图像进行一一对应,得到样本图像集。

[0070] 由于第三眼底图像是待处理眼底图像依次经过感兴趣区域获取、黑帽运算以及图像二值化处理得到的,所以第三眼底图像已经进行了充分的降噪处理和血管特征图像的增强处理,基于此可以使训练得到的图像分类模型具有优异的眼底图像分类功能,实现对待分类眼底图像的快速精准分类,进而最终得出患者是否为高度近视的结果。本发明提供的眼底图像分类方法,通过利用基于图像处理方法得到的第三眼底图像,然后利用第三眼底图像和与第三眼底图像对应的诊断标签组成的样本图像集训练神经网络得到图像分类模型,该图像分类模型基于残差网络确定待分类眼底图像对应的图像类别,即高度近视或者非高度近视,基于此可以避免出现因为神经网络过深导致的梯度消失问题,进一步确保图像分类模型对待分类眼底图像的精准分类,实现对患者是否为高度近视的精准判断。

[0071] 图3是本发明提供的提取感兴趣区域图像的流程示意图,如图3所示,从上至下依次表示眼底照相机拍摄的待处理眼底图像、第一掩膜图像和感兴趣区域图像,从图中可以看出,感兴趣区域图像的非眼球区域图像的各个通道的阈值均已调整为0,即非眼球区域图像部分整体显示纯黑色,不再显示具体的图像细节,即上述过程实现了对待处理眼底图像中感兴趣区域图像的获取。

[0072] 图4是本发明提供的执行自适应中值滤波处理的流程示意图,如图4所示,从上至下依次为感兴趣区域图像和第一眼底图像,从图中可以看出第一眼底图像中的噪声远少于感兴趣区域图像,即通过自适应中值滤波处理实现了对感兴趣区域的降噪过程。

[0073] 需要说明的是,当噪声出现的概率比较高时,通用的自适应中值滤波处理过程不能达到良好的预期效果,故在本申请实施例中通过动态地改变自适应中值滤波器的窗口尺寸来对感兴趣区域图像进行滤波处理,实现同时兼顾降噪和保护图像细节的目的,具体过程如下:

[0074] 预定义符号 F_{xy} 为滤波器作用域,中心点为 P_{xy} ,即图像中 (x,y) 坐标像素点; F_{max} 为 F_{xy} 的最大窗口尺寸, $N_{mid}, N_{min}, N_{max}$,分别为 F_{xy} 中所有灰度的中间值,最小值与最大值。

[0075] 输入:滤波器作用域内的矩阵,输出:像素值;

[0076] 入口函数A:令 $a_1 = N_{mid} - N_{min}, a_2 = N_{mid} - N_{max}$,

[0077] 判断:若 $a_1 > a_2$ 且 $a_2 < 0$,则跳转到函数B;否则增大 F_{xy} 尺寸,

[0078] 判断:若满足 $F_{xy} \leq F_{max}$,重复函数A,否则输出 N_{mid} ,

[0079] 输出函数B: 令 $b_1 = P_{xy} - N_{\min}$, $b_2 = P_{xy} - N_{\max}$,

[0080] 判断: 若满足 $b_1 > 0$ 且 $b_2 < 0$, 输出 P_{xy} , 否则输出 N_{mid} 。

[0081] 图5是本发明提供的执行黑帽变换处理的流程示意图, 如图5所示, 从上至下依次为第一眼底图像和第二眼底图像, 从图中可以看出黑帽运算后得到的第二眼底图像突出了比第一眼底图像轮廓周围区域更暗的区域, 即突出了血管特征图像。

[0082] 黑帽运算的具体过程为: ①膨胀: 首先定义一个结构元素, 本实施例中使用的是十字结构元素, 即0/1组成的十字矩阵 (另外则是圆形以及矩形结构元素), 默认中心为锚点, 沿图像矩阵滑动, 取锚点邻域内最大值替代锚点灰度值; ②腐蚀: 同理膨胀过程, 但是需要取锚点邻域内最小值替代锚点灰度值; ③最终利用闭运算减去原始图像。

[0083] 对应的计算过程为: 预定义: B_{Hat} 为黑帽变换, $C(I_{\text{origin}}, E)$ 为闭运算函数, 其中, I_{origin} 表示原图, E 为Mask矩阵以辅助函数完成形态学操作, 其计算公式如下: $B_{\text{Hat}} = C(I_{\text{origin}}, E) - I_{\text{origin}}$, 其中, 闭运算的过程即对图像先膨胀运算、后腐蚀运算的过程。

[0084] 图6是本发明提供的执行图像二值化处理的流程示意图, 如图6所示, 从上至下依次为第二眼底图像、降噪后的第二眼底图像以及第三眼底图像, 图中可以看出, 第三眼底图像中的血管特征图像清晰可见, 易于辨识分析。

[0085] 在本发明实施例中, 图像的二值化处理采用模糊C均值算法 (Fuzzy C-means, 简称FCM算法), 具体为:

[0086] 定义隶属度函数 $\mu_A(X)$: 表示 X 隶属于集合 A 的程度的函数, 取值范围为 $[0, 1]$, 在空间域 X 内, 对有限个对象 X_i 的模糊集合 A' 可以表示为:

[0087] $A' = \{\mu_A(X) | X_i \in X\}$, 图像上即定义为隶属度矩阵 M 。

[0088] 为了使模糊聚类的目标函数达到最优解, 在隶属度 $\sum_{k=0}^n \mu_k = 1$ 的约束条件下, 用拉格朗日方法并求解 (具体求解过程省略) 得到聚类中心, 从而更新划分矩阵 (隶属度矩阵: 表示 X 隶属于 A 集合的程度) 并获得目标函数值, 整体上即通过优化目标函数得到每个样本点对于所有类别中心的隶属度, 从而对样本进行自动分类。

[0089] 隶属度因子实验中取2; 闵可夫斯基距离是衡量数值点之间距离的一种非常常见的方法, 在笛卡尔坐标系下定义为: $\left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{1/p}$, 当 $P=2$ 时, 得到欧氏距离。

[0090] FCM算法如下:

[0091] 字符定义: 聚类类别数为 θ , 迭代停止阈值为 α , 初始化聚类中心记为 T 、隶属度矩阵记为 M , 迭代计数器为 t , N 取决于图像大小, β 为隶属度因子, $|| \cdot ||$ 表示欧氏距离。

[0092] From $t \rightarrow \alpha$:

[0093] Step1: 根据如下公式更新聚类中心 T :

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^n (M_{ij})^\beta x_j}{\sum_{j=1}^n (M_{ij})^\beta}$$

[0095] Step2: 对于样本 $X_{i,j}$, 根据如下公式更新矩阵 M :

$$[0096] \quad M_{ij} = \left[\sum_{k=1}^{\theta} \left(\frac{\|x_j - t_i\|}{\|x_j - t_k\|} \right)^{\frac{1}{\beta-1}} \right]^{-1}$$

[0097] Step3:根据如下公式计算目标函数值J:

$$[0098] \quad J = \sum_{i=1}^{\theta} \sum_{k=1}^n M_{ij}^{\beta} \|x_k - T_i\|^{\beta}$$

[0099] 对图像聚类划分,从隶属矩阵中选择每列的最大值作为相应点的归属域并保存聚类结果R,最终根据聚类结果R和聚类中心T构建二值化图像。

[0100] 图7是本发明提供的图像分类模型的结构示意图,如图7所示,图中所出现的每一个数值组合代表图像参数,具体意义为图像长度×图像宽度×通道数,以待分类眼底图像为例 $224 \times 224 \times 3$ 即表示待分类眼底图像的长度和宽度均为224,通道数为3。

[0101] 将待分类眼底图像输入到图像分类模型中,依次经过卷积层、池化层和多个卷积块,其中,在卷积层中的图像参数为 $112 \times 112 \times 64$,在池化层中的图像参数为 $56 \times 56 \times 64$,在各个卷积块中的图像参数依次为 $56 \times 56 \times 64$ 、 $28 \times 28 \times 128$ 、 $14 \times 14 \times 256$ 、 $7 \times 7 \times 512$ 以及 $1 \times 1 \times 512$,最终经过全连接层输出分类结果:高度近视或者非高度近视。

[0102] 图8是本发明提供的眼底图像处理装置的结构示意图,如图7所示,所述装置800包括:

[0103] 获取模块810,用于获取待处理眼底图像;

[0104] 提取模块820,用于提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;

[0105] 黑帽运算模块830,用于对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;

[0106] 二值化处理模块840,用于对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0107] 本发明提供的眼底图像处理装置,通过对眼底图像依次执行获取感兴趣区域图像、黑帽运算处理和图像二值化处理,最终得到第三眼底图像,该第三眼底图像具有清晰明确的眼底血管特征,基于该血管特征实现对患者是否为高度近视的准确判断;同时利用基于上述处理过程得到的第三眼底图像对图像分类模型进行训练,可以提高图像分类模型的分类精度和分类效率。

[0108] 根据本发明提供的眼底图像处理装置,在本发明中,提取模块820在用于提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像时,具体用于:

[0109] 对所述待处理眼底图像执行灰度处理,得到灰度眼底图像;

[0110] 基于所述灰度眼底图像和第一预设阈值区间提取所述感兴趣区域图像对应的第一掩膜图像;

[0111] 基于所述第一掩膜图像对所述待处理眼底图像执行与运算,得到所述感兴趣区域图像。

[0112] 本发明提供的眼底图像处理装置,通过对待处理眼底图像依次执行灰度处理、获取掩膜图像以及最终的与运算,得到感兴趣区域图像,基于此,排除了待处理眼底图像中非

眼球区域图像的干扰,实现了对待处理眼底图像的降噪处理。

[0113] 根据本发明提供的眼底图像处理装置,在本发明中,所述装置800还包括像素调整模块,在所述对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像之前,用于降低所述第一眼底图像的像素。

[0114] 本发明提供的眼底图像处理装置,通过降低第一眼底图像的像素值,提高了第一眼底图像在执行黑帽运算时的运算效率,实现了对第二眼底图像的快速获取。

[0115] 根据本发明提供的眼底图像处理装置,在本发明中,所述装置800还包括前置处理模块,在所述对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像之前,用于基于第二预设阈值区间提取所述第二眼底图像的第二掩膜图像,并基于所述第二掩膜图像对所述第二眼底图像执行与运算。

[0116] 本发明提供的眼底图像处理装置,通过基于第二预设阈值区间获取第二眼底图像的掩膜图像,并利用该掩膜图像对第二眼底图像执行与运算,最终得到消除噪声的第二眼底图像,基于此,实现了对第二眼底图像的降噪过程,有利于后续更为准确的获取眼底图像中的血管图像。

[0117] 图9是本发明提供的眼底图像分类装置的结构示意图,如图8所示,所述装置900包括:

[0118] 分类模块910,用于将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;

[0119] 其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0120] 本发明提供的眼底图像分类装置,通过利用基于图像处理方法得到的第三眼底图像,然后利用第三眼底图像和与第三眼底图像对应的诊断标签组成的样本图像集训练神经网络得到图像分类模型,该图像分类模型基于残差网络确定待分类眼底图像对应的图像类别,即高度近视或者非高度近视,基于此可以避免出现因为神经网络过深导致的梯度消失问题,进一步确保图像分类模型对待分类眼底图像的精准分类,实现对患者是否为高度近视的精准判断。

[0121] 图10示例了一种电子设备的实体结构示意图,如图8所示,该电子设备可以包括:处理器(processor) 1010、通信接口(Communications Interface) 1020、存储器(memory) 1030和通信总线1040,其中,处理器1010,通信接口1020,存储器1030通过通信总线1040完成相互间的通信。处理器1010可以调用存储器1030中的逻辑指令,以执行眼底图像处理方法,该方法包括:获取待处理眼底图像;提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0122] 或执行眼底图像分类方法,该方法包括:将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0123] 此外,上述的存储器1030中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,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)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0124] 另一方面,本发明还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,当所述程序指令被计算机执行时,计算机能够执行上述各方法所提供的眼底图像处理方法,该方法包括:获取待处理眼底图像;提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0125] 或执行眼底图像分类方法,该方法包括:将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0126] 又一方面,本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以执行上述各提供的眼底图像处理方法,该方法包括:获取待处理眼底图像;提取所述待处理眼底图像的感兴趣区域图像,并对所述感兴趣区域图像进行自适应中值滤波处理,得到第一眼底图像;对所述第一眼底图像执行黑帽运算处理,得到第二眼底图像;对所述第二眼底图像执行图像二值化处理,得到第三眼底图像。

[0127] 或执行眼底图像分类方法,该方法包括:将第三眼底图像输入到图像分类模型中,得到所述图像分类模型输出的图像类别;其中,所述图像分类模型是由样本图像集训练得到的,所述样本图像集由所述第三眼底图像和与所述第三眼底图像对应的诊断标签组成,所述图像分类模型用于基于残差网络确定所述第三眼底图像对应的所述图像类别。

[0128] 以上所描述的装置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。

[0129] 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。

[0130] 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。

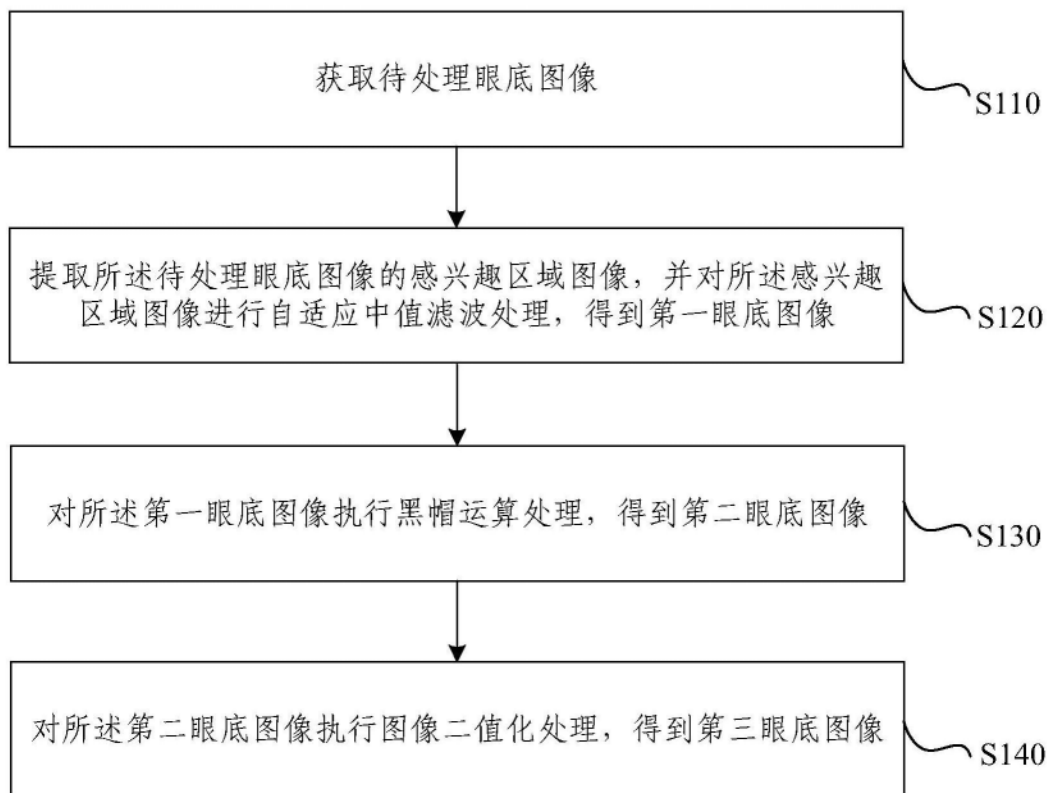


图1

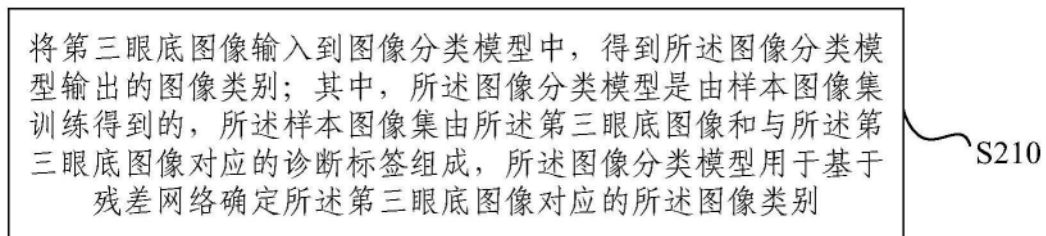


图2

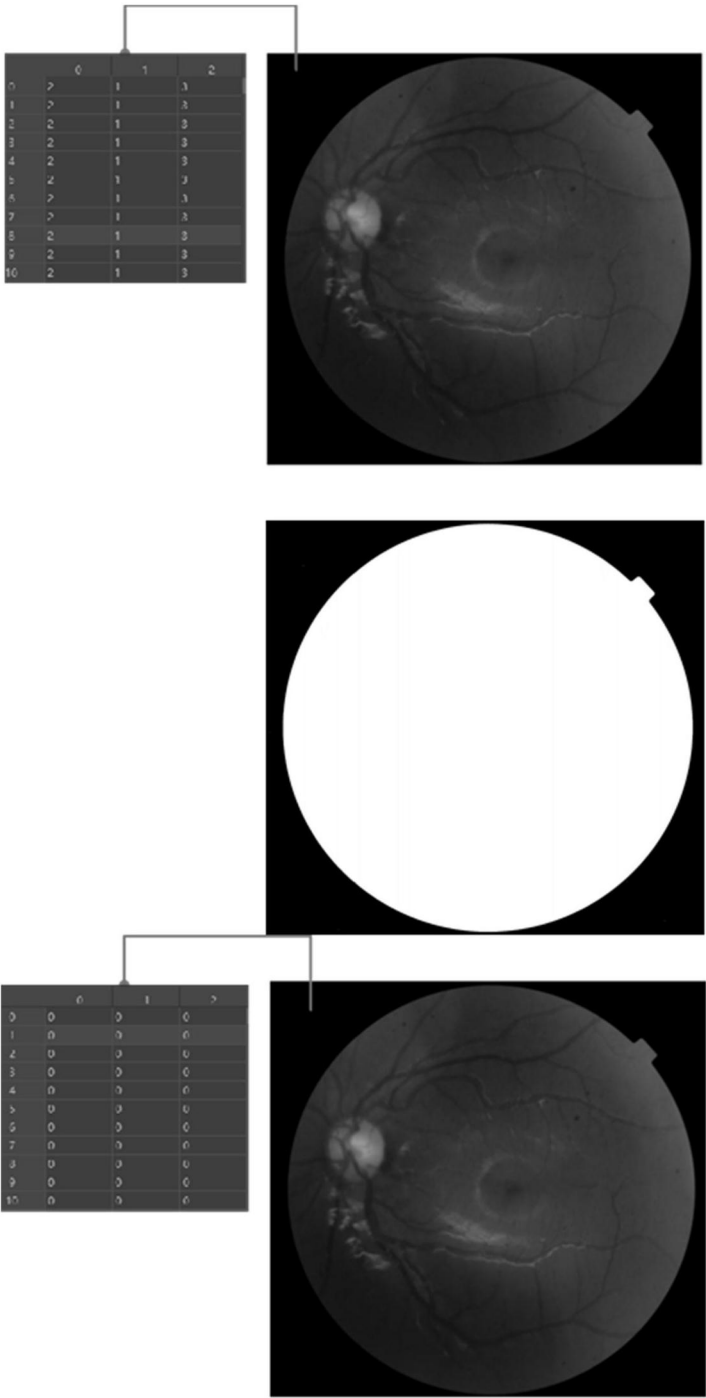


图3

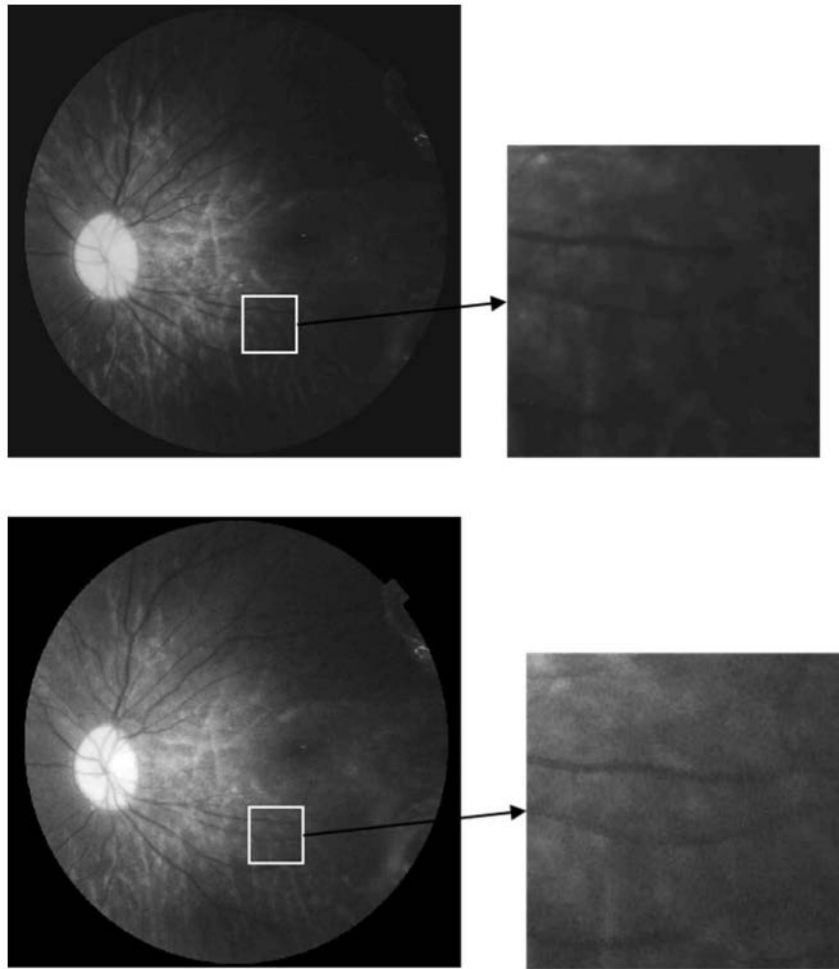


图4



图5

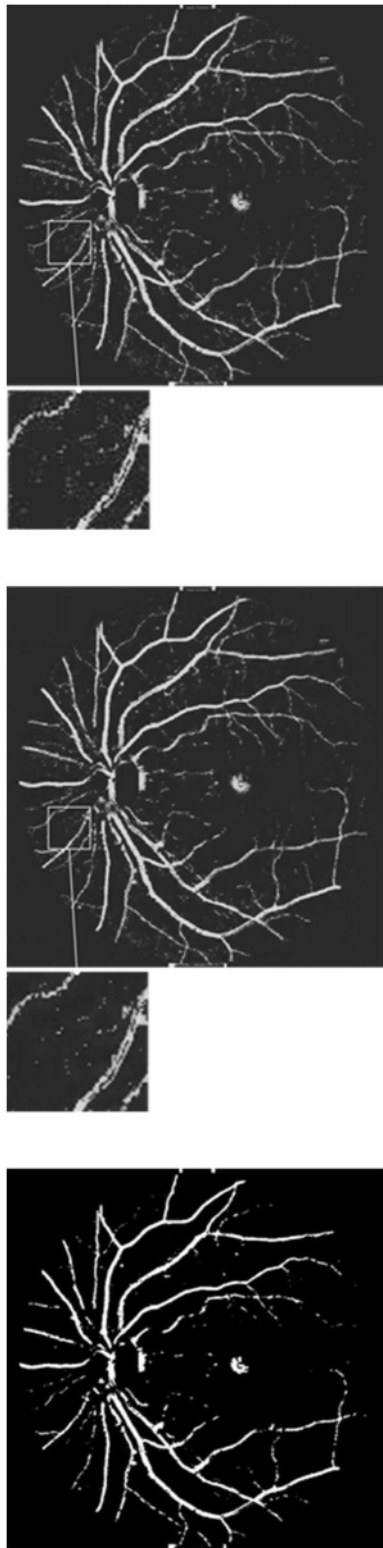


图6

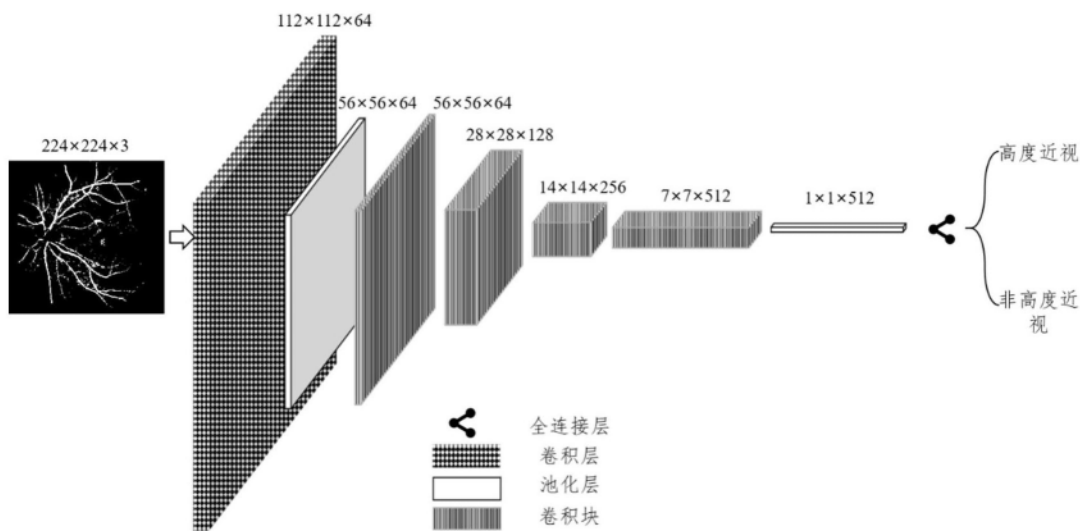


图7

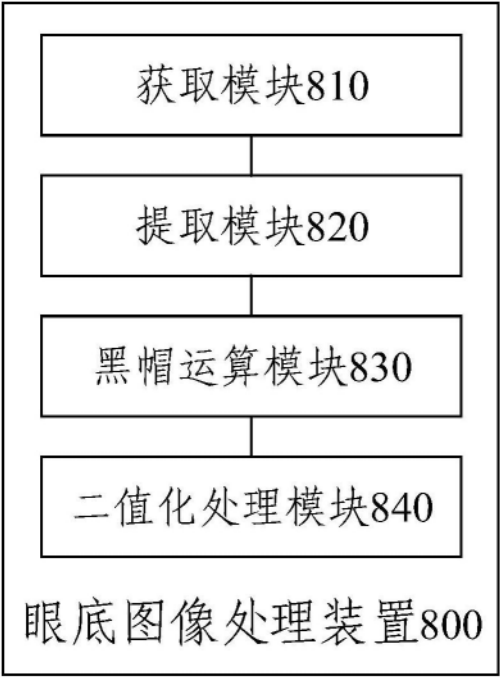


图8

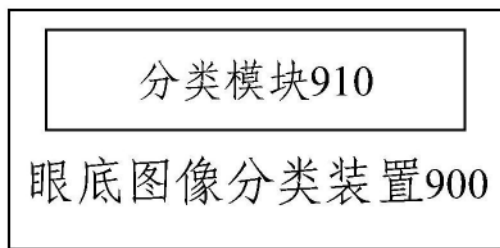


图9

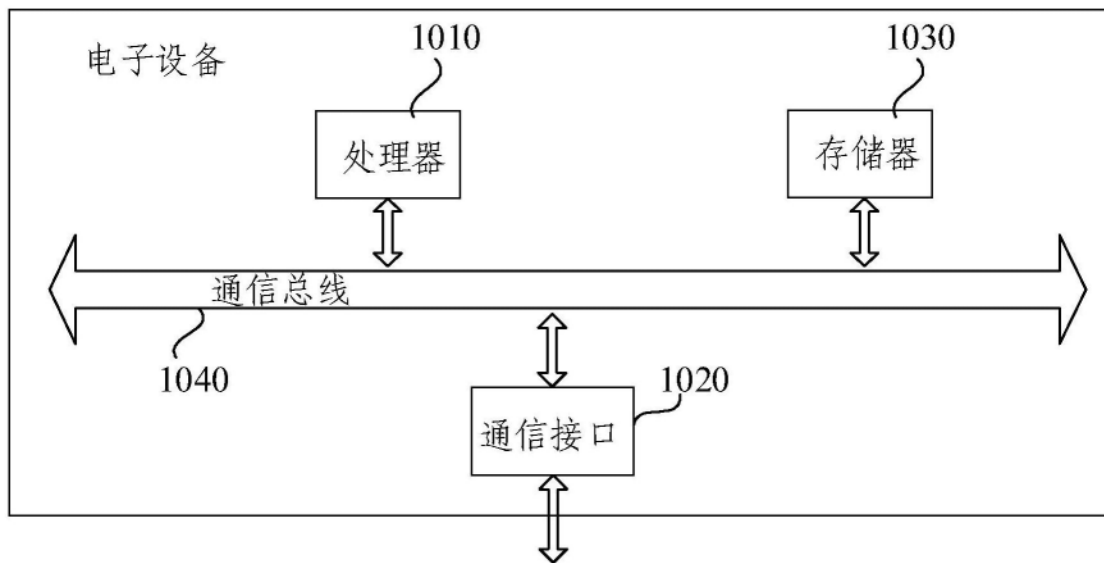


图10