



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112801067 A

(43) 申请公布日 2021.05.14

(21) 申请号 202110393302.X

(22) 申请日 2021.04.13

(71) 申请人 北京万里红科技股份有限公司

地址 100081 北京市海淀区大柳树富海中心3号楼204室

(72) 发明人 张小亮 王秀贞 戚纪纲 杨占金
其他发明人请求不公开姓名

(74) 专利代理机构 北京思睿峰知识产权代理有限公司 11396

代理人 高攀 赵爱军

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

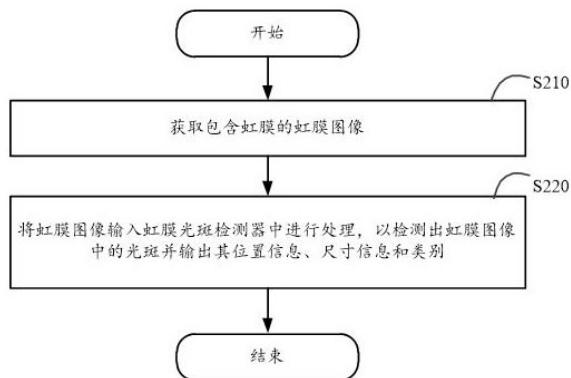
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种检测虹膜光斑的方法及计算设备

(57) 摘要

本发明公开了一种检测虹膜光斑的方法,包括步骤:获取包含虹膜的虹膜图像;将虹膜图像输入虹膜光斑检测器中进行处理,以检测出虹膜图像中的光斑并输出其位置信息、尺寸信息和类别,虹膜光斑检测器包括特征提取组件、光斑定位回归组件和光斑分类组件,且特征提取组件与光斑定位回归组件和光斑分类组件分别耦接,其中,通过特征提取组件,对虹膜图像进行卷积,以提取出指示虹膜中光斑特征的特征图;通过光斑定位回归组件,对所述特征图进行卷积,以检测到至少一个光斑并输出其对应的位置信息和尺寸信息;通过光斑分类组件,对特征图进行卷积,以预测所检测到的光斑的类别,类别包括虹膜光斑和非虹膜光斑。本发明一并公开了相应的计算设备。



1. 一种检测虹膜光斑的方法,在计算设备中执行,所述方法包括步骤:

获取包含虹膜的虹膜图像;

将所述虹膜图像输入虹膜光斑检测器中进行处理,以检测出虹膜图像中的光斑并输出其位置信息、尺寸信息和类别,所述虹膜光斑检测器包括特征提取组件、光斑定位回归组件和光斑分类组件,且特征提取组件与光斑定位回归组件和光斑分类组件分别耦接,其中,

通过所述特征提取组件,对所述虹膜图像进行卷积,以提取出指示虹膜中光斑特征的特征图;

通过所述光斑定位回归组件,对所述特征图进行卷积,以检测到至少一个光斑并输出其对应的位置信息和尺寸信息;

通过所述光斑分类组件,对所述特征图进行卷积,以预测所检测到的光斑的类别,所述类别包括虹膜光斑和非虹膜光斑。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,

所述特征提取组件包括相互耦接的2个卷积块和2个特征提取块,其中,

所述特征提取块适于将输入特征分为第一特征和第二特征,对所述第二特征进行处理后得到第三特征,还适于将所述第一特征和所述第三特征进行融合,得到输出特征。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,

所述光斑定位回归组件包括第一分支和第二分支,其中,

所述第一分支包括2个卷积层,适于对所述特征图进行卷积操作,以定位到光斑位置并使用高斯核生成关于光斑的热图;

所述第二分支包括2个卷积层,适于对所述特征图进行卷积操作,以生成指示所述光斑尺寸信息的光斑参数。

4. 如权利要求3所述的方法,其中,

所述光斑分类组件包括相互耦接的2个卷积层,适于对所述特征图进行卷积操作,以预测出所检测到的光斑属于虹膜区域的概率值,并基于所述概率值确定光斑类别。

5. 如权利要求3所述的方法,其中,

所述光斑参数包括:光斑的高度、光斑的宽度、光斑的水平偏移量、光斑的垂直偏移量。

6. 如权利要求3所述的方法,还包括步骤:

基于所述光斑的热图,确定检测置信度。

7. 如权利要求1-6中任一项所述的方法,还包括训练生成所述虹膜光斑检测器的步骤。

8. 如权利要求7所述的方法,其中,训练生成所述虹膜光斑检测器的步骤包括:

构建虹膜光斑检测器并设置初始网络参数;

获取多个包含光斑的虹膜图像作为训练样本,并生成所述训练样本的标注数据,所述标注数据包括光斑的位置信息、尺寸信息及类别;

将所述训练样本输入所构建的虹膜光斑检测器中,输出所检测到的光斑的预测位置信息及预测类别;

通过计算光斑的位置信息及预测位置信息、类别及预测类别的损失函数,来调整虹膜光斑检测器的网络参数,直到满足预定条件时,训练结束,得到训练好的虹膜光斑检测器。

9. 一种计算设备,包括:

至少一个处理器和存储有程序指令的存储器;

当所述程序指令被所述处理器读取并执行时,使得所述计算设备执行如权利要求1-8中任一项所述的方法。

10.一种存储一个或多个程序的计算机可读存储介质,所述一个或多个程序包括指令,所述指令在被计算设备执行时,使得所述计算设备执行如权利要求1-8中任一项所述的方法。

一种检测虹膜光斑的方法及计算设备

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种检测虹膜光斑的方法及计算设备。

背景技术

[0002] 传统的身份识别主要依靠特定标志物(如身份证、工作证等)和特定知识(如口令、密码等),然而这些方法存在很多缺点,如携带不便、容易遗失、密码易被破解等。因此,需要更加安全、准确、防伪的身份认证技术来代替传统的身份识别。基于生物特征的识别正是针对此需要产生的识别技术。生物特征识别是对人类固有的生理或行为特征通过计算机处理后进行个人身份鉴定的技术。这些特征还具有普遍性、唯一性、稳定性、方便性等优点,并且很难伪造和模仿,能够有效克服传统身份识别方法的不足,是未来身份认证的一个发展趋势。

[0003] 在众多的生物特征里面,虹膜特征因具有稳定性、唯一性和非侵犯性的特点,使其具有非常大的优势,有着广泛的市场前景和科学研究价值。尤其是近二十年,虹膜识别技术飞速发展,同时也得到了学术界、产业界和军队的广泛关注。

[0004] 然而,在非理想条件下采集的包含人眼的人眼图像,往往存在诸如镜片光斑反射之类的问题,这些光斑制约了虹膜识别的准确性。另外,光斑可能存在于瞳孔、虹膜、巩膜内,而影响虹膜识别准确率的主要是指存在于虹膜内的光斑。

[0005] 鉴于上述原因,需要一种能够准确地检测出虹膜图像中光斑的方案,从而提升虹膜识别的准确率。

发明内容

[0006] 为此,本发明提供了一种检测虹膜光斑的方法及计算设备,以力图解决或至少缓解上面存在的问题。

[0007] 根据本发明的第一个方面,提供了一种检测虹膜光斑的方法,在计算设备中执行,包括步骤:获取包含虹膜的虹膜图像;将虹膜图像输入虹膜光斑检测器中进行处理,以检测出虹膜图像中的光斑并输出其位置信息、尺寸信息和类别,所述虹膜光斑检测器包括特征提取组件、光斑定位回归组件和光斑分类组件,且特征提取组件与光斑定位回归组件和光斑分类组件分别耦接,其中,通过特征提取组件,对虹膜图像进行卷积,以提取出指示虹膜中光斑特征的特征图;通过光斑定位回归组件,对所述特征图进行卷积,以检测到至少一个光斑并输出其对应的位置信息和尺寸信息;通过光斑分类组件,对特征图进行卷积,以预测所检测到的光斑的类别,类别包括虹膜光斑和非虹膜光斑。

[0008] 可选地,在根据本发明的方法中,特征提取组件包括相互耦接的2个卷积块和2个特征提取块,其中,特征提取块适于将输入特征分为第一特征和第二特征,对第二特征进行处理后得到第三特征,还适于将第一特征和第三特征进行融合,得到输出特征。

[0009] 可选地,在根据本发明的方法中,光斑定位回归组件包括第一分支和第二分支,其中,第一分支包括2个卷积层,适于对特征图进行卷积操作,以定位到光斑位置并使用高斯

核生成关于光斑的热图；第二分支包括2个卷积层，适于对特征图进行卷积操作，以生成指示光斑尺寸信息的光斑参数。

[0010] 可选地，在根据本发明的方法中，光斑分类组件包括相互耦接的2个卷积层，适于对特征图进行卷积操作，以预测出所检测到的光斑属于虹膜区域的概率值，并基于概率值确定光斑类别。

[0011] 可选地，在根据本发明的方法中，光斑参数包括：光斑的高度、光斑的宽度、光斑的水平偏移量、光斑的垂直偏移量。

[0012] 可选地，根据本发明的方法还包括步骤：基于光斑的热图，确定检测置信度。

[0013] 可选地，根据本发明的方法还包括训练生成虹膜光斑检测器的步骤。

[0014] 可选地，在根据本发明的方法中，训练生成虹膜光斑检测器的步骤包括：构建虹膜光斑检测器并设置初始网络参数；获取多个包含光斑的虹膜图像作为训练样本，并生成训练样本的标注数据，标注数据包括光斑的位置信息、尺寸信息及类别；将训练样本输入所构建的虹膜光斑检测器中，输出所检测到的光斑的预测位置信息及预测类别；通过计算光斑的位置信息及预测位置信息、类别及预测类别的损失函数，来调整虹膜光斑检测器的网络参数，直到满足预定条件时，训练结束，得到训练好的虹膜光斑检测器。

[0015] 根据本发明的第二个方面，提供了一种计算设备，包括：至少一个处理器；和存储有程序指令的存储器，当程序指令被处理器读取并执行时，使得计算设备执行上述方法。

[0016] 根据本发明的第三个方面，提供一种存储有程序指令的可读存储介质，当所述程序指令被计算设备读取并执行时，使得所述计算设备执行上述方法。

[0017] 根据本发明的技术方案，通过预先训练好的虹膜光斑检测器来对虹膜图像进行处理，来检测到虹膜光斑。不仅能够准确定位到虹膜图像中的光斑，还可以进一步识别出光斑是否处于虹膜区域。这样，将该方案应用于虹膜识别等身份认证场景时，能够有效地提取出影响虹膜识别的虹膜光斑，提升虹膜识别的准确率。

[0018] 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，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举本发明的具体实施方式。

附图说明

[0019] 为了实现上述以及相关目的，本文结合下面的描述和附图来描述某些说明性方面，这些方面指示了可以实践本文所公开的原理的各种方式，并且所有方面及其等效方面旨在落入所要求保护的主题的范围内。通过结合附图阅读下面的详细描述，本公开的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显。遍及本公开，相同的附图标记通常指代相同的部件或元素。

[0020] 图1示出了根据本发明一个实施例的计算设备100的示意图；

图2示出了根据本发明一个实施例的检测虹膜光斑的方法200的流程示意图；

图3示出了根据本发明一个实施例的虹膜光斑检测器300的结构示意图；

图4示出了根据本发明一个实施例的特征提取组件310的网络结构；

图5示出了光斑定位回归组件320的一种示例性的网络结构；

图6示出了光斑分类组件330的一种示例性的网络结构。

具体实施方式

[0021] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0022] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供了一种检测虹膜光斑的方法。通过该方法,一方面能够检测出包含虹膜的虹膜图像中的光斑,另一方面,能够识别出所检测到的光斑是否处于虹膜区域内(以下称之为,虹膜光斑)。

[0023] 根据本发明的实施方式,通过计算设备来执行该检测虹膜光斑的方法。图1是示例性的计算设备100的构造图。

[0024] 如图1所示,在基本配置102中,计算设备100典型地包括系统存储器106和一个或者多个处理器104。存储器总线108可以用于在处理器104和系统存储器106之间的通信。

[0025] 取决于期望的配置,处理器104可以是任何类型的处理,包括但不限于:微处理器(μ P)、微控制器(μ C)、数字信息处理器(DSP)或者它们的任何组合。处理器104可以包括诸如一级高速缓存110和二级高速缓存112之类的一个或者多个级别的高速缓存、处理器核心114和寄存器116。示例的处理器核心114可以包括运算逻辑单元(ALU)、浮点数单元(FPU)、数字信号处理核心(DSP核心)或者它们的任何组合。示例的存储器控制器118可以与处理器104一起使用,或者在一些实现中,存储器控制器118可以是处理器104的一个内部部分。

[0026] 取决于期望的配置,系统存储器106可以是任意类型的存储器,包括但不限于:易失性存储器(诸如RAM)、非易失性存储器(诸如ROM、闪存等)或者它们的任何组合。计算设备中的物理内存通常指的是易失性存储器RAM,磁盘中的数据需要加载至物理内存中才能够被处理器104读取。系统存储器106可以包括操作系统120、一个或者多个应用122以及程序数据124。在一些实施方式中,应用222可以布置为在操作系统上由一个或多个处理器104利用程序数据124执行指令。操作系统120例如可以是Linux、Windows等,其包括用于处理基本系统服务以及执行依赖于硬件的任务的程序指令。应用122包括用于实现各种用户期望的功能的程序指令,应用122例如可以是浏览器、即时通讯软件、软件开发工具(例如集成开发环境IDE、编译器等)等,但不限于此。当应用122被安装到计算设备100中时,可以向操作系统120添加驱动模块。

[0027] 在计算设备100启动运行时,处理器104会从存储器106中读取操作系统120的程序指令并执行。应用122运行在操作系统120之上,利用操作系统120以及底层硬件提供的接口来实现各种用户期望的功能。当用户启动应用122时,应用122会加载至存储器106中,处理器104从存储器106中读取并执行应用122的程序指令。

[0028] 计算设备100还包括存储设备132,存储设备132包括可移除存储器136和不可移除存储器138,可移除存储器136和不可移除存储器138均与存储接口总线134连接。

[0029] 计算设备100还可以包括有助于从各种接口设备(例如,输出设备142、外设接口144和通信设备146)到基本配置102经由总线/接口控制器130的通信的接口总线140。示例的输出设备142包括图形处理单元148和音频处理单元150。它们可以被配置为有助于经由一个或者多个A/V端口152与诸如显示器153或者扬声器之类的各种外部设备进行通信。示例外设接口144可以包括串行接口控制器154和并行接口控制器156,它们可以被配置为有

助于经由一个或者多个I/O端口158和诸如输入设备(例如,键盘、鼠标、笔、语音输入设备、触摸输入设备)或者其他外设(例如打印机、扫描仪等)之类的外部设备进行通信。示例的通信设备146可以包括网络控制器160,其可以被布置为便于经由一个或者多个通信端口164与一个或者多个其他计算设备162通过网络通信链路的通信。

[0030] 网络通信链路可以是通信介质的一个示例。通信介质通常可以体现为在诸如载波或者其他传输机制之类的调制数据信号中的计算机可读指令、数据结构、程序模块,并且可以包括任何信息递送介质。“调制数据信号”可以是这样的信号,它的数据集中的一个或者多个或者它的改变可以在信号中编码信息的方式进行。作为非限制性的示例,通信介质可以包括诸如有线网络或者专线网络之类的有线介质,以及诸如声音、射频(RF)、微波、红外(IR)或者其他无线介质在内的各种无线介质。这里使用的术语计算机可读介质可以包括存储介质和通信介质二者。

[0031] 计算设备100还包括与总线/接口控制器130相连的存储接口总线134。存储接口总线134与存储设备132相连,存储设备132适于进行数据存储。示例的存储设备132可以包括可移除存储器136(例如CD、DVD、U盘、可移动硬盘等)和不可移除存储器138(例如硬盘驱动器HDD等)。

[0032] 在根据本发明的计算设备100中,程序数据124包括预先训练好的虹膜光斑检测器,应用122包括用于执行本发明的检测虹膜光斑的方法200的指令。上述指令可以指示处理器104执行本发明的检测虹膜光斑的方法200,以检测并定位出虹膜图像中的光斑,并根据光斑的位置来识别出光斑类别。

[0033] 图2示出了根据本发明一个实施例的检测虹膜光斑的方法200的流程示意图。根据一种实施例,方法200可以在计算设备(如上所述的计算设备100)中执行。如图2所示,方法200始于步骤S210。

[0034] 在步骤S210中,获取包含虹膜的虹膜图像。

[0035] 虹膜图像例如可以按照以下方法获取:摄像机面对人脸正面,采集包含人眼的人眼图像。通常,该人眼图像需要重点突出人眼部位,换言之,在人眼图像中,人眼部分应该占据图像中的较大区域。根据一种实施例,可以直接将采集的人眼图像作为虹膜图像。根据另一种实施例,也可以从人眼图像中截取出虹膜部分,来生成虹膜图像。本发明的实施例对此不做限制。

[0036] 随后在步骤S220中,将虹膜图像输入虹膜光斑检测器中进行处理,以检测出虹膜图像中的光斑并输出其位置信息和类别。

[0037] 考虑到光斑可能存在于瞳孔、虹膜、巩膜内,而影响虹膜识别准确性的,是位于虹膜内的光斑,因此,在根据本发明的实施例中,将光斑的类别分为虹膜光斑(即,处于虹膜区域内的光斑)和非虹膜光斑(即,处于非虹膜区域内的光斑)。

[0038] 根据一种实施例,虹膜光斑检测器为采用包含虹膜的样本图像训练出的多层卷积神经网络。图3示出了根据本发明一个实施例的虹膜光斑检测器300的结构示意图。

[0039] 如图3所示,虹膜光斑检测器300包括:特征提取组件310、光斑定位回归组件320和光斑分类组件330,且特征提取组件310与光斑定位回归组件320、光斑分类组件330分别耦接。

[0040] 在一种实施例中,将虹膜图像输入虹膜光斑检测器300,先通过特征提取组件310

对虹膜图像进行卷积操作,以提取出指示虹膜中光斑特征的特征图。接下来,一方面,将特征图输入光斑定位回归组件320,由光斑定位回归组件320对特征图进行卷积操作,以检测到至少一个光斑并输出其对应的位置信息。另一方面,将特征图输入光斑分类组件330,由光斑分类组件330对特征图进行卷积操作,以预测所检测到的光斑的类别。

[0041] 应当指出,本发明不限制虹膜光斑检测器300的具体网络结构,任何能够实现虹膜光斑检测和定位的网络结构均在本发明的保护范围之内。

[0042] 图4示出了特征提取组件310的一种示例性的网络结构。如图4所示,特征提取组件310包括相互耦接的2个卷积块(C)和2个特征提取块(F)。具体而言,特征提取组件310依次包括:1个卷积块(C)、1个特征提取块(F)、1个卷积块(C)和1个特征提取块(F)。

[0043] 其中,输入特征提取组件310的虹膜图像的尺寸为256*256。第一个卷积块(C)对虹膜图像进行卷积操作,在一种实施例中,卷积块(C)的卷积核尺寸为3*3,步长为2。经过第一个卷积块(C)处理后的输出,作为输入特征,输入到第一个特征提取块(F)中进行处理。如图4所示,特征提取块(F)将输入特征分为第一特征和第二特征,对第一特征不进行操作,对第二特征进行处理后得到第三特征,之后,将第一特征和第三特征进行融合,得到输出特征。可选地,特征提取块(F)对第二特征的处理包括:池化(如,Global max pooling)、激活(如,prelu),不限于此。

[0044] 之后,第二个卷积块(C)和第二个特征提取块(F)分别对上一级的输出进行处理,以提取出虹膜图像的特征。其中,第二个卷积块(C)和第二个特征提取块(F)的结构可参考前文中第一个卷积块(C)和第一个特征提取块(F)的结构,此处不再赘述。最终,特征提取组件310输出的特征图的维度为64*64*128。

[0045] 图5示出了光斑定位回归组件320的一种示例性的网络结构。如图5所示,光斑定位回归组件320包括第一分支322和第二分支324。将特征图分别经第一分支和第二分支处理后,再融合特征后输出。

[0046] 根据本发明的实施例,第一分支322为光斑定位分支,负责从特征图中定位到光斑,并生成关于光斑的热图。在一种实施例中,通过热图即可确定出光斑的中心点位置,即水平坐标和垂直坐标。

[0047] 第二分支324为光斑尺寸回归分支,负责从特征图中预测出指示光斑尺寸信息的光斑参数。其中,光斑参数至少包括以下参数中的一个或多个:光斑的高度、光斑的宽度、光斑的水平偏移量、光斑的垂直偏移量,以恢复由输出步长引起的离散化误差。

[0048] 如图5所示,第一分支322包括2个卷积层,通过这两个卷积层对特征图进行卷积操作,以定位到光斑位置并使用高斯核生成关于光斑的热图。在一种实施例中,第一分支322输出的(热图)尺寸为64*64*1。

[0049] 第二分支324包括2个卷积层,通过这两个卷积层对特征图进行卷积操作,以生成指示光斑尺寸信息的光斑参数。在一种实施例中,第二分支324的输出尺寸为64*64*4。

[0050] 在根据本发明的实施例中,第一分支322和第二分支324中的卷积层,均采用卷积核尺寸为3*3的卷积核、且步长为1,不限于此。

[0051] 根据本发明的另一些实施例,还包括步骤:基于所输出的热图,确定检测置信度。该置信度用于指示所检测到的光斑是否是真实的光斑,以便于剔除一些误检测。在一种实施例中,将热图中峰值点的值作为检测的置信度。

[0052] 图6示出了光斑分类组件330的一种示例性的网络结构。如图6所示,光斑分类组件330包括相互耦接的2个卷积层,通过这2个卷积层对特征图进行卷积操作,以预测出所检测到的光斑属于虹膜区域的概率值,并基于概率值确定光斑类别。

[0053] 根据一种实施例,这2个卷积层的卷积核尺寸均为 3×3 ,步长为1。光斑分类组件330的输出尺寸为 $64 \times 64 \times 2$ 。即,输出两个 64×64 的特征图。其中一个特征图中的值表示光斑属于虹膜区域的概率值(记作, c_1),另一个特征图中的值表示光斑属于非虹膜区域的概率值(记作, c_2),对应比较 c_1 和 c_2 的大小:若 c_1 大于 c_2 ,则判定该光斑属于虹膜区域,光斑类别为虹膜光斑;反之,若 c_1 不大于 c_2 ,则判定该光斑不属于虹膜区域,光斑类别为非虹膜光斑。

[0054] 综上,根据本发明的检测虹膜光斑的方法200,输入虹膜图像至虹膜光斑检测器,经处理后输出的特征图尺寸为 $64 \times 64 \times 7$,即输出7张 64×64 的特征图。其中1个为热图,热图中峰值点的位置指示了光斑的位置信息,峰值点的值指示了检测置信度。其中4个特征图中包含了光斑的尺寸信息,分别为光斑的高度、宽度、水平偏移量和垂直偏移量。其它2个特征图分别指示了光斑处于虹膜区域的概率值和处于非虹膜区域的概率值。

[0055] 基于本方案,不仅能够准确定位到虹膜图像中的光斑,还可以进一步识别出光斑是否处于虹膜区域,以便于有效地提取出影响虹膜识别的虹膜光斑。

[0056] 根据一种实施例,方法200还包括训练生成虹膜光斑检测器300的过程。在根据本发明的一种实施例中,训练过程可以参考如下步骤来执行。

[0057] 第一步,构建虹膜光斑检测器并设置初始网络参数。

[0058] 虹膜光斑检测器的结构可参考前文中相关描述,此处不再赘述。

[0059] 第二步,获取多个包含光斑的虹膜图像作为训练样本,并生成训练样本的标注数据。其中,标注数据包括光斑的位置信息、尺寸信息及类别。

[0060] 根据一种实施例,为了使训练出的虹膜光斑检测器具有良好的准确性和泛化性能,在将训练样本输入虹膜光斑检测器之前,需要对其进行预处理,预处理包括图像尺寸缩放、亮度对比度调整、添加噪声、模糊化、图像标准化(对图像中的各像素减去均值后再除以方差)中的至少一种。在预处理之后,将样本图像统一缩放到 256×256 ,再将其归一化,作为输入到虹膜光斑检测器中的虹膜样本图像。

[0061] 根据本发明的实施例,在标注数据中标注出光斑所在区域的外接矩形框。虹膜图像中可能存在不止一个光斑,对于第 k 个光斑,记外接矩形框的横纵坐标为 $(x_1^k, y_1^k, x_2^k, y_2^k)$,其中心位置为 $P_k = ((x_1^k + x_2^k)/2, (y_1^k + y_2^k)/2)$,根据该中心位置,制作出热图标签。

[0062] 另外,如前文所述,虹膜光斑检测器输出的热图尺寸为 64×64 ,因此,还需要对热图标签进行处理(例如,缩放处理),来得到标注的光斑参数。在一种实施例中,标注的光斑尺寸 S_k 为: $(x_2^k - x_1^k)/R$ 和 $(y_2^k - y_1^k)/R$, R 为缩放比例,在本实施例中, R 的取值为: $256/64=4$ 。

[0063] 此外,还需要为每个光斑设置类别标签,若光斑处于虹膜区域,则类别标签为1;否则,类别标签为0。

[0064] 第三步,将训练样本输入所构建的虹膜光斑检测器中,输出所检测到的光斑的预测位置信息及预测类别。参考前文所述,经虹膜光斑检测器输出的特征大小为 $64 \times 64 \times 7$ 。

[0065] 根据本发明的实施例,考虑到图像缩放及整型坐标的偏移,计算预测的光斑外接矩形框的横纵坐标为:

$$\left(\hat{x}_i + \delta\hat{x}_i - \frac{\hat{w}_i}{2}, \hat{y}_i + \delta\hat{y}_i - \frac{\hat{h}_i}{2}, \hat{x}_i + \delta\hat{x}_i + \frac{\hat{w}_i}{2}, \hat{y}_i + \delta\hat{y}_i + \frac{\hat{h}_i}{2} \right)$$

其中, $\delta\hat{x}_i$ 和 $\delta\hat{y}_i$ 是预测的光斑水平偏移量和垂直偏移量, \hat{x}_i 和 \hat{y}_i 是预测的光斑中心点的位置(通常以整型坐标的形式给出), \hat{w}_i 和 \hat{h}_i 是预测的光斑尺寸。

[0066] 第四步,通过计算光斑的位置信息及预测位置信息、类别及预测类别的损失函数,来调整虹膜光斑检测器的网络参数,直到满足预定条件时,训练结束,得到训练好的虹膜光斑检测器。

[0067] 根据一种实施例,通过如下方式来计算总损失函数。

[0068] 预测虹膜光斑热图的损失函数表示如下:

$$L_m = \frac{1}{w_m * h_m} |H_m - \hat{H}_m|$$

其中,下标m指示热图, $w_m = h_m = 64$, H_m 为标注的热图标签, \hat{H}_m 为预测的热图。

[0069] 预测光斑类别的损失函数表示如下:

$$L_{cls}(y, \hat{y}) = -((1 - \hat{y})^3 * y * \log(\hat{y})) + (1 - y)^2 * \hat{y}^3 * (1 - \log(\hat{y}))$$

其中, y 为图像的类别标签,具体数值为0或1, \hat{y} 为预测的标签值,数值在0-1之间。

[0070] 预测光斑bbox的尺寸Loss函数:

$$L_{size} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |\hat{S}_k - S_k|$$

其中, k 指示第 k 个光斑, N 表示光斑总数, \hat{S}_k 是预测的光斑尺寸, S_k 为标注的光斑尺寸。

[0071] 预测光斑偏置的loss函数如下:

$$L_{off} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left| \hat{\delta} - \left(\frac{p}{R} - \hat{p} \right) \right|$$

其中, k 指示第 k 个光斑, N 表示光斑总数, $\hat{\delta} = (\delta\hat{x}_i, \delta\hat{y}_i)$, p 是标注的光斑中心点, \hat{p} 是预测的光斑中心点, R 是缩放比例。

[0072] 整个训练的目标loss函数为:

$$L_{det} = 0.3 * L_m + 0.3 * L_{size} + 0.2 * L_{off} + 0.2 * L_{cls}$$

当然,此处所示出的4个损失函数及其对应的加权系数,仅作为示例,本发明的实施例并不限于此。

[0073] 这里描述的各种技术可结合硬件或软件,或者它们的组合一起实现。从而,本发明的方法和设备,或者本发明的方法和设备的某些方面或部分可采取嵌入有形媒介,例如可

移动硬盘、U盘、软盘、CD-ROM或者其它任意机器可读的存储介质中的程序代码(即指令)的形式,其中当程序被载入诸如计算机之类的机器,并被所述机器执行时,所述机器变成实践本发明的设备。

[0074] 在程序代码在可编程计算机上执行的情况下,计算设备一般包括处理器、处理器可读的存储介质(包括易失性和非易失性存储器和/或存储元件),至少一个输入装置,和至少一个输出装置。其中,存储器被配置用于存储程序代码;处理器被配置用于根据该存储器中存储的所述程序代码中的指令,执行本发明的方法。

[0075] 以示例而非限制的方式,可读介质包括可读存储介质和通信介质。可读存储介质存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据等信息。通信介质一般以诸如载波或其它传输机制等已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据,并且包括任何信息传递介质。以上的任一种的组合也包括在可读介质的范围之内。

[0076] 在此处所提供的说明书中,算法和显示不与任何特定计算机、虚拟系统或者其它设备固有相关。各种通用系统也可以与本发明的示例一起使用。根据上面的描述,构造这类系统所要求的结构是显而易见的。此外,本发明也不针对任何特定编程语言。应当明白,可以利用各种编程语言实现在此描述的本发明的内容,并且上面对特定语言所做的描述是为了披露本发明的优选实施方式。

[0077] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下被实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0078] 类似地,应当理解,为了精简本公开并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在上面对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该公开的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多特征。更确切地说,如下面的权利要求书所反映的那样,发明方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0079] 本领域那些技术人员应当理解在本文所公开的示例中的设备的模块或单元或组件可以布置在如该实施例中所描述的设备中,或者可替换地可以定位在与该示例中的设备不同的一个或多个设备中。前述示例中的模块可以组合为一个模块或者此外可以分成多个子模块。

[0080] 本领域那些技术人员可以理解,可以对实施例中的设备中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个设备中。可以把实施例中的模块或单元或组件组合成一个模块或单元或组件,以及此外可以把它分成多个子模块或子单元或子组件。除了这样的特征和/或过程或者单元中的至少一些是相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0081] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例

中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0082] 此外,所述实施例中的一些在此被描述成可以由计算机系统的处理器或者由执行所述功能的其它装置实施的方法或方法元素的组合。因此,具有用于实施所述方法或方法元素的必要指令的处理器形成用于实施该方法或方法元素的装置。此外,装置实施例的在此所述的元素是如下装置的例子:该装置用于实施由为了实施该发明的目的的元素所执行的功能。

[0083] 如在此所使用的那样,除非另行规定,使用序数词“第一”、“第二”、“第三”等等来描述普通对象仅仅表示涉及类似对象的不同实例,并且并不意图暗示这样被描述的对象必须具有时间上、空间上、排序方面或者以任意其它方式的给定顺序。

[0084] 尽管根据有限数量的实施例描述了本发明,但是受益于上面的描述,本技术领域内的技术人员明白,在由此描述的本发明的范围内,可以设想其它实施例。此外,应当注意,本说明书中使用的语言主要是为了可读性和教导的目的而选择的,而不是为了解释或者限定本发明的主题而选择的。因此,在不偏离所附权利要求书的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。对于本发明的范围,对本发明所做的公开是说明性的而非限制性的,本发明的范围由所附权利要求书限定。

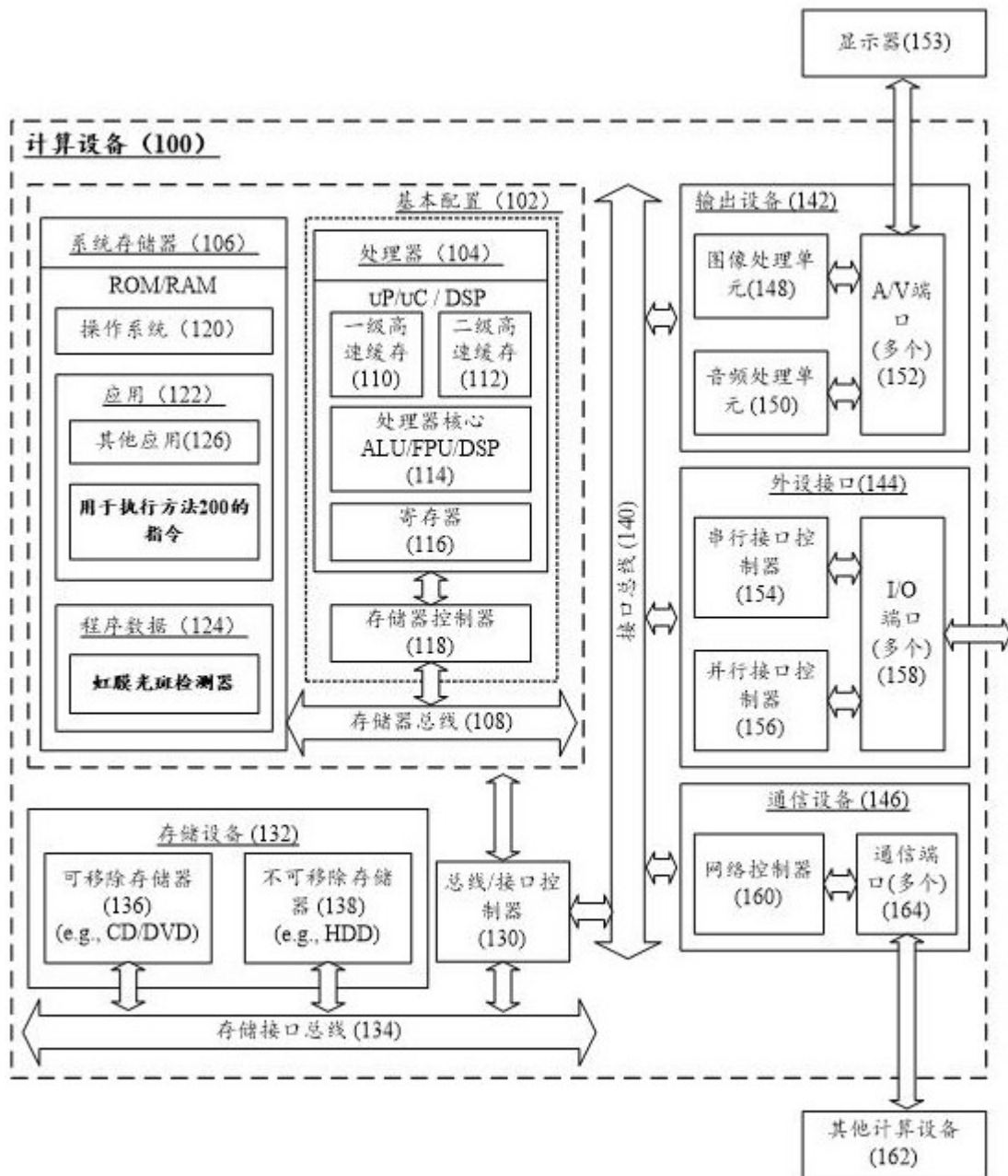


图1

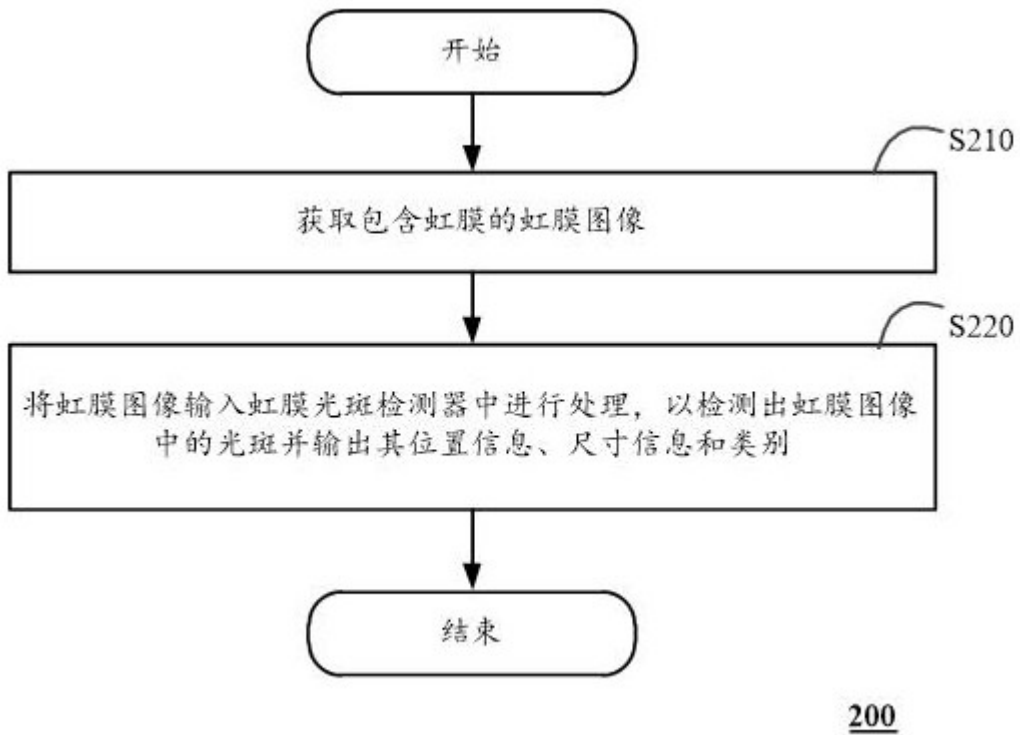


图2

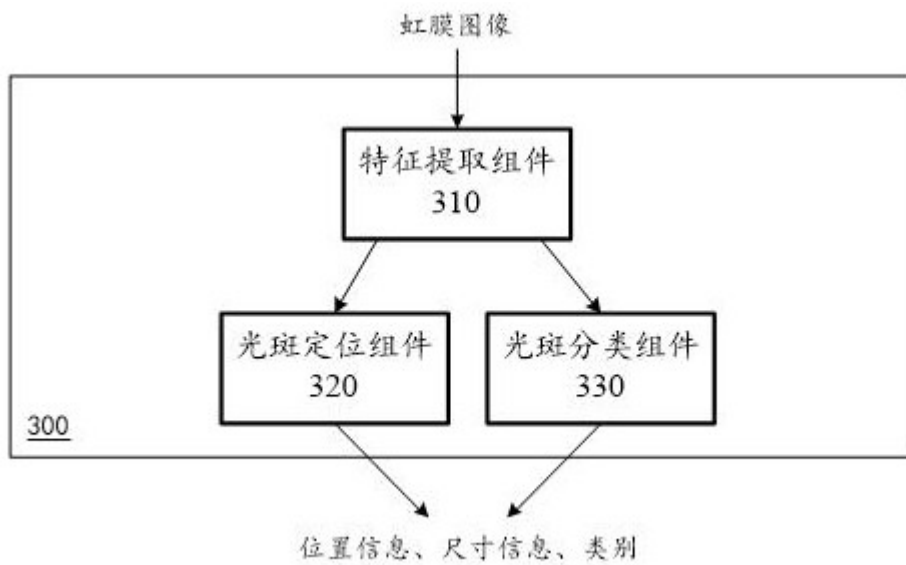


图3

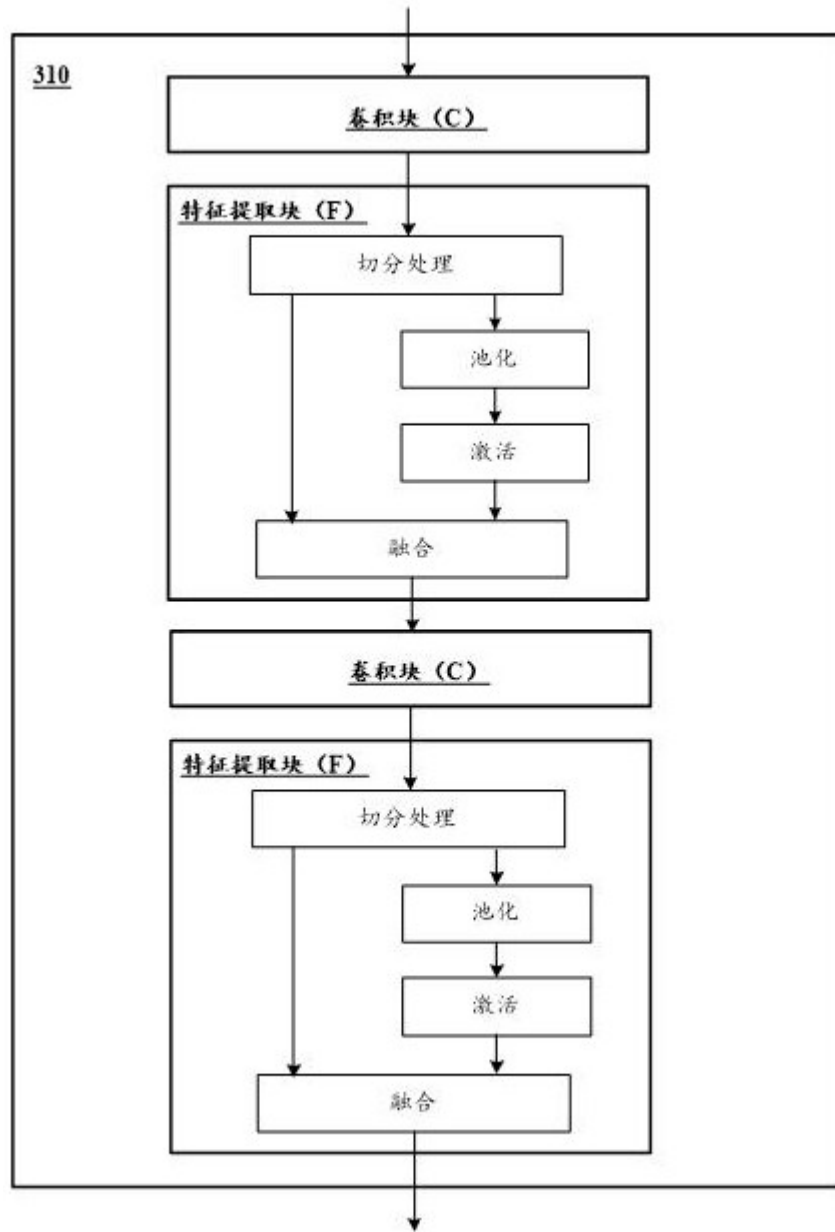


图4

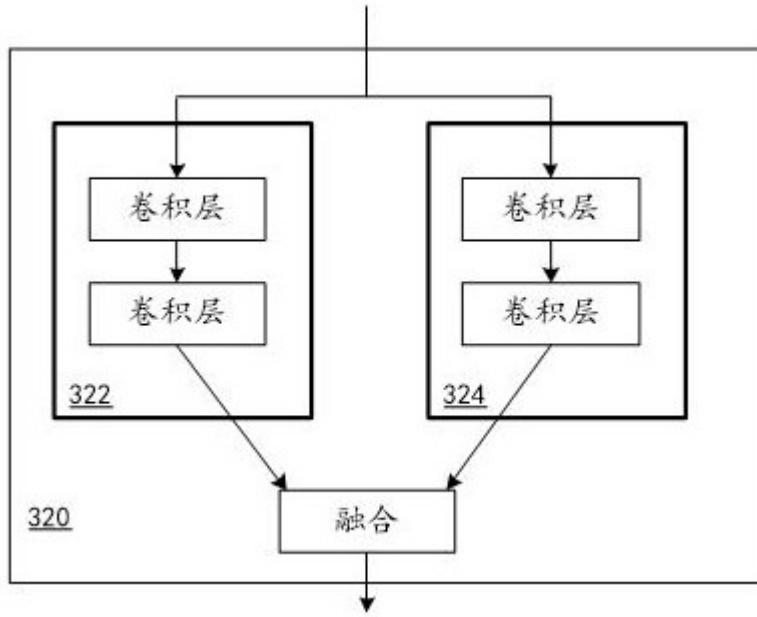


图5

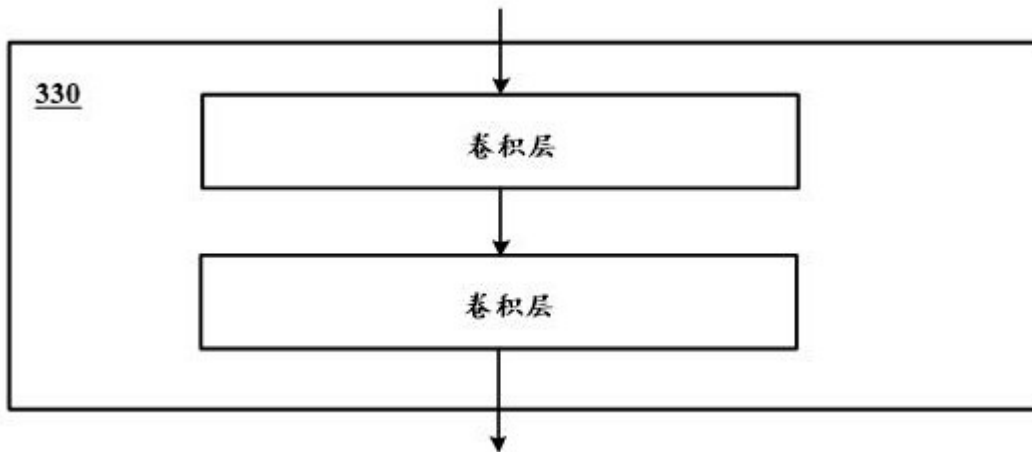


图6