

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 10 月 31 日 (31.10.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/206209 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 3/14 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/084210

(22) 国际申请日: 2019 年 4 月 25 日 (25.04.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810387484.8 2018 年 4 月 26 日 (26.04.2018) CN

(71) 申请人: 上海鹰瞳医疗科技有限公司 (SHANGHAI EAGLEVISION MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。

(72) 发明人: 熊健皓 (XIONG, Jianhao); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。 赵昕 (ZHAO, Xin); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。 马永培 (MA, Yongpei); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。 李舒磊 (LI, Shulei); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。 和超 (HE, Chao); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。 张大磊 (ZHANG, Dalei); 中国上海市徐汇区宜州路 180 号 1 幢 8 楼 01 室, Shanghai 200030 (CN)。

(74) 代理人: 北京华仁联合知识产权代理有限公司等 (BEIJING HUAREN UNITED INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD. et al.); 中国北京

(54) Title: MACHINE LEARNING-BASED FUNDUS IMAGE DETECTION METHOD, APPARATUS, AND SYSTEM

(54) 发明名称: 基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统

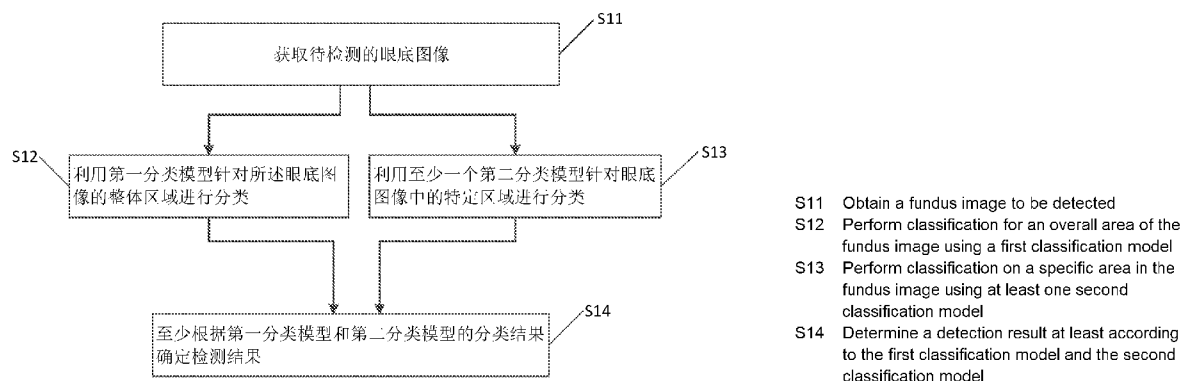


图 1

(57) Abstract: A machine learning-based fundus image detection method, apparatus, and system. The method comprises the following steps: obtaining a fundus image to be detected (S11); performing classification for an overall area of the fundus image using a first classification model (20), and determining whether the fundus image comprises a first feature (S12); performing classification on a specific area in the fundus image using at least one second classification model (30), and determining whether the fundus image comprises a second feature, wherein the significance level of the first feature is higher than the significance level of the second feature (S13); and determining a detection result at least according to the first classification model (20) and the second classification model (30) (S14).

(57) 摘要: 一种基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统, 方法包括如下步骤: 获取待检测的眼底图像 (S11); 利用第一分类模型 (20) 针对眼底图像的整体区域进行分类, 确定眼底图像中是否包含第一特征 (S12); 以及利用至少一个第二分类模型 (30) 针对眼底图像中的特定区域进行分类, 确定眼底图像中是否包含第二特征, 其中第一特征的显著度大于第二特征的显著度 (S13); 至少根据第一分类模型 (20) 和第二分类模型 (30) 的分类结果确定检测结果 (S14)。

市海淀区苏州街1号绿创大厦7051室,
Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统

本申请要求于 2018 年 04 月 26 日提交中国专利局、申请号为 201810387484.8、申请名称为“基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及医疗图像识别技术领域，具体涉及到一种基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统。

背景技术

近年来机器学习在医学领域得到了广泛的应用，尤其以深度学习为代表的机器学习技术在医疗影像领域被广泛关注。例如，在眼底图像检测方面，深度学习技术可以较为准确的检测出眼底图像某一特征，如利用大量黄斑裂孔这一特征的样本对深度学习模型进行训练，利用训练后的模型对眼底图像进行黄斑裂孔检测。这些技术往往只局限于单一特征或者少量关联特征的检测，对其他特征不能准确的检测。然而，由于眼睛是人体中一个非常精细且复杂的器官，其包含的特征种类繁多，并且各个特征之间的差别往往也比较大。因此，采用现有的检测技术往往会导致检测结果难以收敛，致使检测结果不够准确。或者，将每一个特征均训练一个模型分别进行检测，不仅所需的样本数量巨大，在特征数量较大的情况下，导致计算量急剧提升，进而导致检测效率下降。

因此如何快速准确的对眼底图像进行检测成为亟待解决的技术问题。

发明内容

第一方面，提供了一种基于机器学习的眼底图像检测方法，包括：

获取待检测的眼底图像；

利用第一分类模型针对所述眼底图像的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第一特征；以及利用至少一个第二分类模型针对所述眼底图像中的特定区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第二特征，其中所述第一特征的显著度大于第二特征的显著度；

至少根据所述第一分类模型和所述第二分类模型的结果确定检测结果。

第二方面，提供了一种基于机器学习的眼底图像检测装置，包括：

获取模块，获取待检测的眼底图像；

第一分类模型，用于针对所述眼底图像的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第一特征；

至少一个第二分类模型，用于针对所述眼底图像中的特定区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第二特征，其中所述第一特征的显著度大于第二特征的显著度；

决策模块，用于至少根据所述第一分类模型和所述第二分类模型的结果确定检测结果。

第三方面，提供了一种电子设备，包括至少一个处理器；以及与所述

至少一个处理器通信连接的存储器；其中，所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器执行第一方面所述的基于机器学习的眼底图像检测方法。

第四方面，提供了一种计算机存储介质，其上存储有指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行第一方面所述的眼底图像检测方法。

第五方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行第一方面所述的眼底图像检测方法。

第六方面，提供了一种基于机器学习的眼底图像检测系统，包括：

图像采集装置，用于采集眼底图像；以及

第二方面所述的电子设备，与所述图像采集装置通信，用于对所述眼底图像进行检测；

输出装置，与所述眼底图像检测装置通信，用于输出眼底图像的检测结果。

根据本申请提供的基于机器学习的眼底图像检测方法、装置及系统，对待检测的眼底图像的整体区域进行显著度较高的第一特征的检测，并同步对眼底图像的特定区域进行显著度较低的第二特征检测，使两种分类模型互不干扰且分工明确，能够精确地对各个区域进行分类而确定是否包含相关的特征，最后结合两种特征的分类结果进行判决得到检测结果，以提高最终检测结果的准确性，由此实现同时进行多种类别、多种显著度的特

征检测，具有较高的效率。

附图说明

为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施方式，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。

图 1 示出了一种基于机器学习的眼底图像检测方法的流程图；

图 2 示出了另一种基于机器学习的眼底图像检测方法的流程图；

图 3 示出了一种基于机器学习的眼底图像检测装置的示意图；

图 4 示出了一种优选的眼底图像检测装置的示意图；

图 5 示出了一种用于执行眼底图像检测方法的电子设备示意图；

图 6 示出了一种基于机器学习的眼底图像检测系统的示意图。

具体实施方式

下面将结合附图对本发明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。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

本发明实施例提供了一种基于机器学习的眼底图像检测方法，可以被计算机或服务器执行。如图 1 所示，该方法包括如下步骤：

S11.获取待检测的眼底图像。该图像是通过眼部检测设备拍摄的用于诊断眼部病变的眼底视网膜图像。

S12.利用第一分类模型针对眼底图像的整体区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第一特征。第一特征是显著度较高的图像特征，所称显著度可以通过颜色色差，对比度和灰度或者所占区域的大小等因素进行权衡。例如在眼底图像整体区域中存在与正常眼底颜色差别较大的区域，并且该区域所占的比例大于某一预设值，则将该区域作为第一特征。

具体地，第一特征可包括眼底范围内较大面积的异常组织或结构、眼底范围内较大的斑点等内容，例如与豹纹状眼底、眼底白斑、眼底激光斑等病变相关的图像特征。

本方案使用机器学习算法进行第一特征检测，在应用于检测前，应使用大量具有各种第一特征的眼底图像样本对分类模型进行训练，使其具有一定的分类能力。第一分类模型可以是单分类模型或者多分类模型，如果是单分类模型则输出结果为两类，即包含或者不包含第一特征；如果是多

分类模型则输出结果是多类，即不包含第一特征或者所包含第一特征的类别。

S13. 利用至少一个第二分类模型针对眼底图像中的特定区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第二特征，其中第一特征的显著度大于第二特征的显著度。步骤 S12 和步骤 S13 优选为同步执行，或者以任意顺序执行。

第二特征应被理解为细节特征，第一特征的显著度大于第二特征的显著度。例如第二特征的颜色色差、对比度、灰度或区域面积小于第一特征的颜色色差、对比度、灰度或区域面积。实际上，因为第一分类模型是针对图像全局进行分类，所以第一分类模型和第二分类模型都会检测到第二特征，但是第一分类模型对第二特征的敏感度会比较低，而第二分类模型的敏感度会比较高。

第二特征处于特定区域中，特定区域包括视盘区域、黄斑区域以及血管区域和视网膜区域中的至少之一一个区域，也可以是设定范围的一个区域或多个区域。例如特定区域为视盘区域，则第二特征包括视盘形状异常、视盘颜色异常、视神经异常等具体特征；或者，特定区域为黄斑区域，第二特征包括黄斑结构异常、黄斑形状异常等具体特征；或者，特定区域为血管区域，第二特征包括血管颜色异常、血管走向异常、中央静脉形状异常、分支静脉形状异常等具体特征；或者，特定区域为视网膜区域，第二特征包括细小异常点，例如颜色异常的点、不规则形状的点，或者视网膜区域减小等特征。此外，第二特征也可以包括眼底中其他细节的特征，例如血管纹路等。

本方案使用机器学习算法进行第二特征检测，在应用于检测前，应使用大量具有各种第二特征的眼底图像样本对相应的分类模型进行训练，使其具有一定的分类能力。

在一个实施例中，使用多个第二分类模型分别针对不同的特定区域进行并行分类检测，各个第二分类模型独立输出分类结果。具体地，例如使用三个第二分类模型：分类模型 A 针对视盘区域，检测其中是否包含与视盘相关的具体特征，如视乳头水肿、视盘炎、视神经萎缩等各种视盘类病变的特征；分类模型 B 针对黄斑区域，检测其中是否包含与黄斑相关的具体特征，如黄斑裂孔、黄斑水肿、黄斑区地图萎缩等各种黄斑类病变的特征；分类模型 C 针对血管区域，检测其中是否包含与血管相关的具体特征，如玻璃体积血、脉络膜血管瘤、中央静脉阻塞、分支静脉阻塞等各种黄斑类病变的特征。

为减小计算量，可以将第二分类模型设置为输出二分类结果，以表示眼底图像存在或者不存在第二特征。为提高检测的精度，可以将第二分类模型设置为输出多分类结果，以表示眼底图像不存在第二特征，或者所包含的第二特征的具体类别。实际应用时，可根据第二分类模型所针对各种具体类别是否存在冲突，来设定其输出多分类结果还是单分类结果。

S14. 至少根据第一分类模型和第二分类模型的分类结果确定检测结果。在此步骤中可以完全遵循这两种分类模型的分类结果，即直接输出它们的分类结果，也可以对这两种分类模型的分类结果进行判决得到最终检测结果。所谓判决是指根据第一分类模型和第二分类模型所输出分类结果的组

合，确定一种综合的检测结果，最终的检测结果与两种分类模型输出的分类结果可能是不一致的。

在一个实施例中，通过机器学习算法对第一分类模型和第二分类模型的分​​类结果进行分类，将分类结果作为最终的检测结果。在此步骤引入了一个判决模型，该模型也是一个分类模型，具体为二分类模型或者多分类模型。需要说明的是，判决模型的输入数据是一种标签信息而非眼底图像，标签信息的内容为是否具有第一特征和第二特征，或者第一特征和第二特征的具体类别。

分类模型输出的分类结果一般是数值，具体是以 0-1 表达的置信度信息或概率。本方案可以将其输出的数值作为最终的检测结果，也可以对数值做进一步判断，根据数值的大小确定相应的检测结果。

在应用于判决之前，应当使用大量样本数据对判决模型进行训练，以使其具备一定的分类能力。关于样本数据，其中应当包括是否具有第一特征和第二特征的信息及其对应的标签，或者是包括第一特征和第二特征具体类别的信息及其对应的标签。

对待检测的眼底图像的整体区域进行显著度较高的第一特征的检测，并同步对眼底图像的特定区域进行显著度较低的第二特征检测，使两种分类模型互不干扰且分工明确，能够精确地对各个区域进行分类而确定是否包含相关的特征，最后结合两种特征的分类结果进行判决得到检测结果，以提高最终检测结果的准确性，由此实现同时进行多种类别、多种显著度

的特征检测，具有较高的效率。

由于图像拍摄者拍摄的眼底照片的图片质量差异很大，图片常常会曝光过度、灰暗、模糊，这使得机器学习判断的难度大大增加。作为可选地实施例，通过对图像质量进行检测，筛选出质量合格的图像进一步保证图像检测的精度。在具体的实施例中，可以对眼底图像进行污点/亮斑检测、曝光度检测、清晰度检测、漏光检测、局部阴影检测中的任意一种或任意组合。

具体地，污点/亮斑检测采用对多个待检测图像进行加权平均处理，得到平均图像，进而判断平均图像中是否存在超过预设亮度范围的像素点；当平均图像中存在超过预设亮度范围的像素点时，确认待检测图像中存在污点/亮斑。即可完成对污点或亮斑的检测。

关于漏光检测，对待检测图像进行二值化处理，得到图像中的预设区域；生成基于预设区域边界的掩膜；使用掩膜与待检测图像融合；求取融合后图像的平均色彩亮度，并与预设色彩亮度阈值进行对比；根据对比结果确认待检测图像的漏光程度。在漏光程度大于预设值时，可以确认该眼底图像漏光。

关于局部阴影检测，统计待检测图像中任意一个颜色通道的直方图；统计小于预设像素值的像素点的数量；判断小于预设像素值的像素点的数量是否小于预设数量；当小于预设像素值的像素点的数量小于预设数量时，确认待检测图像中存在局部阴影。

关于清晰度检测，提取待检测图像的高频分量；计算高频分量的信息量；基于高频分量的信息量确认待检测图像的清晰度。

关于曝光度检测，将待检测图像转为灰度图像；统计灰度图像直方图的均方根；基于均方根大小确认待检测图像的曝光度。

当眼底图像存在上述质量问题时，可能会影响图像的检测结果，导致检测结果不够准确。因此，为保证图像的检测精度，可以在执行分类操作前，剔除存在上述质量缺陷的图像。

在实际应用中，眼底图像中的一些特征，特别是一些显著度较小的异常特征可能不存在于眼底图像的特定区域，只对特定区域中的显著度较小的特征进行检测，可能会造成漏检，为提高检测的全面性和精度，本发明实施例还提供了一种眼底图像检测方法，如图 2 所示，该方法包括如下步骤：

S21. 获取待检测的眼底图像。

S22. 利用第一分类模型针对眼底图像的整体区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第一特征。具体参见上述实施例中步骤 S12 中关于第一特征检测的描述。

S23. 利用至少一个第二分类模型针对眼底图像中的特定区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第二特征。具体参见上述实施例步骤 S13 中关于第二特征检测的描述。

S24. 利用第三分类模型针对眼底图像中的整体区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第三特征，第三特征的显著度小于第二特征的显著度。第三特征是相比于第二特征更为精细的特征，例如眼底的细小损伤等分布式的病变特征。步骤 S22、步骤 S23 和步骤 S24 优选为同步执行，或者以任意顺序执行。

为减小计算量，可以将第三分类模型设置为输出二分类结果，以表示眼底图像存在或者不存在第三特征。为提高检测的精度，可以将第三分类模型设置为输出多分类结果，以表示眼底图像不存在第三特征，或者所包含的第三特征的具体类别。

S25. 根据第一分类模型、第二分类模型和第三分类模型的分类结果确定检测结果。参照上述实施例步骤 S14 中关于检测结果的描述，在此进一步增加了第三特征的分类结果，使得检测结果更加准确。

在使用判决模型确定最终检测结果时，判决模型的输入数据为是否具有第一特征、第二特征和第三特征，或者第一特征、第二特征和第三特征的具体类别。

关于上述各种分类模型，具体采用卷积神经网络来实现。所采用的卷积神经网络的基本单元机构是卷积层叠加激活函数（ReLU）层和池化（Pooling）。其中，卷积层是对特定的图像特征进行筛选，激活函数层使用 ReLU 激活函数对筛选出的特征进行非线性处理，池化层使用最大池化（max pooling）将不同位置的最强的信息提取出来。在提取信息的过程中可以采

用归一化层（Batch Normalisation）提高网络容量同时防止训练网络过程中出现梯度弥散。经过多个这样的基本单元结构，眼底图像中的特征可以被提取出来，最后经过全连接层和输出层（softmax）。

根据需要检测的眼底特征的类型，每个模块的网络层数在 15 到 100 层不等。具体的，卷积神经网络实现可以为如下结构：输入层- C1 - BN1 - R1 - P1 - C2 - BN2 - R2 - P2 - C3 - BN3 - R3 - P3 - C4 - BN4 - R4 - P4 - C5 - BN5 - R5 - P5 - FC1 - FC2 - SoftMax。其中输入层为一定尺寸大小的图像，C 表示卷积层（同理 C1、C2、C3、C4、C5），BN 表示批归一化层（同理 BN1、BN2、BN3、BN4、BN5），R 表示函数激活层（同理 R1、R2、R3、R4、R5），P 表示池化层（同理 P1、P2、P3、P4、P5），全连接层为 FC1 和 FC2，SoftMax 提供输出。本实施例中所采用的卷积神经网络并不限于上述卷积神经网络的结构，其他能够满足本实施的神经网络结果同样适用。

由于第一特征的显著度大于第二特征和第三特征集的显著度，可以根据特征的显著度来改变神经网络的隐藏层大小，所称隐藏层是输入到输出之间的层。具体的，显著度大的特征采用较小的隐藏层，显著度小的特征采用较大的隐藏层。对于显著性小的第二特征和第三特征集的卷积网络的最大隐藏层大于第一特征的卷积网络的最大隐藏层。

具体地，在检测第一特征时，因为特征显著度大，需要网络的最大隐藏层尺寸较小，例如小于 200x200，以便于提取特征。对于显著性小的第二特征或第三特征集，最大尺寸的隐藏层的输出应该保持较大，比如大于 300x300，确保能够提取到细小的眼底子特征，例如细小的渗出点和出血点。

最大尺寸的隐藏层的输出的大小是由图像输入层、卷积层、池化层共同决定的，由多种方式实现，在这里不再赘述。

本发明实施例提供了一种基于机器学习的眼底图像检测装置，如图 3 所示，该检测装置包括：获取模块 10，用于获取待检测的眼底图像；第一分类模型 20，用于针对眼底图像的整体区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第一特征；至少一个第二分类模型 30，用于针对眼底图像中的特定区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第二特征，其中第一特征的显著度大于第二特征的显著度；决策模块 40，用于至少根据第一分类模型和第二分类模型的分类结果确定检测结果。

在可选的实施例中，特定区域和第二分类模型 30 分别为多个，多个第二分类模型分别用于针对不同的特定区域进行分类并输出第二分类结果，第二分类结果用于表示眼底图像中是否包含与特定区域相关的第二特征。

在可选的实施例中，第一分类模型和第二分类模型均为多分类模型，其分类结果用于表示眼底图像中是否包含第一特征和第二特征，以及第一特征和第二特征的具体类别。

在可选的实施例中，如图 4 所示，检测装置还包括：

第三分类模型 50，用于针对眼底图像中的整体区域进行分类，确定眼底图像中是否包含第三特征，第三特征的显著度小于第二特征的显著度；

决策模块 40 根据第一分类模型 20、第二分类模型 30 和第三分类模型 50 的分类结果确定检测结果。

在可选的实施例中，第三分类模型为多分类模型，其分类结果用于表示眼底图像中是否包含第三特征，以及第三特征的具体类别。

在可选的实施例中，特定区域包括视盘区域、黄斑区域、血管区域和视网膜区域中的至少一个区域。

在可选的实施例中，第一特征、第二特征和第三特征均为眼底病变特征。

一种电子设备，电子设备可以为服务器，也可以为终端。如图 5 所示，包括控制器，控制器包括一个或多个处理器 41 以及存储器 42，图 5 中以一个处理器 43 为例。

电子设备还可以包括：输入装置 43 和输出装置 44。

处理器 41、存储器 42、输入装置 43 和输出装置 44 可以通过总线或者其他方式连接，图 4 中以通过总线连接为例。

处理器 41 可以为中央处理器（Central Processing Unit，CPU）。处理器 41 还可以为其他通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor，DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、现场可编程门阵列（Field-Programmable Gate Array，FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等芯片，或者上述各类芯片的组合。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

存储器 42 作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块。处理器 41 通过运行存储在存储器 42 中的非暂态软件程序、指令以及模块，从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理，即实现上述方法实施例中的眼底图像检测方法。

存储器 42 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储根据服务器操作的处理装置的使用所创建的数据等。此外，存储器 42 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中，存储器 42 可选包括相对于处理器 41 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至网络连接装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

输入装置 43 可接收输入的数字或字符信息，以及产生与服务器的处理装置的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置 44 可包括显示屏等显示设备。

一个或者多个模块存储在存储器 42 中，当被一个或者多个处理器 41 执行时，执行如图 1 或 2 所示的方法。

本发明实施例还提供了一种基于机器学习的眼底图像检测系统，如图 6 所示，该系统包括：图像采集装置 100，用于采集眼底图像。在本实施例中图像采集装置可以为多个，具体的，例如图像采集装置 100 为各个医院的

眼底拍照设备，或者个人用户的眼底拍照设备。在本实施例中，眼底检测系统还包括云端服务器 200，云端服务器 200 中设置有助于执行上述眼底图像检测方法的眼底图像检测装置，与图形采集装置 100 通信，例如采用无线通信的形式，或者采用有线通信的形式，图像采集装置 100 采集的眼底图像上传到云端服务器 200 内，通过电子设备执行眼底图像检测方法得到检测结果，通过输出装置输出检测结果，具体的，输出装置 300 可以为显示设备，也可以为打印设备，以报告的形式打印出来，还可以为用户的终端设备，例如手机、平板或个人电脑。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方

框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例，而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种基于机器学习的眼底图像检测方法，其特征在于，包括：

获取待检测的眼底图像；

利用第一分类模型针对所述眼底图像的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第一特征；以及利用至少一个第二分类模型针对所述眼底图像中的特定区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第二特征，其中所述第一特征的显著度大于第二特征的显著度；

至少根据所述第一分类模型和所述第二分类模型的分类结果确定检测结果。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述特定区域和所述第二分类模型分别为多个，在利用至少一个第二分类模型针对所述眼底图像中的特定区域进行分类的步骤中，分别利用不同的第二分类模型针对不同的特定区域进行分类并输出第二分类结果，所述第二分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含与特定区域相关的第二特征。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一分类模型和所述第二分类模型均为多分类模型，其分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含所述第一特征和所述第二特征，以及所述第一特征和所述第二特

征的具体类别。

4.根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法，其特征在于，所述特定区域包括视盘区域、黄斑区域、血管区域和视网膜区域中的至少一个区域。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一特征和所述第二特征均为眼底病变特征。

6.根据权利要求 1-5 中任一项所述的方法，其特征在于，在确定检测结果之前，所述方法还包括：

利用第三分类模型针对所述眼底图像中的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第三特征，所述第三特征的显著度小于所述第二特征的显著度；

最终根据所述第一分类模型、所述第二分类模型和所述第三分类模型的分类结果确定检测结果。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述第三特征为眼底病变特征。

8.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述第三分类模型为多分类模型，其分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含所述第三特征，以及所述第三特征的具体类别。

9.一种电子设备，其特征在于，包括至少一个处理器；以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器执行包括以下内容的操作：

获取待检测的眼底图像；利用第一分类模型针对所述眼底图像的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第一特征；以及利用至少一个第二分类模型针对所述眼底图像中的特定区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第二特征，其中所述第一特征的显著度大于第二特征的显著度；至少根据所述第一分类模型和所述第二分类模型的分类结果确定检测结果。

10.根据权利要求 9 所述的设备，其特征在于，所述特定区域和所述第二分类模型分别为多个，所述处理器被配置为：在利用至少一个第二分类模型针对所述眼底图像中的特定区域进行分类的步骤中，分别利用不同的第二分类模型针对不同的特定区域进行分类并输出第二分类结果，所述第

二分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含与特定区域相关的第二特征。

11.根据权利要求 9 或 10 所述的设备，其特征在于，所述第一分类模型和所述第二分类模型均为多分类模型，其分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含所述第一特征和所述第二特征，以及所述第一特征和所述第二特征的具体类别。

12.根据权利要求 9-11 中任一项所述的设备，其特征在于，所述特定区域包括视盘区域、黄斑区域、血管区域和视网膜区域中的至少一个区域。

13. 根据权利要求 9-12 中任一项所述的设备，其特征在于，所述第一特征和所述第二特征均为眼底病变特征。

14.根据权利要求 9-13 中任一项所述的设备，其特征在于，所述处理器被配置为：在确定检测结果之前，利用第三分类模型针对所述眼底图像中的整体区域进行分类，确定所述眼底图像中是否包含第三特征，所述第三特征的显著度小于所述第二特征的显著度；最终根据所述第一分类模型、所述第二分类模型和所述第三分类模型的分类结果确定检测结果。

15. 根据权利要求 14 所述的设备，其特征在于，所述第三特征为眼底病变特征。

16. 根据权利要求 14 所述的设备，其特征在于，所述第三分类模型为多分类模型，其分类结果用于表示所述眼底图像中是否包含所述第三特征，以及所述第三特征的具体类别。

17. 一种计算机存储介质，其特征在于，其上存储有指令，当所述指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行权利要求 1-8 中任意一项所述的眼底图像检测方法。

18. 一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得计算机执行权利要求 1-8 中任意一项所述的眼底图像检测方法。

19. 一种基于机器学习的眼底图像检测系统，其特征在于，包括：

图像采集装置，用于采集眼底图像；

根据权利要求 9-16 中任一项所述的设备，与所述图像采集装置通信，用于对所述眼底图像进行检测；

输出装置，与所述眼底图像检测装置通信，用于输出眼底图像的检测结果。

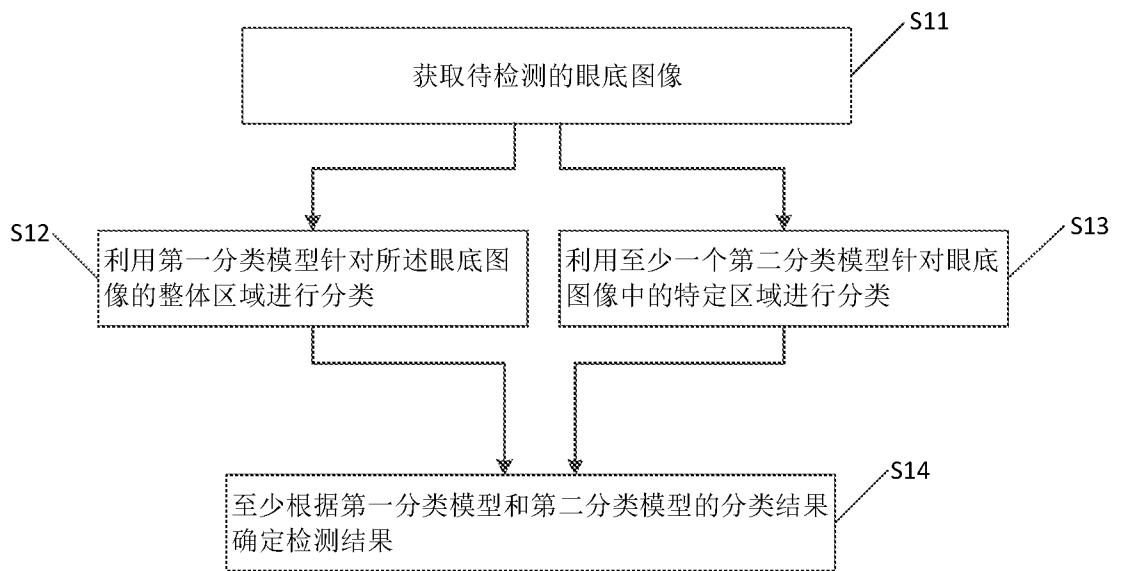


图 1

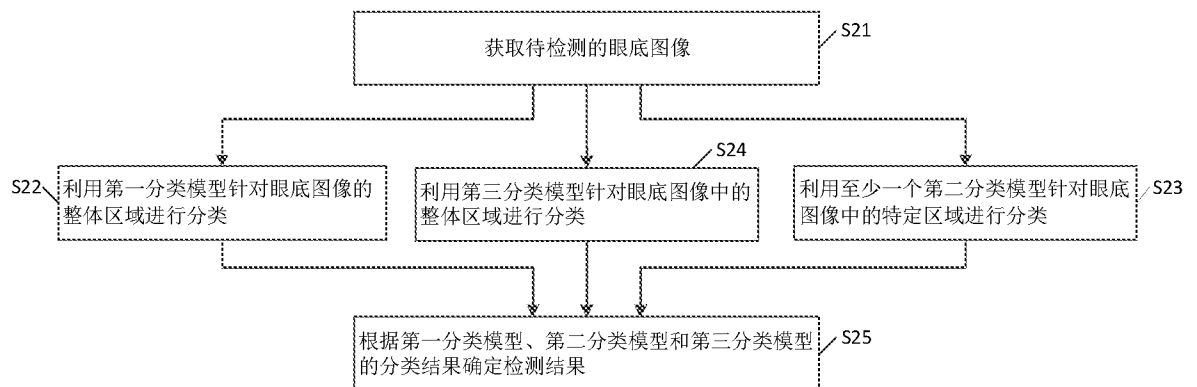


图 2

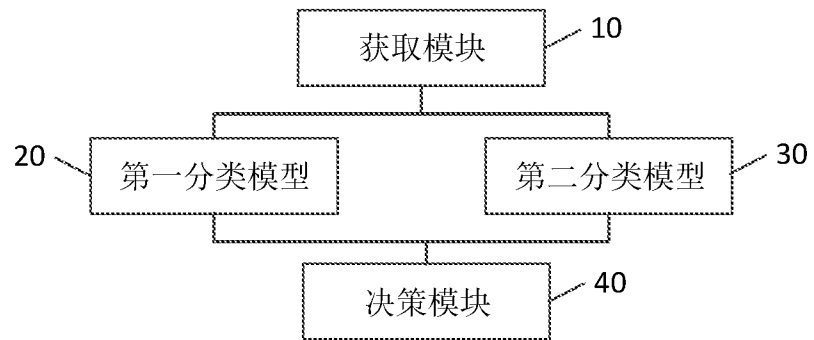


图3

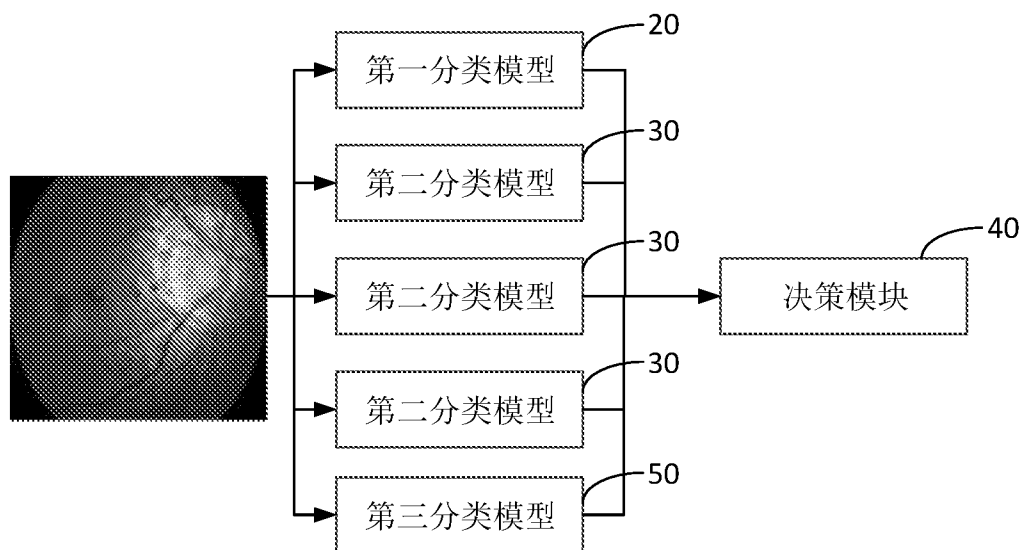


图4

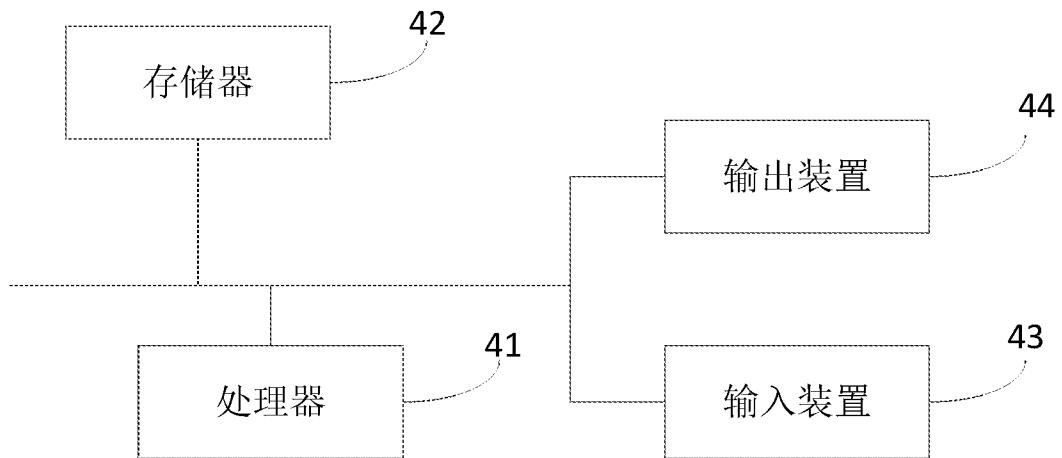


图5

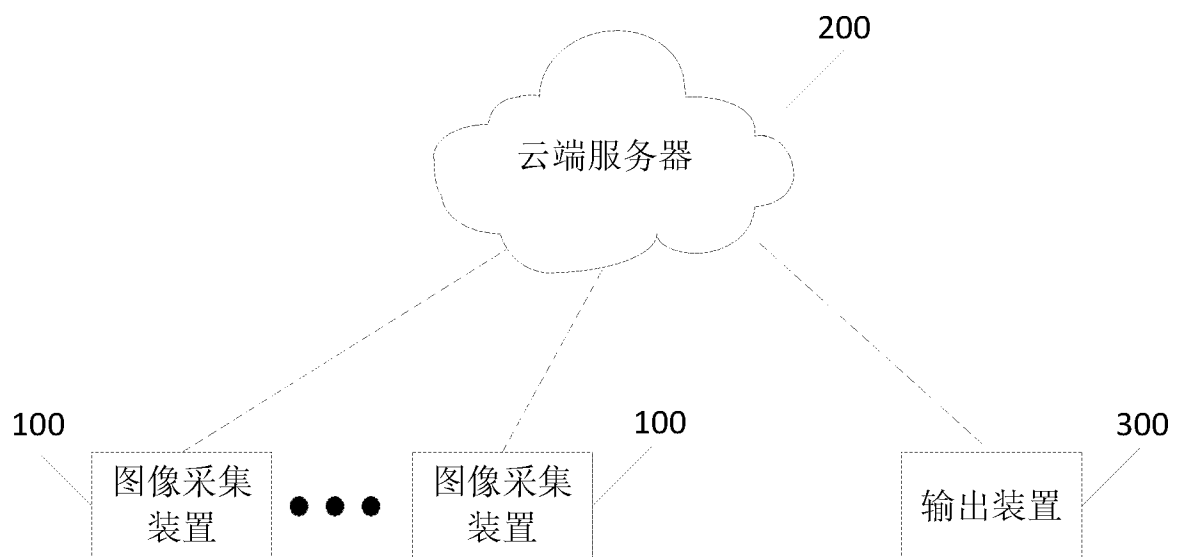


图6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/084210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 3/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 3/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNABS, CNTXT, CNKI: 上海鹰瞳医疗科技有限公司, 熊健皓, 赵昕, 马永培, 李舒磊, 病变, 分类, 视网膜, 视盘, 黄斑, 第二, fundus, lesion, classification, second

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 108577803 A (SHANGHAI YINGTONG MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 September 2018 (2018-09-28) description, paragraphs [0031]-[0065]	1-17, 19
PX	CN 108596895 A (SHANGHAI YINGTONG MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 September 2018 (2018-09-28) description, paragraphs [0029]-[0062]	1-17, 19
X	US 2014314288 A1 (PARHI, K.K.) 23 October 2014 (2014-10-23) description, paragraphs [0030]-[0032] and [0051]-[0053]	1-17, 19
A	CN 105411525 A (GUANGZHOU HEALGOO INTERACTIVE MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 March 2016 (2016-03-23) entire document	1-17, 19
A	US 9008391 B1 (EYENUK, INC.) 14 April 2015 (2015-04-14) entire document	1-17, 19
A	US 9462945 B1 (VISIONQUEST BIOMEDICAL LLC) 11 October 2016 (2016-10-11) entire document	1-17, 19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 June 2019

Date of mailing of the international search report

24 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/084210

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **18**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
 - [1] Claim 18 sets forth a computer program product comprising an instruction, and what is claimed is the computer program itself, which falls within the subject matter defined in PCT Rule 39.1(iv), for which a search of an International Searching Authority is not required.
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/084210

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108577803	A	28 September 2018	None			
CN	108596895	A	28 September 2018	None			
US	2014314288	A1	23 October 2014	None			
CN	105411525	A	23 March 2016	CN	105411525	B	31 May 2017
US	9008391	B1	14 April 2015	US	2019042828	A1	07 February 2019
				US	8885901	B1	11 November 2014
				US	8879813	B1	04 November 2014
				US	2017039412	A1	09 February 2017
				US	2017039689	A1	09 February 2017
				US	2015110372	A1	23 April 2015
				US	2015110368	A1	23 April 2015
				US	2015110370	A1	23 April 2015
				US	2015110348	A1	23 April 2015
				US	9002085	B1	07 April 2015
				EP	3061063	A1	31 August 2016
				WO	2015060897	A1	30 April 2015
US	9462945	B1	11 October 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/084210

A. 主题的分类

A61B 3/14(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

A61B 3/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNABS, CNTXT, CNKI: 上海鹰瞳医疗科技有限公司, 熊健皓, 赵昕, 马永培, 李舒磊, 病变, 分类, 视网膜, 视盘, 黄斑, 第二, fundus, lesion, classification, second

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 108577803 A (上海鹰瞳医疗科技有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第[0031]-[0065]段	1-17, 19
PX	CN 108596895 A (上海鹰瞳医疗科技有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第[0029]-[0062]段	1-17, 19
X	US 2014314288 A1 (PARHI, KESHAB K.) 2014年 10月 23日 (2014 - 10 - 23) 说明书第[0030]-[0032], [0051]-[0053]段	1-17, 19
A	CN 105411525 A (广州河谷互动医疗科技有限公司) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-17, 19
A	US 9008391 B1 (EYENUK, INC.) 2015年 4月 14日 (2015 - 04 - 14) 全文	1-17, 19
A	US 9462945 B1 (VISIONQUEST BIOMEDICAL L. L. C.) 2016年 10月 11日 (2016 - 10 - 11) 全文	1-17, 19

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 6月 5日

国际检索报告邮寄日期

2019年 7月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

宋含

传真号 (86-10)62019451

电话号码 86- (10) -53962638

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索报告的理由如下：

1. ☒ 权利要求： 18
因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：
[1] 权利要求18请求保护一种包含指令的计算机程序产品，其请求保护的是计算机程序本身，属于PCT细则39.1定义的不要求国际检索单位检索的主题。
2. ☐ 权利要求：
因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索， 具体地说：
3. ☐ 权利要求：
因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/084210

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108577803	A	2018年 9月 28日	无			
CN	108596895	A	2018年 9月 28日	无			
US	2014314288	A1	2014年 10月 23日	无			
CN	105411525	A	2016年 3月 23日	CN	105411525	B	2017年 5月 31日
US	9008391	B1	2015年 4月 14日	US	2019042828	A1	2019年 2月 7日
				US	8885901	B1	2014年 11月 11日
				US	8879813	B1	2014年 11月 4日
				US	2017039412	A1	2017年 2月 9日
				US	2017039689	A1	2017年 2月 9日
				US	2015110372	A1	2015年 4月 23日
				US	2015110368	A1	2015年 4月 23日
				US	2015110370	A1	2015年 4月 23日
				US	2015110348	A1	2015年 4月 23日
				US	9002085	B1	2015年 4月 7日
				EP	3061063	A1	2016年 8月 31日
				WO	2015060897	A1	2015年 4月 30日
US	9462945	B1	2016年 10月 11日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)