

(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
2020 年 7 月 30 日 (30.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/151149 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/62 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/088639
- (22) 国际申请日: 2019 年 5 月 27 日 (27.05.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910063699.9 2019 年 1 月 23 日 (23.01.2019) CN
- (71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 刘莉红(LIU, LiHong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 马进(MA, Jin); 中国广东省深圳市福田区福田

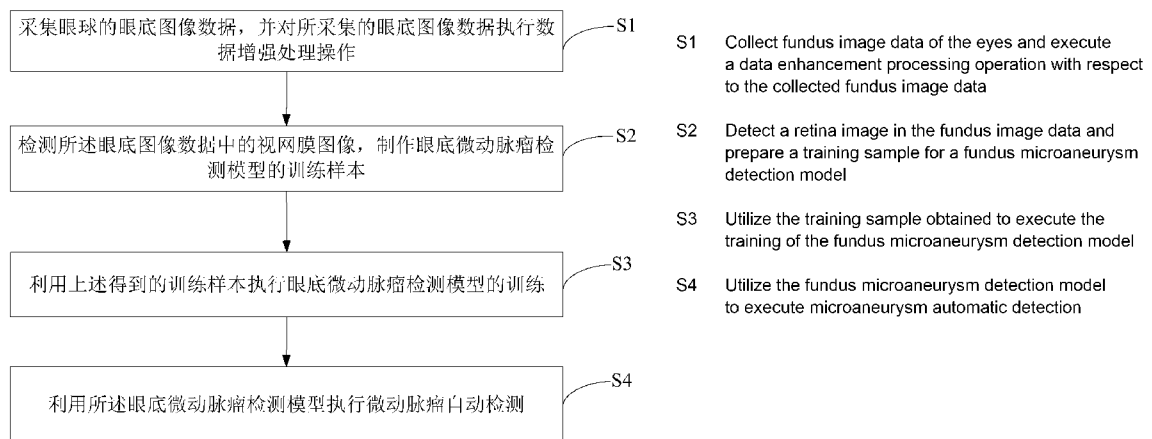
街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 王健宗(WANG, JianZong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市沃德知识产权代理事务所(普通合伙)(SHENZHEN WORLD INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区园岭街道八卦四路 10 号中浩大厦 1528-1530 室于志光, Guangdong 518000 (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,

(54) **Title:** MICROANEURYSM AUTOMATIC DETECTION METHOD, DEVICE, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质



(57) **Abstract:** The present application relates to an artificial intelligence technique. Disclosed is a microaneurysm automatic detection method. The method comprises: collecting fundus image data of the eyes and executing a data enhancement processing operation with respect to the collected fundus image data; detecting a retina image in the fundus image data and preparing a training sample for a fundus microaneurysm detection model; utilizing the training sample obtained to execute the training of the fundus microaneurysm detection model; and utilizing the fundus microaneurysm detection model to execute microaneurysm automatic detection. Also provided in the present application are a device and a computer-readable storage medium. The present application implements microaneurysm automatic detection.

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))。

(57) 摘要: 本申请涉及一种人工智能技术, 揭露了一种微动脉瘤自动检测方法, 该方法包括: 采集眼球的眼底图像数据, 并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作; 检测所述眼底图像数据中的视网膜图像, 制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本; 利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练; 及利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。本申请还提出一种装置以及一种计算机可读存储介质。本申请可以实现微动脉瘤自动检测。

微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质

本申请要求于 2019 年 1 月 23 日提交中国专利局，申请号为 201910063699.9、发明名称为“微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质”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

本申请涉及人工智能技术领域，尤其涉及一种微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

由国际糖尿病联盟的统计数据显示，全球糖尿病患者已达到3.66亿，中国糖尿病患者，已超过9240万。伴随着对糖尿病研究的不断深入，医学家们发现，由糖尿病引发的眼部并发症（如糖尿病性视网膜病变）的发病率正与日俱增。世界卫生组织的一项调查研究表明，糖尿病视网膜病变是全世界导致视力障碍和失明的主要原因之一，糖尿病患者致盲的可能性是非糖尿病患者的25倍。微动脉瘤是糖尿病视网膜病变的早期标志，如果能对其准确检测，即能够有效评估和抑制病情的发展。

目前，国内外学者针对微动脉瘤的检测提出了多种方法，大致可以分为3类：数学形态学法、滤波器法和监督学习法。Top-hat变换是用于检测微动脉瘤最常见的数学形态学运算，通过消除视网膜图像上所有血管来得到疑似微动脉瘤。但是，为了检测到较大的微动脉瘤，数学形态学法需要增加结构元素的长度，不过这会导致血管分割劣化，以至于在血管上会检测到更多的杂散疑似微动脉瘤。滤波器方通过构建一个合适的核函数来匹配微动脉瘤，如果产生强响应便得到疑似微动脉瘤。常用的滤波器包括多尺度高斯核函数滤波器和高通滤波器等。滤波器法的局限性在于需要设计合适的滤波器匹配微动脉瘤。监督学习法中神经网络和学习字典用于训练分类器，但当样本量比较大时需要较长的训练时间，因此，监督学习法基本上不可行。综合近年来有关视网膜微动脉瘤检测的文献和研究报道，可以看出当前的研究虽然取得

了很重要的进展，但是视网膜结构特征之间会相互影响，导致独立分割微动脉瘤易产生假阳性。基于以上所述，本申请提出了基于深度学习的微动脉瘤自动检测系统。

发明内容

本申请提供一种微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质，其主要目的在于提供一种实现微动脉瘤自动检测方案。

本申请所述微动脉瘤自动检测包括：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

此外，为实现上述目的，本申请还提供一种装置，该装置包括存储器和处理器，所述存储器中存储有可在所述处理器上运行的微动脉瘤自动检测程序，所述微动脉瘤自动检测程序被所述处理器执行时实现如下步骤：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

此外，为实现上述目的，本申请还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有微动脉瘤自动检测程序，所述微动脉瘤自动检测程序可被一个或者多个处理器执行，以实现如上所述的微动脉瘤自动检测方法的步骤。

本申请提出的微动脉瘤自动检测方法、装置及计算机可读存储介质采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练

样本；利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。因此，本申请可以实现微动脉瘤自动检测。

附图说明

图1为本申请一实施例提供的微动脉瘤自动检测方法的流程示意图；

图2为本申请一实施例提供的装置的内部结构示意图；

图3为本申请一实施例提供的装置中微动脉瘤自动检测程序的模块示意图。

本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，所述“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。

进一步地，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设

备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本申请要求的保护范围之内。

本申请提供一种微动脉瘤自动检测方法。

详细地，参照图1所示，为本申请一实施例提供的微动脉瘤自动检测方法的流程图示意图。该方法可以由一个装置执行，该装置可以由软件和/或硬件实现。

S1、采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作。

本申请较佳实施例使用 50 度视场 (FOV) 的数字眼底相机 (如 Kowa VX-10α) 采集眼球的眼底图像，采集的正负样本为 1:1，即分别采集有眼底微动脉瘤的人眼的眼底图像和健康人眼的眼底图像，所有眼底图像都要求居中且靠近黄斑。如果数字眼底相机采集的眼球图片非居中且不靠近黄斑，需重新采集。较佳地，本申请使用数字眼底相机采集的眼底图像的分辨率为 4288×2848 像素，且以 jpg 文件格式存储在计算机中。本申请较佳实施例中，眼底图像的数量可以是一百张。

为了有效检测人眼视网膜微动脉瘤，为后期模型训练提供更优质的数据，本申请需要对所采集的眼球的眼底图像数据进行增强处理。

优选地，所述增强处理包括增强人眼微动脉瘤及附近区域的像素值。

人眼微动脉瘤是本申请所要检测的图像部分，为了增强该图像部分和附近区域的像素值，本申请首先对眼球的眼底图像数据进行两次自适应的直方图均衡化预处理。其中，直方图均衡化的实现原理如下：假设 r 代表某幅给定眼底图像中像素灰度级，作归一化处理后， r 被限定为 $[0,1]$ 范围内，令 $p_r(w)$ 为图像的灰度级的概率密度函数，对灰度级执行下式所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw$$

其中, w 为积分的虚拟变量。但在数字图像中, 灰度级是离散的。因此对于离散的灰度级, 可将上式变换为下式:

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n}$$

式中 n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数, n 是图像像素总数, $\frac{n_k}{n}$ 为频数。在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形, 即称为图像的直方图。由于自适应直方图均衡化是在直方图均衡化原理的基础上采用局部法对图像进行处理, 所以, 自适应直方图均衡化可以起到增强人眼微动脉瘤及附近区域的像素亮度值的作用。

S2、检测所述眼底图像数据中的视网膜图像, 制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本。

人眼的构造精密复杂, 如何正确的捕捉到微动脉瘤部分至关重要。由于微动脉瘤主要存在于视网膜位置, 本申请较佳实施例对上述得到的增强处理后的眼底图像数据, 进行形态学运算, 得到视网膜边界。

所述形态学运算包括:

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘, 使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域, 并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作:

$$AB = (A \ominus B) \oslash B$$

其中, $\ominus$ 表示腐蚀操作, $\oslash$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后, 分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B, 最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B, 即得到视网膜的圆形边界。

检测到视网膜边界后, 计算并判断视网膜边界的面积, 若边界面积大于设定阈值 δ , 表明边界检测错误, 重新采用形态学运算继续检测视网膜边界, 直到满足阈值 δ 为止。

S3、利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练。

对上述制作的训练样本进行上采样和下采样, 然后分别放入一个深度学习模型进行训练。在整个训练过程中, 深度学习模型主要检查图片是否有微动脉瘤, 若有则标记微动脉瘤的位置。

详细地, 所述深度学习模型的训练的方法主要包括如下步骤:

1、上下采样法对训练样本进行采样, 得到数据集。下采样 (subsampling) 就是缩小图像, 上采样 (upsampling) 就是放大图像。上下采样是为了提高模型在不同环境下, 对微动脉瘤病症的侦测能力。对于一张尺寸为 $M \times N$ 微动脉

瘤图像，对其进行 s 倍下采样，即得到 $(M/s) * (N/s)$ 尺寸的分辨率图像， s 是 M 和 N 的公约数。由于微动脉瘤图片是矩阵形式，还需把原始图像按照如下公式，进行像素的均值处理：

$$P_k = \sum I_i / s^2$$

其中， $\sum I_i$ 代表微动脉瘤图片的像素总和。上采样原理与下采样类似，只不过采用内插值方法，即在原有微动脉瘤像素的基础上，采用内插值算法插入新的像素。

2、利用上下采样后的数据集训练深度学习模型。本申请所述深度学习模型是卷积神经网络模型。本申请使用 Fast RCNN(Fast Region-based Convolutional Neural Networks)算法对微动脉瘤进行检测。Fast RCNN 是将卷积神经网络模型应用到目标检测问题上的算法，其通过多任务损失函数边框回归方法实现目标检测问题的转化。

所述利用上下采样后的数据集训练深度学习模型包括：

A、利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量。本申请使用的卷积神经网络模型是 VGG (Visual Geometry Group)，VGG 的卷积核较小，是 3×3 规格，因为使用多个较小卷积核的卷积层代替一个卷积核较大的卷积层，一方面可以减少参数，另一方面相当于是进行了更多的非线性映射，可以增加网络的对微动脉瘤的特征提取能力，卷积层步长设置为 1。每层卷积核后紧跟池化层。但本申请只使用 VGG 模型前 13 层的卷积层和池化层是提取特征，舍去后面的全连层。

B、针对上一步输出的微动脉瘤特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤的图片。

C、对于含有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域，其中损失函数如下：

$$L = \sum_i^n \sum_j^n (w_{10} * y_{i,j} * \log(x_{i,j}) + w_{11} * (1 - y_{i,j}) * \log(1 - x_{i,j}) - w_{10} * w_{11} * y'_{i,j} \log(x_{i,j}))$$

L 表示预判断的微动脉瘤区域与实际微动脉瘤区域的损失函数。其中 $y_{i,j}$ 表示数据集预判断的微动脉瘤区域的像素位置， $y'_{i,j}$ 表示实际微动脉瘤区域位置，

$x_{i,j}$ 表示微动脉瘤坐标在 (i,j) 的像素值，微动脉瘤特征图片共 n 个像素， w_{10} 和 w_{11} 用来调节上下采样后样本不平衡的参数。

S4、利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

眼底微动脉瘤检测模型训练好后，本申请将该模型应用于微动脉瘤自动检测中。在检测过程中，本申请对眼底图像以32步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块可能是微动脉瘤的概率，最后统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

本申请还提供一种执行微动脉瘤自动检测的装置。参照图2所示，为本申请一实施例提供的装置的内部结构示意图。

在本实施例中，所述装置1可以是智能手机、平板电脑、便携计算机等终端设备，可以是PC（Personal Computer，个人电脑），也可以是服务器、服务器群组等。该装置1至少包括存储器11、处理器12，通信总线13，以及网络接口14。

其中，存储器11至少包括一种类型的可读存储介质，所述可读存储介质包括闪存、硬盘、多媒体卡、卡型存储器（例如，SD或DX存储器等）、磁性存储器、磁盘、光盘等。存储器11在一些实施例中可以是装置1的内部存储单元，例如该装置1的硬盘。存储器11在另一些实施例中也可以是装置1的外部存储设备，例如装置1上配备的插接式硬盘，智能存储卡（Smart Media Card, SMC），安全数字（Secure Digital, SD）卡，闪存卡（Flash Card）等。进一步地，存储器11还可以既包括装置1的内部存储单元也包括外部存储设备。存储器11不仅可以用于存储安装于装置1的应用软件及各类数据，例如微动脉瘤自动检测程序01的代码等，还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

处理器12在一些实施例中可以是一中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、控制器、微控制器、微处理器或其他数据处理芯片，用于运行存储器11中存储的程序代码或处理数据，例如执行微动脉瘤自动检测程序01等。

通信总线13用于实现这些组件之间的连接通信。

网络接口 14 可选的可以包括标准的有线接口、无线接口(如 WI-FI 接口), 通常用于在该装置 1 与其他电子设备之间建立通信连接。

可选地, 该装置 1 还可以包括用户接口, 用户接口可以包括显示器 (Display)、输入单元比如键盘 (Keyboard), 可选的用户接口还可以包括标准的有线接口、无线接口。可选地, 在一些实施例中, 显示器可以是 LED 显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及 OLED (Organic Light-Emitting Diode, 有机发光二极管) 触摸器等。其中, 显示器也可以适当的称为显示屏或显示单元, 用于显示在装置 1 中处理的信息以及用于显示可视化的用户界面。

图 2 仅示出了具有组件 11-14 以及微动脉瘤自动检测程序 01 的装置 1, 本领域技术人员可以理解的是, 图 1 示出的结构并不构成对装置 1 的限定, 可以包括比图示更少或者更多的部件, 或者组合某些部件, 或者不同的部件布置。

在图 2 所示的装置 1 实施例中, 存储器 11 中存储有微动脉瘤自动检测程序 01; 处理器 12 执行存储器 11 中存储的微动脉瘤自动检测程序 01 时实现如下步骤:

步骤一、采集眼球的眼底图像数据, 并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作。

本申请较佳实施例使用 50 度视场 (FOV) 的数字眼底相机 (如 Kowa VX-10α) 采集眼球的眼底图像, 采集的正负样本为 1:1, 即分别采集有眼底微动脉瘤的人眼的眼底图像和健康人眼的眼底图像, 所有眼底图像都要求居中且靠近黄斑。如果数字眼底相机采集的眼球图片非居中且不靠近黄斑, 需重新采集。较佳地, 本申请使用数字眼底相机采集的眼底图像的分辨率为 4288×2848 像素, 且以 jpg 文件格式存储在计算机中。本申请较佳实施例中, 眼底图像的数量可以是一百张。

为了有效检测人眼视网膜微动脉瘤, 为后期模型训练提供更优质的数据, 本申请需要对所采集的眼球的眼底图像数据进行增强处理。

优选地, 所述增强处理包括增强人眼微动脉瘤及附近区域的像素值。

人眼微动脉瘤是本申请所要检测的图像部分, 为了增强该图像部分和附近区域的像素值, 本申请首先对眼球的眼底图像数据进行两次自适应的直方

图均衡化预处理。其中，直方图均衡化的实现原理如下：假设 r 代表某幅给定眼底图像中像素灰度级，作归一化处理后， r 被限定为 $[0,1]$ 范围内，令 $p_r(w)$ 为图像的灰度级的概率密度函数，对灰度级执行下式所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w) dw$$

其中， w 为积分的虚拟变量。但在数字图像中，灰度级是离散的。因此对于离散的灰度级，可将上式变换为下式：

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n}$$

式中 n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数， n 是图像像素总数， $\frac{n_k}{n}$ 为频数。

在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形，即称为图像的直方图。由于自适应直方图均衡化是在直方图均衡化原理的基础上采用局部法对图像进行处理，所以，自适应直方图均衡化可以起到增强人眼微动脉瘤及附近区域的像素亮度值的作用。

步骤二、检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本。

人眼的构造精密复杂，如何正确的捕捉到微动脉瘤部分至关重要。由于微动脉瘤主要存在于视网膜位置，本申请较佳实施例对上述得到的增强处理后的眼底图像数据，进行形态学运算，得到视网膜边界。

所述形态学运算包括：

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘，使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域，并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作：

$$AB = (A \ominus B) \oslash B$$

其中， $\ominus$ 表示腐蚀操作， $\oslash$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后，分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B ，最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B ，即得到视网膜的圆形边界。

检测到视网膜边界后，计算并判断视网膜边界的面积，若边界面积大于设定阈值 δ ，表明边界检测错误，重新采用形态学运算继续检测视网膜边界，直到满足阈值 δ 为止。

步骤三、利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练。

对上述制作的训练样本进行上采样和下采样，然后分别放入一个深度学习模型进行训练。在整个训练过程中，深度学习模型主要检查图片是否有微动脉瘤，若有则标记微动脉瘤的位置。

详细地，所述深度学习模型的训练的方法主要包括如下步骤：

1、上下采样法对训练样本进行采样，得到数据集。下采样 (subsampled) 就是缩小图像，上采样 (upsampling) 就是放大图像。上下采样是为了提高模型在不同环境下，对微动脉瘤病症的侦测能力。对于一张尺寸为 $M \times N$ 微动脉瘤图像，对其进行 s 倍下采样，即得到 $(M/s) \times (N/s)$ 尺寸的分辨率图像， s 是 M 和 N 的公约数。由于微动脉瘤图片是矩阵形式，还需把原始图像按照如下公式，进行像素的均值处理：

$$P_k = \sum I_i / s^2$$

其中， $\sum I_i$ 代表微动脉瘤图片的像素总和。上采样原理与下采样类似，只不过采用内插值方法，即在原有微动脉瘤像素的基础上，采用内插值算法插入新的像素。

2、利用上下采样后的数据集训练深度学习模型。本申请所述深度学习模型是卷积神经网络模型。本申请使用 Fast RCNN (Fast Region-based Convolutional Neural Networks) 算法对微动脉瘤进行检测。Fast RCNN 是将卷积神经网络模型应用到目标检测问题上的算法，其通过多任务损失函数边框回归方法实现目标检测问题的转化。

所述利用上下采样后的数据集训练深度学习模型包括：

A、利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量。本申请使用的卷积神经网络模型是 VGG (Visual Geometry Group)，VGG 的卷积核较小，是 3×3 规格，因为使用多个较小卷积核的卷积层代替一个卷积核较大的卷积层，一方面可以减少参数，另一方面相当于是进行了更多的非线性映射，可以增加网络的对微动脉瘤的特征提取能力，卷积层步长设置为 1。每层卷积核后紧跟池化层。但本申请只使用 VGG 模型前 13 层的卷积层和池化层是提取特征，舍去后面的全连层。

B、针对上一步输出的微动脉瘤特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤的图片。

C、对于含有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域，其中损失函数如下：

$$L = \sum_i^n \sum_j^n (w_{10} * y_{i,j} * \log(x_{i,j}) + w_{11} * (1 - y_{i,j}) * \log(1 - x_{i,j}) - w_{10} * w_{11} * y'_{i,j} \log(x_{i,j}))$$

L 表示预判断的微动脉瘤区域与实际微动脉瘤区域的损失函数。其中 $y_{i,j}$ 表示数据集预判断的微动脉瘤区域的像素位置， $y'_{i,j}$ 表示实际微动脉瘤区域位置， $x_{i,j}$ 表示微动脉瘤坐标在 (i,j) 的像素值，微动脉瘤特征图片共 n 个像素， w_{10} 和 w_{11} 用来调节上下采样后样本不平衡的参数。

步骤四、利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

眼底微动脉瘤检测模型训练好后，本申请将该模型应用于微动脉瘤自动检测中。在检测过程中，本申请对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块可能是微动脉瘤的概率，最后统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

可选地，在本申请实施例，所述微动脉瘤自动检测程序 01 还可以被分割为一个或者多个模块，一个或者多个模块被存储于存储器 11 中，并由一个或多个处理器（本实施例为处理器 12）所执行以完成本申请，本申请所称的模块是指能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段，用于描述微动脉瘤自动检测程序在所述装置中的执行过程。

例如，参照图 3 所示，为本申请装置一实施例中的微动脉瘤自动检测程序的程序模块示意图，该实施例中，微动脉瘤自动检测程序 01 可以被分割为数据采集模块 10、样本数据制作模块 20、模型训练模块 30、及微动脉瘤检测模块 40。示例性地：

所述数据采集模块 10 用于：采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作。

本申请所述执行数据增强处理操作包括对所述眼底图像数据进行两次自适应的直方图均衡化预处理，包括：

对眼底图像中像素灰度级 r 作归一化处理，使 r 被限定为 $[0,1]$ 范围内；

对所述像素灰度级 r 执行式①所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw \quad (1)$$

其中， $p_r(r)$ 为图像的灰度级的概率密度函数， w 为积分的虚拟变量，将式①变换为式②：

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n} \quad (2)$$

其中， n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数， n 是图像像素总数， $\frac{n_k}{n}$ 为频数，在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形称为图像的直方图。

所述样本数据制作模块 20 用于：检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本。

优选地，所述检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本，包括：

对上述得到的数据增强处理后的眼底图像数据，进行形态学运算，得到视网膜边界，其中，所述形态学运算包括：

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘，使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域，并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作：

$$AB = (A \ominus B) \oslash B$$

其中， $\ominus$ 表示腐蚀操作， $\oslash$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后，分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B ，最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B ，即得到视网膜的圆形边界；

检测到视网膜边界后，计算并判断视网膜边界的面积；

若视网膜边界面积大于设定阈值 δ ，表明边界检测错误，重新采用形态学运算继续检测视网膜边界，直到满足阈值 δ 为止。

所述模型训练模块 30 用于：利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练。

可选地，所述眼底微动脉瘤检测模型的训练的方法包括：

上下采样法对所述训练样本进行采样，得到数据集；

利用上下采样后的数据集训练深度学习模型，包括：

利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量；

针对所述微动脉瘤病灶的特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤特征的图片；

对于有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域。

所述微动脉瘤检测模块 40 用于：利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

可选地，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块可能是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

上述数据采集模块 10、样本数据制作模块 20、模型训练模块 30 及微动脉瘤检测模块 40 等程序模块被执行时所实现的功能或操作步骤与上述实施例大体相同，在此不再赘述。

此外，本申请实施例还提出一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有微动脉瘤自动检测程序，所述微动脉瘤自动检测程序可被一个或多个处理器执行，以实现如下操作：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

本申请计算机可读存储介质具体实施方式与上述微动脉瘤自动检测装置和方法各实施例基本相同，在此不作累述。

需要说明的是，上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。并且本文中的术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、装置、物品或者方法不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、装置、物品或者方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、装置、物品或者方法中还存在另外的相同要素。

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上述实施例方法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，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本申请的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，该计算机软件产品存储在如上所述的一个存储介质(如 ROM/RAM、磁碟、光盘)中，包括若干指令用以使得一台终端设备(可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述的方法。

以上仅为本申请的优选实施例，并非因此限制本申请的专利范围，凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述方法包括：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

2、如权利要求 1 所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述执行数据增强处理操作包括对所述眼底图像数据进行两次自适应的直方图均衡化预处理，包括：

对眼底图像数据中像素灰度级 r 作归一化处理，使 r 被限定为 $[0,1]$ 范围内；
对所述像素灰度级 r 执行式①所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw \quad \text{①}$$

其中， $p_r(w)$ 为图像的灰度级的概率密度函数， w 为积分的虚拟变量，将式①变换为式②：

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n} \quad \text{②}$$

其中， n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数， n 是图像像素总数， $\frac{n_k}{n}$ 为频数，
在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形称为图像的直方图。

3、如权利要求 2 所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本，包括：

对上述得到的数据增强处理后的眼底图像数据进行形态学运算，得到视网膜边界，其中，所述形态学运算包括：

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘，使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域，并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作：

$$AB = (A \ominus B) \oslash B$$

其中， $\ominus$ 表示腐蚀操作， $\oplus$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后，分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B，最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B，即得到视网膜的圆形边界；

检测到视网膜边界后，计算并判断视网膜边界的面积；

若视网膜边界面积大于设定阈值 δ ，表明边界检测错误，重新采用形态学运算继续检测视网膜边界，直到满足阈值 δ 为止。

4、如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述眼底微动脉瘤检测模型的训练的方法包括：

上下采样法对所述训练样本进行采样，得到数据集；

利用上下采样后的数据集训练深度学习模型，包括：

利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量；

针对所述微动脉瘤病灶的特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤特征的图片；

对于有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域。

5、如权利要求 1 所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

6、如权利要求 2 或 3 所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

7、如权利要求 4 所述的微动脉瘤自动检测方法，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以32步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

8、一种微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述装置包括存储器和处理器，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的微动脉瘤自动检测程序，所述微动脉瘤自动检测程序被所述处理器执行时实现如下步骤：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

9、如权利要求 8 所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述执行数据增强处理操作包括对所述眼底图像数据进行两次自适应的直方图均衡化预处理，包括：

对眼底图像中像素灰度级 r 作归一化处理，使 r 被限定为 $[0,1]$ 范围内；

对所述像素灰度级 r 执行式①所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw \quad \text{①}$$

其中， $p_r(r)$ 为图像的灰度级的概率密度函数， w 为积分的虚拟变量，将式①变换为式②：

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n} \quad \text{②}$$

其中， n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数， n 是图像像素总数， $\frac{n_k}{n}$ 为频数，在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形称为图像的直方图。

10、如权利要求 9 所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本，包括：

对上述得到的数据增强处理后的眼底图像数据，进行形态学运算，得到视网膜边界，其中，所述形态学运算包括：

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘，使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域，并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作：

$$AB = (A \ominus B) \oplus B$$

其中， $\ominus$ 表示腐蚀操作， $\oplus$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后，分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B，最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B，即得到视网膜的圆形边界；

检测到视网膜边界后，计算并判断视网膜边界的面积；

若视网膜边界面积大于设定阈值 δ ，表明边界检测错误，重新采用形态学运算继续检测视网膜边界，直到满足阈值 δ 为止。

11、如权利要求 8 至 10 中任意一项所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述眼底微动脉瘤检测模型的训练的方法包括：

上下采样法对所述训练样本进行采样，得到数据集；

利用上下采样后的数据集训练深度学习模型，包括：

利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量；

针对所述微动脉瘤病灶的特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤特征的图片；

对于有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域。

12、如权利要求 8 所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

13、如权利要求 9 或 10 所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

14、如权利要求 11 所述的微动脉瘤自动检测装置，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

15、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有微动脉瘤自动检测程序，所述微动脉瘤自动检测程序可被一个或者多个处理器执行，以实现如下步骤：

采集眼球的眼底图像数据，并对所采集的眼底图像数据执行数据增强处理操作；

检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本；

利用上述得到的训练样本执行眼底微动脉瘤检测模型的训练；及

利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测。

16、如权利要求 15 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述执行数据增强处理操作包括对所述眼底图像数据进行两次自适应的直方图均衡化预处理，包括：

对眼底图像中像素灰度级 r 作归一化处理，使 r 被限定为 $[0,1]$ 范围内；

对所述像素灰度级 r 执行式①所示的变换，得到输出灰度级 S ：

$$S = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw \quad \text{①}$$

其中， $p_r(r)$ 为图像的灰度级的概率密度函数， w 为积分的虚拟变量，将式①变换为式②：

$$S = T(r) = \sum_{k=1}^r P_r(r_k) = \sum_{k=1}^r \frac{n_k}{n} \quad \text{②}$$

其中， n_k 是图像中出现 r_k 级灰度的像素数， n 是图像像素总数， $\frac{n_k}{n}$ 为频数，在直角坐标系中做出 r_k 与 $P_r(r_k)$ 的关系图形称为图像的直方图。

17、如权利要求 16 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述检测所述眼底图像数据中的视网膜图像，制作眼底微动脉瘤检测模型的训练样本，包括：

对上述得到的数据增强处理后的眼底图像数据，进行形态学运算，得到视网膜边界，其中，所述形态学运算包括：

使用 Canny 算子检测视网膜图像的边缘，使用一个顶栏和底栏闭合的圆形区域，并填充该区域和空洞后进行下式的形态学开运算操作：

$$AB = (A \ominus B) \oplus B$$

其中， $\ominus$ 表示腐蚀操作， $\oplus$ 表示膨胀操作。利用形态学开运算后，分别得到腐蚀图像 A 和膨胀图像 B，最后腐蚀图像 A 减去膨胀图像 B，即得到视网膜的圆形边界；

检测到视网膜边界后，计算并判断视网膜边界的面积；

若视网膜边界面积大于设定阈值 δ ，表明边界检测错误，重新采用形态学运算继续检测视网膜边界，直到满足阈值 δ 为止。

18、如权利要求 15 至 17 中任意一项所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述眼底微动脉瘤检测模型的训练的方法包括：

上下采样法对所述训练样本进行采样，得到数据集；

利用上下采样后的数据集训练深度学习模型，包括：

利用卷积神经网络提取眼底微动脉瘤病灶的特征向量；

针对所述微动脉瘤病灶的特征向量，利用 softmax 分类进行分类判别，若图片中无微动脉瘤特征向量，则判别为正常眼睛，当检查到微动脉瘤的特征，则标记为有微动脉瘤特征的图片；

对于有微动脉瘤特征的图片，通过多任务损失函数的边框回归方法得到准确的微动脉瘤区域。

19、如权利要求 15-17 任一项所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

20、如权利要求 18 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述利用所述眼底微动脉瘤检测模型执行微动脉瘤自动检测，包括：

对眼底图像以 32 步长均匀地产生图像块，对每个图像块运用所述眼底微动脉瘤检测模型得到该图像块是微动脉瘤的概率，统计出概率分布图，判断眼底是否有微动脉瘤，完成自动检测过程。

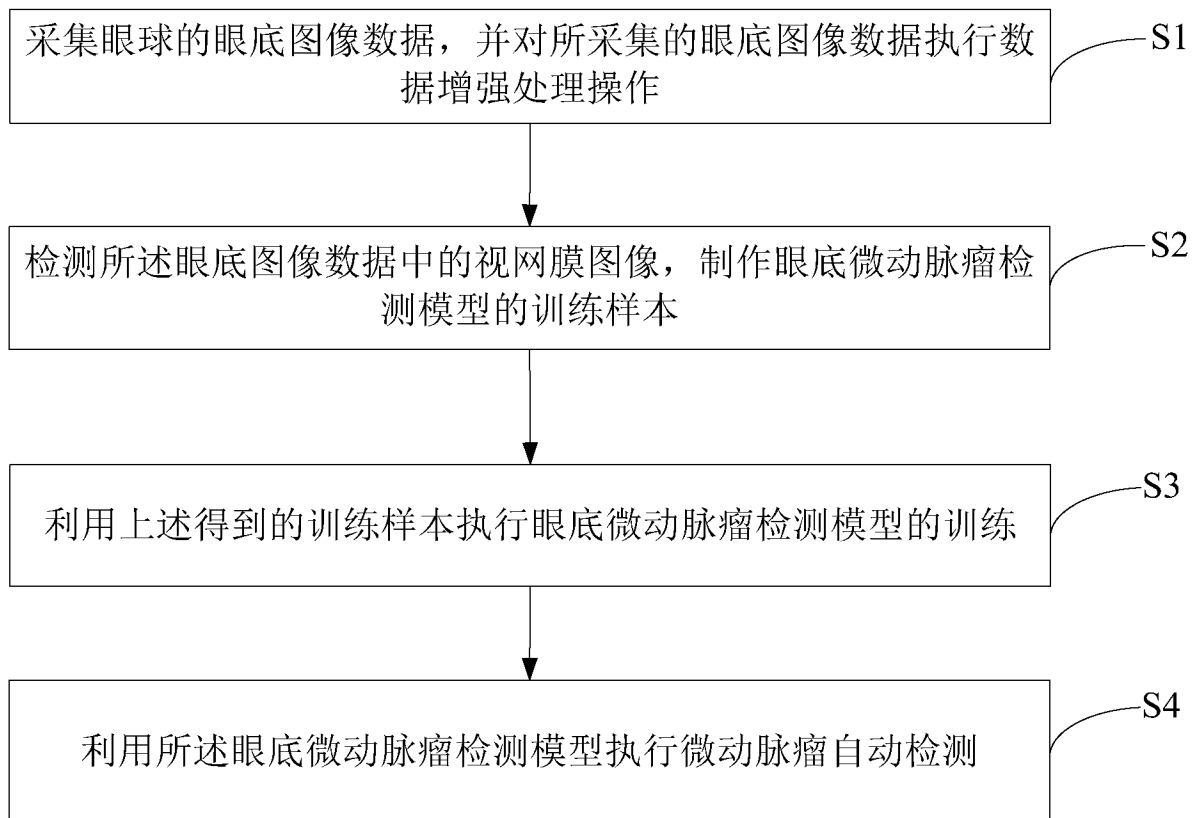


图 1

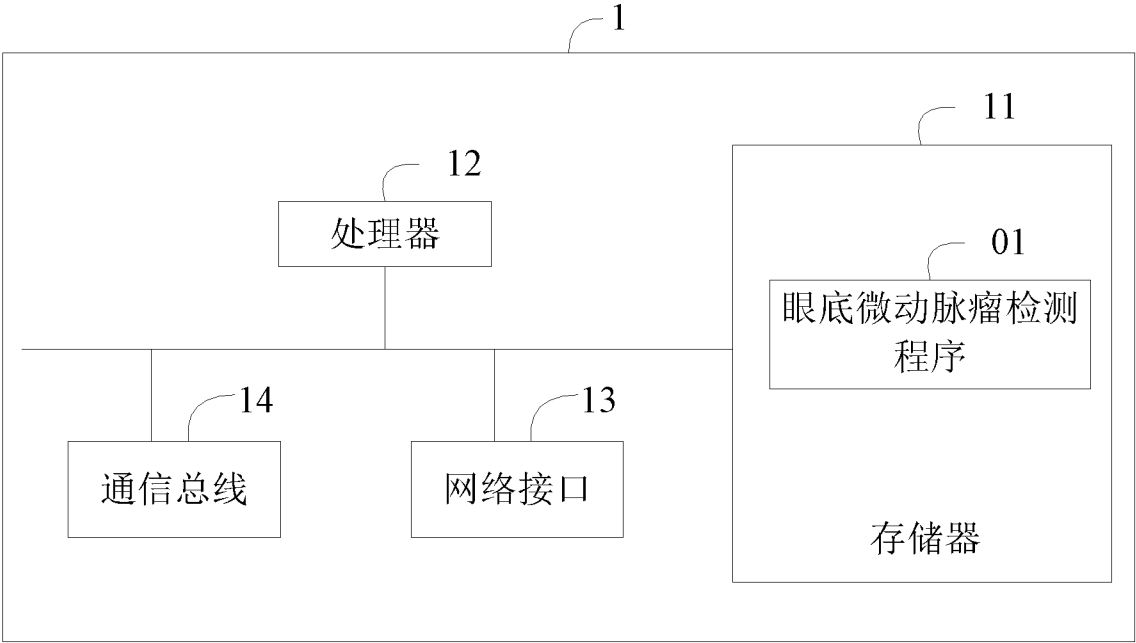


图 2

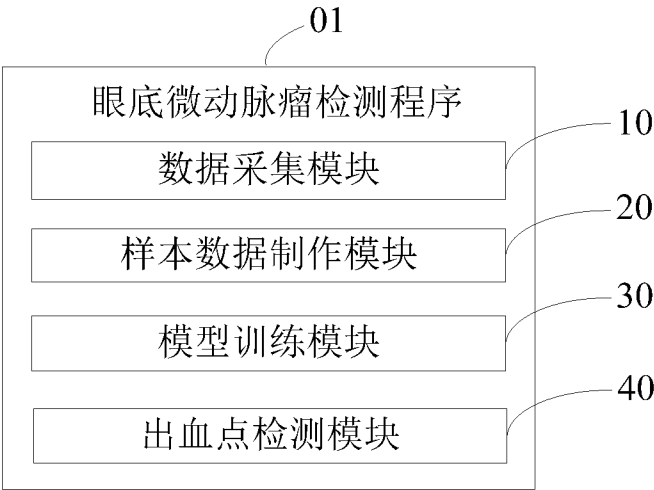


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/088639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/62(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)

G06K

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)

CPRSABS, CNKI: 动脉瘤, 检测, 眼底, 视网膜, 图像, 模型, 训练, 样本; SIPOABS, DWPI: micro-aneurysm, detection, fundus, retina, image, model, training, sample

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106651899 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 10 May 2017 (2017-05-10) description, paragraphs 45-89	1-20
A	CN 106408562 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 15 February 2017 (2017-02-15) entire document	1-20
A	CN 106355584 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 25 January 2017 (2017-01-25) entire document	1-20
A	CN 105046693 A (JIAXING HIKON SMART TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 November 2015 (2015-11-11) entire document	1-20



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 September 2019

Date of mailing of the international search report

17 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/088639

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	106651899	A	10 May 2017	CN 106651899 B	23 July 2019
CN	106408562	A	15 February 2017	CN 106408562 B	09 April 2019
CN	106355584	A	25 January 2017	None	
CN	105046693	A	11 November 2015	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/088639

A. 主题的分类

G06K 9/62 (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)

G06K

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))

CPRSABS, CNKI 动脉瘤, 检测, 眼底, 视网膜, 图像, 模型, 训练, 样本 SIP0ABS, DWPI micro-aneurysm, detection, fundus, retina, image, model, training, sample

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
X	CN 106651899 A (东北大学) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 说明书第45-89段	1-20
A	CN 106408562 A (华南理工大学) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 全文	1-20
A	CN 106355584 A (上海交通大学) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 全文	1-20
A	CN 105046693 A (嘉兴慧康智能科技有限公司) 2015年 11月 11日 (2015 - 11 - 11) 全文	1-20

☐ 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 9月 5日

国际检索报告邮寄日期

2019年 10月 17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

传真号 (86-10)62019451

授权官员

田志刚

电话号码 86-010-62411663

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/088639

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	106651899	A	2017年 5月 10日	CN 106651899 B	2019年 7月 23日
CN	106408562	A	2017年 2月 15日	CN 106408562 B	2019年 4月 9日
CN	106355584	A	2017年 1月 25日	无	
CN	105046693	A	2015年 11月 11日	无	