



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119107380 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 10

(21) 申请号 202411158228.3

(22) 申请日 2024.08.22

(71) 申请人 深圳市眼科医院(深圳市眼病防治研究所)

地址 518040 广东省深圳市香蜜湖街道泽田路18号

(72) 发明人 杨卫华 牟敬锋 潘长凤 刘佳
杨启帆 符昕宇 郭萍 方慧卉
许言午

(74) 专利代理机构 北京中知法苑知识产权代理有限公司 11226

专利代理师 李明

(51) Int. Cl.

G06T 11/00 (2006.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/62 (2017.01)

G06T 7/73 (2017.01)

G06T 7/13 (2017.01)

G06N 3/045 (2023.01)

G06N 3/094 (2023.01)

G06N 3/0475 (2023.01)

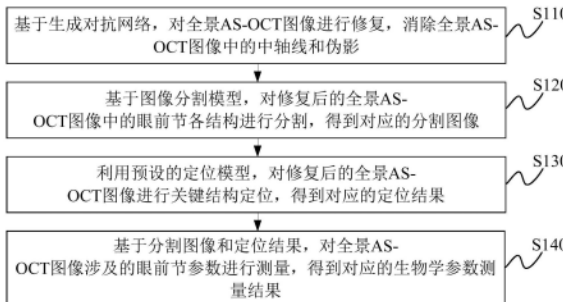
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

眼前节参数测量方法及装置、电子设备、存储介质

(57) 摘要

本公开涉及计算机视觉与眼科医学领域,提供一种眼前节参数测量方法及装置、电子设备、存储介质,测量方法包括:基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影;基于图像分割模型,对修复后的全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像;利用预设的定位模型,对修复后的全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果;基于分割图像和定位结果,对全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。本公开可大幅提高AS-OCT图像中眼前节生物学参数测量的自动化程度、准确性和效率,为眼科疾病的诊断和治疗提供有力支持。



1. 一种眼前节参数测量方法,其特征在于,所述测量方法包括:

基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影;

基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像;

利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果;

基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

2. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影,包括:

利用针对所述全景AS-OCT图像中的中轴缺陷的特定纹理特征,生成对应的掩码;

将所述掩码及其对应的遮罩图像作为输入,利用卷积头、Transformer块和卷积尾组成的基于所述生成对抗网络的生成模型,对所述全景AS-OCT图像进行粗略修复;

利用Conv-U-Net神经网络,对粗略修复后的所述全景AS-OCT图像进行细化修复。

3. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像,包括:

使用SAM和提示点,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的虹膜结构和角膜结构进行分割;

通过所述SAM和所述提示点,获取修复后的所述全景AS-OCT图像中的前房结构和晶状体结构对应的初始分割注释,将所述初始分割注释作为所述SAM的监督数据,对所述SAM进行微调,利用微调后的所述SAM对修复后的所述全景AS-OCT图像中的所述前房结构和所述晶状体结构进行分割;

其中,在对所述SAM进行微调时,采用串行适配器方法来调整所述SAM的图像编码器。

4. 根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果,包括:

采用YOLOv8模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的巩膜突进行检测和定位,得到所述巩膜突对应的坐标。

5. 根据权利要求4所述的测量方法,其特征在于,所述基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果,包括:

利用所述分割图像和所述巩膜突对应的坐标,应用Canny边缘检测算法获取所述分割图像中各分割区域的边缘信息;

基于各所述分割区域的边缘信息和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标;所述关键点坐标包括所述巩膜突、前房结构的最高点、角膜结构的最高点、虹膜结构的端点、晶状体结构的最高点;

基于所述关键点坐标,确定所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果。

6. 根据权利要求5所述的测量方法,其特征在于,所述基于各所述分割区域的边缘信息

和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标,包括:

连接位于图像两侧且属于同一眼球的所述巩膜突,得到对应的巩膜突连接线;

获取所述巩膜突连接线的垂直平分线,作为眼前节段的中心中线;

利用所述中心中线和所述角膜结构、所述前房结构、所述晶状体结构分别对应的所述分割区域,分别确定所述角膜结构的最高点和最低点、所述前房结构的最高点、所述晶状体结构的最高点和最低点。

7.根据权利要求6所述的测量方法,其特征在于,所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数包括中央角膜厚度、前房深度、前房宽度、晶状体厚度、前房面积、虹膜面积、虹膜端点宽度;

所述基于所述关键点坐标,确定所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果,包括:

计算所述角膜结构的最高点与所述角膜结构的最低点之间的高度差,得到所述中央角膜厚度;

计算所述角膜结构的最低点与所述晶状体结构的最高点之间的所述中心中线的长度,得到所述前房深度;

计算所述巩膜突连接线的长度,得到所述前房宽度;

计算所述晶状体结构的最高点到所述晶状体结构的最低点之间的高度差,得到所述晶状体厚度;

计算所述前房结构对应的所述分割区域的面积,得到所述前房面积;

计算所述虹膜结构对应的所述分割区域的面积,得到所述虹膜面积;

利用所述巩膜突连接线的平行线确定所述虹膜结构两侧的端点,计算连接所述虹膜结构两侧的端点的线的长度,得到所述虹膜端点宽度。

8.一种眼前节参数测量装置,其特征在于,所述测量装置包括:

图像修复模块,用于基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影;

关键结构分割模块,用于基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像;

关键结构定位模块,用于利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果;

生物学参数测量模块,用于基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

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至少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能够执行权利要求1至7中任一项所述的眼前节参数测量方法。

10.一种计算机可读存储介质,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权利要求1至7中任一项所述的眼前节参数测量方法。

眼前节参数测量方法及装置、电子设备、存储介质

技术领域

[0001] 本公开涉及计算机视觉与眼科医学技术领域,特别涉及一种眼前节参数测量方法及装置、电子设备、存储介质。

背景技术

[0002] 眼前节是指眼球的前半部分,具体包括:角膜、前房、后房、房角、晶状体悬韧带和晶状体等。这些结构通过共同协调作用来实现眼睛的视觉调节,是正常视觉功能的基础。眼前节结构出现问题会引发不同的眼科疾病和危害。例如,前房角变小会导致过多的房水向后挤压巩膜,引发青光眼、白内障等不可逆的视觉损伤。睫状体问题可能导致晶状体功能障碍,影响视觉适应能力。因此,准确区分眼前节图像中的各个部位和结构对于准确诊断眼科疾病、制定和实施合理治疗方案至关重要。

[0003] 眼前节光学相干断层扫描成像 (Anterior Segment Optical Coherence Tomography, AS-OCT) 技术是诊断眼科疾病的一种重要工具,最早由Laztt等人于1994年推出,其最初的工作波长为830纳米,类似于视网膜OCT。然而,为了克服组织穿透力的限制,尤其是在巩膜中,眼前节光学相干断层扫描技术在后来采用了1310纳米的波长,从而提高了巩膜穿透力,并能以每秒8帧的速度进行实时成像。这种断层扫描技术是一种非侵入性的眼科成像技术,可以确保患者舒适且不受辐射影响。它可以观察到角膜、前房、虹膜以及晶状体等眼部结构,为诊断和治疗眼部疾病提供有价值的信息,例如:为手术提供晶状体形状、密度和位置信息,有助于判断白内障类型;提供角膜厚度、形态等数据以辅助角膜疾病诊断;提供前房角和虹膜形态信息,以助力有晶体眼后房型人工晶体植入术规划和青光眼诊断,等等。目前,从医院获取得到的AS-OCT图像数据存在着较为明显的中轴线和伪影,容易干扰分割,影响分割效果。

[0004] 由于AS-OCT图像在成像时会有一些固有的缺陷如中轴竖线等,对分割与测量操作均会产生很大的影响,因此,需要对其采用一些图像增强的方法,使得后续对其分割与测量更加的方便。而对于一些眼科模态的图像而言,已经有一些图像增强方法被使用。

[0005] 例如,现有技术提出了一种基于Retinex理论的眼底彩色图像增强方法,分析了已有Retinex图像增强方法存在的问题,在此基础上提出了一种改进的基于Retinex理论的眼底彩色图像增强方法。该方法在保护图像色彩、优化血管对比度、改善图像细节等方面比其他图像处理方法具有更好的效果,客观评级指标表明,该方法比现有的眼底图像增强方法具有颜色保真的优势。现有技术还通过对传统的基于Retinex方法对眼底图像进行实验,得到增强的Retinex眼底图像,这使得图像在边缘保持和细节优化方面表现较为突出,对冗杂的眼底血管细节和病灶细节的处理也有积极作用。然而,上述方法中,眼底图像的颜色失真严重,并且需运算的数据量较大,运行速度较为缓慢,有耗时的缺陷。医学图像分析是图像处理技术和生物学工程交叉相结合的分支,传统的机器学习算法在处理2D医学图像时可大致分为图像预处理、图像识别和图像特征提取3个部分,并且需要手动提取医学图像特征,从而导致识别精度较低。

[0006] 由于AS-OCT这一模态下的图像包含了丰富的眼前节结构信息,现有技术也积极地对这一模态下的方法进行了探索,关于AS-OCT图像模态下的生物学参数的测量工作也有了一定的进展。例如,现有技术提供了一种半自动角度评估程序来计算各种前房角参数。对于全自动AS-OCT眼前节生物学参数测量系统,现有技术还提出了一种基于Schwalbe线检测的高清OCT参数计算方法。现有技术还提出了一种标签迁移系统,将AS-OCT结构的分割、测量和检测结合起来,基于眼前节结构恢复主要的前房角参数,并作为检测前房角闭合的特征。然而,上述方法通常效率低下,往往仍需要进行人为操作。

发明内容

[0007] 本公开旨在至少解决现有技术中存在的问题之一,提供一种眼前节参数测量方法及装置、电子设备、存储介质。

[0008] 本公开的一个方面,提供了一种眼前节参数测量方法,所述测量方法包括:

[0009] 基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影;

[0010] 基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像;

[0011] 利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果;

[0012] 基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

[0013] 可选地,所述基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影,包括:

[0014] 利用针对所述全景AS-OCT图像中的中轴缺陷的特定纹理特征,生成对应的掩码;

[0015] 将所述掩码及其对应的遮罩图像作为输入,利用卷积头、Transformer块和卷积尾组成的基于所述生成对抗网络的生成模型,对所述全景AS-OCT图像进行粗略修复;

[0016] 利用Conv-U-Net神经网络,对粗略修复后的所述全景AS-OCT图像进行细化修复。

[0017] 可选地,所述基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像,包括:

[0018] 使用SAM和提示点,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的虹膜结构和角膜结构进行分割;

[0019] 通过所述SAM和所述提示点,获取修复后的所述全景AS-OCT图像中的前房结构和晶状体结构对应的初始分割注释,将所述初始分割注释作为所述SAM的监督数据,对所述SAM进行微调,利用微调后的所述SAM对修复后的所述全景AS-OCT图像中的所述前房结构和所述晶状体结构进行分割;

[0020] 其中,在对所述SAM进行微调时,采用串行适配器方法来调整所述SAM的图像编码器。

[0021] 可选地,所述利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果,包括:

[0022] 采用YOLOv8模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的巩膜突进行检测和定位,

得到所述巩膜突对应的坐标。

[0023] 可选地,所述基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果,包括:

[0024] 利用所述分割图像和所述巩膜突对应的坐标,应用Canny边缘检测算法获取所述分割图像中各分割区域的边缘信息;

[0025] 基于各所述分割区域的边缘信息和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标;所述关键点坐标包括所述巩膜突、前房结构的最高点、角膜结构的最高点、虹膜结构的端点、晶状体结构的最高点;

[0026] 基于所述关键点坐标,确定所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果。

[0027] 可选地,所述基于各所述分割区域的边缘信息和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标,包括:

[0028] 连接位于图像两侧且属于同一眼球的所述巩膜突,得到对应的巩膜突连接线;

[0029] 获取所述巩膜突连接线的垂直平分线,作为眼前节段的中心中线;

[0030] 利用所述中心中线和所述角膜结构、所述前房结构、所述晶状体结构分别对应的所述分割区域,分别确定所述角膜结构的最高点和最低点、所述前房结构的最高点、所述晶状体结构的最高点和最低点。

[0031] 可选地,所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数包括中央角膜厚度、前房深度、前房宽度、晶状体厚度、前房面积、虹膜面积、虹膜端点宽度;

[0032] 所述基于所述关键点坐标,确定所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果,包括:

[0033] 计算所述角膜结构的最高点与所述角膜结构的最低点之间的高度差,得到所述中央角膜厚度;

[0034] 计算所述角膜结构的最低点与所述晶状体结构的最高点之间的所述中心中线的长度,得到所述前房深度;

[0035] 计算所述巩膜突连接线的长度,得到所述前房宽度;

[0036] 计算所述晶状体结构的最高点到所述晶状体结构的最低点之间的高度差,得到所述晶状体厚度;

[0037] 计算所述前房结构对应的所述分割区域的面积,得到所述前房面积;

[0038] 计算所述虹膜结构对应的所述分割区域的面积,得到所述虹膜面积;

[0039] 利用所述巩膜突连接线的平行线确定所述虹膜结构两侧的端点,计算连接所述虹膜结构两侧的端点的线的长度,得到所述虹膜端点宽度。

[0040] 本公开的另一个方面,提供了一种眼前节参数测量装置,所述测量装置包括:

[0041] 图像修复模块,用于基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除所述全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影;

[0042] 关键结构分割模块,用于基于图像分割模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像;

[0043] 关键结构定位模块,用于利用预设的定位模型,对修复后的所述全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果;

[0044] 生物学参数测量模块,用于基于所述分割图像和所述定位结果,对所述全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

[0045] 本公开的另一个方面,提供了一种电子设备,包括:

[0046] 至少一个处理器;以及,

[0047] 与至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0048] 存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令,指令被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器能够执行前文记载的眼前节参数测量方法。

[0049] 本公开的另一个方面,提供了一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现前文记载的眼前节参数测量方法。

[0050] 本公开相对于现有技术而言,实现了眼前节参数的自动化测量,避免了手动测量的繁琐过程,减少了认为误差,显著提高了测量效率和准确性;还实现了对眼前节参数的全面测量,为眼科临床诊断和治疗提供了全面、精确的数据支持;自动化程度高,能够快速处理大量全景AS-OCT图像,适用于临床大规模筛查和诊断,提高了眼科医疗的工作效率,同时,准确的眼前节参数测量有助于早期发现和诊断眼科疾病,改善患者的治疗效果,具有显著的临床应用价值和社会效益。

附图说明

[0051] 一个或多个实施方式通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施方式的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

[0052] 图1为本公开一实施方式提供的一种眼前节参数测量方法的流程图;

[0053] 图2为本公开另一实施方式提供的图像修复的流程图;

[0054] 图3为本公开另一实施方式提供的关键结构分割的流程图;

[0055] 图4为本公开另一实施方式提供的关键结构定位的流程图;

[0056] 图5为本公开另一实施方式提供的部分生物学参数定义的展示图;

[0057] 图6为本公开另一实施方式提供的一种眼前节参数测量装置的整体框架示意图;

[0058] 图7为本公开另一实施方式提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0059] 目前,AS-OCT技术获取的图像中常常存在明显的中轴线和伪影,这些干扰会影响图像的分割效果,从而导致生物学参数测量的准确性降低。现有的针对眼前节参数的手动测量方法,不仅耗时费力,还存在主观误差,难以满足临床需求。尽管现有技术也提供了一些针对眼前节参数的自动测量方法,但这些自动测量方法在处理图像增强、关键结构分割和参数测量方面仍存在不足,导致生物学参数测量的准确性和效率均不高。此外,现有技术在面对复杂的眼前节结构时,生物学参数测量过程往往需要手动干预,无法实现全自动化测量。

[0060] 针对上述问题,本公开实施方式提出了一种眼前节参数测量方法,用于自动测量AS-OCT图像中的眼前节参数。

[0061] 为使本公开实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本公

开的各实施方式进行详细的阐述。然而,本领域的普通技术人员可以理解,在本公开各实施方式中,为了使读者更好地理解本公开而提出了许多技术细节。但是,即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改,也可以实现本公开所要求保护的技术方案。以下各个实施方式的划分是为了描述方便,不应对本公开的具体实现方式构成任何限定,各个实施方式在不矛盾的前提下可以相互结合相互引用。

[0062] 本公开的一个实施方式涉及一种眼前节参数测量方法,其流程如图1所示,包括:

[0063] 步骤S110,基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影。

[0064] 具体地,步骤S110主要用于进行图像增强,通过引入生成对抗网络(Generative Adversarial Network, GAN)对全景AS-OCT图像进行修复,可以有效消除全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影,从而有效提高了图像的清晰度和质量,减少了噪声对后续图像分割和参数测量的干扰。

[0065] 步骤S120,基于图像分割模型,对修复后的全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像。

[0066] 具体地,步骤S120主要用于进行结构分割。步骤S120可以对图像分割模型如分割一切模型(Segment Anything Model, SAM)进行精调,利用精调后的图像分割模型,对修复后的全景AS-OCT图像中的眼前节各结构如虹膜结构、角膜结构、前房结构、晶状体结构等关键结构进行精准分割,以提高图像分割精度,有效解决传统图像分割方法分割精度不高的问题。

[0067] 步骤S130,利用预设的定位模型,对修复后的全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果。

[0068] 具体地,步骤S130主要用于进行结构定位。步骤S130可以将预设的定位模型选取为YOLOv8模型,利用YOLOv8模型高效精确定位AS-OCT图像中的关键结构,以提高关键结构的识别精度和速度,为后续生物学参数测量提供可靠的基础,从而提高生物学参数测量的准确性。

[0069] 步骤S140,基于分割图像和定位结果,对全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

[0070] 具体地,步骤S140主要用于进行眼前节参数测量,可对全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数如巩膜突(SS)、前房深度(ACD)、中央角膜厚度(CCT)、前房宽度(ACW)、前房面积(ACArea)、虹膜端点宽度(IEW)、虹膜面积(I-Area)、晶状体厚度(LT)等进行全自动测量,以减少手动操作,提高参数测量效率和准确性。

[0071] 本公开实施方式提供的眼前节参数测量方法,相对于现有技术而言,实现了眼前节参数的自动化测量,避免了手动测量的繁琐过程,减少了人为误差,显著提高了测量效率和准确性;还实现了对眼前节参数的全面测量,为眼科临床诊断和治疗提供了全面、精确的数据支持;自动化程度高,能够快速处理大量全景AS-OCT图像,适用于临床大规模筛查和诊断,提高了眼科医疗的工作效率,同时,准确的眼前节参数测量有助于早期发现和诊断眼科疾病,改善患者的治疗效果,具有显著的临床应用价值和社会效益。

[0072] 示例性的,步骤S110包括:利用针对全景AS-OCT图像中的中轴缺陷的特定纹理特征,生成对应的掩码,以进行图像修复的初步准备。将掩码及其对应的遮罩图像作为输入,

利用卷积头、Transformer块和卷积尾组成的基于生成对抗网络的生成模型,对全景AS-OCT图像进行粗略修复。利用Conv-U-Net神经网络,对粗略修复后的全景AS-OCT图像进行细化修复,以优化高频细节,提高图像的整体质量。

[0073] 具体地,一并结合图2,步骤S110可以利用根据中轴缺陷的特定纹理特征生成的掩码对全景AS-OCT图像中待修复的区域进行遮挡,之后利用基于GAN的生成模型生成对应的无遮挡的AS-OCT图像,从而进一步有效消除全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影,提高图像的清晰度和质量,减少噪声对后续分割和测量的干扰。

[0074] 示例性的,步骤S120包括:使用SAM和提示点,对修复后的全景AS-OCT图像中的虹膜结构和角膜结构进行分割。通过SAM和提示点,获取修复后的全景AS-OCT图像中的前房结构和晶状体结构对应的初始分割注释,将初始分割注释作为SAM的监督数据,对SAM进行微调,利用微调后的SAM对修复后的全景AS-OCT图像中的前房结构和晶状体结构进行分割。其中,在对SAM进行微调时,采用串行适配器(Adapter)方法来调整SAM的图像编码器。

[0075] 具体地,由于虹膜的变化型和角膜边界的模糊性,步骤S120可以使用SAM和固有提示点进行虹膜和角膜的初步分割。

[0076] 对于前房和晶状体,通过SAM和提示点获取初始分割注释,并将其用作SAM的监督数据,对SAM进行微调,微调采用串行Adapter方法来调整SAM的图像编码器,从而利用微调的SAM实现无需提示的前房和晶状体的自主分割。

[0077] 一并结合图3,步骤S120通过利用微调的SAM模型对无遮挡的AS-OCT图像进行分割,得到对应的关键结构分割信息,进一步实现了对无遮挡的AS-OCT图像中虹膜结构、角膜结构、前房结构、晶状体结构等关键结构的精准分割,提高了图像分割精度,解决了传统方法在图像分割精度上的不足。

[0078] 示例性的,步骤S130包括:采用YOLOv8模型,对修复后的全景AS-OCT图像中的巩膜突进行检测和定位,得到巩膜突对应的坐标。

[0079] 具体地,一并结合图4,为了高效准确地检测和定位巩膜突,步骤S130可以采用最新版本的YOLO模型即YOLOv8模型,利用YOLOv8定位模型对巩膜突进行高效准确定位,识别出无遮挡的AS-OCT图像中的巩膜突位置信息,从而进一步提高关键结构识别的精度和速度,为后续生物学参数测量提供可靠的基础。

[0080] 示例性的,步骤S140包括:利用分割图像和巩膜突对应的坐标,应用Canny边缘检测算法获取分割图像中各分割区域的边缘信息。基于各分割区域的边缘信息和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标。关键点坐标包括巩膜突、前房结构的最高点、角膜结构的最高点、虹膜结构的端点、晶状体结构的最高点。基于关键点坐标,确定全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果。

[0081] 本实施方式能够自动识别关键点并测量各项眼前节参数,避免了手动测量的繁琐过程,减少了人为误差,显著提高了测量效率和准确性。

[0082] 示例性的,一并结合图5,步骤S140中,基于各分割区域的边缘信息和眼前节参数测量的定义,识别关键点坐标,包括:连接位于图像两侧且属于同一眼球的巩膜突,得到对应的巩膜突连接线即SS线。获取巩膜突连接线即SS线的垂直平分线,作为眼前节段的中心中线。利用中心中线和角膜结构、前房结构、晶状体结构分别对应的分割区域,分别确定角膜结构的最高点和最低点、前房结构的最高点、晶状体结构的最高点和最低点。

[0083] 本实施方式能够进一步自动识别关键点坐标,避免了手动测量的繁琐过程,减少了人为误差,显著提高了生物学参数测量的效率和准确性。

[0084] 示例性的,一并结合图5,全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数包括中央角膜厚度(CCT)、前房深度(ACD)、前房宽度(ACW)、晶状体厚度(LT)、前房面积(ACArea)、虹膜面积(I-Area)、虹膜端点宽度(IEW)。

[0085] 步骤S140中,基于关键点坐标,确定全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数对应的生物学参数测量结果,包括:

[0086] 计算角膜结构的最高点与角膜结构的最低点之间的高度差,得到中央角膜厚度。

[0087] 计算角膜结构的最低点与晶状体结构的最高点之间的中心中线的长度,得到前房深度。

[0088] 计算巩膜突连接线的长度,得到前房宽度。

[0089] 计算晶状体结构的最高点与晶状体结构的最低点之间的高度差,得到晶状体厚度。

[0090] 计算前房结构对应的分割区域的面积,得到前房面积。

[0091] 计算虹膜结构对应的分割区域的面积,得到虹膜面积。

[0092] 利用巩膜突连接线的平行线确定虹膜结构两侧的端点,计算连接虹膜结构两侧的端点的线的长度,得到虹膜端点宽度。

[0093] 本实施方式可进一步自动测量多种关键眼前节参数,为眼科临床诊断和治疗提供全面、精确的数据支持,有助于早期发现和诊断眼科疾病,改善患者的治疗效果。

[0094] 本公开的另一个实施方式涉及一种眼前节参数测量装置,包括图像修复模块、关键结构分割模块、关键结构定位模块、生物学参数测量模块。

[0095] 图像修复模块用于基于生成对抗网络,对全景AS-OCT图像进行修复,消除全景AS-OCT图像中的中轴线和伪影。

[0096] 关键结构分割模块用于基于图像分割模型,对修复后的全景AS-OCT图像中的眼前节各结构进行分割,得到对应的分割图像。

[0097] 关键结构定位模块用于利用预设的定位模型,对修复后的全景AS-OCT图像进行关键结构定位,得到对应的定位结果。

[0098] 生物学参数测量模块用于基于分割图像和定位结果,对全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到对应的生物学参数测量结果。

[0099] 具体地,如图6所示,眼前节参数测量装置首先利用图像修复模块即中轴竖线修复模块对全景AS-OCT图像进行修复,之后分别利用关键结构分割模块、关键结构定位模块对修复后的全景AS-OCT图像进行分割、定位,最后利用生物学参数测量模块基于图像分割结果和定位结果对全景AS-OCT图像涉及的眼前节参数进行测量,得到最终的生物学参数测量结果。

[0100] 本公开实施方式提供的眼前节参数测量装置的具体实现方法,可以参见本公开实施方式提供的眼前节参数测量方法所述,此处不再赘述。

[0101] 本公开实施方式提供的眼前节参数测量装置,相对于现有技术而言,实现了眼前节参数的自动化测量,避免了手动测量的繁琐过程,减少了人为误差,显著提高了测量效率和准确性;还实现了对眼前节参数的全面测量,为眼科临床诊断和治疗提供了全面、精确的

数据支持;自动化程度高,能够快速处理大量全景AS-OCT图像,适用于临床大规模筛查和诊断,提高了眼科医疗的工作效率,同时,准确的眼前节参数测量有助于早期发现和诊断眼科疾病,改善患者的治疗效果,具有显著的临床应用价值和社会效益。

[0102] 本公开的另一个实施方式涉及一种电子设备,如图7所示,包括:

[0103] 至少一个处理器701;以及,

[0104] 与至少一个处理器701通信连接的存储器702;其中,

[0105] 存储器702存储有可被至少一个处理器701执行的指令,指令被至少一个处理器701执行,以使至少一个处理器701能够执行上述实施方式所述的眼前节参数测量方法。

[0106] 其中,存储器和处理器采用总线方式连接,总线可以包括任意数量的互联的总线和桥,总线将一个或多个处理器和存储器的各种电路连接在一起。总线还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路连接在一起,这些都是本领域所公知的,因此,本文不再对其进行进一步描述。总线接口在总线和收发机之间提供接口。收发机可以是一个元件,也可以是多个元件,比如多个接收器和发送器,提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。经处理器处理的数据通过天线在无线介质上进行传输,进一步,天线还接收数据并将数据传送给处理器。

[0107] 处理器负责管理总线和通常的处理,还可以提供各种功能,包括定时,外围接口,电压调节、电源管理以及其他控制功能。而存储器可以被用于存储处理器在执行操作时所使用的数据。

[0108] 本公开的另一个实施方式涉及一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述实施方式所述的眼前节参数测量方法。

[0109] 即,本领域技术人员可以理解,实现上述实施方式所述方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一个设备(可以是单片机,芯片等)或处理器(processor)执行本公开各个实施方式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(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0110] 本领域的普通技术人员可以理解,上述各实施方式是实现本公开的具体实施方式,而在实际应用中,可以在形式上和细节上对其作各种改变,而不偏离本公开的精神和范围。

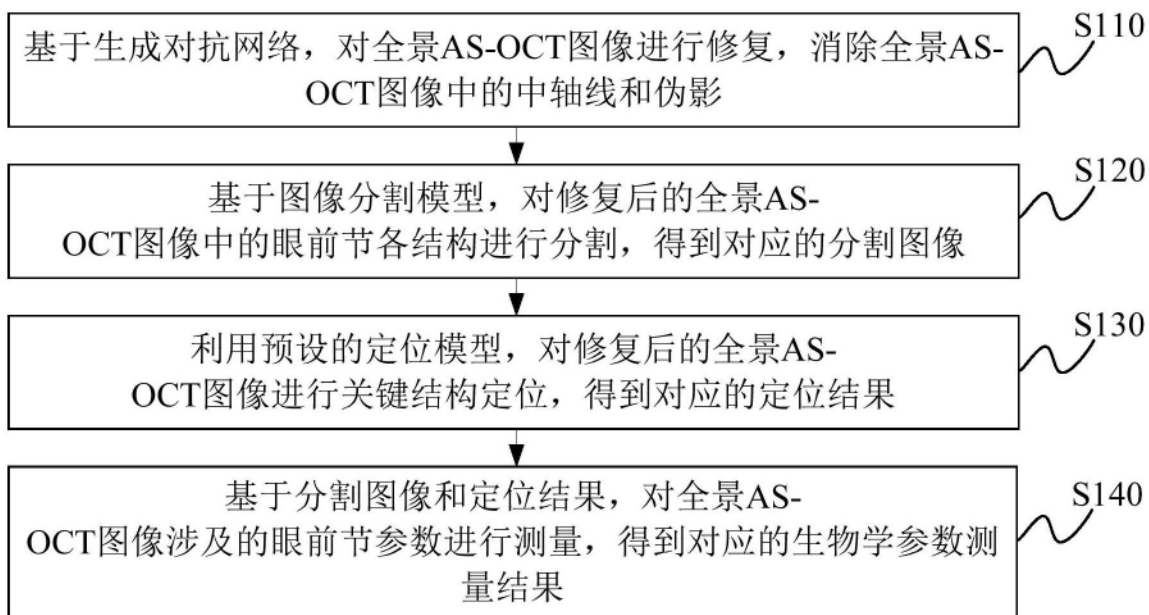


图1

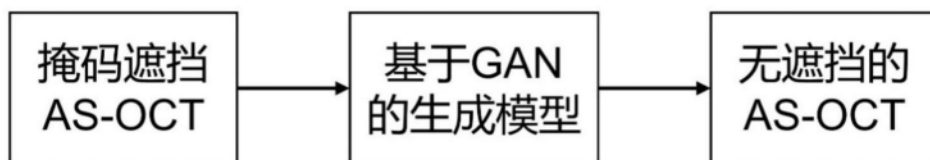


图2



图3

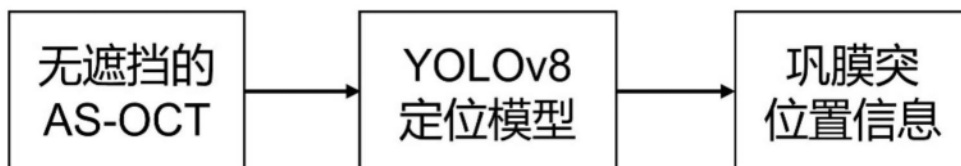


图4

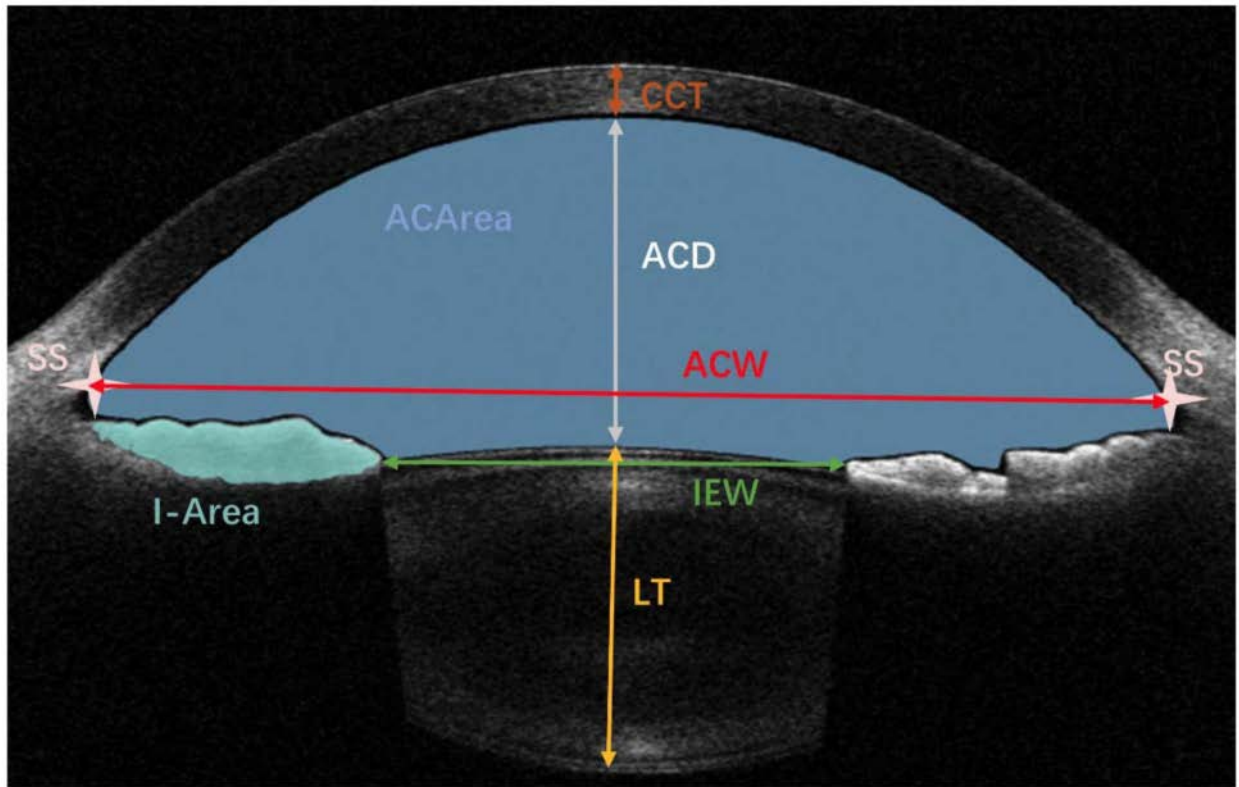


图5



图6

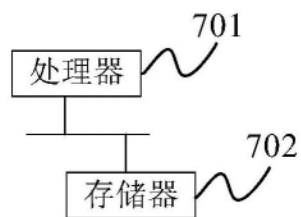


图7