



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110246136 A

(43)申请公布日 2019.09.17

(21)申请号 201910457854.5

(22)申请日 2019.05.29

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 刘治 王子樵 张鹏飞 曹艳坤
杨美君

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张庆骞

(51)Int.Cl.

G06T 7/10(2017.01)

G06T 7/11(2017.01)

A61B 8/12(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

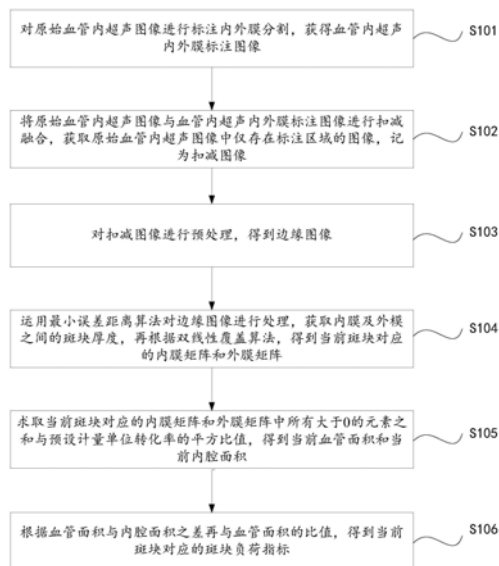
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统

(57)摘要

本公开提供了基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统。其中,血管内超声参数提取方法,包括对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。



1. 一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,其特征在于,包括:
 - 对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;
 - 将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;
 - 对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;
 - 运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域;
 - 求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;
 - 根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。
2. 如权利要求1所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,其特征在于,根据当前血管面积与预设参考血管面积求比值,得到当前斑块对应的重构指数指标。
3. 如权利要求1所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,其特征在于,根据预设参考内腔面积与所有斑块对应的内腔面积的最小值作差,再与预设参考内腔面积求比值,得到内腔狭窄率指标。
4. 如权利要求1所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,其特征在于,筛选出斑块厚度的最大值和最小值,两者作差并与斑块厚度的最大值求比值,得到动脉粥样硬化偏心率指标。
5. 一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统,其特征在于,包括:
 - 内外膜标注模块,其用于对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;
 - 扣减图像计算模块,其用于将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;
 - 边缘图像计算模块,其用于对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;
 - 内外膜矩阵获取模块,其用于运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域;
 - 当前血管面积和当前内腔面积获取模块,其用于求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;
 - 斑块负荷指标获取模块,其用于根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。
6. 如权利要求5所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统,其特征在于,还包括:
 - 重构指数指标获取模块,其用于根据当前血管面积与预设参考血管面积求比值,得到当前斑块对应的重构指数指标。
7. 如权利要求5所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统,其特征在于,还

包括：

内腔狭窄率指标获取模块，其用于根据预设参考内腔面积与所有斑块对应的内腔面积的最小值作差，再与预设参考内腔面积求比值，得到内腔狭窄率指标。

8. 如权利要求5所述的一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统，其特征在于，还包括：

动脉粥样硬化偏心率指标获取模块，其用于筛选出斑块厚度的最大值和最小值，两者作差并与斑块厚度的最大值求比值，得到动脉粥样硬化偏心率指标。

9. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求1-4中任一项所述的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

10. 一种计算机设备，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，其特征在于，所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1-4中任一项所述的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统

技术领域

[0001] 本公开属于计算机医学图像处理分析领域,尤其涉及一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术信息,不必然构成在先技术。

[0003] IVUS:血管内超声(intravenous ultrasound,IVUS)是无创性的超声技术和有创性的导管技术相结合的一种新的诊断方法。

[0004] IVUS目前已经是临床医学检测血管内病变的重要影像信息,并且已经成为诊断中的黄金标准。但是目前的医学仪器仅能提取部分特征信息,并且精准度也相对较低,同时不能达到拍完图像后即时获取参数。大部分更多的IVUS影像信息需要专业医生进行进一步手动测量,耗时耗力,所以需要一种新的分析检测手段提取更多的图像信息,同时达到瞬时的参数计算与获取,在此基础的前提下仍要保证精准度的计算。目前IVUS图像分割算法已经逐渐完善,运用已有的自动分割算法作为本算法的前提,可以实现IVUS全自动参数提取。

[0005] 发明人发现,现有的IVUS仪器获取的参数太少,并且无法完成实时性参数检测,并且所需图片格式大部分需要严格的规定格式,不利于二次图像处理分析。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本公开的第一个方面提供一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,其能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0007] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0008] 一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,包括:

[0009] 对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;

[0010] 将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;

[0011] 对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;

[0012] 运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域;

[0013] 求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;

[0014] 根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。

[0015] 为了解决上述问题,本公开的第二个方面提供一种基于混合算法的血管内超声参

数提取系统,其能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0016] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0017] 一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统,包括:

[0018] 内外膜标注模块,其用于对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;

[0019] 扣减图像计算模块,其用于将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;

[0020] 边缘图像计算模块,其用于对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;

[0021] 内外膜矩阵获取模块,其用于运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域;

[0022] 当前血管面积和当前内腔面积获取模块,其用于求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;

[0023] 斑块负荷指标获取模块,其用于根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。

[0024] 为了解决上述问题,本公开的第三个方面提供一种计算机可读存储介质,其能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0025] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0026] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述所述的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

[0027] 为了解决上述问题,本公开的第四个方面提供一种计算机设备,其能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0028] 为了实现上述目的,本公开采用如下技术方案:

[0029] 一种计算机设备,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,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现上述所述的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

[0030] 本公开的有益效果是:

[0031] (1) 本公开便于实施操作,并且不需要更多的外部设备,经济性好,以Python系统语言并运用本公开的该方法即可进行运算操作。

[0032] (2) 本公开不需要特定的DICOMDIR图像格式,以常用的图像格式即可以完成参数计算与提取。

[0033] (3) 本公开的实时速度非常快,不计算标签图像的获取速度,达到每秒处理4.7388张图像。

[0034] (4) 本公开的准确性好,与医生手动计算的结果相比,对于非连续图像的主要参数平均相对误差为4.87%,对于连续图像的主要参数平均相对误差为3.12%。

[0035] (5) 本公开可拓展性强,基于更好的内外膜分割算法,可以更高的提升准确率。

附图说明

[0036] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。

[0037] 图1是本公开实施例提供的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0039] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本公开提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0040] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0041] 图1是本公开实施例提供的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法流程图。

[0042] 如图1所示,本实施例的一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法,包括:

[0043] S101:对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像。

[0044] 在具体实施中,原始血管内超声图像进行标注内外膜分割的过程为:

[0045] 首先通过IVUS仪器经由医生获取原始血管内超声图像;

[0046] 通过医生手工标注内外膜分割或经由目前已有的内外膜分割算法进行自动分割,获取血管内超声内外膜标注图像。

[0047] S102:将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;

[0048] S103:对扣减图像进行预滤波处理,得到边缘图像;

[0049] 具体地,对扣减图像进行预滤波处理的过程包括:对扣减图像进行二值化与膨胀算法。

[0050] 经由边缘图像,此时图像中以将内膜与外膜分开,可获得内膜矩阵与外膜矩阵。

[0051] S104:运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域。

[0052] 边缘图像中,包含了内膜矩阵和外膜矩阵,即为包括了血管内膜与血管外膜。但是需要把血管内外膜分离出来,分别存入两个不同的矩阵中去。内膜矩阵和外膜矩阵都是以近椭圆形的像素点分布构成的矩阵。其中外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域。

[0053] 内膜矩阵包含信息:所有内膜点,每个内膜点由【x,y】相应坐标组成。比如内膜矩阵包括(100,101)、(100,102)、(101,102)。

[0054] 外膜矩阵包含信息:与内膜矩阵同理。

[0055] 医学界对厚度大于某一阈值(1.2-1.5mm为最小阈值,本实施例采用1.2mm作为最小阈值)的斑块点更加关注。

[0056] 根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵的过程为:

[0057] 为了获取过厚斑块的每点坐标,将以斑块厚度满足最小阈值设置起始线,start line segment,之后以顺时针旋转,直到厚度不大于1.2mm,设置为终止线end line segment。在起始线与终止线为边做“三角形”,同时以起始线与外膜的交点、终止线与外膜的交点为对角点做“正方形”。从而将“三角形+正方形”的共同覆盖区域与前文“扣减图像”做相与运算,获得所有点坐标,进而得到内膜矩阵和外膜矩阵。

[0058] 本实施例通过双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵的结果更加准确。

[0059] S105:求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积EEM CSA和当前内腔面积Lumen CSA。

$$[0060] \quad EEM \text{ CSA} = \frac{\text{Sum}(AdventitiaMatrix(x, y) > 0)}{(ratio^2)}$$

$$[0061] \quad Lumen \text{ CSA} = \frac{\text{Sum}(IntitiaMatrix(x, y) > 0)}{(ratio^2)}$$

[0062] 其中:AdventitiaMatrix、IntitiaMatrix分别为外膜、内膜矩阵;

[0063] Ratio为计量单位转化率(像素单位转化为毫米单位)。

[0064] S106:根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标PB。

$$[0065] \quad PB = \frac{EEM \text{ CSA} - Lumen \text{ CSA}}{EEM \text{ CSA}}$$

[0066] 在具体实施中,根据当前血管面积与预设参考血管面积求比值,得到当前斑块对应的重构指数指标RI。

$$[0067] \quad RI = \frac{CurrentVesselArea}{ReferenceVesselArea}$$

[0068] 其中,CurrentVeselArea为当前血管面积,ReferenceVeselArea为预设参考血管面积。

[0069] 在具体实施中,根据预设参考内腔面积与所有斑块对应的内腔面积的最小值作差,再与预设参考内腔面积求比值,得到内腔狭窄率指标LAS。

$$[0070] \quad LAS = \frac{ReferenceLA - \min LA}{ReferenceLA}$$

[0071] 其中,minLA为所有斑块对应的内腔面积的最小值,ReferenceLA为预设参考内腔面积。

[0072] 在具体实施中,筛选出斑块厚度的最大值和最小值,两者作差并与斑块厚度的最大值求比值,得到动脉粥样硬化偏心率指标AE。

$$[0073] \quad AE = \frac{\max AT - \min AT}{\max AT}$$

[0074] 其中,minAT为斑块厚度的最小值,maxAT为斑块厚度的最大值。

[0075] 在具体实施中,筛选出内腔直径的最大值和最小值,两者作差并与内腔直径的最大值求比值,得到偏心指数指标EI。

$$[0076] \quad EI = \frac{\max LD - \min LD}{\max LD}$$

[0077] 其中,minLD为内腔直径的最小值,maxLD为内腔直径的最大值。

[0078] 本实施例能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0079] 在另一实施例中,还提供了一种基于混合算法的血管内超声参数提取系统,其包括:

[0080] 内外膜标注模块,其用于对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割,获得血管内超声内外膜标注图像;

[0081] 扣减图像计算模块,其用于将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合,获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像,记为扣减图像;

[0082] 边缘图像计算模块,其用于对扣减图像进行预处理,得到边缘图像;

[0083] 内外膜矩阵获取模块,其用于运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理,获取内膜及外膜之间的斑块厚度,再根据双线性覆盖算法,得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵;其中,外膜矩阵为血管外膜边界区域,内膜矩阵为血管内膜边界区域;

[0084] 当前血管面积和当前内腔面积获取模块,其用于求取当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵中所有大于0的元素之和与预设计量单位转化率的平方比值,得到当前血管面积和当前内腔面积;

[0085] 斑块负荷指标获取模块,其用于根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值,得到当前斑块对应的斑块负荷指标。

[0086] 作为一种实施方式,基于混合算法的血管内超声参数提取系统,还包括:

[0087] 重构指数指标获取模块,其用于根据当前血管面积与预设参考血管面积求比值,得到当前斑块对应的重构指数指标。

[0088] 作为一种实施方式,基于混合算法的血管内超声参数提取系统,还包括:

[0089] 内腔狭窄率指标获取模块,其用于根据预设参考内腔面积与所有斑块对应的内腔面积的最小值作差,再与预设参考内腔面积求比值,得到内腔狭窄率指标。

[0090] 作为一种实施方式,基于混合算法的血管内超声参数提取系统,还包括:

[0091] 动脉粥样硬化偏心率指标获取模块,其用于筛选出斑块厚度的最大值和最小值,两者作差并与斑块厚度的最大值求比值,得到动脉粥样硬化偏心率指标。

[0092] 本实施例能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0093] 在另一实施例中,还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如图1所示的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

[0094] 本实施例能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0095] 在另一实施例中,还提供了一种计算机设备,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图1所示的基于混合算法的血管内超声参数提取方法中的步骤。

[0096] 本实施例能够改善IVUS机器提供参数少的问题,同时保证IVUS参数计算速度快、计算精度高,这可以极大的减轻医生的工作量。

[0097] 本领域内的技术人员应明白,本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本公开可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本公开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和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0098] 本公开是参照根据本公开实施例的方法、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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory,ROM)或随机存储记忆体(Random AccessMemory,RAM)等。

[0102] 以上所述仅为本公开的优选实施例而已,并不用于限制本公开,对于本领域的技术人员来说,本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

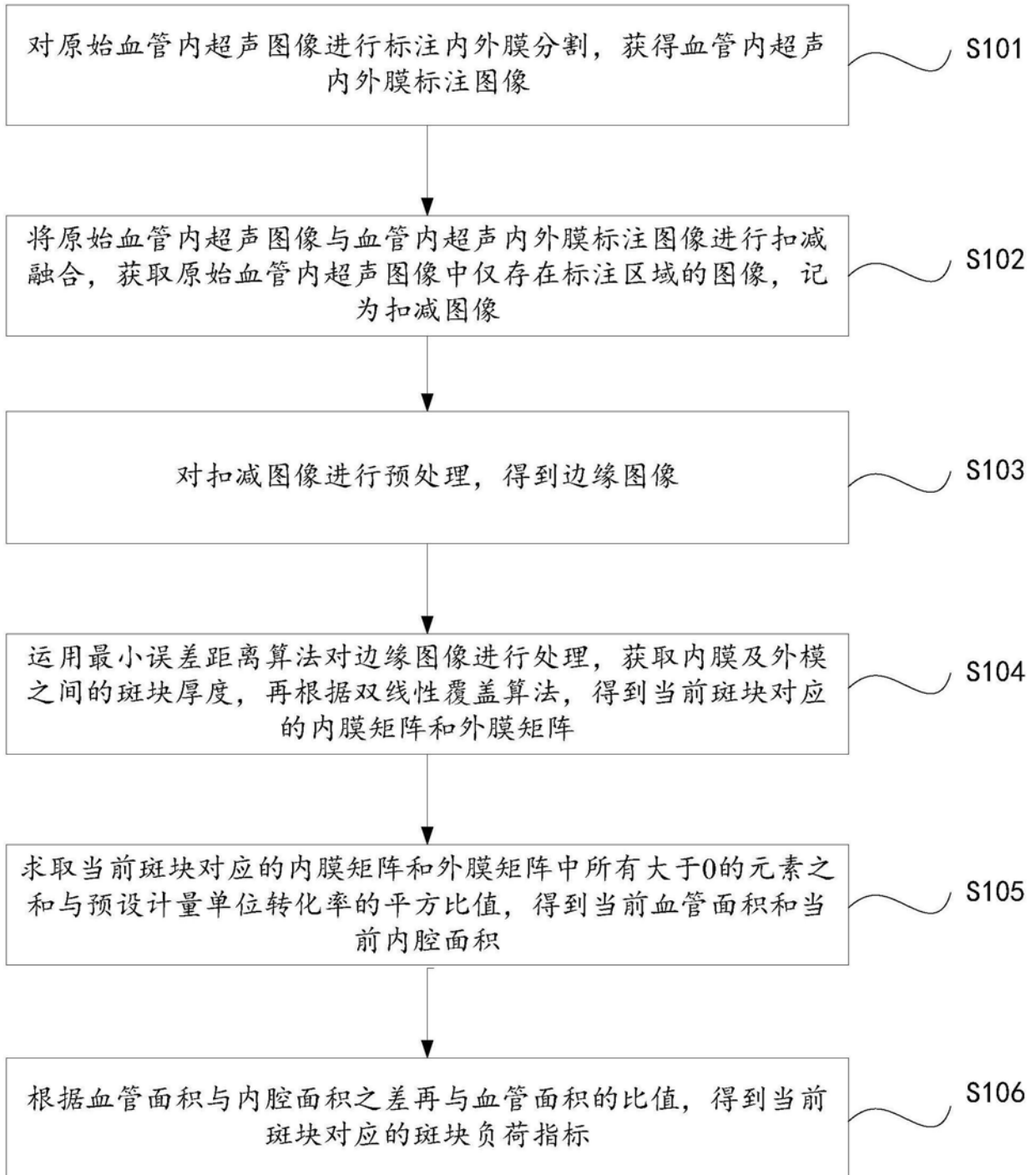


图1

专利名称(译)	一种基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统		
公开(公告)号	CN110246136A	公开(公告)日	2019-09-17
申请号	CN201910457854.5	申请日	2019-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	山东大学		
申请(专利权)人(译)	山东大学		
当前申请(专利权)人(译)	山东大学		
[标]发明人	刘治 王子樵 张鹏飞 曹艳坤 杨美君		
发明人	刘治 王子樵 张鹏飞 曹艳坤 杨美君		
IPC分类号	G06T7/10 G06T7/11 A61B8/12 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0891 A61B8/12 A61B8/5223 G06T7/10 G06T7/11 G06T2207/10132 G06T2207/30101		
代理人(译)	张庆骞		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开提供了基于混合算法的血管内超声参数提取方法及系统。其中，血管内超声参数提取方法，包括对原始血管内超声图像进行标注内外膜分割，获得血管内超声内外膜标注图像；将原始血管内超声图像与血管内超声内外膜标注图像进行扣减融合，获取原始血管内超声图像中仅存在标注区域的图像，记为扣减图像；对扣减图像进行预处理，得到边缘图像；运用最小误差距离算法对边缘图像进行处理，获取内膜及外膜之间的斑块厚度，再根据双线性覆盖算法，得到当前斑块对应的内膜矩阵和外膜矩阵；求取当前血管面积和当前内腔面积；根据血管面积与内腔面积之差再与血管面积的比值，得到当前斑块对应的斑块负荷指标。

