



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110428417 A

(43)申请公布日 2019.11.08

(21)申请号 201910744483.9

(22)申请日 2019.08.13

(71)申请人 无锡祥生医疗科技股份有限公司
地址 214028 江苏省无锡市新吴区新区硕放工业园五期51、53号地块长江东路228号

(72)发明人 殷晨

(74)专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104
代理人 曹祖良 陈丽丽

(51)Int.Cl.
G06T 7/00(2017.01)

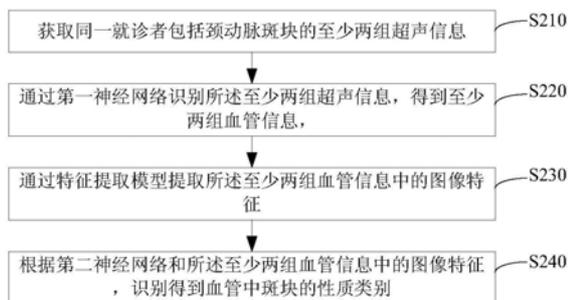
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

颈动脉斑块的性质判别方法、存储介质及超声装置

(57)摘要

本发明涉及超声图像处理技术领域,具体公开了一种颈动脉斑块的性质判别方法,包括:获取同一就诊者包括颈动脉斑块的至少两组超声信息,每组超声信息包括就诊者基于多种超声检查方式中的任意一种得到的超声视频或超声图像,且至少两组超声信息的超声检查方式不同;通过第一神经网络识别至少两组超声信息,得到至少两组血管信息,每组血管信息包括血管视频或血管图像;通过特征提取模型提取至少两组血管信息中的图像特征;根据第二神经网络和至少两组血管信息中的图像特征,识别得到血管中斑块的性质类别。本发明还公开了一种存储介质及超声装置。本发明提供的颈动脉斑块的性质判别方法能够实现对颈动脉斑块的性质综合评估,提高判别结果的准确度。



1. 一种颈动脉斑块的性质判别方法,其特征在于,所述颈动脉斑块的性质判别方法包括:

获取同一就诊者包括颈动脉斑块的至少两组超声信息,每组超声信息包括就诊者基于多种超声检查方式中的任意一种得到的超声视频或超声图像,且至少两组超声信息的超声检查方式不同;

通过第一神经网络识别所述至少两组超声信息,得到至少两组血管信息,每组所述血管信息包括血管视频或血管图像,所述血管视频包括超声视频中有斑块的血管所在区域的图像流,所述血管图像包括超声图像中有斑块的血管所在的图片;

通过特征提取模型提取所述至少两组血管信息中的图像特征;

根据第二神经网络和所述至少两组血管信息中的图像特征,识别得到血管中斑块的性质类别。

2. 根据权利要求1所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征在于,所述颈动脉斑块的性质判别方法还包括:

获取训练样本,所述训练样本包括 m 个就诊者的 n 组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别, n 为大于等于2的整数, m 为大于等于1的整数;

根据所述 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络;

根据所述 n 组训练超声信息以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到所述第二神经网络。

3. 根据权利要求1所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征在于,所述超声检查方式为二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像或者超声造影。

4. 一种颈动脉斑块的性质判别方法,其特征在于,所述颈动脉斑块的性质判别方法包括:

获取训练样本,所述训练样本包括 m 个就诊者的 n 组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别, n 为大于等于2的整数, m 为大于等于1的整数;

根据所述 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到第一神经网络,所述第一神经网络用于识别所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置;

提取所述 n 组训练超声信息中的图像特征,对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,所述第二神经网络用于识别斑块的性质类别。

5. 根据权利要求4所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征不在于,若所述n组超声训练信息中包括满足预设条件的超声训练信息,所述根据n组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,包括:

将满足所述预设条件的超声训练信息中的二维图像信息和其他类型图像信息进行融合;

根据融合后的信息以及所述第一标注信息训练所述第一初始化网络。

6. 根据权利要求5所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征不在于,所述将满足所述预设条件的超声训练信息中的二维图像信息和其他类型图像信息进行融合,包括:

分别将所述二维图像信息以及其他类型图像信息中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的B通道的值;

将所述二维图像信息中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的G通道的值;

将默认值确定为融合后的图像在R通道处的值。

7. 根据权利要求4所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征不在于,所述对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,包括:

将提取到的图像特征进行特征拼接,得到拼接后的图像特征;

根据所述拼接后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络。

8. 根据所述权利要求7所述的颈动脉斑块的性质判别方法,其特征不在于,提取所述n组训练超声信息中的图像特征,对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络之前,还包括:

将所述训练超声视频中的视频图像进行图像变换得到所述图像变换后的视频图像,其中所述图像变换包括平移、翻转、旋转和弹性变形中的至少一种;

通过特征提取模型提取所述图像变换后的视频图像中的图像特征。

9. 一种存储介质,其特征不在于,所述存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令用于被处理器加载并执行以实现如权利要求1至3中任意一项所述的颈动脉斑块的性质判别方法,或者,实现如权利要求4至8中任意一项所述的颈动脉斑块的性质判别方法。

10. 一种超声装置,其特征不在于,所述超声装置包括处理器和存储器,所述存储器包括权利要求9所述的存储介质,所述处理器用于加载并执行所述存储介质上的程序指令。

颈动脉斑块的性质判别方法、存储介质及超声装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声图像处理技术领域,尤其涉及一种颈动脉斑块的性质判别方法、用于存储执行颈动脉斑块的性质判别方法的程序指令的存储介质和包括该存储介质的超声装置。

背景技术

[0002] 颈动脉斑块稳定性和易损性取决于其内部组织的结构,脂质坏死核心大小,斑块内出血,钙化,纤维帽的厚薄以及完整性等,常规基于超声的检查方法包括二维超声,彩色血流模式,微血管成像技术,超声造影技术,超声弹性成像等方法,从各个角度去分析其斑块的性质,医生一般通过多种方法综合考虑对于患者的斑块稳定易损评估。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种颈动脉斑块的性质判别方法、用于存储执行颈动脉斑块的性质判别方法的程序指令的存储介质和包括该存储介质的超声装置,解决相关技术中存在的如何实现对颈动脉斑块的性质进行综合评估的问题。

[0004] 作为本发明的一个方面,提供一种颈动脉斑块的性质判别方法,其中,所述颈动脉斑块的性质判别方法包括:

[0005] 获取同一就诊者包括颈动脉斑块的至少两组超声信息,每组超声信息包括就诊者基于多种超声检查方式中的任意一种得到的超声视频或超声图像,且至少两组超声信息的超声检查方式不同;

[0006] 通过第一神经网络识别所述至少两组超声信息,得到至少两组血管信息,每组所述血管信息包括血管视频或血管图像,所述血管视频包括超声视频中有斑块的血管所在区域的图像流,所述血管图像包括超声图像中有斑块的血管所在的图片;

[0007] 通过特征提取模型提取所述至少两组血管信息中的图像特征;

[0008] 根据第二神经网络和所述至少两组血管信息中的图像特征,识别得到血管中斑块的性质类别。

[0009] 进一步地,所述颈动脉斑块的性质判别方法还包括:

[0010] 获取训练样本,所述训练样本包括 m 个就诊者的 n 组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别, n 为大于等于2的整数, m 为大于等于1的整数;

[0011] 根据所述 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络;

[0012] 根据所述 n 组训练超声信息以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到所

述第二神经网络。

[0013] 进一步地,所述超声检查方式为二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像或者超声造影。

[0014] 作为本发明的另一个方面,提供一种颈动脉斑块的性质判别方法,其中,所述颈动脉斑块的性质判别方法包括:

[0015] 获取训练样本,所述训练样本包括 m 个就诊者的 n 组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别, n 为大于等于2的整数, m 为大于等于1的整数;

[0016] 根据所述 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到第一神经网络,所述第一神经网络用于识别所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置;

[0017] 提取所述 n 组训练超声信息中的图像特征,对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,所述第二神经网络用于识别斑块的性质类别。

[0018] 进一步地,若所述 n 组超声训练信息中包括满足预设条件的超声训练信息,所述根据 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,包括:

[0019] 将满足所述预设条件的超声训练信息中的二维图像信息和其他类型图像信息进行融合;

[0020] 根据融合后的信息以及所述第一标注信息训练所述第一初始化网络。

[0021] 进一步地,所述将满足所述预设条件的超声训练信息中的二维图像信息和其他类型图像信息进行融合,包括:

[0022] 分别将所述二维图像信息以及其他类型图像信息中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的B通道的值;

[0023] 将所述二维图像信息中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的G通道的值;

[0024] 将默认值确定为融合后的图像在R通道处的值。

[0025] 进一步地,所述对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,包括:

[0026] 将提取到的图像特征进行特征拼接,得到拼接后的图像特征;

[0027] 根据所述拼接后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络。

[0028] 进一步地,对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络之前,还包括:

[0029] 将所述训练超声视频中的视频图像进行图像变换得到所述图像变换后的视频图像,其中所述图像变换包括平移、翻转、旋转和弹性变形中的至少一种;

[0030] 通过特征提取模型提取所述图像变换后的视频图像中的图像特征。

[0031] 作为本发明的另一个方面,提供一种存储介质,其中,所述存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令用于被处理器加载并执行以实现如前文所述的颈动脉斑块的性质判别方法。

[0032] 作为本发明的另一个方面,提供一种超声装置,其中,所述超声装置包括处理器和存储器,所述存储器包括前文所述的存储介质,所述处理器用于加载并执行所述存储介质上的程序指令。

[0033] 通过上述颈动脉斑块的性质判别方法、存储介质及超声装置,采用第一神经网络对多模态下的超声视频和/或超声图像进行识别,通过特征提取模型进行图像特征提取,最后通过第二神经网络对图像特征进行识别,得到最终的血管的性质类别的判别结果,上述颈动脉斑块的性质判别方法能够有效识别出有斑块的血管的性质类别,实现了对颈动脉的血管的定性分析,从而为医护人员对颈动脉斑块的分析和诊断提供重要的依据。另外,上述颈动脉斑块的性质判别方法还采用了针对多模态下的超声图像和/或超声视频进行分析,即针对多种超声检查方式进行综合分析,这种基于多模态的颈动脉斑块的性质判别方法能够对于斑块的性质进行综合评估,从而能够提高分析的准确性。

附图说明

[0034] 附图是用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0035] 图1为本发明提供的颈动脉斑块的性质判别系统的结构框图。

[0036] 图2为本发明提供的颈动脉斑块的性质判别方法的一种实施方式的流程图。

[0037] 图3为本发明提供的颈动脉斑块的性质判别方法的另一种实施方式的流程图。

[0038] 图4为本发明提供的超声造影方式下的训练超声视频的标注示意图。

[0039] 图5为本发明提供的微血管成像方式下的训练超声视频的标注示意图。

[0040] 图6为本发明提供的二维超声方式下的训练超声图像的标注示意图。

[0041] 图7为本发明提供的彩色血流方式下的训练超声图像的标注示意图。

[0042] 图8为本发明提供的弹性成像方式下的训练超声图像的标注示意图。

[0043] 图9为本发明提供的图像变换前的示意图。

[0044] 图10为本发明提供的图像变换后的示意图。

[0045] 图11为本发明提供的第二神经网络进行特征识别的流程示意图。

[0046] 图12为本发明提供的混合网络模型的全连接网络实现示意图。

具体实施方式

[0047] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互结合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0048] 为了使本领域技术人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0049] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第

二”等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的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例。此外，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括，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。

[0050] 本发明的一个实施例中，提供了一种判别颈动脉斑块的性质类别的判别系统，如图1所示，该判别系统包括获取模块110、处理器120和显示器130。获取模块110获取同一就诊者包括颈动脉斑块的至少两组超声信息，处理器120对采集到的超声信息进行处理，分析得到斑块的性质类别，显示器130可以显示获取到的超声信息以及分析得到的斑块的性质类别，其中每组超声信息包括就诊者基于多种超声检查方式中的任意一种得到的超声视频或超声图像，且至少两组超声信息的超声检查方式不同多种超声检查方式可以为二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像或者超声造影；其中，至少两组超声信息的超声检查方式不同可以理解为，采用不同的超声检查方式组合得到超声信息，例如可以采用二维超声和微血管成像技术的组合检查方式，也可以采用二维超声和超声造影的组的检查方式，还可以采用二维超声、微血管成像技术和超声造影的组的检查方式，当然还可以为上述举例的5种的组的检查方式。

[0051] 应当理解的是，当采用二维超声、彩色血流和弹性成像中任意一种或多种检查方式时得到的是超声图像，当采用微血管成像技术和/或超声造影的检查方式时得到的是超声视频。

[0052] 如图1所示，本实施例的获取模块110为超声成像设备，即通过超声成像设备获取超声图像或视频。如图1所示，超声成像设备至少包括换能器101、超声主机102、输入单元103、控制单元104、和存储器105。超声成像设备可以包括显示屏(图中未标出)，超声成像设备的显示屏可以为判别系统的显示器130。换能器101用于发射和接收超声波，换能器101受发射脉冲的激励，向目标组织(例如，人体或者动物体内的器官、组织、血管等等)发射超声波，经一定延时后接收从目标区域反射回来的带有目标组织的信息的超声回波，并将此超声回波重新转换为电信号，以获得超声图像或者视频。换能器101可以通过有线或无线的方式连接到超声主机102。

[0053] 输入单元103用于输入操作人员的控制指令。输入单元103可以为键盘、跟踪球、鼠标、触摸面板、手柄、拨盘、操纵杆以及脚踏开关中的至少一个。输入单元也可以输入非接触型信号，例如声音、手势、视线或脑波信号。

[0054] 控制单元104至少可以控制焦点信息、驱动频率信息、驱动电压信息以及成像模式等扫描信息。控制单元104根据用户所需成像模式的不同，对信号进行不同的处理，获得不同模式的超声图像数据，然后经对数压缩、动态范围调整、数字扫描变换等处理形成不同模式的超声图像，如B图像，C图像，D图像，多普勒血流图像，包含组织弹性特性的弹性图像等等，或者其他类型的二维超声图像或三维超声图像。

[0055] 显示器130用于显示超声图像数据、参数、超声图像或视频中周围神经的类型以及动态信息等信息。显示器130可以是触摸屏显示器。当然，超声诊断设备还可以通过输入单元103的端口连接另一个显示器，实现双屏显示系统。此外，本实施例中的显示器不限制数量。显示的超声图像数据(超声图像)可以是显示在一个显示器上，也可以同时显示在多个

显示器上,当然也可以是将超声图像的部分分别同步显示在多个显示器上,在此本实施例也不作限制。此外,显示器130在显示超声图像的同时还提供给用户进行人机交互的图形界面,在图形界面上设置一个或多个被控对象,提供给用户利用人机交互设备输入操作指令来控制这些被控对象,从而执行相应的控制操作。例如投影、VR眼镜,当然显示器中也可以包含输入装置,例如触摸输入的显示屏、感应动作的投影机VR眼镜。利用人机交互设备可以对显示器130显示的图标进行操作,用来执行特定的功能。

[0056] 在一实施例中,获取模块110为掌声超声,掌声超声的换能器、显示器等集成在可供操作人员手握持的壳体内。

[0057] 本发明的神经网络模型或单元包括(或者包含或者具有)其它元件以及那些元件。如本发明中使用的术语“模块”意指但不限于执行特定任务的软件或硬件组件,诸如现场可编程门阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC)或处理器,例如CPU、GPU。模块可以有利地被配置为驻留在可寻址存储介质中并且配置为在一个或多个处理器上执行。因此,作为示例,模块可以包括组件(诸如软件组件、面向对象软件组件、类组件和任务组件)、进程、函数、属性、过程、子例行程序、程序代码段、驱动程序、固件、微码、电路、数据、数据库、数据结构、表、数组和变量。在模块中提供的功能性可以被组合成更少的组件和模块或者进一步分成附加的组件和模块。

[0058] 为了实现对颈动脉斑块的性质的定性分析,本发明通过使用两个神经网络实现,且结合多种超声检查方式下的超声视频或超声图像进行综合分析,具体地,第一个神经网络能够检测出当前各个超声检查方式下的超声视频和/或超声图像中的斑块的血管位置,第二个神经网络能够对含有斑块的血管进行识别,从而识别出血管的性质类别是易损还是稳定。

[0059] 在本实施例中提供了一种颈动脉斑块的性质判别方法,图2是根据本发明实施例提供的颈动脉斑块的性质判别方法的流程图,如图2所示,包括:

[0060] S210、获取同一就诊者包括颈动脉斑块的至少两组超声信息,每组超声信息包括就诊者基于多种超声检查方式中的任意一种得到的超声视频或超声图像,且至少两组超声信息的超声检查方式不同;

[0061] 本步骤可以通过换能器采集的超声视频和/或超声图像,也可以是获取的外部设备发送的超声视频和/或超声图像。比如,超声设备或电脑等在通过换能器采集到超声视频和/或超声图像之后,将超声视频和/或超声图像发送至分析设备,分析设备在接收到超声视频和/或超声图像之后执行步骤S210~S240,在此不再赘述。

[0062] 需要说明的是,本发明中采用的超声检查方式具体可以包括二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影中的至少两种,本实施例中以包括二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影中的全部为例进行说明。对于不同的超声检查方式侧重点不一样,超声造影和微血管成像技术主要是基于动态的方式观察斑块内部的新生血管的变化情况,而二维超声、彩色血流和弹性成像是基于静态的方式观察斑块的轮廓和性质,因此,对于超声造影和微血管成像技术这两种检查方式是以超声视频的形式进行采集和标注,二维超声、彩色血流和弹性成像是以超声图像的形式进行采集和标注。

[0063] S220、通过第一神经网络识别所述至少两组超声信息,得到至少两组血管信息,每组所述血管信息包括血管视频或血管图像,所述血管视频包括超声视频中有斑块的血管所

在区域的图像流,所述血管图像包括超声图像中有斑块的血管所在的图片;

[0064] 具体地,所述第一神经网络识别所述至少两组超声信息,以便于确定超声视频和/或超声图像中的有斑块的血管的位置。由于所述超声视频包括多幅图像,因此,第一神经网络能够从超声视频中识别出具有斑块的血管所在的图像,这里应当理解的是,由于超声视频是动态视频图像,所以第一神经网络针对超声视频最终识别得到的是动态的图像流。

[0065] 由于所述超声图像包括多张图片,因此,第一神经网络能够从超声图像中识别出具有斑块的血管所在的图片。这里应当理解的是,由于超声图像是静态的图像,所以第一神经网络针对超声图像最终识别得到的是静态的图片。

[0066] S230、通过特征提取模型提取所述至少两组血管信息中的图像特征;

[0067] 具体地,对所述超声视频进行视频处理,或者对超声图像进行图像处理,提取出具有斑块的血管的图像特征。

[0068] S240、根据第二神经网络和所述至少两组血管信息中的图像特征,识别得到血管中斑块的性质类别。

[0069] 具体地,所述第二神经网络能够结合前面得到的至少两组血管信息中的图像特征对所述图像特征进行识别,从而判断有斑块的血管的性质类别是易损还是稳定。

[0070] 通过上述实施例中的颈动脉斑块的性质判别方法,采用第一神经网络对多种超声检查方式下的超声视频和/或超声图像进行识别,通过特征提取模型进行图像特征提取,最后通过第二神经网络对图像特征进行识别,得到最终的血管的性质类别的判别结果,上述颈动脉斑块的性质判别方法能够有效识别出有斑块的血管的性质类别,实现了对颈动脉的血管的定性分析,从而为医护人员对颈动脉斑块的分析和诊断提供重要的依据。另外,上述颈动脉斑块的性质判别方法还采用了针对多模态下的超声图像和/或超声视频进行分析,即针对多种超声检查方式进行综合分析,这种基于多模态的颈动脉斑块的性质判别方法能够对于斑块的性质进行综合评估,从而能够提高分析的准确性。

[0071] 其中,第一神经网络和第二神经网络是预先训练得到的网络,训练的步骤包括:

[0072] 获取训练样本,所述训练样本包括 m 个就诊者的 n 组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别, n 为大于等于2的整数, m 为大于等于1的整数;

[0073] 根据所述 n 组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络;

[0074] 根据所述 n 组训练超声信息以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到所述第二神经网络。

[0075] 应当理解的是, m 个就诊者的 n 个训练超声信息可以是历史获取的,比如,获取检查科室在历史3个月内采集的超声视频和/或超声图像,又比如,获取实验室在历史一年内采集的超声视频和/或超声图像。其中,为了实现对超声视频或超声图像中具有斑块的血管的图像识别,则需要在训练超声视频和/或训练超声图像中标注上有斑块的血管所在的位置,为了实现对超声视频或超声图像中的斑块的性质类别的识别,则需要在训练超声视频和/

或训练超声图像中标注上有斑块的性质类别,即将易损的斑块和稳定的斑块分别进行标注,以便进行训练。

[0076] 还应当理解的是,根据所述n组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络具体可以包括以下几种情况:

[0077] (1)当超声检查方式均是静态方式,例如,以二维超声、彩色血流和弹性成像三种方式实现的,则根据所述n组训练超声图像以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络,此处所述第一标注信息具体为用于标注所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置;

[0078] (2)当超声检查方式均是动态方式,例如,以超声造影和微血管成像技术两种方式实现的,则根据所述n组训练超声视频以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络,此处所述第一标注信息具体为用于标注所述训练超声视频中有斑块的血管所在的位置;

[0079] (3)当超声检测方式为静态方式结合动态方式,例如,以二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影五种方式实现的,则根据所述x组训练超声视频和n-x组训练超声图像以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到所述第一神经网络,此处所述第一标注信息具体为用于标注所述训练超声视频和所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置。

[0080] 同理,对于根据所述n组训练超声信息以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到所述第二神经网络,具体也可以包括上述三种情况,此处不再赘述。

[0081] 作为具体地实施方式,对于超声视频采集时,可以按照10fps的帧率每秒采样出10张图像,例如,对于超声造影和微血管成像技术的超声视频可以各采集100帧(10s)。对于二维超声、彩色血流和弹性成像的超声图像可以各采集3帧。应当理解的是,对于各个超声检查方式下的超声视频和超声图像分别采集的数量可以根据需求进行设置,此处不做限定。

[0082] 上述颈动脉斑块的性质判别方法的实施方式是基于在超声设备上直接进行性质判别实现的;当然还可以在后台服务器上实现对斑块的性质判别。

[0083] 作为本发明的另一实施例,提供了一种颈动脉斑块的性质判别方法,其中,如图3所示,所述颈动脉斑块的性质判别方法包括:

[0084] S310、获取训练样本,所述训练样本包括m个就诊者的n组训练超声信息以及每组训练超声信息的标注信息,每组训练超声信息包括训练超声视频或训练超声图像,且每个就诊者对应至少两组训练超声信息,所述标注信息包括第一标注信息和第二标注信息,所述第一标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置,所述第二标注信息用于标注所述训练超声视频或所述训练超声图像中斑块的性质类别,n为大于等于2的整数,m为大于等于1的整数;

[0085] S320、根据所述n组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,得到第一神经网络,所述第一神经网络用于识别所述训练超声视频或所述训练超声图像中有斑块的血管所在的位置;

[0086] S330、提取所述n组训练超声信息中的图像特征,对提取到的图像特征进行特征聚合,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,所述第二神经网络用于识别斑块的性质类别。

[0087] 通过上述实施例中的颈动脉斑块的性质判别方法,获取训练样本得到第一神经网络和第二神经网络所需的标注信息,通过标注信息分别训练对应的神经网络,训练得到的第一神经网络能够识别有斑块的血管所在的位置,训练得到的第二神经网络能够实现对斑块的性质类别的识别,通过这两个神经网络能够实现对颈动脉血管的定性分析,从而能够为医护人员对颈动脉斑块的分析和诊断提供重要的依据。另外,在获取训练样本过程中采用了针对多模态下的训练超声图像和/或训练超声视频进行分析,即针对多种超声检查方式进行综合分析,这种基于多模态的颈动脉斑块的性质判别方法能够对于斑块的性质进行综合评估,从而能够提高分析的准确性。

[0088] 应当理解的是,所述训练超声视频和/或训练超声图像是通过采集的颈动脉斑块的超声视频和/或超声图像进行处理后得到的。且对训练超声视频和/或训练超声图像的标注多是通过标注软件进行的,即在对超声视频和/或超声图像进行处理,去除敏感部分,只保留有效超声图像部分,对超声视频进行解码成图像后送入标注软件进行标注,而对于超声图像可以直接送入标注软件进行标注。

[0089] 需要说明的是,本发明中采用的超声检查方式具体可以包括二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影中的至少两种,本实施例中以包括二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影中的全部为例进行说明。对于不同的超声检查方式侧重点不一样,超声造影和微血管成像技术主要是基于动态的方式观察斑块内部的新生血管的变化情况,而二维超声、彩色血流和弹性成像是基于静态的方式观察斑块的轮廓和性质,因此,对于超声造影和微血管成像技术这两种检查方式是以超声视频的形式进行采集和标注,二维超声、彩色血流和弹性成像是以超声图像的形式进行采集和标注。

[0090] 具体地,在对训练超声视频进行标注时,可以采用10fps的帧率从中每秒采样出10张图像,用矩形框勾勒出包含有斑块的血管轮廓,并标注出该斑块的类别,如图4为超声造影方式下的训练超声视频的标注示意图,图5为微血管成像技术方式下的训练超声视频的标注示意图。在对训练超声图像进行标注时,可以针对采集的图片,直接用矩形框勾勒出包含有斑块的血管轮廓,并标注出该斑块的类别,如图6为二维超声方式下的训练超声图像的标注示意图,图7为彩色血流方式下的训练超声图像的标注示意图,图8为弹性成像方式下的训练超声图像的标注示意图。

[0091] 作为本实施例的一种具体地实施方式,若所述n组超声训练信息中包括满足预设条件的超声训练信息,所述根据n组训练超声信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络,包括:

[0092] 将满足预设条件的超声训练信息中的二维图像信息以及其他类型图像信息进行融合;

[0093] 根据融合后的图像信息以及所述第一标注信息训练第一初始化网络。

[0094] 进一步具体地,所述融合包括:

[0095] 分别将所述二维图像信息以及其他类型图像信息中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的B通道的值;

[0096] 将二维图像中各位置处的灰度值确定为融合后的图像在对应位置处的G通道的值;

[0097] 将默认值确定为融合后的图像在R通道处的值。

[0098] 比如,将第一初始化网络的权重参数设置为0到1之间的随机数,并使用视频图像和/或图片的图像参数训练上述第一初始化网络,迭代至loss(损失)最小后停止训练。

[0099] 应当理解的是,本实施例中以二维超声、微血管成像技术、彩色血流、弹性成像和超声造影中的全部为例进行说明,则训练样本包括的训练超声视频和训练超声图像的总和为n个。若以二维超声、彩色血流和弹性成像这种静态的方式,则训练样本只包括n个训练超声图像,若以超声造影和微血管成像技术这种动态的方式,则训练样本只包括n个训练超声视频。

[0100] 作为本实施例的另一种具体地实施方式,

[0101] 所述融合提取到的图像特征,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络,包括:

[0102] 将所述n组图像特征进行特征拼接,得到拼接后的图像特征;

[0103] 根据所述拼接后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络。

[0104] 进一步具体地,

[0105] 提取所述n组训练超声信息中的图像特征,特征聚合提取到的图像特征,根据特征聚合后的图像特征以及所述第二标注信息训练第二初始化网络,得到第二神经网络之前,还包括:

[0106] 将所述训练超声视频中的视频图像进行图像变换得到所述图像变换后的视频图像,其中所述图像变换包括平移、翻转、旋转和弹性变形中的至少一种;

[0107] 通过特征提取模型提取所述图像变换后的视频图像中的图像特征。

[0108] 需要说明的是,当训练样本中包括训练超声视频,通过训练超声视频训练第二初始化网络时,需要对训练超声视频进行增强图像训练。本实施例具体采用图像变换的方式进行图像数据增强。

[0109] 进一步具体地,所述将训练超声视频中的视频图像进行图像变换包括:

[0110] 对于所述训练超声视频中的每一张视频图像,构建与所述视频图像相同大小的随机图像;

[0111] 对所述随机图像进行卷积,并根据卷积后的图像以及变形强度因子得到位移图像;

[0112] 将所述位移图像作用在所述视频图像上,得到所述图像变换后的视频图像。

[0113] 下面以针对超声造影方式下的弹性变形实现图像变换为例进行详细说明。

[0114] 具体地,所述弹性变形的步骤包括:

[0115] 只裁剪出原始图像中的造影部分,二维部分的图像不再使用。首先创建随机位移场来使图像变形,建立和原始图像一样大小的图像,其图像宽度为w,高度为h,每个像素坐标处建立 $\Delta x(x, y) = \text{rand}(-1, +1)$ 的随机场,rand表示随机数函数,此处表示生成-1~1之间的随机数,将该随机数的值赋值于该坐标的像素值,然后使用标准差为 σ 的高斯函数对该生成的图像进行卷积,将经过高斯卷积的结果乘以控制变形强度的比例因子 α ,得到一个弹性形变的位移场。最后将这个位移场作用在原始图像上,得到最终弹性形变增强的数据,并且标注的坐标也可以按照这个变换得到变换后的groundtruth(真实值)。如图9和图10所示,其中图9表示图像变换前的图像,图10表示图像变换后的图像。

[0116] 需要说明的是,本实施例中的所述特征提取模型具体可以为网络模型(比如,卷积神经网络),将图像缩放至299*299分辨率,作为卷积神经网络模型的输入,用该网络进行预测。本发明只需获取倒数第二层的网络输出,输出维度为2048,经过PCA(Principal Component Analysis,主成分分析)降维后为1024维,并保存成文件。本实施例以超声造影和微血管成像技术的训练超声视频各采集100帧(10s),二维超声、彩色血流和弹性成像的训练超声图像各采集3帧为例,单个样本计算出来可以得到对应的特征维度如下:

[0117] 超声造影(CEUS): 100×1024 ;

[0118] 微血管成像技术: 100×1024 ;

[0119] 弹性成像(UE): 3×1024 ;

[0120] 二维超声(B-MODE): 3×1024 ;

[0121] C模式也即彩色血流(C-MODE): 3×1024 。

[0122] 作为本实施例的另一具体实施方式,所述第二初始化网络包括特征聚合模型和混合分类模型,

[0123] 所述特征聚合模型用于输出聚合后的特征值;

[0124] 所述混合分类模型用于根据聚合后的特征值输出斑块的性质类别。

[0125] 具体地,如图11所示,所述第二初始化网络输入上述多个模态训练超声视频和训练超声图像的1024维度的特征,通道数为实际训练超声视频和/或训练超声图像降采样后的帧数,本实施例中,超声造影和微血管成像技术的通道数为100,弹性成像、二维超声和彩色血流为3。该网络模型主要包括两个部分即特征聚合模型和混合分类模型。特征聚合模型建立可用网络模型学习的参数列表,用深度学习的方法,自动学到其聚类中心和相关权重。对于特征聚合后的输入再进入一个特殊的分类网络中,得到最终的分类结果。

[0126] 需要说明的是,所述特征聚合模型压缩具体方式为:

$$[0127] \quad V(j, k) = \sum_1^N a_k(x_i) (x_i(j) - c_k(j)),$$

[0128] 其中,输入N个D维的图像特征, $V(j, k)$ 表示最终特征聚合后的值。 N 表示颈动脉超声各个模态视频图像的帧数,这里动态视频和静态图像帧数分别为 N_1 和 N_2 , x_i 的维度是 D , D 为1024,是上述网络模型卷积神经网络输出的结果。 c_k 表示聚类中心, a_k 表示权重参数,即,最终的输出向量 V 存储的是所有的 x 在其对应的聚类中的残差和,对上述公式进行网络化,即:

$$[0129] \quad V(j, k) = \sum_1^N \frac{e^{w_k^t x_i + b_k}}{\sum k' e^{w_{k'}^t + b_{k'}}} (x_i(j) - c_k(j)),$$

[0130] 其中, w_k 、 b_k 和 c_k 表示网络模型的训练参数,维度分别为 $D \times K$ 、 K 和 $D \times K$, K 表示聚类中心的数目,本发明的 K 对于造影和微血管成像技术这种动态视频以128为例,对于静态图像的弹性成像、二维超声和彩色血流以32为例, $\frac{e^{w_k^t x_i + b_k}}{\sum k' e^{w_{k'}^t + b_{k'}}$ 表示SoftMax的过程,通过模型中

的SoftMax这一层就可以实现。具体地,首先建立 $D \times K$ 维度大小的权重学习矩阵 m_1 ,乘以输入模型的参数 x ,加上 b ,经过SoftMax网络层,得到 a_k ,该维度为 $N \times K$,其中 N 表示帧数, a_k 再乘以输入 x 得到中间输出 p_1 ,计算 a_k 倒数第二个维度的和乘以 c_k 得到中间输出 p_2 , $p_1 - p_2$ 即为该模

型的输出V,上述过程通过神经网络迭代的方法可以训练出最佳效果的 w_k 、 b_k 和 c_k 。

[0131] 各个模态的动态和静态图像通过特征聚合网络后,对输出的特征加以拼接,得到长度为 $(k_1+k_1+k_2+k_2+k_2)*D$ 大小的特征,其中 k_1 为128, k_2 为32。

[0132] 进入混合分类模型之前,再添加一个隐藏层用于特征进一步压缩,上述输出维度为 $1*(k_1+k_1+k_2+k_2+k_2)*D$,该隐藏层的参数为 $(k_1+k_1+k_2+k_2+k_2)*D*D_2$, D_2 在本发明中具体可以为1024,经过矩阵乘法得到最终输出维度为 $1*D_2$,即最终整个超声造影视频的输出特征向量的大小为1024。

[0133] 其中, D 表示图像特征的维度, k_1 表示动态视频的聚类中心的数目,此处表示超声造影和微血管成像技术下的聚类中心的数目; k_2 表示静态图像的聚类中心的数目,此处表示弹性成像、二维图像和血流图像下的距离中心的数目。

[0134] 混合网络模型是一个分类的网络,网络模型中由几个全连接网络实现,具体如图12所示。

[0135] 图12所示的方法具体为:

$$[0136] \quad y = \sum_{k=1}^K g(V_k^T x + b_k) f(W_k x + c_k),$$

[0137] 其中, x 表示上述特征压缩后的输出,维度为1024,Net1、Net2和Net3表示三个全连接网络,Net1和Net2是全连接网络,Net1和Net2的全连接网络其参数分别为 w_k 和 c_k ,且只有一层。Net3这一全连接网络其参数为 V_k^T , b_k ,也只有一层, y 表示最终类别的输出,维度为2,且为one-hot编码,可选的,本发明的 K 值为2。该网络可以通过两个Net (Net1和Net2)的方式各自学习到特征的区分性,再通过一个门网络 (Net3) 最终通过求和的方式融合多个模型的输出结果,上面的参数可通过神经网络的方式训练得到。

[0138] 需要说明的是,根据 n 个训练超声视频和/或 m 个训练超声图像以及所述第二标注信息训练第二初始化网络可以包括:将第二初始化网络的权重参数设置为0到1之间的随机数,训练图像采用卷积神经网络模型提取后的数据,训练迭代至loss最小。

[0139] 需要说明的是,上述判别斑块的稳定性的设备和训练第一神经网络和第二神经网络的设备可能是同一设备,也可能不是同一设备,本实施例对此并不做限定。

[0140] 作为本发明的另一实施例,提供一种存储介质,其中,所述存储介质中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令用于被处理器加载并执行以实现如前文所述的颈动脉斑块的性质判别方法。

[0141] 应当理解的是,本发明提供的存储介质能够存储用于执行前文所述的颈动脉斑块的性质判别方法的程序指令,因此能够为医护人员对颈动脉斑块的分析和诊断提供重要的依据。

[0142] 作为本发明的另一实施例,提供一种超声装置,其中,所述超声装置包括处理器和存储器,所述存储器包括前文所述的存储介质,所述处理器用于加载并执行所述存储介质上的程序指令。

[0143] 本发明提供的超声装置,由于采用了前文的存储器,存储用于执行前文所述的颈动脉斑块的性质判别方法的程序指令,因此能够有效识别出有斑块的血管的性质类别,实现了对颈动脉的血管的定性分析,从而为医护人员对颈动脉斑块的分析和诊断提供重要的依据。

[0144] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

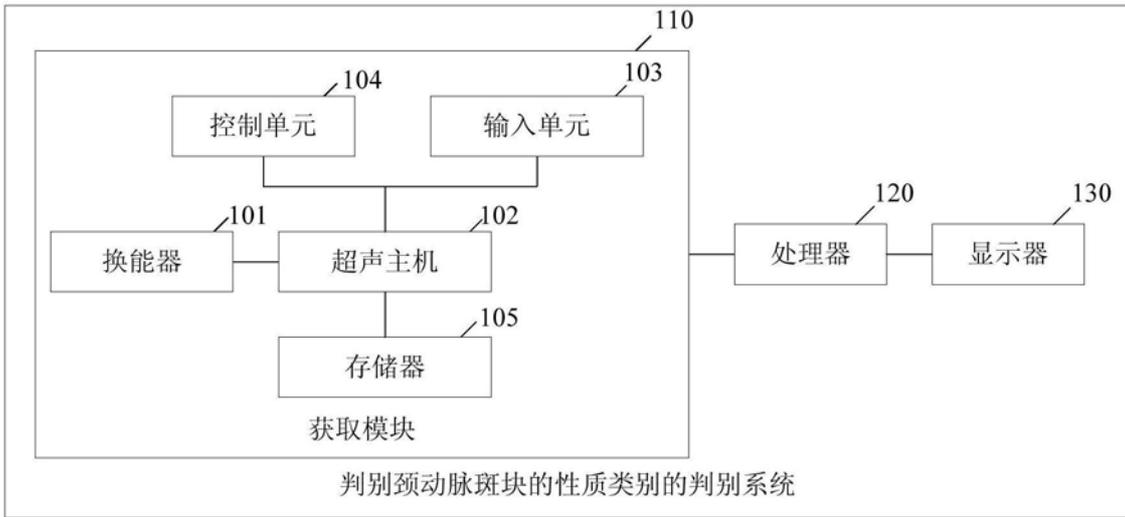


图1

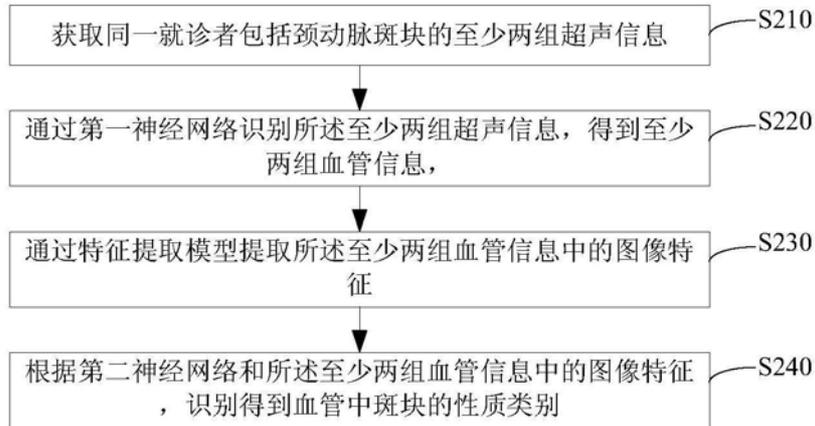


图2

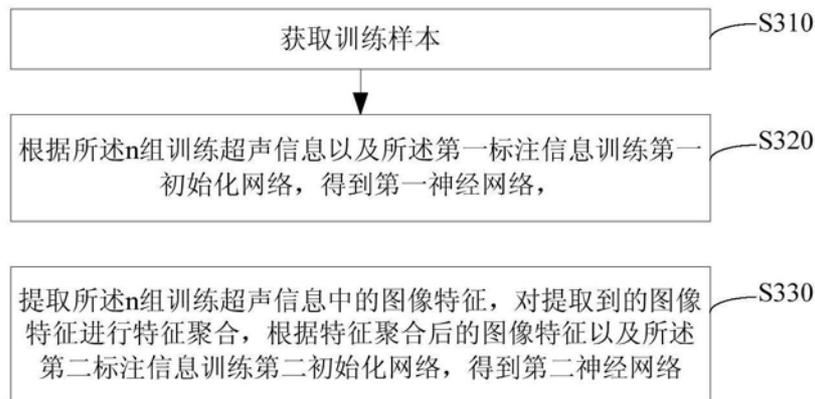


图3

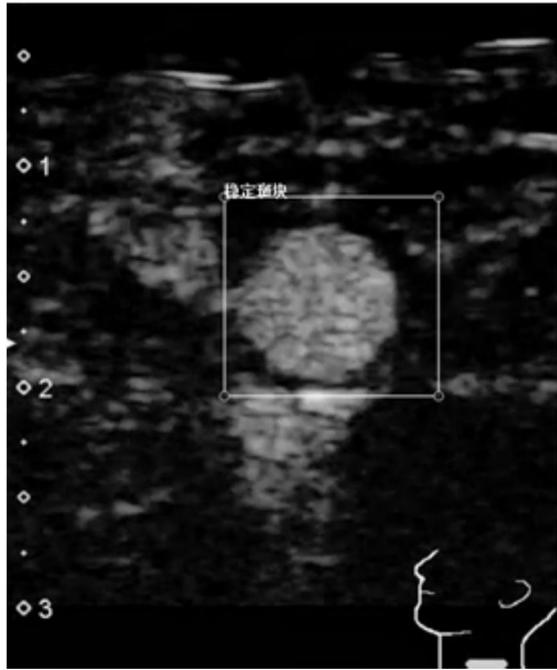


图4



图5

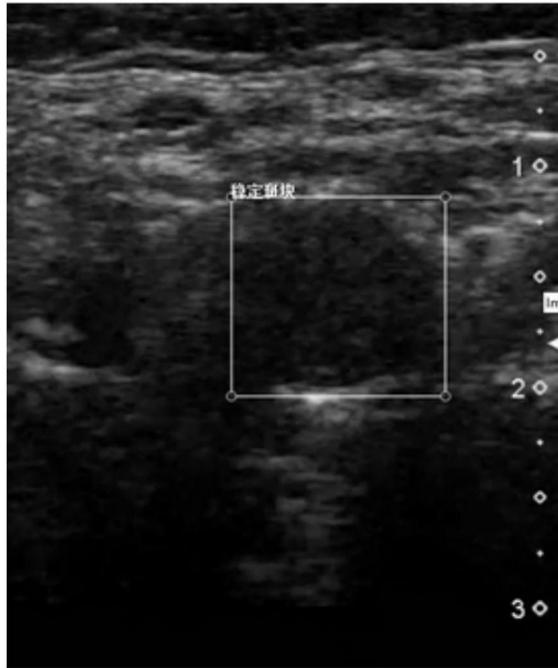


图6

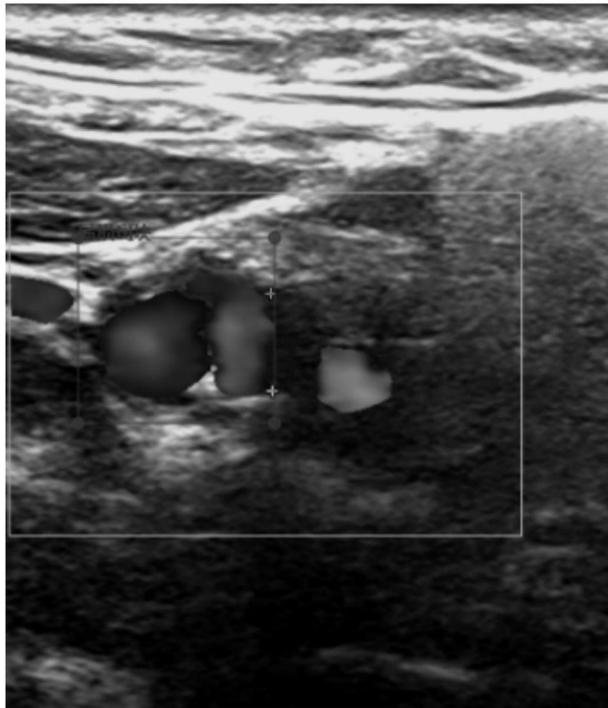


图7

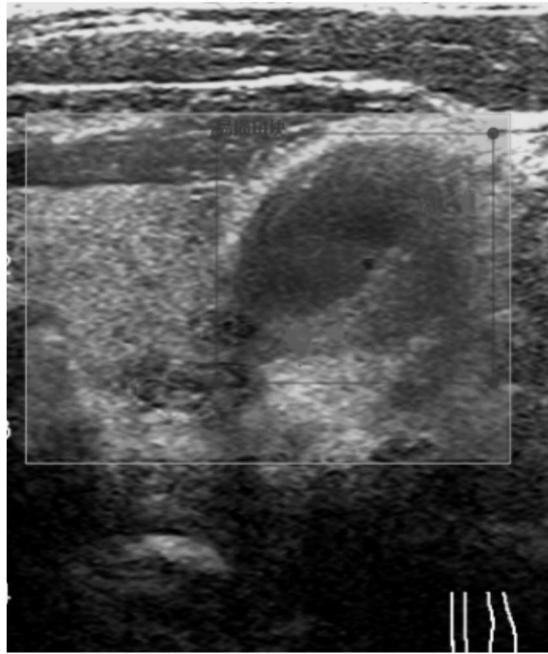


图8

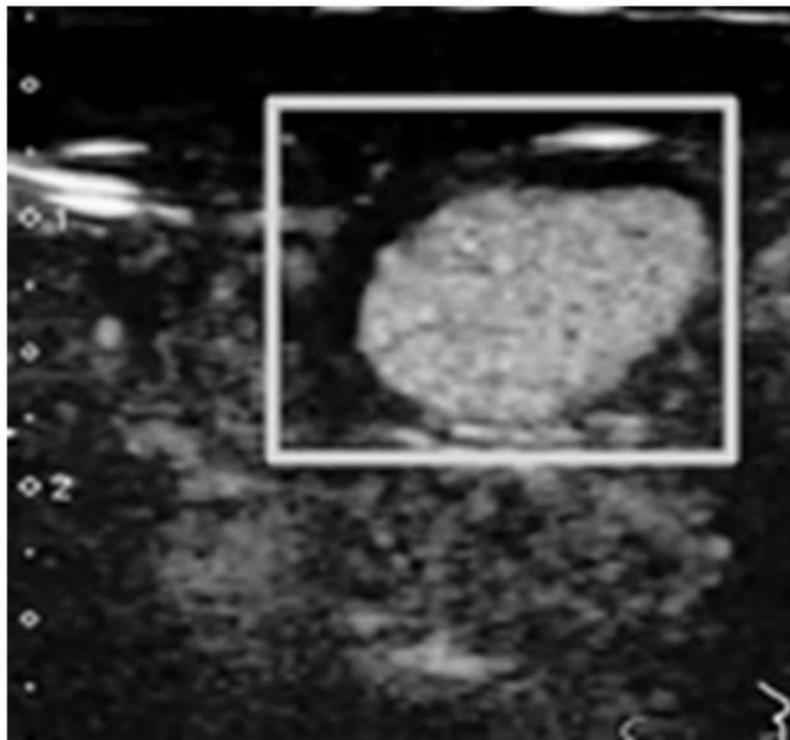


图9

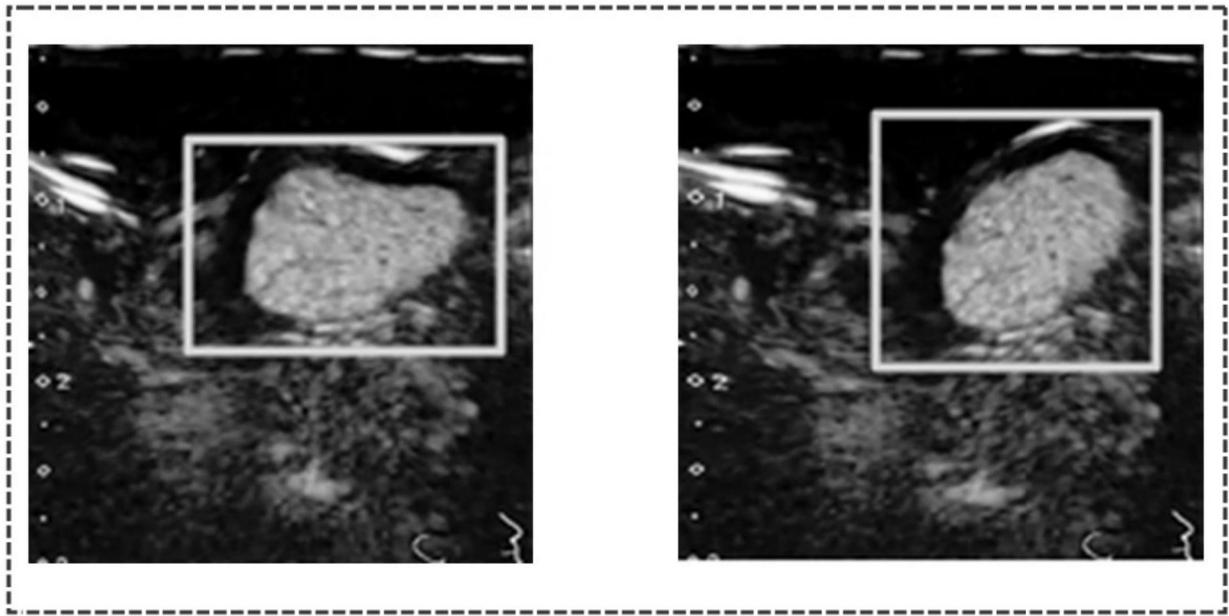


图10

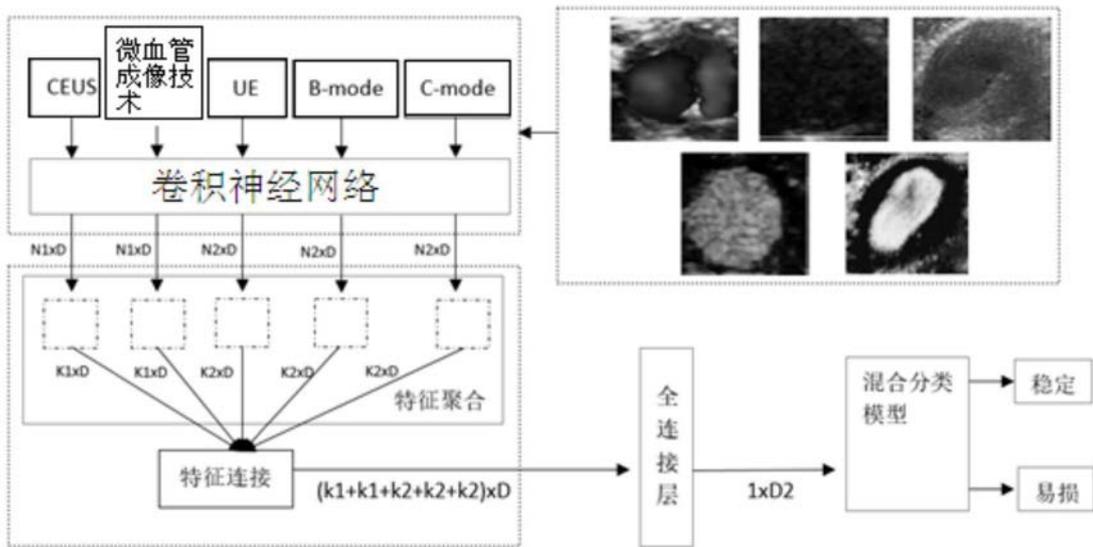


图11

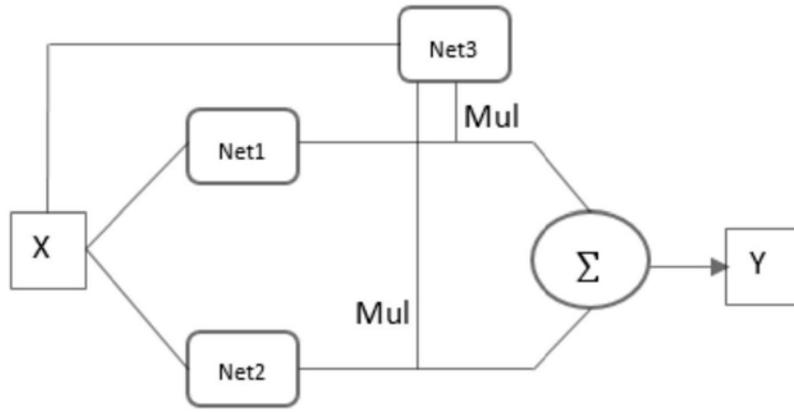


图12