



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110570423 A

(43)申请公布日 2019.12.13

(21)申请号 201910894883.8

(22)申请日 2019.09.20

(71)申请人 深圳开立生物医疗科技股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街道麻岭社区高新中区科技中2路1号深圳软件园(2期)12栋201、202

(72)发明人 闭世兰 李萍 周国义

(74)专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285

代理人 王兆林

(51)Int.Cl.

G06T 7/00(2017.01)

A61B 8/08(2006.01)

G06T 7/70(2017.01)

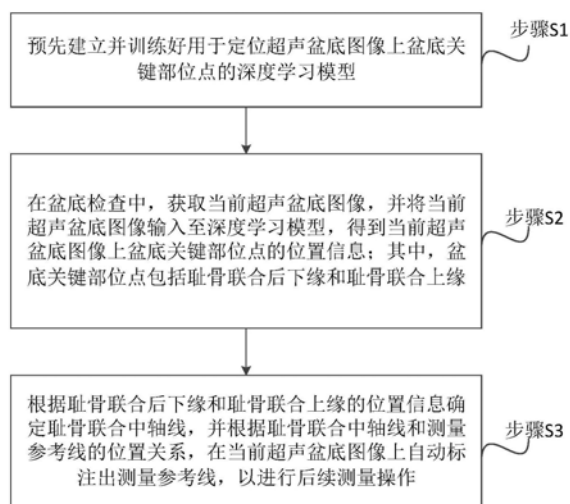
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54)发明名称

一种盆底测量方法、系统及超声设备

(57)摘要

本发明公开了一种盆底测量方法,在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线,供医生查看,相比于现有技术中医生人为识别盆底关键部位点并手动标注出测量参考线,简化了测量过程,缩短了测量时间,从而提高了测量效率。而且,本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑,可准确标注出测量参考线,从而提高了测量准确性。本发明还公开了一种盆底测量系统及超声设备,与上述盆底测量方法具有相同的有益效果。



1. 一种盆底测量方法,其特征在于,包括:

预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型;

在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型,得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,所述盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘;

根据所述耻骨联合后下缘和所述耻骨联合上缘的位置信息确定耻骨联合中轴线,并根据所述耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线,以进行后续测量操作。

2. 如权利要求1所述的盆底测量方法,其特征在于,所述预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型的过程,包括:

预先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型;

获取超声盆底样本图像和所述超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息;

基于所述标准位置信息,将所述超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图和标准点热力图;

将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型,以利用所述深度学习模型的边界热力图提取网络提取所述超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将所述学习边界热力图和所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征所述盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图;

求取所述学习边界热力图和所述标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述边界热力图提取网络的节点权重;并求取所述学习点热力图和所述标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述关键点热力图回归网络的节点权重,而后进行下一轮的样本学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内。

3. 如权利要求2所述的盆底测量方法,其特征在于,在将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型之前,所述盆底测量方法还包括:

将所述超声盆底样本图像缩放至预设图像规格,并对所述超声盆底样本图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的超声盆底样本图像;

相应的,在将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型之前,所述盆底测量方法还包括:

将所述当前超声盆底图像缩放至所述预设图像规格,并对所述当前超声盆底图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的当前超声盆底图像。

4. 如权利要求3所述的盆底测量方法,其特征在于,所述获取超声盆底样本图像的过程,包括:

收集超声盆底样本图像,并利用动态数据增广方法对所述超声盆底样本图像的数量进行扩增,以得到扩增后的超声盆底样本图像。

5. 如权利要求1-4任一项所述的盆底测量方法,其特征在于,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线之后,所述盆底测量方法还包括:

根据预设点到直线距离关系式自动计算所述盆底关键部位点到所述测量参考线的垂直距离,并将所述垂直距离显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

6. 如权利要求5所述的盆底测量方法,其特征在于,所述盆底关键部位点还包括膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端;

相应的,在得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,所述盆底测量方法还包括:

根据所述膀胱颈、所述膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据所述尿道后端、人体纵轴线及所述膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角;

将所述膀胱后角和所述尿道倾斜角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

7. 如权利要求6所述的盆底测量方法,其特征在于,所述获取当前超声盆底图像的过程,包括:

分别获取盆底在静息状态和Valsalva状态下的当前超声盆底图像;

相应的,所述盆底测量方法还包括:

自动求取在静息状态和Valsalva状态下所述膀胱颈到所述测量参考线的垂直距离之差得到膀胱颈移动度,并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差得到尿道旋转角;

将所述膀胱颈移动度和所述尿道旋转角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

8. 一种盆底测量系统,其特征在于,包括:

建模模块,用于预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型;

部位标注模块,用于在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型,得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,所述盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘;

参考线标注模块,用于根据所述耻骨联合后下缘和所述耻骨联合上缘的位置信息确定耻骨联合中轴线,并根据所述耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线,以进行后续测量操作。

9. 一种超声设备,其特征在于,包括:

用于对盆底进行检查并得到超声盆底图像的超声装置;

与所述超声装置连接的控制器,用于在执行所存储计算机程序时实现如权利要求1-7任一项所述的盆底测量方法的步骤。

一种盆底测量方法、系统及超声设备

技术领域

[0001] 本发明涉及超声盆底检查领域,特别是涉及一种盆底测量方法、系统及超声设备。

背景技术

[0002] 目前,在超声盆底检查中,二维盆底检查是最直接、最简便、伤害较小的盆底检查方式。现有技术中,二维盆底检查对应的盆底测量过程包括:获取盆底在静息和Valsalva状态下的二维冻结图像;医生根据经验在二维冻结图像上识别出耻骨联合后下缘、耻骨联合上缘(并非实际耻骨联合上缘,通常是医生在二维冻结图像上假定的耻骨联合上缘)、膀胱颈、膀胱后壁、膀胱后壁最低点、尿道后端等盆底关键部位点;医生在二维冻结图像上标注出处于水平位置的测量参考线,并手动调整二维冻结图像使得耻骨联合中轴线(耻骨联合后下缘与耻骨联合上缘的连线)与测量参考线大致呈现45度夹角,且测量参考线经过耻骨联合后下缘;医生利用直线测量工具手动测量膀胱颈至测量参考线的距离、膀胱后壁最低点至测量参考线的距离,并利用角度测量工具手动测量膀胱后角、尿道倾斜角,从而完成盆底测量。

[0003] 可见,目前的盆底测量需医生人为识别盆底关键部位点并手动标注出测量参考线,然后进行后续测量操作,导致测量过程较为耗时、效率低。此外,由于超声盆底图像的组织结构不清晰、特征不明显、噪声较大,因此盆底测量的准确性严重依赖于医生的专业知识和临床经验,对于临床经验较少的医生无法很准确地标注出测量参考线,从而导致测量误差较大。

[0004] 因此,如何提供一种解决上述技术问题的方案是本领域的技术人员目前需要解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种盆底测量方法、系统及超声设备,在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线,简化了测量过程,缩短了测量时间,从而提高了测量效率;而且,本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑,可准确标注出测量参考线,从而提高了测量准确性。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种盆底测量方法,包括:

[0007] 预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型;

[0008] 在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型,得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,所述盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘;

[0009] 根据所述耻骨联合后下缘和所述耻骨联合上缘的位置信息确定耻骨联合中轴线,并根据所述耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线,以进行后续测量操作。

[0010] 优选地,所述预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度

学习模型的过程,包括:

[0011] 预先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型;

[0012] 获取超声盆底样本图像和所述超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息;

[0013] 基于所述标准位置信息,将所述超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图和标准点热力图;

[0014] 将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型,以利用所述深度学习模型的边界热力图提取网络提取所述超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将所述学习边界热力图和所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征所述盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图;

[0015] 求取所述学习边界热力图和所述标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述边界热力图提取网络的节点权重;并求取所述学习点热力图和所述标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述关键点热力图回归网络的节点权重,而后进行下一轮的样本学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内。

[0016] 优选地,在将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型之前,所述盆底测量方法还包括:

[0017] 将所述超声盆底样本图像缩放至预设图像规格,并对所述超声盆底样本图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的超声盆底样本图像;

[0018] 相应的,在将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型之前,所述盆底测量方法还包括:

[0019] 将所述当前超声盆底图像缩放至所述预设图像规格,并对所述当前超声盆底图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的当前超声盆底图像。

[0020] 优选地,所述获取超声盆底样本图像的过程,包括:

[0021] 收集超声盆底样本图像,并利用动态数据增广方法对超声盆底样本图像的数量进行扩增,以得到扩增后的超声盆底样本图像。

[0022] 优选地,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线之后,所述盆底测量方法还包括:

[0023] 根据预设点到直线距离关系式自动计算所述盆底关键部位点到所述测量参考线的垂直距离,并将所述垂直距离显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

[0024] 优选地,所述盆底关键部位点还包括膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端;

[0025] 相应的,在得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,所述盆底测量方法还包括:

[0026] 根据所述膀胱颈、所述膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据所述尿道后端、人体纵轴线及所述膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角;

[0027] 将所述膀胱后角和所述尿道倾斜角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

[0028] 优选地,所述获取当前超声盆底图像的过程,包括:

[0029] 分别获取盆底在静息状态和Valsalva状态下的当前超声盆底图像;

[0030] 相应的,所述盆底测量方法还包括:

[0031] 自动求取在静息状态和Valsalva状态下所述膀胱颈到所述测量参考线的垂直距离之差得到膀胱颈移动度,并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差得到尿道旋转角;

[0032] 将所述膀胱颈移动度和所述尿道旋转角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。

[0033] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种盆底测量系统,包括:

[0034] 建模模块,用于预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型;

[0035] 部位标注模块,用于在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型,得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,所述盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘;

[0036] 参考线标注模块,用于根据所述耻骨联合后下缘和所述耻骨联合上缘的位置信息确定耻骨联合中轴线,并根据所述耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线,以进行后续测量操作。

[0037] 优选地,所述建模模块包括:

[0038] 模型建立子模块,用于预先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型;

[0039] 样本获取子模块,用于获取超声盆底样本图像和所述超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息;基于所述标准位置信息,将所述超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图和标准点热力图;

[0040] 模型训练子模块,用于将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型,以利用所述深度学习模型的边界热力图提取网络提取所述超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将所述学习边界热力图和所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征所述盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图;

[0041] 模型调整子模块,用于求取所述学习边界热力图和所述标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述边界热力图提取网络的节点权重;并求取所述学习点热力图和所述标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整所述关键点热力图回归网络的节点权重,而后进行下一轮的样本学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内。

[0042] 优选地,所述盆底测量系统还包括:

[0043] 样本图像处理模块,用于在将所述超声盆底样本图像输入至所述深度学习模型之前,将所述超声盆底样本图像缩放至预设图像规格,并对所述超声盆底样本图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的超声盆底样本图像;

[0044] 相应的,所述盆底测量系统还包括:

[0045] 盆底图像处理模块,用于在将所述当前超声盆底图像输入至所述深度学习模型之前,将所述当前超声盆底图像缩放至所述预设图像规格,并对所述当前超声盆底图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的当前超声盆底图像。

[0046] 优选地,所述样本获取单元具体用于收集超声盆底样本图像,并利用动态数据扩增方法对超声盆底样本图像的数量进行扩增,以得到扩增后的超声盆底样本图像。

- [0047] 优选地,所述盆底测量系统还包括:
- [0048] 距离求取模块,用于在所述当前超声盆底图像上自动标注出所述测量参考线之后,根据预设点到直线距离关系式自动计算所述盆底关键部位点到所述测量参考线的垂直距离;
- [0049] 距离显示模块,用于将所述垂直距离显示于所述当前超声盆底图像的界面上。
- [0050] 优选地,所述盆底关键部位点还包括膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端;
- [0051] 相应的,所述盆底测量系统还包括:
- [0052] 角度求取模块,用于在得到所述当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,根据所述膀胱颈、所述膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据所述尿道后端、人体纵轴线及所述膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角;
- [0053] 角度显示模块,用于将所述膀胱后角和所述尿道倾斜角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。
- [0054] 优选地,所述获取当前超声盆底图像的过程,包括:
- [0055] 分别获取盆底在静息状态和Valsalva状态下的当前超声盆底图像;
- [0056] 相应的,所述盆底测量系统还包括:
- [0057] 差值求取模块,用于自动求取在静息状态和Valsalva状态下所述膀胱颈到所述测量参考线的垂直距离之差得到膀胱颈移动度,并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差得到尿道旋转角;
- [0058] 差值显示模块,用于将所述膀胱颈移动度和所述尿道旋转角显示于所述当前超声盆底图像的界面上。
- [0059] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种超声设备,包括:
- [0060] 用于对盆底进行检查并得到超声盆底图像的超声装置;
- [0061] 与所述超声装置连接的控制器,用于在执行所存储计算机程序时实现上述任一种盆底测量方法的步骤。
- [0062] 本发明提供了一种盆底测量方法,在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线,供医生查看,相比于现有技术中医生人为识别盆底关键部位点并手动标注出测量参考线,简化了测量过程,缩短了测量时间,从而提高了测量效率。而且,本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑,可准确标注出测量参考线,从而提高了测量准确性。
- [0063] 本发明还提供了一种盆底测量系统及超声设备,与上述盆底测量方法具有相同的有益效果。

附图说明

- [0064] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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。
- [0065] 图1为本发明实施例提供的一种盆底测量方法的流程图;
- [0066] 图2(a)为本发明实施例提供的一种边界热力图提取网络在训练集上的损失示意

图；

[0067] 图2 (b) 为本发明实施例提供的一种边界热力图提取网络在验证集上的损失示意图；

[0068] 图3 (a) 为本发明实施例提供的一种关键点热力图回归网络在训练集上的损失示意图；

[0069] 图3 (b) 为本发明实施例提供的一种关键点热力图回归网络在验证集上的损失示意图；

[0070] 图4为本发明实施例提供的一种盆底测量系统的结构示意图；

[0071] 图5为本发明实施例提供的一种超声设备的结构示意图。

具体实施方式

[0072] 本发明的核心是提供一种盆底测量方法、系统及超声设备,在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线,简化了测量过程,缩短了测量时间,从而提高了测量效率;而且,本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑,可准确标注出测量参考线,从而提高了测量准确性。

[0073] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0074] 请参照图1,图1为本发明实施例提供的一种盆底测量方法的流程图。

[0075] 该盆底测量方法包括:

[0076] 步骤S1:预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型。

[0077] 具体地,深度学习模型是一种能够模拟出人脑的神经结构的机器学习模型,其具有复杂的网络结构、强大的图像处理能力、正向传播与反向反馈,使得学习结果最接近于人脑结果,因此在机器学习算法中得到广泛应用。

[0078] 基于此,本申请为了实现超声盆底图像上盆底关键部位点(指的是盆底关键部位的关键点,如耻骨联合上缘点为盆底耻骨联合的关键点)的自动定位,提前建立了用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型,然后对所建立的深度学习模型进行训练,以为后续更准确定位超声盆底图像上的盆底关键部位点打下基础。

[0079] 需要说明的是,本申请所提及的超声盆底图像是利用二维盆底检查技术获取的二维冻结图像。

[0080] 步骤S2:在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将当前超声盆底图像输入至深度学习模型,得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘。

[0081] 具体地,在盆底检查中,首先获取当前超声盆底图像,然后将当前超声盆底图像输入至深度学习模型,由于深度学习模型用于定位超声盆底图像上的盆底关键部位点(即深度学习模型输入的是超声盆底图像,输出的是盆底关键部位点的位置信息),所以可得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息(如盆底关键部位点在当前超声盆底图像上

的位置坐标等位置信息)。

[0082] 由于本申请还想实现测量参考线的自动寻找,所以本申请自动标注的盆底关键部位点应包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘,这是因为测量参考线与耻骨联合后下缘与耻骨联合上缘的连线(耻骨联合中轴线)大致呈现45度夹角(具体是测量参考线从耻骨联合上缘向耻骨联合后下缘的Y轴方向偏移45度夹角),且测量参考线经过耻骨联合后下缘。

[0083] 步骤S3:根据耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘的位置信息确定耻骨联合中轴线,并根据耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线,以进行后续测量操作。

[0084] 具体地,由于耻骨联合后下缘与耻骨联合上缘的连线为耻骨联合中轴线,所以本申请在获取耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘的位置信息后,便可确定出耻骨联合中轴线。然后,本申请便可根据耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系(步骤S2已提及,本申请在此不再赘述),在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线,即在当前超声盆底图像的界面上自动显示出测量参考线,从而便于进行后续测量操作。

[0085] 本发明提供了一种盆底测量方法,在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线,供医生查看,相比于现有技术中医生人为识别盆底关键部位点并手动标注出测量参考线,简化了测量过程,缩短了测量时间,从而提高了测量效率。而且,本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑,可准确标注出测量参考线,从而提高了测量准确性。

[0086] 在上述实施例的基础上:

[0087] 作为一种可选地实施例,预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型的过程,包括:

[0088] 预先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型;

[0089] 获取超声盆底样本图像和超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息;

[0090] 基于标准位置信息,将超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图和标准点热力图;

[0091] 将超声盆底样本图像输入至深度学习模型,以利用深度学习模型的边界热力图提取网络提取超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将学习边界热力图和超声盆底样本图像输入至深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图;

[0092] 求取学习边界热力图和标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整边界热力图提取网络的节点权重;并求取学习点热力图和标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整关键点热力图回归网络的节点权重,而后进行下一轮的样本学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内。

[0093] 具体地,已知不同盆底关键部位的边缘特征有所不同,所以本申请可提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征,从而基于不同盆底关键部位的边缘特征一一确定不同盆底关键部位,并定位出不同盆底关键部位上的关键点。基于此,深度学习模型的建模过程包括:首先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型,然后对深度学习模型进行样本训练。

[0094] 更具体地,深度学习模型的样本训练过程包括:首先获取超声盆底样本图像和超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息。这里的盆底关键部位点的标准位置信息的获取过程为:经验丰富的医生分析超声盆底样本图像并在超声盆底样本图像上标注出耻骨联合中轴线、耻骨联合后下缘弧形轮廓、膀胱后角、膀胱后壁最低点所在的位置;其中,耻骨联合中轴线的两个线端点分别为耻骨联合后下缘点和耻骨联合上缘点,且耻骨联合中轴线和耻骨联合后下缘弧形轮廓的交点为耻骨联合后下缘点,膀胱后角的三个线端点分别是膀胱颈、尿道后端与膀胱后壁最低点;而后根据医生的标注信息可获取到盆底关键部位点的标准位置信息。

[0095] 然后基于标准位置信息,将超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图(表征盆底关键部位点的边缘信息)和标准点热力图(表征盆底关键部位点的位置信息)。可以理解的是,这里的标准边界热力图可作为深度学习模型的边界热力图提取网络在样本训练时的网络标准输出;这里的标准点热力图可作为深度学习模型的关键点热力图回归网络在样本训练时的网络标准输出。

[0096] 基于此,本申请将超声盆底样本图像输入至深度学习模型,从而利用深度学习模型的边界热力图提取网络提取超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将学习边界热力图和超声盆底样本图像输入至深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图。由于深度学习模型的训练目标是对于同一超声盆底样本图像,其对应的学习边界热力图与标准边界热力图保持一致,且学习点热力图与标准点热力图保持一致,所以本申请求取学习边界热力图和标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整边界热力图提取网络的节点权重;并求取学习点热力图和标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整关键点热力图回归网络的节点权重,然后进行下一轮的样本学习,即获取新的超声盆底样本图像继续进行学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内,深度学习模型的样本训练结束。

[0097] 可见,本申请的深度学习模型(由大量神经元节点彼此相连构成)采用有监督的方式进行训练,在前向传播的过程中,通过调节层间与层内节点的链接权重,逐层学习求取误差,再将误差反向进行传播,调节并更新节点的权重,然后进行下一轮的迭代,经过反复的学习与迭代过程,误差逐渐减小,使得深度学习模型具备强大的学习模仿能力,从而实现检测、识别的目的。

[0098] 因此,本申请的深度学习模型在输入超声盆底图像后,首先提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征,生成表征盆底关键部位点的边缘信息(包含耻骨联合中轴线、耻骨联合后下缘弧形轮廓、膀胱后角)的边界热力图,然后利用边界热力图回归到盆底关键部位点(包含耻骨联合上缘点、耻骨联合后下缘点、膀胱颈、膀胱后壁最低点、尿道后端),得到表征盆底关键部位点的位置信息的点热力图,最后根据点热力图定位到盆底关键部位点的坐标。

[0099] 随着深度学习模型训练的进行,其边界热力图提取网络和关键点热力图回归网络的损失逐渐减少,直至收敛,如图2(a)、图2(b)、图3(a)及图3(b)所示,其中,图2(a)表示边界热力图提取网络在训练集上的损失;图2(b)表示边界热力图提取网络在验证集上的损失;图3(a)表示关键点热力图回归网络在训练集上的损失;图3(b)表示关键点热力图回归

网络在验证集上的损失,则深度学习模型训练结束。

[0100] 作为一种可选地实施例,在将超声盆底样本图像输入至深度学习模型之前,盆底测量方法还包括:

[0101] 将超声盆底样本图像缩放至预设图像规格,并对超声盆底样本图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的超声盆底样本图像;

[0102] 相应的,在将当前超声盆底图像输入至深度学习模型之前,盆底测量方法还包括:

[0103] 将当前超声盆底图像缩放至预设图像规格,并对当前超声盆底图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的当前超声盆底图像。

[0104] 进一步地,在将超声盆底图像(如超声盆底样本图像、当前超声盆底图像)输入至深度学习模型之前,本申请对超声盆底图像进行一定的预处理,以规范超声盆底图像的大小,去除其不必要的干扰信息,同时拉大不同超声盆底图像之间的差异,提高模型的精度。

[0105] 具体地,本申请对超声盆底图像的预处理方式为:将超声盆底图像缩放至预设图像规格,并对超声盆底图像进行中心化和标准化处理,从而得到标准正态分布的超声盆底样本图像。

[0106] 需要说明的是,超声盆底图像在控制器内部处理时是对原图像进行复制,然后对复制图像进行处理,而在界面上显示的超声盆底图像是原图像,不会发生变化。

[0107] 作为一种可选地实施例,获取超声盆底样本图像的过程,包括:

[0108] 收集超声盆底样本图像,并利用动态数据增广方法对超声盆底样本图像的数量进行扩增,得到扩增后的超声盆底样本图像。

[0109] 具体地,考虑到超声盆底样本图像的数量较少的话会带来拟合问题和图像风格差异问题,所以本申请利用动态数据增广方法获取更多数量的超声盆底样本图像,如同一超声盆底样本图像经旋转后可得到第一超声盆底样本图像、经亮度调整后可得到第二超声盆底样本图像、经分辨率调整后可得到第三超声盆底样本图像,第一超声盆底样本图像、第二超声盆底样本图像、第三超声盆底样本图像及其对应的原超声盆底样本图像均作为超声盆底样本图像,从而可增加超声盆底样本图像的数量。

[0110] 作为一种可选地实施例,在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线之后,盆底测量方法还包括:

[0111] 根据预设点到直线距离关系式自动计算盆底关键部位点到测量参考线的垂直距离,并将垂直距离显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0112] 进一步地,考虑到现有技术中医生利用直线测量工具手动测量盆底关键部位点到测量参考线的垂直距离,如膀胱颈至测量参考线的距离、膀胱后壁最低点至测量参考线的距离,从而导致距离测量过程繁琐耗时、效率低,所以本申请在得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息,且在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线之后,根据预设点到直线距离关系式自动计算出盆底关键部位点到测量参考线的垂直距离(如膀胱颈距离、膀胱后壁最低点距离),然后将垂直距离显示于当前超声盆底图像的界面上,供医生查看,从而简化了距离测量过程,提高了距离测量效率。

[0113] 作为一种可选地实施例,盆底关键部位点还包括膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端;

[0114] 相应的,在得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,盆底测量方法还包括:

[0115] 根据膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据尿道后端、人体纵轴线及膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角;

[0116] 将膀胱后角和尿道倾斜角显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0117] 进一步地,考虑到现有技术中医生利用角度测量工具手动测量膀胱后角(膀胱颈、尿道后端与膀胱后壁形成的夹角)、尿道倾斜角(人体纵轴线(也称人体中轴线)、膀胱颈与尿道后端形成的夹角),从而导致角度测量过程繁琐耗时、效率低,所以本申请在得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,根据膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据尿道后端、人体纵轴线及膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角,然后将膀胱后角和尿道倾斜角显示于当前超声盆底图像的界面上,供医生查看,从而简化了角度测量过程,提高了角度测量效率。

[0118] 作为一种可选地实施例,获取当前超声盆底图像的过程,包括:

[0119] 分别获取盆底在静息状态和Valsalva状态下的当前超声盆底图像;

[0120] 相应的,盆底测量方法还包括:

[0121] 自动求取在静息状态和Valsalva状态下膀胱颈到测量参考线的垂直距离之差得到膀胱颈移动度,并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差得到尿道旋转角;

[0122] 将膀胱颈移动度和尿道旋转角显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0123] 进一步地,已知在盆底检查时,通常分别在静息状态和Valsalva状态下获取超声盆底图像,然后分别基于在静息状态和Valsalva状态下的超声盆底图像测量上述垂直距离和角度,然后由医生人工计算膀胱颈移动度(在静息状态下膀胱颈到测量参考线的垂直距离,与在Valsalva状态下膀胱颈到测量参考线的垂直距离之差)和尿道旋转角(在静息状态下的尿道倾斜角,与在Valsalva状态下的尿道倾斜角之差)以供参考,但人工计算较为耗时。

[0124] 基于此,本申请可根据差值求取关系式自动求取在静息状态和Valsalva状态下膀胱颈到测量参考线的垂直距离之差,得到膀胱颈移动度;并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差,得到尿道旋转角;然后将膀胱颈移动度和尿道旋转角显示于当前超声盆底图像的界面上,供医生参考,从而节约了计算时间。

[0125] 此外,本申请的测量参考线可设置为医生可手动拖动的测量参考线,目的是在当前超声盆底图像上自动标注出的测量参考线不准确性时,医生可根据自身丰富的经验手动调整测量参考线的位置,相应的测量结果也会自动重新计算并更新。

[0126] 当然,本申请不局限于测量这几个测量项,本申请在此不做特别的限定。

[0127] 请参照图4,图4为本发明实施例提供的一种盆底测量系统的结构示意图。

[0128] 该盆底测量系统包括:

[0129] 建模模块1,用于预先建立并训练好用于定位超声盆底图像上盆底关键部位点的深度学习模型;

[0130] 部位标注模块2,用于在盆底检查中,获取当前超声盆底图像,并将当前超声盆底图像输入至深度学习模型,得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息;其中,盆底关键部位点包括耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘;

[0131] 参考线标注模块3,用于根据耻骨联合后下缘和耻骨联合上缘的位置信息确定耻

骨联合中轴线,并根据耻骨联合中轴线和测量参考线的位置关系,在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线,以进行后续测量操作。

[0132] 作为一种可选地实施例,建模模块1包括:

[0133] 模型建立子模块,用于预先建立用于提取超声盆底图像上盆底关键部位的边缘特征以定位盆底关键部位点的深度学习模型;

[0134] 样本获取子模块,用于获取超声盆底样本图像和超声盆底样本图像上盆底关键部位点的标准位置信息;基于标准位置信息,将超声盆底样本图像经高斯函数计算得到标准边界热力图和标准点热力图;

[0135] 模型训练子模块,用于将超声盆底样本图像输入至深度学习模型,以利用深度学习模型的边界热力图提取网络提取超声盆底样本图像上盆底关键部位的边缘特征,得到学习边界热力图,并将学习边界热力图和超声盆底样本图像输入至深度学习模型的关键点热力图回归网络,得到表征盆底关键部位点的位置信息的学习点热力图;

[0136] 模型调整子模块,用于求取学习边界热力图和标准边界热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整边界热力图提取网络的节点权重;并求取学习点热力图和标准点热力图之间的误差,并在降低此误差的目标条件下调整关键点热力图回归网络的节点权重,而后进行下一轮的样本学习,直至两网络的误差降低至预设误差范围内。

[0137] 作为一种可选地实施例,盆底测量系统还包括:

[0138] 样本图像处理模块,用于在将超声盆底样本图像输入至深度学习模型之前,将超声盆底样本图像缩放至预设图像规格,并对超声盆底样本图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的超声盆底样本图像;

[0139] 相应的,盆底测量系统还包括:

[0140] 盆底图像处理模块,用于在将当前超声盆底图像输入至深度学习模型之前,将当前超声盆底图像缩放至预设图像规格,并对当前超声盆底图像进行中心化和标准化处理,得到标准正态分布的当前超声盆底图像。

[0141] 作为一种可选地实施例,样本获取单元具体用于收集超声盆底样本图像,并利用动态数据增广方法对超声盆底样本图像的数量进行扩增,以得到扩增后的超声盆底样本图像。

[0142] 作为一种可选地实施例,盆底测量系统还包括:

[0143] 距离求取模块,用于在当前超声盆底图像上自动标注出测量参考线之后,根据预设点到直线距离关系式自动计算盆底关键部位点到测量参考线的垂直距离;

[0144] 距离显示模块,用于将垂直距离显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0145] 作为一种可选地实施例,盆底关键部位点还包括膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端;

[0146] 相应的,盆底测量系统还包括:

[0147] 角度求取模块,用于在得到当前超声盆底图像上盆底关键部位点的位置信息之后,根据膀胱颈、膀胱后壁及尿道后端的位置信息自动计算膀胱后角,并根据尿道后端、人体纵轴线及膀胱颈的位置信息自动计算尿道倾斜角;

[0148] 角度显示模块,用于将膀胱后角和尿道倾斜角显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0149] 作为一种可选地实施例,获取当前超声盆底图像的过程,包括:

[0150] 分别获取盆底在静息状态和Valsalva状态下的当前超声盆底图像；

[0151] 相应的，盆底测量系统还包括：

[0152] 差值求取模块，用于自动求取在静息状态和Valsalva状态下膀胱颈到测量参考线的垂直距离之差得到膀胱颈移动度，并自动求取在静息状态和Valsalva状态下的尿道倾斜角之差得到尿道旋转角；

[0153] 差值显示模块，用于将膀胱颈移动度和尿道旋转角显示于当前超声盆底图像的界面上。

[0154] 本申请提供的盆底测量系统的介绍请参考上述盆底测量方法的实施例，本申请在此不再赘述。

[0155] 请参照图5，图5为本发明实施例提供的一种超声设备的结构示意图。

[0156] 该超声设备包括：

[0157] 用于对盆底进行检查并得到超声盆底图像的超声装置4；

[0158] 与超声装置连接的控制器5，用于在执行所存储计算机程序时实现上述任一种盆底测量方法的步骤。

[0159] 本申请提供的超声设备的介绍请参考上述盆底测量方法的实施例，本申请在此不再赘述。

[0160] 还需要说明的是，在本说明书中，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、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，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、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0161] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其他实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

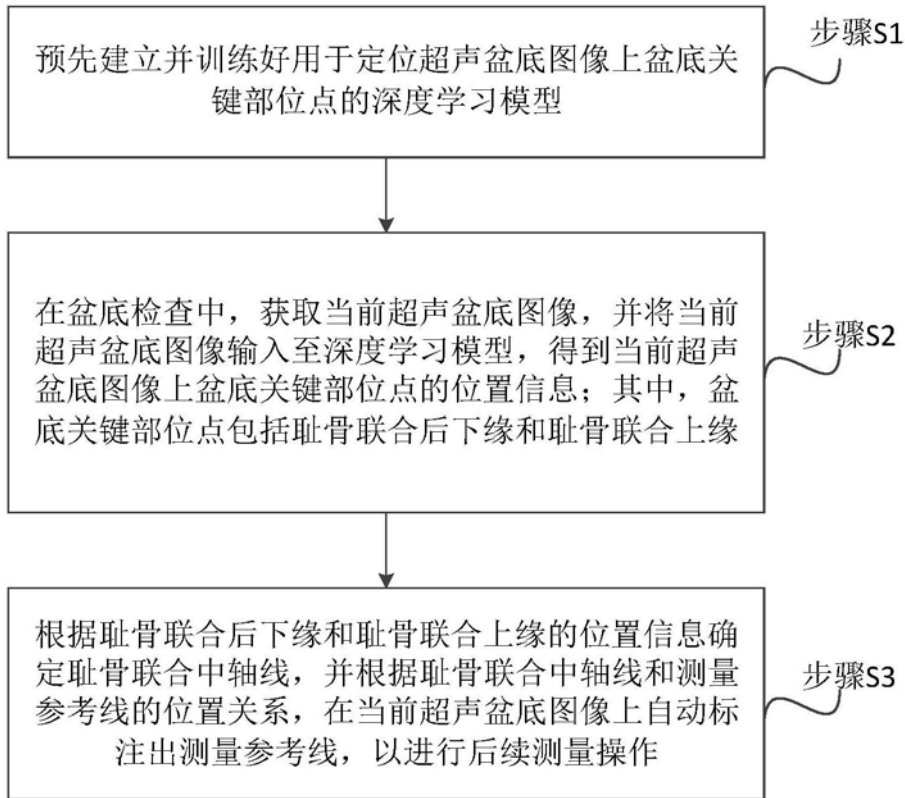


图1

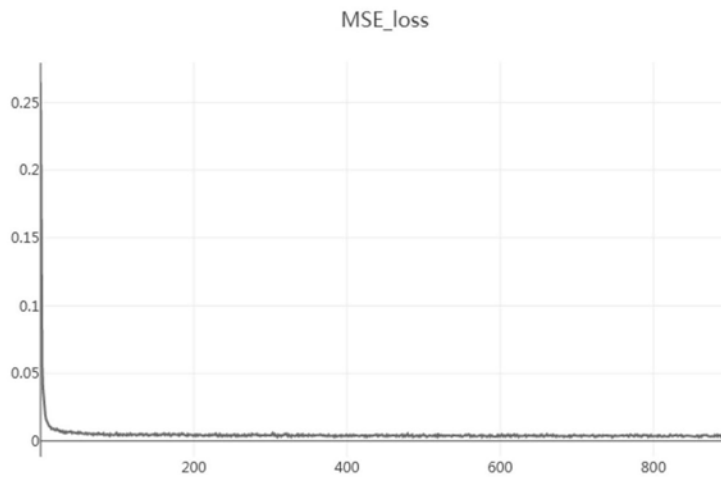


图2 (a)



图2 (b)

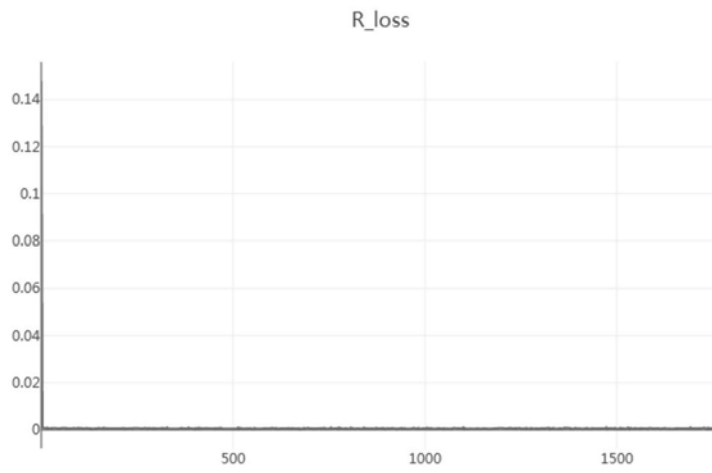


图3 (a)

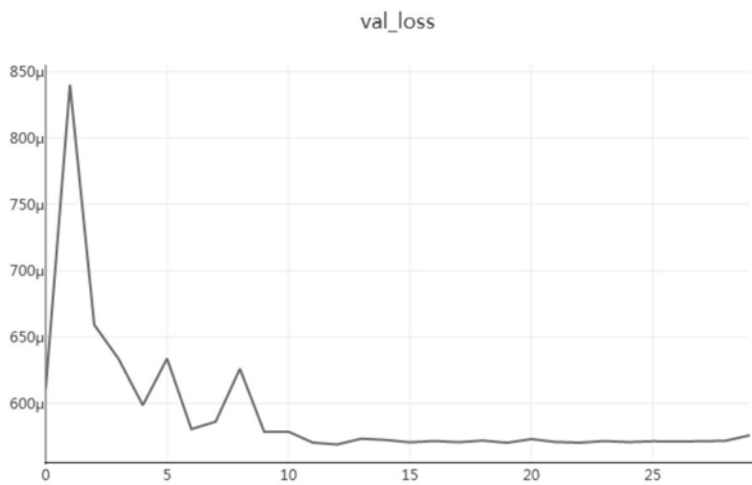


图3 (b)

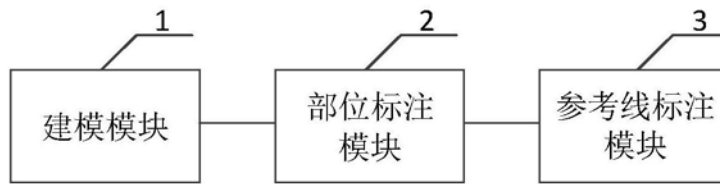


图4

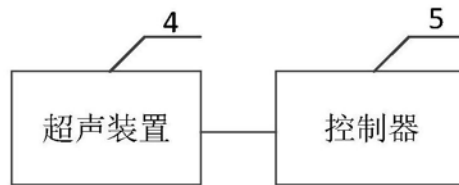


图5

专利名称(译)	一种盆底测量方法、系统及超声设备		
公开(公告)号	CN110570423A	公开(公告)日	2019-12-13
申请号	CN201910894883.8	申请日	2019-09-20
[标]申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳开立生物医疗科技股份有限公司		
[标]发明人	李萍 周国义		
发明人	闭世兰 李萍 周国义		
IPC分类号	G06T7/00 A61B8/08 G06T7/70		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/5223 G06T7/0012 G06T7/70 G06T2207/10132 G06T2207/30004		
代理人(译)	王兆林		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种盆底测量方法，在获取到当前超声盆底图像后可在当前超声盆底图像上自动识别盆底关键部位点并自动标注出测量参考线，供医生查看，相比于现有技术中医生人为识别盆底关键部位点并手动标注出测量参考线，简化了测量过程，缩短了测量时间，从而提高了测量效率。而且，本申请的盆底测量方法采用成熟的深度学习智能算法作为支撑，可准确标注出测量参考线，从而提高了测量准确性。本发明还公开了一种盆底测量系统及超声设备，与上述盆底测量方法具有相同的有益效果。

