



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104546000 B

(45)授权公告日 2017.01.25

(21)申请号 201510004037.6

(22)申请日 2015.01.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104546000 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 深圳市大深生物医学工程转化研究院

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号5楼506

(72)发明人 王双卫 卢英霞 冯耿超 倪东

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 邓猛烈 潘登

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1906634 A, 2007.01.31, 说明书第4页第1-2段, 第12-13页.

(54)发明名称

一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置,该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法包括:获取二维膀胱超声图像;根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状;根据膀胱的形状测量膀胱的容积。该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置包括:二维膀胱超声图像获取单元:用于获取二维膀胱超声图像;膀胱形状识别单元:用于根据二维膀胱超声图像识别膀胱的形状;膀胱容积测量单元:用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积。本发明提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置,结合膀胱在临床中不同状态下表现出的形态差异,将膀胱的形状作为先验知识,自动根据膀胱当前的形状计算其容积,提高了膀胱容积测量的准确性。

CN 101785674 A, 2010.07.28, 全文.

CN 101355905 A, 2009.01.28, 全文.

CN 102274051 A, 2011.12.14, 全文.

CN 102727184 A, 2012.10.17, 全文.

JP 2003190168 A, 2003.07.08, 全文.

EP 2186483 A1, 2010.05.19, 全文.

JP 2011183142 A, 2011.09.22, 全文.

US 2003229281 A1, 2003.12.11, 全文.

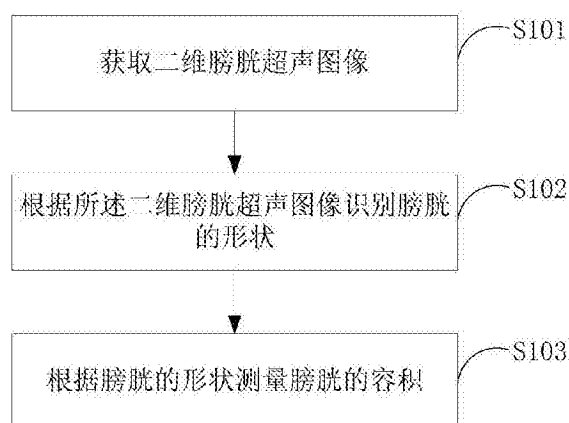
Jae Youn Hwang, et.al. Novel algorithm for improving accuracy of ultrasound measurement of residual urine volume according to bladder shape.《Urology》.2004,(第64期),887-891.

Jae Youn Hwang, et.al. Novel algorithm for improving accuracy of ultrasound measurement of residual urine volume according to bladder shape.《Urology》.2004,(第64期),887-891.

审查员 王婷婷

权利要求书2页 说明书9页 附图3页

膀胱容积测量的准确性。



1. 一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法,其特征在于,包括:
 获取二维膀胱超声图像;
 根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状;
 根据膀胱的形状测量膀胱的容积;
 所述根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状,包括:
 分割所述二维膀胱超声图像,获取膀胱区域及所述膀胱区域的边界;
 分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界,提取所述二维膀胱超声图像的图像特征,
 建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵;
 将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状;
 所述图像特征矩阵包括所述超声图像膀胱区域的面积S、所述膀胱区域边界的周长L和
 圆形度C,其中, $C = \frac{L^2}{4\pi S}$; 所述面积S为膀胱区域所含像素的个数;所述周长L为依次累加所
 述膀胱区域边界两两相邻像素的距离得到的长度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状之前,还包括:

提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵进行训练,得到基于形状特征的形状分类器。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵进行训练,得到基于形状特征的形状分类器,具体为,使用k-means算法对图像特征矩阵训练,得到基于形状特征的形状分类器。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述二维膀胱超声图像包括第一超声图像与第二超声图像,所述第一超声图像为穿过膀胱中心的最大纵切面,所述第二超声图像为平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面;

所述根据膀胱的形状测量膀胱的容积,具体为:

当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为三棱锥形时,膀胱容积的计算公式为:

$$V(ml) = \frac{2}{3} * S_1(cm^2) * \frac{d(cm)}{1 - \sqrt{S_1(cm^2)/S_2(cm^2)}};$$

当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为椭球形时,膀胱容积的计算公式为:

$$V(ml) = \pi * a(cm) * b(cm) * \left(\frac{d^2(cm)}{1 - S_1(cm^2)/S_2(cm^2)} \right);$$

其中,S₁为所述第一超声图像对应的膀胱区域的面积;S₂为所述第二超声图像对应的膀胱区域的面积;d为所述第一超声图像与所述第二超声图像之间的距离;a为所述第一超声图像对应膀胱区域的长半轴的长度;b为所述第一超声图像对应膀胱区域与a垂直的短半轴的长度。

5. 一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置,其特征在于,包括:

二维膀胱超声图像获取单元:用于获取二维膀胱超声图像;

膀胱形状识别单元：用于根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状；

膀胱容积测量单元：用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积；

所述二维膀胱超声图像获取单元包括第一二维膀胱超声图像获取单元及第二二维膀胱超声图像获取单元；

所述第一二维膀胱超声图像获取单元用于获取穿过膀胱中心的最大纵切面的第一超声图像；

所述第二二维膀胱超声图像获取单元用于获取平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面的超声图像；

所述膀胱形状识别单元包括二维膀胱超声图像分割单元、图像特征矩阵建立单元、形状分类器单元及膀胱形状获得单元；

所述二维膀胱超声图像分割单元用于分割所述二维膀胱超声图像，获取膀胱区域及所述膀胱区域的边界；

所述图像特征矩阵建立单元用于分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界，提取所述二维膀胱超声图像的图像特征，建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵；

所述图像特征矩阵包括所述超声图像膀胱区域的面积S、所述膀胱区域边界的周长L和圆形度C，其中， $C = \frac{L^2}{4\pi S}$ ；所述面积S为膀胱区域所含像素的个数；所述周长L为依次累加所述膀胱区域边界两两相邻像素的距离得到的长度；

所述形状分类器单元是提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵使用k-means算法进行训练，得到基于形状特征的形状分类器；

所述膀胱形状获得单元用于将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器，获得膀胱的形状。

6. 根据权利要求5所述的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置，其特征在于，所述二维膀胱超声图像包括第一超声图像与第二超声图像，所述第一超声图像为穿过膀胱中心的最大纵切面，所述第二超声图像为平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面；

当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器，获得膀胱的形状为三棱锥形时，膀胱容积的计算公式为：

$$V(ml) = \frac{2}{3} * S_1(cm^2) * \frac{d(cm)}{1 - \sqrt{S_1(cm^2)/S_2(cm^2)}} ;$$

当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器，获得膀胱的形状为椭球形时，膀胱容积的计算公式为：

$$V(ml) = \pi * a(cm) * b(cm) * \left(\frac{d^2(cm)}{1 - S_1(cm^2)/S_2(cm^2)} \right) ;$$

其中， S_1 为所述第一超声图像对应的膀胱区域的面积； S_2 为所述第二超声图像对应的膀胱区域的面积；d为所述第一超声图像与所述第二超声图像之间的距离；a为所述第一超声图像对应膀胱区域的长半轴的长度；b为所述第一超声图像对应膀胱区域与a垂直的短半轴的长度。

一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种膀胱容积测试方法及装置,尤其涉及一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置。

背景技术

[0002] 膀胱体积是急诊科,麻醉科,泌尿科,ICU等科室临床应用的重要参数,反映的是膀胱内的尿量。对于泌尿系统来说,膀胱残余尿液容积和充盈尿液容积的测量结果,常作为诊断病例的重要依据。膀胱是人体一个非常重要的器官,它具有以下几个临床表现:1)关于形状:空虚状态下呈倒置的“三棱锥”形状,充盈状态下呈“椭球”状;2)膀胱可近似看成左右对称;3)膀胱内除了尿液之外没有其他物质,所以膀胱容积即为膀胱内尿液量;如膀胱内无尿液,则膀胱壁为黏连状态。

[0003] 目前,临床上测量膀胱容积的方法主要是X光造影,其测量方法首先是静脉注射造影剂,利用造影剂与周围组织的密度差别产生对比,通过X光成像观察其在膀胱内的聚集,从而估计膀胱内的尿液量。但是这是一种对人体产生创伤的方法,不仅X线照射对人体有一定程度的伤害,而且造影剂使得使用者面临过敏不适的风险。

[0004] 随着技术的不断进步,超声无创检测在临床应用中得到发展,采用超声无创的方式可准确监测和测量膀胱的体积,目前,这种方法需要手动采集多方向膀胱B超图像,用户的操作手法和熟悉程度影响了图像质量,从而导致测量误差;其次,测量各个方向的膀胱B超图像中的膀胱径,不可避免地增加了用户的工作量,测量耗时长。这种膀胱测量方法未结合临床的实际情况,忽略了膀胱在不同状态下表现的形状差异,导致测量结果不精确。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置,其结合膀胱在临床中不同状态下表现出的形态差异,将膀胱的形状作为先验知识,自动根据膀胱当前的形状计算其容积,提高了膀胱容积测量的准确性。

[0006] 本发明实施例采用以下技术方案:

[0007] 第一方面,本技术方案提供一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法,包括:获取二维膀胱超声图像;根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状;根据膀胱的形状测量膀胱的容积。

[0008] 其进一步技术方案为,所述根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状,包括:分割所述二维膀胱超声图像,获取膀胱区域及所述膀胱区域的边界;分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界,提取所述二维膀胱超声图像的图像特征,建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵;将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状。

[0009] 其进一步技术方案为,所述将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状之前,还包括:提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵进行训练,得到基于形状特征的形状分类器。

[0010] 其进一步技术方案为,所述提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵进行训练,得到基于形状特征的形状分类器,具体为,使用k-means算法对图像特征矩阵训练,得到基于形状特征的形状分类器。

[0011] 其进一步技术方案为,所述图像特征矩阵包括所述超声图像膀胱区域的面积S、所述膀胱区域边界的周长L和圆形度C,其中, $C = \frac{L^2}{4\pi S}$; 所述面积S为膀胱区域所含像素的个

数;所述周长L为依次累加所述膀胱区域边界两两相邻像素的距离得到的长度。

[0012] 其进一步技术方案为,所述二维膀胱超声图像包括第一超声图像与第二超声图像,所述第一超声图像为穿过膀胱中心的最大纵切面,所述第二超声图像为平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面;

[0013] 所述根据膀胱的形状测量膀胱的容积,具体为:

[0014] 当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为三棱锥形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0015] \quad V(ml) = \frac{2}{3} * S_1(cm^2) * \frac{d(cm)}{1 - \sqrt{S_1(cm^2)/S_2(cm^2)}};$$

[0016] 当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为椭球形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0017] \quad V(ml) = \pi * a(cm) * b(cm) * \left(\frac{d^2(cm)}{1 - S_1(cm^2)/S_2(cm^2)} \right);$$

[0018] 其中, S_1 为所述第一超声图像对应的膀胱区域的面积; S_2 为所述第二超声图像对应的膀胱区域的面积; d 为所述第一超声图像与所述第二超声图像之间的距离; a 为所述第一超声图像对应膀胱区域的长半轴的长度; b 为所述第一超声图像对应膀胱区域与 a 垂直的短半轴的长度。

[0019] 第二方面,本技术方案提供一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置,包括:二维膀胱超声图像获取单元:用于获取二维膀胱超声图像;膀胱形状识别单元:用于根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状;膀胱容积测量单元:用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积。

[0020] 其进一步技术方案为,所述二维膀胱超声图像获取单元包括第一二维膀胱超声图像获取单元及第二二维膀胱超声图像获取单元;所述第一二维膀胱超声图像获取单元用于获取穿过膀胱中心的最大纵切面的第一超声图像;所述第二二维膀胱超声图像获取单元用于获取平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面的超声图像。

[0021] 其进一步技术方案为,所述膀胱形状识别单元包括二维膀胱超声图像分割单元、图像特征矩阵建立单元、形状分类器单元及膀胱形状获得单元;所述二维膀胱超声图像分割单元用于分割所述二维膀胱超声图像,获取膀胱区域及所述膀胱区域的边界;所述图像特征矩阵建立单元用于分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界,提取所述二维膀胱超声图像的图像特征,建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵;所述图像特征矩阵包括所

述超声图像膀胱区域的面积S、所述膀胱区域边界的周长L和圆形度C,其中, $C = \frac{L^2}{4\pi S}$; 所述

面积S为膀胱区域所含像素的个数;所述周长L为依次累加所述膀胱区域边界两两相邻像素的距离得到的长度;所述形状分类器单元是提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵使用k-means算法进行训练,得到基于形状特征的形状分类器;所述膀胱形状获得单元用于将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状。

[0022] 其进一步技术方案为,所述二维膀胱超声图像包括第一超声图像与第二超声图像,所述第一超声图像为穿过膀胱中心的最大纵切面,所述第二超声图像为平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面;

[0023] 当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为三棱锥形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0024] \quad V(ml) = \frac{2}{3} * S_1(cm^2) * \frac{d(cm)}{1 - \sqrt{S_1(cm^2)/S_2(cm^2)}};$$

[0025] 当将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状为椭球形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0026] \quad V(ml) = \pi * a(cm) * b(cm) * \left(\frac{d^2(cm)}{1 - S_1(cm^2)/S_2(cm^2)} \right);$$

[0027] 其中, S_1 为所述第一超声图像对应的膀胱区域的面积; S_2 为所述第二超声图像对应的膀胱区域的面积; d 为所述第一超声图像与所述第二超声图像之间的距离; a 为所述第一超声图像对应膀胱区域的长半轴的长度; b 为所述第一超声图像对应膀胱区域与 a 垂直的短半轴的长度。

[0028] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果:

[0029] 本技术方案中,探头获取二维膀胱超声图像后,根据二维膀胱超声图像识别膀胱的形状,然后,根据膀胱当前的形状,采用其对应的计算公式计算膀胱的容积,充分考虑到膀胱在不同状态下表现的形状差异,使得膀胱容积测量结果更加贴近膀胱的临床表现,提高了膀胱容积测量的精确性,为膀胱疾病的诊断治疗提供更加准确参考数据。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对本发明实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍,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,还可以根据本发明实施例的内容和这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第一个实施例的方法流程图。

[0032] 图2是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第二个实施例的方法流程图。

[0033] 图3是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置第一个实

施例的结构方框图。

[0034] 图4是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置第二个实施例的结构方框图。

具体实施方式

[0035] 为使本发明解决的技术问题、采用的技术方案和达到的技术效果更加清楚,下面将结合附图对本发明实施例的技术方案作进一步的详细描述,显然,所描述的实施例仅仅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。

[0036] 请参考图1,其是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第一个实施例的方法流程图。

[0037] 该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法,包括如下步骤:

[0038] S101、获取二维膀胱超声图像。

[0039] 该二维超声图像使用二维超声探头获取。启动膀胱超声测试容积系统,通过超声探头采集膀胱超声图像,并在个人电脑上显示待测膀胱的超声图像。

[0040] S102、根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状。

[0041] 所述二维膀胱超声图像包括膀胱区域和非膀胱区域,其中,膀胱区域为液性暗区,非膀胱区域的灰度高于膀胱区域的灰度。利用超声图像分割算法,将超声图像的膀胱区域和非膀胱区域进行分割,常用的图像分割方法有基于阈值的分割方法、基于边缘的分割方法、基于区域的分割方法和基于图论的分割方法,此处不再赘述。

[0042] 提取分割后二维膀胱超声图像的图像特征,基于形状特征的形状分类器根据输入的图像特征自动识别膀胱当前状态下的形状。

[0043] S103、根据膀胱的形状测量膀胱的容积。

[0044] 根据膀胱临床表现,膀胱可近似看成左右对称,空虚状态下是呈倒置的三棱锥形状,充盈状态下是呈椭球状。根据步骤S102中识别出的膀胱的形状,使用当前膀胱形状下对应的计算公式计算膀胱的容积。

[0045] 本技术方案可以对获取的超声图像进行去除噪声处理,以增强膀胱区域与非膀胱区域的灰度差异,使得膀胱超声图像的分割更加精确。

[0046] 综上,探头获取二维超声图像后,根据二维膀胱超声图像识别膀胱的形状,然后,根据膀胱当前的形状,采用其对应的计算公式计算膀胱的容积,充分考虑到膀胱在不同状态下表现的形状差异,使得膀胱容积测量结果更加贴近膀胱的临床表现,提高了膀胱容积测量的精确性,为膀胱疾病的诊断治疗提供更加准确参考数据。

[0047] 请参考图2,其是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第二个实施例的方法流程图。

[0048] 该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法,包括如下步骤:

[0049] S201、获取二维膀胱超声图像。

[0050] 二维膀胱超声图像获取方法为:启动膀胱超声测试容积系统,将二维超声探头纵向对准人体下腹部中心线,耻骨联合上方2~4cm往尾椎骨方向获取穿过膀胱中心的膀胱最大纵切面,该膀胱最大纵切面为第一超声图像;在获取第一超声图像后,将二维超声探头平

行向左或向右移动预定距离获取平行于第一超声图像的膀胱纵切面,该膀胱纵切面为第二超声图像。

[0051] 或者,先扫描一个膀胱横切面,找到该膀胱横切面中膀胱区域的纵向中心线,此时,将探头旋转90°扫描穿过膀胱中心的膀胱最大纵切面,获取第一超声图像;然后,将探头平行向左或向右移动预定距离获取膀胱纵切面,即第二超声图像。

[0052] S202、分割所述二维膀胱超声图像,获取膀胱区域及所述膀胱区域的边界。

[0053] 由于Snake模型具有良好的提取和跟踪特定区域内目标轮廓的能力,因此非常适合于医学图像如CT和MR图像的处理,以获得特定器官及组织的轮廓。本实施例中,根据膀胱超声液暗性质,采用Snake模型对第一超声图像和第二超声图像的膀胱区域进行分割,从而获取膀胱区域及该膀胱区域对应的边界。当然,图像分割算法有很多,也可以采用其他分割算法对第一超声图像和第二超声图像的膀胱区域进行分割。

[0054] Snake模型就是一条可变形的参数曲线及相应的能量函数,以最小化能量目标函数为目标,控制参数曲线变形,具有最小能量的闭合曲线就是目标轮廓。

[0055] Snake模型的基本思想是:以构成一定形状的一些控制点为初始模型,通过初始模型自身的弹性形变,与图像局部特征相匹配达到调和,即某种能量函数极小化,完成对图像的分割。

[0056] 基于Snake模型的膀胱区域分割算法包括以下步骤:

[0057] S2021、设计初始模型:设计一个能够包含膀胱区域的椭圆,该椭圆优选为是目标区域外界矩形的最小外接椭圆,然后,在椭圆轮廓上均匀地有序地选取k个点作为控制点构成初始模型。控制点表示为:

$$[0058] \quad v(s)=[x(s),y(s)],s\in[0,1] \quad (1)$$

[0059] 其中 $x(s)$ 和 $y(s)$ 分别表示每个控制点在超声图像中的坐标位置。 s 是以傅立叶变换形式描述边界的自变量。

[0060] S2022、定义能量函数:在Snake模型的控制点上定义能量函数,反映能量与轮廓之间的关系。

$$[0061] \quad E_{total}(v)=\int_s\left(\alpha\left|\frac{\partial}{\partial s}v\right|^2+\beta\left|\frac{\partial^2}{\partial s^2}v\right|^2+E_{ext}(\bar{v}(s))\right)ds \quad (2)$$

[0062] 其中,第1项称为弹性能量,是 v 的一阶导数的模,第2项称为弯曲能量,是 v 的二阶导数的模,弹性能量和弯曲能量合称内部能量,用于控制轮廓线的弹性形变;第3项是外部能量。由于膀胱超声图像的液暗性,膀胱轮廓比较明显,所以在Snake模型中外部能量取控制点或连线所在位置的图像局部特征——梯度:

$$[0063] \quad E_{ext}(\bar{v}(s))=P(\bar{v}(s))=-|\nabla I(v(s))|^2 \quad (3)$$

[0064] 其中, $P(\bar{v}(s))$ 表示定义在图像平面上的标量势能函数, $I(v(s))$ 表示当前超声图像, ∇ 为梯度算子。

[0065] S2023、能量函数 $E_{total}(v)$ 极小化:即最小轮廓的能量值。求解能量函数 $E_{total}(v)$ 极小化是一个典型的变分问题,在离散化条件(数字图像)下,由欧拉方程可知最终问题的答案等价于求解一组差分方程:

$$[0066] \quad -\alpha \bar{v} - (\alpha - \beta) \bar{v} + 2\beta \bar{v} + \beta \bar{v} = -\nabla P(\bar{v}) \quad (4)$$

[0067] 记外部能量 $F = -\nabla P$ 。选取适当的参数 α 和 β 将能量函数 $E_{\text{total}}(v)$ 极小化所对

[0068] 应的 $v(s)$ 就是经过分割得到的膀胱的轮廓。

[0069] 在能量函数极小化过程中,弹性能量迅速把轮廓线压缩成一个光滑的圆,弯曲能量驱使轮廓线成为光滑曲线或直线,而图像力则使轮廓线向图像的高梯度位置靠拢。Snake模型就是在这三个力的联合作用下工作的。本实施例中仅对Snake模型的工作过程做简要介绍,详细的内容请查阅相关资料。

[0070] S203、分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界,提取所述二维膀胱超声图像的图像特征,建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵。

[0071] 提取二维膀胱超声图像膀胱区域边界的周长L、膀胱区域的面积S及圆形度C作为超声图像的图像特征,建立超声图像的图像特征矩阵。

[0072] 在数字图像中,点A(x_a, y_a)与点B(x_b, y_b)之间的距离可表示为: $\text{Dist} = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$,依次累加膀胱区域边界两两相邻像素点的距离即得到膀胱区域边界的周长L,再乘以每个像素的实际物理距离即得到膀胱区域边界的实际物理周长;

[0073] 膀胱区域的面积S可定义为膀胱区域所包含的像素的个数。假设超声扫描深度是 $d_0(\text{mm})$,一条扫描线上的像素个数是n,那么每个像素对应的物理距离为 $d_0/n(\text{mm})$,每个像素对应的物理面积是 $(d_0/n)^2(\text{mm}^2)$ 。膀胱区域所包含的像素的个数统计方法为:首先找到膀胱区域边界的外接矩形,依次判断外接矩形内的每个像素点是否在膀胱区域内,如果是则数量加1,否则不加。

[0074] 圆形度C用来描述膀胱形状的圆形程度,定义为: $C = L^2 / (4\pi S)$,其中,L为膀胱区域边界周长,S为膀胱区域的面积。

[0075] S204、提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵进行训练,得到基于形状特征的形状分类器。

[0076] 结合膀胱在不同状态下呈现的不同形状作为先验知识,利用步骤S202和步骤S203的方法,获取膀胱各种状态下的图像特征矩阵,应用k-means算法对各个图像特征矩阵训练得到基于形状特征的形状分类器。

[0077] 其中,k-means算法为聚类算法中主要算法之一,它是一种基于划分的聚类算法,该算法已经广泛应用于数据挖掘领域,此处不做详述,请查阅k-means算法相关资料。聚类算法有很多,当然,在其他一些实施例中,也可以选用其他现有的聚类算法得到基于形状特征的形状分类器,本实施例采用的算法只是一个具体个例,并不作为对本技术方案的限制。

[0078] S205、将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器,获得膀胱的形状。

[0079] 将根据步骤S203提取的当前二维膀胱超声图像的图像特征输入由步骤S204所述方法训练得到的形状分类器进行分类器的判别,得到当前膀胱的形状。

[0080] S206、根据膀胱的形状测量膀胱的容积。

[0081] 当步骤S205获得的膀胱的形状为三棱锥形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0082] \quad V(\text{ml}) = \frac{2}{3} * S_1(\text{cm}^2) * \frac{d(\text{cm})}{1 - \sqrt{S_1(\text{cm}^2) / S_2(\text{cm}^2)}} ;$$

[0083] 当步骤S205获得的膀胱的形状为椭球形时,膀胱容积的计算公式为:

$$[0084] \quad V(ml) = \pi * a(cm) * b(cm) * \left(\frac{d^2(cm)}{1 - S_1(cm^2) / S_2(cm^2)} \right);$$

[0085] 其中, S_1 为步骤S201获取的第一超声图像对应的膀胱区域的面积; S_2 为步骤S201获取的所述第二超声图像对应的膀胱区域的面积; d 为所述第一超声图像与所述第二超声图像之间的距离; a 为所述第一超声图像对应膀胱区域的长半轴的长度; b 为所述第一超声图像对应膀胱区域与 a 垂直的短半轴的长度。

[0086] 其中,长半轴和短半轴根据步骤S203中膀胱区域边界的周长的方法计算得出。

[0087] 综上,获取二维膀胱超声图像后,将提取的膀胱超声图像的图像特征输入利用基于机器学习建立的基于形状特征的形状分类器,形状分类器根据输入图像特征判别出当前膀胱的形状是三棱锥形还是椭球形,然后,利用对应的公式计算出当前膀胱的容积,避免了用一种方式计算膀胱容积不够精确的问题,提高了膀胱容量测量的精确度;使用形状分类器自动识别当前膀胱的形状,提高了膀胱容积测容系统的智能化,减少了操作者的工作量。

[0088] 请参考图3,其是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置第一个实施例的结构方框图。该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置,包括如下内容:

[0089] 二维膀胱超声图像获取单元310:用于获取二维膀胱超声图像。具体的,二维超声图像使用二维超声探头获取。

[0090] 膀胱形状识别单元320:用于根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状。二维膀胱超声图像包括膀胱区域和非膀胱区域,其中,膀胱区域为液性暗区,非膀胱区域的灰度高于膀胱区域的灰度。利用超声图像分割算法,将二维膀胱超声图像的膀胱区域和非膀胱区域进行分割,自动识别膀胱当前状态下的形状,其中,常用的图像分割方法有基于阈值的分割方法、基于边缘的分割方法、基于区域的分割方法和基于图论的分割方法,此处不再赘述。提取分割后二维膀胱超声图像的图像特征,基于形状特征的形状分类器根据输入的图像特征自动识别膀胱当前状态下的形状。

[0091] 膀胱容积测量单元330:用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积。根据膀胱临床表现,膀胱可近似看成左右对称,空虚状态下是呈倒置的三棱锥形状,充盈状态下是呈椭球状。根据膀胱形状识别单元320识别出的膀胱的形状,使用当前膀胱形状下对应的计算公式计算膀胱的容积。

[0092] 综上,基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置根据获取的二维膀胱超声图像识别膀胱的形状,根据膀胱当前的形状,采用其对应的计算公式计算膀胱的容积,充分考虑到膀胱在不同状态下表现的形状差异,使得膀胱容积测量结果更加贴近膀胱的临床表现,提高了膀胱容积测量的精确性,为膀胱疾病的诊断治疗提供更加准确参考数据。

[0093] 请参考图4,其是本发明实施例提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置第二个实施例的结构方框图。该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置,包括如下内容:

[0094] 二维膀胱超声图像获取单元410:用于获取二维膀胱超声图像,该二维膀胱超声图像获取单元410包括第一二维膀胱超声图像获取单元及第二二维膀胱超声图像获取单元;

第一二维膀胱超声图像获取单元用于获取穿过膀胱中心的最大纵切面的第一超声图像；第二二维膀胱超声图像获取单元用于获取平行于所述第一超声图像且间距为预定距离的膀胱纵切面的超声图像。

[0095] 二维膀胱超声图像分割单元420：用于分割二维膀胱超声图像，获取所述二维膀胱超声图像的膀胱区域及所述膀胱区域的边界。具体采用Snake模型对第一超声图像和第二超声图像的膀胱区域进行分割，从而获取膀胱区域及该膀胱区域对应的边界。基于Snake模型的膀胱区域分割算法详细内容请参考基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第二个实施例中相应的内容。

[0096] 图像特征矩阵建立单元430：用于分析所述膀胱区域及所述膀胱区域的边界，提取所述二维膀胱超声图像的图像特征，建立所述二维膀胱超声图像的图像特征矩阵。

[0097] 图像特征矩阵包括所述二维膀胱超声图像膀胱区域的面积S、所述膀胱区域边界的周长L和圆形度C，其中， $C = \frac{L^2}{4\pi S}$ ；所述面积S为膀胱区域所含像素的个数；所述周长L为

依次累加所述膀胱区域边界两两相邻像素的距离得到的长度；

[0098] 在数字图像中，点A(x_a, y_a)与点B(x_b, y_b)之间的距离可表示为： $\text{Dist} = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$ ，依次累加膀胱区域边界两两相邻像素点的距离即得到膀胱区域边界的周长L，再乘以每个像素的实际物理距离即得到膀胱区域边界的实际物理周长；

[0099] 膀胱区域的面积S可定义为膀胱区域所包含的像素的个数。假设超声扫描深度是d₀(mm)，一条扫描线上的像素个数是n，那么每个像素对应的物理距离为d₀/n(mm)，每个像素对应的物理面积是(d₀/n)²(mm²)。膀胱区域所包含的像素的个数统计方法为：首先找到膀胱区域边界的外接矩形，依次判断外接矩形内的每个像素点是否在膀胱区域内，如果是则数量加1，否则不加。

[0100] 圆形度C用来描述膀胱形状的圆形程度，定义为： $C = L^2 / (4\pi S)$ ，其中，L为膀胱区域边界周长，S为膀胱区域的面积。

[0101] 形状分类器单元440：是提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵使用k-means算法进行训练，得到基于形状特征的形状分类器。形状分类器的详细内容可参考超声图像膀胱容积测量方法第二个实施例中相应的内容。

[0102] 膀胱形状获得单元450：用于将所述图像特征矩阵输入基于形状特征的形状分类器，获得膀胱的形状。

[0103] 膀胱容积测量单元460：用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积，膀胱容积的具体计算方式可参考基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法第二个实施例中相应的内容。

[0104] 综上，基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置获取二维膀胱超声图像后，将提取的膀胱超声图像的图像特征输入利用基于机器学习建立的基于形状特征的形状分类器，形状分类器根据输入图像特征判别出当前膀胱的形状是三棱锥形还是椭球形，然后，利用对应的公式计算出当前膀胱的容积，避免了用一种方式计算膀胱容积不够精确的问题，提高了膀胱容量测量的精确度；使用形状分类器自动识别当前膀胱的形状，提高了膀胱容积测容系统的智能化，减少了操作者的工作量。

[0105] 以上内容仅为本发明的较佳实施例，对于本领域的普通技术人员，依据本发明的

思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

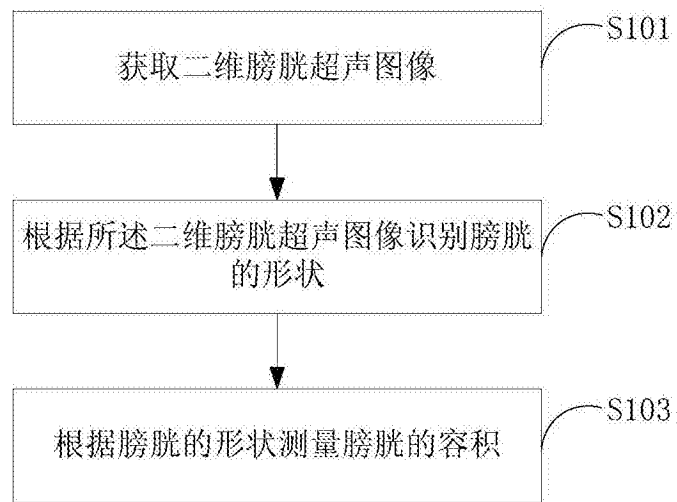


图1

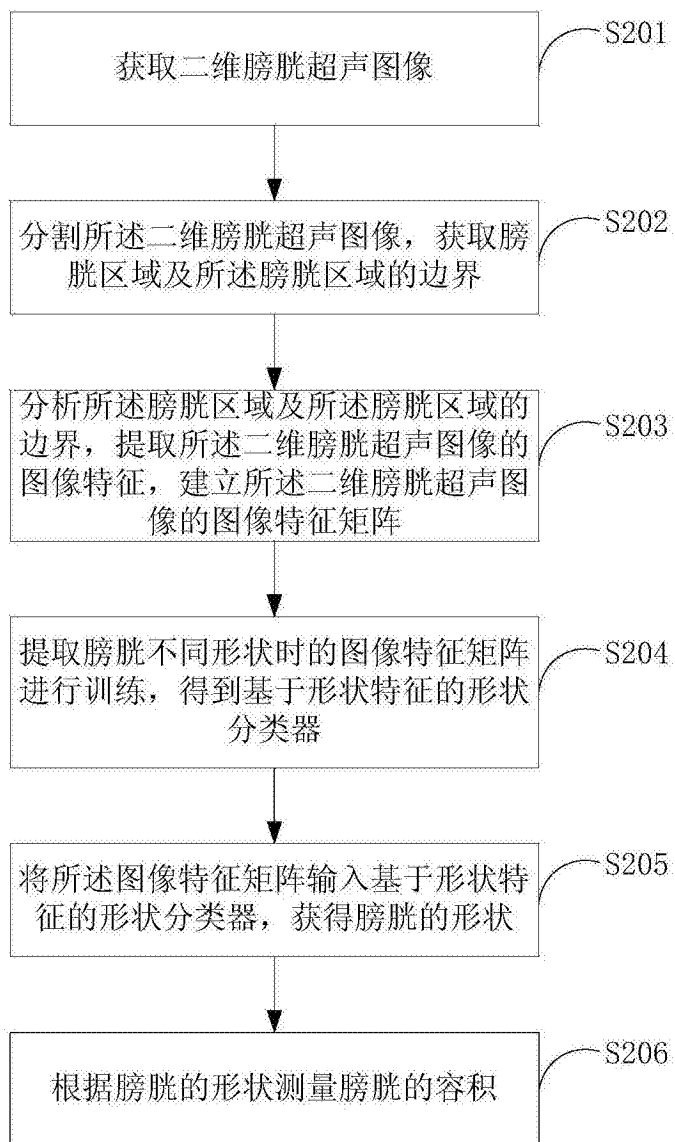


图2

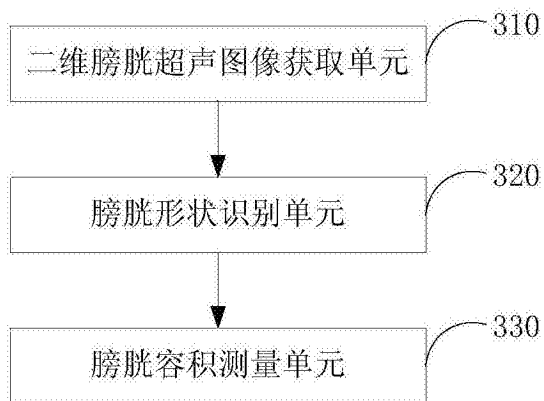


图3

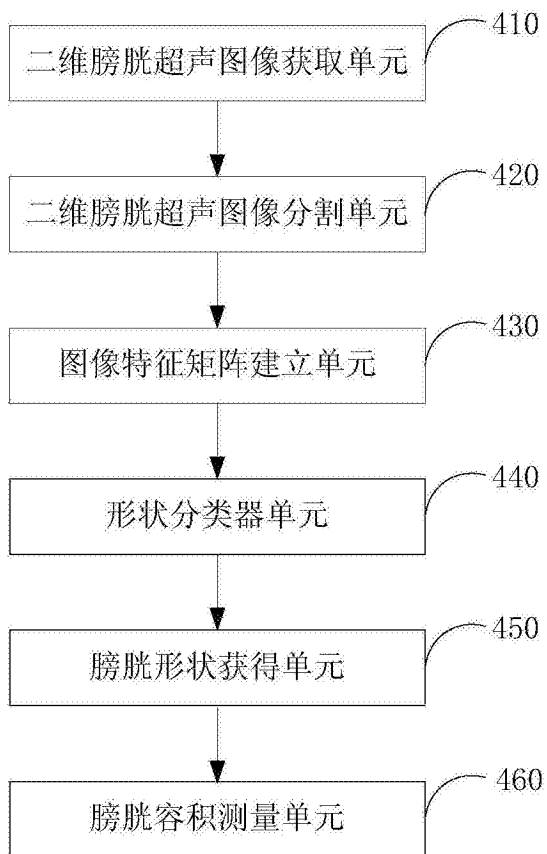


图4

专利名称(译)	一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置		
公开(公告)号	CN104546000B	公开(公告)日	2017-01-25
申请号	CN201510004037.6	申请日	2015-01-05
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物医学工程转化研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物医学工程转化研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物医学工程转化研究院		
[标]发明人	王双卫 卢英霞 冯耿超 倪东		
发明人	王双卫 卢英霞 冯耿超 倪东		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/461 A61B8/469		
代理人(译)	潘登		
审查员(译)	王婷婷		
其他公开文献	CN104546000A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置，该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法包括：获取二维膀胱超声图像；根据所述二维膀胱超声图像识别膀胱的形状；根据膀胱的形状测量膀胱的容积。该基于形状特征的超声图像膀胱容积测量装置包括：二维膀胱超声图像获取单元：用于获取二维膀胱超声图像；膀胱形状识别单元：用于根据二维膀胱超声图像识别膀胱的形状；膀胱容积测量单元：用于根据膀胱的形状测量膀胱的容积。本发明提供的基于形状特征的超声图像膀胱容积测量方法及装置，结合膀胱在临床中不同状态下表现出的形态差异，将膀胱的形状作为先验知识，自动根据膀胱当前的形状计算其容积，提高了膀胱容积测量的准确性。

