



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104545999 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201510003913. 3

(22) 申请日 2015. 01. 05

(71) 申请人 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)

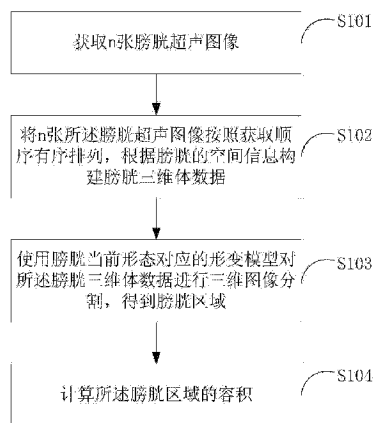
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种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变模型的超声图像膀胱容积测量方法,包括:获取 n 张膀胱超声图像;将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据;使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域;计算所述膀胱区域的容积;本发明进一步提供一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置。本发明提供的基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法及装置,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。



1. 一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法,其特征在于,包括:
 - 获取 n 张膀胱超声图像;
 - 将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据;
 - 使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域;
 - 计算所述膀胱区域的容积。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在所述将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据之后,所述使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域之前,还包括:
 - 提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征矩阵;
 - 将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器,得到膀胱当前形态对应的形变模型。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述图像特征矩阵包括所述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;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。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器,得到膀胱对应的形变模型之前,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变模型分类器。
5. 根据权利要求 4 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变模型分类器,具体为:使用 k-means 算法对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。
6. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法,其特征在于,所述计算所述膀胱区域的容积,具体为:计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数。
7. 一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置,其特征在于,包括:
 - 膀胱超声图像获取单元:用于获取 n 张膀胱超声图像;
 - 膀胱三维体数据构建单元:用于将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据;
 - 膀胱区域获得单元:用于使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域;
 - 膀胱容积计算单元:用于计算所述膀胱区域的容积。
8. 根据权利要求 7 所述的基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置,其特征在于,还包括:
 - 图像特征矩阵建立单元:用于提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征

矩阵；

膀胱形变模型获得单元：用于将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器，得到膀胱当前形态对应的形变模型。

9. 根据权利要求 8 所述的基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置，其特征在于，所述图像特征矩阵包括所述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

和圆形成度 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；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。

10. 根据权利要求 9 所述的基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置，其特征在于，还包括：

形变模型分类器训练单元：用于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变模型分类器。

一种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变模型的超声图像膀胱容积测量方法,包括:获取 n 张膀胱超声图像;将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据;使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域;计算所述膀胱区域的容积。

[0008] 其进一步技术方案为,在所述将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据之后,所述使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域之前,还包括:

[0009] 提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征矩阵;

[0010] 将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器,得到膀胱当前形态对应的形变模型。

[0011] 其进一步技术方案为,所述图像特征矩阵包括所述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 和圆形成度 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;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,所述将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器,得到膀胱对应的形变模型之前,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变模型分类器。

[0013] 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变模型分类器,具体为:使用 k -means 算法对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。

[0014] 其进一步技术方案为,所述计算所述膀胱区域的容积,具体为:计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数。

[0015] 第二方面,本技术方案一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置,包括:膀胱超声图像获取单元:用于获取 n 张膀胱超声图像;膀胱三维体数据构建单元:用于将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据;膀胱区域获得单元:用于使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域;膀胱容积计算单元:用于计算所述膀胱区域的容积。

[0016] 其进一步技术方案为,还包括:图像特征矩阵建立单元:用于提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征矩阵;膀胱形变模型获得单元:用于将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器,得到膀胱当前形态对应的形变模型。

[0017] 其进一步技术方案为,所述图像特征矩阵包括所述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 和圆形成度 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;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。

[0018] 其进一步技术方案为,还包括:形变模型分类器训练单元:用于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变模型分类器。

[0019] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果:

[0020] 本技术方案中,探头获取 n 张膀胱超声图像后,将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据,使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域并计算所述膀胱区域的容积,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

[0021] 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。

[0022] 图 1 是本发明实施例提供的基于形变模型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。

[0023] 图 2 是本发明实施例提供的基于形变模型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。

[0024] 图 3 是本发明实施例提供的基于形变模型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。

[0025] 图 4 是本发明实施例提供的基于形变模型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

[0026] 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。

[0027] 请参考图 1,其是本发明实施例提供的基于形变模型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。该基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法包括:

[0028] S101、获取 n 张膀胱超声图像。

[0029] 使用超声容积探头均匀有序地获取 n 张膀胱超声图像,膀胱超声图像获取方法具体为:启动膀胱超声测试容积系统,使用超声容积探头以膀胱中垂直于体表的中心线为轴心,以 $180^\circ / n$ 为步长,获取第一张超声图像后,绕轴心旋转 $180^\circ / n$ 后获取第二张图像,以此类推,旋转 180° 后得到 n 张超声图像, n 为大于或等于 2 的自然数,本实施例中, n 的取值范围为 12 ~ 180。

[0030] S102、将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据。

[0031] 构建膀胱三维体数据具体为:根据每一张膀胱超声图像在实际膀胱中的位置,角度,方向等空间信息,将 n 张膀胱超声图像按扫描顺序构造一个与实际膀胱相对应的三维体数据。

[0032] S103、使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域。

[0033] 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形状。当膀胱当前形态为三棱锥形状时,使用三棱锥形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到三棱锥形膀胱区域;当膀胱当前形态为椭球形状时,使用椭球形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到椭球形膀胱区域。现在一些研究学者已经对常见的立体形状建立了三维模型,三棱锥形的形变模型和椭球形的形变模型是可以借鉴现有的一些模型,此处不再赘述。

[0034] S104、计算所述膀胱区域的容积。

[0035] 计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数得到膀胱的体积。

[0036] 在三维图像中最小的单元是体素,相当于二维图像中的像素的概念。三维体数据中有体素间隔的概念,即 Spacing,是指物理上两个体素的实际距离,由超声成像系统提供。Spacing 分为 X,Y,Z 轴三个方向的值,分别为 Spacing_x, Spacing_y, Spacing_z,那么一个体素的实际体积为: $V = \text{Spacing}_x * \text{Spacing}_y * \text{Spacing}_z$ 。

[0037] 计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数具体为:取膀胱区域的外接长方体,依次判断长方体内的体素是否包含在目标区域内,是则数量加 1,否则不加。

[0038] 综上,探头获取 n 张膀胱超声图像后,将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据,使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域并计算所述膀胱区域的容积,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。

[0039] 请参考图 2,其是本发明实施例提供的基于形变模型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。该基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法包括:

[0040] S201、获取 n 张膀胱超声图像。

[0041] 使用超声容积探头均匀有序地获取 n 张膀胱超声图像,膀胱超声图像获取方法具体为:启动膀胱超声测试容积系统,使用超声容积探头以膀胱中垂直于体表的中心线为轴心,以 $180^\circ / n$ 为步长,获取第一张超声图像后,绕轴心旋转 $180^\circ / n$ 后获取第二张图像,以此类推,旋转 180° 后得到 n 张超声图像, n 为大于或等于 2 的自然数,本实施例中, n 的取值范围为 12 ~ 180。

[0042] S202、将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据。

[0043] 构建膀胱三维体数据具体为:根据每一张膀胱超声图像在实际膀胱中的位置,角度,方向等空间信息,将 n 张膀胱超声图像按扫描顺序构造一个与实际膀胱相对应的三维体数据。

[0044] S203、提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征矩阵。

[0045] 膀胱的结构临床表现为基本对称的结构,采用“中线判别法”找到膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面,即在膀胱三维体数据中任意取一个膀胱横切面,找到该横切面膀胱区域的纵向中心线,则过该线且与该横切面垂直的面则为穿过膀胱的最大纵切面。

[0046] 本技术方案中选用 Canny 边缘检测算法提取膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面膀胱区域的边缘,数字图像处理领域有多种边缘检测算法,Canny 边缘检测算法的优点是:1. 低误码率,很少把边缘点误认为非边缘点;2. 高定位精度,即精确地把边缘点定位在灰度变化最大的像素上;3. 抑制虚假边缘。Canny 边缘检测的实现大致有 4 步:1. 高斯滤波对图像去噪。2. 由原始灰度图像求出纵横 2 个梯度图,以及综合梯度图(求梯度的算子很多,可以查阅相关资料,此处不再赘述)。3. 结合 3 个梯度图来进行非极大抑制。4. 进行边缘连接。网上关于 Canny 边缘检测算法的内容很多,这里就不再赘述。当然,在其他的一些实施例中,也可以采用其他的边缘检测算法,本实施例并不作为对本发明技术方案的限制。

[0047] 提取膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面的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。具体的, 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。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 (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 (mm), 每个像素对应的物理面积是 $(d_0/n)^2$ (mm²)。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。

[0048] S204、将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器, 得到膀胱当前形态对应的形变模型。

[0049] 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 S203 中的方法提取膀胱不同形状时的图像特征矩阵分别进行训练, 得到基于形状特征的形变模型分类器, 本实施例中应用 k -means 算法对膀胱不同形状时的图像特征矩阵分别训练得到基于形状特征的三维形变模型分类器。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, 在其他的一些实施例中, 也可以选用其他的现有聚类算法得到基于形状特征的三维形变模型分类器。

[0050] S205、使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到膀胱区域。

[0051] 三维图像分割算法采用基于形变模型的膀胱三维分割算法, 基于形变模型的膀胱三维分割算法是: 首先建立起关于目标平均形状及其形变模式的先验模型, 再以此模型为依据, 在测试图像中根据图像特征进行迭代搜索匹配并对先验模型的姿态和形状参数进行调整, 使模型上的标记点在先验模型的限制下逐步拟合到物体的实际边界上, 最终准确分割出目标物体。本技术方案采用的基于形变模型的三维图像分割算法具体包括以下几个步骤:

[0052] S2051、对膀胱三维体数据采用步骤 S204 中得到的形变模型进行匹配, 得到形变模型初始轮廓。

[0053] S2052、初始模型按照一定的规则离散化生成三角网络模型。

[0054] 初始模型离散化成三角网络的方法是: 在三维坐标 X - Y - Z 中, 对初始模型的每一个 X - Y 平面上的轮廓均匀采样 n 个点, 即每隔 $360^\circ / n$ 取一个点, 然后将每层的采样点按采样顺序连接起来, 再把相邻两层相同角度的采样点连接起来, 建立起三角网络模型。

[0055] S2053、对得到的形变模型的三角网络模型进行三维形变, 得到分割结果。

[0056] 三维图像分割的形变模式具体为: 对初始形变模型在采样点 i 上施加内力 $f_{in,i}$ 和外力 $f_{ex,i}$, 内力 $f_{in,i}$ 是推动形变模型向着表面曲率最小位置变化的力, 它保持活动表面的光滑性和连续性; 外力 $f_{ex,i}$ 是推动活动表面向着物体边缘运动的力。两者的共同作用使得形变模型与目标物体准确拟合, 达到迭代次数后, 完成分割。采样点 i 受力运动的运动法则如下:

[0057] 1) 点 i 的内外力合力定义为内外力的加权和: $f_i = w_{ex} f_{ex,i} + w_{in} f_{in,i}$;

[0058] 其中, w_{in} 是内力权重, w_{ex} 是外力权重。

[0059] 2) 利用动力学公式计算点 i 在内外力共同作用下移动的速度大小和方向。根据牛顿第二定律, 加速度定义为: $a_i = f_i/m$, 其中 m 为点 i 的质量。

[0060] 3) 点 i 的运动速度 v_i 可以由下式求得: $v_i = a_i * t$

[0061] 4) 在内外力共同作用下, 点 i 在三维空间中运动, 实现模型三维形变。

[0062] 点 i 在 $t + \Delta t$ 时刻运动到新的位置 $p_i(t + \Delta t)$ 。其中, $p_i(t + \Delta t) = p_i(t) + v_i \Delta t$ 。

[0063] 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形状。当膀胱当前形态为三棱锥形状时, 使用三棱锥形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到三棱锥形膀胱区域; 当膀胱当前形态为椭球形状时, 使用椭球形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到椭球形膀胱区域。

[0064] S206、计算所述膀胱区域的容积。

[0065] 计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数得到膀胱的体积。

[0066] 在三维图像中最小的单元是体素, 相当于二维图像中的像素的概念。三维体数据中有体素间隔的概念, 即 Spacing, 是指物理上两个体素的实际距离, 由超声成像系统提供。Spacing 分为 X, Y, Z 轴三个方向的值, 分别为 Spacing_x, Spacing_y, Spacing_z, 那么一个体素的实际体积为: $V = \text{Spacing}_x * \text{Spacing}_y * \text{Spacing}_z$ 。

[0067] 计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数具体为: 取膀胱区域的外接长方体, 依次判断长方体内的体素是否包含在目标区域内, 是则数量加 1, 否则不加。

[0068] 综上, 获取膀胱超声图像后, 将提取的膀胱超声图像的图像特征矩阵输入利用基于机器学习建立的基于形状特征的形变模型分类器, 形变模型分类器根据输入的图像特征矩阵判别出当前膀胱的形状是三棱锥形还是椭球形, 选折膀胱当前形态对应的形变模型, 利用该形变模型对膀胱三维体数据进行分割得到膀胱区域, 统计该膀胱区域的体素个数得到膀胱的容积, 充分考虑到膀胱在不同状态下的形状, 提高了膀胱容量测量的精确度; 使用形变模型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, 具有良好的可扩展性。

[0069] 请参考图 3, 其是本发明实施例提供的基于形变模型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。该基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置, 包括如下内容:

[0070] 膀胱超声图像获取单元 310: 用于获取 n 张膀胱超声图像。

[0071] 使用超声容积探头均匀有序地获取 n 张膀胱超声图像, 膀胱超声图像获取方法具体为: 启动膀胱超声测试容积系统, 使用超声容积探头以膀胱中垂直于体表的中心线为轴心, 以 $180^\circ/n$ 为步长, 获取第一张超声图像后, 绕轴心旋转 $180^\circ/n$ 后获取第二张图像, 以此类推, 旋转 180° 后得到 n 张超声图像 n 为大于或等于 2 的自然数, 本实施例中, n 的取值范围为 12 ~ 180。

[0072] 膀胱三维体数据构建单元 320: 用于将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列, 根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据。

[0073] 具体根据每一张超声图像在实际膀胱中的位置, 角度, 方向等空间信息, 将 n 张超声图像按扫描顺序构造一个与实际膀胱相对应的三维体数据。

[0074] 膀胱区域获得单元 330: 用于使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维

体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域。

[0075] 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形状。当膀胱当前形态为三棱锥形状时,使用三棱锥形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到三棱锥形膀胱区域;当膀胱当前形态为椭球形状时,使用椭球形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到椭球形膀胱区域。

[0076] 膀胱容积计算单元 340:用于计算所述膀胱区域的容积。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,计算根据膀胱区域获得单元 330 得到的膀胱区域的容积即为膀胱容积。

[0077] 综上,探头获取 n 张膀胱超声图像后,将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据,使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割,得到膀胱区域并计算所述膀胱区域的容积,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。

[0078] 请参考图 4,其是本发明实施例提供的基于形变模型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。该基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置,包括如下内容:

[0079] 膀胱超声图像获取单元 410:用于获取 n 张膀胱超声图像。

[0080] 使用超声容积探头均匀有序地获取 n 张膀胱超声图像,膀胱超声图像获取方法具体为:启动膀胱超声测试容积系统,使用超声容积探头以膀胱中垂直于体表的中心线为轴心,以 $180^\circ/n$ 为步长,获取第一张超声图像后,绕轴心旋转 $180^\circ/n$ 后获取第二张图像,以此类推,旋转 180° 后得到 n 张超声图像。

[0081] 膀胱三维体数据构建单元 420:用于将 n 张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列,根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据。

[0082] 具体根据每一张超声图像在实际膀胱中的位置,角度,方向等空间信息,将 n 张超声图像按扫描顺序构造一个与实际膀胱相对应的三维体数据。

[0083] 图像特征矩阵建立单元 430:用于提取所述膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面及其对应的膀胱边缘,提取所述膀胱超声图像的图像特征,建立所述膀胱超声图像的图像特征矩阵。

[0084] 具体采用“中线判别法”找到膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面,即在膀胱三维体数据中任意取一个膀胱横切面,找到该横切面膀胱区域的纵向中心线,则过该线且与该横切面垂直的面则为穿过膀胱的最大纵切面;选用 Canny 边缘检测算法提取膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面膀胱区域的边缘,提取膀胱三维体数据中穿过中心的最大纵切面的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。

[0085] 具体的,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:

$Dist = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$, 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;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 (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 (mm), 每个像素对应的物理面积是 $(d_0/n)^2$ (mm²)。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。

[0086] 膀胱形变模型获得单元 440: 用于将所述图像特征矩阵输入形变模型分类器, 得到膀胱当前形态对应的形变模型。

[0087] 形变模型分类器具体是通过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变模型分类器。本实施例中应用 k-means 算法对膀胱不同形状时的图像特征矩阵分别训练得到基于形状特征的三维形变模型分类器。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。

[0088] 膀胱区域获得单元 450: 用于使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到膀胱区域。

[0089] 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形状。当膀胱当前形态为三棱锥形状时, 使用三棱锥形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到三棱锥形膀胱区域; 当膀胱当前形态为椭球形状时, 使用椭球形的形变模型对膀胱三维体数据进行三维图像分割, 得到椭球形膀胱区域。

[0090] 三维图像分割的过程是: 首先建立起关于目标平均形状及其形变模式的先验模型, 再以此模型为依据, 在测试图像中根据图像特征进行迭代搜索匹配并对先验模型的姿态和形状参数进行调整, 使模型上的标记点在先验模型的限制下逐步拟合到物体的实际边界上, 最终准确分割出目标物体。详细内容可参考基于形变模型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。

[0091] 膀胱容积计算单元 460: 用于计算所述膀胱区域的容积。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, 计算根据膀胱区域获得单元 450 得到的膀胱区域的容积即为膀胱容积。

[0092] 在三维图像中最小的单元是体素, 相当于二维图像中的像素的概念。三维体数据中有体素间隔的概念, 即 Spacing, 是指物理上两个体素的实际距离, 由超声成像系统提供。Spacing 分为 X, Y, Z 轴三个方向的值, 分别为 Spacing_x, Spacing_y, Spacing_z, 那么一个体素的实际体积为: $V = \text{Spacing}_x * \text{Spacing}_y * \text{Spacing}_z$ 。

[0093] 计算分割得到的所述膀胱区域中包含的体素点数具体为: 取膀胱区域的外接长方体, 依次判断长方体内的体素是否包含在目标区域内, 是则数量加 1, 否则不加。

[0094] 综上, 基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置获取三维膀胱超声图像后, 将提取的膀胱超声图像的图像特征矩阵输入利用基于机器学习建立的基于形状特征的形变模型分类器, 形变模型分类器根据输入的图像特征矩阵判别出当前膀胱的形状是三棱锥形还是椭球形, 选折膀胱当前形态对应的形变模型, 利用该形变模型对膀胱三维体数据进行分割得到膀胱区域, 计算该膀胱区域的体素个数得到膀胱的容积, 充分考虑到膀胱在不同状态下的形状, 提高了膀胱容量测量的精确度; 使用形变模型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, 具有良好的可扩展性。

[0095] 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。

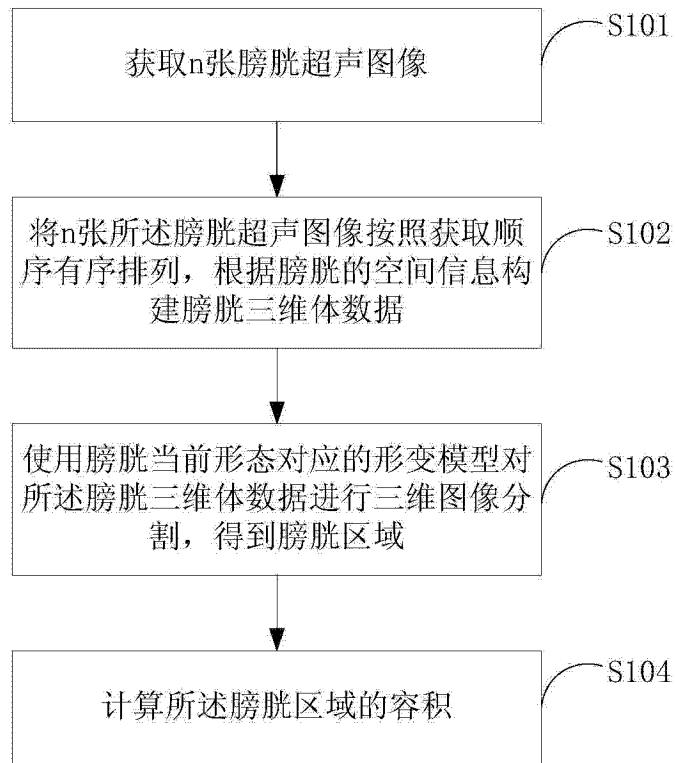


图 1

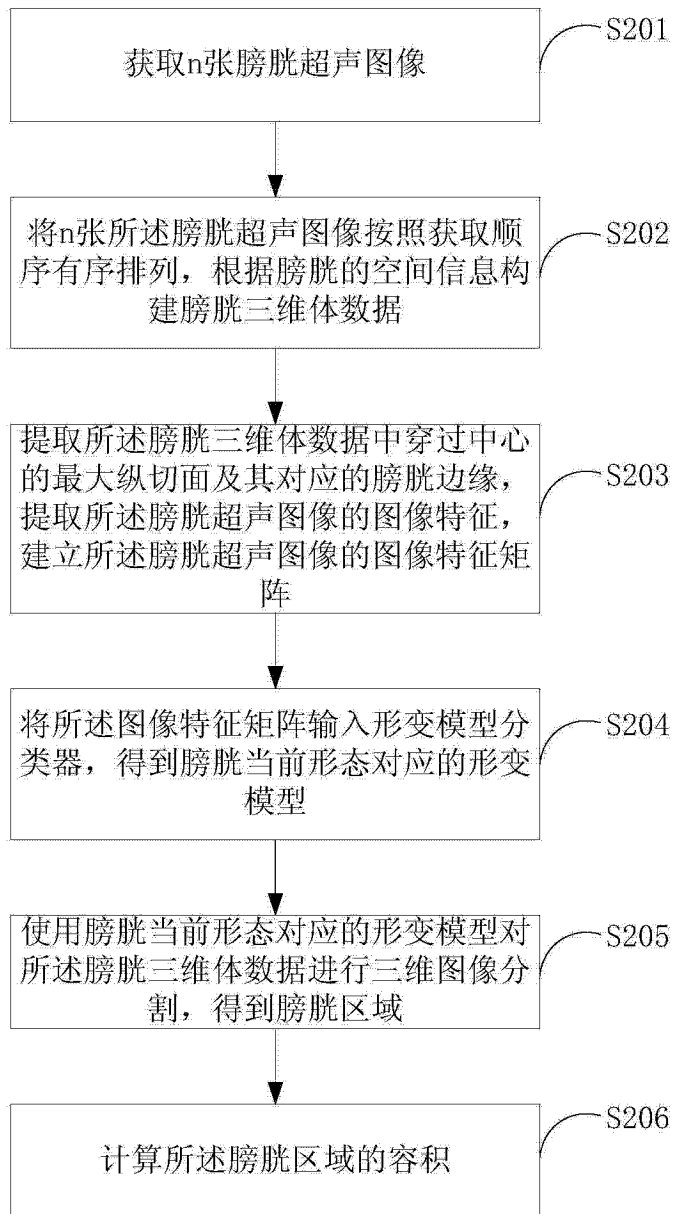


图 2

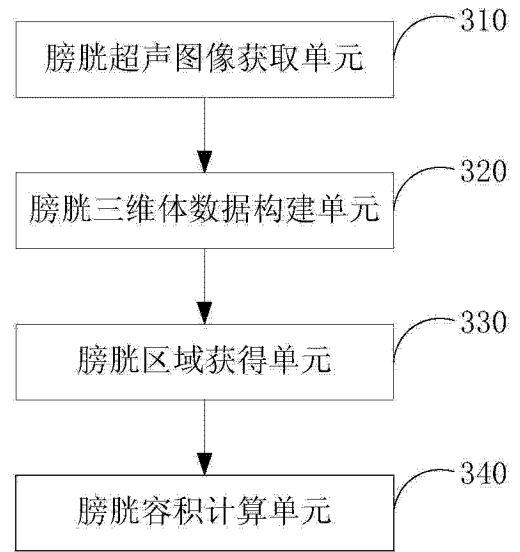


图 3

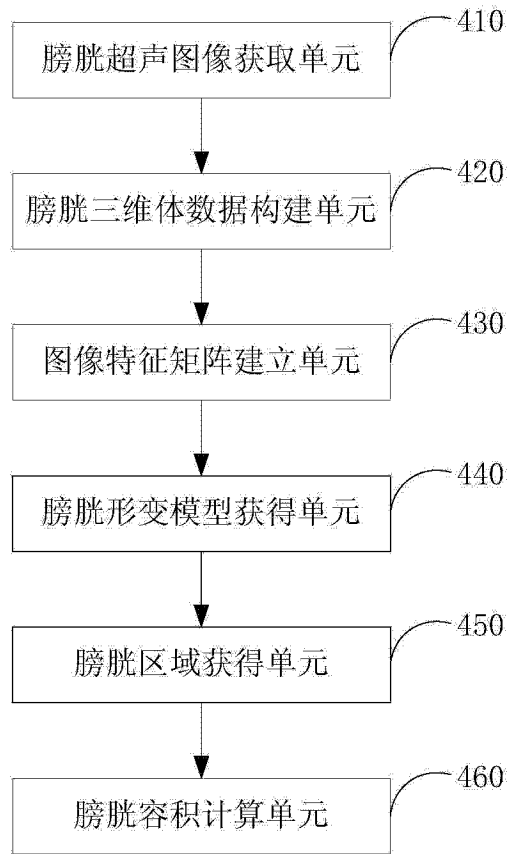


图 4

专利名称(译)	一种超声图像膀胱容积测量方法及装置		
公开(公告)号	CN104545999A	公开(公告)日	2015-04-29
申请号	CN201510003913.3	申请日	2015-01-05
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物工程转化研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物工程转化研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市大深生物工程转化研究院		
[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	A61B8/483 A61B8/5223		
代理人(译)	潘登		
其他公开文献	CN104545999B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法，包括：获取n张膀胱超声图像；将n张所述膀胱超声图像按照获取顺序有序排列，根据膀胱的空间信息构建膀胱三维体数据；使用膀胱当前形态对应的形变模型对所述膀胱三维体数据进行三维图像分割，得到膀胱区域；计算所述膀胱区域的容积；本发明进一步提供一种基于形变模型的超声图像膀胱容积测量装置。本发明提供的基于形变模型的超声图像膀胱容积测量方法及装置，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。

