

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610029686.2

[51] Int. Cl.

A61B 10/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

G06T 3/00 (2006.01)

G06T 5/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 100434044C

[22] 申请日 2006.8.3

[21] 申请号 200610029686.2

[73] 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

[72] 发明人 曹立基 赵俊

[56] 参考文献

CN1135047A 1996.11.6

JP2002-238887A 2002.8.27

WO2004/102458A2 2004.11.25

US2005/0152588A1 2005.7.14

US2005/0033114A1 2005.2.10

三维人体虚拟内镜的发展和应用研究. 叶建江. 医疗设备信息, 第 6 期. 2002

审查员 费金娥

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

代理人 王锡麟 王桂忠

权利要求书 2 页 说明书 4 页

[54] 发明名称

用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法

[57] 摘要

一种用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法, 属于图像处理技术领域。本发明首先找出整个管道性脏器的中心路径, 沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面, 然后分别在每个截面中找出配准源特征点, 再根据这些特征点, 计算出配准目标特征点, 最后基于特征点, 进行三维非刚性配准, 从而得到虚拟充气膨胀后的脏器。本发明的优势在于: 避免了临床中真实的充气过程, 减少病人的痛苦; 使得原本无法进行真实充气的脏器, 如血管、输卵管等管道性脏器, 也能获得充气膨胀后的效果; 可以增加后续虚拟内窥镜等可视化方法的视野, 提高诊断效果。

1、一种用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法，其特征在于：首先找出整个管道性脏器的中心路径，沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面，然后分别在每个截面中找出配准源特征点，再根据这些特征点，计算出配准目标特征点，最后基于特征点进行三维非刚性配准，从而得到虚拟充气膨胀后的脏器；

所述的找出整个管道性脏器的中心路径，沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面，是指：对分割重建后的管道性脏器的图像，通过拓扑学细化的方法或距离变换后寻找最短路径的方法，找出整个脏器的中心路径，然后沿着这条路径，每隔 2mm 就取一个跟这条路径在这一点切线方向垂直的截面；

所述的分别在每个截面中找出配准源特征点，是指：首先在每一个截面中，找出脏器的边缘，然后在边缘上以中心路径点为中心，每隔 5° 取一个点，最后将取出的这些点跟据需要分别跟周围的边缘点进行平滑处理，得到配准源特征点；

所述的根据这些特征点，计算出配准目标特征点，是指：将每一个截面中的每个配准源特征点，对应到一个虚拟充气膨胀后的位置上，对应后的这些点就是配准目标特征点；

所述的基于特征点进行三维非刚性配准，是指：利用上述方法所求得的配准源特征点和配准目标特征点，根据特征点非刚性变换配准的方法，求出源图像中每一个点到目标图像的对应关系，从而计算出目标图像。

2、根据权利要求 1 所述的用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法，其特征是，所述的虚拟充气膨胀后的位置，是指：在同一个截面上，跟该配准源特征点对应的一个圆的圆周上的点，这个圆的圆心为中心路径跟该截面的交点，半径为该截面的膨胀半径 R 值和附近的截面的膨胀半径 R 值作平滑滤波所得，所述的第 j 个截面中的膨胀半径用 R_j 表示，具体如下：

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n \sin \frac{\pi}{36} * r_i}{2\pi}$$

其中， r_i 为第 i 个配准源特征点到中心路径点的距离， n 为该截面中配准源特

征点的总数。

3、根据权利要求 1 所述的用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法，其特征是，所述的特征点非刚性变换配准的方法，是指：根据已知的特征点间的对应关系，应用薄盘样条、近似薄盘样条、体积样条或弹性体样条方法，得到源图像中任意一点到目标图像的对应关系。

用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法

技术领域

本发明涉及的是一种图像处理技术领域的方法，具体涉及一种用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法。

背景技术

目前，利用 CT、MRI 等医学成像数据，对体内管道性脏器如结肠、食道、气管等的内壁进行三维可视化重建并进行临床诊断主要采用的是虚拟内窥镜技术。这一技术模拟了传统光学内窥镜腔道内行进，以光学内窥镜的视角进行观察和诊断。这个技术的优势在于它是一种无侵入式的方法，给患者带来的痛苦较小。

经对现有技术的文献检索发现，叶建江在《医疗设备信息》（2002 年第 6 期第 48-50 页）上发表的《三维人体虚拟内镜的发展和应用研究》一文中，介绍了虚拟内窥镜技术的特点和主要应用。在人体内处于自然状态下的管道性脏器，如结肠、食道等，很多地方会呈瘪缩状态，这样会影响虚拟内窥镜技术的重建及可视化。在此文中，解决这一问题的方法是在进行 CT 或 MRI 检查时对结肠进行实际充气。这个方法的不足在于：对于某些不能进行充气的脏器则无能为力；充气的过程会对患者带来不适。

发明内容

本发明针对现有的虚拟内窥镜技术对呈瘪缩状态的管道性脏器进行可视化重建方面的不足，提出了一种用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法，使得在对需采取虚拟内窥镜诊断的病人进行 CT 或 MRI 检查前，无需对病人的脏器进行充气，减少病人的痛苦。同时，对于原来因无法充气而使得可视化效果很差的脏器，也能获得较好的内窥可视化效果。

本发明是通过以下技术方法实现的，本发明首先找出整个管道性脏器的中心路径，沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面，然后分别在每个截面中找出配准源特征点，再根据这些特征点，计算出配准目标特征点，最后基于特征点，进行三维非刚性配准，从而得到虚拟充气膨胀后的脏器。

所述的找出整个管道性脏器的中心路径，沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面，是指：对分割重建后的管道性脏器的图像，通过拓扑学细化的方法或距离变换后寻找最短路径的方法，找出整个脏器的中心路径。然后沿着这条路径，每隔一个小距离就取一个跟这条路径在这一点切线方向垂直的截面。

所述的分别在每个截面中找出配准源特征点，是指：首先在每一个截面中，找出脏器的边缘，然后在边缘上以中心路径点为中心，每隔一个角度取一个点，最后将取出的这些点跟据需要分别跟周围的边缘点进行平滑处理，即可得到配准源特征点。

所述的根据这些特征点，计算出配准目标特征点，是指：将每一个截面中的每个配准源特征点，对应到一个虚拟充气膨胀后的位置上。对应后的这些点即是配准目标特征点。

所述的虚拟充气膨胀后的位置，是指：在同一个截面上，跟该配准源特征点对应的一个圆的圆周上的点。这个圆的圆心为中心路径跟该截面的交点，半径为该截面的膨胀半径值和附近的截面的膨胀半径值作平滑滤波所得，具体通过在同一截面内相邻配准源特征点之间边缘长度之和除以 2π 获得。

所述的基于特征点，进行三维非刚性配准，是指：利用上述方法所求得的配准源特征点和配准目标特征点，根据特征点非刚性变换配准的方法，求出源图像中每一个点到目标图像的对应关系，从而计算出目标图像。

所述的特征点非刚性变换配准的方法，是指：根据已知的特征点间的对应关系，应用薄盘样条、近似薄盘样条、体积样条或弹性体样条等方法，得到源图像中任意一点到目标图像的对应关系。

本发明应用以上方法，实现了对瘪缩的管道性脏器进行虚拟充气膨胀，使得该脏器在未经真实充气的情况下，仍然能够在虚拟内窥镜的技术下很好地实现可视化。并且，在各个参数选取恰当的情况下，经过本方法进行虚拟充气膨胀后，仍然能够基本保留脏器内壁原有的细小解剖结构，从而保证了医学诊断的准确性。

本发明的优势在于：（1）避免了临床中真实的充气过程，减少病人的痛苦。（2）使得原本无法进行真实充气的脏器，如血管、输卵管等管道性脏器，也能获得充气膨胀后的效果。（3）可以增加后续虚拟内窥镜等可视化方法的视野，提

高诊断效果。

具体实施方式

本发明方法具体步骤如下：（1）读入原始医学 CT 或 MRI 数据并进行三维重建。（2）进行数据分割，得到感兴趣的管道性脏器部分。（3）求出中心路径。（4）求出与中心路径垂直的各个截面。（5）找出配准源特征点。（6）求得配准目标特征点。（7）进行特征点非刚性配准。（8）计算出虚拟充气膨胀后的目标图像。以下结合一个具体的实施例对本发明的技术方案作进一步详细描述。

该实施例采用人体食道的 CT 切片数据作为样本，整个发明的实现过程如下：

1. 读入人体胸部 CT 数据，并将这些连续的切片序列重建成一个三维体数据。
2. 对体数据进行分割，采用区域生长的算法，得到食道的三维二值化体数据。
3. 利用形态学细化的方法，得到食道的骨架，并对此骨架应用低通滤波器，使其足够平滑。这即可作为该食道的中心路径。
4. 从此路径的顶点开始，每隔 2mm 取一个截面，该截面垂直于路径在此点的切线方向。
5. 在每一个截面中，获取食道的各边缘点。然后以中心路径为中心，从水平正方向开始，每隔 5° 取出一个边缘点，作为配准源特征点。
6. 在每个截面中，求得每个特征点到中心路径点的距离，并利用下式：

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n \sin \frac{\pi}{36} * r_i}{2\pi}$$

求出第 j 个截面中的膨胀半径 R_j 。其中， r_i 为第 i 个配准源特征点到中心路径点的距离， n 为该截面中配准源特征点的总数。

然后，对 R_j 进行滤波处理，方式如下式：

$$\tilde{R}_j = \sum_{h=0}^{m-1} R_{j+h} * w_h$$

其中，权值 w_h 由一个低通滤波器决定，且满足 $\sum_{h=0}^{m-1} w_h = 1$ 。在本实施例中，可选择为斜坡滤波器，取 $m=9$ 。

再依次在每个截面中，以中心路径点为圆心，以 $\tilde{R}_j$ 值为半径作圆。然后从水

平正方向开始,每隔 5° 在该圆上取特征点。这些特征点即作为配准目标特征点。

7. 对已知的源及目标特征点,求得每一对特征点之间的变换向量。再利用薄盘样条插值,得出原图像中的每一点到目标图像的变换向量。

8. 利用已经求得的变换向量,将原图像变换到目标空间中。再配合近邻插值的方法,计算出虚拟膨胀后的三维图像体数据。

这样的实施方式,可以实现令原本较为瘪皱的食道呈鼓胀状态,并且并不丢失食道原有的细小解剖结构,能够方便进行进一步可视化及其他处理操作。

专利名称(译)	用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法		
公开(公告)号	CN100434044C	公开(公告)日	2008-11-19
申请号	CN200610029686.2	申请日	2006-08-03
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	曹立基 赵俊		
发明人	曹立基 赵俊		
IPC分类号	A61B10/00 A61B6/03 A61B5/055 G06T3/00 G06T5/00		
代理人(译)	王锡麟 王桂忠		
其他公开文献	CN1887232A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用特征点非刚性配准实现管道性脏器虚拟充气膨胀的方法，属于图像处理技术领域。本发明首先找出整个管道性脏器的中心路径，沿着中心路径得到与中心路径垂直的各个截面，然后分别在每个截面中找出配准源特征点，再根据这些特征点，计算出配准目标特征点，最后基于特征点，进行三维非刚性配准，从而得到虚拟充气膨胀后的脏器。本发明的优势在于：避免了临床中真实的充气过程，减少病人的痛苦；使得原本无法进行真实充气的脏器，如血管、输卵管等管道性脏器，也能获得充气膨胀后的效果；可以增加后续虚拟内窥镜等可视化方法的视野，提高诊断效果。

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n \sin \frac{\pi}{36} * r_i}{2\pi}$$