



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101982157 A

(43) 申请公布日 2011. 03. 02

(21) 申请号 201010284626. 1

(22) 申请日 2010. 09. 17

(71) 申请人 四川省医学科学院 (四川省人民医院)

地址 610072 四川省成都市青羊区一环路西二段 32 号

(72) 发明人 蒋体钢

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

G06T 7/20 (2006. 01)

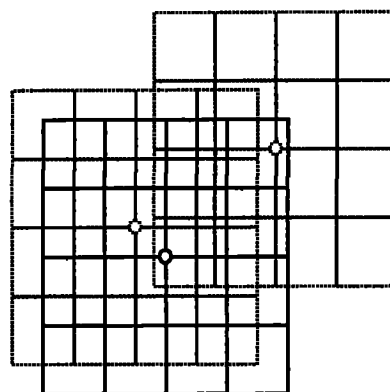
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法,是把某帧图像的兴趣 ROI 分为 16 级子区域,分别求出各个子区域的重心;并通过遍历搜索区域,以各个子区域重心位置相似差最小化为标准,求得下一帧图像 ROI 新位置可能的 16 个位置;再根据 SAD 方法,选择一个与上一帧图像 ROI 差别最小的作为斑点跟踪的结果。本发明能够有效降低传统手动跟踪计算斑点位置的工作量,提高处理的实际和数据处理的重复性,同时,相比传统 SAD 斑点跟踪方法,本发明通过多区域重心估计匹配的方法,特别有利于形变组织的跟踪。



1. 一种基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,包括以下步骤:

- ①在高帧频条件下采集受试二维超声心动图图像序列用于脱机分析;
- ②任意采集一张超声心动图图像作为交互式感兴趣区域选取的初始帧;
- ③将感兴趣区域置于特征区域,所述特征区域具有以下性质:a、在超声投影范围之内;b、具有一定灰度而不是全黑色区域;
- ④当初始帧和初始源感兴趣区域选择完毕后,确定源感兴趣区域中心点;
- ⑤通过源感兴趣区域中心点和感兴趣区域大小,确定斑点跟踪在整个超声心动图图像中的搜索遍历范围;
- ⑥把源感兴趣区域分为16个子区域,并计算16个子区域分级重心位置;
- ⑦找出一个与源感兴趣区域大小相同的若干候选目的区域,分别计算各候选区域对应的16个子区域分级重心;
- ⑧计算源感兴趣区域和各候选区域的各子区域重心的相似差参数;
- ⑨由此重复⑦到⑧,直到搜索范围被遍历;
- ⑩提取遍历后,得到相似距离参数最小的16个感兴趣区域,通过计算16个感兴趣区域与源感兴趣区域的SAD值,其最小者对应的图像,就是最终识别的感兴趣区域。

2. 根据权利要求1所述的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤④中,源感兴趣区域中心点的确定方法如下:

$$p_{0,x} = (x_1 + x_2) / 2$$

$$P_0 = \{p_{0,x}, p_{0,y}\}$$

$$p_{0,y} = (y_1 + y_2) / 2$$

其中 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为源感兴趣区域的左上和右下点图像坐标,W,H为区域的宽度和高度。

3. 根据权利要求1所述的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑤中,确定斑点跟踪在整个超声心动图图像中的搜索遍历范围方法如下:

源感兴趣区域长方形大小

$$L_x = |(x_1 - x_2) / 2|$$

$$L_y = |(y_1 - y_2) / 2|$$

遍历区域范围

$$\max(0, p_{0,x} - 3L_x/2) \leq p_x \leq \min(p_{0,x} + 3L_x/2, W)$$

$$\max(0, p_{0,y} - 3L_y/2) \leq p_y \leq \min(p_{0,y} + 3L_y/2, H)$$

$$p_{0,x} = (x_1 + x_2) / 2$$

其中, $P_0 = \{p_{0,x}, p_{0,y}\}$

$$p_{0,y} = (y_1 + y_2) / 2$$

(x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为源感兴趣区域的左上和右下点图像坐标,W,H为区域的宽度和高度。

4. 根据权利要求1所述的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑥中,具体方法如下:将源感兴趣区域水平和垂直方面各四等分,得到16个相等等分子区域,分别计算各个子区域重心,那么源感兴趣区域的子区域重心为:

$$G_{0,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{0,p} / L_x^2$$

$$G_{0,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{0,p} / L_y^2$$

这里 g_p 是 p 点灰度, $(x_{0,p}, y_{0,p})$ 是源感兴趣区域中某点 p 的坐标。

5. 根据权利要求 1 所述的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征
在于,在步骤⑧中,相似差参数为:

$$\partial_i = \sum_{j=1}^{L_y} \sum_{i=1}^{L_x} [(G_{i,x} - G_{0,x})^2 + (G_{i,y} - G_{0,y})^2]$$

$$\text{其中, } G_{0,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{0,p} / L_x^2, \quad G_{i,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{i,p} / L_x^2, \\ G_{0,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{0,p} / L_y^2, \quad G_{i,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{i,p} / L_y^2, \quad g_p \text{ 是 } p \text{ 点灰度, } (x_{i,p}, y_{i,p}) \text{ 是}$$

搜索感兴趣区域 i 中某点 p 的坐标。

6. 根据权利要求 1 所述的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征
在于,在步骤⑩中,第 k 个感兴趣区域与源感兴趣区域之间的 SAD 值如下计算:

$$\partial_k = SAD(i, j) = \sum_{m=1}^{L_x} \sum_{n=1}^{L_y} |f_k(m, n) - f_{k-1}(m+i, n+j)|, \text{ 其中, } (i, j) \text{ 为 16 个感}$$

兴趣区域中的某个感兴趣区域相对于源感兴趣区域的位移矢量, f_k, f_{k+1} 分别为当前帧和下
一帧的灰度值, $L_x L_y$ 为块的大小。

一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声技术领域,具体涉及一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图形跟踪方法。

背景技术

[0002] 超声心脏图像的组织追踪是基于组织多普勒显像的一种新技术,它通过测定房室平面位移,能够评价心肌的收缩、舒张功能,除了能够评价心脏整体功能,而且更主要应用于评估心室局部功能,因此它在心肌缺血的早期检出、梗死心肌的成活性评价、预测心脏病预后中有重要意义。

[0003] 现有的二维组织跟踪技术主要有块匹配法,像素递归法,基于频域的方法,基于特征匹配的方法等等,块匹配法由于简单和易于硬件实现而被广泛采用,但是其缺点是讲图像分成个定若干相同大小的块,并假设块做平移运动,没有考虑图像的内容和运动时间相关性,运动矢量一致性差。对斑点跟踪也采用块匹配法,其基本思路是选取相邻两帧图像的图形块进行匹配,寻找最有匹配块,常用的有求绝对和差 SAD 算法,最小均方误差 LSE 法,归一化互相关函数 NCC 法。有的学者提出多层搜索算法加快搜索速度,有的采用傅立叶变换为基础的分析方法,但是,以上各个方法,均没有专门考虑组织形变状态下的跟踪问题。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的问题是:如何提供基于分级重心估计的二维超声形变组织图形跟踪方法,该方法克服了现有技术斑点手动跟踪存在工作量大,以及个体差异引起重复性较低,且单纯依靠 SAD 方法跟踪斑点,没有考虑组织形变的问题,通过多区域重心测量相似度和 SAD 最小化分析方法,从而自动准确跟踪相应帧兴趣区域内的斑点与组织位置。

[0005] 本发明所提出的技术问题是这样解决的:提供一种基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于:

[0006] ①在高帧频条件下采集受试二维超声心动图图像序列用于脱机分析;

[0007] ②任意采集一张超声心动图图像作为交互式感兴趣区域选取的初始帧;

[0008] ③将感兴趣区域(简称 ROI)置于特征区域,所述特征区域具有以下性质:a、在超声投影范围之内;b、具有一定灰度而不是全黑色区域;

[0009] ④当初始帧和初始源感兴趣区域选择完毕后,确定源感兴趣区域中心点;

[0010] ⑤通过源感兴趣区域中心点和感兴趣区域大小,确定斑点跟踪在整个超声心动图图像中的搜索遍历范围;

[0011] ⑥把源感兴趣区域分为 16 个子区域,并计算 16 个子区域分级重心位置;

[0012] ⑦找出一个与源感兴趣区域大小相同的若干候选目的区域,分别计算各候选区域对应的 16 个子区域分级重心;

[0013] ⑧计算源感兴趣区域和各候选区域的各子区域重心的相似差参数;

[0014] ⑨由此重复⑦到⑧,直到搜索范围被遍历;

[0015] ⑩提取遍历后,得到相似距离参数最小的16个感兴趣区域,通过计算16个感兴趣区域与源感兴趣区域的SAD值,其最小者对应的图像,就是最终识别的感兴趣区域。

[0016] 按照本发明所提供的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤④中,源感兴趣区域中心点的确定方法如下:

$$[0017] \quad p_{0,x} = (x_1 + x_2) / 2$$

$$[0018] \quad P_0 = \{p_{0,x}, p_{0,y}\}$$

$$[0019] \quad p_{0,y} = (y_1 + y_2) / 2$$

[0020] 其中 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为源感兴趣区域的左上和右下点图像坐标, W, H 为区域的宽度和高度。

[0021] 按照本发明所提供的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑤中,确定斑点跟踪在整个超声心动图图像中的搜索遍历范围方法如下:

[0022] 源感兴趣区域长方形大小

$$[0023] \quad L_x = |(x_1 - x_2) / 2|$$

$$[0024] \quad L_y = |(y_1 - y_2) / 2|$$

[0025] 遍历区域范围

$$[0026] \quad \max(0, p_{0,x} - 3L_x/2) \leq p_x \leq \min(p_{0,x} + 3L_x/2, W)$$

$$[0027] \quad \max(0, p_{0,y} - 3L_y/2) \leq p_y \leq \min(p_{0,y} + 3L_y/2, H)$$

$$[0028] \quad p_{0,x} = (x_1 + x_2) / 2$$

$$[0029] \quad \text{其中, } P_0 = \{p_{0,x}, p_{0,y}\}$$

$$[0030] \quad p_{0,y} = (y_1 + y_2) / 2$$

[0031] (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为源感兴趣区域的左上和右下点图像坐标, W, H 为区域的宽度和高度。

[0032] 按照本发明所提供的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑥中,具体方法如下:将源感兴趣区域水平和垂直方面各四等分,得到16个相等等分子区域,分别计算各个子区域重心,那么源感兴趣区域的子区域重心为:

$$[0033] \quad G_{0,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{0,p} / L_x^2$$

$$[0034] \quad G_{0,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{0,p} / L_y^2$$

[0035] 这里 g_p 是 p 点灰度, $(x_{0,p}, y_{0,p})$ 是源感兴趣区域中某点 p 的坐标。

[0036] 按照本发明所提供的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑧中,相似差参数为:

$$[0037] \quad \partial_i = \sum_{j=1}^{L_y} \sum_{i=1}^{L_x} [(G_{i,x} - G_{0,x})^2 + (G_{i,y} - G_{0,y})^2]$$

$$[0038] \quad \text{其中, } G_{0,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{0,p} / L_x^2, \quad G_{i,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{i,p} / L_x^2, \\ G_{0,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{0,p} / L_y^2, \quad G_{i,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{i,p} / L_y^2, \quad g_p \text{ 是 } p \text{ 点灰度, } (x_{i,p}, y_{i,p})$$

p) 是搜索兴趣区域 i 中某点 p 的坐标。。

[0039] 按照本发明所提供的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,其特征在于,在步骤⑩中,第 k 个感兴趣区域与源源感兴趣区域之间的 SAD 值如下计算:

$$[0040] \quad \partial_k = SAD(i, j) = \sum_{m=1}^{L_x} \sum_{n=1}^{L_y} |f_k(m, n) - f_{k-1}(m+i, n+j)|, \text{ 其中, } (i, j) \text{ 为 16}$$

个感兴趣区域中的某个感兴趣区域相对于源源感兴趣区域的位移矢量, f_k, f_{k+1} 分别为当前帧和下一帧的灰度值, $L_x L_y$ 为块的大小。

[0041] 本发明为了解决组织形变状态下的跟踪问题,提出了“基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法”,把某帧图像的兴趣 ROI 分为 16 级子区域,分别求出各个子区域的重心;并通过遍历搜索区域,以各个子区域重心位置相似差最小化为标准,求得下一帧图像 ROI 新位置可能的 16 个位置;再根据 SAD 方法,选择一个与上一帧图像 ROI 差别最小的作为斑点跟踪的结果。

[0042] 利用本发明提出的基于多区域重心估计的二维超声图像斑点跟踪方法,与传统手动测量方法相比,具有良好的一致性,然而自动分析方法每帧处理时间可以缩短时间 99% 以上;传统手动测量方法中,相同操作者测量同一数据变异和不同操作者测量相同数据的变异性在 8% 和 13% 左右,然而只要初始帧兴趣区域的位置不变,自动分析方法能够完全重复出心动周期中的斑点运动轨迹变化。

[0043] 本发明能够有效降低传统手动跟踪计算斑点位置的工作量,提高处理的实际和数据处理的重复性,同时,相比传统 SAD 斑点跟踪方法,本发明通过多区域重心估计匹配的方法,特别有利于形变组织的跟踪。

附图说明

[0044] 图 1 为 ROI 分为 16 个子区域的图;

[0045] 图 2 为目的帧兴趣区域搜索范围示意图;

[0046] 图 3 为目的帧候选区域分级重心遍历图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明作进一步描述:

[0048] 本发明提出的“基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法”,其具体步骤为:

[0049] (1) 在高帧频条件下采集本受试心脏对象的二维超声心动图用于脱机分析。本发明实施实例中,用心脏探头对受试对象进行检查,同时链接心电图各个导联记录心电活动,然后将帧频调节到 81 帧/秒,平均每个心动周期采集图像 92 帧,成像深度为 10cm,调整时间和灰度增益,聚焦以及其他成像条件与一个恰当的范围,固定上述参数设置,观察不同切面的二维超声图像序列,并连续采集 8 个心动周期,数据以 DICOM 格式存储于超声主机,然后通过拷贝到个人电脑进行脱机分析。

[0050] (2)、任意采集一张超声心动图图像作为交互式感兴趣区域选取的初始帧;由于本算法可以对任意斑点和特征组织进行分析,因此,对超声图像的选取是任意的。

[0051] (3)、将兴趣区域置于特征区域,所谓的特征区域,应具有以下性质:

[0052] (a) 在超声投影范围之内,虽然整个超声图像是长方形,但是超声采集有效区域为扇形区域。

[0053] (b) 具有一定灰度,不能是全黑色区域;因为全黑色区域没有组织和斑点,没有跟踪的必要。

[0054] (4) 当初始帧和初始兴趣区域选择完毕后,确定源 ROI 中心点

$$[0055] \quad p_{0,x} = (x_1 + x_2) / 2$$

$$[0056] \quad P_0 = \{p_{0,x}, p_{0,y}\}$$

$$[0057] \quad p_{0,y} = (y_1 + y_2) / 2$$

[0058] 其中 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为 ROI 的左上和右下点图像坐标,令 W, H 为区域的宽度和高度。

[0059] (5) 通过源 ROI 中心点和 ROI 大小,确定斑点跟踪在整个图形中的搜索遍历范围

[0060] 兴趣区域长方形大小

$$[0061] \quad L_x = |(x_1 - x_2) / 2|$$

$$[0062] \quad L_y = |(y_1 - y_2) / 2|$$

[0063] 遍历区域范围

$$[0064] \quad \max(0, p_{0,x} - 3L_x/2) \leq p_x \leq \min(p_{0,x} + 3L_x/2, W)$$

$$[0065] \quad \max(0, p_{0,y} - 3L_y/2) \leq p_y \leq \min(p_{0,y} + 3L_y/2, H)$$

[0066] (6) 计算源 ROI 的 16 个子区域分级重心位置

[0067] 将 ROI 水平和垂直方面各四等分,得到 16 个相等等分子区域,分别计算各个子区域重心,那么源 ROI 的子区域重心为:

$$[0068] \quad G_{0,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{0,p} / L_x^2$$

$$[0069] \quad G_{0,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{0,p} / L_y^2$$

[0070] 这里 g_p 是 p 点灰度, $(x_{0,p}, y_{0,p})$ 是源感兴趣区域中某点 p 的坐标。

[0071] (7) 找出一个同源 ROI 大小相同的搜索框,分别计算各个搜索框对应的 16 个子区域分级重心

$$[0072] \quad G_{i,x} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p x_{i,p} / L_x^2$$

$$[0073] \quad G_{i,y} = 2 \sum_{p \in \phi} g_p y_{i,p} / L_y^2$$

[0074] (8) 计算源 ROI 和搜索框 ROI 各子区域重心的相似差参数

[0075] 第 i 个搜索框和源 ROI 的重新相似差参数如下:

$$[0076] \quad \partial_i = \sum_{j=1}^{L_y} \sum_{i=1}^{L_x} [(G_{i,x} - G_{0,x})^2 + (G_{i,y} - G_{0,y})^2]$$

[0077] (9) 由此重复 (7) 到 (8),直到搜索范围被遍历,得到的 ∂_i 的数量为 $L_x L_y$

[0078] (10) 提取遍历后, $L_x L_y$ 个 ∂_i 中最小的 16 个作为 ROI 的候选者

[0079] (11) 通过计算 16 个 ROI 与源 ROI 的 SAD 值,其最小者,就是最终识别的 ROI

[0080] 第 k 个 ROI 与源 ROI 之间的 SAD 值如下计算:

[0081] $\partial_k = SAD(i, j) = \sum_{m=1}^{L_x} \sum_{n=1}^{L_y} |f_k(m, n) - f_{k-1}(m+i, n+j)|$, 其中, (i, j) 为 16 个

ROI 中的某个 ROI 相对于源 ROI 的位移矢量。 f_k, f_{k+1} 分别为当前帧和下一帧的灰度值, $L_x L_y$ 为块的大小。

[0082] 即 $:result = k \text{ where } \partial_k = \min(\partial_1, \partial_2, \partial_3 \dots)$

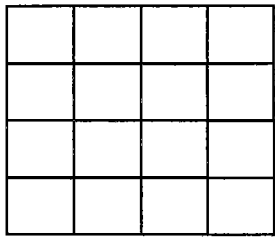


图 1

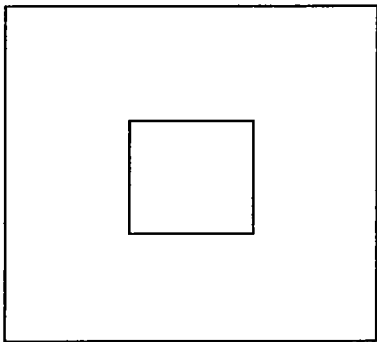


图 2

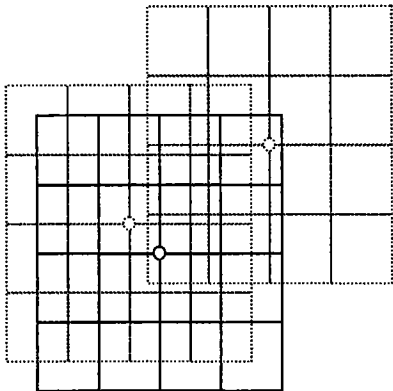


图 3

专利名称(译)	一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法		
公开(公告)号	CN101982157A	公开(公告)日	2011-03-02
申请号	CN201010284626.1	申请日	2010-09-17
[标]申请(专利权)人(译)	四川省医学科学院(四川省人民医院)		
申请(专利权)人(译)	四川省医学科学院(四川省人民医院)		
当前申请(专利权)人(译)	四川省医学科学院(四川省人民医院)		
[标]发明人	蒋体钢		
发明人	蒋体钢		
IPC分类号	A61B8/08 G06T7/20		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于分级重心估计的二维超声形变组织图像跟踪方法，是把某帧图像的兴趣ROI分为16级子区域，分别求出各个子区域的重心；并通过遍历搜索区域，以各个子区域重心位置相似差最小化为标准，求得下一帧图像ROI新位置可能的16个位置；再根据SAD方法，选择一个与上一帧图像ROI差别最小的作为斑点跟踪的结果。本发明能够有效降低传统手动跟踪计算斑点位置的工作量，提高处理的实际和数据处理的重复性，同时，相比传统SAD斑点跟踪方法，本发明通过多区域重心估计匹配的方法，特别有利于形变组织的跟踪。

