



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410062764. X

[43] 公开日 2005 年 3 月 2 日

[11] 公开号 CN 1586403A

[22] 申请日 2004.7.9
 [21] 申请号 200410062764. X
 [71] 申请人 清华大学
 地址 100084 北京市海淀区清华园
 [72] 发明人 白 净 蒋 勇 张永红

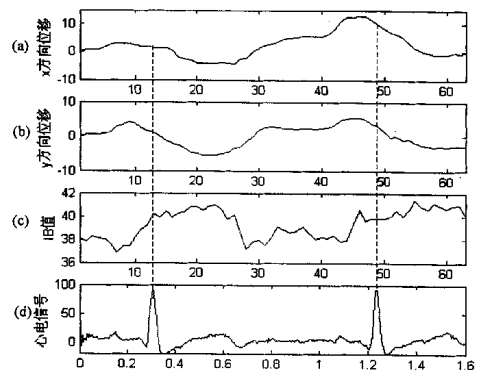
[74] 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务
 所
 代理人 罗文群

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，属于医学超声领域。首先扫描被测对象心脏，连续采集超声射频信号；根据超声射频信号，重建反映扫描区域结构的 B 超图像序列；在 B 超图像序列的第一帧图像上选取关注的心肌质点；追踪关注心肌质点在其余各帧图像上的位置；根据关注的心肌质点在各帧的位置，从采集的超声射频信号中找出其在不同时刻的射频信号段，计算该射频信号段的背向散射积分值，获得背向散射积分曲线；根据关注心肌质点的背向散射积分曲线，计算该心肌质点的背向散射积分起伏程度。本发明方法可有效地区分正常心肌和缺血心肌。并可有效避免现有方法产生误判的情况。



1、一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，其特征在于该方法包括如下步骤：

- (1) 扫描被测对象心脏，连续采集超声射频信号；
- (2) 根据上述超声射频信号，重建反映扫描区域结构的 B 超图像序列；
- (3) 在上述 B 超图像序列的第一帧图像上选取关注的心肌质点；
- (4) 追踪上述关注心肌质点在其余各帧图像上的位置；
- (5) 根据关注的心肌质点在各帧的位置，从上述采集的超声射频信号中找出其在不同时刻的射频信号段，计算该射频信号段的背向散射积分值，获得背向散射积分曲线；
- (6) 根据关注心肌质点的背向散射积分曲线，计算该心肌质点的背向散射积分起伏程度。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于其中追踪关注心肌质点在其余各帧图像上的位置的方法，包括如下步骤：

- (1) 以关注的心肌质点为中心，在第一帧 B 超图像上选取一个正方形子图像，在第二帧 B 超图像的同样位置选取同样大小的正方形子图像。
- (2) 对从上述连续两帧 B 超图像中取出的两幅子图像进行光流计算，得到两幅子图像之间的位移场；
- (3) 计算上述位移场的平均位移值，将其作为关注心肌质点在两帧 B 超图像之间的位移；
- (4) 重复步骤 (1) ~ (3)，依次计算关注心肌质点在每相邻两帧 B 超图像中的位移。

一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法

技术领域

本发明一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，属于医学超声领域，特别用于心肌的超声组织定征即心肌缺血检测。

背景技术

冠心病和心肌梗塞在人群中的发病率非常高，尤其在中老年人群中，是当今社会的主要致死病因。经临床研究发现，大多数冠心病或心肌梗塞患者，在患病初期，均有心肌缺血症状。因此，如果能够及时发现他们的心肌缺血症状，找出心肌缺血的位置，就可能更及时地采取治疗措施，对预防和救治冠心病或心肌梗塞的病人提供技术上的帮助。

大量实验研究表明，心肌的超声背向散射积分(以下简称 IB)可以成为一个定量诊断心肌缺血的新参数。在实验中可以观察到，IB 随心动周期出现周期性的起伏，一般称这种周期性起伏的幅度为 CVIB。对正常心肌，CVIB 值较大，对缺血心肌，CVIB 值较小。如果得到心肌在整个心动周期的 IB 曲线，并计算 CVIB 值，就可以对心肌供血状况有一个基本了解。

目前，利用 IB 进行心肌缺血诊断的主要应用是由诊断人员在 B 超图上选取一点(实际对应于一小块心肌，称该点为关注点)，计算它的 CVIB 值以对其心肌供血状况进行分析。在已有技术，对关注点一般采用两种获得 IB 曲线的方法：

第一种方法是完全不考虑心肌的运动，即关注点坐标不随 B 超图像帧数的切换而变化。当诊断人员从第一帧 B 超图上选定对应于心肌的关注点后，取出该点坐标在 B 超图每一帧分别对应的射频信号，然后计算 IB，从而得到 IB 曲线。这种方法的缺点是存在计算误差。

第二种获取 IB 曲线的方法考虑了心肌的运动。由于自动跟踪关注点在各帧的坐标难以实现，大多数人采取了手工跟踪的方法，即由医生对 B 超图像逐帧地手工标出关注点的位置，然后再计算 IB 曲线。从效果上来说，这种做法确实优于第一种，但是，使用这种方法，诊断人员的工作量比较大，实用性因此受到很大限制。另外，由于对关注点的跟踪基于人的主观判断，不同的人对同一数据，可能会有不同的追踪结果，这为最后计算出的 CVIB 值带来了人为因素的影响。

发明内容

本发明的目的是提出一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，基于光流分析技术，自动跟踪关注心肌质点，在此基础上计算 CVIB，从而对关注点代

表的心肌供血情况做出准确的判断。

本发明提出的基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，包括如下步骤：

- (1) 扫描被测对象心脏，连续采集超声射频信号；
- (2) 根据上述超声射频信号，重建反映扫描区域结构的 B 超图像序列；
- (3) 在上述 B 超图像序列的第一帧图像上选取关注的心肌质点；
- (4) 追踪上述关注心肌质点在其余各帧图像上的位置；
- (5) 根据关注的心肌质点在各帧的位置，从上述采集的超声射频信号中找出其在不同时刻的射频信号段，计算该射频信号段的背向散射积分值，获得背向散射积分曲线；
- (6) 根据关注心肌质点的背向散射积分曲线，计算该心肌质点的背向散射积分起伏程度。

上述方法中追踪关注心肌质点在其余各帧图像上的位置的方法，包括如下步骤：

- (1) 以关注的心肌质点为中心，在第一帧 B 超图像上选取一个正方形子图像，在第二帧 B 超图像的同样位置选取同样大小的正方形子图像；
- (2) 对从上述连续两帧 B 超图像中取出的两幅子图像进行光流计算，得到两幅子图像之间的位移场；
- (3) 计算上述位移场的平均位移值，将其作为关注心肌质点在两帧 B 超图像之间的位移；
- (4) 重复步骤 (1) ~ (3)，依次计算关注心肌质点在每相邻两帧 B 超图像中的位移。

利用本发明提出的计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，对正常人，心肌缺血病人进行计算。结果表明，从正常人 B 超图像上选取关注心肌质点，或者从心肌缺血病人 B 超图像上选取位于非缺血区域的关注心肌质点，计算 CVIB 值，得到的结果明显大于关注心肌质点选取在心肌缺血病人 B 超图像的缺血区域时的结果，这表明本发明提出的方法可有效地区分正常心肌和缺血心肌。另外，对于现有基于固定点计算 CVIB 的方法，本发明所提方法可以有效避免现有方法可能产生误判的情况。此外，用基于光流分析的方法对关注心肌质点在各帧的位置进行追踪，得到的结果也比较准确。

附图说明：

图 1 为本发明方法中重建的 B 超图像。图像上的“*”号代表要关注的心肌质点。

图 2 是本发明的基于光流计算追踪关注心肌质点的原理示意图，其中图 2(a) 和 2(b) 为 B 超图像中选出的连续两帧，正方形框为选出的子图像；图 2(c) 按照坐标对应关系将光流计算结果叠加上 B 超图像的子图像。

图 3 为将心肌质点追踪的结果与对应 IB 曲线和心电信号进行比较示意图，其中图 3(a) 为关注心肌质点相对于第一帧 B 超图像在 x 方向的位移情况，图 3(b) 为关注心肌

质点相对于第一帧 B 超图像在 y 方向的位移情况, 图 3(c) 为 IB 曲线的变化情况, 图 3(d) 为心电信号。

具体实施方式

本发明提出的基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法, 其具体步骤为:

(1) 扫描被测对象心脏, 连续采集超声射频信号。本发明的实施例中, 用常用 B 超设备的探头对被测对象进行扫描, 从 B 超设备内部电路提取波束合成后的射频信号, 经过放大, 用高速数据采集卡进行采集, 一般要求采集时间超过 1 秒, 采样率 10M, 本发明一实施例使用的是 AD-LINK 公司的 PCI-9812 数据采集卡。

(2) 根据上述超声射频信号, 重建反映扫描区域结构的 B 超图像序列, 重建 B 超图像序列的方法为: 对射频信号去直流后, 做 HILBERT 变换, 然后按照 B 超系统中的 DSC 算法, 即可形成最后图像序列。图 1 为重建的 B 超图像序列中的第一帧。

(3) 在上述 B 超图像序列的图 1 所示的第一帧图像上选取关注的心肌质点, 图 1 中的 “*” 号为选取的心肌质点。

(4) 追踪上述关注心肌质点在其余各帧图像上的位置;

(5) 根据关注的心肌质点在各帧的位置, 从上述采集的超声射频信号中找出其在不同时刻的射频信号段, 计算该射频信号段的背向散射积分值, 获得背向散射积分曲线。计算 IB 的公式为:

$$IB(t_0) = 10 \log_{10} \left(\int_{t_0 - \Delta t}^{t_0 + \Delta t} x^2(t) dt \right) \quad (1)$$

公式(1)中, $x(t)$ 是指射频信号。

(6) 根据关注心肌质点的背向散射积分曲线, 计算该心肌质点的背向散射积分起伏程度。计算 CVIB 可以采取公开文献的任何一种方法, 本实施例使用一阶傅立叶级数法, 其过程为:

$$CVIB = 4 * \max(|X(k)|) / N \quad (2)$$

其中, N 是 IB 序列的长度, $X(k)$ 是长度为 N 的 IB 序列在频域 $10*N$ 点的 CZT 变换。

上述方法中追踪关注心肌质点在其余各帧图像上的位置的方法是基于光流分析的方法, 其过程包括如下步骤:

(1) 以关注的心肌质点为中心, 在第一帧 B 超图像上选取一个正方形子图像, 在第二帧 B 超图像的同样位置选取同样大小的正方形子图像。参见图 2(a) 和图 2(b), 图 2(a) 和图 2(b) 为连续的两帧 B 超图像, 方框内为选取的子图像。

(2) 对从上述连续两帧 B 超图像中取出的两幅子图像进行光流计算, 得到两幅子图像之间的位移场。此处使用的光流分析方法为 phase based optical flow 方法, 对图 2(a) 和图 2(b) 选出的子图像, 光流分析的结果见图 2(c), 图 2(c) 为光流计算的结果按照坐标对应关系叠加到原子图像的结果 (相对于图 2(a) 和图 2(b) 显示的子图

像，图 2(c) 有一定放大)。

(3) 计算上述位移场的平均位移值，将其作为关注心肌质点在两帧 B 超图像之间的位移；

(4) 重复上述步骤 (1) ~ (3)，依次计算关注心肌质点在每相邻两帧 B 超图像中的位移。需要注意，在每帧选取用于相关计算的子图像的位置并非都和第一帧选取的子图像一样，要根据所追踪到的关注点位置随时进行调整，保证关注点始终处于用于相关计算的子图像中央。

表 1，表 2 分别显示了正常人和室间隔心肌缺血病人室间隔处心肌的 CVIB 计算结果比较、室间隔心肌缺血病人室间隔心肌和其余位置心肌 CVIB 比较、从表 1、表 2 可以看到用本发明所说方法对缺血心肌和正常心肌的 CVIB 计算结果有非常明显的区别。表 3 是用本专利所说的方法和传统基于固定点的方法分别进行计算 CVIB 的比较，可以看到，对基于固定点的方法可能导致 CVIB 计算有误的情况(关注心肌质点选到心肌边缘)，本发明所提方法可以有效避免。

图 3 为对心肌质点追踪的结果、对应 IB 曲线、心电信号相互比较情况。其中图 3(a) 为关注点相对于第一帧在 x 方向的位移情况，图 3(b) 为关注点相对于第一帧在 y 方向的位移情况，图 3(c) 为 IB 曲线的变化情况，图 3(d) 为心电信号。从图 3 可以看到， x 方向位移， y 方向位移，IB 曲线都显示出了良好的周期性，其中 x 方向位移的周期性略差一些，不过在可接受范围内，另外这种周期性是和心动周期(即心电信号的信号)吻合非常好，这和心肌运动特征相符合。这证明本发明所提关注点追踪方法很准确。

表1 正常人和室间隔心肌缺血病人室间隔CVIB比较

序号	心肌状况	CVIB(dB 均值±方差)
1	正常	5.68±0.357
2	正常	4.92±0.424
3	正常	6.21±0.712
4	正常	5.88±0.312
5	正常	6.02±0.411
6	缺血	2.93±0.301

表2 室间隔心肌和其余位置心肌CVIB比较

序号	心肌位置	心肌状态	CVIB(dB 均值±方差)
1	室间隔	缺血	2.93±0.301
2	侧壁	正常	4.85±0.412
3	后壁偏左	正常	6.42±0.373
4	后壁偏右	正常	4.71±0.511
5	下壁	正常	4.11±0.436

表3 基于固定点CVIB计算和基于相关追踪CVIB计算结果比较

CVIB 计算结果比较	CVIB 值 (dB)	
	基于固定点	光流追踪
室间隔中部	3.07	3.10
室间隔右下边缘	6.76	3.31

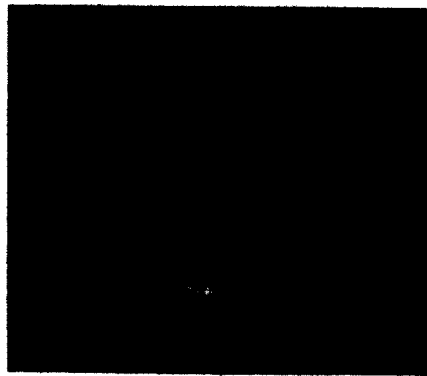


图 1

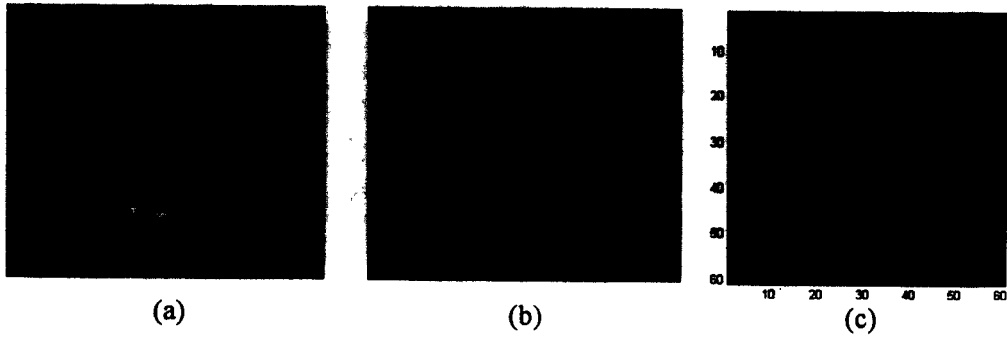


图 2

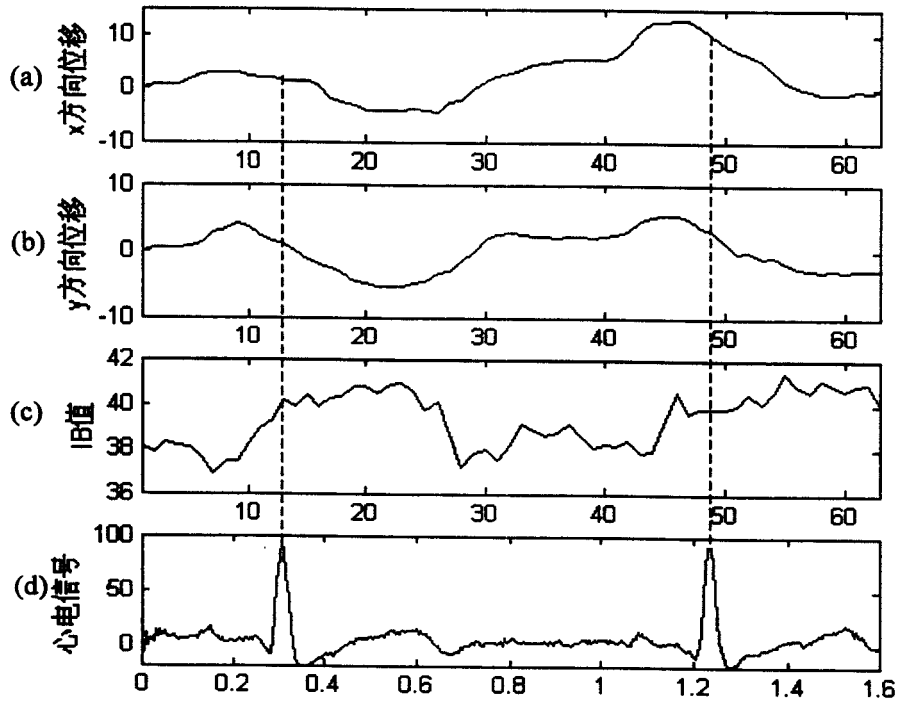


图 3

专利名称(译)	一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法		
公开(公告)号	CN1586403A	公开(公告)日	2005-03-02
申请号	CN200410062764.X	申请日	2004-07-09
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	白净 蒋勇 张永红		
发明人	白净 蒋勇 张永红		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	罗文群		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于光流分析计算心肌背向散射积分起伏程度的方法，属于医学超声领域。首先扫描被测对象心脏，连续采集超声射频信号；根据超声射频信号，重建反映扫描区域结构的B超图像序列；在B超图像序列的第一帧图像上选取关注的心肌质点；追踪关注心肌质点在其余各帧图像上的位置；根据关注的心肌质点在各帧的位置，从采集的超声射频信号中找出其在不同时刻的射频信号段，计算该射频信号段的背向散射积分值，获得背向散射积分曲线；根据关注心肌质点的背向散射积分曲线，计算该心肌质点的背向散射积分起伏程度。本发明方法可有效地区分正常心肌和缺血心肌。并可有效避免现有方法产生误判的情况。

