



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105930665 B

(45)授权公告日 2018.06.29

(21)申请号 201610267041.6

(22)申请日 2016.04.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105930665 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 吴水才 王月 周著黄

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 张慧

(51)Int.Cl.
G16H 50/50(2018.01)
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103784163 A,2014.05.14,

CN 104116524 A,2014.10.29,

CN 104873221 A,2015.09.02,

闫珊玲等.肝脏回声衰减系数定量分析肝
脏脂肪含量方法研究.《临床和实验医学杂志》
.2016,第15卷(第5期),

PAUL L. CARSON et al..ULTRASOUND
ATTENUATION COEFFICIENT IN THE FETAL
LIVER AS A FUNCTION OF GESTATIONAL AGE.
《Ultrasound in Med. & Biol.》.1990,第16卷
(第4期),

盛磊等.基于超声衰减系数的微波热疗无
损测温.《北京生物医学工程》.2014,第33卷(第6
期),

审查员 程呈

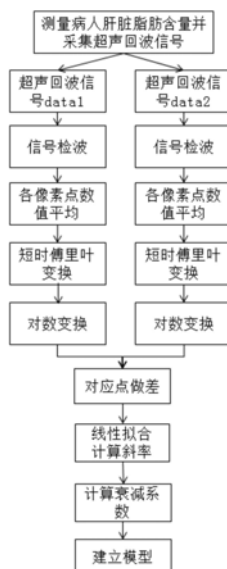
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测
量方法

(57)摘要

一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测
量方法,属于信号处理和肝脏衰减系数技术领
域。测量不同程度脂肪肝患者肝脏脂肪含量,并
扫描采集不同频率f1、f2下的超声回波信号,利
用希尔伯特变换对超声回波信号进行检波,再利
用短时傅里叶变换对检波信号进行时频分析,计
算每个采样时刻不同频率对应幅值的平均值,对
各个采样点的平均值进行对数变换,然后两组数
据对应点做差,对连续的50个点进行线性拟合求
直线斜率,最终求得对应点的衰减系数,可用于
对肝脏组织进行实时、精确的衰减系数计算,最
后,通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对
应关系,建立模型,通过计算肝脏的超声衰减系
数推测肝脏脂肪含量,实现对肝脏脂肪含量的无
创测量。



1. 一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

1.0. 测定多例不同程度脂肪肝患者或体模的肝脏脂肪含量,利用不同频率的超声探头扫描病人肝脏组织获取超声回波信号data1和data2;

1.1. 对超声回波信号data1和超声回波信号data2进行检波得到env_data1和env_data2,并求每个像素点的平均值mean_data1和mean_data2;

1.2. 对mean_data1和mean_data2所有列数据,对其每一列做短时傅里叶变换分别得到每一列对应的时频分析矩阵S1和S2,计算每个时刻点各频率分量的平均值,得到一维矩阵mean_S1和mean_S2;

1.3. 对mean_S1和mean_S2进行对数变换得到一维矩阵log_S1和log_S2,并对对应点做差得到一维矩阵log_S;

1.4. 对一维矩阵log_S进行线性拟合,计算超声衰减系数;

1.5. 对1.2中mean_data1和mean_data2所有列数据中的每一列,重复1.3和1.4;

1.6. 通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对应关系,建立模型;

1.7. 然后通过肝脏超声衰减系数,借助1.6建立的模型可以得到测定肝脏脂肪含量。

2. 根据权利要求1所述的一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法,其特征在于:

步骤1.1包括以下步骤:

2.1对超声回波信号data1和超声回波信号data2进行希尔伯特变换,并取绝对值,得到检波信号env_data1和env_data2;

2.2求每个数据点env_data(i, j)周围横向36个像素点、纵向20个像素点平均值,赋给env_data(i, j)点,遍历所有的数据点,得到mean_data1和mean_data2。

3. 根据权利要求1所述的一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法,其特征在于:所述的步骤1.2包括:

3.1以mean_data1和mean_data2的任意一列q列数据为例,对其做短时傅里叶变换得到时频分析矩阵S1和S2,横坐标为时间,纵坐标为频率;

3.2计算S1和S2每一纵列的平均值,得到每个时刻的频率分量的平均值mean_S1和mean_S2。

4. 根据权利要求1所述的一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法,其特征在于:所述的步骤1.3包括:

4.1计算mean_S1和mean_S2的最大值max_S1和max_S2;

4.2用mean_S1中所有值除以max_S1,用mean_S2中所有值除以max_S2,再取20倍的对数得到log_S1和log_S2;

4.3对log_S1和log_S2做差,得到结果log_S。

5. 根据权利要求1所述的一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法,其特征在于:所述的步骤1.4包括:

5.1取一维矩阵log_S中第i个数据及第i个数据之后的49个数据点log_S(1, i:i+49)总共连续50个点的的数据,进行线性拟合,得到拟合直线斜率b;

5.2将b带入计算公式 $a = b / [2(f_2 - f_1)]$,计算超声衰减系数a;f1、f2为超声波不同频率;

5.3点数i从1依次取到 $\log_2 S$ 最后倒数第50个数,重复5.1和5.2。

一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于信号处理和肝脏衰减系数技术领域,特别涉及一种新型肝脏组织超声衰减系数的计算方法,是基于对不同频率 f_1 、 f_2 (超声探头中心频率)下采集的超声回波信号处理来消除超声系统本身对计算结果影响并进行肝脏脂肪定量测量研究的关键技术。

背景技术

[0002] 脂肪肝是由于各种原因引起的肝细胞内脂肪堆积过多的病变,是仅次于病毒性肝炎的第二大肝病。脂肪肝属于可逆性疾病,早期诊断并治疗常可恢复正常。目前,临床上进行肝脏病变检测的技术有超声成像和计算机断层扫描技术(CT)。传统的超声成像不能对肝脏病变程度进行定量研究,CT被认为肝脏脂肪定量测量的金标准,但是CT检查费用昂贵,且对病人有一定的辐射,不适合长期监测。超声成像以其成本低廉,无电离辐射伤害、实时成像等优点成为国内外学者争相研究的对象。

[0003] 超声波在生物组织内传播过程中,会发生反射、散射、衍射、吸收等一系列物理现象,导致超声波能量的衰减。当肝脏组织发生病变(如肝脏脂肪含量增加),信号传播过程中单位距离内能量的衰减会发生改变,即组织的超声衰减系数发生了改变。基于上述基本知识,通过大量测定临床不同程度脂肪肝患者的肝脏脂肪含量和计算其肝脏超声衰减系数,通过超声衰减系数和肝脏脂肪含量的对应关系,建立模型(不同范围内的肝脏超声衰减系数对应不同程度的肝脏脂肪含量)。目前,肝脏衰减系数测量方法主要分为两大类:时域法(零交叉技术、参照体模法等)和频域法(谱移法和谱差法等)。时域法即在时间领域内对信号进行处理,此方法能够对信号进行实时处理,但是对于超声系统和其他非组织吸收因素对于信号衰减的影响不易进行补偿,缺少灵活性;频域法即在频域领域内对信号进行处理,测量过程灵活,但是此方法一般需要离线处理。

[0004] 最大限度降低除组织吸收外影响超声信号能量衰减的其他因素,同时又具有很高的实时性是基于衰减系数进行肝脏脂肪定量研究的关键。总结时域和频域内超声衰减系数的计算方法,大致基于两种状态进行计算:基于同一组织不同深度下的回波信号进行时域、频域处理;基于参照组和实验组同一深度回波信号进行时域、频域处理。上述方法容易受信号传播过程中散射因素、超声仪器本身因素的影响。

发明内容

[0005] 本发明旨在提出一种实时、准确的肝脏超声衰减系数计算方法,并进行肝脏脂肪定量研究。本发明基于测量临床上不同程度脂肪肝患者肝脏脂肪含量,并扫描采集不同频率 f_1 、 f_2 下的超声回波信号,在频域范围内进行处理。首先,用希尔伯特变换对两组超声回波信号进行检波,并对每点的像素进行平均,极大地减小了数据的突变性;用短时傅里叶变换进行时频分析,计算每个采样时刻频率分量的平均值;再对此平均值进行对数变换,使频域内相乘的部分转变为对数相加部分,便于对各个分量进行处理;将两组数据进行对应点做差,滤去除组织吸收以外其他对衰减有影响的因素;对连续50个数据点进行线性拟合,进

行超声衰减系数精确、实时计算；最后，通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对应关系，建立模型（不同范围内的超声衰减系数对应不同程度的肝脏脂肪含量）。

[0006] 具体技术内容包括如下步骤：

[0007] 1.0. 测定多例不同程度脂肪肝患者或体模的肝脏脂肪含量，利用不同频率的超声探头扫描病人肝脏组织获取超声回波信号data1和data2；

[0008] 1.1. 对超声回波信号data1和超声回波信号data2进行检波得到env_data1和env_data2，并求每个像素点的平均值mean_data1和mean_data2；

[0009] 1.2. 对mean_data1和mean_data2所有列数据，对其每一列做短时傅里叶变换分别得到每一列对应的时频分析矩阵S1和S2，计算每个时刻点各频率分量的平均值，得到一维矩阵mean_S1和mean_S2；

[0010] 1.3. 对mean_S1和mean_S2进行对数变换得到一维矩阵log_S1和log_S2，并对对应点做差得到一维矩阵log_S；

[0011] 1.4. 对一维矩阵log_S进行线性拟合，计算超声衰减系数；

[0012] 1.5. 对1.2中mean_data1和mean_data2所有列数据中的每一列，重复1.3和1.4。

[0013] 1.6. 通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对应关系，建立模型（不同范围内的超声衰减系数对应不同程度的肝脏脂肪含量）；

[0014] 1.7. 然后通过肝脏超声衰减系数，借助1.6建立的模型可以得到测定肝脏脂肪含量。

[0015] 上述步骤1.1具体包括如下步骤：

[0016] 2.1对超声回波信号data1和超声回波信号data2进行希尔伯特变换，并取绝对值，得到检波信号env_data1和env_data2。

[0017] 2.2求每个数据点env_data(i, j)周围横向36个像素点、纵向20个像素点平均值，赋给env_data(i, j)点，遍历所有的数据点，得到mean_data1和mean_data2；

[0018] 上述步骤1.2具体包括如下步骤：

[0019] 3.1以mean_data1和mean_data2的任意一列q列数据为例，对其做短时傅里叶变换得到时频分析矩阵S1和S2，（横坐标为时间，纵坐标为频率）；

[0020] 3.2计算S1和S2每一纵列的平均值，得到每个时刻的频率分量的平均值mean_S1和mean_S2；

[0021] 上述步骤1.3具体包括如下步骤：

[0022] 4.1计算mean_S1和mean_S2的最大值max_S1和max_S2；

[0023] 4.2用mean_S1中所有值除以max_S1，用mean_S2中所有值除以max_S2，再取20倍的对数得到log_S1和log_S2；

[0024] 4.3对log_S1和log_S2做差，得到结果log_S。

[0025] 上述步骤1.4具体包括如下步骤：

[0026] 5.1取一维矩阵log_S中第i个数据及第i个数据之后的49个数据点log_S(1, i:i+49) 总共连续50个点的的数据，进行线性拟合，得到拟合直线斜率b；

[0027] 5.2将b带入计算公式 $a = b / [2(f_2 - f_1)]$ ，计算超声衰减系数a；

[0028] 5.3点数i从1依次取到log_S最后倒数第50个点数，重复5.1和5.2。

[0029] 有益效果

[0030] 1.本发明中超声衰减系数计算简便,具有实时性,可直接使用在临床现有的超声设备中。

[0031] 2.本发明中超声衰减系数计算方法能够有效的降低超声系统本身对于计算结果的影响,使得计算结果更加精确。

[0032] 3.本发明中超声衰减系数计算方法通过利用field_II软件仿真超声回波信号和利用Terason T3000扫描超声体模采集超声回波信号进行计算验证,具有很高的精度。

[0033] 4.本发明保证临床上可以通过计算肝脏超声衰减系数推测肝脏脂肪含量,实现临床上肝脏脂肪含量的无创测量。

附图说明

[0034] 图1:本发明方法的流程图;

[0035] 图2:本发明方法中信号检波流程图;

[0036] 图3:本发明方法中线性回归流程图;

[0037] 图4:本发明方法中短时傅里叶变换流程图。

具体实施方式

[0038] 本发明中超声衰减系数算法验证所使用数据均来自用不同频率的超声探头扫描临床上不同程度脂肪肝患者的肝脏组织。具体实施步骤如下:

[0039] 1.临床上或试验中,测量多例不同程度脂肪肝患者的肝脏脂肪含量,利用不同频率的超声探头扫描病人肝脏组织获取超声回波信号data1和data2。

[0040] 2.对超声回波数据data1和超声回波数据data2进行检波,得到检波信号env_data1和env_data2,并求每个像素点的平均值mean_data1和mean_data2。

[0041] (1) 检波过程(见说明书附图图2):对超声回波信号data1和data2做希尔伯特变换,并取绝对值得到env_data1和env_data2。

[0042] (2) 平均过程:求每个数据点env_data(i,j)周围横向36个像素点、纵向20个像素点平均值,结果为env_data(i,j)点的平均像素,遍历所有的数据点,得到mean_data1和mean_data2;

[0043] 3.以mean_data1和mean_data2的第q列数据为例,对其做短时傅里叶变换,计算每个时刻点各频率分量的平均值,得到一维矩阵mean_S1和mean_S2。

[0044] (1) 短时傅里叶变换(以第q列数据为例,见说明书附图图4):对mean_data1和mean_data2第q列数据进行短时傅里叶变换,得到时频分析矩阵S1(m1*n1)和S2(m1*n1)(横坐标为时间,纵坐标为频率);

[0045] (2) 各时刻分量频率平均值: $mean_S(1, j) = \sum_{i=1}^{m1} S(i, j) / m1$
 $mean_S2(1, j) = \sum_{i=1}^{m1} S2(i, j) / m1$

[0046] j依次取1到n1所有值,遍历所有列;

[0047] 4.对mean_S1和mean_S2进行对数变换得到一维矩阵log_S1和log_S2,并对对应点做差得到log_S。

[0048] (1) 寻找mean_S1和mean_S2的最大值max_S1和max_S2;

- [0049] (2) 对数变换： $\log_S1=20*\log(\text{mean_S1}/\text{max_S1})$ ，
- [0050] $\log_S2=20*\log(\text{mean_S2}/\text{max_S2})$ ；
- [0051] (3) 对应点做差： $\log_S=\log_S1-\log_S2$ ；
- [0052] 5. 对 \log_S 连续50个点进行线性拟合(见说明书附图图3)，计算超声衰减系数。
- [0053] (1) 取 $\log_S(1,i:i+49)$ 连续50个点的数据，进行线性拟合，得到拟合直线斜率 b ；
- [0054] (2) 将 b 带入计算公式 $a=b/[2(f2-f1)]$ ，计算超声衰减系数 a ；
- [0055] (3) 点数 i 从1取到 \log_S 最大列数减去49，重复5.1和5.2；
- [0056] 6. 列数 q 从1依次取到 mean_data1 和 mean_data2 的最后一列，重复步骤3,4,和5。
- [0057] 7. 通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对应关系，建立模型(不同范围内的超声衰减系数对应不同程度的肝脏脂肪含量)。

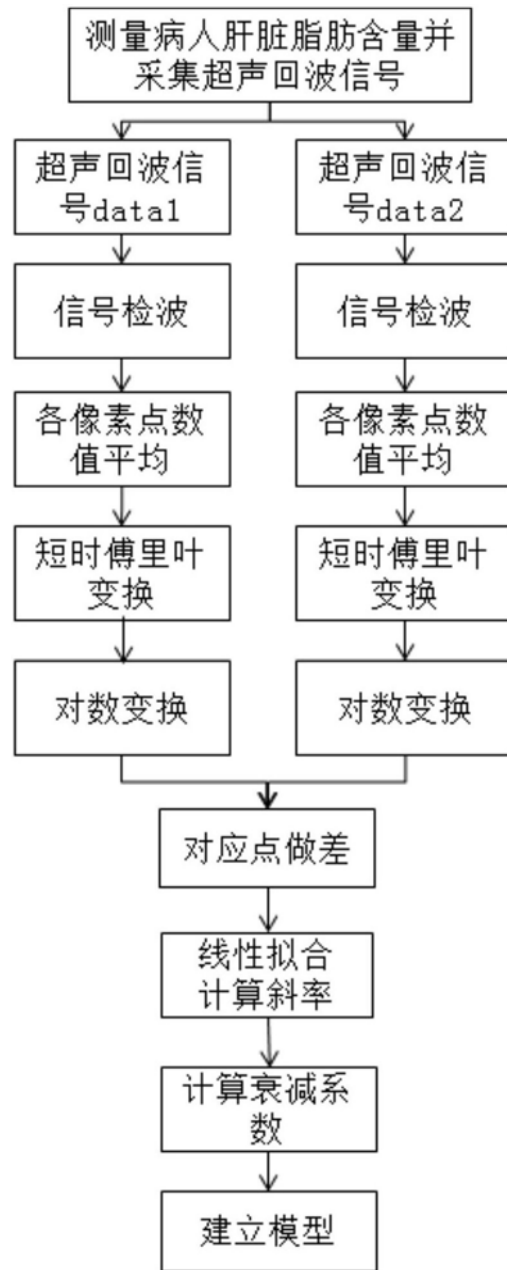


图1



图2

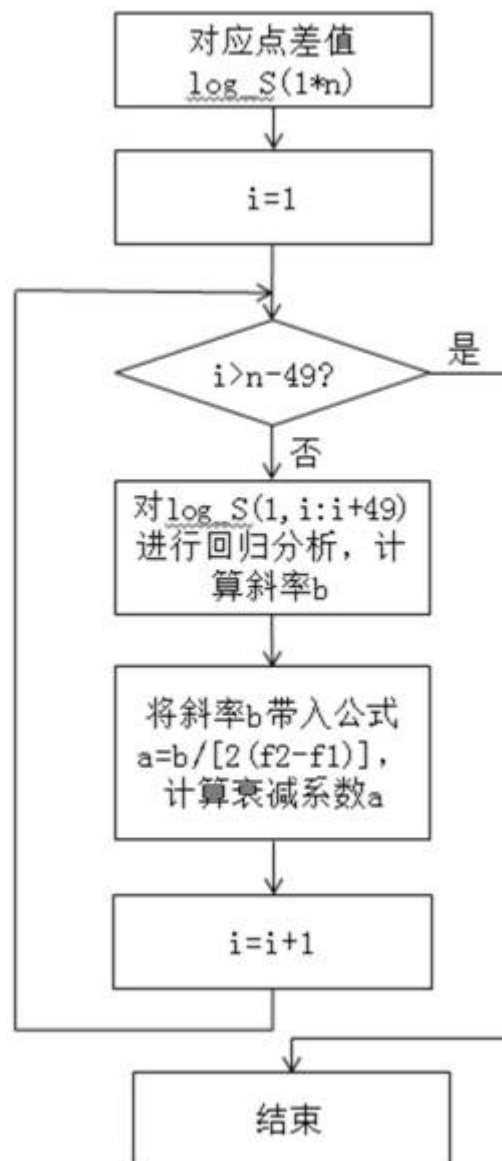


图3

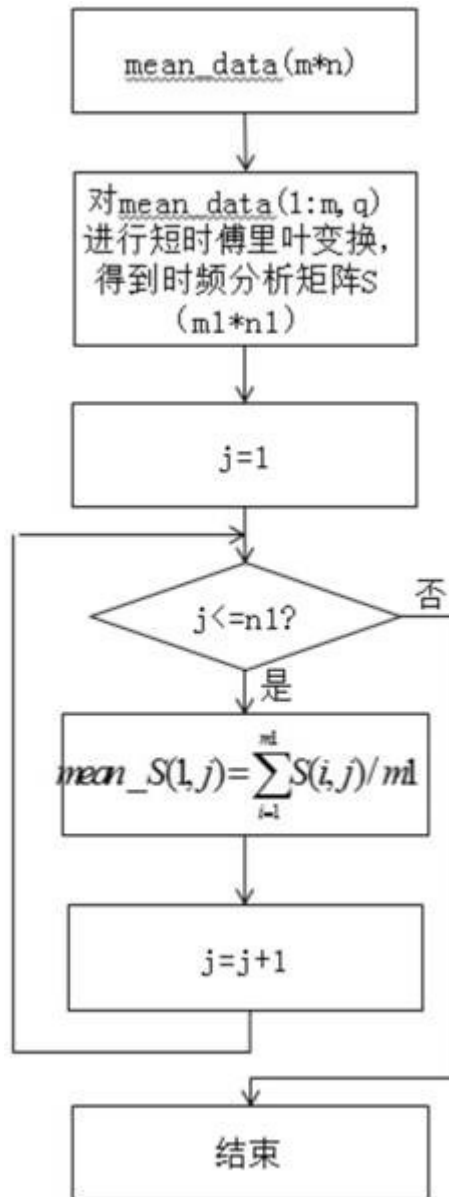


图4

专利名称(译)	一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法		
公开(公告)号	CN105930665B	公开(公告)日	2018-06-29
申请号	CN201610267041.6	申请日	2016-04-26
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	吴水才 王月 周著黄		
发明人	吴水才 王月 周著黄		
IPC分类号	G16H50/50 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 A61B8/5207 G16H50/50		
代理人(译)	张慧		
审查员(译)	程呈		
其他公开文献	CN105930665A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于超声衰减系数的肝脏脂肪定量测量方法，属于信号处理和肝脏衰减系数技术领域。测量不同程度脂肪肝患者肝脏脂肪含量，并扫描采集不同频率 f_1 、 f_2 下的超声回波信号，利用希尔伯特变换对超声回波信号进行检波，再利用短时傅里叶变换对检波信号进行时频分析，计算每个采样时刻不同频率对应幅值的平均值，对各个采样点的平均值进行对数变换，然后两组数据对应点做差，对连续的50个点进行线性拟合求直线斜率，最终求得对应点的衰减系数，可用于对肝脏组织进行实时、精确的衰减系数计算，最后，通过肝脏脂肪含量和肝脏超声衰减系数的对应关系，建立模型，通过计算肝脏的超声衰减系数推测肝脏脂肪含量，实现对肝脏脂肪含量的无创测量。

