



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101799914 A

(43) 申请公布日 2010.08.11

(21) 申请号 200910242806.0

(22) 申请日 2009.12.17

(71) 申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村
3号

(72) 发明人 肖扬

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 麻吉凤 毛燕生

(51) Int. Cl.

G06T 5/00(2006.01)

G06T 7/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

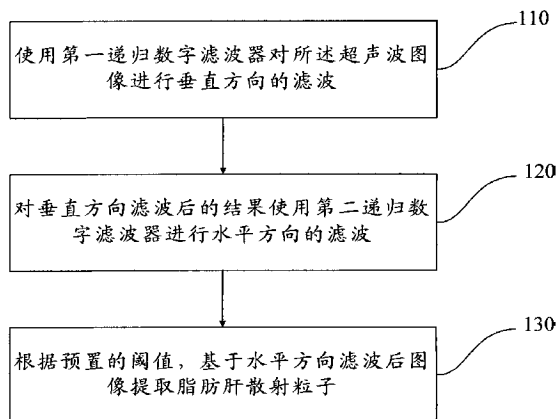
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及系统。所述方法在获取包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像后,进行如下处理:使用第一递归数字滤波器对所述超声波图像进行垂直方向的滤波;对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波;根据预置的阈值,基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。本发明中,基于二维递归滤波,去除与脂肪肝散射粒子混迭的噪声,从水平方向和垂直水平方向对超声波图像进行滤波和脂肪肝散射粒子纹理信息提取处理,进而有效地提取脂肪肝散射粒子,提高脂肪肝临床诊断的准确性。



1. 一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,其特征在于,在获取包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像后,进行如下处理:

垂直方向滤波步骤,使用第一递归数字滤波器对所述超声波图像进行垂直方向的滤波;

水平方向滤波步骤,对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波;

脂肪肝散射粒子提取步骤,根据预置的阈值,基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。

2. 根据权利要求1所述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,其特征在于,所述垂直方向滤波步骤和所述水平方向滤波步骤中,所述第一递归数字滤波器的传递函数 $H(z_1)$ 和所述第二递归数字滤波器的传递函数 $H(z_2)$ 分别为:

$$H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}};$$

$$H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}};$$

其中 z_1 为第一递归数字滤波器的垂直方向的延迟算子, z_2 为第二递归数字滤波器的水平方向的延迟算子;

并且,所述传递函数为 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的参数设计包括:

截止频率、角频率设定步骤,设 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器数字截止角频率;

参数计算步骤,确定所述传递函数 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数:

$$a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$a_{i,1} = 2a_{i,0},$$

$$a_{i,2} = a_{i,0}$$

$$b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2,$$

$$b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2)$$

其中, $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 、 $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 。

3. 根据权利要求2所述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,其特征在于,所述包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像通过如下方式确定:

$$y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$$

其中, $y(n_1, n_2)$ 为包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像, $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声; $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量。

4. 根据权利要求3所述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,其特征在于,所述垂直方向滤波步骤和所述水平方向滤波步骤中,第一递归数字滤波器 $H(z_1)$ 对包含脂肪肝散射粒

子的数字图像进行垂直方向的滤波,滤波器的输出:

$$z(n_1, n_2) = a_{1,0}y(n_1, n_2) + a_{1,1}y(n_1-1, n_2) + a_{1,2}y(n_1-2, n_2) - b_{1,1}z(n_1-1, n_2) + b_{1,2}z(n_1-2, n_2)$$

第二递归数字滤波器 $H(z_2)$ 对垂直方向的滤波结果 $z(n_1, n_2)$ 进行水平方向的滤波,滤波器的输出为

$$w(n_1, n_2) = a_{2,0}z(n_1, n_2) + a_{2,1}z(n_1, n_2-1) + a_{2,2}z(n_1, n_2-2) - b_{2,1}w(n_1, n_2-1) - b_{2,2}w(n_1, n_2-2)$$

$w(n_1, n_2)$, $w(n_1, n_2)$ 为二维递归滤波后图像。

5. 根据权利要求4所述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,其特征在于,所述脂肪肝散射粒子提取步骤中,包括如下步骤:

阈值设定步骤,设定阈值 $c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$, 所述 $w(n_1, n_2)$ 为所述水平方向滤波后图像数据;

提取步骤,对所述水平方向滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 进行处理:

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c, \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

然后,依据图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度值,确定脂肪肝散射粒子的图像。

6. 一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取系统,其特征在于,包括:

垂直方向滤波模块,用于使用第一递归数字滤波器对获取的包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像进行垂直方向的滤波;

水平方向滤波模块,用于对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波;

脂肪肝散射粒子提取模块,用于根据预置的阈值,基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。

7. 根据权利要求6所述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统,其特征在于,所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中,所述第一递归数字滤波器的传递函数 $H(z_1)$ 和所述第二递归数字滤波器的传递函数 $H(z_2)$ 分别为:

$$H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}};$$

$$H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}};$$

其中 z_1 为第一递归数字滤波器的垂直方向的延迟算子, z_2 为第二递归数字滤波器的水平方向的延迟算子;

并且,所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中,还包括用于设计传递函数为 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的工作参数的子模块:

截止频率、角频率设定子模块,用于设定 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器数字截止角频率;

参数计算子模块,用于确定所述传递函数 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数:

$$a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$a_{i,1} = 2a_{i,0},$$

$$a_{i,2} = a_{i,0}$$

$$b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2)/(1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2)/(1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2)$$

其中, $f_{c,i}, i = 1, 2, \omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}, i = 1, 2$ 。

8. 根据权利要求 6 所述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统, 其特征在于, 所述包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像通过如下方式确定:

$$y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$$

其中, $y(n_1, n_2)$ 为包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像, $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声; $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量。

9. 根据权利要求 7 所述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统, 其特征在于, 所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 第一递归数字滤波器 $H(z_1)$ 对包含脂肪肝散射粒子的数字图像进行垂直方向的滤波, 滤波器的输出:

$$z(n_1, n_2) = a_{1,0}y(n_1, n_2) + a_{1,1}y(n_1-1, n_2) + a_{1,2}y(n_1-2, n_2) - b_{1,1}z(n_1-1, n_2) + b_{1,2}z(n_1-2, n_2)$$

第二递归数字滤波器 $H(z_2)$ 对垂直方向的滤波结果 $z(n_1, n_2)$ 进行水平方向的滤波, 滤波器的输出为

$$w(n_1, n_2) = a_{2,0}z(n_1, n_2) + a_{2,1}z(n_1, n_2-1) + a_{2,2}z(n_1, n_2-2) - b_{2,1}w(n_1, n_2-1) - b_{2,2}w(n_1, n_2-2)$$

$w(n_1, n_2)$, $w(n_1, n_2)$ 为二维递归滤波后图像。

10. 根据权利要求 7 所述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统, 其特征在于, 所述脂肪肝散射粒子提取模块中, 包括如下子模块:

阈值设定子模块, 用于设定阈值 $c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$, 所述 $w(n_1, n_2)$ 为所述水平方向滤波后图像数据;

提取子模块, 用于对所述水平方向滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 进行处理:

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

然后, 依据图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度值, 确定脂肪肝散射粒子的图像。

基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及其系统。

背景技术

[0002] B型超声成像（简称B超）检查是确诊有无脂肪肝的重要依据，也可用来检测其发展过程，且简便价廉不会给患者带来痛苦和损害。因此，目前B超检查已作为诊断脂肪肝的首选方法，并可用于人群脂肪肝发病率的流行病学调查。B超检查可以清晰地显示肝脏轮廓及肝实质的形态和结构，肝脏的各种不同病变能够显示不同的声像图，从而对各种肝病作出病因诊断。目前通过B超检查可以确定肝脏肿瘤、肝脓肿、脂肪肝等许多疾病。B超可检出肝脂肪含量达30%以上的脂肪肝，超声诊断敏感性可达90%。

[0003] 肝组织以肝小叶为基质，并由分隔肝小叶的结缔组织、血管网、肝管等组成。对超声检查起主要贡献的是胶原蛋白，而胶原蛋白主要集中在结缔组织等叶间组织中，可近似视为散射粒子。脂肪肝的病变组织（脂肪肝散射粒子）由于组织内脂肪的堆积，使其密度比正常肝组织高，因而对超声波产生较强的反射波（高回声）。

[0004] 与正常肝图像相比，脂肪肝有其特征性声像学改变：①肝区前场存在点状高回声（明显高于脾脏和肾脏）；②肝区后场出现回声衰减，光点稀疏；③肝内管道结构显示不清；④肝脏轻度或中度肿大，肝前缘变钝。凡具备第1项加其余1项以上者可确诊为脂肪肝，仅具备第1项者作为疑似诊断。

[0005] 超声波在肝组织内的散射可分为三类：散射体远大于超声波波长、散射粒子尺寸与超声波波长等数量级和散射粒子尺寸远小于超声波波长。超声探头所接收的信号为三者信号的迭加。超声波脂肪肝散射粒子的回波信号与脂肪病变组织的密度和体积有关。若脂肪病变组织密度高，则对应的超声图像的光点较亮（即图像像素的灰度值高）；若脂肪病变组织体积大则对应的超声图像的亮光斑的尺度较大。脂肪肝的原始图像中，亮光斑成片的区域即脂肪病变组织。提取脂肪肝散射粒子实际上就是由脂肪肝超声波图像提取图像中的灰度值高的像素集合。

[0006] 因此，脂肪肝散射粒子的尺度和密度对于确定脂肪肝的严重的程度至关重要，有效提取脂肪肝散射粒子的信号是正确诊断脂肪肝的前提。但是，脂肪肝散射粒子的回波与系统噪声在空域和频域混迭的，因为两者同属宽带信号，现有的二维离散傅立叶变换或二维离散小波变换方法去除系统噪声、频率干扰时，或提取脂肪肝特征时，在滤除系统噪声的过程中，有可能将脂肪肝散射粒子的响应信号滤除。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及其系统，基于该发明，可以有效地提取脂肪肝散射粒子信号，提高脂肪肝临床诊断的准确性。

[0008] 本发明一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,在获取包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像后,进行如下处理:垂直方向滤波步骤,使用第一递归数字滤波器对所述超声波图像进行垂直方向的滤波;水平方向滤波步骤,对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波;脂肪肝散射粒子提取步骤,根据预置的阈值,基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。

[0009] 在上述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,优选所述垂直方向滤波步骤和所述水平方向滤波步骤中,所述第一递归数字滤波器的传递函数 $H(z_1)$ 和所述第二递归数字滤波器的传递函数 $H(z_2)$ 分别为:

$$[0010] \quad H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}};$$

$$[0011] \quad H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}};$$

[0012] 其中 z_1 为第一递归数字滤波器的垂直方向的延迟算子, z_2 为第二递归数字滤波器的水平方向的延迟算子;

[0013] 并且,所述传递函数为 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的参数设计包括:

[0014] 截止频率、角频率设定步骤,设 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器数字截止角频率;

[0015] 参数计算步骤,确定所述传递函数 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数:

$$[0016] \quad a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0017] \quad a_{i,1} = 2a_{i,0}$$

$$[0018] \quad a_{i,2} = a_{i,0},$$

$$[0019] \quad b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0020] \quad b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2),$$

[0021] 其中, $f_{c,i}$, $i = 1, 2$, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 。

[0022] 在上述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,优选所述包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像通过如下方式确定:

$$[0023] \quad y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$$

[0024] 其中, $y(n_1, n_2)$ 为包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像, $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声; $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量。

[0025] 在上述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法,优选所述垂直方向滤波步骤和所述水平方向滤波步骤中,第一递归数字滤波器 $H(z_1)$ 对包含脂肪肝散射粒子的数字图像进行垂直方向的滤波,滤波器的输出:

$$[0026] \quad z(n_1, n_2) = a_{1,0}y(n_1, n_2) + a_{1,1}y(n_1 - 1, n_2) + a_{1,2}y(n_1 - 2, n_2) - b_{1,1}z(n_1 - 1, n_2) + b_{1,2}z(n_1 - 2, n_2)$$

[0027] 第二递归数字滤波器 $H(z_2)$ 对垂直方向的滤波结果 $z(n_1, n_2)$ 进行水平方向的滤波, 滤波器的输出为

[0028] $w(n_1, n_2) = a_{2,0}z(n_1, n_2) + a_{2,1}z(n_1, n_2-1) + a_{2,2}z(n_1, n_2-2) - b_{2,1}w(n_1, n_2-1) - b_{2,2}w(n_1, n_2-2)$, $w(n_1, n_2)$ 为二维递归滤波后图像。

[0029] 在上述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法, 优选所述脂肪肝散射粒子提取步骤中, 包括如下步骤:

[0030] 阈值设定步骤, 设定阈值 $c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$, 所述 $w(n_1, n_2)$ 为所述水平方向滤波后图像数据;

[0031] 提取步骤, 对所述水平方向滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 进行处理:

[0032]

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

[0033] 然后, 依据图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度值, 确定脂肪肝散射粒子的图像。

[0034] 另一方面, 本发明还提供了一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取系统, 包括: 垂直方向滤波模块, 用于使用第一递归数字滤波器对获取的包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像进行垂直方向的滤波; 水平方向滤波模块, 用于对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波; 脂肪肝散射粒子提取模块, 用于根据预置的阈值, 基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。

[0035] 在上述的超声波脂肪肝散射粒子提取方法, 优选所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 所述第一递归数字滤波器的传递函数 $H(z_1)$ 和所述第二递归数字滤波器的传递函数 $H(z_2)$ 分别为:

[0036]
$$H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}};$$

[0037]
$$H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}};$$

[0038] 其中 z_1 为第一递归数字滤波器的垂直方向的延迟算子, z_2 为第二递归数字滤波器的水平方向的延迟算子; 并且, 所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 还包括用于设计传递函数为 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的工作参数的子模块: 截止频率、角频率设定子模块, 用于设定 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器的数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为所述第一递归数字滤波器和第二递归数字滤波器数字截止角频率; 参数计算子模块, 用于确定所述传递函数 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数:

[0039]
$$a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

[0040]
$$a_{i,1} = 2a_{i,0}$$

[0041]
$$a_{i,2} = a_{i,0}$$

[0042]
$$b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0043] \quad b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2),$$

[0044] 其中, $f_{c,i}$, $i = 1, 2$, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 。

[0045] 上述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统中, 优选所述包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像通过如下方式确定:

$$[0046] \quad y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$$

[0047] 其中, $y(n_1, n_2)$ 为包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像, $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声; $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量。

[0048] 上述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统中, 优选所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 第一递归数字滤波器 $H(z_1)$ 对包含脂肪肝散射粒子的数字图像进行垂直方向的滤波, 滤波器的输出: $z(n_1, n_2) = a_{1,0}y(n_1, n_2) + a_{1,1}y(n_1-1, n_2) + a_{1,2}y(n_1-2, n_2) - b_{1,1}z(n_1-1, n_2) + b_{1,2}z(n_1-2, n_2)$

[0049] 第二递归数字滤波器 $H(z_2)$ 对垂直方向的滤波结果 $z(n_1, n_2)$ 进行水平方向的滤波, 滤波器的输出为

$$[0050] \quad w(n_1, n_2) = a_{2,0}z(n_1, n_2) + a_{2,1}z(n_1, n_2-1) + a_{2,2}z(n_1, n_2-2) - b_{2,1}w(n_1, n_2-1) - b_{2,2}w(n_1, n_2-2)$$

$w(n_1, n_2)$ 为二维递归滤波后图像。

[0051] 上述的超声波脂肪肝散射粒子提取系统中, 优选所述脂肪肝散射粒子提取模块中, 包括如下子模块:

[0052] 阈值设定子模块, 用于设定阈值 $c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$, 所述 $w(n_1, n_2)$ 为所述水平方向滤波后图像数据;

[0053] 提取子模块, 用于对所述水平方向滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 进行处理:

[0054]

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c \\ 0, & \text{其它} \end{cases},$$

[0055] 然后, 依据图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度值, 确定脂肪肝散射粒子的图像。

[0056] 本发明基于二维递归滤波方法, 去除与脂肪肝散射粒子混迭的噪声, 从水平方向和垂直水平方向对超声波图像进行滤波和脂肪肝散射粒子纹理信息提取处理, 进而有效地提取脂肪肝散射粒子, 提高脂肪肝临床诊断的准确性。

附图说明

[0057] 图 1 为本发明基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法实施例的步骤流程图;

[0058] 图 2 为重度脂肪肝的原始图像;

[0059] 图 3 为本发明于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法实施例中, 二维递归滤波器的频率响应示意图;

[0060] 图 4 为本发明方法提取脂肪肝散射粒子特征的图像;

[0061] 图 5 为正常肝的原始图像;

[0062] 图 6 为本发明方法提取正常肝特征的图像;

[0063] 图 7 为本发明基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取系统实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0064] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明实施例作进一步详细的说明。

[0065] 方法实施例

[0066] 参照图 1,图 1 为发明基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法实施例的步骤流程图,在获取包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像 $y(n_1, n_2)$ 后,进行如下处理:

[0067] 垂直方向滤波步骤 110,使用第一递归数字滤波器对所述超声波图像进行垂直方向的滤波;

[0068] 水平方向滤波步骤 120,对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波;

[0069] 脂肪肝散射粒子提取步骤 130,根据预置的阈值,基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。

[0070] 下面对上述步骤进行详细说明。

[0071] 给定 B 型超声诊断仪的工作频率和超声探头,脂肪肝散射粒子的回波信号分辨率也随之确定。脂肪病变组织的超声图像的光斑为若干灰度值高的像素集合。脂肪病变组织的密度高则脂肪肝散射粒子的像素灰度值高,脂肪病变组织的体积大,则超声图像的光斑尺度大,即灰度值高的像素集合中的元素多。超声探头所接收的信号包含系统噪声,但是系统噪声与脂肪病变组织的密度和体积无关。超声探头所接收的信号离散化形式可表示为:

[0072] $y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$

[0073] 其中 $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声(一般为高斯白噪声), $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量, 设 $y(n_1, n_2)$ 有 N_1 行、 N_2 列。

[0074] 设 $y(n_1, n_2)$ 为包含脂肪肝散射粒子的数字图像,本发明使用如下二维递归数字滤波器对 $y(n_1, n_2)$ 处理,

[0075]
$$H(z_1, z_2) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}} \cdot \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}} = H(z_1)H(z_2)$$

[0076] 其中 $H(z_1, z_2)$ 为二维递归数字滤波器的传递函数,二维递归数字滤波器由两个一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 级联而成, $H(z_1)$ 和 z_1 为第一递归数字滤波器的传递函数与垂直方向的延迟算子, $H(z_2)$ 和 z_2 为第二递归数字滤波器的传递函数与水平方向的延迟算子。

[0077] 该二维递归数字滤波器级联的两个一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 为

[0078]
$$H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}}$$

$$[0079] \quad H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}}$$

[0080] 分别对包含脂肪肝散射粒子的数字图像 $y(n_1, n_2)$ 进行垂直方向的滤波和水平方向的滤波。两个一维递归数字滤波器的参数设计方法如下：

[0081] 设 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 数字截止角频率, 由于包含脂肪肝散射粒子的数字图像水平方向和垂直方向的纹理和噪声特性不同, 因此, $f_{c,1} \neq f_{c,2}$, 由 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 确定一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数：

$$[0082] \quad a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0083] \quad a_{i,1} = 2a_{i,0}$$

$$[0084] \quad a_{i,2} = a_{i,0}$$

$$[0085] \quad b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0086] \quad b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2)$$

[0087] 本发明中, 我们只需给出一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的数字截止频率 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$, 则由上述各式得到一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数。

[0088] 用所设计好的一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 对包含脂肪肝散射粒子的数字图像进行垂直方向的滤波, 滤波器的输出：

$$[0089] \quad z(n_1, n_2) = a_{1,0}y(n_1, n_2) + a_{1,1}y(n_1-1, n_2) + a_{1,2}y(n_1-2, n_2) - b_{1,1}z(n_1-1, n_2) + b_{1,2}z(n_1-2, n_2)$$

[0090] 用所设计好的一维递归数字滤波器 $H(z_2)$ 对垂直方向的滤波结果 $z(n_1, n_2)$ 进行水平方向的滤波, 滤波器的输出为

$$[0091] \quad w(n_1, n_2) = a_{2,0}z(n_1, n_2) + a_{2,1}z(n_1, n_2-1) + a_{2,2}z(n_1, n_2-2) - b_{2,1}w(n_1, n_2-1) - b_{2,2}w(n_1, n_2-2)$$

[0092] $w(n_1, n_2)$ 即为二维递归滤波后图像。

[0093] 在由二维递归滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 提取脂肪肝散射粒子的处理中, 包括如下步骤：

[0094] 步骤 1 : 设定阈值

$$[0095] \quad c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$$

[0096] 步骤 2 : 对 $w(n_1, n_2)$ 进行处理：

[0097]

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

[0098] 图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度高点即为脂肪肝散射粒子的图像。

[0099] 下面结合具体的实验数据, 对本发明的有益效果作出进一步的说明。

[0100] 实验 1 : 重度脂肪肝的实验, 数据来源: " Mediac Co. Ltd. ", info@medison.ru, <http://www.medison.ru>, B 型超声诊断仪为 SonoAce-9900。

[0101] 图 2 为重度脂肪肝的原始图像, 图 2 中矩形区域为脂肪肝的弥漫性点状高回声光点群。

[0102] 取一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 数字截止频率 $f_{c,1} = 0.12$, $f_{c,2} = 0.2$ 。依据一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的数字截止频率 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$, 得到一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数。图 3 为本发明实施例的二维 ((2-D) 递归滤波器的频率响应。对图 2 重度脂肪肝的原始图像滤波并提取脂肪肝散射粒子得到图 4 本发明方法提取脂肪肝散射粒子特征的图像。

[0103] 脂肪肝的病变组织 (脂肪肝散射粒子) 由于组织内脂肪的堆积, 使其密度比正常肝组织高, 因而对超声波产生较强的反射波 (高回声), 图 4 能反映脂肪肝散射粒子的纹理。

[0104] 一个自然的问题是本发明方法对正常肝的特征提取会出现什么情况? 实验 2 将回答这一问题。

[0105] 实验 2: 正常肝的实验, 数据来源: " Mediac Co.Ltd. ", info@medison.ru, <http://www.medison.ru>, B 型超声诊断仪为 SonoAce-9900。

[0106] 正常肝脏声像图表现为肝脏切面形态正常, 内部光点分布均匀, 未见局限性异常回声。图 5 为正常肝的原始图像, 图中矩形为肝区, 与图 2 比, 无弥漫性点状高回声光点群。采用实验 1 所用的二维递归数字滤波器对图 5 为正常肝的原始图像进行滤波和提取脂肪肝散射粒子的处理, 得到图 6 提取正常肝特征的图像。图 6 反映肝组织回波反射未见局限性异常, 未见高亮度的脂肪肝散射粒子。

[0107] 本发明提出一种基于二维递归滤波的提取超声波脂肪肝散射粒子的方法, 并演示了该方法在超声波医学图像中的应用。该处理方法由两个独立的一维递归滤波器构成。在脂肪肝的超声波图像中, 回波信号与系统噪声在空域和频域均混迭, 这使得采用传统的二维离散傅立叶变换或二维离散小波变换方法提取图像中的脂肪肝散射粒子非常困难。本发明提出的提取脂肪肝散射粒子特征的方法, 为提高脂肪肝临床诊断的准确性提供了工具。

[0108] 系统实施例

[0109] 参照图 7, 本发明还提供了一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取系统, 包括:

[0110] 垂直方向滤波模块 70, 用于使用传递函数为 $H(z_1)$ 的递归数字滤波器对获取的包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像 $y(n_1, n_2)$ 进行垂直方向的滤波。

[0111] 水平方向滤波模块 72, 用于对垂直方向滤波后的结果使用传递函数为 $H(z_2)$ 的递归数字滤波器进行水平方向的滤波, 滤波后的图像为 $w(n_1, n_2)$ 。

[0112] 脂肪肝散射粒子提取模块 74, 用于根据预置的阈值, 由二维递归滤波后图像 $w(n_1, n_2)$ 提取脂肪肝散射粒子。

[0113] 其中, 垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 所采用的递归数字滤波器的传递函数 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 分别为:

$$[0114] \quad H(z_1) = \frac{a_{1,0} + a_{1,1}z_1^{-1} + a_{1,2}z_1^{-2}}{1 + b_{1,1}z_1^{-1} + b_{1,2}z_1^{-2}};$$

$$[0115] \quad H(z_2) = \frac{a_{2,0} + a_{2,1}z_2^{-1} + a_{2,2}z_2^{-2}}{1 + b_{2,1}z_2^{-1} + b_{2,2}z_2^{-2}};$$

[0116] 并且, 所述垂直方向滤波模块和所述水平方向滤波模块中, 还包括用于对传递函数为 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的递归数字滤波器进行参数设计的子模块:

[0117] 截止频率、角频率设定子模块, 用于设定 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为一维递归数字滤波器

$H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 数字截止频率, $\omega_{c,i} = 2\pi f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 为一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 数字截止角频率。

[0118] 参数计算子模块, 用于依据 $f_{c,i}$, $i = 1, 2$ 确定一维递归数字滤波器 $H(z_1)$ 和 $H(z_2)$ 的参数:

$$[0119] \quad a_{i,0} = 3\omega_{c,i}^2 / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

$$[0120] \quad a_{i,1} = 2a_{i,0},$$

$$[0121] \quad a_{i,2} = a_{i,0}$$

$$[0122] \quad b_{i,1} = (6\omega_{c,i}^2 - 2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2), i = 1, 2$$

[0123] 。

$$[0124] \quad b_{i,2} = (1 - 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2) / (1 + 3\omega_{c,i} + 3\omega_{c,i}^2)$$

[0125] 下面说明, 包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像 $y(n_1, n_2)$ 确定的确定方式:

$$[0126] \quad y(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) * h_e(n_1, n_2) * h_m(n_1, n_2) + n(n_1, n_2)$$

[0127] 其中, $x(n_1, n_2)$ 为超声探头发射的声波信号, $h_e(n_1, n_2)$ 为超声探头的响应信号, $h_m(n_1, n_2)$ 为肝组织的响应信号, $n(n_1, n_2)$ 为系统噪声; $n_1 = 1, 2, \dots, N_1$ 为行变量, $n_2 = 1, 2, \dots, N_2$ 为列变量。

[0128] 所述脂肪肝散射粒子提取模块中, 包括如下子模块:

[0129] 阈值设定子模块, 用于设定阈值 $c = 0.3 \max_{0 \leq n_1 \leq N_1, 0 \leq n_2 \leq N_2} \{w(n_1, n_2)\}$;

[0130] 提取子模块, 用于对 $w(n_1, n_2)$ 进行处理:

[0131]

$$\tilde{h}_m(n_1, n_2) = \begin{cases} w(n_1, n_2), & \text{如果 } w(n_1, n_2) > c \\ 0, & \text{其它} \end{cases},$$

[0132] 图像 $\tilde{h}_m(n_1, n_2)$ 中的亮度高点为脂肪肝散射粒子的图像。

[0133] 该系统的工作原理、有益效果在上述方法实施例, 已经进行了详细的说明, 在此不再赘述。

[0134] 以上对本发明所提供的一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及其系统进行了详细介绍, 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述, 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想; 同时, 对于本领域的一般技术人员, 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, 综上所述, 本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

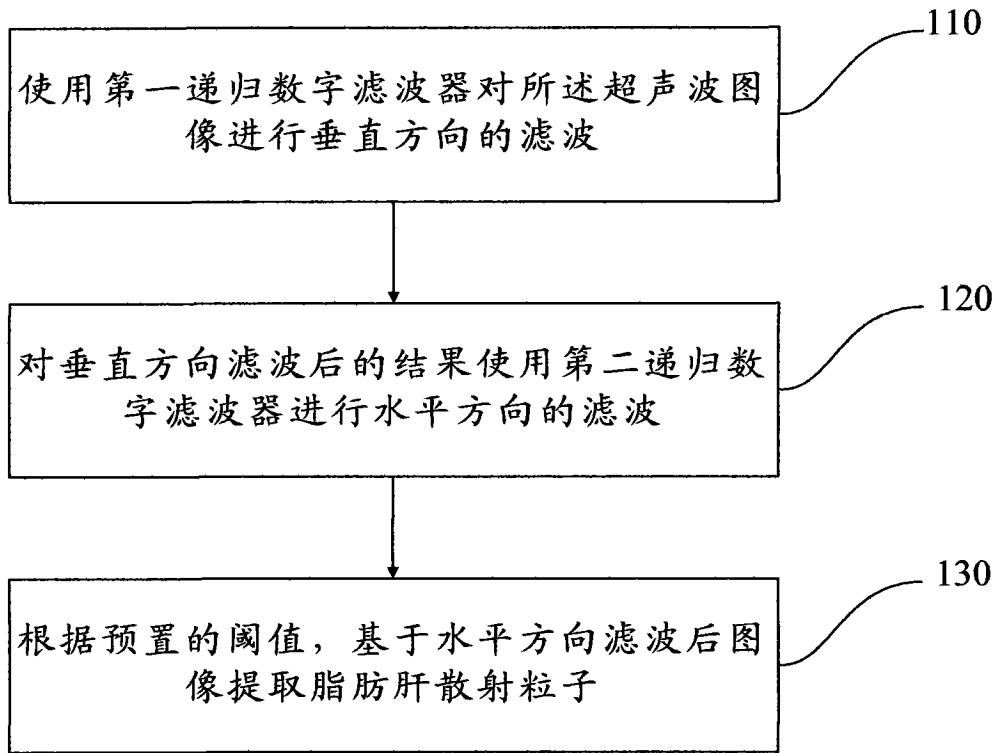


图 1

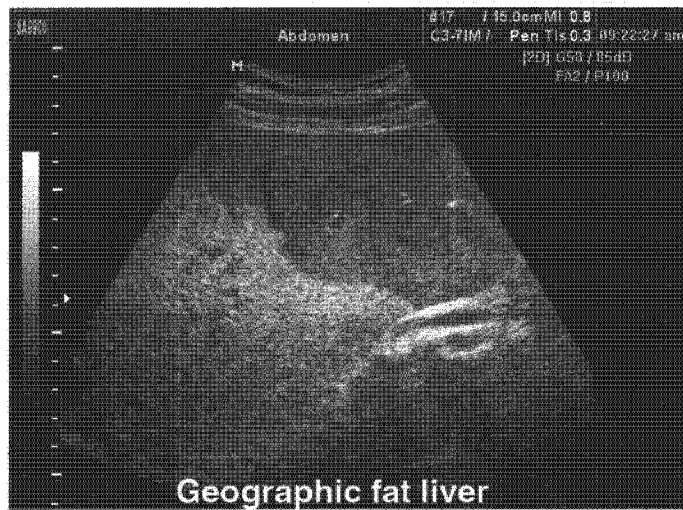


图 2

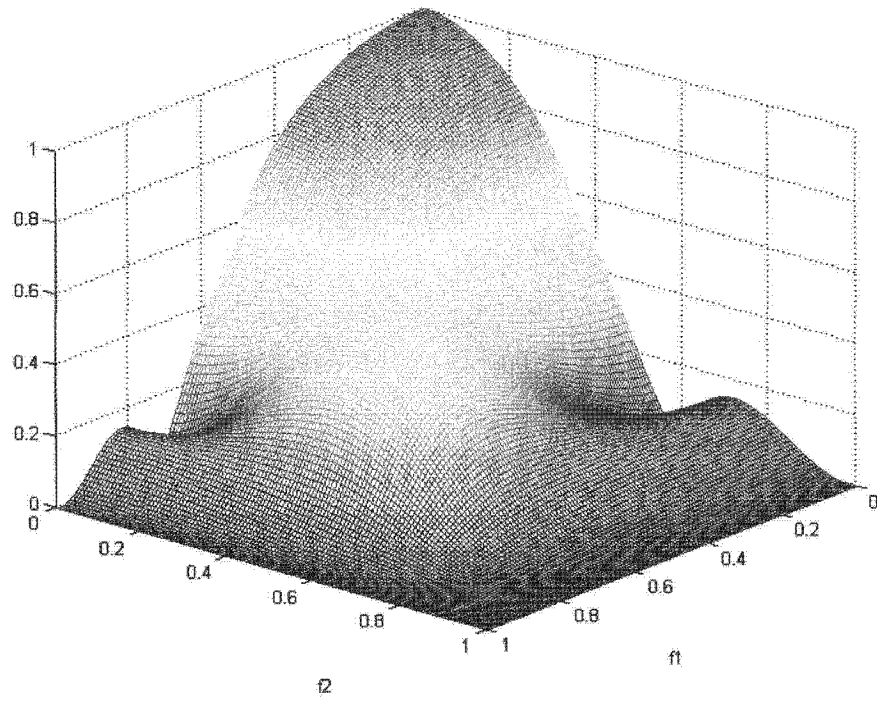


图 3

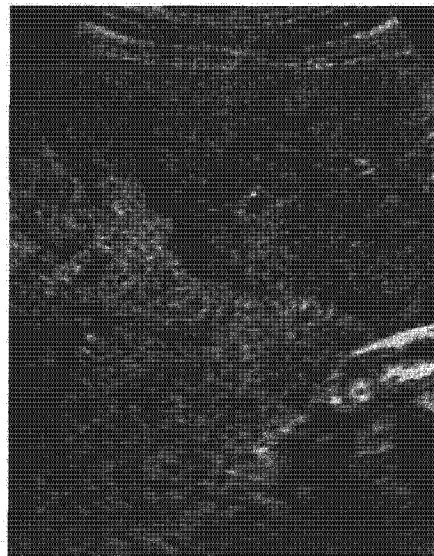


图 4



图 5

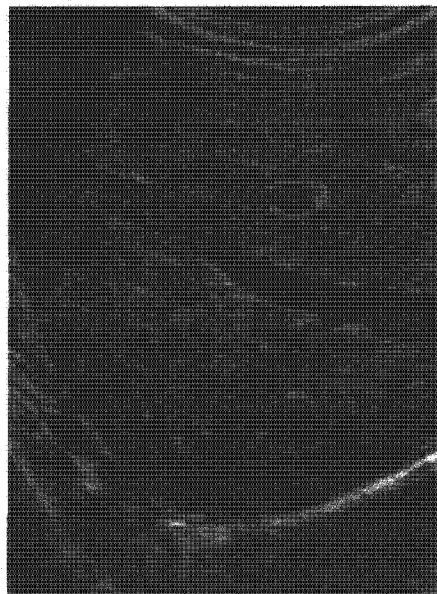


图 6

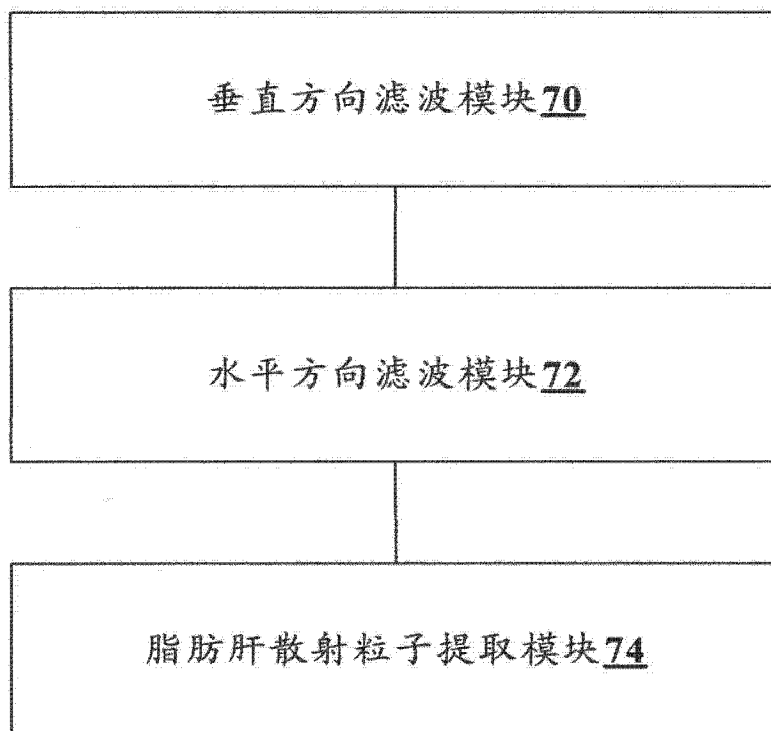


图7

专利名称(译)	基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及系统		
公开(公告)号	CN101799914A	公开(公告)日	2010-08-11
申请号	CN200910242806.0	申请日	2009-12-17
[标]申请(专利权)人(译)	北京交通大学		
申请(专利权)人(译)	北京交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京交通大学		
[标]发明人	肖扬		
发明人	肖扬		
IPC分类号	G06T5/00 G06T7/00 A61B8/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于二维递归滤波的超声波脂肪肝散射粒子提取方法及系统。所述方法在获取包含脂肪肝散射粒子的超声波数字图像后，进行如下处理：使用第一递归数字滤波器对所述超声波图像进行垂直方向的滤波；对垂直方向滤波后的结果使用第二递归数字滤波器进行水平方向的滤波；根据预置的阈值，基于水平方向滤波后图像提取脂肪肝散射粒子。本发明中，基于二维递归滤波，去除与脂肪肝散射粒子混迭的噪声，从水平方向和垂直水平方向对超声波图像进行滤波和脂肪肝散射粒子纹理信息提取处理，进而有效地提取脂肪肝散射粒子，提高脂肪肝临床诊断的准确性。

