



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101645167 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 15

(21) 申请号 200810142787. X

US 6056691 A, 2000. 05. 02,

(22) 申请日 2008. 08. 06

CN 1909836 A, 2007. 02. 07,

CN 1541622 A, 2004. 11. 03,

(73) 专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司

审查员 贺艳娟

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

(72) 发明人 张羽

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事务所 44268

代理人 杨宏

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006. 01)

A61B 8/00 (2006. 01)

H03H 17/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5060515 A, 1991. 10. 29,

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

帧相关系数控制及帧相关处理方法、装置及超声成像系统

(57) 摘要

本发明公开了一种帧相关系数控制及帧相关处理方法、装置及超声成像系统,其帧相关系数的控制方法包括:比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应,获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异;将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数。本发明能够精确地获得帧相关系数,并且在成像帧率变化很大时,使得图像的帧相关处理结果非常接近,保证超声图像噪声滤除效果,以及有效改善图像的信噪比。

比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应,获得此二者在重叠频带内的差异

将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数

1. 一种帧相关系数的控制方法,其特征在于,所述方法包括:

A、比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应,获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异;

B、将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述重叠频带的范围是零到T值的闭区间,该T值为 $Fr_0/2$ 和 $Fr_t/2$ 两者中的较小者,其中 Fr_0 为基准成像帧率, Fr_t 为当前成像帧率。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤A包括以下步骤:

A1、设定当前成像帧率下的多个候选帧相关系数;

A2、依据数字滤波器的传递函数,计算各个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应;

A3、分别将所述各个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应进行比较,获得各个当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异;

并且,所述步骤B中,通过比较各个候选帧相关系数所对应的所述差异,获取最小的所述差异。

4. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其特征在于,所述差异为:所述基准滤波器幅频响应与所述当前滤波器幅频响应之差的绝对值在重叠频带内的 n 次方之和,其中, n 为大于零的自然数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述差异为:在一设定频率下的所述基准滤波器幅频响应与所述当前滤波器幅频响应之差。

6. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述差异为:在一设定频率下的所述基准滤波器幅频响应与所述当前滤波器幅频响应之差。

7. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述差异为:在一设定频率下的所述基准滤波器幅频响应与所述当前滤波器幅频响应之差。

8. 根据权利要求5、6或7所述的方法,其特征在于,所述设定频率为所述重叠频带内除零外的任一值。

9. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述差异为最小的情况是指:在一设定频率下的所述基准滤波器幅频响应与所述当前滤波器幅频响应之差为零。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述设定频率为 $Fr_0/2$ 和 $Fr_t/2$ 两者中的较小者。

11. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述候选帧相关系数的选择方法包括以下步骤:

按照帧相关系数与成像帧率的指数函数,计算当前成像帧率下的帧相关系数估计值;在所述估计值的附近选择N个值作为候选帧相关系数,该N为大于等于2的自然数。

12. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:

C、将所述最佳帧相关系数保存于一关系表中,该表记录当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系;

D、根据当前成像帧率及帧相关控制系数,查找所述关系表,确定当前成像帧率下的最佳帧相关系数。

13. 一种帧相关系数控制器,其特征在于,所述控制器包括:

第一单元,用于根据预设的基准成像帧率计算基准成像帧率下的帧相关系数;

第二单元,用于根据第一单元获得的帧相关系数计算基准滤波器幅频响应;及

第三单元,用于比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异,输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数。

14. 根据权利要求13所述的控制器,其特征在于,所述第三单元包括:

差异模型单元,用于计算所述当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应的差异;及

比较单元,用于比较所述差异,输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数。

15. 根据权利要求14所述的控制器,其特征在于,所述第三单元还包括:

候选组计算模块,用于生成当前成像帧率下的候选帧相关系数;及

滤波器幅频响应计算模块,用于将所述候选帧相关系数输入到数字滤波器的传递函数中,计算候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应,将此当前滤波器幅频响应输入到所述差异模型单元中。

16. 根据权利要求13或14所述的控制器,其特征在于,所述控制器还包括:

设置有一关系表的存储单元,所述关系表用于记录当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系;该最佳帧相关系数为所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数。

17. 一种超声图像帧相关处理方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1、比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应,获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异;

S2 将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数;

S3、利用获得的最佳帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

18. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述步骤S2与步骤S3之间包括以下步骤:

将所述最佳帧相关系数保存于一关系表中,该表记录当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系;

根据当前成像帧率及帧相关控制系数,查找所述关系表,确定当前成像帧率下的最佳帧相关系数。

19. 一种超声成像系统,所述系统包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;其特征在于,所述超声图像处理模块中设置有一帧相关系数控制器和一帧相关处理单元,该控制器包括:

第一单元,用于根据预设的基准成像帧率计算基准成像帧率下的帧相关系数;

第二单元,用于根据第一单元获得的帧相关系数计算基准滤波器幅频响应;及

第三单元,用于比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异,输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数;

所述帧相关处理单元用于接收所述第三单元输出的帧相关系数,并利用该帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

20. 根据权利要求 19 所述的超声成像系统,其特征在于,所述第三单元包括:

差异模型单元,用于计算所述当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应的差异;及

比较单元,用于比较所述差异,输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的候选帧相关系数。

21. 根据权利要求 20 所述的超声成像系统,其特征在于,所述第三单元还包括:

候选组计算模块,用于生成当前成像帧率下的候选帧相关系数;及

滤波器幅频响应计算模块,用于将所述候选帧相关系数输入到数字滤波器的传递函数中,计算候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应,将此当前滤波器幅频响应输入到所述差异模型单元中。

22. 根据权利要求 19 或 20 所述的超声成像系统,其特征在于,所述超声成像系统还包括:

设置有一关系表的存储单元,所述关系表用于记录当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系;该最佳帧相关系数为所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数。

23. 一种超声成像系统,所述系统包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;其特征在于,所述超声图像处理模块中设置有一存储介质、查找单元和一帧相关处理单元,

所述存储介质保存有一关系表,该表记录有当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系,所述最佳帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异最小;

所述帧相关处理单元通过所述查找单元与所述存储介质相连,所述查找单元用于查找所述关系表中与当前成像帧率及当前帧相关控制系数相对应的最佳帧相关系数,并将该最佳帧相关系数送入到所述帧相关处理单元中;

所述帧相关处理单元用于利用所述最佳帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

24. 根据权利要求 23 所述的超声成像系统,其特征在于,所述最佳帧相关系数的计算过程包括以下步骤:

C1、设定当前成像帧率下的多个候选帧相关系数,该候选帧相关系数的选择方法如下:

按照帧相关系数与成像帧率的指数函数,计算当前成像帧率下的帧相关系数估计值;在所述估计值的附近选择 N 个值作为候选帧相关系数,该 N 为大于等于 2 的自然数;

C2、依据数字滤波器的传递函数,计算各个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响

应；

C3、分别将所述 N 个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应进行比较,将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的候选帧相关系数,判定为所述最佳帧相关系数。

帧相关系数控制及帧相关处理方法、装置及超声成像系统

技术领域

[0001] 本发明涉及超声系统中超声图像时域平滑滤波系数的优化技术领域,尤其涉及的是,一种帧相关系数的控制方法及其装置、以及利用该方法的帧相关处理方法及超声成像系统。

背景技术

[0002] 超声图像由于存在较大的电路噪声和斑点 (Speckle) 噪声 (其中,斑点噪声是由于大量尺寸小于超声波波长的粒子的散射信号相干叠加而形成的,这是超声显像系统中一个固有的问题),所以需要经过一些时域和空间域的平滑处理,以改善图像的信噪比。其中,时域的平滑处理通常也称帧相关处理。常用的帧相关处理采用上一帧输出图像和当前帧成像图像做加权求和的方式实现,即为一种简单的递归滤波方法,其可以表示为:

$$[0003] \quad y(t) = ay(t-1) + (1-a)x(t) \quad (1)$$

[0004] 其中, $y(t)$ 为当前帧帧相关处理后输出的图像, $x(t)$ 为当前帧成像图像, $y(t-1)$ 为上一帧的输出图像, a 为帧相关系数。

[0005] 其实,帧相关处理属于一种滤波方法,其在信号处理领域可以描述为一个一阶 IIR(Infinite Impulse Response) 数字滤波器,该数字滤波器 Z 域的传递函数 $H(z)$ 可以表示为:

$$[0006] \quad H(z) = \frac{1-a}{1-az^{-1}} \quad (2)$$

[0007] 将 $z = \exp\{j2\pi f'\}$, 代入上述 $H(z)$ 即获得滤波器的频率响应 $H(f')$ 。通常情况下,帧相关处理时仅考虑该滤波器的幅频响应,即上述频率响应的幅度 $|H(f)|$, 其中, f' 为归一化数字频率。

[0008] 根据上述滤波器的频率响应可知,该滤波器为一个低通滤波器,由于不同帧的电路噪声通常是独立,而不同帧的斑点噪声由于人体组织或者探头的移动,导致不同帧的斑点噪声也具有较弱的相关性,而且不同帧的组织或者血流的图像具有较强的相关性,因此通过该滤波器可以有效抑制图像中的噪声,而增强有用信号,从而改善图像的对比分辨率。通过设置不同的帧相关系数 a 可以实现不同程度的噪声抑制,随着帧相关系数 a 的增大,噪声抑制效果越显著,但是也容易引起运动组织图像的模糊。同样的帧相关系数 a 在不同的图像成像帧率下表现出不同的噪声抑制和运动组织模糊效果,如在成像帧率较高的时候,设置较大的帧相关系数 a 则可以有效地降低图像噪声,且不会引起运动模糊,但是当成像帧率较低的时候,同样的帧相关系数 a 则会引起明显的运动模糊。

[0009] 现有的超声诊断系统中,常将帧相关系数 a 设置为成像帧率的指数函数,其具体表示为

$$[0010] \quad a = \exp\{-1/k \times Fr\} \quad (3)$$

[0011] 其中, k 为帧相关控制系数, Fr 为成像帧率。可见,随着成像帧率 Fr 的降低,帧相关系数 a 也随之降低,一定程度上改善了成像帧率 Fr 对图像时域平滑的影响。

[0012] 将公式 (3) 所表示的帧相关系数 a 代入到前述公式 (2) 所表示的数字滤波器 Z 域的传递函数中,

[0013] 其中, $z = \exp\{j2\pi f'\}$
 $f' = f/Fr, f \in [0, Fr/2]$, 即可获得对应的滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 。作为例

子, 不同成像帧率下, 相同帧相关控制系数 k 所对应的滤波器幅频响应如图 1 所示, 其分别给出了帧相关控制系数 k 为 0.02, 帧率为 15Hz, 30Hz, 45Hz 和 60Hz 的情况下, 通过上述方法获得的四条幅频响应曲线。实系数数字滤波器的幅频响应对应的频率范围是零到当前成像帧率的二分之一, 即 $f = 0 \sim Fr_t/2$, 由图 1 可见, 不同帧率下的幅频响应曲线随着帧率的降低所获得滤波器对高频噪声的抑制能力也随之降低, 帧率变化越大的时候噪声抑制效果差别也越大, 因此在帧率变化较大时, 帧相关处理的高频衰减明显下降, 从而降低了帧相关对斑点噪声和电路噪声的抑制作用。

[0014] 依据上述分析, 在成像帧率 Fr 变化不大的时候, 采用上述公式 (3) 简单求解帧相关系数 a 进行帧相关处理时, 其帧相关效果相近, 但是, 在成像帧率 Fr 变化较大时, 就可能出现噪声抑制效果变差的情况, 比如超声诊断系统从组织灰度 (B-mode) 成像模式切换到彩色血流成像模式, 通常成像帧率 Fr 从几十帧下降到几帧, 此时组织灰度图像的噪声会突然增大, 如果这时还采用上述公式 (3) 简单求解帧相关系数 a 进行帧相关处理的话, 就无法保证图像的帧相关效果, 会出现图像失真, 降低图像噪声的滤除效果。

[0015] 可见, 现有技术中获得帧相关系数 a 的方法还存在一定的弊端, 需要进一步地改进。

发明内容

[0016] 本发明的目的在于提供一种帧相关系数的控制方法及其装置、以及利用该方法的帧相关处理方法及超声成像系统, 其能够获得帧相关系数, 并且在成像帧率变化很大时, 使用本发明获得的帧相关系数能够使图像的帧相关处理结果非常接近, 保证超声图像噪声滤除效果, 以及有效改善图像的信噪比。

[0017] 为了实现上述目的, 本发明采用如下技术方案:

[0018] 本发明提供了一种帧相关系数的控制方法, 所述方法包括: A、比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应, 获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异; B、将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数, 判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数。

[0019] 在上述方法的基础上, 本发明还提供了一种帧相关系数控制器, 所述控制器包括: 第一单元, 用于根据预设的基准成像帧率计算基准成像帧率下的帧相关系数; 第二单元, 用于根据第一单元获得的帧相关系数计算基准滤波器幅频响应; 及第三单元, 用于比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异, 输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数。

[0020] 在上述方法的基础上, 本发明还提供了一种超声图像帧相关处理方法, 所述方法包括以下步骤:

[0021] S1、比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应, 获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异;

[0022] S2、将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数;

[0023] S3、利用获得的最佳帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

[0024] 针对上述方法,本发明还提供了一种超声成像系统,所述系统包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;所述超声图像处理模块中设置有一帧相关系数控制器和一帧相关处理单元,该控制器包括:第一单元,用于根据预设的基准成像帧率计算基准成像帧率下的帧相关系数;第二单元,用于根据第一单元获得的帧相关系数计算基准滤波器幅频响应;及第三单元,用于比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异,输出所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数;所述帧相关处理单元用于接收所述第三单元输出的帧相关系数,并利用该帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

[0025] 另外,本发明还提供了一种超声成像系统,所述系统包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;所述超声图像处理模块中设置有一存储介质、查找单元和一帧相关处理单元,所述存储介质保存有一关系表,该表记录有当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系,所述最佳帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异最小;所述帧相关处理单元通过所述查找单元与所述存储介质相连,所述查找单元用于查找所述关系表中与当前成像帧率及当前帧相关控制系数相对应的最佳帧相关系数,并将该最佳帧相关系数送入到所述帧相关处理单元中;所述帧相关处理单元用于利用所述最佳帧相关系数进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

[0026] 从上述技术方案可知,本发明通过建立当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应在重叠频带内的最小差异原则,选择最佳的帧相关系数,用以超声图像的帧相关处理,相对于现有技术而言,本发明采用逆向思维从所要获得的效果出发计算最佳的帧相关系数,从而能获得比现有技术更加合适的帧相关系数,优化超声图像时域平滑滤波系数,使得利用该方法的帧相关处理方法及其超声成像系统,具有更好的滤波效果、并且在成像帧率变化很大时,也能够保证图像的显示效果、以及使图像的帧相关处理结果非常接近。

附图说明

[0027] 图1是现有技术获得的滤波器幅频响应特性图;

[0028] 图2是本发明帧相关系数控制方法的流程图;

[0029] 图3是本发明实施例1至3的方法流程图;

[0030] 图4是本发明利用实施例1的方法所获得的帧相关控制系数 k 为0.02,帧率依次为15Hz、30Hz、45Hz和60Hz所对应的幅频响应特性图;

[0031] 图5是本发明利用实施例4的方法所获得的帧相关控制系数 k 为0.02,帧率依次为15Hz、30Hz、45Hz和60Hz所对应的幅频响应特性图;

[0032] 图6是本发明帧相关系数控制器的结构示意图;

[0033] 图7是图6中第三单元的内部结构示意图;

[0034] 图8是本发明提供一种超声成像系统中涉及到图像处理部分的结构示意图;

[0035] 图 9 是本发明提供的另一种超声成像系统中涉及到图像处理部分的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为了在成像帧率变化很大时,也能够保证图像的帧相关处理结果非常接近,本发明给出了一种帧相关系数的控制方法,其精确计算了当前帧率下的帧相关系数。如图 2 所示,本发明所给出的帧相关系数控制方法的主要过程如下:

[0037] 首先,比较当前成像帧率 Fr_t 下的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与一基准成像帧率 Fr_0 下的基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$,获得当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 在重叠频带内的差异 E ,即 $E = F(|H(f)|, |H_0(f)|)$, F 表示差异函数;

[0038] 然后,将所述差异 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的帧相关系数,判定为当前成像帧率 Fr_t 所对应的最佳帧相关系数。

[0039] 可见,本发明在现有技术的基础上,给出了一种新的帧相关系数计算方法,该方法定义了一个最小差异原则,其计算获得的帧相关系数使得当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 的差异最小,也就是说此时在重叠频带内,滤波器在当前成像帧率 Fr_t 和基准成像帧率 Fr_0 下具有相近的幅频响应特性。只有在图像处理时保证不同成像帧率下的滤波器幅频响应都接近于基准幅频响应,才能保证不同成像帧率下的滤波器幅频响应之间在重叠频带内具有相近的幅频响应特性,从而有效保证了图像处理的平滑处理效果以及噪声的抑制作用。

[0040] 如图 2 所示,本发明的帧相关系数控制方法需要设定一个基准的频率 Fr_0 (如实时成像帧率,即 50HZ 或 60HZ) 下的帧相关系数 $a(Fr_0)$ 。此帧相关系数 $a(Fr_0)$ 可以根据前述公式 (3)、通过选择帧相关控制系数 k 确定来计算,帧相关控制系数 k 对应超声成像系统的帧相关档位,其表征图像的帧相关效果。以帧相关系数 $a(Fr_0)$ 对应的幅频响应 $|H_0(f)|$ 作为参考函数,当当前成像帧率 Fr_t 大于 Fr_0 的时候,平滑处理要求当前成像帧率 Fr_t 下帧相关系数 $a(Fr_t)$ 对应的滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 在 $0 \sim Fr_0/2$ 的范围内具有相近的响应;而,当当前成像帧率 Fr_t 小于 Fr_0 的时候,要求当前成像帧率 Fr_t 下帧相关系数 $a(Fr_t)$ 对应的滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 在 $0 \sim Fr_t/2$ 范围内具有相近的响应。可见,两个滤波器幅频响应的重叠频带可以表示为 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$,通过设定当前成像帧率 Fr_t 下的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 使得对应的滤波器幅频响应在频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内相近,实现图像的平滑处理,从而保证在成像帧率变化较大的情况下,也能够获得基本一致的帧相关处理效果。

[0041] 图 2 所示的帧相关系数的控制方法,按照差异函数 $E = F(|H(f)|, |H_0(f)|)$ 的建立方式,可以存在多种实现方式,以下针对常用的几种方式进行详细说明。

[0042] 实施例 1:如图 3 所示,本实施例中所述差异 E 为:基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差在重叠频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内的平方和,即

$$[0043] \quad E = \sum_{f \in [0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]} (|H(f)| - |H_0(f)|)^2. \quad (4)$$

[0044] 如图 3 所示,本实施例的具体过程如下:

[0045] 步骤 200,预先设定的基准成像帧率 Fr_0 ,这里的基准成像帧率 Fr_0 为实时成像帧率,如 50HZ 或 60HZ。

[0046] 步骤 210,将预先设定的基准成像帧率 Fr_0 ,代入前述公式 (3) 中计算其帧相关系

数 $a(Fr_0)$, 结果如下所示:

$$[0047] \quad a(Fr_0) = \exp\{-1/k \times Fr_0\}$$

[0048] 其中, k 为帧相关控制系数, 其由经验来确定, 此 k 值决定了图像的帧相关效果, 并与超声探测仪器的帧相关档位相对应, 其取值范围为 $0 \sim 1$ 。

[0049] 步骤 220, 将上述计算获得帧相关系数 $a(Fr_0)$ 输入到数字滤波器的传递函数模型中, 计算滤波器的基准幅频响应 $|H_0(f)|$, 其对应的频带范围为 $0 \sim Fr_0/2$ 。

[0050] 在这里, 以数字滤波器的传递函数模型属于一阶无限脉冲响应 (Infinite Impulse Response) 数字滤波器 Z 域的传递函数模型为例, 详细说明基准幅频响应 $|H_0(f)|$ 的计算过程。

[0051] 根据前述公式 (2)

$$[0052] \quad H(z) = \frac{1-a}{1-az^{-1}}$$

[0053] 将 $z = \exp\{j2\pi f'\}$, $f' = f/Fr$, $f \in [0, Fr/2]$, 代入上述 $H(z)$ 中即获得滤波器的频率响应 $H(f)$, 其幅度对应的幅频响应 $|H(f)|$ 表达式为:

$$[0054] \quad |H(f)| = \frac{1-a}{\sqrt{(1-a\cos(2\pi f/Fr))^2 + a^2 \sin^2(2\pi f/Fr)}} \quad (5)$$

[0055] 其中, f' 为归一化数字频率, f 为实际频率, Fr 为成像帧率。

[0056] 根据上述公式, 将帧相关系数 $a(Fr_0)$ 、基准成像帧率 Fr_0 代入到上述公式 (5) 中, 即可获得关于基准成像帧率 Fr_0 下的基准幅频响应 $|H_0(f)|$ 的函数表达式。

[0057] 步骤 230, 设定当前成像帧率 Fr_t 下的 N 个候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$, 其中 N 为大于 2 的自然数; 然后再分别将此 N 个候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 输入到数字滤波器的传递函数模型 (如上述公式 (5) 所示的一阶无限脉冲响应数字滤波器 Z 域的传递函数模型) 中, 计算各个候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 对应的滤波器当前幅频响应 $|H(f)|$, 其对应的频带范围为 $0 \sim Fr_t/2$ 。

[0058] 这里的 N 个候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 可以根据经验来确定, 也可以按照以下方式来确定:

[0059] 第一步, 按照常规方法计算当前成像帧率 Fr_t 下的帧相关系数估计值 $\overline{a(Fr_t)}$, 例如, 将当前成像帧率 Fr_t 代入前述公式 (3) 所示的帧相关系数与成像帧率的指数函数中, 计算其帧相关系数估计值 $\overline{a(Fr_t)}$, 结果如下所示:

$$[0060] \quad \overline{a(Fr_t)} = \exp\left\{-\frac{1}{k \times Fr_t}\right\}。$$

[0061] 从上述公式可以看出, 不同的帧相关控制系数 k 对应不同帧相关效果的候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$, 在计算该估计值 $\overline{a(Fr_t)}$ 时, 其 k 值可以参照步骤 210 中所选的值。

[0062] 第二步, 在所述估计值 $\overline{a(Fr_t)}$ 的附近选择 N 个值作为候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$, 该 N 为大于等于 2 的自然数。例如, 在以 $\overline{a(Fr_t)}$ 值为中心的区间内取 100 个数值, 作为候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 。

[0063] 步骤 240, 在基准幅频响应 $|H_0(f)|$ 和当前幅频响应 $|H(f)|$ 的重叠频带内, 分别比较所述基准幅频响应 $|H_0(f)|$ 与各个候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 所对应的滤波器当前幅频响应 $|H(f)|$ 之间的差异 E , 即按照上述公式 (4) 计算在 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内各个 $a^-(Fr_t)$

所对应的 E 值,根据差异最小原则,从各个候选帧相关系数 $a^*(Fr_t)$ 中选择一个最优的作为当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$,即将 E 值最小时的 $|H(f)|$ 所对应的候选帧相关系数 $a^*(Fr_t)$ 作为当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。

[0064] 本实施例滤波器系数是根据当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 在频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内与 $a(Fr_0)$ 对应的滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 具有最小的均方误差原则来确定的。可见,幅频响应函数为帧相关系数 a 和频率 f 的非线性函数,当前成像帧率 Fr_t 下对应的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 可以通过数值法求解。利用本实施例的实现方式获得的不同成像帧率下的帧相关系数对应的幅频响应如图 4 所示。由图 4 可见,在重叠频带内、不同帧率下的幅频响应也非常相近,确保了不同帧率情况下组织运动的模糊程度相近,且对噪声也有较好地抑制效果。

[0065] 当然上述差异的计算方式并不只一种,请见下述实施例。

[0066] 实施例 2:本实施例与实施例 1 的不同点在于,在步骤 240 中,本实施例中所述差异 E 为:基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差在重叠频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内的绝对值之和,即

$$E = \sum_{f \in [0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]} ||H(f)| - |H_0(f)|| \quad (6)$$

[0068] 通过比较该差异值 E 的大小,将该差异值 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的候选帧相关系数 $a^*(Fr_t)$ 确定为当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。本实施例的其余步骤与实施例 1 相同。本实施例滤波器系数是根据当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 在频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内与 $a(Fr_0)$ 对应的滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 具有最小的误差绝对值之和的原则来确定的。同实施例 1,当前帧率 Fr_t 下对应的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 可以通过数值法来求解。利用本实施例的实现方式获得的不同成像帧率下的帧相关系数对应的幅频响应与图 4 类似。

[0069] 实施例 3:本实施例与实施例 1 的不同点在于,在步骤 240 中,本实施例中所述差异 E 为:在重叠频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内,在一设定频率 f_1 下基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差的绝对值,即

$$E = ||H(f_1)| - |H_0(f_1)||, \quad (7)$$

[0071] 其中,设定频率 f_1 为上述重叠频带 $(0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内除零外的任一值。通过设定一个频率 f_1 ,然后根据上述公式 (7) 计算并比较差异值 E 的大小,将该差异值 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的候选帧相关系数 $a^*(Fr_t)$ 确定为当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。本实施例的其余步骤与实施例 1 相同。本实施例滤波器系数是根据在频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与 $a(Fr_0)$ 对应的滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 之差的绝对值最小原则来确定的。同实施例 1,当前帧率 Fr_t 下对应的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 可以通过数值法来求解。

[0072] 实施例 4:本实施例与实施例 3 的不同点在于,在步骤 240 中,本实施例中所述差异为最小的情况是指:在一设定频率 f_1 下基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差为零,即

$$E = |H(f_1)| - |H_0(f_1)| = 0, \quad (8)$$

[0074] 也就是,在设定频率 f_1 上使 $|H_0(f)| = |H(f)|$,此时当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$

所对应的候选帧相关系数 $a^*(Fr_t)$ 被判定为当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ ，其中 $f_1 = (0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 。本实施例的其余步骤与实施例 3 相同，该其余步骤是指除步骤 230 设定候选帧相关系数、及与候选帧相关系数相关的步骤外。

[0075] 本实施例是通过设定 $a(Fr_t)$ 使得当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 在某预先设定的频率 f_1 (f_1 不等于 0) 上具有与基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 相同的数值，即令 $|H_0(f)| = |H(f)|$ ，其中，频率 f_1 最优可选择为 $\min(Fr_0/2, Fr_t/2)$ ，即 $Fr_0/2$ 和 $Fr_t/2$ 两者中的较小者。并，通过将 $a(Fr_0)$ 、 f_1 代入幅频响应函数 $|H_0(f)|$ ，并将 f_1 代入幅频响应函数 $|H(f)|$ ，通过解析求解上述等式 (8) 即获得当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。

[0076] 本实施例属于实施例 3 中的一种特殊情况，采用本实施例的解析求解后，可以简化上述如图 3 所示的计算规则，如可以减少设定候选帧相关系数的步骤等等，因为上述公式 (8) 是一个确定的等式，其可以直接计算出最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。本实施例相对于实施例 1 至 3 而言，本实施例的实现方式由于计算量较小，可以由成像系统软件根据当前成像帧率 Fr_t 和帧相关档位对应的帧相关控制系数 k 实时计算获得当前成像帧率 Fr_t 的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。利用本实施例的实现方式获得的不同成像帧率下的帧相关系数对应的幅频响应如图 5 所示。由图 5 可见，在重叠频带内幅频响应也非常相近，确保了不同帧率情况下组织运动的模糊程度相近，且对噪声也有较好的抑制效果。

[0077] 实施例 5：为了简化计算步骤，本实施例在上述实施例 1、2、3 或 4 的基础上，还增加以下的建表步骤：

[0078] 通过实施例 1、2、3 或 4 确定了当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 后，将此最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 保存于一关系表中，该表记录当前成像帧率 Fr_t 、当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 、及表征帧相关效果的帧相关控制系数 k 三者之间的对应关系；

[0079] 然后，在实时图像处理时，可以根据当前成像帧率 Fr_t 及帧相关控制系数 k ，查找所述关系表，实时确定当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。利用本实施例建立的关于最佳帧相关系数的关系表可以存储于一计算机可读存储介质中。

[0080] 由于上述实施例 1 至 3 的数值法求解运算量较大，因此本实施例通过预先计算好不同成像帧率下的最佳帧相关系数，将这些帧相关系数存储为一个系数表。当需要设置不同的帧相关效果的时候，可以通过更改基准帧率 Fr_0 下的帧相关控制系数 k ，获得不同的 $|H_0(f)|$ ，然后数值计算出相应的不同成像帧率 Fr_t 下的帧相关系数 a ，从而组成了不同帧相关效果和不同成像帧率的一个二维系数表，然后将利用实施例 1、2 或 3 求解出的当前成像帧率下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 加入其中，即可获得上述关系表。超声成像系统根据不同帧相关效果的档位和成像帧率对上述关系表进行查表，即可获得当前成像帧率下的帧相关系数。

[0081] 上述分析只是列举了常见的几种差异的计算方式，本发明对差异如何计算并无限制。比如，根据上述各个实施例的差异数学模型可以概括的说，差异 E 的数学模型可以表示为基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差的绝对值在重叠频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内的 n 次方之和，即

$$[0082] \quad E = \sum_{f \in [0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]} \left| |H(f)| - |H_0(f)| \right|^n, \quad (9)$$

[0083] 其中, n 为大于零的自然数。当上述公式 (9) 中 $n = 1$ 时, 即上述实施例 2 所示的情况; 当 $n = 2$ 时, 即上述实施例 1 所示的情况; 当 $n = 3$ 时也是可以采用的, 只是计算相对复杂一些。另外, 根据上述各个差异 E 的数学模型以及公式 (9), 其实还存在一种等效的情况, 即差异 E 的数学模型可以表示为基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 与当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 之差在重叠频带 $[0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]$ 内的 $2n$ 次方之和, 即

$$[0084] \quad E = \sum_{f \in [0, \min(Fr_0/2, Fr_t/2)]} (|H(f)| - |H_0(f)|)^{2n}, \quad (10)$$

[0085] 其中, n 为大于零的自然数。当上述公式 (10) 中 $n = 1$ 时, 即上述实施例 1 所示的情况; 当 $n = 2$ 时, 同样也是可取的计算方式。

[0086] 由上可见, 本发明提出的帧相关系数的控制方法不局限于组织灰度成像处理, 还可以适用于彩色血流成像、组织多普勒成像等各类成像模式, 其能精确的确定最佳帧相关系数用以帧相关处理中, 保证图像平滑处理的效果。

[0087] 通常有效的图像信息在相邻帧之间变化不大, 而无效的噪声信息则通常变化较大, 利用帧相关所采用的低通滤波器特性, 可以较好保持帧间变化不大的低频有效图像信息, 并抑制帧间变化较大的高频无效噪声。采用现有技术获得的图 1 所示的帧相关滤波器幅频响应曲线中, 可以明显地看出各个曲线间相差很大, 存在较多的噪声信息; 而采用本发明的方法所获得的图 4 和图 5 所示的帧相关滤波器幅频响应曲线中, 各个相邻曲线之间基本具有一致的帧相关效果, 并且各个曲线在相互重叠的频带内具有相似的幅频特性。可见, 本发明通过对不同的成像帧率, 优化选择相应的帧相关系数从而获得不同成像帧率下的基本一致的帧相关效果, 有效地保证了图像处理的平滑处理效果以及噪声的抑制作用。

[0088] 依据上述帧相关系数的控制方法, 本发明还相应提供了一种帧相关系数控制器, 其能够直接获得当前成像帧率下的最佳帧相关系数, 保证不同成像帧率下的滤波器幅频响应在重叠频带内具有相近的频率响应特性。如图 6 所示, 所述控制器包括:

[0089] 第一单元 300, 用于根据预设的基准成像帧率 Fr_0 计算基准成像帧率 Fr_0 下的帧相关系数 $a(Fr_0)$;

[0090] 第二单元 310, 用于根据第一单元 300 获得的帧相关系数 $a(Fr_0)$ 计算基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$; 及

[0091] 第三单元 320, 用于比较当前成像帧率 Fr_t 下的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与前述基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 在重叠频带内的差异 E , 输出所述差异 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的帧相关系数 $a(Fr_t)$ 。

[0092] 这里的参数 $a(Fr_0)$ 、 Fr_0 、 $|H_0(f)|$ 、 Fr_t 、 E 、 $|H(f)|$ 、 $a(Fr_t)$ 、重叠频带的计算或设定原则, 可以参见上述帧相关系数的控制方法的实施过程。

[0093] 如图 7 所示, 为了计算差异 E , 可以在控制器的第三单元 320 中建立以下单元:

[0094] 差异模型单元 321, 用于存储所述当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与前述基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 的差异数学模型 $E = F(|H(f)|, |H_0(f)|)$, 并利用该数学模式计算所述当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 与前述基准滤波器幅频响应 $|H_0(f)|$ 的差异 E ; 及

[0095] 比较单元 322, 用于比较所述差异 E , 输出所述差异 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的帧相关系数。采用此结构, 并利用上述实施例 4 的话, 即可以实现实时计算当前成像帧率下的最佳帧相关系数; 但是如果采用上述实施例 1、2 或 3 时, 涉及到需

要从多个候选帧相关系数中进行选择时,所述第三单元 320 就需要在差异模型单元 321 和比较单元 322 的基础上再增加以下几个单元,如图 7 所示,所述第三单元 320 还包括:

[0096] 候选组计算模块 323,用于生成当前成像帧率 Fr_t 下的候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$;

[0097] 滤波器幅频响应计算模块 324,用于将所述候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 输入到数字滤波器的传递函数模型 325 中,计算候选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 对应的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$,将此当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 输入到所述差异模型单元 321 中进行差异计算,并通过比较单元 322 比较后获得相应的帧相关系数。

[0098] 基于数据结果需要保存、以及建立快捷用关系表的需求,本发明的帧相关系数控制器可以在图 6 所示结构的基础上,增加一存储单元 330,其用于记录当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$,该最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 为所述差异 E 为最小时的当前滤波器幅频响应 $|H(f)|$ 所对应的帧相关系数,即从选帧相关系数 $a^-(Fr_t)$ 中按照差异最小原则选出的帧相关系数。这里的存储单元 330 可以设置一关系表,并将记录的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 添加其中,利用该关系表记录当前成像帧率 Fr_t 、当前成像帧率 Fr_t 下的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 、及表征帧相关效果的帧相关控制系数 k 三者之间的对应关系。

[0099] 从上述帧相关系数控制器的结构描述可以看出,其主要是利用上述帧相关系数的控制方法而建立一种产品,该产品采用上述帧相关系数的控制方法能够获得当前帧率下的最佳帧相关系数,利用该帧相关系数进行超声图像处理,可以保证在重叠频带内不同成像帧率下的滤波器幅频响应具有相近的频率响应特性,并且有效保证了图像处理的平滑效果及噪声抑制效果。

[0100] 基于上述帧相关系数的控制方法在帧相关处理中的应用,本发明还提供了一种超声图像帧相关处理方法,该方法包括以下步骤:

[0101] 步骤 S1,采用上述帧相关系数的控制方法获得当前成像帧率 Fr_t 所对应的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$;

[0102] 步骤 S2,将获得的最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 输入到帧相关处理的数学模型中,进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。这里的帧相关处理数学模型可以采用前述公式 (1),其具体实施例可参见图 3。由图 3 可见,在上述实施例 1、2 或 3 计算出最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 后,只要利用该帧相关系数进行图像的帧相关处理即可。

[0103] 本发明所提出的超声图像帧相关处理方法中,关于最佳帧相关系数 $a(Fr_t)$ 的计算过程以及其拓展的技术方案参见上述关于帧相关系数控制方法的说明,在此不再重复说明。

[0104] 在上述帧相关系数控制方法及其帧相关处理方法的基础上,本发明还提供了一种新的超声成像系统,如图 8 所示,所述超声成像系统包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;所述超声图像处理模块中设置有一帧相关系数控制器 400 和一帧相关处理单元 410,这里的帧相关系数控制器 400 采用如图 6 所示的结构,具体可参见前述说明;所述帧相关处理单元 410 用于接收帧相关系数控制器 400 的第三单元 320 输出的帧相关系数,并将该帧相关系数输入到帧相关处理的数学模型中进行帧相关运算,获得平滑处理后的当前帧图像。这一超声成像系统中,关于帧相关系数控制器 400 的内容以及其拓展的技术方案参见上述关于图 6 所示帧相关系数控制器的说明,在此不再重复说明。

[0105] 基于上述最佳帧相关系数可以采用查表方式进行的实现方式,本发明还提供了一

种新的超声成像系统,如图 9 所示,该系统中包括:超声图像处理模块和用于获取超声图像的探头;并且,在超声图像处理模块中设置有一存储介质 430、查找单元 420 和一图 6 所示的帧相关处理单元 410,所述存储介质 430 保存有一关系表,该表记录有当前成像帧率、当前成像帧率下的最佳帧相关系数、及表征帧相关效果的帧相关控制系数三者之间的对应关系,所述最佳帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异最小;所述帧相关处理单元 410 通过所述查找单元 420 与所述存储介质 430 相连,所述查找单元 420 用于查找所述关系表中与当前成像帧率及当前帧相关控制系数相对应的最佳帧相关系数,并将该最佳帧相关系数送入到所述帧相关处理单元 410 中;所述帧相关处理单元 410 用于将所述最佳帧相关系数输入到帧相关处理的数学模型中进行帧相关运算,获得处理后的当前帧图像。

[0106] 图 9 所示的超声成像系统在于:采用上述帧相关系数控制方法所获得的最佳帧相关系数来建立一关系表,用于在图像处理时实时查表获得相应的帧相关系数,这样做可以减少计算量,提高图像处理的速度。建表的关键问题在于如何计算最佳帧相关系数,其可以参见上述关于帧相关系数控制方法的具体说明。比如:如图采用上述实施例 1、2 或 3 的方式,最佳帧相关系数可以采用如下方法获得:

[0107] 首先,设定当前成像帧率下的多个候选帧相关系数,该候选帧相关系数的选择方法如下:

[0108] 按照帧相关系数与成像帧率的指数函数,计算当前成像帧率下的帧相关系数估计值;在所述估计值的附近选择 N 个值作为候选帧相关系数,该 N 为大于等于 2 的自然数;

[0109] 然后,分别将所述 N 个候选帧相关系数输入到数字滤波器的传递函数模型中,计算各个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应;

[0110] 最后,分别将所述 N 个候选帧相关系数对应的当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应(其计算过程可以参见上述实施例 1 的相关说明)进行比较,根据当前滤波器幅频响应与所述基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异为最小的原则,从所述 N 个候选帧相关系数中选出一个作为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数,即所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的候选帧相关系数。但如果采用实施 4 或 5 的话,则可以参见上述具体说明。

[0111] 综上所述,本发明通过设定不同帧率下的帧相关系数,使得对应的滤波器幅频响应在重叠的频带内具有相近的频率响应特性的要求,提供了一种帧相关系数的计算方法,基于此计算方法,本发明又衍生出了一种可以制成独立产品并用于获得最佳帧相关系数的帧相关控制器、一种利用上述帧相关系数计算方法的帧相关处理方法及利用该方法的超声成像系统、以及一种采用含有最佳帧相关系数关系表的存储介质的超声成像系统。对于最后一个超声成像系统,其存储介质中含有的最佳帧相关系数关系表采用上述帧相关系数计算方法获得。本发明所公开的各种方法和系统,均可以根据最小差异原则计算获得当前成像帧率下的最佳帧相关系数,并用于后续的图像处理中,使得本发明在成像帧率发生较大改变时,超声图像帧相关的处理效果基本保持不变。

[0112] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

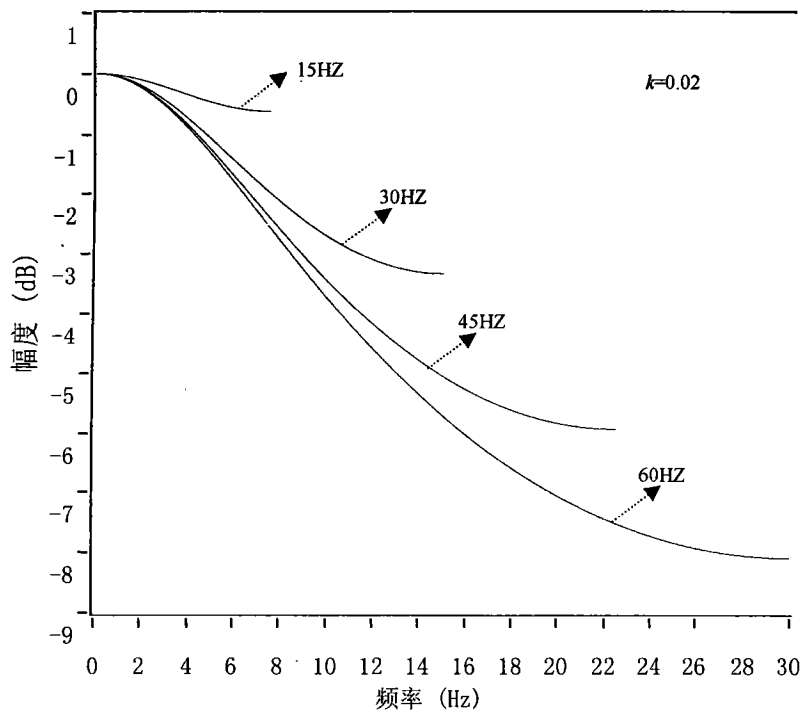


图 1

比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应，获得此二者在重叠频带内的差异

将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数，判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数

图 2

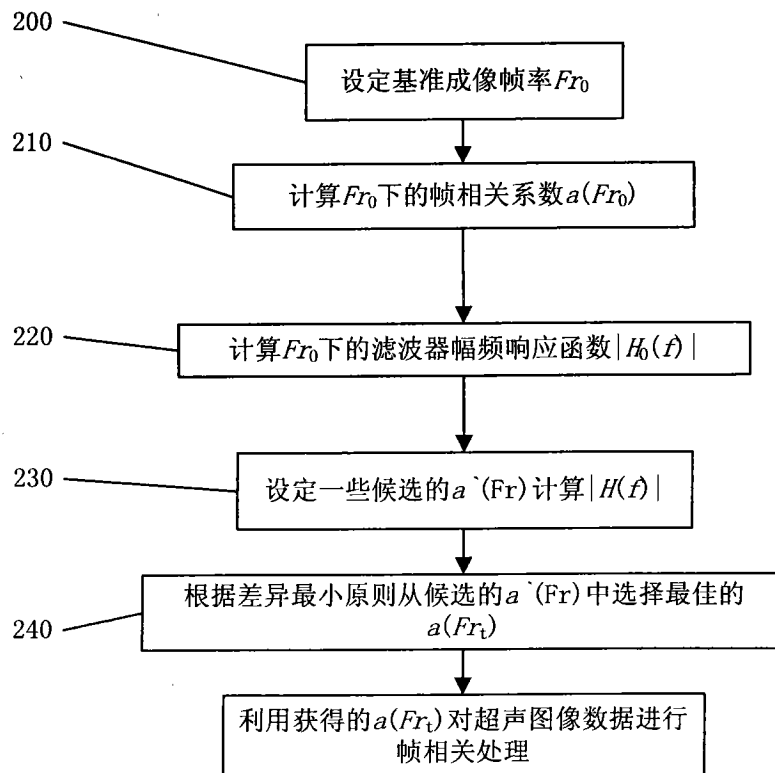


图 3

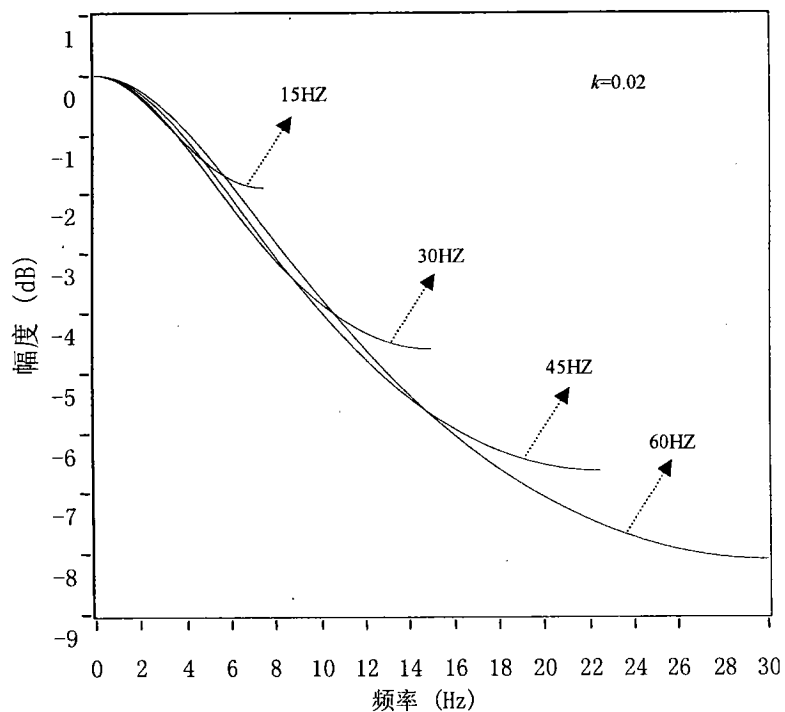


图 4

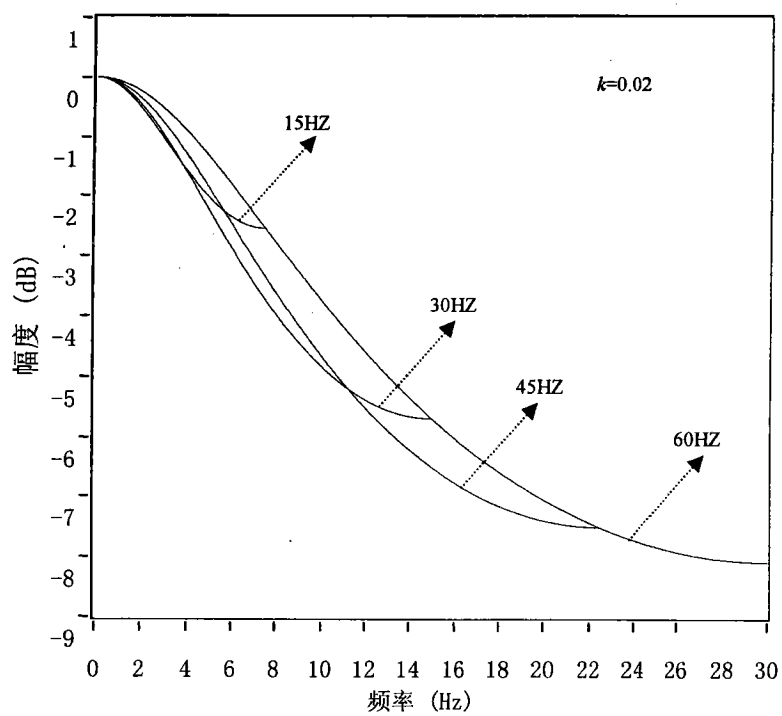


图 5

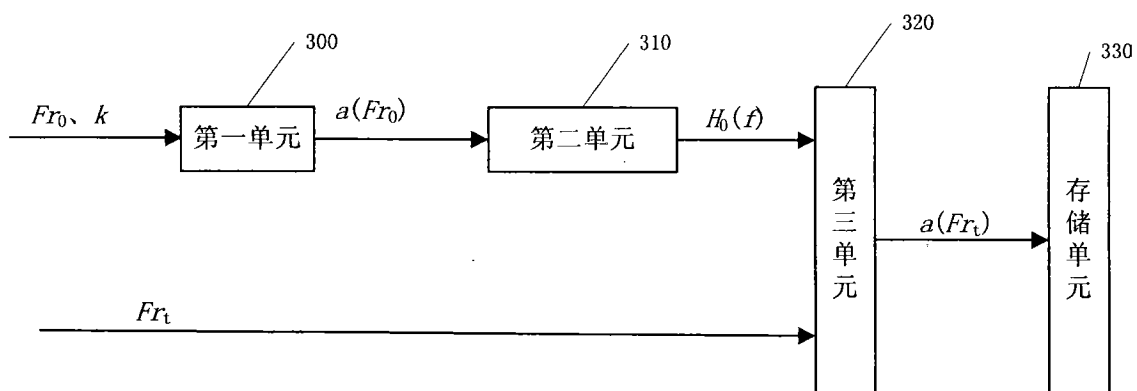


图 6

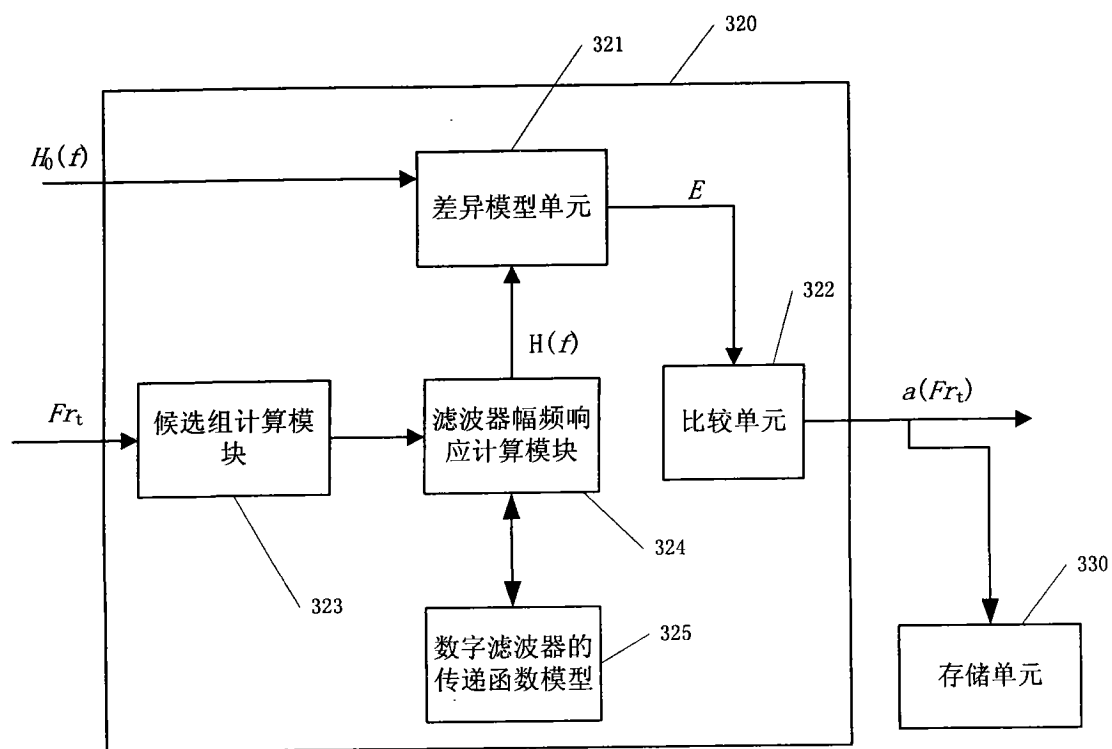


图 7

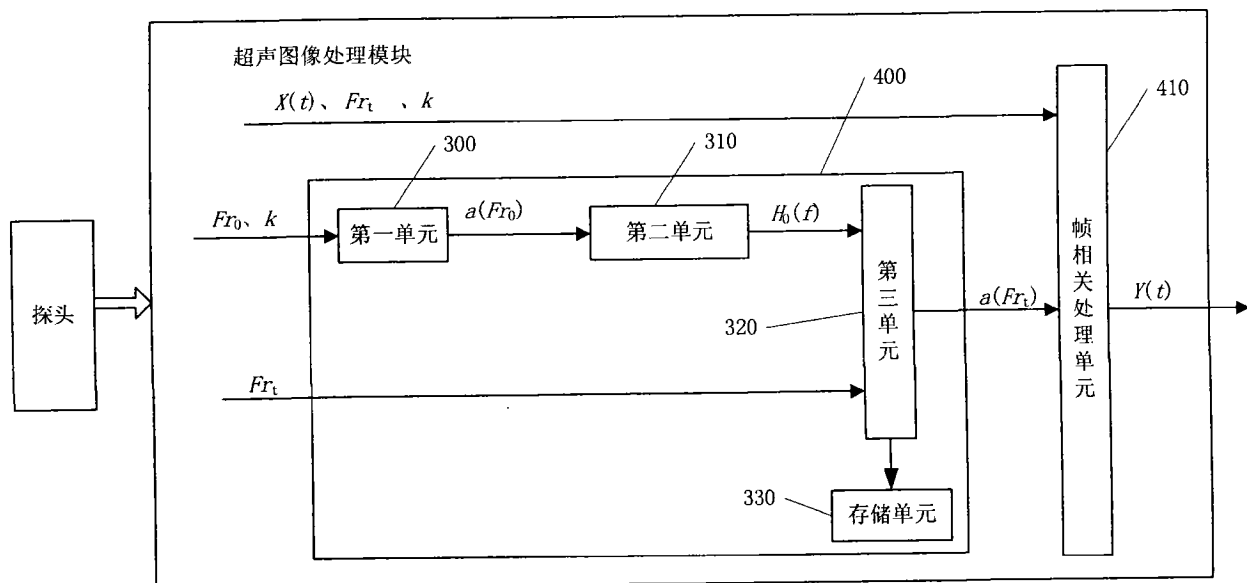


图 8

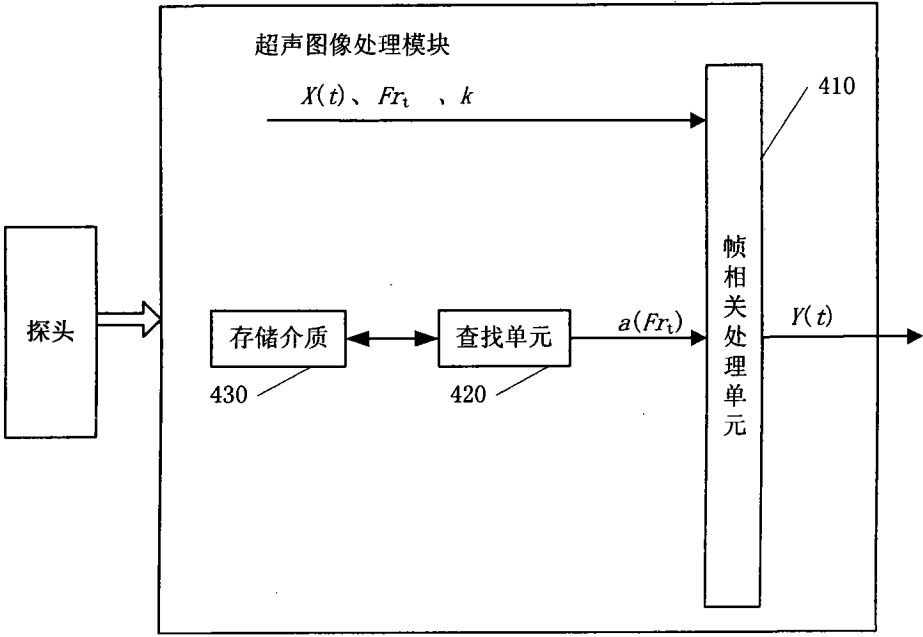


图 9

专利名称(译)	帧相关系数控制及帧相关处理方法、装置及超声成像系统		
公开(公告)号	CN101645167B	公开(公告)日	2012-08-15
申请号	CN200810142787.X	申请日	2008-08-06
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	张羽		
发明人	张羽		
IPC分类号	G06T5/00 A61B8/00 H03H17/02		
代理人(译)	杨宏		
其他公开文献	CN101645167A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种帧相关系数控制及帧相关处理方法、装置及超声成像系统，其帧相关系数的控制方法包括：比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应，获得所述当前滤波器幅频响应与基准滤波器幅频响应在重叠频带内的差异；将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数，判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数。本发明能够精确地获得帧相关系数，并且在成像帧率变化很大时，使得图像的帧相关处理结果非常接近，保证超声图像噪声滤除效果，以及有效改善图像的信噪比。

比较当前成像帧率下的当前滤波器幅频响应与一基准成像帧率下的基准滤波器幅频响应，获得此二者在重叠频带内的差异

将所述差异为最小时的当前滤波器幅频响应所对应的帧相关系数，判定为当前成像帧率所对应的最佳帧相关系数