



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104224232 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410496619. 6

(22) 申请日 2014. 09. 25

(71) 申请人 飞依诺科技(苏州)有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区星湖街
218 号生物纳米园 C8 楼 501 单元

(72) 发明人 周俊鸿 陈惠人

(74) 专利代理机构 苏州威世册知识产权代理事

务所(普通合伙) 32235

代理人 杨林洁

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

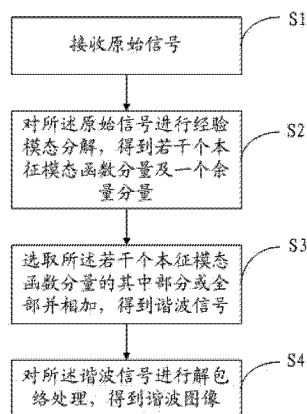
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

超声谐波成像方法及装置

(57) 摘要

本发明揭示了一种超声谐波成像方法及装置,所述方法包括步骤:接收原始信号;对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。本发明的超声谐波成像方法能够得到谐波成分极高的谐波图像,在信噪比大幅度提高的同时,能够显著提高“谐波-基波”比例。



1. 一种超声谐波成像方法,其特征在于包括步骤:
接收原始信号;
对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;
选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;
对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。
2. 如权利要求 1 所述的超声谐波成像方法,其特征在于,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到。
3. 如权利要求 1 所述的超声谐波成像方法,其特征在于,在步骤“接收原始信号”前还包含步骤:
发射第一脉冲波,接收得到第一脉冲信号;
发射第二脉冲波,接收得到第二脉冲信号;
将所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号相加,得到所述原始信号。
4. 如权利要求 3 所述的超声谐波成像方法,其特征在于,所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号的大小相同,且相位相反。
5. 如权利要求 1 所述的超声谐波成像方法,其特征在于,所述原始信号为射频信号。
6. 一种超声谐波成像装置,其特征在于包括:
接收模块,用于接收从检查者体内反馈回来的原始信号;
分解模块,用于对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;
选择模块,用于选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;以及
成像模块,用于对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。
7. 如权利要求 6 所述的超声谐波成像装置,其特征在于,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到。
8. 如权利要求 6 所述的超声谐波成像装置,其特征在于,所述成像装置还包括:
发射模块,用于依次发射第一脉冲波及第二脉冲波至所述检查者;
其中,当所述发射模块发射所述第一脉冲波时,所述接收模块接收所述第一脉冲波并得到第一脉冲信号,当所述发射模块发射所述第二脉冲波时,所述接收模块接收所述第二脉冲波并得到第二脉冲信号,所述接收模块将所述第一脉冲信号及所述第二脉冲信号相加得到所述原始信号。
9. 如权利要求 7 所述的超声谐波成像装置,其特征在于,所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号的大小相同,且相位相反。
10. 如权利要求 6 所述的超声谐波成像装置,其特征在于,所述原始信号为射频信号。

超声谐波成像方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及医学超声系统,尤其涉及一种超声谐波成像方法及装置。

背景技术

[0002] 对超声系统而言,人体是一个复杂的介质。不同的器官与组织,包括病理组织均有其特定的声阻抗和衰减特性。当超声射入体内,由表面到深部经过不同的组织时,这种声阻抗上的差别和衰减上的差异使得声波出现不同的反射与衰减。这种不同的反射与衰减就是构成超声图像的基础。超声扫描仪将接收到的回声,根据回声强弱,用明暗不同的光点依次显示在影屏上,则可显出人体的断面超声图像。

[0003] 而人体的不同组织,器官均是非刚性的介质,因此,在反射声波时,除了将同发射频率一致的信号发射的同时,自身由于声波的振荡,激励而出现谐振,产生处于较高频率范围内的谐波成分。利用这种谐波来进行成像即被称为超声谐波成像,包括组织谐波成像和使用造影剂时的造影剂谐波成像。谐波成像同普通的基波成像相比,具有成像频率高,分辨力高,噪声干扰少,固有图像信噪比高等优点,其价值日益受到重视。

[0004] 在谐波成像中,谐波成分同基波成分相比比例较小,找到合适的方法来进行谐波的提取存在着巨大的挑战。传统的方法如相位反向脉冲成像等均不能有效地去掉信号中的基波成分,往往得到还是基波与谐波混淆的图像,使得图像质量受限。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种超声谐波成像方法及装置。

[0006] 为实现上述发明目的之一,本发明一实施方式提供了一种超声谐波成像方法,包括步骤:

接收原始信号;

对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;

选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;

对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。

[0007] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到。

[0008] 作为本发明一实施方式的进一步改进,步骤“接收原始信号”前还包含步骤:

发射第一脉冲波,接收得到第一脉冲信号;

发射第二脉冲波,接收得到第二脉冲信号;

将所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号相加,得到所述原始信号。

[0009] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号的大小相同,且相位相反。

[0010] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述原始信号为射频信号。

[0011] 为实现上述发明目的之一,本发明一实施方式提供了一种超声谐波成像装置,包

括接收模块、分解模块、选择模块及成像模块,接收模块用于接收从检查者体内反馈回来的原始信号;分解模块用于对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;选择模块用于选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;成像模块用于对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。

[0012] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到。

[0013] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述成像装置还包括发射模块,用于依次发射第一脉冲波及第二脉冲波至所述检查者;其中,当所述发射模块发射所述第一脉冲波时,所述接收模块接收所述第一脉冲波并得到第一脉冲信号,当所述发射模块发射所述第二脉冲波时,所述接收模块接收所述第二脉冲波并得到第二脉冲信号,所述接收模块将所述第一脉冲信号及所述第二脉冲信号相加得到所述原始信号。

[0014] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述第一脉冲信号与所述第二脉冲信号的大小相同,且相位相反。

[0015] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述原始信号为射频信号。

[0016] 与现有技术相比,本发明的超声谐波成像方法能够得到谐波成分极高的谐波图像,在信噪比大幅度提高的同时,能够显著提高“谐波-基波”比例。

附图说明

[0017] 图1是本发明一实施方式的超声谐波成像方法流程图。

[0018] 图2是本发明一实施方式的一种超声谐波成像装置框架示意图。

具体实施方式

[0019] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0020] 如图1所示,为本发明一实施方式的超声谐波成像方法流程图,包括以下步骤:

S1:接收原始信号;

S2:对所述原始信号进行经验模态分解(Empirical Mode Decomposition, EMD),得到若干个本征模态函数(Intrinsic mode function, IMF)分量及一个余量分量;

S3:选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;

S4:对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。

[0021] 其中,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到,即可以根据实际原始信号中的谐波成分的情况分析选取若干个与谐波成分频率相同的本征模态函数分量作为最终形成谐波图像的分量。原始信号可以通过相位反向脉冲成像方式得到,即在步骤S1之前还包含步骤:发射第一脉冲波至检查者,第一脉冲波由检查者身体表面到深部经过不同的组织,再反馈回来,接收得到第一脉冲信号;接着发射第二脉冲波至检查者,第二脉冲波由检查者身体表面到深部经过不同的组织,再反馈回来,接收得到第二脉冲信号。第一脉冲波及第二脉冲波为依次发射的脉冲波,且是在第一脉冲波接收完毕之后再发射第二脉冲波,第一脉冲波及第二脉冲波为大小相同、相位相反

的脉冲波。接着,将接收到的第一脉冲信号及第二脉冲信号相加,即可得到步骤 S1 中所述的原始信号。第一脉冲信号及第二脉冲信号均包含基波信号及谐波信号,第一脉冲信号的基波信号及第二脉冲信号的基波信号理论上大小相同,相位相反,当第一脉冲信号及第二脉冲信号相加时会使基波信号抵消,而谐波信号会叠加,但实际情况中,相加得到的原始信号中仍然包含基波信号,且谐波信号的比例较低,因此,接收得到的原始信号还需进一步处理,即继续执行如上所述的步骤 S1-S4。本实施方式的原始信号不仅限于由上述的相位反向脉冲成像方式得到,也可以是其他的任意信号,所述原始信号可为射频信号,可以接收得到若干组射频信号,再对每组射频信号进行上述步骤 S1-S4,最终即可得到新的谐波图像。同相位反向脉冲成像方式得到的脉冲信号直接进行解包络处理得到的图像相比,使用经验模态分解后的谐波图像信噪比以及造影组织对比均具有统计学意义的显著提高,本实施方式提出的新的超声谐波成像方法可以稳定并且有效地提取出原始信号中的谐波成分,得到具有高信噪比和组织造影对比的真正的谐波图像。

[0022] 下面就以一个具体示例来详述本发明一实施方式的超声谐波成像方法。所述方法包括:

首先,利用相位反向脉冲成像方式得到原始信号 $s(t)$;

然后,对所述原始信号 $s(t)$ 进行经验模态分解,经验模态分解是根据数据本身自适应地选择有限数量的本征模态函数,对原始信号进行分解。同传统的傅里叶变换,小波变换不同,这种方法对于信号的分解是基于信号自身的波动特性所决定的,有效地避免预先设定的线性基对于信号分解的影响,并且得到的本征模态函数 IMF 一般都能和一定的影响因素对应起来。这就使得经验模态分解方法在非线性非平稳过程中的分析具有无可替代的优势。经验模态分解的具体过程如下:

(1) 找出原始信号 $s(t)$ 的局部极大值和局部极小值,利用三次样条曲线将所述极大值及极小值分别连接形成上包络线 $T(t)$ 及下包络线 $D(t)$;

(2) 计算平均包络 $m_1(t)$,即计算上包络线 $T(t)$ 及下包络线 $D(t)$ 的均值, $m_1(t)=[T(t)+D(t)]/2$,将平均包络 $m_1(t)$ 从原始信号 $s(t)$ 中去除得到一个新函数 $k_1(t)$,新函数 $k_1(t)$ 表示为 $k_1(t)=s(t)-m_1(t)$;

(3) 检查这个新函数 $k_1(t)$ 是否为本征模态函数,即检查新函数 $k_1(t)$ 是否同时满足两个条件:1、新函数 $k_1(t)$ 过零点的个数和极值点的个数相等,或者数目相差不超过一个;2. 在其任意时间点由上包络线与下包络线确定的平均包络值为零;如果新函数 $k_1(t)$ 满足以上两个条件,则新函数 $k_1(t)$ 为本征模态函数,即 IMF,如果新函数 $k_1(t)$ 不满足以上两个条件,则令 $s(t)=k_1(t)$,即将此时的新函数 $k_1(t)$ 看成原始信号,重复上述经验模态分解步骤,即 $k_2(t)=k_1(t)-m_2(t)$,其中 $m_2(t)$ 是 $k_1(t)$ 的上包络线及下包络线的平均值,重复进行上述经验模态分解步骤,直到得到的新函数 $k_n(t)$ 满足本征模态函数的两个条件,此时即得到第一个本征模态函数分量 IMF_1 ,将第一个本征模态函数分量 IMF_1 表示为 $c_1=k_n(t)$;

(4) 从原始信号中去除所述本征模态函数分量 IMF_1 ,得到一个余量分量 $r_1(t)$,余量分量 $r_1(t)=s(t)-c_1$,对余量分量 $r_1(t)$ 执行上述经验模态分解步骤,得到第二个本征模态函数分量 IMF_2 ,即 c_2 ,此时的余量分量 $r_2(t)=r_1(t)-c_2$,重复进行上述经验模态分解步骤,直到某个余量分量 $r_n(t)$ 或某个本征模态函数分量 c_n 小于一个预设的感兴趣值或余量分量 $r_n(t)$ 为单调函数时,经验模态分解过程终止,此时,原始信号 $s(t)$ 可被表示为:

$$s(t) = \sum_{j=1}^n c_j + r_n(t)$$

即原始信号 $s(t)$ 被分解为一系列的本征模态函数分量 c_j 和一个余量分量 $r_n(t)$ 。经验模态分解过程就是直接从原始信号中提取与某个时间尺度相关的分量,把所提取的分量表示成本征模态函数后,它们均具有很好的希尔伯特变换性质,由此,就能进一步计算出其瞬时频率,这样就可以对时域中的任何时间局部化。

[0023] 接着,选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到,即可以根据实际原始信号中的谐波成分的情况分析选取若干个与谐波成分频率相同的本征模态函数分量作为最终形成谐波图像的分量。

[0024] 最后,对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。同相位反向脉冲成像方式得到的脉冲信号直接进行解包络处理得到的图像相比,使用经验模态分解后的图像信噪比以及造影组织对比均具有统计学意义的显著提高,本实施方式提出的新的超声谐波成像方法可以稳定并且有效地提取出原始信号中的谐波成分,得到具有高信噪比和组织造影对比的真正的谐波图像。

[0025] 本实施方式采用经验模态分解方法,对采集得到的原始信号进行分解,从分解后的一系列本征模态函数中则能够找到谐波成分所对应的一些本征模态函数分量,并去掉同谐波成分无关的分量,再进行后续的操作,最后就能得到谐波成分极高的谐波图像,同传统方法相比,本实施方式在信噪比大幅度提高的同时,能够显著提高“谐波-基波”比例,比如在造影剂成像中的高“造影-组织”对比(Contrast to Tissue ratio, CTR)。本实施方式提出的超声谐波成像方法稳定性好,成像结果可靠,且无参数选择等,可以在包括造影剂成像中的所有谐波成像应用当中使用。本实施方式使用的经验模态分解是一种非线性的数据处理方法,通过信号本身的波动特性来对信号进行分解,有效地避免预先设定的线性基对于信号分解的影响。

[0026] 如图 2 所示,为本发明一实施方式提供的一种超声谐波成像装置,所述装置包括:接收模块 100、分解模块 200、选择模块 300 及成像模块 400。接收模块 100 用于接收从检查者体内反馈回来的原始信号;分解模块 200 用于对所述原始信号进行经验模态分解,得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量;选择模块 300 用于选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加,得到谐波信号;成像模块 400 用于对所述谐波信号进行解包络处理,得到谐波图像。

[0027] 其中,所述谐波信号由与所述原始信号中的谐波成分的频率相同的所述本征模态函数分量相加得到,即可以根据实际原始信号中的谐波成分的情况分析选取若干个与谐波成分频率相同的本征模态函数分量作为最终形成谐波图像的分量。所述装置还包括发射模块,用于依次发射第一脉冲波及第二脉冲波至所述检查者。其中,当所述发射模块发射所述第一脉冲波时,所述接收模块 100 接收所述第一脉冲波并得到第一脉冲信号,当所述发射模块发射所述第二脉冲波时,所述接收模块 100 接收所述第二脉冲波并得到第二脉冲信号。第一脉冲波及第二脉冲波为依次发射的脉冲波,且是在第一脉冲波接收完毕之后再发射第二脉冲波,第一脉冲波及第二脉冲波为大小相同、相位相反的脉冲波。接收模块 100 将接收到的第一脉冲信号及第二脉冲信号相加,即可得到原始信号,但不以此为限,例如可以

包含计算模块,用于将接收到的第一脉冲信号及第二脉冲信号相加。第一脉冲信号及第二脉冲信号均包含基波信号及谐波信号,第一脉冲信号的基波信号及第二脉冲信号的基波信号理论上大小相同,相位相反,当第一脉冲信号及第二脉冲信号相加时会使基波信号抵消,而谐波信号会叠加,但实际情况中,相加得到的原始信号中仍然包含基波信号,且谐波信号的比例较低,因此,接收得到的原始信号还需进一步处理。本实施方式的原始信号不仅限于由上述的相位反向脉冲成像方式得到,也可以是其他的任意信号,所述原始信号可为射频信号,可以接收得到若干组射频信号,再对每组射频信号进行经验模态分解及解包络等,最终即可得到新的谐波图像。同相位反向脉冲成像方式得到的脉冲信号直接进行解包络处理得到的图像相比,使用经验模态分解后的谐波图像信噪比以及造影组织对比均具有统计学意义的显著提高,本实施方式提出的新的超声谐波成像方法可以稳定并且有效地提取出原始信号中的谐波成分,得到具有高信噪比和组织造影对比的真正的谐波图像。

[0028] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施方式中的对应过程,在此不再赘述。

[0029] 应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0030] 上文所列出的一系列详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

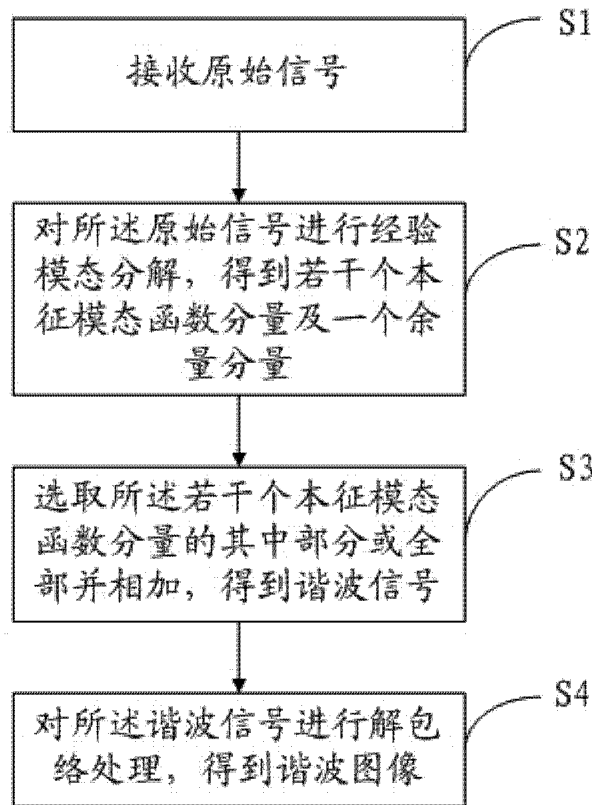


图 1

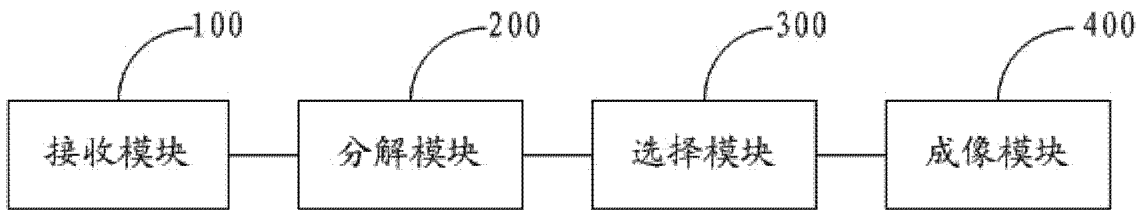


图 2

专利名称(译)	超声谐波成像方法及装置		
公开(公告)号	CN104224232A	公开(公告)日	2014-12-24
申请号	CN201410496619.6	申请日	2014-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	飞依诺科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	周俊鸿 陈惠人		
发明人	周俊鸿 陈惠人		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	杨林洁		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明揭示了一种超声谐波成像方法及装置，所述方法包括步骤：接收原始信号；对所述原始信号进行经验模态分解，得到若干个本征模态函数分量及一个余量分量；选取所述若干个本征模态函数分量的其中部分或全部并相加，得到谐波信号；对所述谐波信号进行解包络处理，得到谐波图像。本发明的超声谐波成像方法能够得到谐波成分极高的谐波图像，在信噪比大幅度提高的同时，能够显著提高“谐波-基波”比例。

