



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104783836 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201510140766. 4

(22) 申请日 2015. 03. 27

(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 郭建军 陈惠人

(74) 专利代理机构 苏州威世朋知识产权代理事

务所(普通合伙) 32235

代理人 杨林洁

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

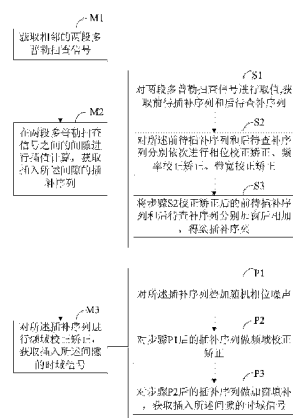
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统

(57) 摘要

本发明提供一种超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统;所述方法包括:获取相邻的两段多普勒扫描信号;在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列;对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号。本发明的超声系统多普勒信号间隙插值方法及装置,采用实时自适应多普勒插值方案获取插入间隙的插补序列;进一步的,对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号;使获取的频谱图的高频伪噪声较少,且在频谱快速变化的地方更加连续,提高了多普勒频谱的插值质量。



1. 一种超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:
 - M1、获取相邻的两段多普勒扫描信号,分别为间隙前多普勒信号和间隙后多普勒信号;
 - M2、在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列;
 - M3、对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号。
2. 根据权利要求1所述的超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述“在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列”具体包括:
 - S1、对两段多普勒扫描信号进行取值,获取前待插补序列和后待查补序列;
 - S2、对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位矫正、频率矫正、带宽矫正;
 - S3、将步骤S2矫正后的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加,得到插补序列。
3. 根据权利要求2所述的超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述频率矫正具体包括:对间隙前多普勒信号和间隙后普勒信号进行FFT变换,计算其FFT结果;
根据所述FFT结果获取前、后待插补序列对应的中心频率和带宽;
根据获取的所述中心频率确定前待插补序列频率补偿范围,以及前、后待插补序列补偿频率序列;
根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率矫正后的前、后待查补序列。
4. 根据权利要求3所述的超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述带宽矫正具体包括:
通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行的滤波;
所述滤波器为IIR型或者FIR型。
5. 根据权利要求1至4任一项所述的超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述“对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号”具体包括:
 - P1、对所述插补序列叠加随机相位噪声;
 - P2、对步骤P1后的插补序列做频域矫正;
 - P3、对步骤P2后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。
6. 根据权利要求5所述的超声系统多普勒信号间隙插值方法,其特征在于,所述频域矫正具体包括:
依据前、后待插补序列,以及插入所述间隙的所述插补序列,获得所述间隙的间隙频谱;
判断所述间隙频谱的模是否介于前、后待插补序列频谱的模之间;
若是,继续步骤P3;
若否,对所述间隙频谱的幅度进行调整后,再进行步骤P3。
7. 一种超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,所述装置包括:
信号获取模块,用于获取相邻的两段多普勒扫描信号,分别为间隙前多普勒信号和间隙后多普勒信号;
插值模块,用于在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙

的插补序列；

频域校正模块,用于对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号。

8. 根据权利要求 7 所述的超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,
所述插值模块具体用于:

对两段多普勒扫描信号进行取值,获取前待插补序列和后待查补序列;

对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位校正、频率校正、带宽校正;

将上述校正后的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加,得到插补序列。

9. 根据权利要求 8 所述的超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,
所述插值模块在进行频率校正时具体用于:

对间隙前多普勒信号和间隙后普勒信号进行 FFT 变换,计算其 FFT 结果;

根据所述 FFT 结果获取前、后待插补序列对应的中心频率和带宽;

根据获取的所述中心频率确定前待插补序列频率补偿范围,以及前、后待插补序列补偿频率序列;

根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率校正后的前、后待查补序列。

10. 根据权利要求 9 所述的超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,
所述插值模块在进行带宽校正时具体用于:

通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行的滤波;

所述滤波器为 IIR 型或者 FIR 型。

11. 根据权利要求 7 至 10 任一项所述的超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,

所述频域校正模块具体用于:

对所述插补序列叠加随机相位噪声;

对叠加随机相位噪声后的插补序列做频域校正;

对做频域校正后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。

12. 根据权利要求 11 所述的超声系统多普勒信号间隙插值装置,其特征在于,
所述频域校正模块在进行频域校正时还用于:

依据前、后待插补序列,以及插入所述间隙的所述插补序列,获得所述间隙的间隙频谱;

判断所述间隙频谱的模是否介于前、后待插补序列频谱的模之间;

若是,对做频域校正后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号;

若否,对所述间隙频谱的幅度进行调整后,再对做频域校正后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。

超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于超声诊断成像技术领域,涉及一种超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统。

背景技术

[0002] 超声诊断仪(B 超机)具有独有的特性,如实时性;其中,超声诊断仪中常用的动态血流和多普勒成像,成为现代医学不可或缺的辅助诊断的手段之一;多普勒成像能方便快捷地测出血流的具体流速,在临床诊断中成为某些病症的判断标准。

[0003] 多普勒(简称 PW)检查过程中,通常采用两种模式:即单同步模式和多同步模式;所述单同步模式较简单,整个扫查过程只按照一定的速率(多普勒扫查中简称 PRF)更新多普勒数据,而其他模式,例如 B 模式、彩色模式处于停止冻结状态;当需要采用其它模式进行扫描时,医生主动激活其他模式,在此不做详细介绍。然而,单同步模式存在一些缺陷,例如:在多普勒扫查过程中,需要保持探头处于固定状态。

[0004] 多同步扫查模式解决了上述问题,在整个扫查过程中, B 模式、彩色模式和多普勒模式相继扫查,医生能同时观测到多个模式的图像,然而,多模式下的多普勒扫查也存在一些问题,其中,最主要的问题为:多个模式相继扫查后,导致多普勒数据之间有一定的空隙,这就导致了多普勒数据的时间上不连续,多普勒频谱质量下降。

[0005] 进一步的,为了解决多模式下的多普勒扫查出现的问题。现有技术中,采用了多种方案解决上述问题。

[0006] 如图 1 所示,中国专利申请,公开号:CN101336830,公开了一种用于超声诊断成像的正交多普勒信号间隙填充方法与装置。

[0007] 该方法通过在间隙前后信号正序填充间隙,并且取间隙前后各一段作为过渡带,在过渡带内填充信号与原信号加权叠加(加权系数之和为 1)。通过自相关函数方法得到填充前后端信号的频率参数,信号平均频率,信号功率和信号带宽,在满足一定阈值时,对插值信号乘以一个频率的复信号,以补偿间隙前后信号较大时插值导致的频谱不连续。然而,该方法也存在弊端,其不能解决在边界信号相位跳变的问题;同时,该方法只是简单地对插补信号乘以前后频率差的复正弦信号,没有考虑频率变化在时间上的过渡,以及间隙的时间宽度的影响,造成频率有突变,形成高频伪像,致使图 1 所示的频谱图上有明显的竖线。

[0008] 另外,该中国专利申请的背景技术部分也引用了美国专利号:US5016641、US5476097、US5891036、US5642732、US4559952,以及美国专利申请号 US2007/0049823 等现有技术。然而,上述引用的现有技术,在对两个多普勒扫查信号间进行插值过程中,均会出现相位突变问题,频率突变问题,幅度突变问题和实时性问题中的至少一种。

[0009] 如图 2 所示,美国专利号:US5016641,名称为:《Spectral interpolation of ultrasound doppler signal》的技术方案,其利用间隙前的信号的功率谱和生成的一个随机相位,由 IFFT 得到时域信号,该时域信号在加窗处理、部分重叠相加后得到没有跳变的填充信号。随机相位的生成方法是在原信号相位的基础上加上服从高斯分布,方差为

(PI/10, PI/2)的随机相位。通过该技术方案获得的频谱图上,由于其插值方法在多普勒信号与间隙相邻的地方,可能存在突变,所以有明显的竖线,同时声音会有“滋滋”声。

[0010] 如图 3 所示,美国专利号:US5476097,名称为:《Simultaneous Ultrasonic Imaging and Doppler Display System》的技术方案,其采用频谱和声音分开填充,其中声音信号直接用间隙两端的信号反序拼接,保证间隙两端的连续,但拼接中间存在跳变,通过数模转换后再进行低通滤波可以消除该不连续引起的噪声。通过该技术方案获得的频谱图上,由于仅利用频谱图插值,故得到的频谱图很模糊。

[0011] 如图 4 所示,美国专利申请号:US2007/0049823,名称为:《Method for Processing Doppler Signal Gaps》的技术方案,其采用对间隙前后数据进行高通滤波,反序共轭加权相加得到间隙内信号,这种方法可以保证在拼接处信号的连续性,声音上没有突变,但如图 4 所示,通过该方法在获取的频谱上存在一些较细的线条,故同样并不能保证没有突变。

[0012] 如图 5 所示,美国专利号:US5891036,名称为:《Ultrasonic wave Doppler diagnosing apparatus》的技术方案,其采用间隙前的数据反序读出,取共轭或者实部与虚部交换后存入间隙位置。由于取共轭后间隙起始点产生相位不连续,求解该相位偏差量,对间隙内数据补偿该相位差。第二种方法对间隙前后的数据进行同样的操作,然后将处理后的两段数据加权叠加,保证间隙两端都连续平滑过渡。如图 5 所示,采用该方法得到的频谱没有明显的竖线,只是相对原频谱稍微有些“虚”,特别是在频率变化较大的地方,如图中的频率快速上升处频谱有“断裂”的现象。

[0013] 进一步的,美国专利号:US5642732,名称为:《Apparatus and Method for Estimating Missing Doppler Signals and Spectra》的技术方案,其基于自回归(AR)模型估计的多普勒信号间隙填充方法,在 AR 模型里信号延伸是谱估计的自然结果,且这种谱估计方法不需要任何加窗,理论上可以取得较好的效果;但其阶数和模型参数估计方法都会对性能有影响。

[0014] 进一步的,美国专利号:US4559952,名称为:《Method of Ultrasonically Measuring Blood Flow Velocity》的技术方案,其首先求得间隙前信号的频谱分布,将宽带噪声经过一个滤波器以产生待填充的信号,控制滤波器的系数产生需要的频谱特性,直接读取最后部分的多普勒信号,两者之间窗函数重叠加权。该方法与美国专利号 US5016641、美国专利申请号 US2007/0049823 相比,更是无明显优势之处,另外其根据频谱实时生成滤波器系数,实现比较复杂。

发明内容

[0015] 本发明的目的在于提供一种超声系统多普勒信号间隙插值方法及装置。

[0016] 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系统多普勒信号间隙插值方法,所述方法包括以下步骤:

M1、获取相邻的两段多普勒扫描信号,分别为间隙前多普勒信号和间隙后多普勒信号;

M2、在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列;

M3、对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述“在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列”具体包括:

S1、对两段多普勒扫描信号进行取值,获取前待插补序列和后待查补序列;

S2、对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位校正、频率校正、带宽校正;

S3、将步骤 S2 校正后的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加,得到插补序列。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述频率校正具体包括:对间隙前多普勒信号和间隙后普勒信号进行 FFT 变换,计算其 FFT 结果;

根据所述 FFT 结果获取前、后待插补序列对应的中心频率和带宽;

根据获取的所述中心频率确定前待插补序列频率补偿范围,以及前、后待插补序列补偿频率序列;

根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率校正后的前、后待查补序列。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述带宽校正具体包括:

通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行的滤波;

所述滤波器为 IIR 型或者 FIR 型。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述“对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号”具体包括:

P1、对所述插补序列叠加随机相位噪声;

P2、对步骤 P1 后的插补序列做频域校正;

P3、对步骤 P2 后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。

[0021] 作为本发明的进一步改进,所述频域校正具体包括:

依据前、后待插补序列,以及插入所述间隙的所述插补序列,获得所述间隙的间隙频谱;

判断所述间隙频谱的模是否介于前、后待插补序列频谱的模之间;

若是,继续步骤 P3;

若否,对所述间隙频谱的幅度进行调整后,再进行步骤 P3。

[0022] 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系统多普勒信号间隙插值装置,所述装置包括:信号获取模块,用于获取相邻的两段多普勒扫描信号,分别为间隙前多普勒信号和间隙后多普勒信号;

插值模块,用于在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列;

频域校正模块,用于对所述插补序列进行频域校正,获取插入所述间隙的时域信号。

[0023] 作为本发明的进一步改进,所述插值模块具体用于:

对两段多普勒扫描信号进行取值,获取前待插补序列和后待查补序列;

对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位校正、频率校正、带宽校正;

将上述校正后的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加,得到插补序列。

[0024] 作为本发明的进一步改进,所述插值模块在进行频率校正时具体用于:

对间隙前多普勒信号和间隙后普勒信号进行 FFT 变换,计算其 FFT 结果;

根据所述 FFT 结果获取前、后待插补序列对应的中心频率和带宽；

根据获取的所述中心频率确定前待插补序列频率补偿范围，以及前、后待插补序列补偿频率序列；

根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率校正后的前、后待查补序列。

[0025] 作为本发明的进一步改进，所述插值模块在进行带宽校正时具体用于：

通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行的滤波；

所述滤波器为 IIR 型或者 FIR 型。

[0026] 作为本发明的进一步改进，所述频域校正模块具体用于：

对所述插补序列叠加随机相位噪声；

对叠加随机相位噪声后的插补序列做频域校正；

对做频域校正后的插补序列做加窗填补，获取插入所述间隙的时域信号。

[0027] 作为本发明的进一步改进，所述频域校正模块在进行频域校正时还用于：

依据前、后待插补序列，以及插入所述间隙的所述插补序列，获得所述间隙的间隙频谱；

判断所述间隙频谱的模是否介于前、后待插补序列频谱的模之间；

若是，对做频域校正后的插补序列做加窗填补，获取插入所述间隙的时域信号；

若否，对所述间隙频谱的幅度进行调整后，再对做频域校正后的插补序列做加窗填补，获取插入所述间隙的时域信号。

[0028] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明的超声系统多普勒信号间隙插值方法及装置，采用实时自适应多普勒插值方案获取插入间隙的插补序列；进一步的，对所述插补序列进行频域校正，获取插入所述间隙的时域信号；使获取的频谱图的高频伪噪声较少，且在频谱快速变化的地方更加连续，提高了多普勒频谱的插值质量。

附图说明

[0029] 图 1 是背景技术中第一实施方式的超声系统多普勒信号的频谱图；

图 2 是背景技术中第二实施方式的超声系统多普勒信号的频谱图；

图 3 是背景技术中第三实施方式的超声系统多普勒信号的频谱图；

图 4 是背景技术中第四实施方式的超声系统多普勒信号的频谱图；

图 5 是背景技术中第五实施方式的超声系统多普勒信号的频谱图；

图 6 是本发明一实施方式中超声系统中超声成像流程结构示意图；

图 7 是本发明一实施方式中超声系统多普勒信号间隙插值方法的流程图；

图 8 是本发明一实施方式中一种超声系统多普勒信号间隙插值系统的结构示意图；

图 9 是本发明一实施方式中双同步模式的多普勒扫描结构示意图；

图 10 是本发明一实施方式中对多普勒信号进行加窗处理的结构示意图；

图 11A 为采用背景技术第五实施方式和采用图 7 所示方法分别获取的频谱图的高频伪噪声对比示意图；

图 11B 为采用背景技术第五实施方式和采用图 7 所示方法分别获取的频谱图的频谱快慢变化的对比示意图。

具体实施方式

[0030] 以下将结合附图所示的各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。

[0031] 如图 6 所示,超声系统中超声成像流程结构示意图。

[0032] 组织中的超声信号经由探头换能器的不同基元转变为电模拟信号,通过前放模块放大,再由 A/D 数模转换模块转换为数字信号;各个不同基元的数字信号经过波束合成模块,合成为射频信号;射频信号经过正交解调后,将正交解调结果 I/Q 信号送入相应的处理模块。

[0033] 在多同步模式下,超声系统利用时分复用的方法,周期性地在不同时间扫描不同模式。以下,将以双同步模式(B +PW)为例做具体介绍。

[0034] 结合图 7 所示,结合图 9 所示,本发明一实施方式提供的超声系统多普勒信号间隙插值方法包括以下步骤:

M1、获取相邻的两段多普勒扫描信号;

M2、在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算,获取插入所述间隙的插补序列。

[0035] 可以理解的是,虽然本申请以双同步模式(B +PW)为例做具体介绍,但本申请的扫描结果是基于两段多普勒扫描信号获得,故,在相邻的两段多普勒扫描信号之间还可以将 B 模式转换为彩色模式、或 B 模式加彩色模式等形式,本申请并不对两段多普勒扫描信号之间的扫描模式做具体限定。

[0036] M3、对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号。

[0037] 本实施方式中,为了方便描述,将相邻的两端多普勒扫描信号分别定义为间隙前多普勒信号 Pre_Gap,以及间隙后多普勒信号 Post_Gap。

[0038] 需要说明的是,为了方便描述,在以下的实施方式中,对各个字母名词的解释一般均出现一次,但该解释,均适用与以后的描述内容中,在此不做详细赘述。

[0039] 进一步的,步骤 M2 中获取所述间隙的插补序列具体包括:

S1、对两段多普勒扫描信号进行取值,获取前待插补序列和后待查补序列。

[0040] 需要说明的是,在以下实施方式中,为了描述方便,当前待插补序列和后待插补序列同时出现时,将其简称为前、后待插补序列。

[0041] 本实施方式中,所述步骤 S1 具体包括:

设定多普勒扫描的重复发射频率;

获取每段多普勒扫描的时间周期,以及获取两段多普勒扫描的时间周期之间的间隙扫描时间周期;扫描过程中,每段所述多普勒扫描的时间周期均相同;

依据上述多普勒扫描的重复发射频率、时间周期,以及间隙扫描时间周期,获取每段多普勒扫描线数,以及所述间隙内的插值线数;本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0042] 假设每段多普勒扫描的时间周期为:T_{pw},所述间隙扫描时间周期为 T_{gap},多普勒扫描的重复发射频率为:prf;

那么,每段多普勒扫描线数:N_{pw} = T_{pw}*prf;

所述间隙内的插值线数:N_{gap} = T_{gap}*prf。

[0043] 进一步的,根据获取每段多普勒扫描线数,以及所述间隙内的插值线数,取所述间

隙前的多普勒扫描信号和所述间隙后的多普勒扫描信号的共轭,得到前待插补序列和后待查补序列。

[0044] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0045] $\text{Pre_Sig_Conj}(k) = \text{conj}(\text{Pre_Gap}(N_{\text{gap}} - k)); k \leq N_{\text{inter}};$

$\text{Post_Sig_Conj}(k) = \text{conj}(\text{Post_Gap}(N_{\text{inter}} - k)); k \leq N_{\text{inter}};$

其中, $\text{Pre_Sig_Conj}(k)$ 表示前序插补序列; $\text{Post_Sig_Conj}(k)$ 表示后续插补序列; $N_{\text{inter}} = \min(N_{\text{pw}}, N_{\text{gap}})$, 即 N_{inter} 为 N_{gap} 和 N_{pw} 两者较小值, $\text{conj}(\cdot)$ 表示对括号里面的值取共轭。

[0046] 进一步的, 获取所述间隙的插补序列还包括:

S2、对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位矫正、频率矫正、带宽矫正。

[0047] 本实施方式中, 所述对所述前待插补序列和后待查补序列进行相位矫正具体包括:

计算前序插补序列和后续插补序列需要矫正角度。

[0048] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0049] $\text{Angle_pre} = \text{angle}(\text{Pre_Gap}(N_{\text{gap}})) - \text{angle}(\text{Pre_Sig_Conj}(1));$

$\text{Angle_post} = \text{angle}(\text{Post_Gap}(1)) - \text{angle}(\text{Post_Sig_Conj}(N_{\text{inter}}));$

其中, Angle_pre 表示前待插补序列校正的角度; Angle_post 后待插补序列校正的角度, 算子 $\text{angle}(\cdot)$ 表示取括号里面值的相位角。。

[0050] 进一步的, 分别对前待插序列和后待插序列乘以矫正角度的单位向量, 进行相位矫正, 得到新的前、后待插补序列。

[0051] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0052] $\text{Pre_Sig_ForGap}(k) = \text{Pre_Sig_Conj}(k) * \exp(\text{Angle_pre} * i);$

$\text{Post_Sig_ForGap}(k) = \text{Post_Sig_Conj}(k) * \exp(\text{Angle_post} * i)$

其中, $\text{Pre_Sig_ForGap}(k)$ 为相位矫正后的前待插补序列; $\text{Post_Sig_ForGap}(k)$ 为相位矫正后的后待插补序列; i 表示虚数单位。

[0053] 本实施方式中, 在对前、后待插补序列进行相位矫正后, 进一步的, 对所述前待插补序列和后待查补序列进行频率矫正具体包括:

对间隙前多普勒信号 Pre_Gap 和间隙后普勒信号 Post_Gap 进行 FFT 变换, 计算其 FFT 结果, 获取的前、后待插补序列频谱分别为: pre_fft 和 post_fft ; 并根据 pre_fft 和 post_fft 获取前、后待插补序列对应的中心频率为: pre_f0 , post_f0 ; 带宽为: pre_B 和 post_B ;

所述 FFT 为快速傅氏变换(Fast Fourier Transformation 的缩写), 是离散傅氏变换的快速算法, 它是根据离散傅氏变换的奇、偶、虚、实等特性, 对离散傅立叶变换的算法进行改进获得的。

[0054] 本实施方式中, 为保持频率平稳过渡, 前、后待填补序列需要按时间顺序依次逐步改变其中心频率, 同时考虑到多普勒扫描信号和间隙之间的时间间隙, 确定前待插补序列频率补偿范围为 $[0, (\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}}]$, 后待插补序列频率补偿范围为: $[-(\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}}, 0]$;

进一步的, 根据获取的所述中心频率确定前、后待插补序列补偿频率序列; 以及根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率矫正后的前、后待查补序列。

[0055] 本实施方式中：采用以下算法进行计算分别对前、后待插补序列进行频率调整：

$$\text{Pre_fre_Diff}(k) = k * (\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}} / N_{\text{gap}};$$

$$\text{Pre_Sig_ForGap}(k) = \text{Pre_Sig_ForGap}(k) * \exp(k * \text{Pre_fre_Diff}(k) * i);$$

$$\text{Post_fre_Diff}(k) = (N_{\text{gap}} - k) * (\text{pre_f0} - \text{post_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}} / N_{\text{gap}};$$

$$\text{Post_Sig_ForGap}(k) = \text{Post_Sig_ForGap}(k) * \exp((N_{\text{gap}} - k) * \text{Post_fre_Diff}(k) * i);$$

其中, $0 < k \leq N_{\text{inter}}$; Pre_fre_Diff 为前待插补序列补偿频率序列, Post_fre_Diff 为后待插补序列补偿频率序列; $\text{Pre_Sig_ForGap}(k)$ 为频率矫正后的前待插补序列; $\text{Post_Sig_ForGap}(k)$ 为频率矫正后的后待插补序列;

本实施方式中, 在对前、后待插补序列进行频率矫正后, 进一步的, 对所述前待插补序列和后待查补序列进行带宽矫正具体包括:

为了保证待插补序列分别保持与相邻多普勒数据的带宽一致性, 分别对前、后待插补序列进行相应的滤波。

[0056] 本实施方式中, 可通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行相应的滤波。

[0057] 所述滤波器可以为 IIR 或者 FIR 型。

[0058] 本实施方式中：采用以下算法进行计算。

[0059] 对前待插序列滤波器设计要求为：

$$\text{中心频率为 } \text{pre_filter_f0} = \text{cof1} * \text{pre_f0};$$

$$\text{带宽要求为 } \text{pre_filter_B} = \text{cof2} * \text{pre_B};$$

对后待插序列滤波器设计要求为：

$$\text{中心频率为 } \text{post_filter_f0} = \text{cof3} * \text{post_f0};$$

$$\text{带宽要求为 } \text{post_filter_B} = \text{cof4} * \text{post_B};$$

其中, cof1 、 cof2 、 cof3 、 cof4 为系数, 其值均默认为 1.0;

本实施方式中, 对前、后待插补序列进行相应的滤波后, 获得 $\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}$ 和 $\text{post_Sig_ForGap_filtered}$, $\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}$ 为带宽矫正后的前待插补序列; $\text{post_Sig_ForGap_filtered}$ 为带宽矫正后的后待插补序列。

[0060] 需要说明的是, 本实施方式中, 并不一定顺序按照相位矫正、频率矫正、带宽矫正的顺序对前、后待插补序列进行矫正, 只要保证带宽矫正是在频率矫正之后完成, 即可以完成本发明所示的方法, 在此不做详细赘述。

[0061] 进一步的, 获取所述间隙的插补序列还包括：

S3、将步骤 S2 矫正后的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加, 得到插补序列。

[0062] 为保证逐步过渡, 对 $\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}$ 和 $\text{post_Sig_ForGap_filtered}$ 分别加窗后相加得到插补序列: Sig_For_Gap 。

[0063] 本实施方式中, 若 $N_{\text{inter}} < N_{\text{gap}}$, 需要在 $\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}$ 后补 0 使其长度等于 N_{gap} , 同样, 需要在 $\text{post_Sig_ForGap_filtered}$ 前补 0 使其长度等于 N_{gap} 。

[0064] 本实施方式中：采用以下算法进行计算。

[0065] $\text{Sig_For_Gap}(k) =$

$$\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}(k) * \text{win}(k) + (1 - \text{win}(k)) * \text{post_Sig_ForGap_}$$

filtered(k);

其中, Win 为所加窗的系数,例如:可以为斜角窗 $\text{win}(k) = 1 - k/N_{\text{Gap}}$;当然,也可以设计为其他逐渐过渡的形状,在此不做详细赘述。

[0066] 进一步的,步骤 M3 中对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号具体包括:

P1、对所述插补序列叠加随机相位噪声;

本实施方式中,由于插补滤波器带宽较前后多普勒信号带宽可能较窄,为保持频谱的背景白噪声水平的一致性,需要对信号叠加相应的随机相位噪声。

[0067] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0068] $\text{Sig_For_Gap}(k) = \text{Sig_For_Gap}(k) * \exp(\text{Phase_random}(k) * i);$

其中,Phase_random 为随机相位,其可以设计为平均分布,也可设计为高斯等其他分布形式,在此不做详细赘述。

[0069] 进一步的,所述步骤 M3 还包括:

P2、对步骤 P1 后的插补序列做频域矫正;

本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0070] 以间隙内数据为中心,取长度为 N_{pw} 数据用于计算 FFT,其中取得的 N_{pw} 数据用 Sig_gap_ForFFT 表示。

[0071] 如此,记过渡重合长度为 $N_{\text{Overlap}} = (N_{\text{pw}} - N_{\text{gap}}) / 2;$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Pre_Gap}(N_{\text{pw}} - N_{\text{Overlap}} + k);$

$k \leq N_{\text{Overlap}};$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Sig_For_Gap}(k - N_{\text{Overlap}});$

$N_{\text{Overlap}} < k \leq N_{\text{Overlap}} + N_{\text{gap}};$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Post_Gap}(k - N_{\text{Overlap}} - N_{\text{gap}});$

$N_{\text{Overlap}} + N_{\text{gap}} < k \leq N_{\text{pw}}; \text{Overlap} + N_{\text{gap}}$

进一步,对 Sig_gap_ForFFT 做 FFT 变换得到频谱 gap_FFT,根据 pre_FFT 和 post_FFT 对 gap_FFT 进行调整,得到 gap_adjusted_FFT。

[0072] 进一步的,判断 gap_FFT(k) 的模是否介于 pre_FFT(k) 和 post_FFT(k) 的模之间,若是,继续步骤 P3,若否,则对 gap_FFT(k) 的幅度进行调整;待将其调整到介于 pre_FFT(k) 和 post_FFT(k) 的模之间后,再进行步骤 P3。

[0073] 进一步的,本实施方式中,调整比例可以采用非线性方式,也可采用简单的线性方式。

[0074] 本实施方式中,进一步的,设定下述程序段判定 gap_FFT(k) 的是否介于 pre_FFT(k) 和 post_FFT(k) 的模之间,并对其进行调整。

[0075] $\text{If}(\text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) < \min(\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)), \text{fabs}(\text{post_FFT}(k)))) \quad ||$
 $\text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) > \max(\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)), \text{fabs}(\text{post_FFT}(k))))$

gap_adjusted_FFT(k) =

$\text{gap_FFT}(k) / \text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) * (\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)) + \text{fabs}(\text{post_FFT}(k)));$

else

gap_adjusted_FFT(k) = gap_FFT(k);

其中, $0 < k < \text{fft_num}$; fft_num 表示 fft 变化长度; 算子 $\text{fabs}()$ 表示取复数模。

[0076] 进一步的, 本实施方式中, 所述步骤 M3 还包括以下步骤:

P3、对步骤 P2 后的插补序列做加窗填补, 获取插入所述间隙的时域信号。

[0077] 本实施方式中, 为了在两端处平稳过渡, 需要对信号加窗处理, 当然, 窗的选择也可以多样性, 例如: 图 10 所示, 如此, 对 gap_adjusted_FFT 反变换, 得到最后用于插补空隙的时域信号 sig_gap_Result , 在此不做详细赘述。

[0078] 结合图 11A、11B 所示, 屏幕左侧的频谱图为通过背景技术中, 美国专利号为 US5891036 的技术方案获取的频谱图。屏幕右侧为通过本申请所示方法获取的频谱图。通过图 11A 的对比可知: 通过本申请所示方法获得的频谱图的高频伪噪声较少。

[0079] 通过图 11B 的对比可知: 通过本申请所示方法获得的频谱图的在频谱快速变化的地方更加连续。

[0080] 综上, 本发明的超声系统多普勒信号间隙插值方法, 采用实时自适应多普勒插值方案获取插入间隙的插补序列; 进一步的, 对所述插补序列进行频域校正, 获取插入所述间隙的时域信号; 使获取的频谱图的高频伪噪声较少, 且在频谱快速变化的地方更加连续, 提高了多普勒频谱的插值质量。

[0081] 结合图 7 所示, 本发明一实施方式中揭示一种超声系统多普勒信号间隙插值装置, 所述装置包括: 信号获取模块 100、插值模块 200、频域校正模块 300; 插值模块 200 包括: 取值单元 201、相位校正单元 203、频率校正单元 205、带宽校正单元 207, 以及合成单元 209; 频域校正模块 300 包括噪声叠加单元 301、频域校正单元 303, 以及加窗单元 305。

[0082] 信号获取模块 100 用于获取相邻的两段多普勒扫描信号;

插值模块 200 用于在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算, 获取插入所述间隙的插补序列。

[0083] 可以理解的是, 虽然本申请以双同步模式 (B +PW) 为例做具体介绍, 但本申请的扫描结果是基于两段多普勒扫描信号获得, 故, 在相邻的两段多普勒扫描信号之间还可以将 B 模式转换为彩色模式、或 B 模式加彩色模式等形式, 本申请并不对两段多普勒扫描信号之间的扫描模式做具体限定。

[0084] 频域校正模块 300 用于对所述插补序列进行频域校正, 获取插入所述间隙的时域信号。

[0085] 本实施方式中, 为了方便描述, 将相邻的两端多普勒扫描信号分别定义为间隙前多普勒信号 Pre_Gap , 以及间隙后多普勒信号 Post_Gap 。

[0086] 需要说明的是, 为了方便描述, 在以下的实施方式中, 对各个字母名词的解释一般均出现一次, 但该解释, 均适用与以后的描述内容中, 在此不做详细赘述。

[0087] 进一步的, 取值单元 201 用于对两段多普勒扫描信号进行取值, 获取前待插补序列和后待查补序列。

[0088] 需要说明的是, 在以下实施方式中, 为了描述方便, 当前待插补序列和后待插补序列同时出现时, 将其简称为前、后待插补序列。

[0089] 本实施方式中, 取值单元 201 用于用于设定多普勒扫描的重复发射频率;

获取每段多普勒扫描的时间周期, 以及获取两段多普勒扫描的时间周期之间的间隙扫描时间周期; 扫描过程中, 每段所述多普勒扫描的时间周期均相同;

依据上述多普勒扫查的重复发射频率、时间周期,以及间隙扫查时间周期,获取每段多普勒扫查线数,以及所述间隙内的插值线数;本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0090] 假设每段多普勒扫查的时间周期为: T_{pw} , 所述间隙扫查时间周期为 T_{gap} , 多普勒扫查的重复发射频率为: prf ;

那么,每段多普勒扫查线数: $N_{pw} = T_{pw} * prf$;

所述间隙内的插值线数: $N_{gap} = T_{gap} * prf$ 。

[0091] 进一步的,取值单元 201 用于根据获取每段多普勒扫查线数,以及所述间隙内的插值线数,取所述间隙前的多普勒扫查信号和所述间隙后的多普勒扫查信号的共轭,得到前待插补序列和后待查补序列。

[0092] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0093] $Pre_Sig_Conj(k) = conj(Pre_Gap(N_{gap} - k)); k \leq N_{inter};$

$Post_Sig_Conj(k) = conj(Post_Gap(N_{inter} - k)); k \leq N_{inter};$

其中, $Pre_Sig_Conj(k)$ 表示前序插补序列; $Post_Sig_Conj(k)$ 表示后续插补序列; $N_{inter} = \min(N_{pw}, N_{gap})$, 即 N_{inter} 为 N_{gap} 和 N_{pw} 两者较小值, $conj(.)$ 表示对括号里面的值取共轭。

[0094] 进一步的,相位矫正单元 203 用于对所述前待插补序列和后待查补序列分别进行相位矫正。

[0095] 本实施方式中,相位矫正单元 203 计算前序插补序列和后续插补序列需要矫正角度。

[0096] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0097] $Angle_pre = angle(Pre_Gap(N_{gap})) - angle(Pre_Sig_Conj(1));$

$Angle_post = angle(Post_Gap(1)) - angle(Post_Sig_Conj(N_{inter}));$

其中, $Angle_pre$ 表示前待插补序列校正的角度; $Angle_post$ 后待插补序列校正的角度,算子 $angle(.)$ 表示取括号里面值的相位角。。

[0098] 进一步的,相位矫正单元 203 分别对前待插序列和后待插序列乘以矫正角度的单位向量,进行相位矫正,得到新的前、后待插补序列。

[0099] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0100] $Pre_Sig_ForGap(k) = Pre_Sig_Conj(k) * \exp(Angle_pre * i);$

$Post_Sig_ForGap(k) = Post_Sig_Conj(k) * \exp(Angle_post * i)$

其中, $Pre_Sig_ForGap(k)$ 为相位矫正后的前待插补序列; $Post_Sig_ForGap(k)$ 为相位矫正后的后待插补序列; i 表示虚数单位。

[0101] 进一步的,频率矫正单元 205 用于对所述前待插补序列和后待查补序列进行频率矫正;

本实施方式中,频率矫正单元 205 用于对通过相位矫正模块 203 后的所述前待插补序列和后待查补序列进行频率矫正。

[0102] 频率矫正单元 205 对间隙前多普勒信号 Pre_Gap 和间隙后普勒信号 $Post_Gap$ 进行 FFT 变换,计算其 FFT 结果,获取的前、后待插补序列频谱分别为: pre_fft 和 $post_fft$; 并根据 pre_fft 和 $post_fft$ 获取前、后待插补序列对应的中心频率为: pre_f0 , $post_f0$; 带宽为: pre_B 和 $post_B$;

本实施方式中,频率校正单元 205 为保持频率平稳过渡,前、后待填补序列需要按时间顺序依次逐步改变其中心频率,同时考虑到多普勒扫描信号和间隙之间的时间间隙,确定前待插补序列频率补偿范围为 $[0, (\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}}]$,后待插补序列频率补偿范围为 $[-(\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}}, 0]$ 。

[0103] 进一步的,频率校正单元 205 根据获取的所述中心频率确定前、后待插补序列补偿频率序列;以及根据所述前、后待插补序列补偿频率序列获取频率校正后的前、后待查补序列。

[0104] 本实施方式中:频率校正单元 205 采用以下算法进行计算分别对前、后待插补序列进行频率调整:

$$\begin{aligned} \text{Pre_fre_Diff}(k) &= k * (\text{post_f0} - \text{pre_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}} / N_{\text{gap}}; \\ \text{Pre_Sig_ForGap}(k) &= \text{Pre_Sig_ForGap}(k) * \exp(k * \text{Pre_fre_Diff}(k) * i); \\ \text{Post_fre_Diff}(k) &= (N_{\text{gap}} - k) * (\text{pre_f0} - \text{post_f0}) * T_{\text{gap}} / T_{\text{pw}} / N_{\text{gap}}; \\ \text{Post_Sig_ForGap}(k) &= \text{Post_Sig_ForGap}(k) * \exp((N_{\text{gap}} - k) * \text{Post_fre_Diff}(k) * i); \end{aligned}$$

其中, $0 < k \leq N_{\text{inter}}$; Pre_fre_Diff 为前待插补序列补偿频率序列, Post_fre_Diff 为后待插补序列补偿频率序列; Pre_Sig_ForGap(k) 为频率校正后的前待插补序列; Post_Sig_ForGap(k) 为频率校正后的后待插补序列;

进一步的,带宽校正单元 207 用于对所述前待插补序列和后待查补序列进行带宽校正。

[0105] 本实施方式中,带宽校正单元 207 用于对通过相位频率模块 205 后的所述前待插补序列和后待查补序列进行频率校正。

[0106] 带宽校正单元 207 为了保证待插补序列分别保持与相邻多普勒数据的带宽一致性,分别对前、后待插补序列进行相应的滤波。

[0107] 本实施方式中,带宽校正单元 207 可通过设置滤波器分别对前、后待插补序列进行相应的滤波。

[0108] 所述滤波器可以为 IIR 或者 FIR 型。

[0109] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0110] 对前待插序列滤波器设计要求为:

中心频率为 $\text{pre_filter_f0} = \text{cof1} * \text{pre_f0}$;

带宽要求为 $\text{pre_filter_B} = \text{cof2} * \text{pre_B}$;

对后待插序列滤波器设计要求为:

中心频率为 $\text{post_filter_f0} = \text{cof3} * \text{post_f0}$;

带宽要求为 $\text{post_filter_B} = \text{cof4} * \text{post_B}$;

其中, cof1、cof2、cof3、cof4 为系数,其值均默认为 1.0;

本实施方式中,带宽校正单元 207 对前、后待插补序列进行相应的滤波后,获得 Pre_Sig_ForGap_filtered 和 post_Sig_ForGap_filtered, Pre_Sig_ForGap_filtered 为带宽校正后的前待插补序列; post_Sig_ForGap_filtered 为带宽校正后的后待插补序列。

[0111] 需要说明的是,本实施方式中,相位校正单元 203、频率校正单元 205、带宽校正 207 的先后执行顺序并不一定位上述顺序,只要保证带宽校正单元在频率校正单元之后执

行,即可以完成本发明,在此不做详细赘述。

[0112] 进一步的,合成单元 209 用于将经过相位矫正单元 203、频率矫正单元 205、带宽矫正 207 的前待插补序列和后待查补序列分别加窗后相加,得到插补序列。

[0113] 为保证逐步过渡,合成单元 209 对 Pre_Sig_ForGap_filtered 和 post _Sig_ForGap_filtered 分别加窗后相加得到插补序列 :Sig_For_Gap。

[0114] 本实施方式中,若 $N_{\text{inter}} < N_{\text{gap}}$, 合成单元 209 需要在 Pre_Sig_ForGap_filtered 后补 0 使其长度等于 N_{gap} ,同样,需要在 post _Sig_ForGap_filtered 前补 0 使其长度等于 N_{Gap} 。

[0115] 本实施方式中:采用以下算法进行计算。

[0116] $\text{Sig_For_Gap}(k) =$

$\text{Pre_Sig_ForGap_filtered}(k) * \text{win}(k) + (1 - \text{win}(k)) * \text{post_Sig_ForGap_filtered}(k);$

其中,Win 为所加窗的系数,例如:可以为斜角窗 $\text{win}(k) = 1 - k/N_{\text{Gap}}$;当然,也可以设计为其他逐渐过渡的形状,在此不做详细赘述。

[0117] 进一步的,频域校正模块 300 对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号。

[0118] 本实施方式中,噪声叠加单元 301 用于对所述插补序列叠加随机相位噪声。

[0119] 由于插补滤波器带宽较前后多普勒信号带宽可能较窄,噪声叠加单元 301 为保持频谱的背景白噪声水平的一致性,需要对信号叠加相应的随机相位噪声。

[0120] 本实施方式中:噪声叠加单元 301 采用以下算法进行计算。

[0121] $\text{Sig_For_Gap}(k) = \text{Sig_For_Gap}(k) * \exp(\text{Phase_random}(k) * i);$

其中,Phase_random 为随机相位,其可以设计为平均分布,也可设计为高斯等其他分布形式,在此不做详细赘述。

[0122] 进一步的,频域校正单元 303 用于对步骤 P1 后的插补序列做频域矫正;

本实施方式中:频域校正单元 303 采用以下算法进行计算。

[0123] 以间隙内数据为中心,取长度为 N_{pw} 数据用于计算 FFT,其中取得的 N_{pw} 数据用 Sig_gap_ForFFT 表示。

[0124] 如此,记过渡重合长度为 $N_{\text{Overlap}} = (N_{\text{pw}} - N_{\text{gap}}) / 2;$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Pre_Gap}(N_{\text{pw}} - N_{\text{Overlap}} + k); k \leq N_{\text{Overlap}};$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Sig_For_Gap}(k - N_{\text{Overlap}});$

$N_{\text{Overlap}} < k \leq N_{\text{Overlap}} + N_{\text{gap}};$

$\text{Sig_gap_ForFFT}(k) = \text{Post_Gap}(k - N_{\text{Overlap}} - N_{\text{gap}});$

$N_{\text{Overlap}} + N_{\text{gap}} < k \leq N_{\text{pw}}; \text{Overlap} + N_{\text{gap}}$

进一步,频域校正单元 303 对 Sig_gap_ForFFT 做 FFT 变换得到频谱 gap_FFT,根据 pre_FFT 和 post_FFT 对 gap_FFT 进行调整,得到 gap_adjusted_FFT。

[0125] 进一步的,频域校正单元 303 还用于判断 gap_FFT(k) 的模是否介于 pre_FFT(k) 和 post_FFT(k) 的模之间,若是,通过加窗单元 305 对做频域矫正后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号;若否,则对 gap_FFT(k) 的幅度进行调整;待将其调整到介于 pre_FFT(k) 和 post_FFT(k) 的模之间后,再通过加窗单元 305 对做频域矫正后的插补

序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。

[0126] 进一步的,本实施方式中,频域校正单元 303 对 $\text{gap_FFT}(k)$ 进行幅度调整比例可以采用非线性方式,也可采用简单的线性方式。

[0127] 本实施方式中,进一步的,频域校正单元 303 设定下述程序段判定 $\text{gap_FFT}(k)$ 的是否介于 $\text{pre_FFT}(k)$ 和 $\text{post_FFT}(k)$ 的模之间,并对其进行调整。

[0128] $\text{If}(\text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) < \min(\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)), \text{fabs}(\text{post_FFT}(k))) \parallel \text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) > \max(\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)), \text{fabs}(\text{post_FFT}(k))))$

$\text{gap_adjusted_FFT}(k) = \text{gap_FFT}(k) / \text{fabs}(\text{gap_FFT}(k)) * (\text{fabs}(\text{pre_FFT}(k)) + \text{fabs}(\text{post_FFT}(k)))$;

else

$\text{gap_adjusted_FFT}(k) = \text{gap_FFT}(k)$;

其中, $0 < k < \text{fft_num}$; fft_num 表示 fft 变化长度;算子 $\text{fabs}()$ 表示取复数模。

[0129] 进一步的,本实施方式中,加窗单元 305 用于对经过频域校正单元 303 后的插补序列做加窗填补,获取插入所述间隙的时域信号。

[0130] 本实施方式中,为了在两端处平稳过渡,加窗单元 305 需要对信号加窗处理,当然,窗的选择也可以多样性,例如:图 10 所示,如此,对 gap_adjusted_FFT 反变换,得到最后用于插补空隙的时域信号 sig_gap_Result ,在此不做详细赘述。

[0131] 结合图 11A、11B 所示,屏幕左侧的频谱图为通过背景技术中,美国专利号为 US5891036 的技术方案获取的频谱图。屏幕右侧为通过本申请所示方法获取的频谱图。通过图 11A 的对比可知:通过本申请所示装置获得的频谱图的高频伪噪声较少。

[0132] 通过图 11B 的对比可知:通过本申请所示装置获得的频谱图的在频谱快速变化的地方更加连续。

[0133] 综上所述,本发明的超声系统多普勒信号间隙插值方法及装置,采用实时自适应多普勒插值方案获取插入间隙的插补序列;进一步的,对所述插补序列进行频域矫正,获取插入所述间隙的时域信号;使获取的频谱图的高频伪噪声较少,且在频谱快速变化的地方更加连续,提高了多普勒频谱的插值质量。

[0134] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种模块分别描述。当然,在实施本申请时可以把各模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0135] 通过以上的实施方式的描述可知,本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以保存在保存介质中,如 ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,信息推送服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施方式或者实施方式的某些部分所述的方法。

[0136] 以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施方式方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0137] 本申请可用于众多通用或专用的计算系统环境或配置中。例如：个人计算机、信息推送服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理模块系统、基于微处理模块的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络 PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等等。

[0138] 本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述，例如程序模块。一般地，程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请，在这些分布式计算环境中，由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中，程序模块可以位于包括保存设备在内的本地和远程计算机保存介质中。

[0139] 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。

[0140] 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。

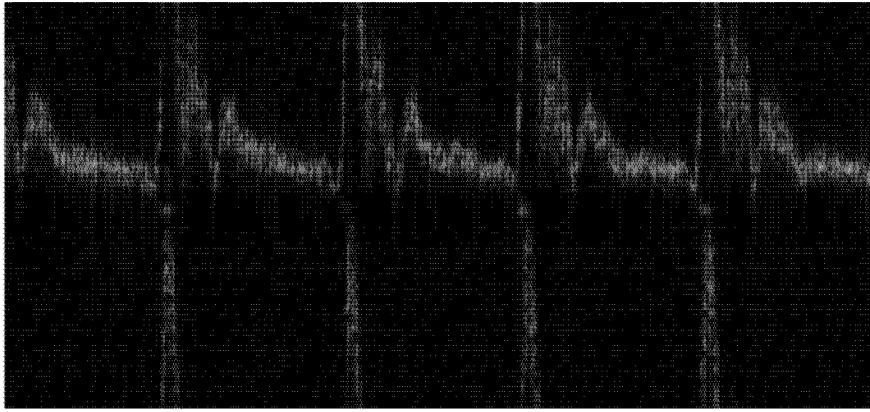


图 1

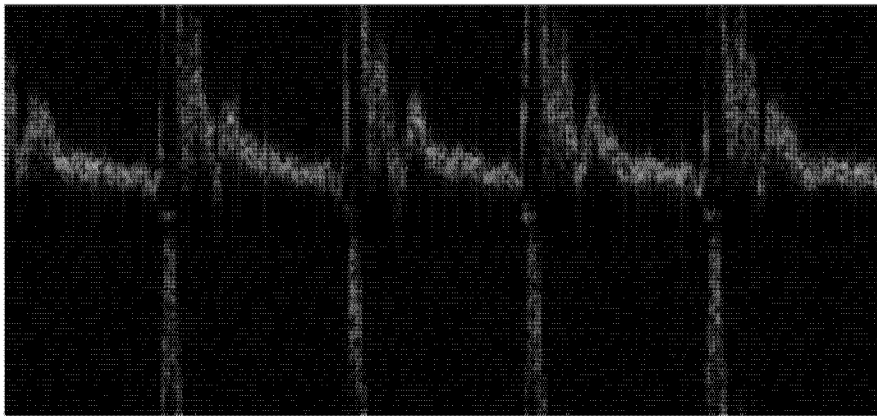


图 2

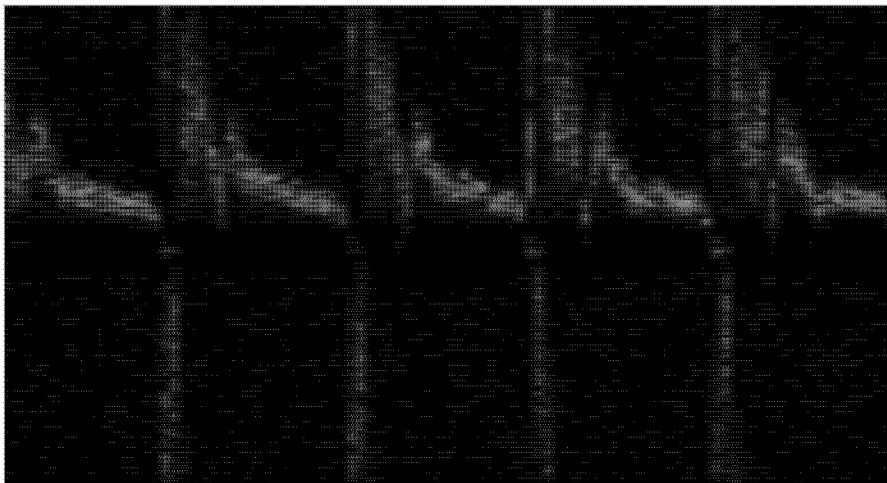


图 3

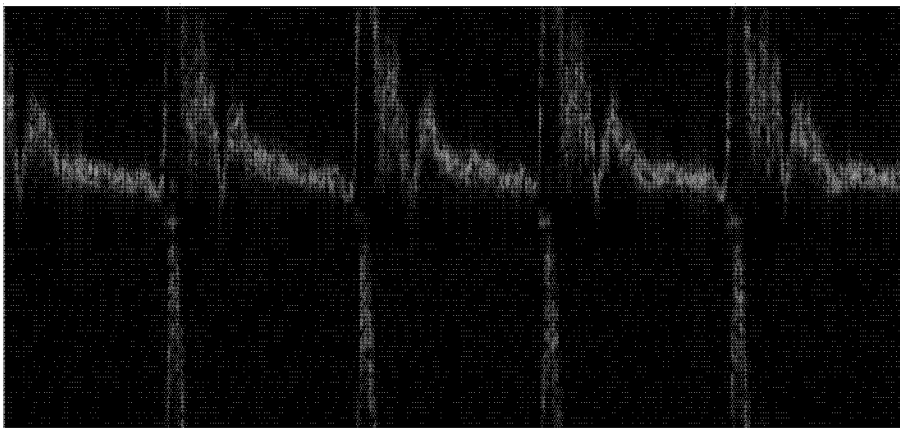


图 4

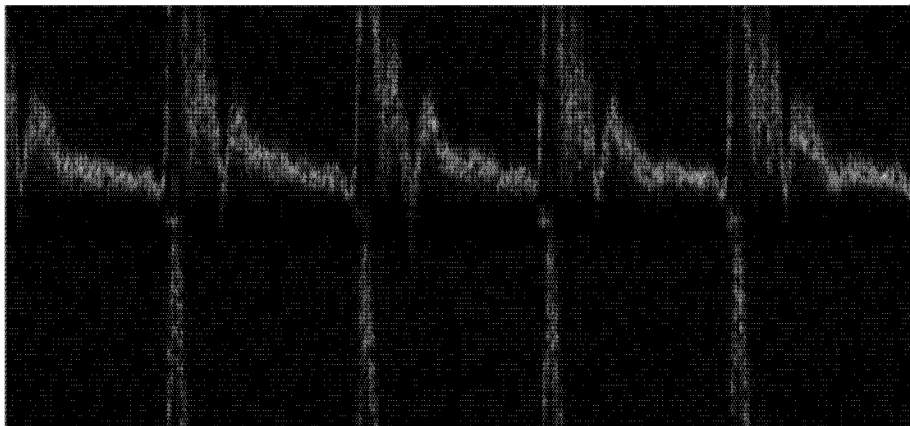


图 5

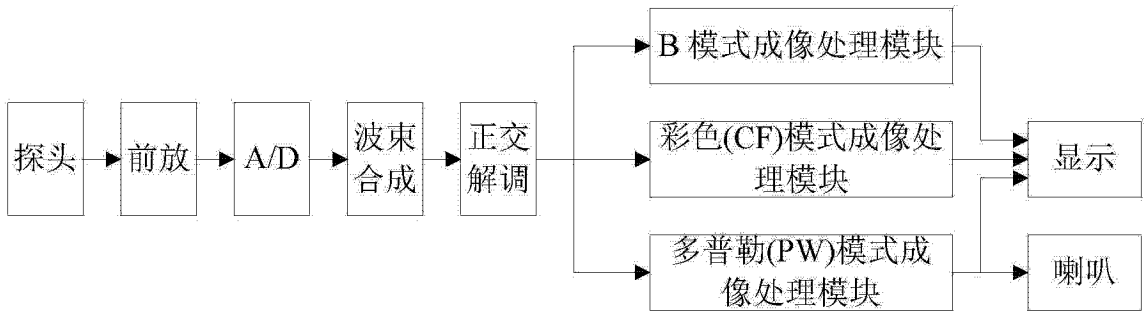


图 6

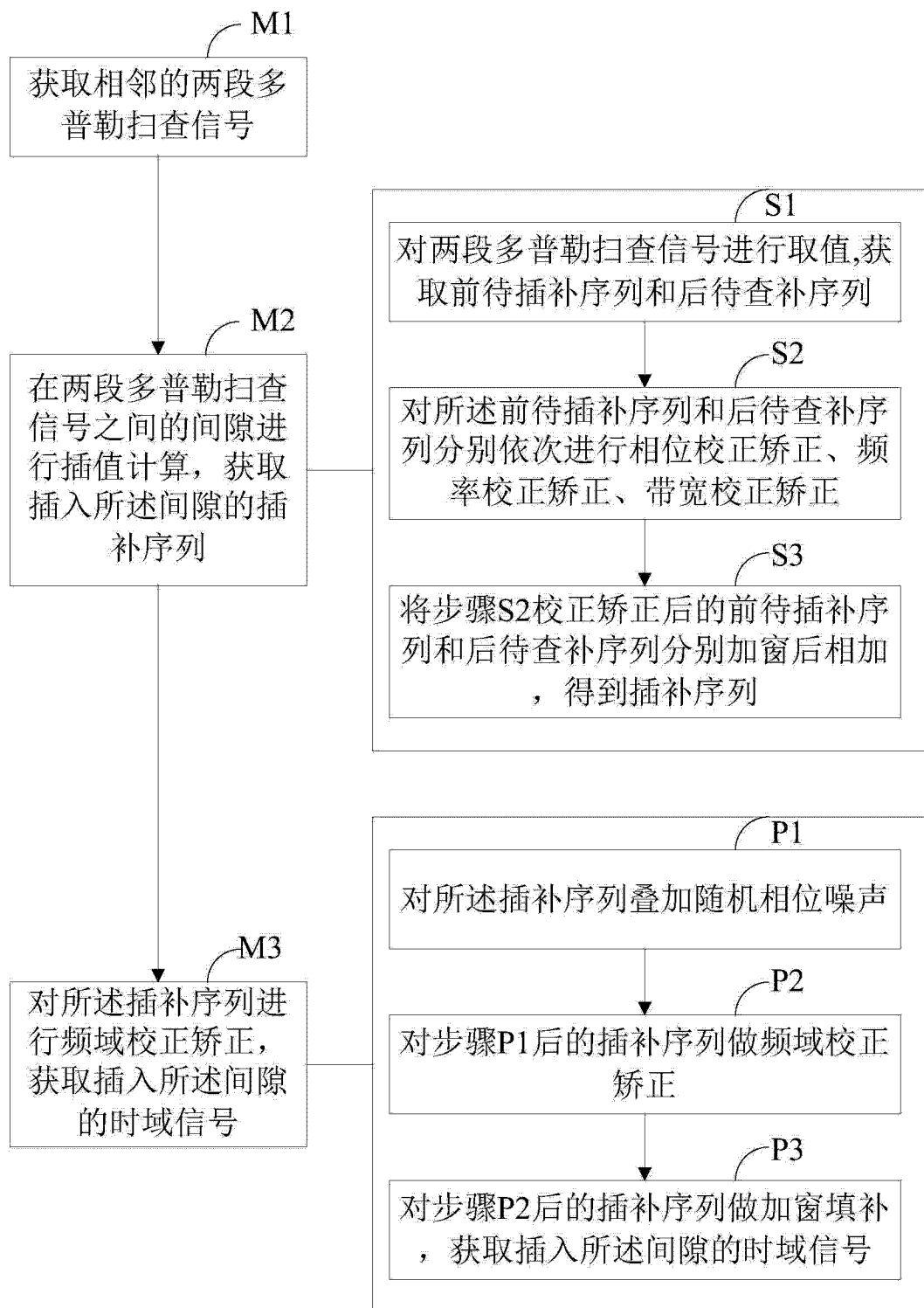


图 7

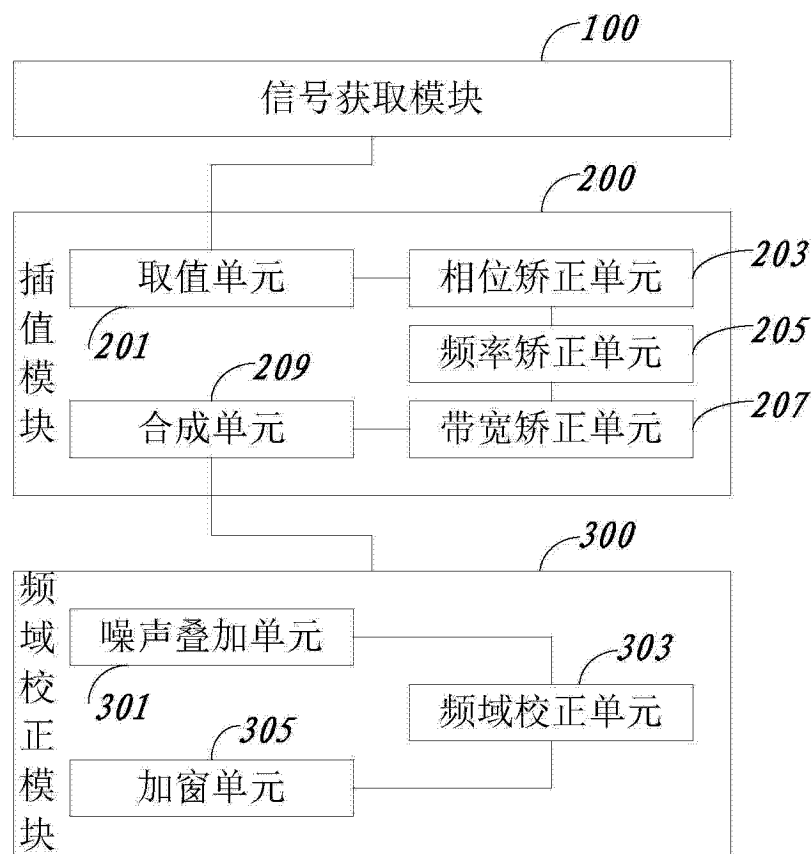


图 8

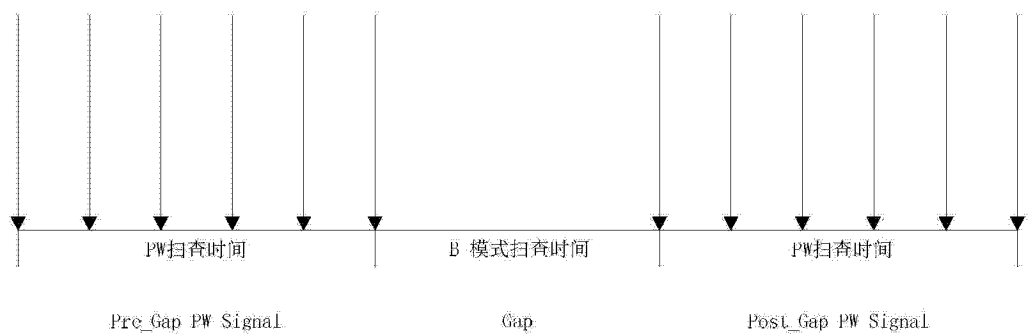


图 9

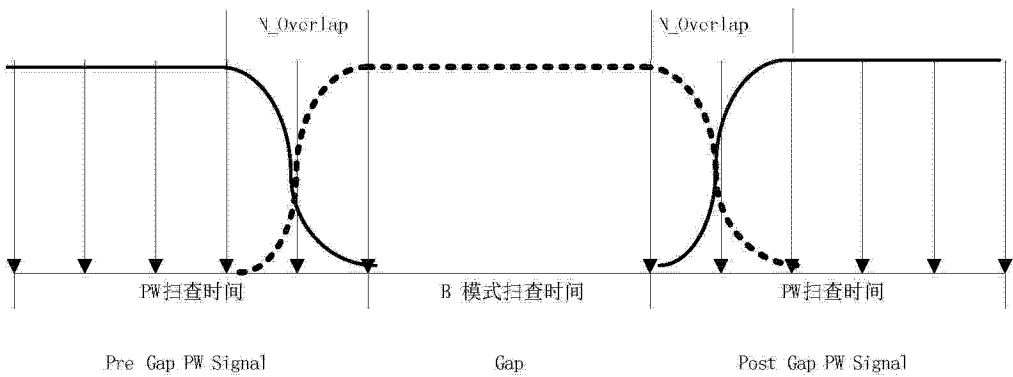


图 10

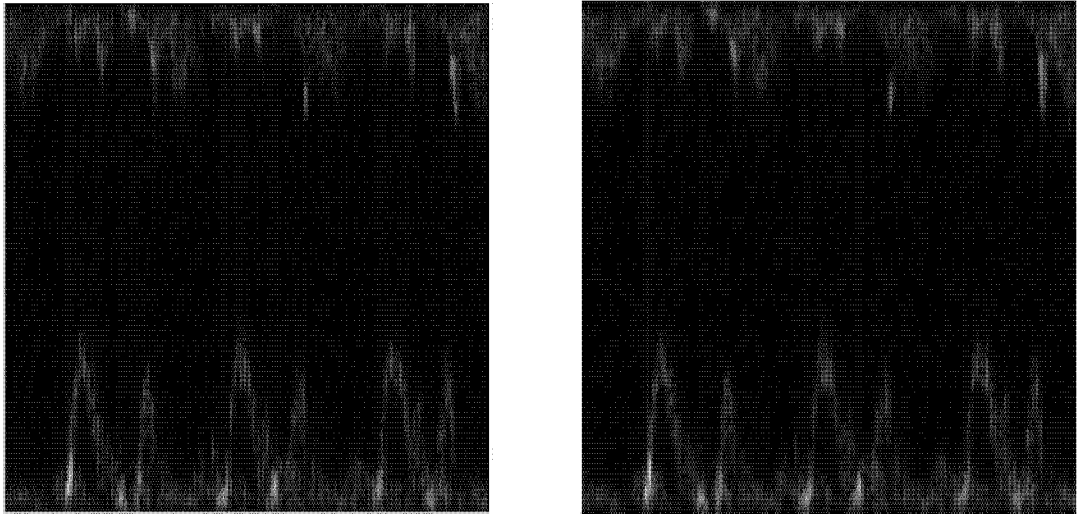


图 11A

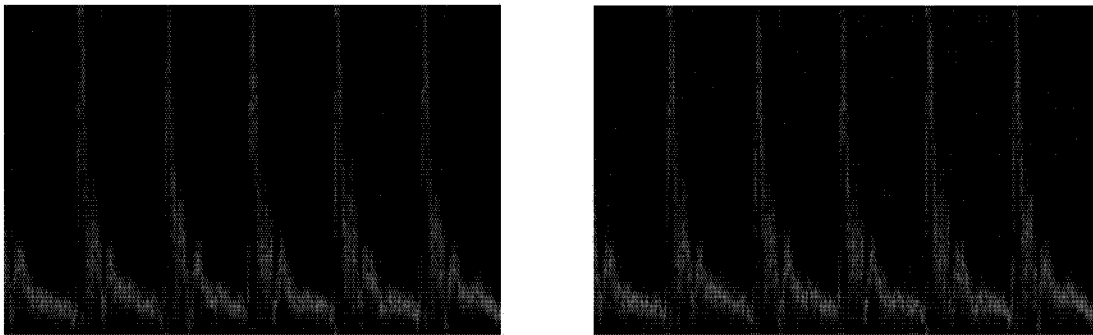


图 11B

专利名称(译)	超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统		
公开(公告)号	CN104783836A	公开(公告)日	2015-07-22
申请号	CN201510140766.4	申请日	2015-03-27
[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	郭建军 陈惠人		
发明人	郭建军 陈惠人		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	杨林洁		
其他公开文献	CN104783836B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声系统多普勒信号间隙插值方法及系统；所述方法包括：获取相邻的两段多普勒扫描信号；在两段多普勒扫描信号之间的间隙进行插值计算，获取插入所述间隙的插补序列；对所述插补序列进行频域校正，获取插入所述间隙的时域信号。本发明的超声系统多普勒信号间隙插值方法及装置，采用实时自适应多普勒插值方案获取插入间隙的插补序列；进一步的，对所述插补序列进行频域校正，获取插入所述间隙的时域信号；使获取的频谱图的高频伪噪声较少，且在频谱快速变化的地方更加连续，提高了多普勒频谱的插值质量。

