



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810216405.3

[43] 公开日 2010年3月31日

[11] 公开号 CN 101683276A

[22] 申请日 2008.9.26

[21] 申请号 200810216405.3

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司  
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 李雷 李勇 蒋勇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 张亚宁 王丹昕

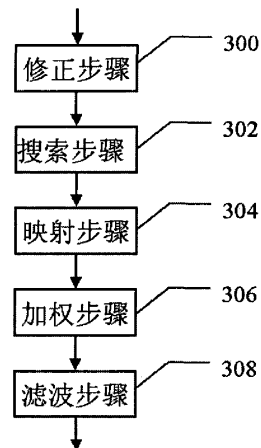
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

多普勒信号间隙填充方法与装置以及超声成像系统

## [57] 摘要

本发明公开了一种多普勒信号间隙填充方法与装置以及包括该装置的超声成像系统。其中所述方法主要包括搜索步骤和映射步骤。按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充方法与装置以及包括该装置的超声成像系统，能够保证填充之后的多普勒信号相位没有突变，使多普勒信号更加连续，提高同步显示时的多普勒成像质量。另外，通过对间隙前、后数据对称映射来对该间隙进行填充，并对其中一路信号取反以保证数据的正交性，消除了填充产生的镜像。



1. 一种多普勒信号间隙填充方法，其特征在于，包括：  
搜索步骤，用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置；以及  
映射步骤，以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心，分别  
对间隙前、后的多普勒信号进行前向和后向对称映射；

其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段，利用后向  
对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

2. 如权利要求1所述的多普勒信号间隙填充方法，其特征在于，  
还包括：

加权步骤，用于对间隙拼接位置前、后的填充信号进行加权处理，  
以使填充的多普勒信号保持连续。

3. 如权利要求2所述的多普勒信号间隙填充方法，其特征在于：  
通过使间隙拼接位置之前填充的多普勒信号渐进收敛到零，间隙拼接  
位置之后填充的多普勒信号由零渐进增加，来保持多普勒信号连续。

4. 如权利要求2所述的多普勒信号间隙填充方法，其特征在于：  
使用窗函数对间隙拼接位置前、后的信号进行加权处理。

5. 如权利要求1所述的多普勒信号间隙填充方法，其特征在于，  
还包括：

修正步骤，用于通过初始化壁滤波器、正反向滤波或回归滤波，  
来缩短填充之前的多普勒信号的暂态响应时间。

6. 如权利要求1所述的多普勒信号间隙填充方法，其特征在于，  
还包括：

滤波步骤，用于对填充之后的多普勒信号进行常规壁滤波。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的多普勒信号间隙填充方法，其  
特征在于：在所述搜索步骤中，对间隙前、后的多普勒信号分别进行  
差分处理，将差分后相邻数据符号相同的位置确定为峰值位置。

8. 如权利要求1至6中任一项所述的多普勒信号间隙填充方法, 其特征在于: 对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号的其中一路搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置, 并进行对称映射和填充; 对同相分量信号和正交分量信号中的另一路信号以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。

9. 如权利要求1至6中任一项所述的多普勒信号间隙填充方法, 其特征在于: 对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号同时搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置, 并取其中峰值位置距离间隙最近的一路进行映射并填充, 另一路以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。

10. 如权利要求1至6中任一项所述的多普勒信号间隙填充方法, 其特征在于: 在搜索步骤中搜索多普勒信号间隙前、后的第一个峰值位置。

11. 一种多普勒信号间隙填充装置, 其特征在于, 包括:  
搜索模块, 用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置; 以及  
映射模块, 以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心, 分别对间隙前、后的多普勒信号进行前向和后向对称映射;

其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段, 利用后向对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

12. 如权利要求11所述的多普勒信号间隙填充装置, 其特征在于, 还包括:

加权模块, 用于对间隙拼接位置前、后的填充信号进行加权处理, 以使填充的多普勒信号保持连续。

13. 如权利要求12所述的多普勒信号间隙填充装置, 其特征在于: 所述加权模块通过使间隙拼接位置之前填充的多普勒信号渐进收敛到零, 间隙拼接位置之后填充的多普勒信号由零渐进增加, 来保持多普勒信号连续。

14. 如权利要求12所述的多普勒信号间隙填充装置, 其特征在于:

所述加权模块使用窗函数对间隙拼接位置前、后的填充信号进行加权处理。

15. 如权利要求11所述的多普勒信号间隙填充装置，其特征在于，还包括：

修正模块，用于通过初始化壁滤波器、正反向滤波或回归滤波，来缩短填充之前的多普勒信号的暂态响应时间。

16. 如权利要求11所述的多普勒信号间隙填充装置，其特征在于，还包括：

滤波模块，用于对填充之后的多普勒信号进行常规壁滤波。

17. 如权利要求11至16中任一项所述的多普勒信号间隙填充装置，其特征在于：所述搜索模块对间隙前、后的多普勒信号分别进行差分处理，将差分后相邻数据符号相同的位置确定为峰值位置。

18. 如权利要求11至16中任一项所述的多普勒信号间隙填充装置，其特征在于：对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号的其中一路搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置，并进行对称映射和填充；对同相分量信号和正交分量信号中的另一路信号以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。

19. 如权利要求11至16中任一项所述的多普勒信号间隙填充装置，其特征在于：所述搜索步模块对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号同时搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置，并取其中峰值位置距离间隙最近的一路进行映射并填充，另一路以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。

20. 一种超声成像系统，其特征在于，包括权利要求10至18其中之一所述的多普勒信号间隙填充装置。

## 多普勒信号间隙填充方法与装置以及超声成像系统

### 技术领域

本发明涉及一种用于多模式超声成像系统的多普勒信号间隙填充方法与装置，以及包括该装置的超声成像系统。

### 背景技术

现代医用超声成像诊断系统通常整合多个成像模式，同时显示多种测试内容，比如可同时显示二维B型图像和多普勒频谱图，或同步显示多普勒频谱图和彩色血流图像，以便于医生诊断。然而，在这种系统中多普勒扫描会被B型或彩色血流成像扫描中途打断，引起数据丢失，形成间隙，造成谱估计错误，以及多普勒声音断续。

图1所示为超声多普勒信号处理系统。超声回波信号经波束合成后形成射频回波信号，再经解调模块分解成两路信号：同相位分量I(In-phase component)信号和正交分量Q(quadrate component)信号。然后，在连续波多普勒系统中，该I、Q两路信号直接进入壁滤波处理环节；在脉冲波多普勒系统中该I、Q两路分量分别经距离选通，即在特定的时间段内累加，该累加时间段和脉冲多普勒发射脉冲都由操作者根据实际情况选择，再进入壁滤波处理环节。所述壁滤波是一个高通滤波器，可以滤除由静止或慢速运动组织引起的杂波。经该环节处理后的I、Q两路信号主要包含有红细胞运动引起的回波，被送往功率谱估计模块，该模块一般采用快速傅立叶变换(FFT)来估算功率谱。由于估算出来的功率谱动态范围太大，需要经过压缩处理，以压缩到灰度显示范围。最后在屏幕上显示的多普勒频谱图代表的是某时刻、某速度，即某频率偏移的功率谱强度。系统还可以包括自动包络检测模块，对谱压缩后的数据进行分析，以自动跟踪血流峰值速度和

平均速度随时间的变化，并在多普勒频谱图上实时显示。此外，所述经过壁滤波后的I、Q两路信号还可以送往声音处理模块，以形成正相血流和逆向血流两路声音数据，并分别经D/A模块转换后送往扬声器，产生正向和逆向血流声音。

在多普勒成像与B型或彩色血流图像同时同步显示时，超声系统一般采用在二维B型扫描和多普勒扫描之间快速切换的方式来实现。但是，这种方式会产生以下缺点；在进行B图像扫描时，多普勒信号因为多普勒扫描中断而丢失，形成间隙，在多普勒频谱图和多普勒声音上出现不连续。

如图2所示，实线表示非间隙多普勒扫描，虚线表示间隙时间的B扫描。在间隙时间内，没有多普勒信号，此时进行常规多普勒信号处理，会造成多普勒声谱图的断续，同时多普勒声音也会中断。因此在多模式超声同步显示系统中，一般采用对间隙进行填充的方法来弥补因为间隙引起的多普勒声谱图或者声音在视觉和听觉上的不连续。

按照一种现有技术，采用拉伸的方法来填充多普勒频谱中的间隙，也就是将接近间隙时计算的每条频谱重复显示两次来填充间隙。采用直接重复非间隙期间的多普勒信号来填充间隙，对声音的填充效果比较理想，听觉上感觉不到中断；但是，对多普勒频谱图填充的视觉效果不太理想。在间隙前后多普勒频谱图相差不大时，效果会好些。但对于间隙前后多普勒频谱图相差较大时，采用拉伸的方法会在拉伸的结合处看到明显的突变。

按照另一种现有技术，提出了一种利用自回归模型和插值的方法来估计间隙处的数据，从时域的角度进行间隙填充，然后再进行声谱图和多普勒声音计算。但是，该方法很难保证间隙填充后I、Q两路数据的正交性，从而使谱图产生镜像。此外，自回归模型的阶数设定对间隙填充效果影响很大，很容易产生不收敛的情况。

## 发明内容

本发明的目的是为了克服现有技术存在的缺陷，提供一种多普勒信号间隙填充方法与装置，其能够保证间隙与非间隙处信号相位的连续性，从而改善谱估计的准确性，使多普勒谱图与多普勒声音更加连续，实现多模式超声系统多普勒成像与二维成像的同时显示。

按照本发明实施例的第一方面，提供一种多普勒信号间隙填充方法，包括：搜索步骤，用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置；以及映射步骤，以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心，分别对间隙前、后的多普勒信号进行前向和后向对称映射；其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段，利用后向对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

按照本发明实施例的第二方面，提供一种多普勒信号间隙填充装置，包括：搜索模块，用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置；以及映射模块，以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心，分别对间隙前、后的多普勒信号进行前向和后向对称映射；其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段，利用后向对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

按照本发明实施例的第三方面，提供一种超声成像系统，包括按照本发明实施例第二方面的多普勒信号间隙填充装置。

采用按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充方法与装置以及包括该装置的超声成像系统，能够保证填充之后的多普勒信号相位没有突变，使多普勒信号更加连续，提高同步显示时的多普勒成像质量。另外，通过间隙前、后信号对称映射的方法来填充间隙，并对其中一路信号取反以保证信号的正交性，消除了填充产生的镜像。

下面将结合附图并通过具体的实施例对本发明进行进一步说明。

## 附图说明

图1是现有技术中的超声多普勒信号处理框图；

图2是多模式扫描示意图；

图3是按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充方法流程图;

图4是按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充示意图;

图5是对称映射示意图,其中(a)是直接翻转示意图,(b)是峰值翻转示意图;

图6是按照本发明实施例的峰值搜索示意图;

图7是按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充装置框图;

图8是按照本发明实施例的包括多普勒信号间隙填充装置的超声成像系统的局部框图。

### 具体实施方式

如图3所示,按照本实施例的多普勒信号间隙填充方法主要包括搜索步骤302和映射步骤304。其中搜索步骤302用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置;在映射步骤304中,以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心,分别对间隙前、后的多普勒信号进行前向和后向对称映射;其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段,利用后向对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

另外,按照本实施例的多普勒信号间隙填充方法还可选地包括修正步骤300、加权步骤306和滤波步骤308。其中修正步骤300用于通过初始化壁滤波器、正反向滤波或回归滤波,来缩短填充之前的多普勒信号的暂态响应时间;加权步骤306用于对间隙拼接位置前、后的填充信号进行加权处理,以使多普勒信号保持连续;滤波步骤308用于对填充之后的多普勒信号进行常规壁滤波。

下面对按照本实施例的方法中的各步骤进行详细说明。按照本实施例的方法的总体思想是:首先通过初始化壁滤波器缩短壁滤波暂态效应,然后通过对间隙前后的数据对称映射而进行间隙填充,为保证间隙数据相位连续,对称映射中心位置选用间隙前后单路数据峰值搜索找到的最近峰值点,并对另一路数据对称映射取反以保证正交性,同时通过加权处理以保证过渡位置的连续性。

接收后的回波数据（即信号）经波束合成及正交解调后，得到I路和Q路数据。首先，对I路和Q路数据进行壁滤波处理以滤除由静止或慢速运动组织引起的杂波。特别的，区别于常规的多普勒信号处理中的壁滤波，间隙填充时的滤波器需要进行初始化处理，其原因在于任何一个滤波器都会存在一段时间的暂态响应，即滤波起始的一段数据无效。而在多模工作情况下，每一段间隙的滤波，都会带来间隙后一段数据处于滤波器暂态响应位置，从而造成数据无效。在这种情况下，滤波器暂态响应时间段数据不能够作为有效数据参与计算，必须加以剔除，否则会引起更大的误差。这样，多普勒数据间隙就包括了由于其他模式扫描引起的间隙和由于壁滤波暂态响应引起的间隙。当壁滤波采用IIR滤波器时，暂态响应时间可以达到IIR滤波器阶数的几十倍，从而壁滤波暂态响应所引起的间隙很大。为缩短无效数据的长度，需要对壁滤波器进行一定修正来缩短暂态响应时间。缩短暂态响应的方法可以是初始化滤波器，也可以是正反向滤波，回归滤波等方法。这样，根据系统设定的连续多普勒扫描次数及间隙时间长度，设计适当的壁滤波初始化器以缩短滤波器暂态效应，从而减少无效数据的长度，也就缩短了因壁滤波暂态响应而引起的间隙。

随后，对滤波后的数据开始进行间隙填充，填充示意图如图4所示。其中多普勒扫描被B扫描所中断，整个间隙长度 $L$ 由B扫描引起的间隙长度 $L_1$ 和壁滤波暂态响应所引起的间隙 $L_2$ 构成。间隙填充采用的是对称映射的方式，即对间隙之前的数据进行翻转来填充间隙前半段，对间隙之后的数据进行翻转来填充间隙后半段。为了保证填充相位的连续性，本实施例对滤波后的数据采用最近的峰值位置（即第一峰值位置）作为对称映射中心位置，当然也可以采用第二、第三峰值位置等，但优先地是采用第一峰值位置。图5给出了两种对称映射的示意图，从中可以看出，图5a所示的直接对称映射方法相位存在着很大的跳变，同时整体后段数据存在较大相移，这样再进行谱估计会造成主瓣的展宽和旁瓣的抬高，而图5b所示的在峰值位置处对称映射的

方法能够保证其拼接点位置及后续数据相位的连续性，从而保证谱估计的准确性。

这样，滤波后的数据首先送至峰值搜索环节，对每一个间隙位置，向前搜索最近的信号峰值位置 $M1$ ，向后搜索最近的信号峰值位置 $M2$ 。对图6所示数据进行峰值搜索的方法是对待搜索数据进行差分处理，差分后相邻数据符号相同的计为峰值位置，即图6中满足下式的点认为是峰值点：

$$(X_n - X_{n-m})(X_n - X_{n+m}) > 0,$$

其中，差分的阶数可以1或2，为保证算法的稳定性，一般选为2。此外，为保证算法的稳定性，而不搜索到局部峰值，可对数据进行低通滤波后再进行峰值搜索。

如上所述的峰值搜索方法可以是对I路或Q路数据单独的搜索，也可以使两路同时搜索后寻找最小值。具体来说，在单独搜索的情况下，对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号的其中一路搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置，并进行对称映射和填充；对同相分量信号和正交分量信号中的另一路信号以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。而对通过正交解调获得的同相分量信号和正交分量信号同时搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置时，取其中峰值位置距离间隙最近的一路进行映射并填充，另一路以对应位置为对称映射中心对称映射并取反后填充。值得注意的是，由于两路数据的正交性，一路数据的峰值恰好是另一路数据相位为0的位置，因此，对一路数据峰值位置对称映射后，另一路数据取对称映射后应再进行取反处理以保证其连续性和两路数据的正交性。

如图4所示， $S_0$ 为间隙前后的多普勒数据， $S_0'$ 为前向对称映射数据，用于填充间隙前段， $S_0''$ 为后向对称映射数据，用于填充间隙后段。此时，若峰值估计存在小的偏差，可能在间隙开始和结束的时间段，存在多普勒数据不连续现象，同时，间隙中段前后数据的拼接位置也会存在多普勒数据不连续的现象。为保证这些填充拼接点不连续

位置的相位连续，可采用加权处理来使之平滑连续。例如，使不连续点前的多普勒数据渐进地收敛到零，不连续点后的多普勒数据渐进地由零开始增加，从而可以保持多普勒数据的连续性。如图4中下部分所示，对三个拼接位置前后多普勒数据分别用窗函数加权处理，使多普勒数据得以在此保持连续，窗函数可选为汉宁窗等。

加权填充后的数据送至常规壁滤波环节再进行一次低频分量滤波，然后送至谱估计和声音处理等环节，这些内容不在此重复叙述。

在采用本方法的超声成像诊断系统中，具体实施步骤可总结如下：

1. 设计合理间隙大小及比例，进行相应的发射接收及波束合成处理，正交解调获取I，Q两路接收数据。

2. 根据系统参数设计初始化壁滤波器，按间隙分块进行壁滤波处理。

3. 对一个间隙位置，搜索I、Q中一路间隙前后数据第一个峰值位置M1和M2。

4. 对峰值搜索的该路数据进行对称映射，并对另一路数据的对称映射进行取反。

5. 对间隙拼接过渡位置加权处理，获得填充结果。

6. 填充后的数据进行一次常规壁滤波，送至后续谱估计等模块。

如上给出了多模式超声系统多普勒数据间隙填充全过程，该方法能够有效的改善因信号中断引起的间隙，使多普勒信号更加连续，根据填充后连续的多普勒信号进一步进行的信号处理，可以使多普勒频谱图和多普勒声音更加连续，提高同步显示时的多普勒成像质量，从而支持多模式超声扫描系统以较低成本实现同步显示。

如图7所示，按照本实施例的多普勒信号间隙填充装置主要包括搜索模块702和映射模块704。其中搜索模块702用于搜索多普勒信号间隙前、后的峰值位置；在映射模块704中，以所搜索的间隙前、后的峰值位置为映射中心，分别对间隙前、后的多普勒信号进行前向和

后向对称映射；其中利用前向对称映射的多普勒信号填充间隙的前段，利用后向对称映射的多普勒信号填充间隙的后段。

另外，按照本实施例的多普勒信号间隙填充方法还可选地包括修正模块 700、加权模块 706 和滤波模块 708。其中修正模块 700 用于通过初始化壁滤波器、正反向滤波或回归滤波，来缩短填充之前的多普勒信号的暂态响应时间；加权模块 706 用于对间隙拼接位置前、后的填充信号进行加权处理，以使多普勒信号保持连续；滤波模块 708 用于对填充之后的多普勒信号进行常规壁滤波。

图 8 是包括按照实施例的多普勒信号间隙填充装置的超声成像诊断系统的局部框图。超声回波信号经波束合成和正交解调后分解成 I 和 Q 两路信号，通过初始化滤波器（也可以是正反向滤波，回归滤波等）对 I 和 Q 两路信号进行壁滤波处理，接着进入搜索模块、映射模块、加权模块以及滤波模块进行间隙填充。然后，对填充的信号进行进一步处理。

以上通过具体的实施例对本发明进行了说明，但本发明并不限于这些具体的实施例。本发明不仅可以用于多普勒成像与 B 型或彩色血流图像同时同步显示系统，也可用于 B 型、C 型和多普勒三种成像模式同时显示系统。本领域技术人员应该明白，还可以对本发明做各种修改、等同替换、变化等等，但是，只要未背离本发明的精神，都应在本发明的保护范围之内。

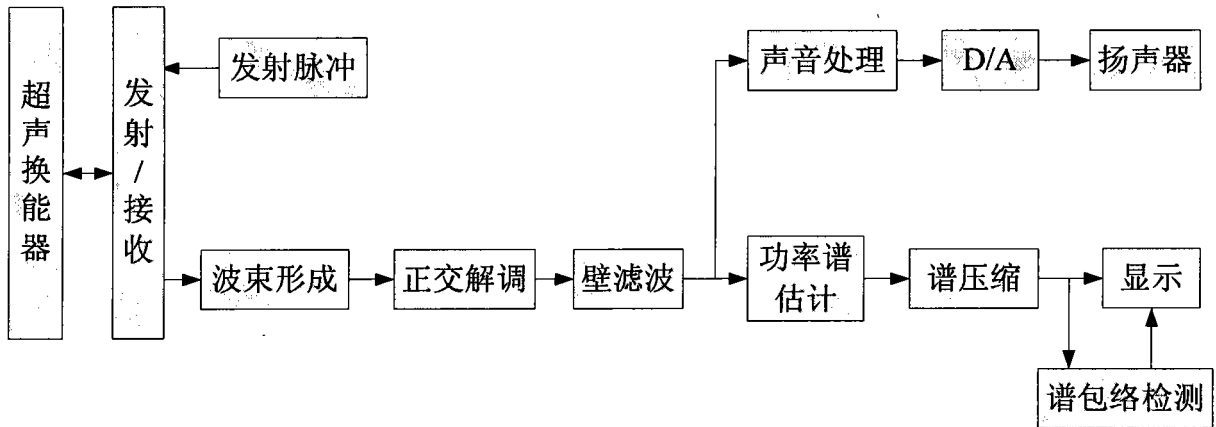


图 1

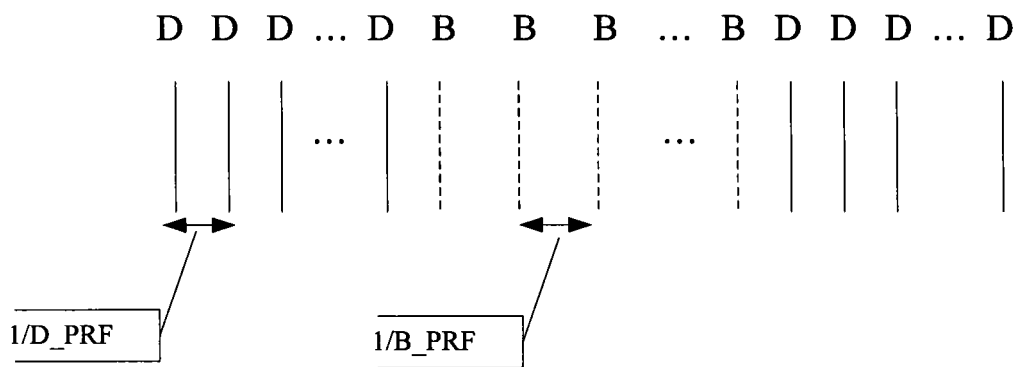


图 2

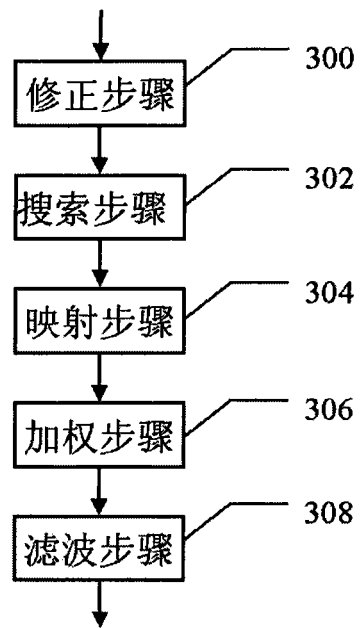


图 3

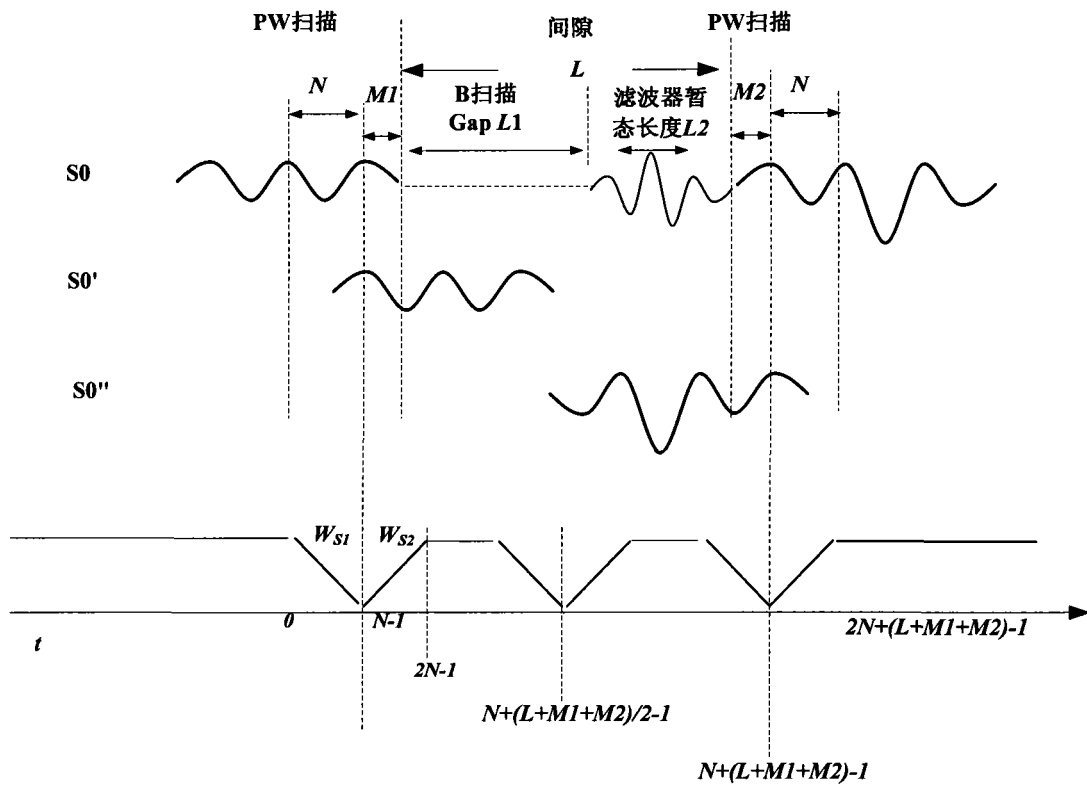


图 4

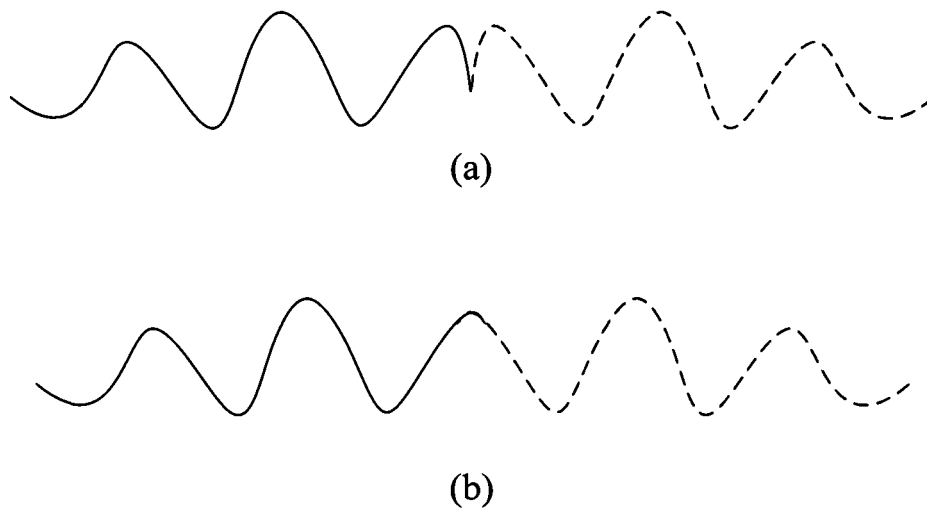


图 5

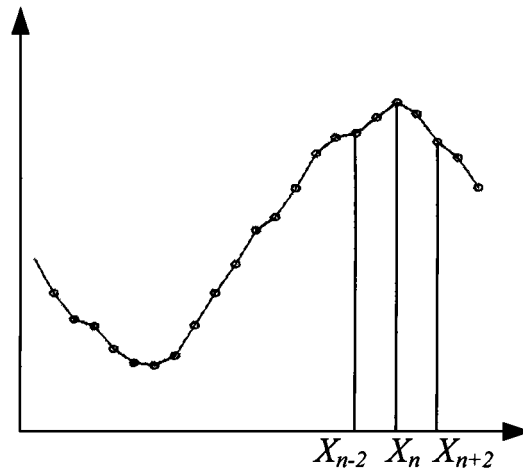


图 6



图 7

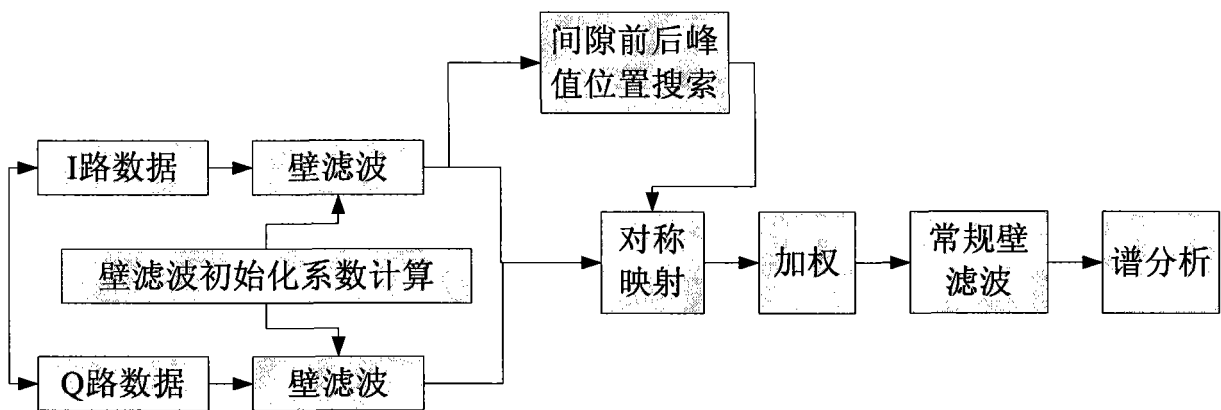


图 8

专利名称(译)	多普勒信号间隙填充方法与装置以及超声成像系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN101683276A</a>	公开(公告)日	2010-03-31
申请号	CN200810216405.3	申请日	2008-09-26
[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	李雷 李勇 蒋勇		
发明人	李雷 李勇 蒋勇		
IPC分类号	A61B8/06		
代理人(译)	张亚宁		
其他公开文献	CN101683276B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种多普勒信号间隙填充方法与装置以及包括该装置的超声成像系统。其中所述方法主要包括搜索步骤和映射步骤。按照本发明实施例的多普勒信号间隙填充方法与装置以及包括该装置的超声成像系统，能够保证填充之后的多普勒信号相位没有突变，使多普勒信号更加连续，提高同步显示时的多普勒成像质量。另外，通过对间隙前、后数据对称映射来对该间隙进行填充，并对其中一路信号取反以保证数据的正交性，消除了填充产生的镜像。

