



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102764140 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201210292347. 9

(22) 申请日 2012. 08. 16

(73) 专利权人 无锡祥生医学影像有限责任公司
地址 214142 江苏省无锡市新区硕放香楠路
8 号

(72) 发明人 莫若理 龚栋梁 赵明昌

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 曹祖良

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101646390 A, 2010. 02. 10,

CN 1549933 A, 2004. 11. 24,

CN 101646390 A, 2010. 02. 10,

CN 1549933 A, 2004. 11. 24,

CN 102631224 A, 2012. 08. 15,

CN 202161343 U, 2012. 03. 14,

CN 102247170 A, 2011. 11. 23,

CN 101897596 A, 2010. 12. 01,

审查员 李明泽

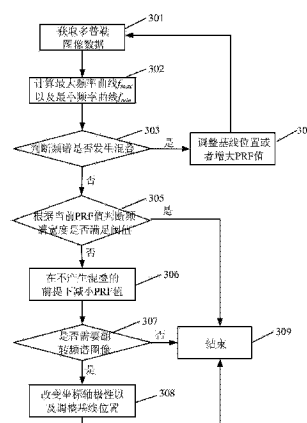
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置,其包括如下步骤:
a、获取多普勒数据,通过 PRF 设定模块计算多普勒频谱的最大频率曲线 $f_{\max}$ 以及最小频率曲线 $f_{\min}$,并将其传输给控制器判断多普勒频谱是否发生混叠现象;b、若多普勒频谱发生混叠,则通过 PRF 设定模块增大 PRF 或者通过基线设定模块调整基线位置以克服混叠现象的发生;c、通过 PRF 设定模块判断多普勒频谱的频谱宽度是否满足预先设定的阈值,若不满足时,则通过 PRF 设定模块在满足不产生混叠的前提下减小 PRF;d、通过基线设定模块判断当前多普勒频谱是否需要翻转;
e、多普勒优化模块通过控制器将上述频谱优化结果传输给显示器对应显示输出。本发明操作方便,提高显示效果。



1. 一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法,所述多普勒频谱优化方法包括以下步骤:

(a)、进入多普勒模式,获取多普勒数据,通过 PRF 设定模块(112)计算多普勒频谱的最大频率曲线 $f_{\max}$ 以及最小频率曲线 $f_{\min}$,并将其传输给控制器(101)判断多普勒频谱是否发生混叠现象;

(b)、若多普勒频谱发生混叠,则通过 PRF 设定模块(112)增大 PRF 或者通过基线设定模块(113)调整基线位置以克服混叠现象的发生;

(c)、通过 PRF 设定模块(112)判断多普勒频谱的频谱宽度是否满足预先设定的阈值,若不满足时,则通过 PRF 设定模块(112)在满足不产生混叠的前提下减小 PRF;

(d)、通过基线设定模块(113)判断当前多普勒频谱是否需要翻转,若需要,则通过基线设定模块(113)改变坐标轴极性和调整基线的位置;

(e)、多普勒优化模块(111)通过控制器(101)将上述频谱优化结果传输给显示器(109)对应显示输出;

其特征在于,所述步骤(b)包括:记最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率 $f_{\max H}$ 所在边界为 $Edge_1$,最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率 $f_{\min L}$ 所在边界为 $Edge_2$,当正极性频谱占优势且 $f_{\max H}$ 大于当前正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 时,其中, $0 < m_1 < 1$, f_{PRF} 为脉冲重复频率;

(b1)、若有: $Edge_1 < Edge_2$;

则基线位置设定模块(113)将基线下移 Δf_{PRF} 个单位, Δf_{PRF} 满足以下条件:

$$|-(1-m_1)f_{PRF} - D_{v2}| \geq \Delta f_{PRF} \geq D_{v1} + f_{s1}$$

其中, D_{v1} 表示正极性频谱转变为负极性频率区域的频谱宽度, D_{v2} 表示最大负极性的频谱宽度, f_{s1} 是最大频率 $f_{\max H}$ 与正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 之间的预留余量值;

(b2)、若有: $Edge_1 \geq Edge_2$;

则 PRF 设定模块(112)增大 PRF,将调整后的正频率界限 $+m_1 f_{PRF}'$ 设定为:

$$+m_1 f_{PRF}' = f_{s1} + D_{v1} + m_1 f_{PRF}$$

将调整后的负频率界限 $-(1-m_1)f_{PRF}'$ 设定为:

$$-(1-m_1)f_{PRF}' = -(1-m_1) \cdot f_{PRF} - \frac{1-m_1}{m_1} (D_{v1} + f_{s1})$$

(b3)、最后,通过控制器(101)将上述处理结果传输给显示器(109)对应显示输出。

2. 根据权利要求1所述的用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法,其特征是,步骤(b)包括:当负极性频谱占优势且最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率 $f_{\min L}$ 小于当前负频率界限 $-(1-m_1)f_{PRF}$ 时,其中, $0 < m_1 < 1$, f_{PRF} 为脉冲重复频率;

(bs1)、若有: $Edge_1 < Edge_2$;

则基线位置设定模块(113)将基线上移 Δf_{PRF} 个单位,其中, Δf_{PRF} 满足以下条件:

$$+m_1 f_{PRF} - D_{v4} \geq \Delta f_{PRF} \geq D_{v3} + f_{s2}$$

其中, D_{v3} 是负频率转变为正频率区域的频谱宽度, D_{v4} 是最大频率曲线的最大频率对应的正频谱宽度, f_{s2} 是负向最小频率与负频率界限之间的预留余量值;

(bs2)、若有: $Edge_1 \geq Edge_2$;

则 PRF 设定模块(112)增大 PRF,将调整后的负频率界限 $-(1-m_1)f_{PRF}'$ 设定为:

$$-(1-m_1)f_{PRF}' = -(1-m_1)f_{PRF} - D_{v3} - f_{s2}$$

通过 PRF 设定模块(112)将调整后的正频率界限 $+m_1 f_p'_{RF}$ 设定为：

$$+m_1 f_{PRF}' = +m_1 f_{PRF} + \frac{m_1}{1-m_1} (D_{v3} + f_{s2})$$

(bs3)、最后,通过控制器(101)将处理结果传输给显示器(109)对应显示输出。

3. 根据权利要求1所述的用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法,其特征是,步骤(c)包括:记最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率为 $f_{\max H}$,最小频率曲线 $f_{\max}$ 的最小值为 $f_{\min L}$;

(c1)、若为双极性频谱,当 $f_{\max H} \geq |f_{\min L}|$ 成立时,则通过 PRF 设定模块(112)将调整后的正频率界限 $+m_1 f_p'_{RF}$ 设定为：

$$+m_1 f_p'_{RF} = f_{\max H} + f_s$$

其中, f_s 可以是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值,即 $f_s = T_{f1} - f_{\max H}$,也可以是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值,即 $f_s = f_{\min L} - T_{f2}$;

通过 PRF 设定模块(112)将调整后的负频率界限 $-(1-m_1) f_p'_{RF}$ 设定为：

$$-(1-m_1) f_{PRF}' = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_s)$$

当 $f_{\max H} \geq |f_{\min L}|$ 不成立时,则通过 PRF 设定模块(112)将调整后的正频率界限 $+m_1 f_p'_{RF}$ 设定为：

$$+m_1 f_p'_{RF} = |f_{\min L}| + f_s$$

通过 PRF 设定模块(112)将调整后的负频率界限 $-(1-m_1) f_p'_{RF}$ 设定为：

$$-(1-m_1) f_{PRF}' = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (|f_{\min L}| + f_s)$$

(c2)、若为正极性频谱,则通过 PRF 设定模块(112)将调整后的正频率界限 $+m_1 f_p'_{RF}$ 设定为：

$$+m_1 f_p'_{RF} = f_{\max H} + f_s'$$

其中, f_s' 是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值,即 $f_s' = T_{f1} - f_{\max H}$;

通过 PRF 设定模块(112)将调整后的负频率界限 $-(1-m_1) f_p'_{RF}$ 设定为：

$$-(1-m_1) f_{PRF}' = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_s')$$

(c3)、若为负极性频谱,则通过 PRF 设定模块(112)将调整后的负频率界限 $-(1-m_1) f_p'_{RF}$ 设定为：

$$-(1-m_1) f_p'_{RF} = |f_{\min L}| + f_s''$$

其中, f_s'' 是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值,即 $f_s'' = f_{\min L} - T_{f2}$;进一步地,通过 PRF 设定模块(112)将调整后的正频率界限 $+m_1 f_p'_{RF}$ 设定为：

$$+m_1 f_{PRF}' = \frac{m_1}{1-m_1} (f_{\min L} + f_s'')$$

一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及触摸屏超声诊断仪及多普勒频谱优化方法,尤其是是一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置,具体地说是一种多普勒频谱自动优化的触摸屏超声诊断仪,属于触摸屏超声诊断仪的技术领域。

背景技术

[0002] 多普勒血流显示是在二维超声即声像图基础上增加了丰富的、有用的血流信息,现在超声界已经成为一种不可缺少的技术。如何获得有效的、优质的频谱图像对正确地评价多普勒超声所见从而避免误诊显得尤其重要。

[0003] 在多普勒成像中,频谱的纵轴坐标为血流的正负血流速度,其横轴坐标为时间。血流速度的大小受到 PRF (脉冲重复频率) 的限制。为了准确地显示血流速度的大小以及方向,PRF 必须满足: $f_{PRF} \geq 2 \cdot f_d$, 其中 f_{PRF} 为脉冲重复频率, f_d 为频移,否则,就会发生血流极性错误的表达,即混叠现象,一旦发生混叠现象,对医生正确的诊断带来极大的影响。

[0004] 针对上述问题,在发明专利“触摸屏超声诊断仪及其脉冲多普勒模式调节方法”(中国申请号为:201110196110.6,中国公开号为:CN102319087A,中国公开日期为2012年1月18号)中提供了一种在脉冲多普勒模式下通过直接向触摸屏上基线所在位置发送指令调整基线位置以克服频谱混叠现象使频谱显示最佳的方法,这种方法虽然克服了传统超声诊断仪通过按键操作的繁琐性,使医生在操作时更加简单方便,但还存在问题,就是依然无法完全摆脱人工操作,不能够实现进入多普勒模式后根据当前系统情况自动调整基线位置以使频谱图像显示最佳。

[0005] 从上述可以看出,多普勒频谱是否能够显示最佳与基线在整个频谱图像中的位置有着密切的关系,而调整基线在整个频谱图像中的位置除了上述手动调节外,若想在触摸屏超声诊断仪上实现自动调整基线位置以使多普勒频谱显示最佳,则涉及到如何自动地设置 PRF,通过 PRF 的改变使得基线在整个频谱图像中的位置在最合适的位置。

[0006] 在不同的应用下需要选择适当的 PRF,比如,若用于测量乳腺等小器官病变的低速血流时,若采用较大的 PRF 会增加混叠的可能性。又如,在检测心脏或者周身各个部位的动静脉血流时,血流速度可能大于 PRF,这时若过分降低 PRF 不但会引起混叠现象,还有可能会由于 PRF 设置过低而引起彩色血流信号从血管腔内“外溢”的伪像。现在大多数仪器上的“彩色键”具有彩色优先(color priority)以提高彩色血流信号的敏感性,但由于其空间分辨率较差,使任何细小的动静脉血管在显示时都失真地变为粗大的彩色血流,即彩色外溢的伪像,这使得依照彩色多普勒成像显示出的血管对于血管径线的测量是不可靠的。

[0007] 为了减少彩色“外溢”伪像以及混叠现象的发生,需要合理调整 PRF。在大多数的超声波应用中需要医生手动调节相应于血流速度的 PRF,这必然耗费医生大量的时间。

[0008] 合理调整 PRF 涉及到如何快速准确地检测频谱包络,即频谱最大频率以及频谱最小频率的问题,现有技术中对于频谱包络的自动提取技术包括基于数字图像处理技术,利

用图像边缘检测实现自动包络提取,比如二值化法、边缘点跟踪法等,还包括利用多普勒信号在频域的限带特性,采用数字估计检测技术实现自动包络提取,比如百分比法、三直线拟合法等。

[0009] 百分比法只有在信噪比很高的情况下才可以获得较好的估计效果。由于在整个心动周期内信号带宽的变化,很难找到一个长时间最佳的百分比系数。三直线拟合方法在心脏的舒张末期信号带宽较窄时,频谱包络的提取效果较好,而在收缩期则明显较差。

发明内容

[0010] 本发明要解决的问题是目前超声诊断仪通过手动方式调节脉冲重复频率以及相应的频谱标度中的基线位置使得医生在此方面花费大量时间,针对上述问题,本发明提供一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置,使系统自动获取当前多普勒频谱包络并根据此自动调节基线至整幅频谱图像的最佳位置。

[0011] 按照本发明提供的技术方案,所述用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法,所述多普勒频谱优化方法包括以下步骤:

[0012] a、进入多普勒模式,获取多普勒数据,通过 PRF 设定模块计算多普勒频谱的最大频率曲线 $f_{\max}$ 以及最小频率曲线 $f_{\min}$,并将其传输给控制器判断多普勒频谱是否发生混叠现象;

[0013] b、若多普勒频谱发生混叠,则通过 PRF 设定模块增大 PRF 或者通过基线设定模块调整基线位置以克服混叠现象的发生;

[0014] c、通过 PRF 设定模块判断多普勒频谱的频谱宽度是否满足预先设定的阈值,若不满足时,则通过 PRF 设定模块在满足不产生混叠的前提下减小 PRF;

[0015] d、通过基线设定模块判断当前多普勒频谱是否需要翻转,若需要,则通过基线设定模块改变坐标轴极性和调整基线的位置;

[0016] e、多普勒优化模块通过控制器将上述频谱优化结果传输给显示器对应显示输出。

[0017] 本发明的一种进一步实施方案中,所述步骤 b 包括:记最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率 $f_{\max H}$ 所在边界为 $Edge_1$,最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率 $f_{\min L}$ 所在边界为 $Edge_2$,当正极性频谱占优势且 $f_{\max H}$ 大于当前正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 时,其中, $0 < m_1 < 1$, f_{PRF} 为脉冲重复频率;

[0018] b1、若有: $Edge_1 < Edge_2$;

[0019] 则基线位置设定模块将基线下移 Δf_{PRF} 个单位, Δf_{PRF} 满足以下条件:

[0020] $|(1-m_1)f_{PRF} - D_{v2}| \geq \Delta f_{PRF} \geq D_{v1} + f_{s1}$

[0021] 其中, D_{v1} 表示正极性频谱转变为负极性频率区域的频谱宽度, D_{v2} 表示最大负极性的频谱宽度, f_{s1} 是最大频率 $f_{\max H}$ 与正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 之间的预留余量值;

[0022] b2、若有: $Edge_1 \geq Edge_2$;

[0023] 则 PRF 设定模块增大 PRF,将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

[0024] $m_1 f'_{PRF} = f_{s1} + D_{v1} + m_1 f_{PRF}$

[0025] 将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0026] $-(1-m_1)f'_{PRF} = -(1-m_1) \cdot f_{PRF} - \frac{1-m_1}{m_1}(D_{v1} + f_{s1})$

[0027] b3、最后,通过控制器将上述处理结果传输给显示器对应显示输出。

[0028] 本发明的一种进一步实施方案中,步骤b包括:当负极性频谱占优势且最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率 $f_{\min L}$ 小于当前负频率界限 $-(1-m_1)f_{PRF}$ 时,其中, $0 < m_1 < 1$, f_{PRF} 为脉冲重复频率;

[0029] bs1、若有: $Edge_1 < Edge_2$;

[0030] 则基线位置设定模块将基线上移 Δf_{PRF} 个单位,其中, Δf_{PRF} 满足以下条件:

[0031] $m_1 f_{PRF} - D_{v4} > \Delta f_{PRF} \geq D_{v3} + f_{s2}$

[0032] 其中, D_{v3} 是负频率转变为正频率区域的频谱宽度, D_{v4} 是最大频率曲线的最大频率对应的正频谱宽度, f_{s2} 是负向最小频率与负频率界限之间的预留余量值;

[0033] bs2、若有: $Edge_1 \geq Edge_2$;

[0034] 则 PRF 设定模块增大 PRF,将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0035] $-(1-m_1)f'_{PRF} = -(1-m_1)f_{PRF} - D_{v3} - f_{s2}$

[0036] 通过 PRF 设定模块将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

[0037]
$$m_1 f'_{PRF} = m_1 f_{PRF} + \frac{m_1}{1-m_1} (D_{v3} + f_{s2})$$

[0038] bs3、最后,通过控制器将处理结果传输给显示器对应显示输出。

[0039] 本发明的一种进一步实施方案中,步骤c包括:记最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率为 $f_{\max H}$,最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小值为 $f_{\min L}$;

[0040] c1、若为双极性频谱,当 $f_{\max H} \geq |f_{\min L}|$ 成立时,则通过 PRF 设定模块将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

[0041] $m_1 f'_{PRF} = f_{\max H} + f_s$

[0042] 其中, f_s 可以是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值,也可以是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值;

[0043] 通过 PRF 设定模块将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0044]
$$-(1-m_1)f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_s)$$

[0045] 当 $f_{\max H} \geq |f_{\min L}|$ 不成立时,则通过 PRF 设定模块(112)将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

[0046] $m_1 f'_{PRF} = |f_{\min L}| + f_s$

[0047] 通过 PRF 设定模块将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0048]
$$-(1-m_1)f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (|f_{\min L}| + f_s)$$

[0049] c2、若为正极性频谱,则通过 PRF 设定模块将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:
 $m_1 f'_{PRF} = f_{\max H} + f_{s'}$

[0050] 其中, $f_{s'}$ 是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值;

[0051] 通过 PRF 设定模块将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0052]
$$-(1-m_1)f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_{s'})$$

[0053] c3、若为负极性频谱,则通过 PRF 设定模块将负频率界限 $-(1-m_1)f'_{PRF}$ 设定为:

[0054] $-(1-m_1)f'_{PRF} = |f_{\min L}| + f_{s'}$

[0055] 其中, $f_{s'}$ 是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值;

[0056] 进一步地,通过 PRF 设定模块将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0057] \quad m_1 f'_{PRF} = \frac{m_1}{1-m_1} (f_{minL} + f_{s''})。$$

[0058] 本发明的一种进一步实施方案中,一种多普勒频谱优化装置,包括控制器,还包括与控制器相连的多普勒参数优化模块,所述多普勒参数优化模块包括 PRF 设定模块和基线位置设定模块;所述多普勒参数优化模块通过分析由 B 模式信号处理超声成像模块和彩色多普勒超声成像模块形成的多普勒频谱来优化频谱图像以使其再不发生混叠现象的前提下充分显示,然后通过控制器将优化后的频谱图像传输给显示器对应显示输出。

[0059] 本发明的一种进一步实施方案中,所述 PRF 设定模块在获取多普勒数据后计算多普勒频谱的最大频率曲线 f_{max} 以及最小频率曲线 f_{min} 并根据此判断多普勒频谱是否发生混叠;若多普勒频谱发生混叠现象时,则 PRF 设定模块通过减小 PRF 直至混叠现象消失为止;若多普勒频谱未发生混叠现象且当前频谱图像显示不充分时,则 PRF 设定模块通过增大 PRF 直至当前频谱图像在满足预先设定的阈值的前提下显示充分为止。

[0060] 本发明的一种进一步实施方案中,所述基线位置设定模块完成基线位置的调整以克服多普勒频谱的混叠现象以及完成频谱翻转的需要。

[0061] 本发明与已有技术相比具有以下优点:本发明提供一种用于触摸屏超声诊断仪的脉冲重复频率自动优化方法及其装置,在获取多普勒数据后,系统自动调节脉冲重复频率以及频谱基线的位置使整个频谱图像在不产生混叠的前提下显示最佳。

附图说明

[0062] 图 1 是本发明触摸屏超声诊断仪系统框图。

[0063] 图 2 是不产生混叠时双极性频谱示意图。

[0064] 图 3 是本发明自动调节 PRF 以及基线移动流程图。

[0065] 图 4 是多普勒信号的功率谱图。

[0066] 图 5 (a) 是本发明正极性与负极性频谱产生混叠的一种示意图。

[0067] 图 5 (b) 是本发明通过自动基线移动解决正极性转变为负极性频谱混叠示意图。

[0068] 图 6 (a) 是本发明正极性与负极性频谱产生混叠的另一种示意图。

[0069] 图 6 (b) 是本发明通过增大 PRF 解决正极性转变为负极性频谱混叠示意图。

[0070] 图 7 (a) 是本发明负极性与正极性产生混叠的一种示意图。

[0071] 图 7 (b) 是本发明通过自动基线移动解决负极性转变为正极性频谱混叠示意图。

[0072] 图 8 (a) 是本发明负极性与正极性产频谱产生混叠的另一种示意图。

[0073] 图 8 (b) 是本发明通过增大 PRF 解决负极性转变为正极性频谱混叠示意图。

[0074] 图 9 (a) 是双极性频谱图的一种示意图。

[0075] 图 9 (b) 是本发明自动调节 PRF 使得双极性频谱图像显示最佳示意图。

[0076] 图 10 (a) 是正极性频谱图的一种示意图。

[0077] 图 10 (b) 是本发明自动调节 PRF 使得正极性频谱图像显示最佳示意图。

[0078] 图 11 (a) 是负极性频谱图。

[0079] 图 11 (b) 是本发明自动调节 PRF 使得负极性频谱图像显示最佳示意图。

具体实施方式

[0080] 下面结合具体附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0081] 如图 1 所示,一种触摸屏超声设备的系统包括:控制器 101、发射电路 102、换能器 103、接收电路 104、波束合成 105、解调器 106、B 模式信号处理超声成像模块 107、彩色多普勒超声成像模块 108、显示器 109、触摸屏输入 110 以及多普勒参数优化模块 111,多普勒参数优化模块 111 进一步包括 PRF 设定模块 112 和基线位置设定模块 113。

[0082] 换能器 103 (也叫探头)是超声波的发射和接收装置,可以将电能转换为声能,也可以将声能转换为电能,首先发射电路 102 在控制器 101 的协调下,向换能器 103 发送电信号,由换能器 103 将其转换为超声波发射出去,接收电路 104 负责接收换能器 103 传过来的回声信号(已经由换能器转换为电信号),并将其进行放大、数模变换等处理,波束合成 105 对不同方向上的回声信号进行动态聚焦以及动态孔径处理,将其合成在一起,然后传输给解调器 106 进行解调处理,然后将产生的 I/Q 数据分别传输给 B 模式信号处理超声成像模块 107 和彩色多普勒超声成像模块 108,一路信号经 B 模式信号处理超声成像模块 107 处理得到二维灰度图像信号,另一路信号经过壁滤波等处理得到彩色多普勒图像信号,最终上述图像信号经过合成后显示在显示器 109 上,多普勒频谱优化模块 111 主要通过分析由 B 模式信号处理超声成像模块 107 和彩色多普勒超声成像模块 108 形成的多普勒频谱来自自动优化成像。所述 I/Q 数据的“I”指同相位分量(In-phase component),“Q”指正交分量(quadrature component)。

[0083] 触摸屏输入 110 与控制器 101 相连,控制器 101 的输出端与发射电路 102、换能器 103 以及接收电路 104、波束合成 105、解调器 106 依次相连,解调器 106 分别与 B 模式信号处理超声成像模块 107 和彩色多普勒超声成像模块 108 相连接后再与显示器 109 相连且上述单元均与控制器 101 相连,控制器 101 还与多普勒参数优化模块 111 相连。

[0084] 图 2 所示的在不发生混叠现象时的双极性频谱,从图上可以看出,多普勒频谱的横轴代表时间,纵轴代表频率偏移,多普勒频谱的纵轴通常具有从 $-f_{PRF}/2$ 至 $+f_{PRF}/2$ 的频率范围。正向频率范围可分配为 0 至 $+f_{PRF}/2$ 的正频率,反之,负向频率范围可分配为 $-f_{PRF}/2$ 至 0 的负频率。为了后续方便描述且不产生歧义,将频率 0 至 $+f_{PRF}/2$ 对应的频谱称为正极性频谱,反之,将频率 $-f_{PRF}/2$ 至 0 对应的频谱称为负极性频谱。整个频谱包络由最大频率曲线 $f_{max}201$ 以及最小频率曲线 $f_{min}202$ 组成,其中 f_{maxH} 是最大频率曲线 $f_{max}201$ 的最大值, f_{minL} 是最小频率曲线 $f_{min}202$ 的最小值。通过移动基线 203 的位置来改变正负极性频率范围的大小。

[0085] 但在超声检查中,出现上述不混叠的双极性频谱的情况较少,大多数情况下,多普勒频谱图并不理想,例如,在检测心脏等部位时,血流速度可能大于当前设定 PRF,则会发生混叠现象。这种问题正是本发明在图 3 揭示的技术方案中所要解决的。

[0086] 如图 3 所示,一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法包括以下步骤:

[0087] a、进入多普勒模式,获取多普勒数据,通过 PRF 设定模块 112 计算多普勒频谱的最大频率曲线 f_{max} 以及最小频率曲线 f_{min} ,并将其传输给控制器 101 判断多普勒频谱是否发生混叠现象。

[0088] 在步骤 301 中,首先,由 B 模式信号处理超声成像模块 107 和彩色多普勒超声成像模块 108 的输出结果经过合成后得到多普勒图像数据;通过控制器 101 将多普勒图像数据

传输到 PRF 设定模块 112；

[0089] 在步骤 302 中,通过 PRF 设定模块 112 计算最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率值 $f_{\max H}$ 以及最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率值 $f_{\max L}$ 。

[0090] 现以最大频率曲线为例,如图 4 所示,设含噪声多普勒信号的功率谱密度为 $S(f)$,噪声的功率谱密度为 $S_n(f)$,最大频率曲线 $f_{\max}$ 的超声多普勒信号的功率谱密度为 $S_d(f)$ 。定义函数 $\phi(f)$ 为:

$$[0091] \quad \phi(f) = \int_0^f S(f) df$$

[0092] 当 $f > f_{\max H}$ 时, $S(f) = S_n(f)$,说明当前多普勒信号中只存在噪声成分,曲线表现为比较平坦;当 $f \leq f_{\max H}$ 时, $S(f) = S_d(f) + S_n(f)$,说明当前多普勒信号中既包含噪声成分又有信号成分,这时曲线表现比较陡峭。那么,从信号带噪声区域变化到纯噪声区域是发生在 $\phi(f)$ 曲线的拐点上,其对应的频率即所估计的多普勒信号最大频率值 $f_{\max H}$ 。

[0093] 将 $\phi(f)$ 曲线经过适当变换后,利用小波变换分析曲线在不同尺度下的性质,通过小波变换局部极大性描述信号奇异点的位置以及特性进而识别最大频率值 $f_{\max H}$ 的位置。同理,利用上述操作变换能够得到最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小频率值 $f_{\max H}$ 。

[0094] 在步骤 303 中,由控制器 101 判断当前频谱是否发生混叠现象。在本发明的一个实施例中,通过当前最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大值 $f_{\max H}$ 与当前正频率界限比较或者通过当前最小频率曲线 $f_{\min}$ 的最小值 $f_{\min L}$ 与当前负频率界限比较判断是否发生混叠。

[0095] 若最大频率值 $f_{\max H}$ 大于当前正频率界限或者最小频率值 $f_{\min L}$ 小于当前负频率界限时,则发生混叠现象,否则,没有混叠现象产生。

[0096] b、若多普勒频谱发生混叠,则通过 PRF 设定模块 112 增大 PRF 或者通过基线设定模块 113 调整基线位置以克服混叠现象的发生。

[0097] 在步骤 304 中,如图 5 (a)所示,记最大频率曲线 $f_{\max}$ 的最大频率值 $f_{\max H}$ 所在边界为 $Edge_1$,最小频率曲线值 $f_{\min}$ 的最小频率值 $f_{\min L}$ 所在边界为 $Edge_2$,当正极性频谱占优势且 $f_{\max H}$ 大于当前正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 时,其中, m_1 是百分比, $0 < m_1 < 1$,边界 $Edge_1$ 、边界 $EDg2$ 均代表相应的频率值,所谓正极性频谱占优势指整个频谱在零基线以上的部分大于在零基线以下的部分,所述负极性频谱占优势与正极性频谱占优势所指代的内容恰好相反;

[0098] 通过下述几种情况讨论多普勒频谱的情况,具体为:

[0099] 情况 1、若有:

$$[0100] \quad Edge_1 < Edge_2$$

[0101] 说明当前转变到负频率区域的原正频率并未与原负极性频谱发生混叠,又由于是正向频谱发生频率极性的变化,故通过基线位置设定模块 113 将基线由原 0 位置下移 Δf_{PRF} 个单位移动至 $0'$ 位置,其中, Δf_{PRF} 满足以下条件:

$$[0102] \quad |-(1-m_1) f_{PRF} - D_{v2}| \Delta f_{PRF} \geq D_{v1} + f_{s1}$$

[0103] 其中, D_{v1} 表示正极性频谱转变为负极性频率区域的频谱宽度, D_{v2} 表示最大负极性频谱宽度, f_{s1} 是最大频率 $f_{\max H}$ 与正频率界限 $+m_1 f_{PRF}$ 之间的预留余量值,具体可以由用户自行设定。最后,通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示,如图 5 (b) 所示。

[0104] 情况 2、若有:

$$[0105] \quad Edge_1 \geq Edge_2$$

[0106] 如图 6 (a) 所示, 当前转变到负极性频率区域的原正极性频谱与原负极性频谱发生混叠, 即整个频谱宽度大于当前设定的 PRF, 仅靠调节基线 601 的位置已无法克服发生混叠现象, 则需要通过 PRF 设定模块 112 增大 PRF 以克服混叠现象, 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0107] \quad m_1 f'_{PRF} = f_{s1} + D_{v1} + m_1 f_{PRF}$$

[0108] 进一步地, 将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0109] \quad -(1-m_1) f'_{PRF} = -(1-m_1) \cdot f_{PRF} - \frac{1-m_1}{m_1} (D_{v1} + f_{s1})$$

[0110] 最后, 通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示, 如图 6 (b) 所示。

[0111] 如图 7 (a) 所示, 当负极性频谱占优势且最小频率曲线 f_{min} 的最小频率 f_{minL} 小于当前负频率界限 $-(1-m_1) f_{PRF}$ 时发生混叠现象, 即频谱 701 小于负频率界限的频谱部分 702 改变到了相反的正极性频率区域。

[0112] 情况 3、若有:

$$[0113] \quad Edge_1 < Edge_2$$

[0114] 当前转变到正极性频率区域的原负极性频谱并未与原正极性频谱发生混叠, 又由于是负极性频谱发生频率极性的变化, 故基线位置设定模块 113 将基线由原 0 位置上移 Δf_{PRF} 个单位至现 0' 位置, 其中, Δf_{PRF} 满足以下条件:

$$[0115] \quad m_1 f_{PRF} - D_{v4} > \Delta f_{PRF} \geq D_{v3} + f_{s2}$$

[0116] 其中, D_{v3} 是负频率转变为正频率区域的部分, D_{v4} 是最大频率曲线的最大频率对应的正频谱宽度, f_{s2} 是负向最小频率与负的频率界限 $-(1-m_1) f_{PRF}$ 之间的预留余量值, 具体可以由用户自行设定。最后, 通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示, 如图 7 (b) 所示。

[0117] 情况 4、若有:

$$[0118] \quad Edge_1 \geq Edge_2$$

[0119] 如图 8(a) 所示, 当前转变到正极性频率区域的原负极性频率与原正极性频谱发生混叠, 即频谱宽度大于当前设定 PRF, 需要 PRF 设定模块 112 增大 PRF, 将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0120] \quad -(1-m_1) f'_{PRF} = -(1-m_1) f_{PRF} - D_{v3} - f_{s2}$$

[0121] 进一步地, 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0122] \quad m_1 f'_{PRF} = m_1 f_{PRF} + \frac{m_1}{1-m_1} (D_{v3} + f_{s2})$$

[0123] 最后, 通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示, 如图 8 (b) 所示。

[0124] c、通过 PRF 设定模块 112 判断多普勒频谱的频谱宽度是否满足预先设定的阈值, 若不满足, 则通过 PRF 设定模块 112 在满足不产生混叠的前提下减小 PRF。

[0125] 在步骤 305 中, 通过 PRF 设定模块 112 根据当前 PRF 判断频谱宽度是否满足阈值 T_{f1} 或 T_{f2} , T_{f1} 和 T_{f2} 是关于 PRF 的百分数, 具体可以由用户自行设定。若满足阈值, 则进入步骤 309, 否则, 进入步骤 306。

[0126] 图 9 所示的是双极性频谱图。从图 9 (a) 可以看出, 对于当前 PRF 来说, 整个频谱只占其 30% 左右的面积, 未能达到预先设定的阈值 T_{f1} 以及 T_{f2} 所要求的频谱范围, 这样容易

造成所显示的频谱太小以至于不能精确测量。针对上述问题,需要通过 PRF 设定模块 112 减小 PRF 使频谱图像显示充分后,再通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示。为了保证频谱显示充分且不发生混叠现象,判断以下条件是否成立:

$$[0127] \quad f_{\max H} \geq |f_{\min L}|$$

[0128] $|f_{\min L}|$ 表示 $f_{\min L}$ 的绝对值,若上式成立,则通过 PRF 设定模块 112 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0129] \quad m_1 f'_{PRF} = f_{\max H} + f_s$$

[0130] 其中, f_s 可以是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值,也可以是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值,具体可以由用户自行设定。

[0131] 进一步地,通过 PRF 设定模块 112 将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0132] \quad -(1-m_1) f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_s)$$

[0133] 若上式不成立,则通过 PRF 设定模块 112 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0134] \quad m_1 f'_{PRF} = |f_{\min L}| + f_s$$

[0135] 进一步地,通过 PRF 设定模块 112 将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0136] \quad -(1-m_1) f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (|f_{\min L}| + f_s)$$

[0137] 图 10 (a) 所示的是正极性频谱图。从图 10 (a) 可以看出,其正极性频谱相对于当前设定的 PRF 来说较小,未能达到预先设定的阈值 T_{f1} 所要求的频谱范围,这样对其进行血流速度的估计不够准确,故需要通过 PRF 设定模块 112 减小 PRF 来调整整个频谱在当前 PRF 中的大小比例,然后通过控制器 101 将处理结果传输给显示器 109 显示。

[0138] 通过 PRF 设定模块 112 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0139] \quad m_1 f'_{PRF} = f_{\max H} + f_{s'}$$

[0140] 其中, $f_{s'}$ 是阈值 T_{f1} 与 $f_{\max H}$ 之间的预留余量值,具体可以由用户自行设定。

[0141] 进一步地,通过 PRF 设定模块 112 将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0142] \quad -(1-m_1) f'_{PRF} = \left(\frac{1}{m_1} - 1\right) \cdot (f_{\max H} + f_{s'})$$

[0143] 图 11 (a) 所示的是负极性频谱图。从图 11 (a) 可以看出,频谱显示不够充分,未能达到预先设定的阈值 T_{f2} 所要求的频谱范围,为了保证频谱图像的充分显示,通过 PRF 设定 112 模块将负频率界限 $-(1-m_1) f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0144] \quad (1-m_1) f'_{PRF} = |f_{\min L}| + f_{s''}$$

[0145] 其中, $f_{s''}$ 是 T_{f2} 与 $f_{\min L}$ 之间的预留余量值,具体可以由用户自行设定。

[0146] 进一步地,通过 PRF 设定模块 112 将正频率界限 $+m_1 f'_{PRF}$ 设定为:

$$[0147] \quad m_1 f'_{PRF} = \frac{m_1}{1-m_1} (f_{\min L} + f_{s''})$$

[0148] 从图 9 (b)、图 10 (b) 以及图 11 (b) 可以看出,经过调节后频谱图像大概占整个频谱显示区域的 80%~90%,这样对频谱图像进行测量等操作比较理想。

[0149] d、通过基线设定模块 113 判断当前多普勒频谱是否需要翻转,若需要,则通过基线设定模块 113 改变坐标轴极性和调整基线的位置。

[0150] 处理完频谱混叠以及频谱图显示不充分的情况后,在步骤 307 和步骤 308 中,通

过基线设定模块 113 判断当前频谱图像的极性是否需要发生改变,即是否需要翻转频谱图像,通过改变多普勒显示信号的极性使频谱图像倒置为医生更熟悉的取向。

[0151] e、多普勒优化模块 111 通过控制器 101 将上述频谱优化结果传输给显示器 109 对应显示输出。以上所述,仅为本发明中的具体实施过程,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围之内,可理解想到的变换或者替换,均应该涵盖在本发明的包含范围之内,因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

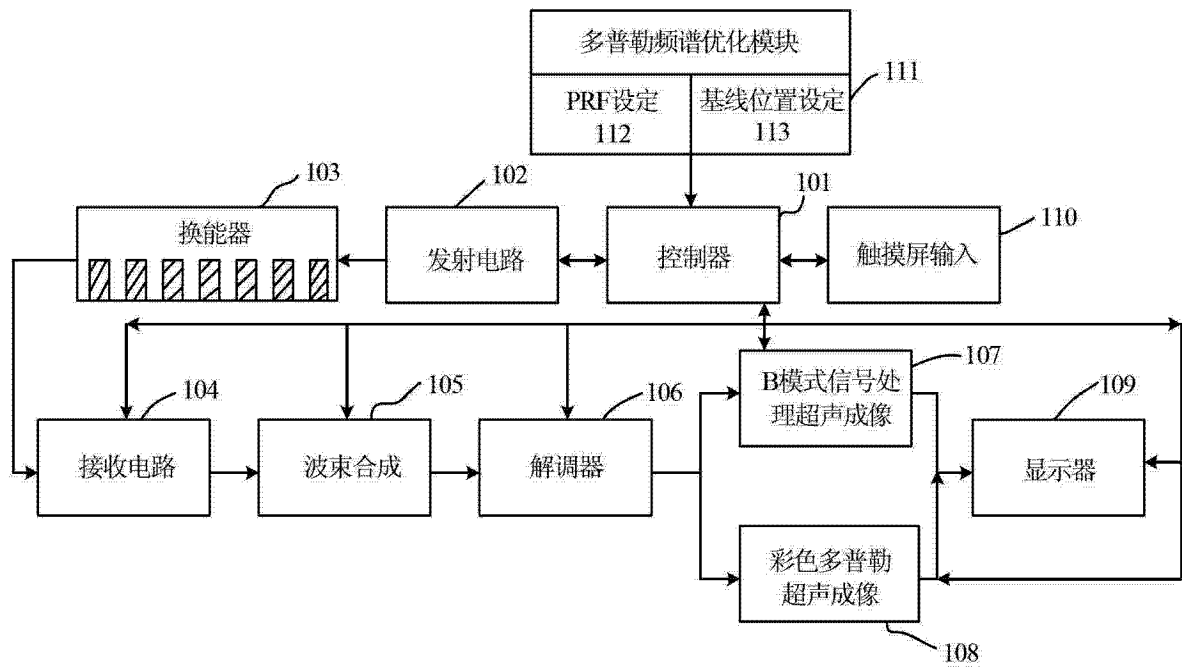


图 1

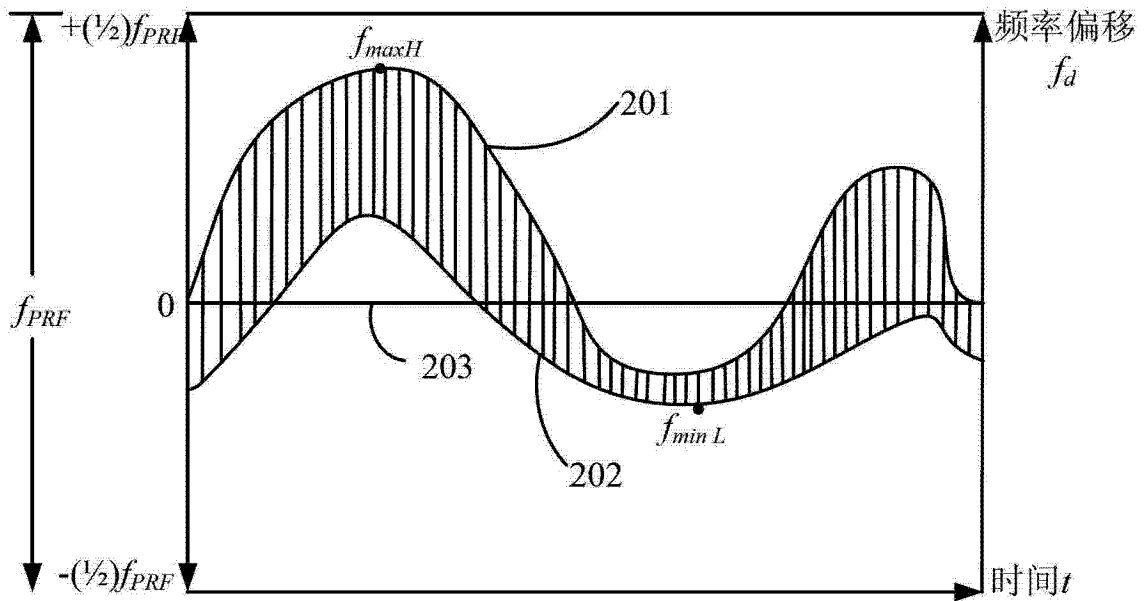


图 2

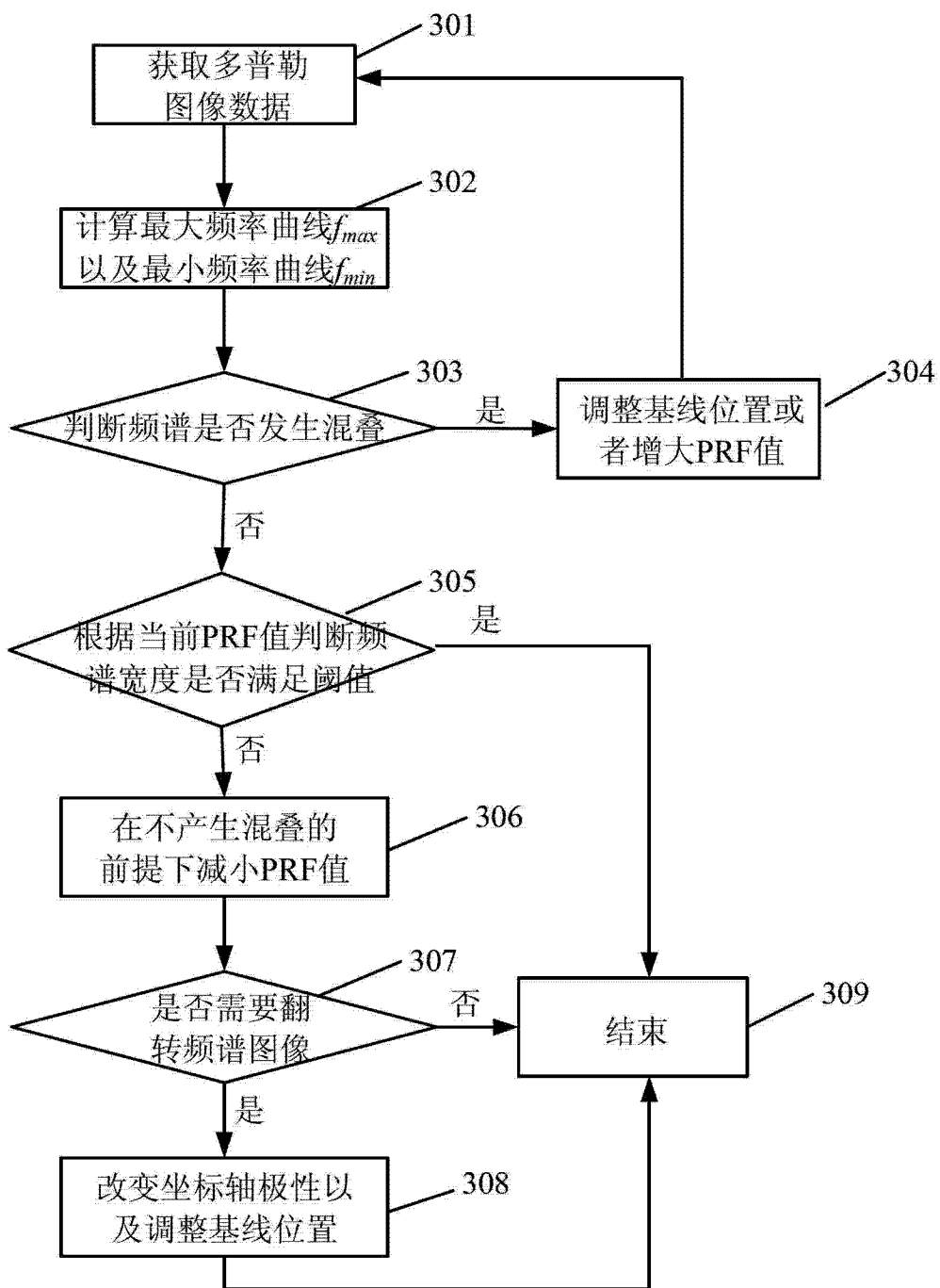


图 3

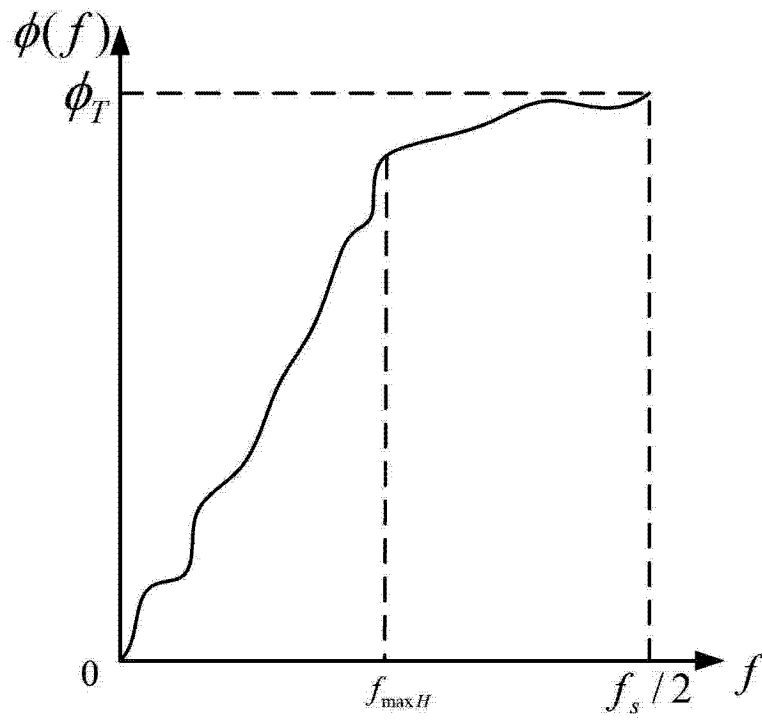


图 4

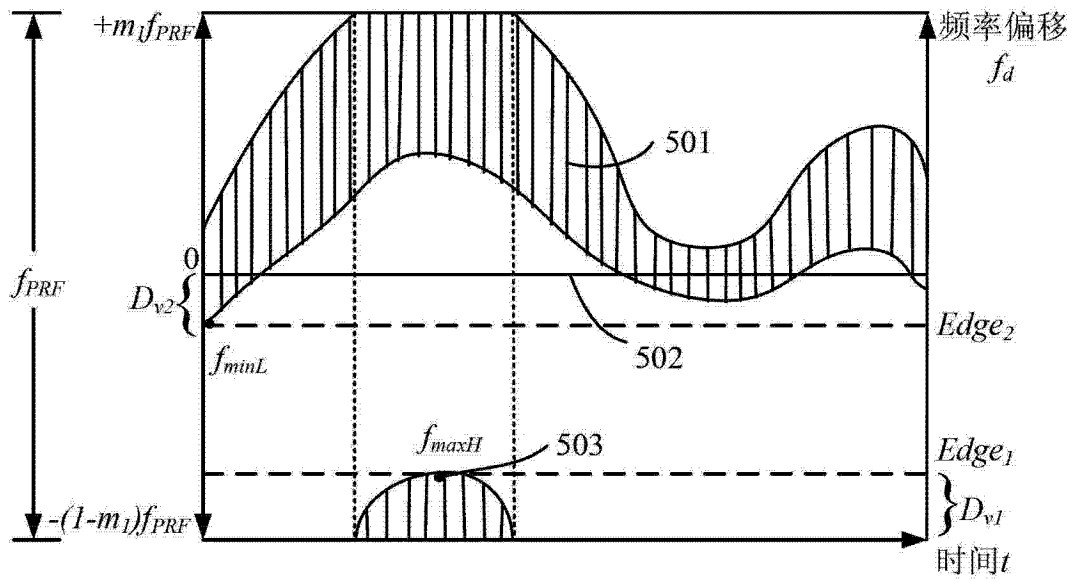


图 5(a)

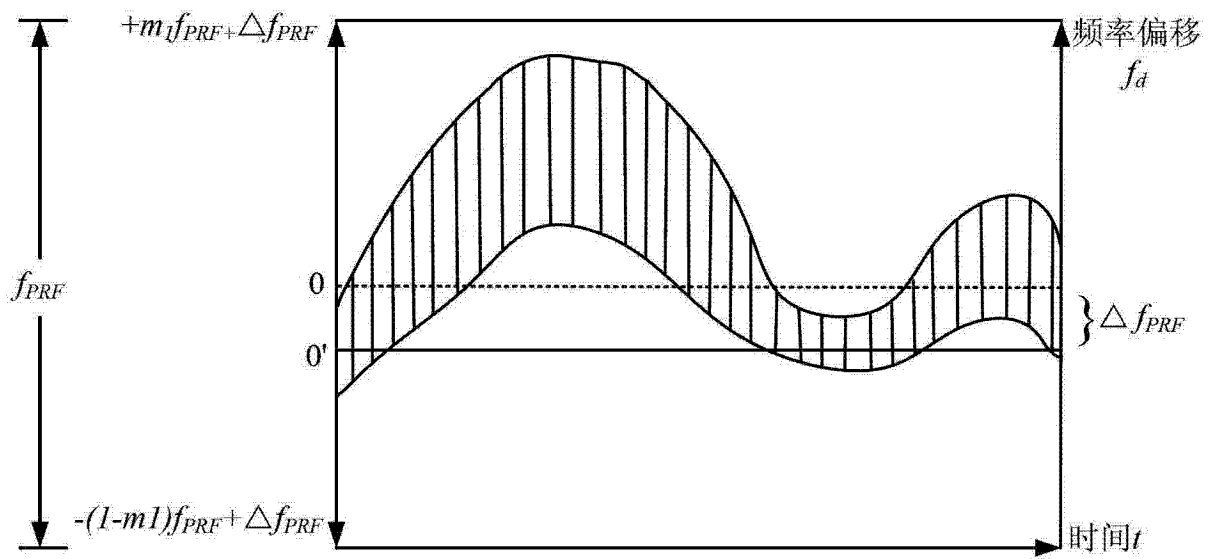


图 5(b)

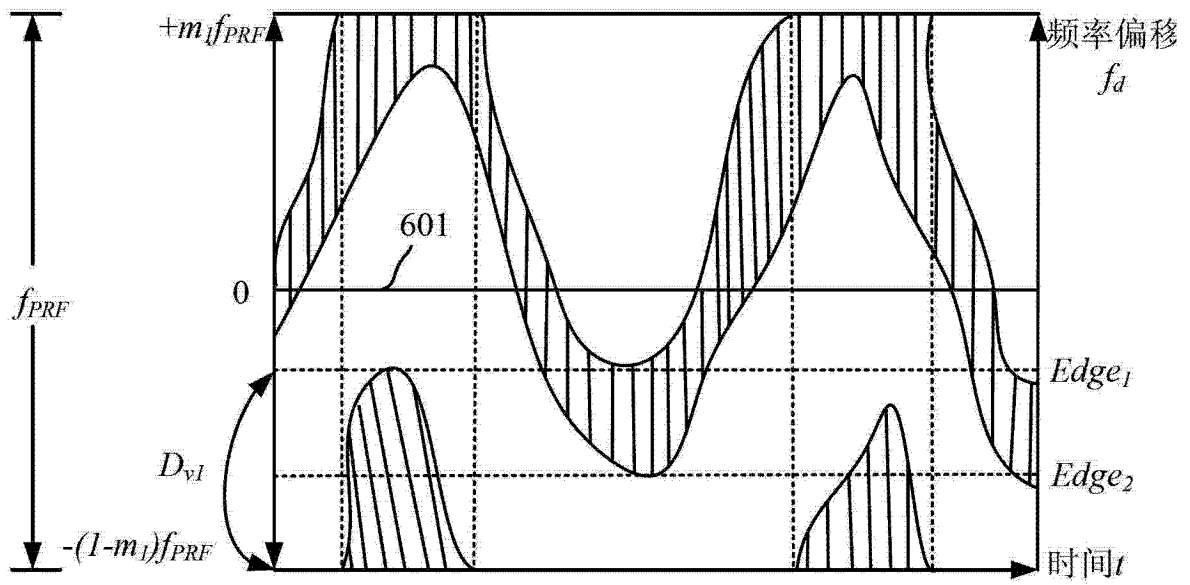


图 6(a)

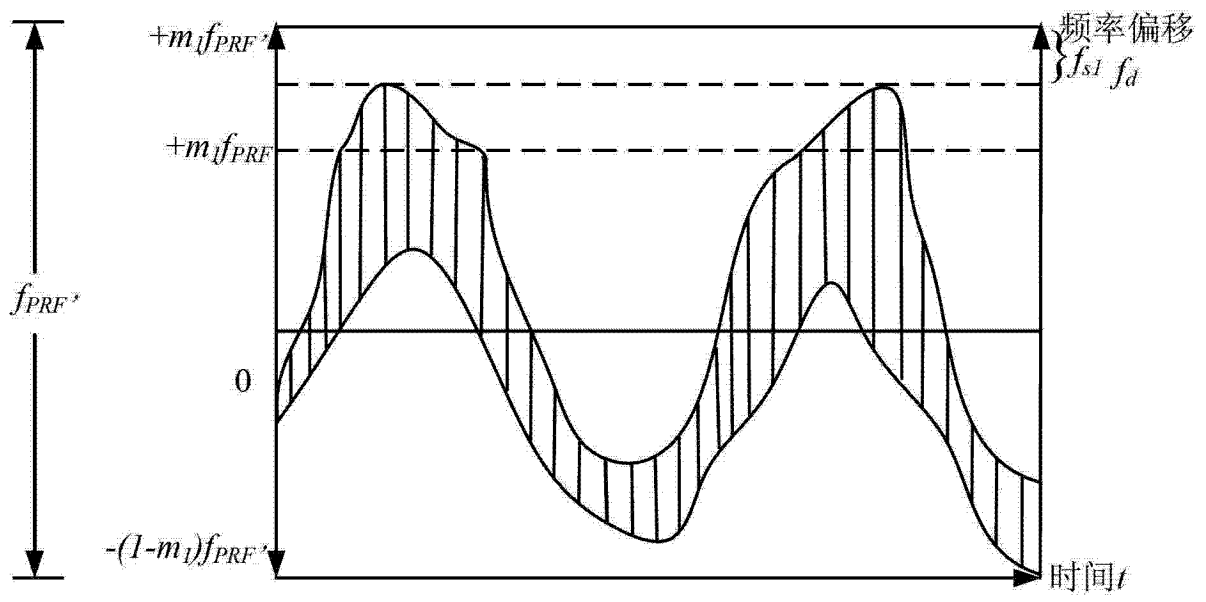


图 6(b)

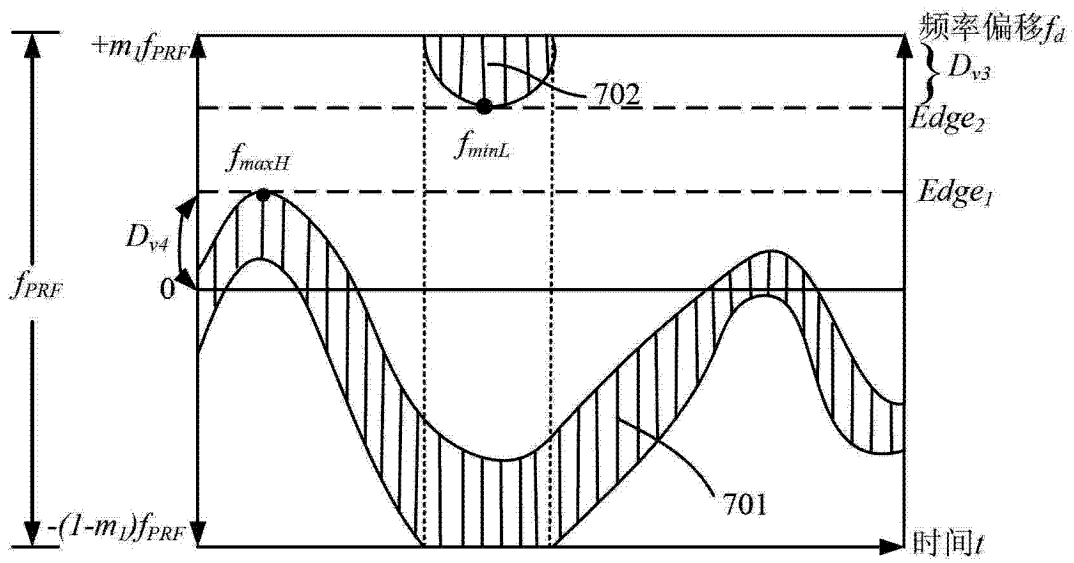


图 7(a)

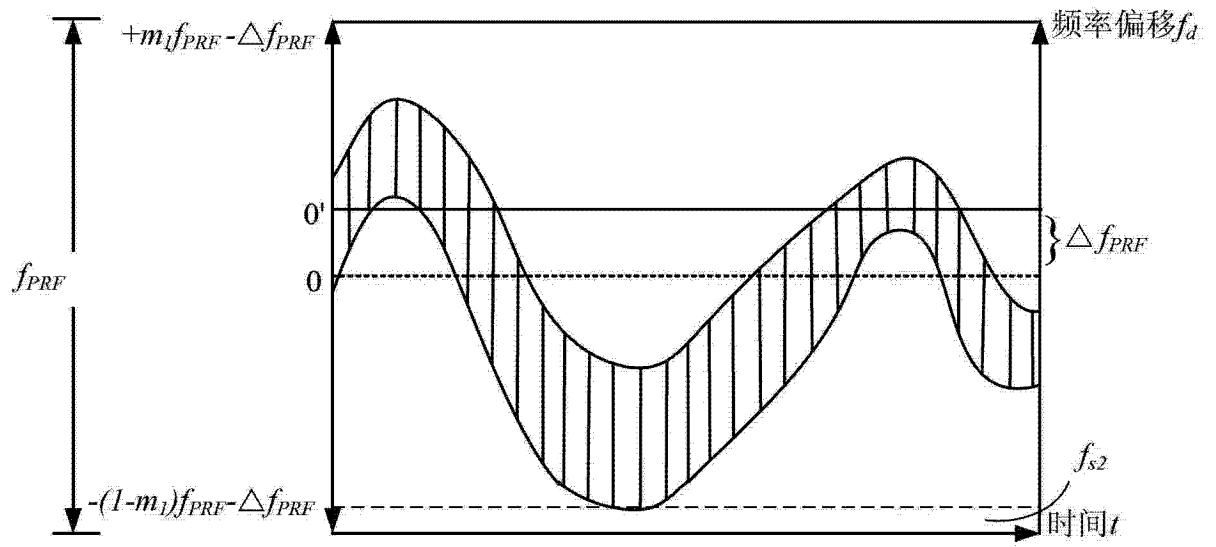


图 7 (b)

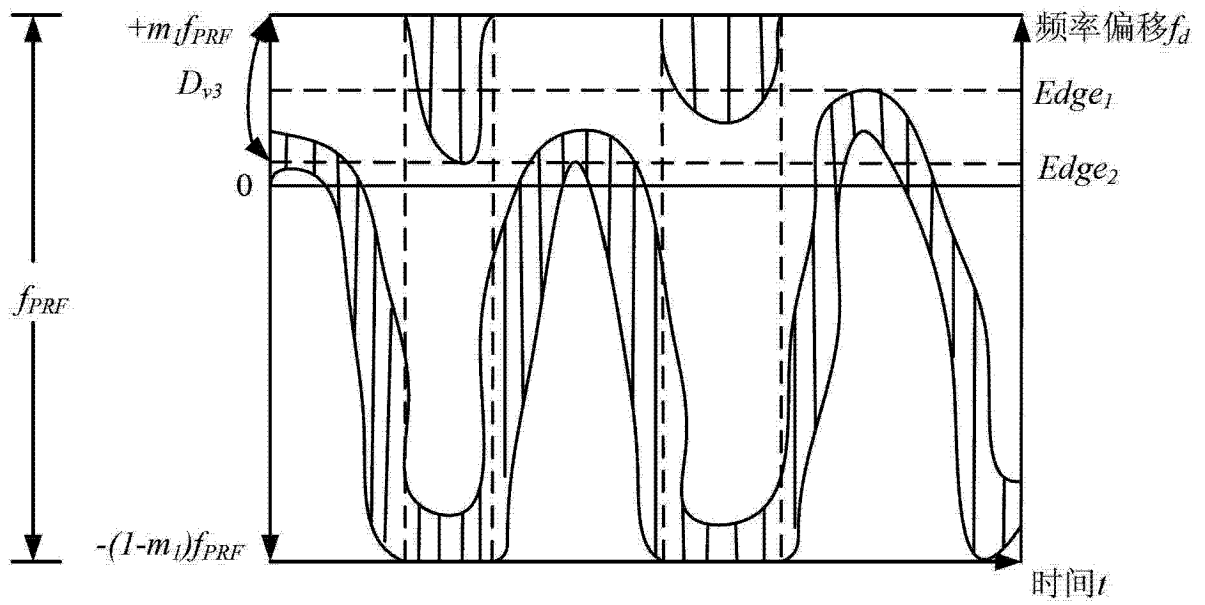


图 8 (a)

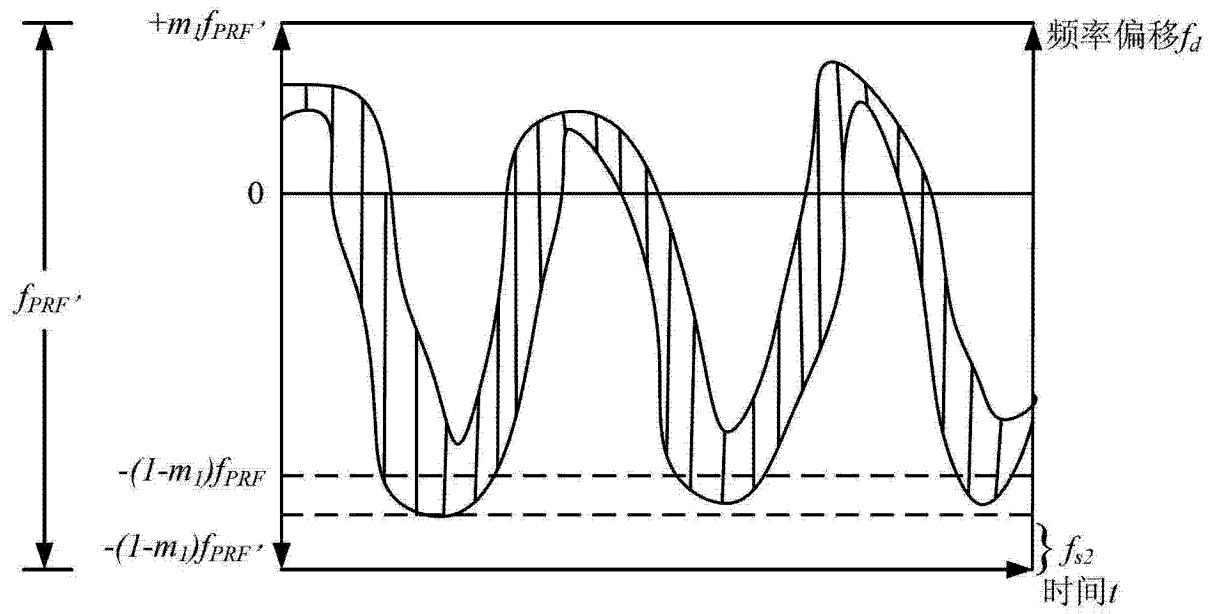


图 8(b)

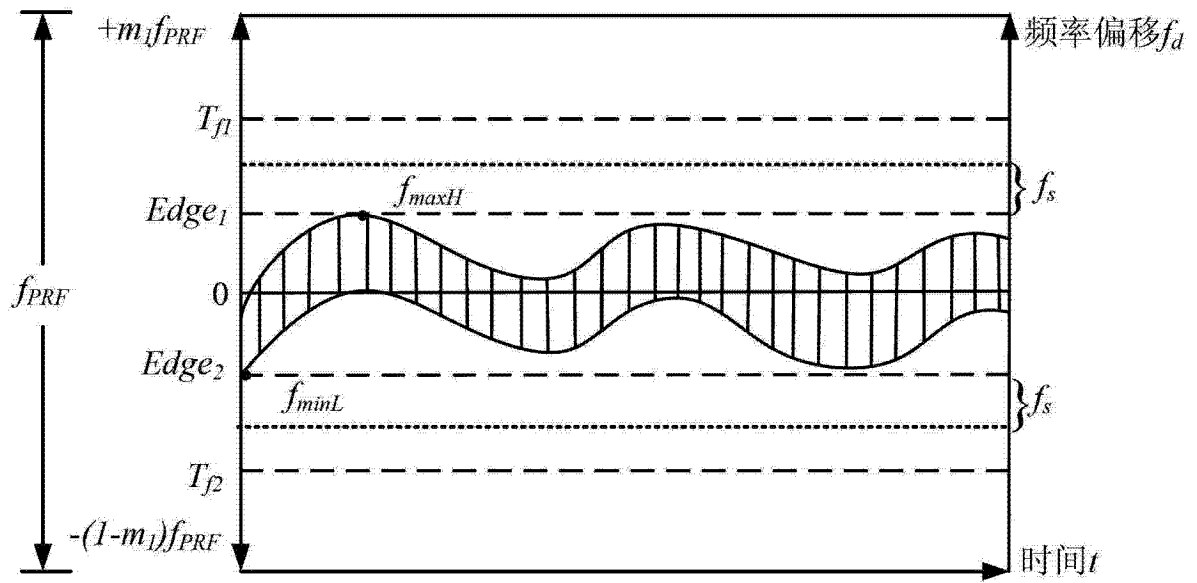


图 9(a)

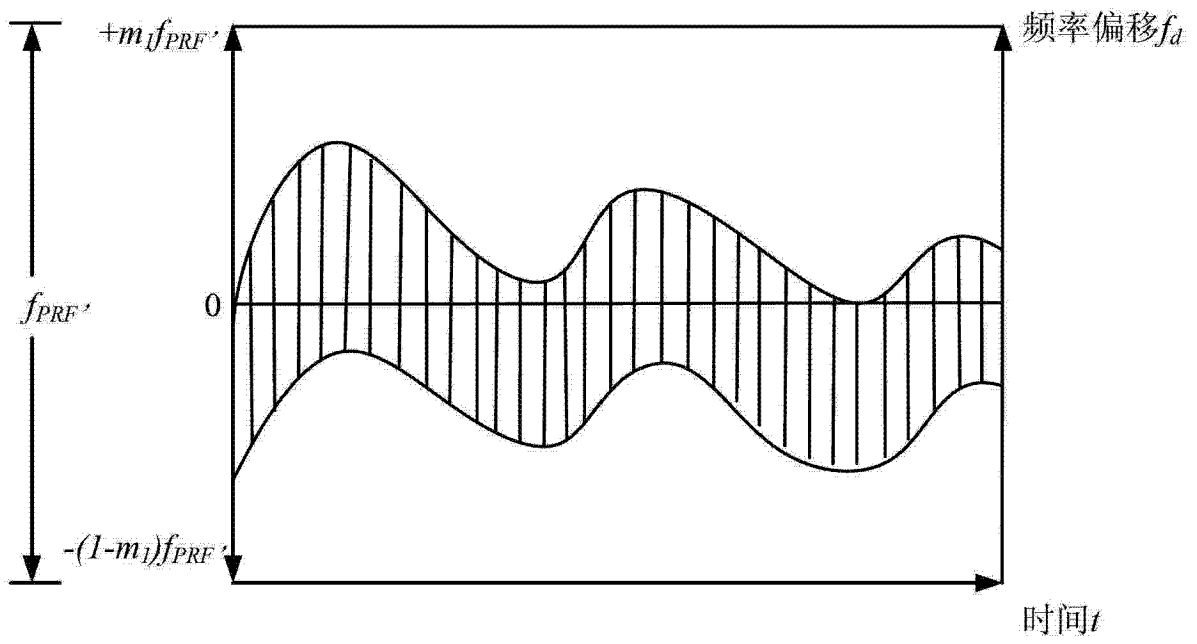


图 9 (b)

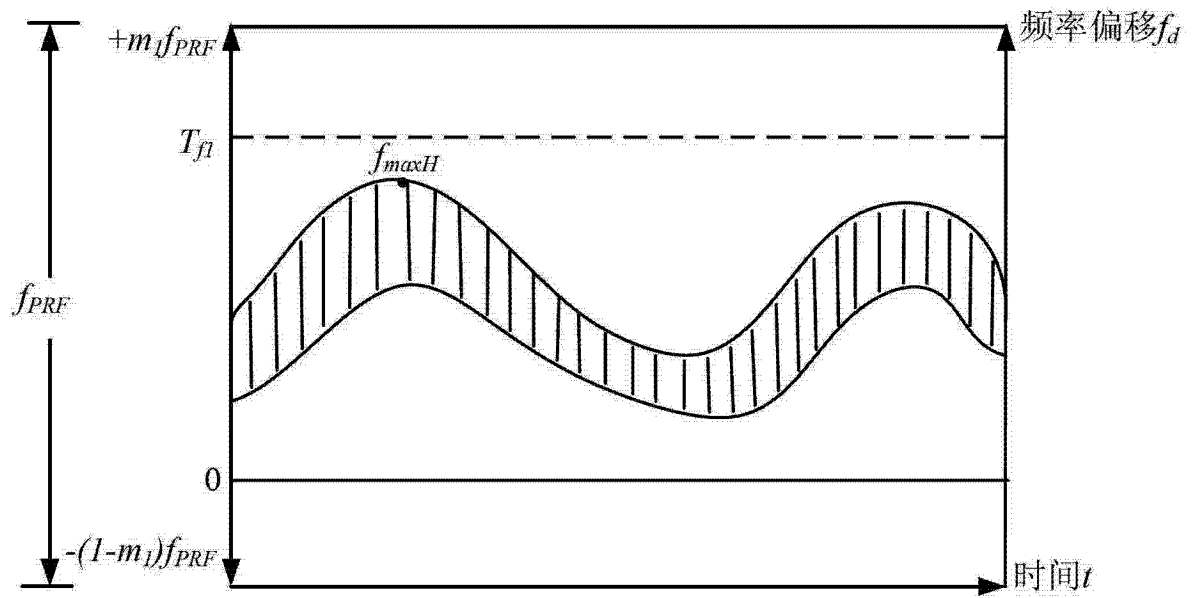


图 10 (a)

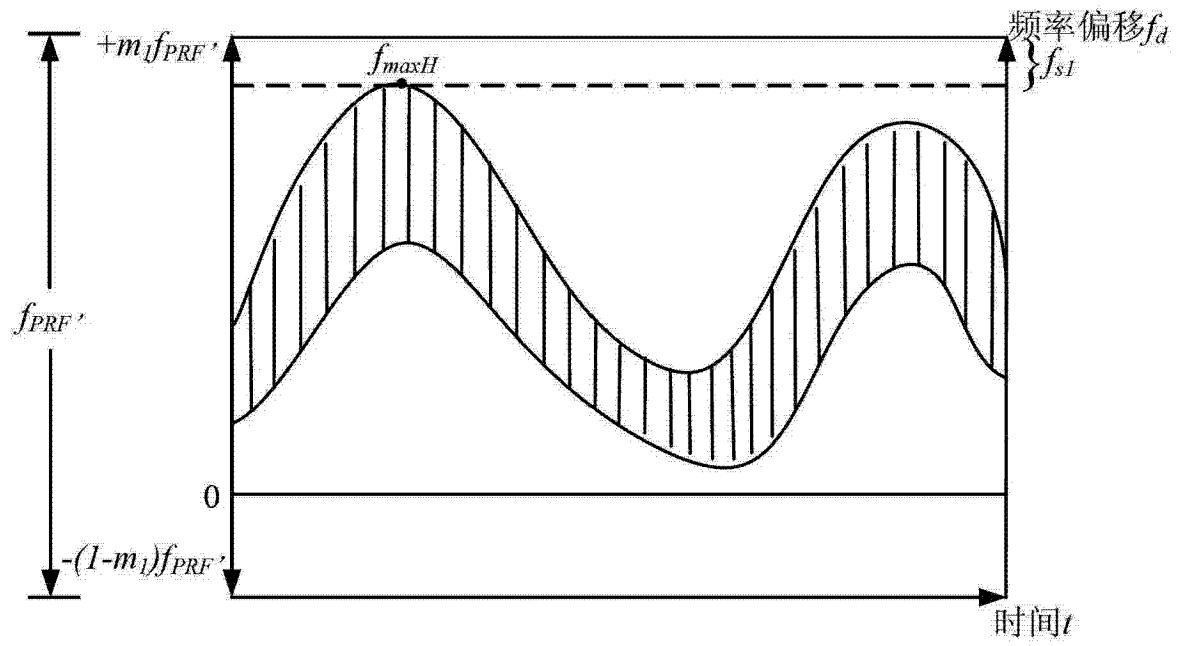


图 10(b)

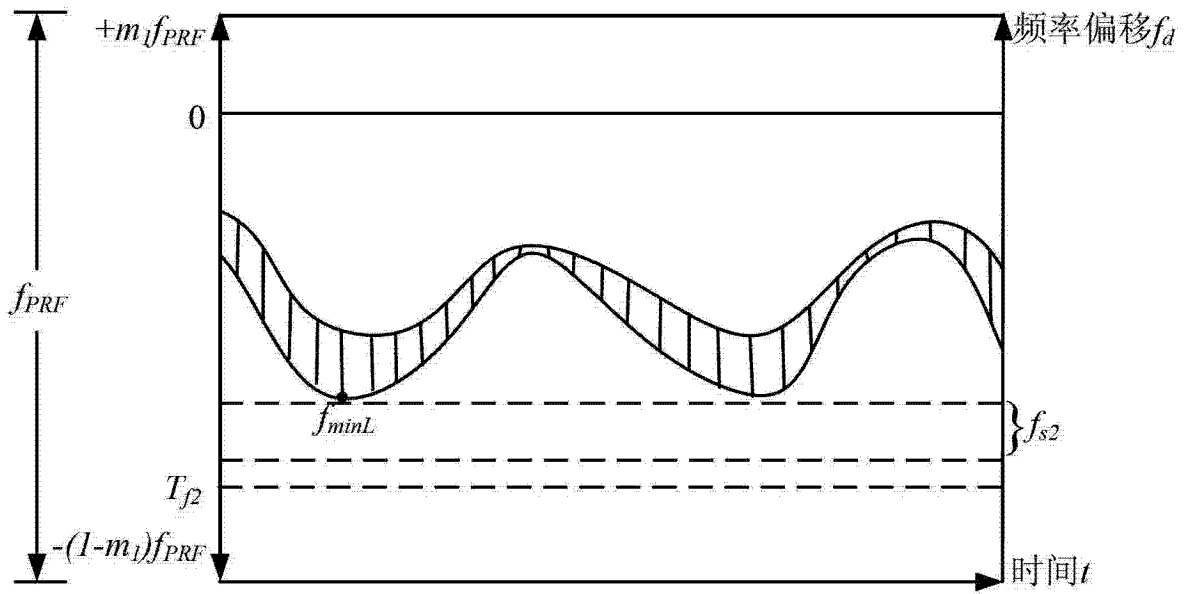


图 11(a)

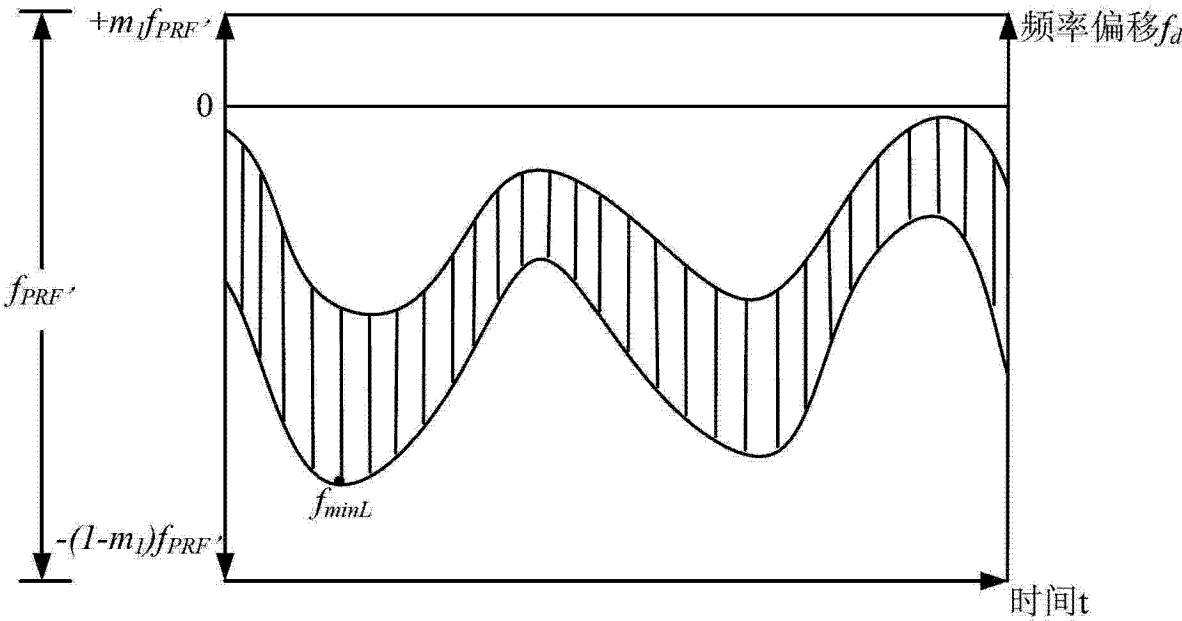


图 11 (b)

专利名称(译)	一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置		
公开(公告)号	CN102764140B	公开(公告)日	2014-07-02
申请号	CN201210292347.9	申请日	2012-08-16
[标]申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
[标]发明人	莫若理 龚栋梁 赵明昌		
发明人	莫若理 龚栋梁 赵明昌		
IPC分类号	A61B8/00		
审查员(译)	李明泽		
其他公开文献	CN102764140A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于触摸屏超声诊断仪的多普勒频谱优化方法及其装置，其包括如下步骤：a、获取多普勒数据，通过PRF设定模块计算多普勒频谱的最大频率曲线 f_{max} 以及最小频率曲线 f_{min} ，并将其传输给控制器判断多普勒频谱是否发生混叠现象；b、若多普勒频谱发生混叠，则通过PRF设定模块增大PRF或者通过基线设定模块调整基线位置以克服混叠现象的发生；c、通过PRF设定模块判断多普勒频谱的频谱宽度是否满足预先设定的阈值，若不满足时，则通过PRF设定模块在满足不产生混叠的前提下减小PRF；d、通过基线设定模块判断当前多普勒频谱是否需要翻转；e、多普勒优化模块通过控制器将上述频谱优化结果传输给显示器对应显示输出。本发明操作方便，提高显示效果。

