



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108852406 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201710327141.8

(22) 申请日 2017.05.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108852406 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(73) 专利权人 深圳市理邦精密仪器股份有限公司

地址 518122 广东省深圳市坪山新区坑梓
街道金沙社区金辉路15号

(72) 发明人 刘倩 凌锋

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 张润

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105581812 A, 2016.05.18

CN 103356241 A, 2013.10.23

CN 103654859 A, 2014.03.26

CN 101897596 A, 2010.12.01

US 2003/0158484 A1, 2003.08.21

CN 105943087 A, 2016.09.21

EP 1016880 A2, 2000.07.05

审查员 李馥然

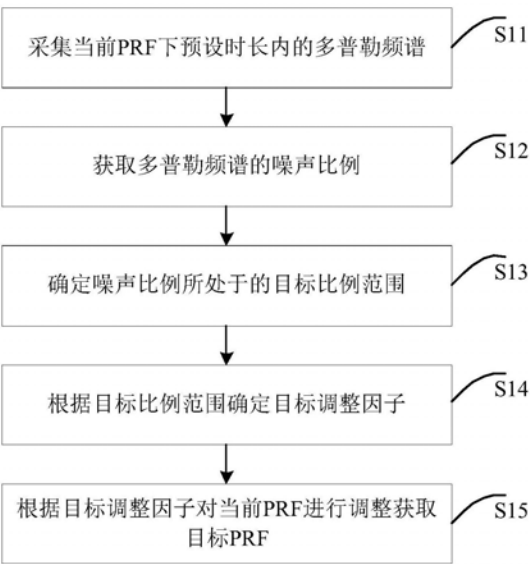
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

多普勒超声成像的PRF优化方法及装置

(57) 摘要

本发明提出一种多普勒超声成像的PRF优化方法及装置,其中,方法包括:采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱;获取所述多普勒频谱的噪声比例;确定所述噪声比例所处的目标比例范围;其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子;根据所述目标比例范围确定目标调整因子;根据所述调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF。通过本方法,能够实现对多普勒频谱进行分段优化,提高优化结果的准确性,具有较强的鲁棒性、自适应和实用性。



1. 一种多普勒超声成像的PRF优化方法,其特征在于,包括:
采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱;
获取所述多普勒频谱的噪声比例;
确定所述噪声比例所处于的目标比例范围;其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子;
根据所述目标比例范围确定目标调整因子;
根据所述目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF;
所述根据所述目标比例范围确定目标调整因子,包括:
判断所述目标比例范围是否为第一比例范围;其中,所述第一比例范围设置有固定调整因子;
如果所述目标比例范围非所述第一比例范围,则根据所述目标比例范围判断所述多普勒频谱是否存在混叠;
如果判断结果为不存在混叠现象,则根据预设的线性关系和所述目标比例范围的两个端点处的调整因子,计算所述目标调整因子,其中两个端点包括上端点和下端点。
2. 根据所述权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述多普勒频谱的噪声比例,包括:
获取所述多普勒频谱的噪声水平;
基于所述噪声水平确定所述多普勒频谱的所述噪声比例。
3. 根据所述权利要求2所述的方法,其特征在于,所述获取所述多普勒频谱的噪声水平,包括:
对所述多普勒频谱中每个像素点的灰度值进行直方图统计,其中,所述直方图的横坐标为灰度值,纵坐标为不同灰度值下像素点的个数;
根据所述直方图确定预设范围内像素点的最大个数所对应的目标灰度值;
基于所述目标灰度值计算所述噪声水平。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述基于所述噪声水平确定所述多普勒频谱的所述噪声比例,包括:
统计所述多普勒频谱每行的平均功率;
根据每行的所述平均功率与所述噪声水平,从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数;
将所述噪声行的行数与所述多普勒频谱所包括的总行数作比值,作为所述噪声比例。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述根据每行的所述平均功率与所述噪声水平,从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数,包括:
针对每一行,当该行的所述平均功率小于所述噪声水平时,则确定该行为所述噪声行;
统计所有行中所述噪声行的行数。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:
如果判断结果为存在混叠现象,则将当前PRF调整为预设的最大PRF,重新采集所述多普勒频谱。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当所述第一比例范围为纯噪声频谱对应的第二比例范围或者最佳频谱对应的第三比例范围时,所述目标调整因子的取值为1。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF,包括:

根据所述目标调整因子对当前PRF进行调整后,得到第一PRF;

从预设的PRF列表中,查找接近所述第一PRF且与所述第一PRF的差值最小的PRF作为第二PRF;

将所述第二PRF作为所述目标PRF。

9. 一种多普勒超声成像的PRF优化装置,其特征在于,包括:

采集模块,用于采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱;

获取模块,用于获取所述多普勒频谱的噪声比例;

范围确定模块,用于确定所述噪声比例所处的目标比例范围;其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子;

调整因子确定模块,用于根据所述目标比例范围确定目标调整因子;

调整模块,用于根据所述目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF;

所述:调整因子确定模块,包括:

判断单元,用于判断所述目标比例范围是否为第一比例范围;其中,所述第一比例范围设置有固定调整因子,以及如果判断出所述目标比例范围非所述第一比例范围,则根据所述目标比例范围判断所述多普勒频谱是否存在混叠;

调整因子确定单元,用于如果判断结果为不存在混叠现象,则根据预设的线性关系和所述目标比例范围的两个端点处的调整因子,计算所述目标调整因子,其中两个端点包括上端点和下端点。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述获取模块,包括:

获取单元,用于获取所述多普勒频谱的噪声水平;

确定单元,用于基于所述噪声水平确定所述多普勒频谱的所述噪声比例。

11. 根据权利要求10所述的装置,其特征在于,所述获取单元,具体用于对所述多普勒频谱中每个像素点的灰度值进行直方图统计,其中,所述直方图的横坐标为灰度值,纵坐标为不同灰度值下像素点的个数,根据所述直方图确定预设范围内像素点的最大个数所对应的目标灰度值,基于所述目标灰度值计算所述噪声水平。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述确定单元,包括:

统计子单元,用于统计所述多普勒频谱每行的平均功率;

噪声行确定子单元,用于根据每行的所述平均功率与所述噪声水平,从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数;

比例确定子单元,用于将所述噪声行的行数与所述多普勒频谱所包括的总行数作比值,作为所述噪声比例。

13. 根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述噪声行确定子单元,具体用于针对每一行,当该行的所述平均功率小于所述噪声水平时,则确定该行为所述噪声行,统计所有行中所述噪声行的行数。

14. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述调整模块,具体用于根据所述目标调整因子对当前PRF进行调整后,得到第一PRF,从预设的PRF列表中,查找接近所述第一PRF且与所述第一PRF的差值最小的PRF作为第二PRF,将所述第二PRF作为所述目标PRF。

多普勒超声成像的PRF优化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种多普勒超声成像的PRF优化方法及装置。

背景技术

[0002] 医学超声成像中,为了获得高质量的图像,扫描不同组织和部位时通常采用不同的参数。然而,超声仪器中预置的成像参数已不能满足临床需求,并且用户调整成像参数需要花费一定的时间,不能快速有效地获得最佳显示效果。

[0003] 超声成像技术中,脉冲重复频率(Pulse Recurrence Frequency,PRF)用于调节血流速度范围,当PRF小于多普勒血流信号的奈奎斯特频率时,多普勒频谱图将会发生混叠。若沿速度(频率)方向仅出现一次混叠,可以通过调整基线位置的方式消除混叠;若出现多次混叠,只有通过增加PRF扩展速度范围的方式才能真正消除混叠。从而,如何获得最佳的PRF成为研究热点。

[0004] 目前,可以基于多普勒频谱数据的噪声水平和信号水平的参数自动控制算法,该算法依据频谱数据的噪声和信号的分布情况,以及结合频谱数据的统计值(均值和方差)来估计噪声水平,判断是否存在混叠,当存在混叠时,逐步提高PRF并调整基线直至消除混叠,最终显示用户期望的超声频谱图像。

[0005] 但是,采用逐步提高PRF的方式消除频谱混叠,计算量大,仅能得到没有混叠的频谱,无法得到用户期望的最佳幅度和位置。

发明内容

[0006] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0007] 为此,本发明的第一个目的在于提出一种多普勒超声成像的PRF优化方法,以实现针对不同幅度分布的频谱进行PRF优化,提高PRF优化结果的准确性,解决现有的PRF优化方法存在优化效果差的问题。

[0008] 本发明的第二个目的在于提出多普勒超声成像的PRF优化装置。

[0009] 为达上述目的,本发明第一方面实施例提出了一种多普勒超声成像的PRF优化方法,包括:

[0010] 采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱;

[0011] 获取所述多普勒频谱的噪声比例;

[0012] 确定所述噪声比例所处于的目标比例范围;其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子;

[0013] 根据所述目标比例范围确定目标调整因子;

[0014] 根据所述调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF。

[0015] 本发明实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法,通过采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱并获取噪声比例,确定噪声比例所处的目标比例范围,根据目标比例范围确

定目标调整因子,最终根据调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF,能够实现对多普勒频谱进行分段优化,提高优化结果的准确性,具有较强的鲁棒性、自适应和实用性。

[0016] 为达上述目的,本发明第二方面实施例提出了一种多普勒超声成像的PRF优化装置,包括:

[0017] 采集模块,用于采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱;

[0018] 获取模块,用于获取所述多普勒频谱的噪声比例;

[0019] 范围确定模块,用于确定所述噪声比例所处的目标比例范围;其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子;

[0020] 调整因子确定模块,用于根据所述目标比例范围确定目标调整因子;

[0021] 调整模块,用于根据所述调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF。

[0022] 本发明实施例的多普勒超声成像的PRF优化装置,通过采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱并获取噪声比例,确定噪声比例所处的目标比例范围,根据目标比例范围确定目标调整因子,最终根据调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF,能够实现对多普勒频谱进行分段优化,提高优化结果的准确性,具有较强的鲁棒性、自适应和实用性。

[0023] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0024] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0025] 图1为本发明一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图;

[0026] 图2为本发明另一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图;

[0027] 图3为本发明一实施例中基于噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例的流程示意图;

[0028] 图4为本发明又一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图;

[0029] 图5为本发明还一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图;

[0030] 图6(a)为在当前PRF下采集的多普勒频谱图;

[0031] 图6(b)为根据本发明提供的方法对当前PRF进行优化后采集的多普勒频谱图;

[0032] 图7为本发明一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化装置的结构示意图;以及

[0033] 图8为本发明另一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化装置的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0035] 下面参考附图描述本发明实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法及装置。

[0036] 图1为本发明一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图。

[0037] 如图1所示,该多普勒超声成像的PRF优化方法包括以下步骤:

[0038] S11,采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱。

[0039] 本实施例中,当用户开启检测仪器为患者进行病情诊断时,比如用户启动经颅多普勒超声仪检测患者的脑部状况时,检测仪器在当前设置的PRF下,仅采集预设时长内的多普勒频谱。

[0040] 需要说明的是,预设时长可以由仪器生产商设置,也可以由用户根据需要自行设置,本发明对此不作限制。举例说明,为了减轻检测仪器的工作量,通常设置预设时长小于检测仪器正常工作时采集多普勒频谱的时长,比如,预设时长可以设置为正常工作时采集时长的1/100、1/50、1/20等。

[0041] 另外,需要说明的是,当前PRF可以是用户在使用检测仪器之前根据所掌握的相关知识和经验选择的检测仪器上预置的PRF参数值,也可以是最近一次使用检测仪器时所采用的PRF值。

[0042] S12,获取多普勒频谱的噪声比例。

[0043] 其中,噪声比例为噪声与信号的比值。

[0044] 本实施例中,采集了当前PRF下预设时长内的多普勒频谱之后,可以进一步获取所采集多普勒频谱的噪声比例。具体地,获取多普勒频谱的噪声比例的实现方式将在后续内容中给出,为避免赘述,此处不作详细说明。

[0045] S13,确定噪声比例所处于的目标比例范围。

[0046] 其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子。

[0047] 为了能够获得合适的调整因子以对PRF进行调整,可以预先设置好对应不同调整因子的比例范围,比例范围中的每个取值与调整因子存在一一对应的关系。

[0048] 需要说明的是,比例范围与调整因子的对应关系可以在检测仪器出厂前由生产商预先设定,也可以在检测仪器上设置相关的设置按键,由用户根据需要自行设定,本发明对此不作限制。

[0049] 本实施例中,计算获得多普勒频谱的噪声比例之后,可以将所得的噪声比例与预设的比例范围中的取值进行比较,确定噪声比例所处于的目标比例范围。

[0050] 举例而言,假设预设的比例范围的各个取值分别为(0~0.1)、(0.1~0.2)、(0.2~0.3)、(0.3~0.6)、(0.6~0.9)和(0.9~1.0)。若计算所得的噪声比例为30%,则可以确定噪声比例所处于的目标比例范围为比例范围端点0.3。若计算所得的噪声比例为45%,由于0.45大于0.3而小于0.6,则可以确定此噪声比例所处于的目标比例范围为0.3~0.6之间。

[0051] S14,根据目标比例范围确定目标调整因子。

[0052] 由于检测仪器中已预先设置好比例范围,且不同的比例范围对应不同的调整因子以用于对PRF进行调整,因此,本实施例中,在确定了噪声比例所处的目标比例范围之后,即可根据目标比例范围确定目标调整因子。

[0053] 仍以计算所得的噪声比例为30%为例,假设取值为0.3的比例范围端点对应的调整因子为1,则在确定了噪声比例所处的目标比例范围为0.3之后,即可根据该目标比例范围,通过查询预设的比例范围与调整因子的对应关系,确定目标调整因子为1。

[0054] S15,根据目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF。

[0055] 本实施例中,在确定了目标比例范围对应的目标调整因子之后,可以进一步根据目标调整因子对当前PRF进行调整,以获取目标PRF。具体地,根据目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF的实现过程将在后续内容中给出,为避免赘述,此处不作详细说明。

[0056] 可选地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,通过调整当前PRF获取了目标PRF之后,即可在目标PRF下采集多普勒频谱,以获得用户期望的多普勒频谱图。

[0057] 本实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法,通过采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱并获取噪声比例,确定噪声比例所处的目标比例范围,根据目标比例范围确定目标调整因子,最终根据调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF,能够实现对多普勒频谱进行分段优化,提高优化结果的准确性,具有较强的鲁棒性、自适应和实用性。

[0058] 为了更加清楚地说明上述获取多普勒频谱的噪声比例的实现过程,本发明实施例提出了另一种多普勒超声成像的PRF优化方法。图2为本发明另一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图。

[0059] 如图2所示,在如图1所示实施例的基础上,步骤S12可以包括以下步骤:

[0060] S121,获取多普勒频谱的噪声水平。

[0061] 本实施例中,在采集了预设时长的多普勒频谱之后,可以先获取所采集多普勒频谱的噪声水平。

[0062] 作为一种可能的实现方式,可以采用直方图统计的方法获取多普勒频谱的噪声水平。具体地,可以对多普勒频谱中每个像素点的灰度值进行直方图统计,其中,直方图的横坐标为灰度值,纵坐标为不同灰度值下像素点的个数。随后,根据直方图确定预设范围内像素点的最大个数所对应的目标灰度值,也就是将直方图中对应像素点数最多的灰度值作为目标灰度值。通过直方图的方式可以直观地了解到每个灰度值对应的像素点个数,从而能够确定出在预设范围即局部内像素点最多的灰度值,该灰度值为目标灰度值。最终,根据目标灰度值计算噪声水平,计算公式如下:

[0063] 噪声水平=目标灰度值-1

[0064] S122,基于噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例。

[0065] 本实施例中,获取了多普勒频谱的噪声水平之后,可以进一步根据噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例。

[0066] 可选地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,如图3所示,基于噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例,可以包括以下步骤:

[0067] S1221,统计多普勒频谱每行的平均功率。

[0068] 本实施例中,假设多普勒频谱每行的平均功率记为 $Mean_j$,其中,j为正整数,表示多普勒频谱的行数,则 $Mean_j$ 可以通过如下公式计算获得:

[0069]
$$Mean_j = \frac{\text{第}j\text{行频谱的功率之和}}{\text{第}j\text{行频谱的线数}}$$

[0070] S1222,根据每行的平均功率与噪声水平,从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数。

[0071] 本实施例中,在计算获得多普勒频谱每行的平均功率之后,可以将所得平均功率同噪声水平比较,以判断该行是否存在信号,并从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数。具体地,针对每一行,可以比较该行的平均功率与噪声水平的大小,当该行的平均功率小于噪声水平时,可确定该行为噪声行;当该行的平均功率不小于噪声水平时,可确定该行存在信号。进而,统计所有行中噪声行的行数。

[0072] S1223,将噪声行的行数与多普勒频谱所包括的总行数作比值,作为噪声比例。

[0073] 本实施例中,统计获得噪声行的行数之后,可以进一步将噪声行的行数与多普勒频谱所包括的总行数作比值,将所得结果作为噪声比例,即噪声比例等于噪声行的行数除以多普勒频谱所包括的总行数。

[0074] 本实施例中,通过计算多普勒频谱中每行的平均功率,确定多普勒频谱的噪声比例,为确定用于对PRF进行调整的调整因子奠定了基础。

[0075] 本实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法,通过获取多普勒频谱的噪声水平,基于噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例,为确定用于对PRF进行调整的调整因子奠定了基础,能够提高PRF优化的准确性。

[0076] 为了更加清楚地说明上述实施例中根据目标比例范围确定目标调整因子的具体实现过程,本发明实施例还提出了一种多普勒超声成像的PRF优化方法。图4为本发明又一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图。

[0077] 如图4所示,在如图1所示实施例的基础上,步骤S14可以包括以下步骤:

[0078] S141,判断目标比例范围是否为第一比例范围。

[0079] 其中,第一比例范围设置有固定调整因子。由于用户期望的图像质量为信号占整个多普勒频谱的70%~80%之间,因此,表1中,第一比例范围在20%~30%之间时,表明当前PRF下采集的多普勒频谱图的质量为用户期望的图像质量,即当前多普勒频谱为最佳频谱,当前PRF值为最佳的PRF值,不需要进行优化,因此固定调整因子设置为1,最佳频谱对应的比例范围20%~30%也可以称为第三比例范围。当第一比例范围为100%时,表明此时的频谱为纯噪声频谱,此时不对PRF进行优化,固定调整因子设置为1,纯噪声频谱对应的比例范围100%也可以称为第二比例范围。

[0080] 本实施例中,确定了噪声比例所处的目标比例范围之后,可以进一步将目标比例范围同预设的第一比例范围比较,判断目标比例范围是否为第一比例范围。如果目标比例范围为第一比例范围,则执行步骤S144;如果目标比例范围不是第一比例范围,则执行步骤S142。

[0081] S142,根据目标比例范围判断多普勒频谱是否存在混叠。

[0082] 本实施例中,将目标比例范围同第一比例范围比较得知目标比例范围不是第一比例范围之后,可以进一步根据目标比例范围判断多普勒频谱是否存在混叠。具体地,可以通过判断目标比例范围是否为0%来判断多普勒频谱是否存在混叠,当目标比例范围为0%时,表明多普勒频谱存在混叠,执行步骤S145;若目标比例范围不是0%,表明多普勒频谱不存在混叠,执行步骤S143。

[0083] S143,根据预设的线性关系和目标比例范围的两个端点处的调整因子,计算目标调整因子。

[0084] 其中,两个端点包括上端点和下端点。

[0085] 本实施例中,当判断得知目标比例范围不是第一比例范围,且多普勒频谱不存在混叠时,可以根据预设的线性关系计算目标比例范围对应的目标调整因子。其中,预设的线性关系如下所示:

$$[0086] \quad F = F_A + (F_B - F_A) / (B - A) * (C - A)$$

[0087] 其中,F表示目标调整因子, F_A 表示目标比例范围中上端点对应的调整因子, F_B 表示目标比例范围中下端点对应的调整因子,A表示目标比例范围中上端点的取值,B表示目标

比例范围中下端点的取值,C表示所获取的多普勒频谱的噪声比例。

[0088] 本实施例中,预先为不同的比例范围的上端点和下端点分别设置有对应的调整因子。表1为比例范围中上端点和下端点的对应的调整因子的取值关系表。

[0089] 表1

[0090]	比例范围的端点 (%)	10	20	30	60	70	90	100
	调整因子的取值	2	1	1	0.6	0.5	0.2	1

[0091] 应当理解的是,目标比例范围的两个端点的取值对应于每个比例范围中的两个取值。

[0092] 举例而言,所获取的多普勒频谱的噪声比例为50%,根据噪声比例所确定的目标比例范围为30%~60%之间,通过目标比例范围同第一比例范围比较可知,目标比例范围不是第一比例范围。进一步将目标比例范围同0%比较,可知该多普勒频谱不存在混叠,因此,可根据上述线性关系计算噪声比例对应的目标调整因子。从上述表1中可知,目标比例范围中上端点30%对应的固定调整因子为1,下端点60%对应的固定调整因子为0.6,基于上述线性关系,可得噪声比例50%对应的目标调整因子约为0.73。

[0093] S144,将固定调整因子作为目标调整因子。

[0094] 本实施例中,如果判断得知目标比例范围为第一比例范围,则可以通过表1中记录的第一比例范围与固定调整因子的对应关系,确定目标比例范围对应的目标调整因子。当第一比例范围为纯噪声频谱对应的第二比例范围(100%)或者最佳频谱对应的第三比例范围(20%~30%)时,目标调整因子的取值为1。

[0095] 举例而言,假设目标比例范围为30%,可知该目标比例范围为第一比例范围,通过查询表1,可知第一比例范围为30%时对应的固定调整因子为1,因此,目标调整因子为1。

[0096] S145,将当前PRF调整为预设的最大PRF,重新采集多普勒频谱。

[0097] 本实施例中,若目标比例范围为0%,即噪声比例为0%,则表明多普勒频谱存在混叠,则将当前PRF调整为预设的最大PRF,并在最大PRF下重新采集多普勒频谱。

[0098] 本实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法,通过判断目标比例范围是否为第一比例范围,当为第一比例范围时,将第一比例范围对应的固定调整因子作为目标调整因子,当不为第一比例范围时,进一步判断多普勒频谱是否存在混叠,当存在混叠时,将当前PRF调整为预设的最大PRF重新采集多普勒频谱,当不存在混叠时,通过预设的线性关系计算目标调整因子,能够准确地对不同幅度分布的频谱的PRF值进行优化,提高优化结果的准确性。

[0099] 为了更加清楚地说明上述实施例中根据目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF的具体实现过程,本发明实施例还提出了一种多普勒超声成像的PRF优化方法。图5为本发明还一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化方法的流程示意图。

[0100] 如图5所示,在如图1所示实施例的基础上,步骤S15可以包括以下步骤:

[0101] S151,根据目标调整因子对当前PRF进行调整后,得到第一PRF。

[0102] 本实施例中,根据目标调整因子调整当前PRF时,可以将目标调整因子乘以当前PRF,所得结果作为第一PRF,即第一PRF为目标调整因子与当前PRF的乘积。

[0103] S152,从预设的PRF列表中,查找接近第一PRF且与第一PRF的差值最小的PRF作为第二PRF。

[0104] 本实施例中,对当前PRF进行调整获得第一PRF之后,可以进一步查询预设的PRF列表,并将PRF列表中接近第一PRF且与第一PRF差值最小的PRF作为第二PRF。

[0105] 举例而言,假设第一PRF的取值为850Hz,预设的PRF列表中各PRF的取值为500Hz、600Hz、700Hz、800Hz、950Hz和1100Hz。通过查询预设的PRF列表可知,接近第一PRF的PRF值有800Hz和950Hz。由于800Hz与第一PRF值相差50Hz,950Hz与第一PRF值相差150Hz,50Hz小于150Hz,因此,选择800Hz作为第二PRF的取值。

[0106] S153,将第二PRF作为目标PRF。

[0107] 本实施例中,在确定了第二PRF之后,即可将第二PRF作为目标PRF以用于在目标PRF下采集多普勒频谱。

[0108] 本实施例的多普勒超声成像的PRF优化方法,通过根据目标调整因子对当前PRF进行调整得到第一PRF,从预设的PRF列表中查找接近第一PRF且与第一PRF的差值最小的PRF作为第二PRF,将第二PRF作为目标PRF,能够提高PRF优化结果的准确性。

[0109] 为了更加直观地说明本发明实施例提出的多普勒超声成像的PRF优化方法的优势,本发明提供了对PRF值进行优化前后采集的多普勒频谱图,如图6(a)和图6(b)所示。图6(a)为在当前PRF下采集的多普勒频谱图,图6(b)为根据本发明提供的方法对当前PRF进行优化后采集的多普勒频谱图。从图6(a)和图6(b)对比可知,相较于原PRF下采集的多普勒频谱图,在优化后的PRF下采集的多普勒频谱图混叠情况更少,更符合用户期望的图像质量,因此,本发明实施例提出的多普勒超声成像的PRF优化方法具有较好的实用性。

[0110] 为了实现上述实施例,本发明还提出了一种多普勒超声成像的PRF优化装置。

[0111] 图7为本发明一实施例提供的多普勒超声成像的PRF优化装置的结构示意图。

[0112] 如图7所示,该多普勒超声成像的PRF优化装置70包括:采集模块710、获取模块720、范围确定模块730、调整因子确定模块740,以及调整模块750。其中,

[0113] 采集模块710,用于采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱。

[0114] 可选地,采集模块710还用于,在目标PRF下采集多普勒频谱。

[0115] 获取模块720,用于获取多普勒频谱的噪声比例。

[0116] 可选地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,如图8所示,获取模块720可以包括:

[0117] 获取单元721,用于获取多普勒频谱的噪声水平。

[0118] 具体地,获取单元721用于,对多普勒频谱中每个像素点的灰度值进行直方图统计,其中,直方图的横坐标为灰度值,纵坐标为不同灰度值下像素点的个数,根据直方图确定预设范围内像素点的最大个数所对应的目标灰度值,基于目标灰度值计算噪声水平。

[0119] 确定单元722,用于基于噪声水平确定多普勒频谱的噪声比例。

[0120] 进一步地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,如图8所示,确定单元722还可以包括:

[0121] 统计子单元7221,用于统计多普勒频谱每行的平均功率。

[0122] 噪声行确定子单元7222,用于根据每行的平均功率与噪声水平,从所有行中确定不存在信号的噪声行的行数。

[0123] 具体地,噪声行确定子单元7222用于,针对每一行,当该行的平均功率小于噪声水平时,则确定该行为噪声行,统计所有行中噪声行的行数。

[0124] 比例确定子单元7223,用于将噪声行的行数与多普勒频谱所包括的总行数作比值,作为噪声比例。

[0125] 范围确定模块730,用于确定噪声比例所处于的目标比例范围。

[0126] 其中,不同的比例范围对应不同的用于对PRF进行调整的调整因子。

[0127] 调整因子确定模块740,用于根据目标比例范围确定目标调整因子。

[0128] 可选地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,如图8所示,调整因子确定模块740可以包括:

[0129] 判断单元741,用于判断目标比例范围是否为第一比例范围,其中,第一比例范围设置有固定调整因子,以及如果判断出目标比例范围非第一比例范围,则根据目标比例范围判断多普勒频谱是否存在混叠。

[0130] 调整因子确定单元742,用于如果判断结果为不存在混叠现象,则根据预设的线性关系和目标比例范围的两个端点处的调整因子,计算目标调整因子,其中,两个端点包括上端点和下端点,预设的线性关系如下所示:

$$[0131] \quad F = F_A + (F_B - F_A) / (B - A) * (C - A)$$

[0132] 其中,F表示目标调整因子, F_A 表示目标比例范围中上端点对应的调整因子, F_B 表示目标比例范围中下端点对应的调整因子,A表示上端点的取值,B表示下端点的取值,C表示噪声比例。

[0133] 可选地,调整因子确定单元742还用于,当判断出目标比例范围为第一比例范围时,将固定调整因子作为目标调整因子。当第一比例范围为纯噪声频谱对应的第二比例范围或者最佳频谱对应的第三比例范围时,目标调整因子的取值为1。

[0134] 调整模块750,用于根据目标调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF。

[0135] 具体地,调整模块750用于,根据目标调整因子对当前PRF进行调整后,得到第一PRF,从预设的PRF列表中,查找接近第一PRF且与第一PRF的差值最小的PRF作为第二PRF,将第二PRF作为目标PRF。

[0136] 可选地,在本发明实施例一种可能的实现方式中,调整模块750还用于,在判断出存在混叠现象时,将当前PRF调整为预设的最大PRF,重新采集多普勒频谱。

[0137] 需要说明的是,前述对多普勒超声成像的PRF优化方法实施例的解释说明也适用于本实施例的多普勒超声成像的PRF优化装置,其实现原理类似,此处不再赘述。

[0138] 本实施例的多普勒超声成像的PRF优化装置,通过采集当前PRF下预设时长内的多普勒频谱并获取噪声比例,确定噪声比例所处的目标比例范围,根据目标比例范围确定目标调整因子,最终根据调整因子对当前PRF进行调整获取目标PRF,能够实现对多普勒频谱进行分段优化,提高优化结果的准确性,具有较强的鲁棒性、自适应和实用性。

[0139] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0140] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0141] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现定制逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本发明的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本发明的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0142] 在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0143] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。如,如果用硬件来实现和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0144] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0145] 此外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0146] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

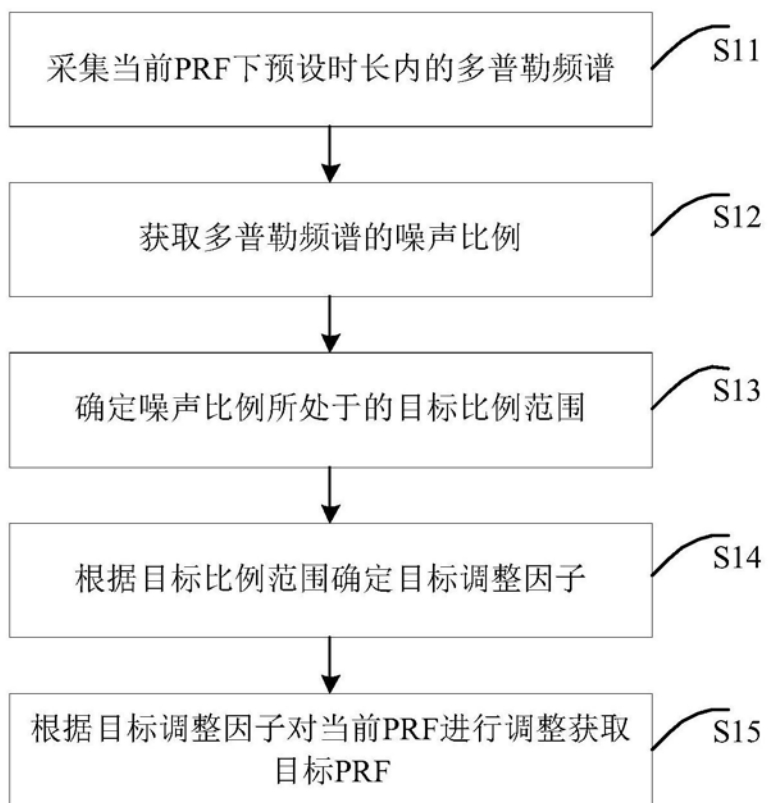


图1

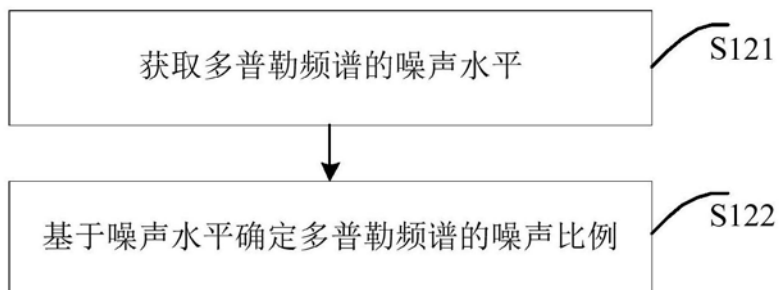


图2

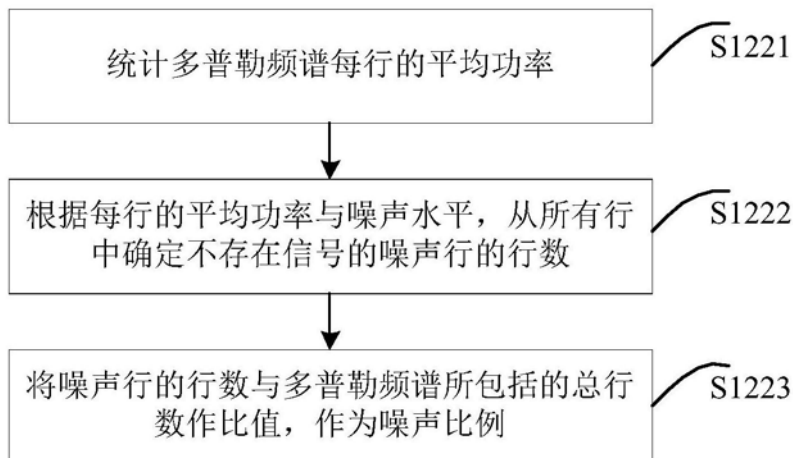


图3

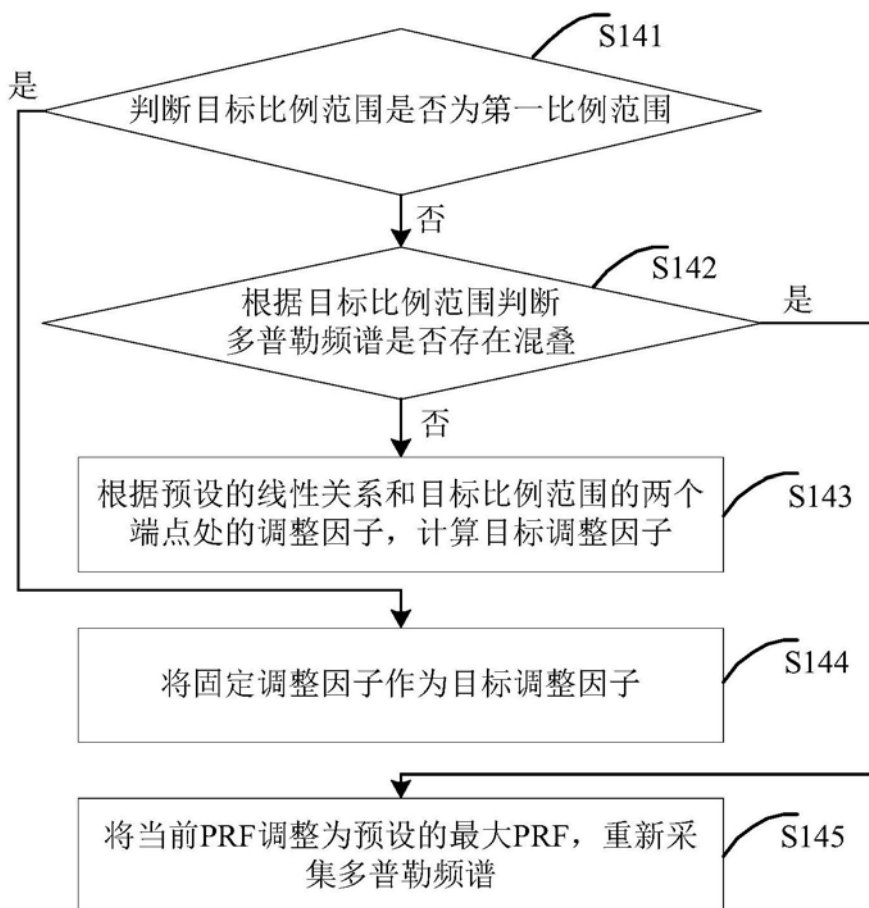


图4

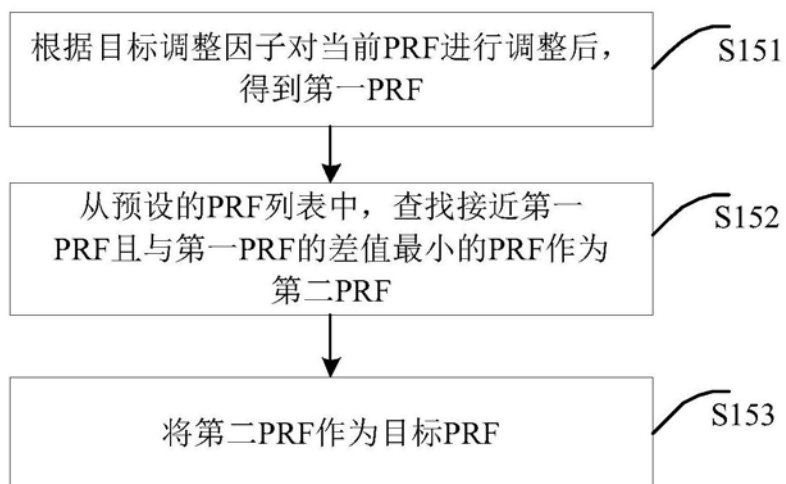


图5

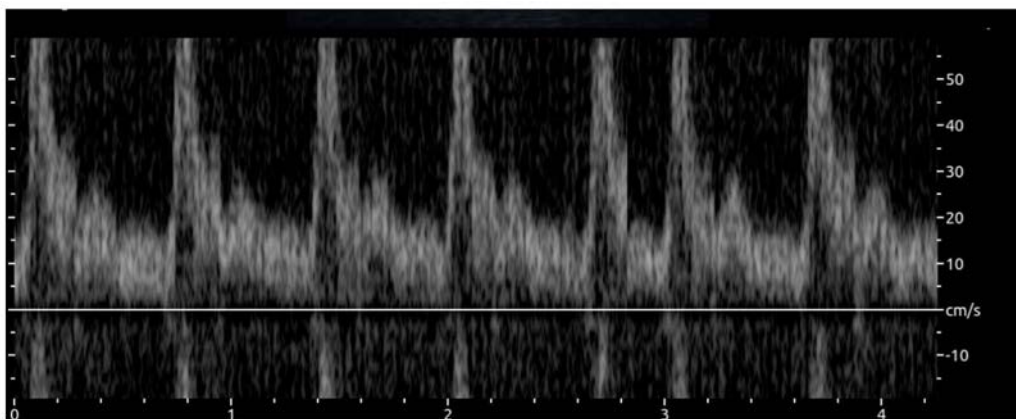


图6 (a)

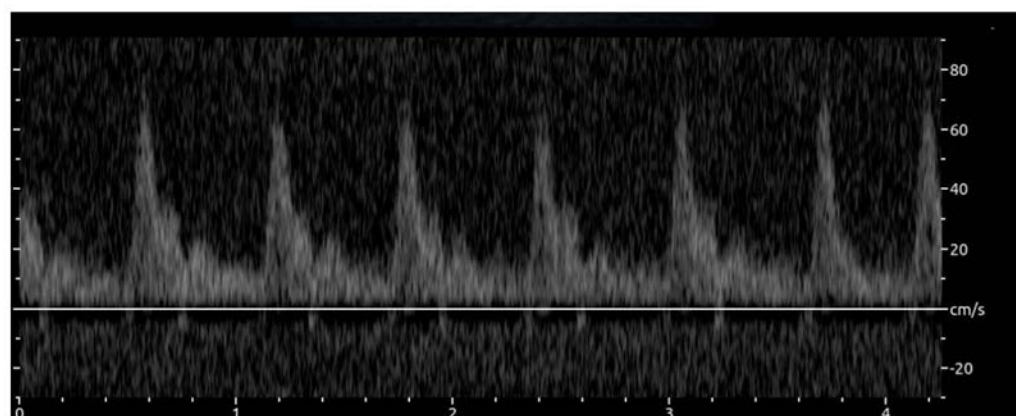


图6 (b)

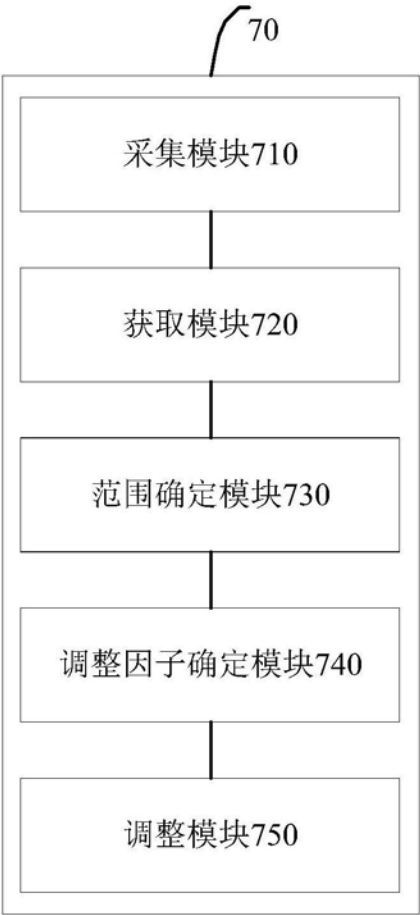


图7

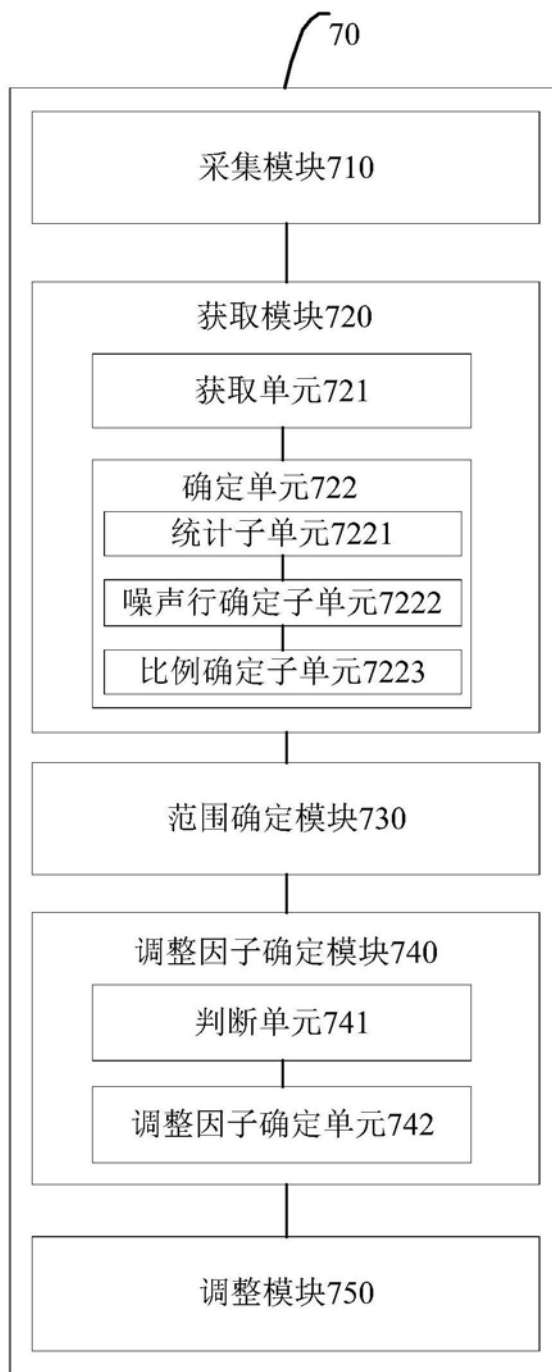


图8