



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110996215 B

(45)授权公告日 2020.06.02

(21)申请号 202010118025.7

(22)申请日 2020.02.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110996215 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(73)专利权人 恒玄科技(北京)有限公司
地址 100080 北京市海淀区彩和坊路11号3
层301

(72)发明人 童伟峰 张亮 李倩 徐明亮

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限
公司 11225

代理人 夏东栋

(51)Int.Cl.
H04R 1/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 110809211 A,2020.02.18,
CN 102365875 A,2012.02.29,
CN 108428445 A,2018.08.21,
US 2010189269 A1,2010.07.29,

审查员 刘雯雯

权利要求书3页 说明书9页 附图3页

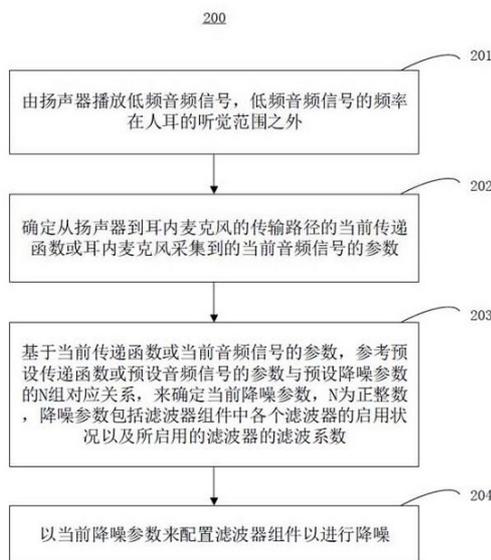
(54)发明名称

确定耳机降噪参数的方法、装置以及计算机
可读介质

(57)摘要

本公开涉及一种确定耳机降噪参数的方法、
装置以及计算机可读介质,耳机包括扬声器、耳
内麦克风和滤波器组件。该方法包括:由扬声器
播放频率在人耳听觉范围外的低频音频信号;确
定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传
递函数或耳内麦克风采集到的当前音频信号的
参数;基于当前传递函数或当前音频信号的参
数,参考预设传递函数或预设音频信号的参数与
预设降噪参数的N组对应关系,确定当前降噪参
数,降噪参数包括滤波器组件中所启用的滤波
器的滤波系数;以及以当前降噪参数来配置滤
波器组件以进行降噪。通过多次播放人耳听
觉范围之外的低频音频信号,能实现对耳机降
噪参数的动态调整,确保不同使用场景下的降
噪效果,同时提升用户的听音体验。

CN 110996215 B



1. 一种确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,所述耳机包括扬声器、耳内麦克风和滤波器组件,所述方法包括:

由所述扬声器多次或持续播放低频音频信号,所述低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外;

确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数和/或所述耳内麦克风采集到的当前音频信号参数;

基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数,参考预设传递函数和/或预设音频信号参数与预设的降噪参数的N组对应关系,来确定当前的降噪参数,N为正整数,所述降噪参数包括所述滤波器组件中所启用的滤波器的滤波系数;以及

以所述当前的降噪参数来配置所述滤波器组件以进行降噪。

2. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,所述N组对应关系通过在所述耳机的N种使用场景下预先测量得到,所述使用场景由用户或人工耳的耳道结构、佩戴状况和所述传输路径上的器件的属性中的任一种或其组合来定义;

所述音频信号参数包括所述音频信号的时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量中的任一种或其组合。

3. 根据权利要求2所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,所述能量为相对于基准能量归一化的能量,所述能量通过对所述耳内麦克风采集到的音频信号利用通带范围包括所述低频音频信号的滤波器经滤波的音频信号进行检测得到;所述基准能量通过对经所述扬声器播放的所述低频音频信号进行检测得到。

4. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,所述方法还包括:

基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数,来确定所述耳机是否在耳内;以及

在确定所述耳机在耳内的情况下,确定当前的降噪参数,并以所述当前的降噪参数来配置所述滤波器组件以进行降噪。

5. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,在启用反馈降噪的情况下,从所述耳内麦克风采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除所述低频音频信号对应的声学信号。

6. 根据权利要求5所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,所述低频音频信号对应的声学信号利用回声滤波器、高通滤波器、带阻滤波器中的任一种或其组合来滤除。

7. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,还包括:所述低频音频信号由所述扬声器多次播放;基于为各次播放确定的所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数,来更新所述当前的降噪参数。

8. 根据权利要求7所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,还包括,在确定所述当前的降噪参数后:

由所述扬声器再次播放所述低频音频信号;

确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的更新的当前传递函数和/或所述耳内麦克风采集到的更新的当前音频信号参数;

在所述更新的当前传递函数和/或所述更新的当前音频信号参数与所述当前的降噪参数对应的所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数之间的差别超过阈值时,调

整所述低频音频信号以提高其抗干扰性。

9. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,在开始播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐上升;在停止播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐下降。

10. 根据权利要求7所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,以所述当前的降噪参数来配置所述滤波器组件的步骤包括:

以所述更新的降噪参数与第一增益和所述当前的降噪参数与第二增益的加权降噪参数来动态地配置所述滤波器组件,以实现降噪参数的平滑切换,

其中,在所述切换中,所述第一增益从0到1逐渐增加,各个时刻的所述第二增益与所述第一增益之和为1,且所述第一增益由阶跃响应通过低通滤波器来实现。

11. 根据权利要求1所述的确定耳机降噪参数的方法,其特征在于,硬件上同时获取所述扬声器待播的音频信号以及经耳道反射的音频信号。

12. 一种确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述装置包括:扬声器、耳内麦克风、滤波器组件以及处理器,其中

所述扬声器被配置为:多次或持续播放低频音频信号,所述低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外;

所述处理器被配置为:

确定从所述扬声器到所述耳内麦克风的传输路径的当前传递函数和/或所述耳内麦克风采集到的当前音频信号参数;

基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数,参考预设传递函数和/或预设音频信号参数与预设的降噪参数的N组对应关系,来确定当前的降噪参数,N为正整数,所述降噪参数包括所述滤波器组件中所启用的滤波器的滤波系数;以及

所述滤波器组件,利用所述当前的降噪参数配置,以进行降噪。

13. 根据权利要求12所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述N组对应关系通过在所述耳机的N种使用场景下预先测量得到,所述使用场景由用户或人工耳的耳道结构、佩戴状况和所述传输路径上的器件的属性中的任一种或其组合来定义;

所述音频信号参数包括所述音频信号的时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量中的任一种或其组合。

14. 根据权利要求13所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述处理器还配置为:通过对所述耳内麦克风采集到的音频信号利用通带范围包括所述低频音频信号的滤波器经滤波的音频信号进行检测得到所述能量,通过对经所述扬声器播放的所述低频音频信号进行检测得到基准能量;

确定从所述耳内麦克风采集到的当前音频信号在时域和/或频域上的能量相对于所述基准能量归一化的能量,作为所述当前音频信号参数。

15. 根据权利要求12所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述处理器还被配置为:

基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号参数,来确定所述耳机是否在耳内;以及

在确定所述耳机在耳内的情况下,确定所述当前的降噪参数,并以所述当前的降噪参

数来配置所述滤波器组件以进行降噪。

16. 根据权利要求12所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述装置还包括低频滤波器,该低频滤波器还被配置为:在启用反馈降噪的情况下,从所述耳内麦克风采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除所述低频音频信号对应的声学信号。

17. 根据权利要求16所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述低频滤波器包括回声滤波器、高通滤波器和带阻滤波器中的任一种或其组合。

18. 根据权利要求12所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,所述扬声器还被配置为:在开始播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐上升;在停止播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐下降。

19. 根据权利要求12所述的确定耳机降噪参数的装置,其特征在于,还包括硬件采样电路,其布置在所述扬声器的上游以对待播放的音频信号进行采样,其中,所述硬件采样电路和所述耳内麦克风采集信号同步操作。

20. 一种存储有指令的非暂时性计算机可读介质,当所述指令由处理器执行时,执行根据权利要求1至11的任一项所述的方法。

时提升用户的听音体验。

[0010] 根据本公开的第二方案,提供了一种确定耳机降噪参数的装置,该装置包括:扬声器、耳内麦克风、滤波器组件以及处理器,其中扬声器被配置为,播放低频音频信号,低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外;处理器被配置为:确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数和/或耳内麦克风采集到的当前音频信号;基于当前传递函数和/或当前音频信号,参考预设传递函数和/或预设音频信号,参考预设传递函数和/或预设音频信号,参考预设传递函数和/或预设音频信号与预设降噪参数的N组对应关系,来确定当前降噪参数,N为正整数,降噪参数包括滤波器组件中所启用的滤波器的滤波系数;以及滤波器组件被配置为,利用当前降噪参数进行降噪。

[0011] 上述确定耳机降噪参数的装置通过多次播放人耳听觉范围之外的低频音频信号,能够实现对耳机降噪参数的动态调整,降低耳机在不同使用场景下对降噪系统的影响,同时提升用户的听音体验。

[0012] 根据本公开的第三方案,提供了一种存储有指令的非暂时性计算机可读介质,当指令由处理器执行时,执行根据本公开各个实施例的方法。

[0013] 上述非暂时性计算机可读介质执行根据本公开第一方案的方法,通过多次播放人耳听觉范围之外的低频音频信号,能够实现对耳机降噪参数的动态调整,在不同使用场景下均能够确保较好的降噪效果,同时提升用户的听音体验。

附图说明

[0014] 在不一定按比例绘制的附图中,相同的附图标记可以在不同的视图中描述相似的部件。具有字母后缀或不同字母后缀的相同附图标记可以表示相似部件的不同实例。附图大体上通过举例而不是限制的方式示出各种实施例,并且与说明书以及权利要求书一起用于对所公开的实施例进行说明。在适当的时候,在所有附图中使用相同的附图标记指代同一或相似的部分。这样的实施例是例证性的,而并非旨在作为本装置或方法的穷尽或排他实施例。

[0015] 图1示出了根据本公开实施例的耳机降噪过程的示意图。

[0016] 图2示出了根据本公开实施例的确定耳机降噪参数的方法的流程图。

[0017] 图3示出了根据本公开实施例的确定当前传递函数的示意图。

[0018] 图4示出了根据本公开实施例的确定预设传递函数的示意图。

[0019] 图5示出了根据本公开实施例的在反馈降噪的待处理信号中去除低频音频信号对应的声学信号的处理的示意图。

[0020] 图6示出了根据本公开实施例的确定耳机降噪参数的装置的示意图。

具体实施方式

[0021] 为使本领域技术人员更好的理解本公开的技术方案,下面结合附图和具体实施方式对本公开作详细说明。下面结合附图和具体实施例对本公开的实施例作进一步详细描述,但不作为对本公开的限定。本文中所描述的各个步骤,如果彼此之间没有前后关系的必要性,则本文中作为示例对其进行描述的次序不应视为限制,本领域技术人员应知道可以对其进行顺序调整,只要不破坏其彼此之间的逻辑性导致整个流程无法实现即可。

[0022] 图1示出了根据本公开实施例的耳机主动降噪过程100的示意图。如图1所示,耳机

可以通过前馈路径和反馈路径来实现主动降噪过程100。在一些实施例中,在前馈路径上,耳外麦克风101a在耳机外侧采集环境噪声,耳外麦克风101a采集到的环境噪声除周围环境产生的噪声外,还可以包括耳机的扬声器107播放音频信号时,漏到耳外周围环境的音频分量,该部分音频分量作为环境噪声的一部分。将采集到的环境噪声通过模拟增益102a的增益处理以及第一模数转换器103a的模数转换处理后,被传输至第一低通及下采样滤波器104a。第一低通及下采样滤波器104a能够降低滤波器采样率,从而降低功耗并减少滤波器阶数,进而减小降噪芯片的面积以及降低成本。随后,由前馈滤波器111对经过第一低通及下采样滤波器104a的环境噪声信号进行滤波,经前馈滤波器111处理后的环境信号被传输至加法器109,随后经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放。扬声器107播放出的经前馈滤波的环境噪声与到达耳内的环境噪声产生空中对消以实现降噪。

[0023] 在一些实施例中,在反馈路径上,耳内麦克风101b在耳机内侧靠近耳道的位置上采集耳内噪声,耳内噪声包括播放音频信号时产生的音频回声信号以及空中对消后的耳内残留信号。将采集到的耳内噪声通过模拟增益102b的增益处理以及第二模数转换器103b的模数转换处理后,被传输至第二低通及下采样滤波器104b。第二低通及下采样滤波器104b能够降低滤波器采样率,从而降低功耗并减少滤波器阶数,进而减小降噪芯片的面积以及降低成本。随后,经过第二低通及下采样滤波器104b的耳内噪声信号被传输至加法器110。

[0024] 待播音频信号105为要被传输至扬声器107播放的音频信号,一方面其被传输至加法器109,经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放;另一方面其被传输至回声滤波器112,回声滤波器112用于生成待播音频信号105经扬声器107播放后由耳道反射所产生的音频回声信号,随后经由送入加法器110以对该音频回声信号进行抵消。加法器110整合经第二低通及下采样滤波器104b处理后的耳内噪声以及经回声滤波器112处理后的音频信号,这样反馈路径上的噪声信号将不再受音频回声信号的影响。加法器110随后将整合后的噪声信号传输至反馈滤波器112进行滤波。反馈滤波器后的噪声信号经限幅器108后,被传输至加法器109,经数模转换器106的数模转换处理后,由扬声器107播放,从而实现反馈降噪。

[0025] 所述数模转换器106在一些情况下,可以先经过上采样滤波,再经过数模转换器,让数模转换器工作在更高采样率上,提高数模转换器的性能。

[0026] 以上为基于本公开实施例的耳机进行降噪的工作原理。本公开的第一方面提出了一种确定耳机降噪参数的方法,该方法兼容且适用于图1中所示的主动降噪过程。

[0027] 图2示出了根据本公开实施例的确定耳机降噪参数的方法200的流程图。如图2所示,流程200始于步骤201,在步骤201,由扬声器播放低频音频信号,该低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外。在耳机被放置于人耳耳道后,扬声器可播放低频音频信号,用以获得该使用场景下耳机滤波器组件中各个滤波器的降噪参数,例如但不限于启用哪些滤波器以及所启用的滤波器的滤波系数。该低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外,播放不会被用户听到,从而避免了对用户造成干扰,提高用户的听音体验,且可以按照实际需要播放多次或者增加播放时长,从而能够更准确地确定对应的降噪参数,且尤其能够响应于用户的各种使用场景的实时变化(例如用户移动、佩戴方式变化)而动态地提供对应的降噪参数,进而确保各种变化的使用场景下良好的降噪效果。人耳的听觉范围一般是20Hz-20kHz内。该低频音频信号的频率可以选择在20Hz以下,例如可以选择10Hz、15Hz。

[0028] 在步骤202,确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数或耳内麦克风采集到的当前音频信号的参数。基于步骤201中由扬声器播放低频音频信号,该信号在播放后,经人耳耳道反射,被耳内麦克风采集到作为当前音频信号。根据该当前音频信号,可以确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数或当前音频信号的参数,以用于步骤203中进一步确定滤波器组件的降噪参数。

[0029] 在步骤203,基于当前传递函数或当前音频信号的参数,参考预设传递函数或预设音频信号的参数与预设降噪参数的N组对应关系,来确定当前降噪参数,N为正整数,降噪参数可以包括滤波器组件中所启用的滤波器的滤波系数。可以预先通过N组量测,获取N组预设传递函数、N组预设音频信号的参数以及与N组预设传递函数或N组预设音频信号的参数对应的N组预设降噪参数,即在某一种耳机的使用场景下,使用上述方法确定该从扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,或耳内麦克风采集到的当前音频信号的参数,并确定出对应的适宜的降噪参数,作为N组对应关系中的一组。在一些实施例中,适宜的降噪参数可以由听音师人工试听来确定,但不限于此。

[0030] 通过将步骤202中确定的当前传递函数或当前音频信号的参数与预先量测得到的预设传递函数或预设音频信号的参数进行比对,可以选取相似度最高的预设传递函数或预设音频信号的参数所对应的降噪参数,作为当前状态下滤波器组件的当前降噪参数。降噪参数包括滤波器组件启用各个滤波器时所使用的滤波系数,在一些实施例中,也可以包括各个滤波器的启用状况。

[0031] 在步骤204,以步骤203确定的当前降噪参数来配置滤波器组件以进行降噪。

[0032] 步骤202和203中,作为示例,分立地考虑传输路径的传递函数和音频信号的参数,但这仅仅作为示例,传递函数和音频信号的参数也可以结合考虑。具体说来,可以建立预设传递函数和预设音频信号的参数与预设降噪参数的N组对应关系,并可基于当前传递函数和当前音频信号的参数两者,参考该N组对应关系,来确定当前降噪参数。

[0033] 上述确定耳机降噪参数的方法,通过播放人耳听觉范围之外的低频音频信号,能够在不同耳机使用场景下及时且针对性地确定适宜的降噪参数,降低不同使用场景对降噪效果的影响,确保各种变化的使用场景下良好的降噪效果,同时提升用户的听音体验。

[0034] 在一些实施例中,N组对应关系通过在耳机的N种使用场景下预先测量得到。使用场景由用户或人工耳的耳道结构、佩戴状况和传输路径上的器件的属性中的任一种或其组合来定义。不同的耳道结构、不同的耳机佩戴方式以及不同的耳机传输路径上的器件的属性(功能、参数、老化程度等)都会对耳机的降噪效果产生一定的影响,因此不同使用场景可由上述因素来定义。在一些实施例中,使用场景也可以包括耳机是否在耳内,与耳内不在耳内的使用场景对应地,预设的降噪参数可以指示不启用滤波器组件中任何滤波器,在此不赘述。如此,只有在耳机处于耳内的使用场景下才启用滤波器,降低了耳机的功耗,增加了耳机的续航时间。

[0035] 在一些实施例中,基于当前传递函数,参考预设传递函数与预设降噪参数的N组对应关系,来确定当前降噪参数(滤波器启用状况和/或滤波系数),可以基于以下示例实现。基于耳机降噪系统在不同条件下的滤波系数与扬声器到耳内麦克风的传输路径的传递函数的*积相对固定,例如在2k频率以内其变化不超过1db。由此上述对应关系可以表示为:当前滤波系数*当前传递函数=预设滤波系数*预设传递函数;其中“*”表示以上述滤波系数和

传递函数配置的滤波器级联。也就是说,当耳机使用场景产生变化时,鉴于预设滤波系数(预设降噪参数)和预设传递函数已知,只需要确定产生变化的当前条件下的扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数,就能够确定出当前条件下的前馈滤波器的当前滤波系数。在一些实施例中,一组预设传递函数和预设滤波系数就足够了,可以基于当前传递函数和该组预设传递函数与预设滤波系数的*积来确定当前滤波系数。在一些实施例中,N组预设降噪参数可以同时包括前馈滤波器系数和反馈滤波器系数,以及它们的启用状况。通过同时调整耳机的前馈和反馈滤波系统,能够使得耳机降噪性能达到最佳或符合要求。

[0036] 在一些实施例中,也可以从N组预设传递函数中选取与当前传递函数具有最高相似度(幅值、相位、能量、增益等)的预设传递函数;将与具有最高相似度的预设传递函数对应的预设降噪参数作为当前降噪参数,并依据当前降噪参数来配置滤波器组件中的各个滤波器。以上方法不需要每次计算预设的降噪参数和传递函数,仅需要确定与当前传递函数具有最高相似度的预设传递函数,即可确定当前降噪参数以实现耳机的主动降噪。

[0037] 图3示出了根据本公开实施例的确定当前传递函数的示意图,如图3所示,在300中,将耳机放入人耳耳道,低频音频信号301经数模转换器302a由扬声器303进行播放。一方面低频音频信号301被传输至回声滤波器306;另一方面扬声器303播放的音频信号经耳道反射后被耳内麦克风304采集到,随后由模数转换器302b对其进行模数转换处理以得到当前音频信号305。回声滤波器306基于低频音频信号301和当前音频信号305能够确定当前耳机使用场景下,耳机扬声器到耳内麦克风的传输路径的当前传递函数。

[0038] 类似地,图4示出了根据本公开实施例的确定预设传递函数的示意图,如图4所示,在400中,在不同使用场景下,用户分别将耳机放入耳道或者人工耳,低频音频信号401经数模转换器402a由扬声器403进行播放。一方面低频音频信号401被传输至回声滤波器406;另一方面扬声器403播放的音频信号经耳道反射后被耳内麦克风404采集到,随后由模数转换器402b对其进行模数转换处理以得到采集到的低频音频信号405。回声滤波器406基于低频音频信号401和采集到的低频音频信号405能够确定不同使用场景下用户将耳机放入耳道时,耳机扬声器到耳内麦克风的传输路径的预设传递函数。

[0039] 基于预设传递函数,通过不断调试滤波器组件中的各个滤波器,使得耳内残留噪声信号趋近于零,从而得到预设传递函数对应的预设降噪参数。在耳机检测到最新的当前传递函数时,通过比较和查表的方式,能够确定当前状态下耳机的降噪参数。

[0040] 在一些实施例中,基于当前音频信号参数,参考预设音频信号参数与预设降噪参数的N组对应关系,来确定当前降噪参数(滤波器启用状况和滤波系数),可以基于以下示例实现。从N组预设音频信号参数中选取与当前音频信号参数具有最高相似度(时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量等)的预设音频信号参数;将与具有最高相似度的预设音频信号参数对应的预设降噪参数作为当前降噪参数,并依据当前降噪参数来配置滤波器组件中的各个滤波器。以上方法不需要每次计算预设的降噪参数和音频信号参数,仅需要确定与当前音频信号参数具有最高相似度的预设音频信号参数,即可确定当前降噪参数以实现耳机的主动降噪。

[0041] 在一些实施例中,音频信号参数包括音频信号的时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量中的任一种或其组合,可以基于时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量的相似度来选取具有最高相似度的预设音频信号参数。上述时域

和/或频域上的能量是指相对于基准能量归一化后的能量。基准能量通过对经扬声器播放的低频音频信号进行检测得到。能量通过对耳内麦克风采集到的音频信号利用通带范围包括低频音频信号的滤波器经滤波的音频信号进行检测得到。这样相对于基准能量归一化后的能量可以在统一的尺度上衡量比较音频信号在不同时域/频域点上所具有的能量分布,从而避免所播放低频音频信号的幅值不同所导致的干扰。根据预先量测得到的N组预设音频信号参数获得对应的N组能量,从N组能量中选取与当前能量最接近的一组能量所对应的预设降噪参数作为当前降噪参数,用以配置耳机滤波器组件。

[0042] 上述实施例,基于音频信号参数来选取对应的降噪参数,不需要计算耳机降噪路径上的传递函数,即可确定当前降噪参数以实现耳机的主动降噪,并同时减轻了计算负载。

[0043] 在一些实施例中,附加地或可选地,在确定滤波器组件的当前降噪参数前,可以先确定用户是否佩戴了耳机,即耳机是否被放置于用户耳内。具体地,可以基于当前传递函数或当前音频信号参数,来确定耳机是否在耳内;以及在确定耳机在耳内的情况下,确定当前降噪参数,并以当前降噪参数来配置滤波器组件以进行降噪。类似地,上述确定过程可以基于当前传递函数在某频点上的幅值是否小于某一阈值来进行判断;或当前音频信号参数(能量)是否小于某一阈值来进行判断。

[0044] 在一些实施例中,当耳机降噪系统中的反馈降噪被启用的情况下,反馈路径上的反馈滤波器会衰减掉扬声器播放出的低频音频信号,而经衰减的低频音频信号由于信号强度较低,无法精准地完成后续的降噪参数确定过程。因此,在启用反馈降噪的情况下,为使耳内麦克风采集到的音频信号强度与未启用反馈降噪时音频信号的强度一致,可以从耳内麦克风采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除低频音频信号对应的声学信号,这样反馈滤波器仅基于低频音频信号对应的声学信号之外的噪声信号来生成拟合信号以产生对消效应,经对消后在耳内残留的信号中保留了扬声器播放出的低频音频信号,其强度能够保障该信号准确地被耳内麦克风采集到。

[0045] 图5示出了根据本公开实施例的在反馈降噪的待处理信号中去除低频音频信号对应的声学信号的处理的示意图,在该处理500中,在反馈降噪的待处理信号中去除低频音频信号对应的声学信号,以避免低频音频信号被当做噪声信号被反馈降噪衰减。如图5所示,一方面,环境噪声501a经耳外麦克风502采集后经由第一模数转换器504的模数转换作用后被馈送至前馈滤波器507a以进行前馈降噪。另一方面,耳内噪声501b(包括进入耳内的环境噪声、漏出的音频信号等)、以及由扬声器508播放的低频音频信号(经播放的低频音频信号501c)和拟合噪声501d一同由耳内麦克风503采集到,经由第二模数转换器505的模数转换作用后被馈送至反馈滤波器507b。拟合噪声501d指的是耳外麦克风采集的环境噪声经前馈滤波、耳内麦克风采集的进入耳内的环境噪声经反馈滤波,最后一同经扬声器播出的噪声信号。经前馈滤波的信号和反馈滤波的信号通过加法器510相加后经由数模转换器506和扬声器508后被播放出来,即经播放的低频音频信号501c和拟合噪声501d,拟合噪声501d用于与耳内噪声501b产生对消以实现降噪。

[0046] 在上述过程中,耳内噪声501b需要利用对消效应被除掉,经播放的低频音频信号501c则需要保留,反馈滤波器507b对应的反馈降噪回路产生的衰减对于大频率的噪声信号来说影响不大,但是对于小频率的低频音频信号有较大影响。基于此,本实施例中,从耳内

麦克风采503集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除低频音频信号对应的声学信号。作为示例,如图5所示,可以在耳内麦克风503的下游设置低频滤波器509(可以实现为高通或带阻滤波器),其配置为:在启用反馈降噪的情况下,从所述耳内麦克风503采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除所述低频音频信号对应的声学信号。低频滤波器509的布置位置并不限于图5所示,只要其能够从所述耳内麦克风采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中去除所述低频音频信号对应的声学信号即可。

[0047] 这样反馈滤波器基于低频音频信号对应的声学信号之外的噪声信号来拟合信号以产生对消效应,经对消后在耳内保留了扬声器播放出的低频音频信号,从而消除了反馈滤波器的衰减效应,同时保留了需要保留的经播放的低频音频信号。在一些实施例中,该低频滤波器509可以通过回声滤波器、高通滤波器、带阻滤波器中的任一种或其组合来实现。例如,该低频滤波器509可以通过利用图1中所示的回声滤波器112来实现,在低频音频信号的频率为大约10hz的情况下,可以自适应配置回声滤波器112的滤波系数使之滤除10hz左右的低频音频信号。再例如,也可以利用高通滤波器来实现,具体说来,可以将其截止频点设置为大于10hz,在10hz的频点处具有比如15db-20db甚至20db以上的衰减。又例如,可以利用带阻滤波器来实现,具体说来,可以将其中心频点设置在10hz,以利于滤除10hz的低频音频信号。

[0048] 在一些实施例中,低频音频信号可以由扬声器多次播放;基于各次播放确定的当前传递函数或当前音频信号参数,来更新当前降噪参数。当用户佩戴耳机的状态发生变化时,可以通过多次播放低频音频信号来及时更新和调整耳机当前降噪参数。在用户使用主动降噪的过程中,其耳机的佩戴方式有可能发生变化,低频音频信号由于不会被用户听到,可以播放多次,如此可以针对用户每次佩戴方式乃至使用场景的实时变化,及时更新和调整耳机当前降噪参数,从而进一步改善降噪效果。具体说来,可以定期地播放低频音频信号,比如每隔2S可以播放100ms的低频音频信号。间歇性多次播放低频信号大大减少了一直播放低频音频信号时产生的功耗,同时使得能始终针对用户每次佩戴方式乃至使用场景的实时变化,及时更新和调整耳机当前降噪参数。

[0049] 在一些实施例中,在确定当前降噪参数后:可以由扬声器再次播放低频音频信号;确定从扬声器到耳内麦克风的传输路径的更新的当前传递函数或耳内麦克风采集到的更新的当前音频信号参数;在更新的当前传递函数或更新的当前音频信号参数与当前降噪参数对应的当前传递函数或当前音频信号参数之间的差别超过阈值时,调整低频音频信号以提高其抗干扰性。为了提高低频音频信号的抗干扰性,需要增加低频音频信号的幅值或者持续时间等,但这相应会导致较大的计算资源消耗,并增加播放低频音频信号产生的功耗。当通过判定更新的当前传递函数或更新的当前音频信号参数与当前降噪参数对应的当前传递函数或当前音频信号参数之间的差别足够大时,可以增加低频音频信号的幅值或者持续时间,提高低频音频信号的抗干扰性能,再次得到当前传递函数或的当前音频信号参数,以便能确保更准确地检测当前音频信号参数或当前传递函数,据此去选择降噪参数。当通过判定更新的当前传递函数或更新的当前音频信号参数与当前降噪参数对应的当前传递函数或当前音频信号参数之间的差别小于某一阈值时,可以认为当前耳机状态稳定,不需要去改变降噪参数。基于上述方法,实现了抗干扰性能与计算资源消耗、播放低频音频功耗两者之间的美好权衡。

[0050] 在一些实施例中,在开始播放低频音频信号时,使得低频音频信号的幅度逐渐上升;在停止播放低频音频信号时,使得低频音频信号的幅度逐渐下降。从而避免在开始播放低频音频信号时和停止播放低频音频信号时产生的信号干扰,例如,产生的“啪啪”声。

[0051] 在一些实施例中,以更新的降噪参数来配置滤波器组件的步骤包括:以更新的降噪参数与第一增益和当前降噪参数与第二增益的加权降噪参数来动态地配置滤波器组件,以实现降噪参数的平滑切换。其中,在切换中,第一增益从0到1逐渐增加,各个时刻的第二增益与第一增益之和为1,且第一增益由阶跃响应通过低通滤波器来实现。当需要切换耳机的降噪参数时,其切换过程是一个逐步实现的平滑过程,以避免因突然的参数切换造成的信号干扰,例如类似“啪啪”声的干扰。为更新的降噪参数设置第一增益,以及为当前的降噪参数设置第二增益,第一增益从0到1逐渐增加,其对应时刻的第二增益逐渐减少,任一时刻都有第一增益与第二增益的和为1。

[0052] 在一些实施例中,在硬件上同时获取扬声器待播的音频信号以及经耳道反射的音频信号。如此,可以使得两者之间时延、相位不会因获取时刻的不同而变化。上述对耳机的硬件角度的改进,能够进一步地保障耳机降噪参数的准确性。

[0053] 本公开的第二方面提出了一种确定耳机降噪参数的装置。图6示出了根据本公开实施例的确定耳机降噪参数的装置的示意图,如图6所示,系统600包括:扬声器601、处理器602、滤波器组件603、耳内麦克风604以及耳外麦克风605。其中扬声器601被配置为,播放低频音频信号,所述低频音频信号的频率在人耳的听觉范围之外;处理器602被配置为:确定从所述扬声器601到所述耳内麦克风604的传输路径的当前传递函数和/或所述耳内麦克风604采集到的当前音频信号;基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号,参考预设传递函数和/或预设音频信号,参考预设的降噪参数的N组对应关系,来确定当前的降噪参数,N为正整数,所述降噪参数包括所述滤波器组件603中所启用的滤波器的滤波系数;以及滤波器组件603,组件利用所述当前的降噪参数配置,以进行降噪。

[0054] 在一些实施例中,N组对应关系通过在所述耳机的N种使用场景下预先测量得到,所述使用场景由用户或人工耳的耳道结构、佩戴状况和所述传输路径上的器件的属性中的任一种或其组合来定义;所述音频信号,参考预设的降噪参数的参数包括所述音频信号的时域分布参数、频域分布参数、时域和/或频域上的能量中的任一种或其组合。

[0055] 在一些实施例中,处理器602还配置为:通过对耳内麦克风采集到的音频信号利用通带范围包括低频音频信号的滤波器经滤波的音频信号进行检测得到能量,通过对经扬声器播放的低频音频信号进行检测得到基准能量;确定从耳内麦克风采集到的当前音频信号在时域和/或频域上的能量相对于基准能量归一化的能量,作为当前音频信号的参数。在一些实施例中,处理器602还被配置为:基于所述当前传递函数和/或所述当前音频信号的参数,来确定所述耳机是否在耳内;以及在确定所述耳机在耳内的情况下,确定所述当前的降噪参数,并以所述当前的降噪参数来配置所述滤波器组件603以进行降噪。

[0056] 在一些实施例中,所述装置600还包括低频滤波器,该低频滤波器还被配置为:在启用反馈降噪的情况下,从所述耳内麦克风604采集的且馈送到反馈降噪路径的声学信号中,去除所述低频音频信号对应的声学信号。

[0057] 在一些实施例中,低频滤波器包括回声滤波器、高通滤波器和带阻滤波器中的任一种或其组合。

[0058] 在一些实施例中,扬声器601还被配置为:在开始播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐上升;在停止播放所述低频音频信号时,使得所述低频音频信号的幅度逐渐下降。

[0059] 在一些实施例中,装置600还包括硬件采样电路,其布置在所述扬声器601的上游以对待播放的音频信号进行采样,其中,所述硬件采样电路和所述耳内麦克风604采集信号同步操作。

[0060] 上述确定耳机降噪参数的装置通过多次播放人耳听觉范围之外的低频音频信号,能够实现对耳机降噪参数的动态调整,降低耳机在不同使用场景下对降噪系统的影响,同时提升用户的听音体验。

[0061] 本公开的第三方面提出了一种存储有指令的非暂时性计算机可读介质,当指令由处理器执行时,执行根据本公开第一方案的方法。通过多次播放人耳听觉范围之外的低频音频信号,能够实现对耳机降噪参数的动态调整,降低耳机在不同使用场景下对降噪系统的影响,同时提升用户的听音体验。

[0062] 此外,尽管已经在本文中描述了示例性实施例,其范围包括任何和所有基于本公开的具有等同元件、修改、省略、组合(例如,各种实施例交叉的方案)、改编或改变的实施例。权利要求书中的元件将被基于权利要求中采用的语言宽泛地解释,并不限于在本说明书中或本申请的实施期间所描述的示例,其示例将被解释为非排他性的。因此,本说明书和示例旨在仅被认为是示例,真正的范围和精神由以下权利要求以及其等同物的全部范围所指示。

[0063] 以上描述旨在是说明性的而不是限制性的。例如,上述示例(或其一个或更多方案)可以彼此组合使用。例如本领域普通技术人员在阅读上述描述时可以使用其它实施例。另外,在上述具体实施方式中,各种特征可以被分组在一起以简单化本公开。这不应解释为一种不要求保护的公开的特征对于任一权利要求是必要的意图。相反,本发明的主题可以少于特定的公开的实施例的全部特征。从而,以下权利要求书作为示例或实施例在此并入具体实施方式中,其中每个权利要求独立地作为单独的实施例,并且考虑这些实施例可以以各种组合或排列彼此组合。本发明的范围应参照所附权利要求以及这些权利要求赋权的等同形式的全部范围来确定。

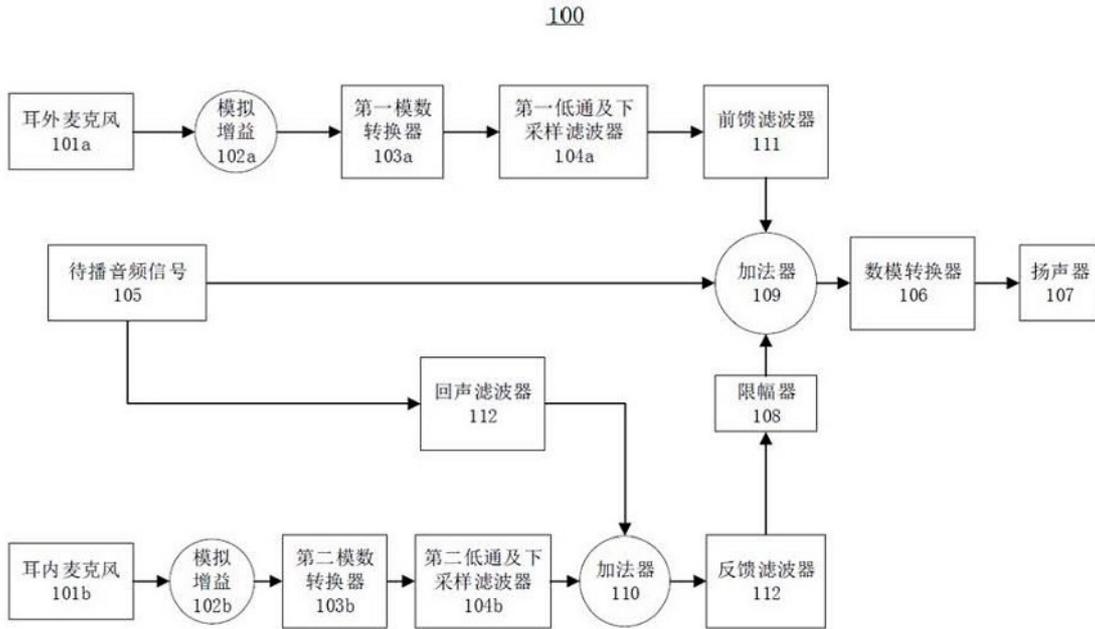


图1

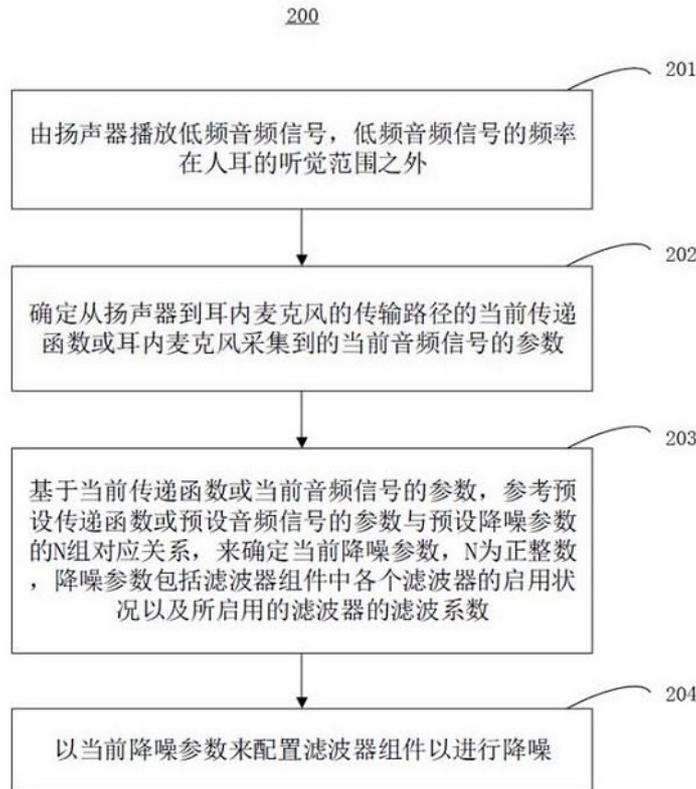


图2

300

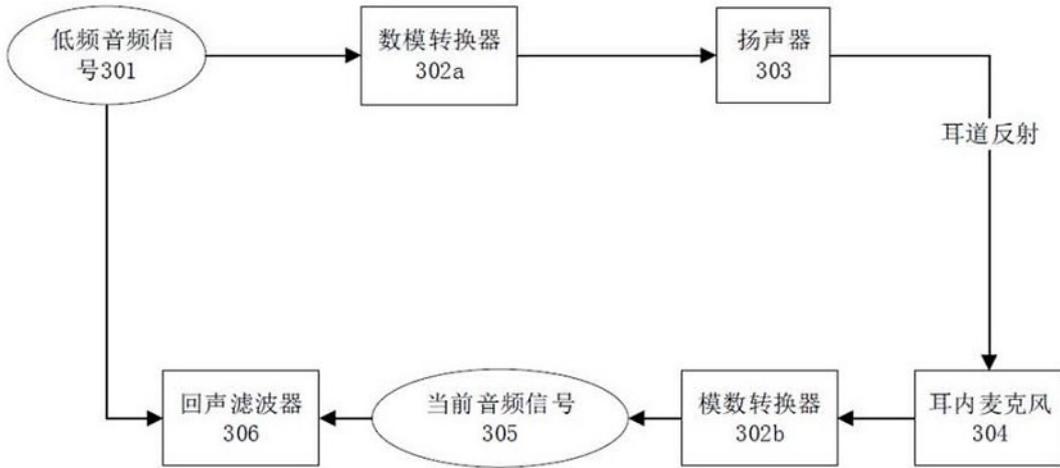


图3

400

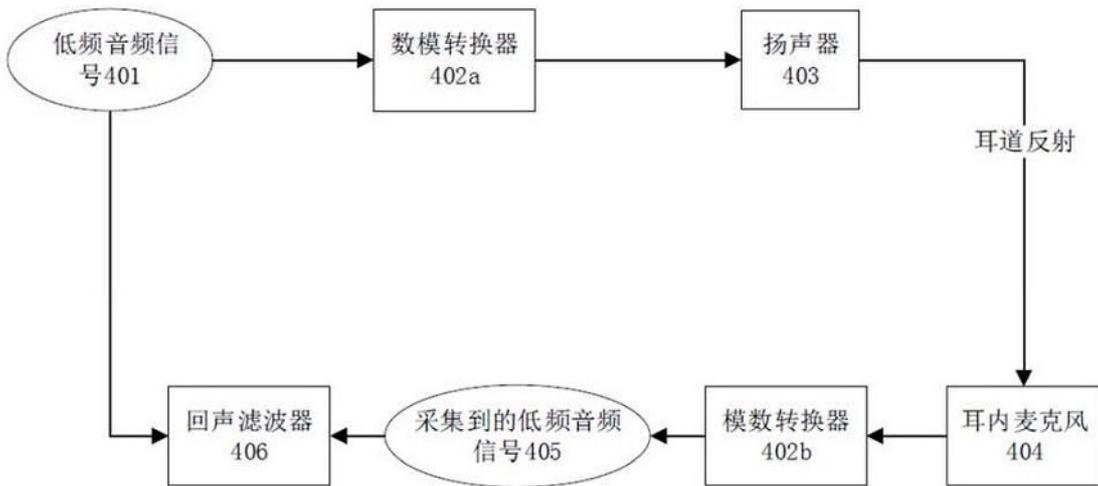


图4

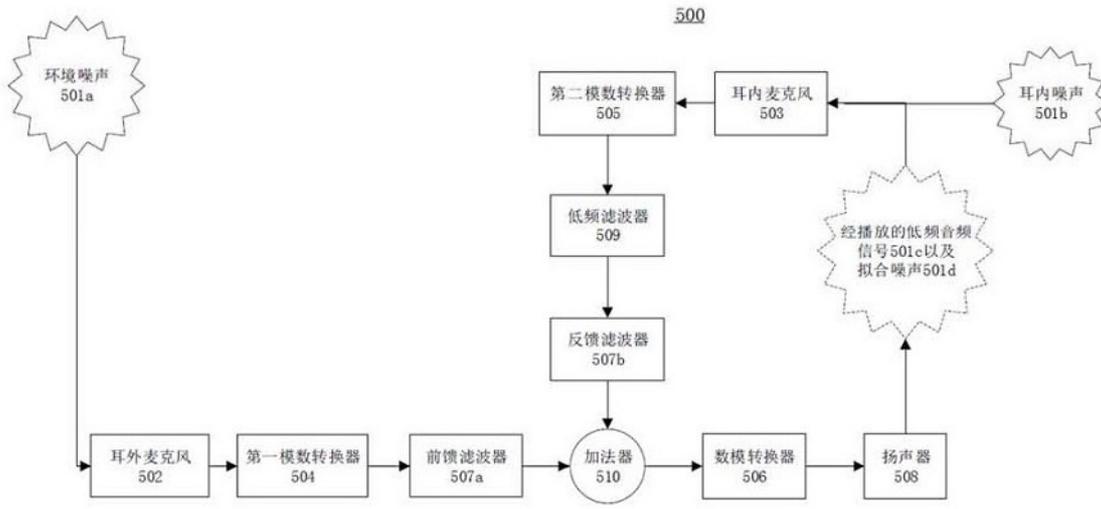


图5



图6