



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117651238 B

(45) 授权公告日 2024.05.31

(21) 申请号 202410125949.8

(22) 申请日 2024.01.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117651238 A

(43) 申请公布日 2024.03.05

(73) 专利权人 科大讯飞(苏州)科技有限公司
地址 215021 江苏省苏州市工业园区金鸡湖大道88号E4单元

(72) 发明人 李龙晨 刘子喻 许震洪 沈东生
支洪平 雷琴辉 刘俊峰

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
专利代理师 聂俊伟

(51) Int. Cl.

H04R 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 115696123 A, 2023.02.03
US 2017251322 A1, 2017.08.31
CN 104715750 A, 2015.06.17
CN 104186001 A, 2014.12.03
CN 110771182 A, 2020.02.07
EP 2257083 A1, 2010.12.01
CN 104618848 A, 2015.05.13
CN 114697855 A, 2022.07.01
CN 115696176 A, 2023.02.03
CN 116160955 A, 2023.05.26
CN 116825075 A, 2023.09.29
WO 2021248525 A1, 2021.12.16

审查员 赵一帆

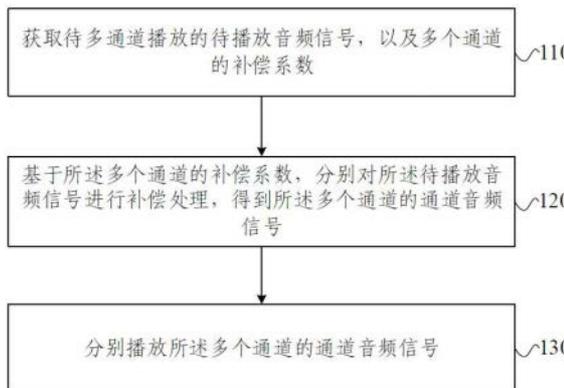
权利要求书2页 说明书15页 附图3页

(54) 发明名称

音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车

(57) 摘要

本发明提供一种音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车,涉及音频处理技术领域。其中方法包括:获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;分别播放所述多个通道的通道音频信号;其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。本发明可以自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,进而提高音频播放的效果,且无需耗费大量人力物力,进而提高补偿系数的确定效率。



1. 一种音频播放方法,其特征在于,包括:
 - 获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;
 - 基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;
 - 分别播放所述多个通道的通道音频信号;
 - 其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的;
 - 所述多个通道的补偿系数是基于如下方式确定:
 - 获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;
 - 基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;
 - 基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。
2. 根据权利要求1所述的音频播放方法,其特征在于,所述基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号,包括:
 - 基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号;
 - 基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号,任一所述通道的传递损失函数用于表征所述通道在播放位置的音频信号传递至收听位置的传递损失。
3. 根据权利要求2所述的音频播放方法,其特征在于,任一所述通道的传递损失函数是基于如下方式确定:
 - 获取所述通道在播放位置的测试音频信号,以及所述通道在收听位置的实际音频信号;
 - 基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数。
4. 根据权利要求3所述的音频播放方法,其特征在于,所述基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数,包括:
 - 确定所述测试音频信号的第一协方差矩阵,以及所述测试音频信号与所述实际音频信号的第一互相关向量;
 - 基于所述第一协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第一互相关向量,确定所述通道的传递损失函数。
5. 根据权利要求2所述的音频播放方法,其特征在于,所述基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号,包括:
 - 将所述多个通道在收听位置的期望信号分别转换为属于频域的期望频域信号;
 - 基于所述多个通道的期望频域信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频频域信号;
 - 将所述多个通道的期望音频频域信号分别转换为属于时域的期望音频信号。

6. 根据权利要求2所述的音频播放方法,其特征在于,所述预设音频参数包括增益参数和频带参数;所述基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号,包括:

基于所述多个通道的增益参数,分别对所述目标音频信号进行增益处理,得到所述多个通道的增益音频信号;

基于所述多个通道的频带参数,分别对所述多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到所述多个通道在收听位置的期望信号。

7. 根据权利要求1所述的音频播放方法,其特征在于,任一所述通道的补偿系数是基于如下方式确定:

确定所述目标音频信号的第二协方差矩阵,以及所述目标音频信号与所述通道的期望音频信号的第二互相关向量;

基于所述第二协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第二互相关向量,确定所述通道的补偿系数。

8. 一种音频补偿系数的确定方法,其特征在于,包括:

获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;

基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;

基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

9. 一种汽车,其特征在于,包括:

多个音频输出装置,所述多个音频输出装置用于分别播放多个通道的音频信号;

处理器,所述处理器上运行有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7任一项所述音频播放方法,或者实现如权利要求8所述音频补偿系数的确定方法。

10. 一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1至7任一项所述音频播放方法,或者实现如权利要求8所述音频补偿系数的确定方法。

11. 一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任一项所述音频播放方法,或者实现如权利要求8所述音频补偿系数的确定方法。

音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车

技术领域

[0001] 本发明涉及音频处理技术领域,尤其涉及一种音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车。

背景技术

[0002] 随着音频处理技术的快速发展,人们对于音频的要求越来越高,例如在汽车驾驶领域中,主动声浪的应用越来越广泛。通常地,声学工程师在台架上完成单通道的主动声浪音效设计,然而,实车内大多有多个扬声器,即主动声浪要实现多通道输出,因此,需要根据实车情况进行主动声浪的调音,即对各扬声器的增益参数、滤波参数及延迟参数等进行调整,以将设计好的单通道的主动声浪复用成多通道的音频输出。

[0003] 目前,由声学工程师根据实车的扬声器数量(通道数量)、各扬声器位置、实车内声场环境,以及声学工程师的主观感受,对用于复用成多通道的音频参数进行调整,以尽可能还原台架上的单通道的主动声浪效果。然而,实车调音过程中,过于依赖声学工程师的经验,导致最终还原的音频效果较差,且需要耗费大量人力物力,即音频参数的调整效率较低。综上,现有技术将会导致音频播放效果降低。

发明内容

[0004] 本发明提供一种音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车,用以解决现有技术中音频参数的调整效果差、调整效率低的缺陷,实现高效准确的音频补偿系数确定方式,以及提升音频播放效果。

[0005] 本发明提供一种音频播放方法,包括:

[0006] 获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;

[0007] 基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;

[0008] 分别播放所述多个通道的通道音频信号;

[0009] 其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。

[0010] 根据本发明提供的一种音频播放方法,所述多个通道的补偿系数是基于如下方式确定:

[0011] 获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;

[0012] 基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;

[0013] 基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

[0014] 根据本发明提供的一种音频播放方法,所述基于所述多个通道的预设音频参数,

对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号,包括:

[0015] 基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号;

[0016] 基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号,任一所述通道的传递损失函数用于表征所述通道在播放位置的音频信号传递至收听位置的传递损失。

[0017] 根据本发明提供一种音频播放方法,任一所述通道的传递损失函数是基于如下方式确定:

[0018] 获取所述通道在播放位置的测试音频信号,以及所述通道在收听位置的实际音频信号;

[0019] 基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数。

[0020] 根据本发明提供一种音频播放方法,所述基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数,包括:

[0021] 确定所述测试音频信号的第一协方差矩阵,以及所述测试音频信号与所述实际音频信号的第一互相关向量;

[0022] 基于所述第一协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第一互相关向量,确定所述通道的传递损失函数。

[0023] 根据本发明提供一种音频播放方法,所述基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号,包括:

[0024] 将所述多个通道在收听位置的期望信号分别转换为属于频域的期望频域信号;

[0025] 基于所述多个通道的期望频域信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频频域信号;

[0026] 将所述多个通道的期望音频频域信号分别转换为属于时域的期望音频信号。

[0027] 根据本发明提供一种音频播放方法,所述预设音频参数包括增益参数和频带参数;所述基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号,包括:

[0028] 基于所述多个通道的增益参数,分别对所述目标音频信号进行增益处理,得到所述多个通道的增益音频信号;

[0029] 基于所述多个通道的频带参数,分别对所述多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到所述多个通道在收听位置的期望信号。

[0030] 根据本发明提供一种音频播放方法,任一所述通道的补偿系数是基于如下方式确定:

[0031] 确定所述目标音频信号的第二协方差矩阵,以及所述目标音频信号与所述通道的期望音频信号的第二互相关向量;

[0032] 基于所述第二协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第二互相关向量,确定所述通道的补偿系数。

[0033] 本发明还提供一种音频补偿系数的确定方法,包括:

[0034] 获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;

[0035] 基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;

[0036] 基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

[0037] 本发明还提供一种汽车,包括:

[0038] 多个音频输出装置,所述多个音频输出装置用于分别播放多个通道的音频信号;

[0039] 处理器,所述处理器上运行有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述任一种所述音频播放方法,或者实现如上述任一种所述音频补偿系数的确定方法。

[0040] 本发明还提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现如上述任一种所述音频播放方法,或者实现如上述任一种所述音频补偿系数的确定方法。

[0041] 本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述音频播放方法,或者实现如上述任一种所述音频补偿系数的确定方法。

[0042] 本发明提供的音频播放方法、音频补偿系数的确定方法和汽车,获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数,以基于多个通道的补偿系数,分别对待播放音频信号进行补偿处理,得到多个通道的通道音频信号,以分别播放多个通道的通道音频信号,且多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的期望音频信号自动确定的,从而自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,最终基于多个通道的补偿系数,可以还原得到音频效果最佳的音频信号,进而提高音频播放的效果,且无需耗费大量人力物力,节省了补偿系数的确定时间,进而提高补偿系数的确定效率。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图1为本发明提供的音频播放方法的流程示意图;

[0045] 图2为本发明提供的音频补偿系数的确定方法的流程示意图之一;

[0046] 图3为本发明提供的音频处理的流程示意图;

[0047] 图4为本发明提供的音频补偿系数的确定方法的流程示意图之二;

[0048] 图5为本发明提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,

而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 随着音频处理技术的快速发展,人们对于音频的要求越来越高,例如在汽车驾驶领域中,主动声浪的应用越来越广泛,以大大提高乘客的乘坐体验。通常地,声学工程师在台架上完成单通道的主动声浪音效设计(如声音设计和控制策略的参数设计),然而,实车内大多有多个扬声器,即主动声浪要实现多通道输出,因此,需要根据实车情况进行主动声浪的调音,即对各扬声器的增益参数、滤波参数及延迟参数等进行调整,以将设计好的单通道的主动声浪复用成多通道的音频输出。

[0051] 目前,由声学工程师根据实车的扬声器数量(通道数量)、各扬声器位置、实车内声场环境,以及声学工程师的主观感受,对用于复用成多通道的音频参数进行调整,以尽可能还原台架上的单通道的主动声浪效果。然而,实车调音过程中,过于依赖声学工程师的经验,导致最终还原的音频效果较差,且需要耗费大量人力物力,即音频参数的调整效率较低。综上,现有技术将会导致音频播放效果降低。

[0052] 例如,现有技术CN111031446A-一种自动补偿音频通路传递函数的发声系统及方法,提出了一种对无源发声单元音频通路补偿传递函数的方法,然而,仅对输入为无源发声单元的音频通路进行补偿,且仅考虑单输入和单输出的音频通道补偿,而主动声浪算法输出信号为确定有源信号,功放系统和实车环境是一个多通道的复杂系统,该现有技术并无法针对有源的主动声浪进行多通道的输出。

[0053] 又例如,现有技术CN112259067A-一种汽车主动声浪装置及其控制方法,提出了一种汽车主动声浪装置,通过扬声器发送同幅反向信号修正车内的主动声浪音频的整体效果,然而,虽然考虑了车内发动机或电机的声音,通过扬声器发送同幅反向信号修正车内的声浪音频的整体效果,但未考虑实车声场环境的复杂性及实车音效优化具体问题,即未考虑实车环境是一个多通道的复杂系统。

[0054] 针对上述问题,本发明提出以下各实施例。图1为本发明提供的音频播放方法的流程图示意图,如图1所示,该音频播放方法包括:

[0055] 步骤110,获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数。

[0056] 此处,待播放音频信号为需要复用成多通道(多路)的音频信号,即待播放音频信号为需要多个音频输出设备(如扬声器)输出的音频信号。

[0057] 在一实施例中,待播放音频信号为主动声浪信号。进一步地,该待播放音频信号为台架上的单通道的主动声浪信号。进一步地,该主动声浪信号是通过主动声浪算法得到的,例如,根据实车参考信号(如车速、转速和扭矩等)实时计算输出主动声浪信号。

[0058] 其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。

[0059] 需要说明的是,由于各通道的待输出音频信号如下所示:

$$[0060] \quad s_{outputi}(k) = w_i * s_0(k);$$

[0061] 式中, $s_{outputi}(k)$ 表示 k 时刻第 i 个扬声器的输入音频信号(即第 i 个通道的待输出音频信号), $*$ 为线性卷积符号, $s_0(k)$ 为 k 时刻的目标音频信号, w_i 为第 i 个通道对

应的补偿系数;且忽略扬声器带来的信号误差,即 $S_{outputi} = x_{SPKi}$,将多个通道的期望音频信号设置为 $S_{outputi}(k)$,进而在得知目标音频信号 $s_0(k)$ 的基础上,可以反推得到补偿系数 W_i 。

[0062] 步骤120,基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号。

[0063] 具体地,任一通道的补偿系数用于对待播放音频信号进行补偿处理得到该通道的通道音频信号。

[0064] 本发明舍弃了复用之后每个通道的基础音效模块(如增益模块、滤波模块和延迟模块等),通过补偿模块取而代之,基于此,只需确定各通道的补偿系数即可。

[0065] 步骤130,分别播放所述多个通道的通道音频信号。

[0066] 在一具体实施例中,通过多个通道对应的多个音频输出设备(音频输出装置),分别播放多个通道的通道音频信号。

[0067] 本发明实施例提供的音频播放方法,获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数,以基于多个通道的补偿系数,分别对待播放音频信号进行补偿处理,得到多个通道的通道音频信号,以分别播放多个通道的通道音频信号,且多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的期望音频信号自动确定的,从而自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,最终基于多个通道的补偿系数,可以还原得到音频效果最佳的音频信号,进而提高音频播放的效果,且无需耗费大量人力物力,节省了补偿系数的确定时间,进而提高补偿系数的确定效率。

[0068] 基于上述实施例,本发明还提供一种音频补偿系数的确定方法,图2为本发明提供的音频补偿系数的确定方法的流程示意图之一,如图2所示,该音频补偿系数的确定方法包括(所述多个通道的补偿系数是基于如下方式确定):

[0069] 步骤210,获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数。

[0070] 此处,目标音频信号为需要复用成多通道(多路)的音频信号,即目标音频信号为需要多个音频输出设备(如扬声器)输出的音频信号;基于此,目标音频信号所需确定的补偿系数为多个,即一个通道对应一个补偿系数,换言之,目标音频信号为待确定补偿系数组的音频信号。

[0071] 在一实施例中,目标音频信号为主动声浪信号。进一步地,该目标音频信号为台架上的单通道的主动声浪信号。进一步地,该主动声浪信号是通过主动声浪算法得到的,例如,根据实车参考信号(如车速、转速和扭矩等)实时计算输出主动声浪信号。

[0072] 该目标音频信号可以为一个时刻的音频信号,以实现实时的音频补偿系数确定,其也可以为包括多个时刻(多帧)的音频信号。

[0073] 考虑到目标音频信号为音频效果最佳的音频信号,因此复用成多通道输出后,多通道的输出信号的合并信号也应该为目标音频信号,以使人耳听到的音频为音频效果最佳的音频,基于此,目标音频信号也为目标信号。

[0074] 例如,根据实际情况设置多个音频输出装置(如扬声器),以分别输出多通道的音频,为便于确定收听位置的音频信号,设置一个音频输入装置(如麦克风)以收集音频信号,

而目标音频信号是最原始的信号,也是音频输入装置所期望收集到的音频信号。

[0075] 为便于更清楚的说明本发明的发明构思,此处以主动声浪场景为例进行说明。如图3所示,本发明舍弃了复用之后每个通道的基础音效模块(如增益模块、滤波模块和延迟模块等),通过补偿模块取而代之,基于此,只需确定各通道的补偿系数即可。具体地,在实车环境中设置有多通道对应的多个扬声器,且在实车环境中设置有一个麦克风,该麦克风用于模拟收听位置,该麦克风在汽车使用中可以拆除,该麦克风可以仅用于本发明实施例;目标音频信号经过各通道的补偿系数的补偿处理之后,得到各通道的待输出信号 $S_{output1}, S_{output2}, \dots, S_{outputM}$, 通过各通道对应的扬声器分别输出音频输出信号 $X_{SPK1}, X_{SPK2}, \dots, X_{SPKM}$, 各音频输出信号经过传递损失至麦克风处分别输入各待输入音频信号 Y_1, Y_2, \dots, Y_M , 各待输入音频信号在麦克风处合并为输入音频信号 Y_{MIC} 。换言之,各扬声器将功放系统中经过补偿系数 w_1, w_2, \dots, w_M 处理后的信号 $S_{output1}, S_{output2}, \dots, S_{outputM}$ 播放出来,并在实车环境的麦克风处接收到叠加信号 Y_{MIC} ; 其中,各扬声器到麦克风之间的传递损失函数为 $h_{car1}, h_{car2}, \dots, h_{carM}$, M 为用于播放音频的扬声器个数。

[0076] 基于上述可知,功放系统为单输入多输出的系统,功放系统输出的各通道的待输出音频信号如下所示:

$$[0077] \quad S_{outputi}(k) = w_i * s_0(k);$$

[0078] 式中, $S_{outputi}(k)$ 表示 k 时刻第 i 个扬声器的输入音频信号(即第 i 个通道的待输出音频信号), $*$ 为线性卷积符号, $s_0(k)$ 为 k 时刻的目标音频信号, w_i 为第 i 个通道对应的补偿系数。

[0079] 基于上述可知,实车环境为多输入单输出的系统,麦克风处接收到的叠加信号 Y_{MIC} 为:

$$[0080] \quad Y_{MIC}(k) = \sum_{i=1}^M h_{cari} * X_{SPKi}(k);$$

[0081] 式中, $Y_{MIC}(k)$ 为 k 时刻麦克风采集的叠加信号, $*$ 为线性卷积符号, h_{cari} 为第 i 个扬声器到麦克风的传递损失函数, $X_{SPKi}(k)$ 为 k 时刻第 i 个扬声器的输出音频信号, M 为用于播放音频的扬声器个数。

[0082] 基于上述,本发明忽略扬声器带来的信号误差,即 $S_{outputi} = X_{SPKi}$, 则麦克风处接收到的叠加信号 Y_{MIC} 为:

$$[0083] \quad Y_{MIC}(k) = \sum_{i=1}^M h_{cari} * S_{outputi}(k)。$$

[0084] 基于上述,期望麦克风接收到的各扬声器传来的音频信号叠加的叠加信号 $Y_{MIC}(k)$ 尽可能接近目标音频信号 $s_0(k)$, 即 $Y_{MIC}(k) = s_0(k)$ 。基于此,对叠加信号

$y_{MIC}(k)$ 进行多通道拆解,即对目标音频信号 $s_0(k)$ 进行多通道拆解(分离),以得到各个扬声器到麦克风处的信号 $y_1(k), y_2(k), \dots, y_M(k)$,具体如下所示:

[0085]
$$y_{MIC}(k) = s_0(k) = \sum_i^M y_i(k);$$

[0086] 式中, $y_i(k)$ 为 k 时刻第 i 个扬声器到达麦克风处的信号。

[0087] 步骤220,基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号。

[0088] 此处,预设音频参数是根据实际情况进行设定的。进一步地,预设音频参数由声学工程师根据实际情况标定得到。任一通道的预设音频参数可以对该通道的期望音频信号进行处理得到目标音频信号,相应的,基于该通道的预设音频参数,对目标音频信号进行处理可以得到该通道的期望音频信号。一个通道对应一个预设音频参数。

[0089] 考虑不同位置的扬声器的工作频段不同,对目标音频信号进行多通道拆解的过程,可基于不同扬声器的工作频段、能量大小的原则,由声学工程师根据实际情况设定多个通道的预设音频参数,该预设音频参数可以包括但不限于:增益参数和频带参数等等。

[0090] 在一实施例中,基于多个通道的增益参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道的期望音频信号。

[0091] 在另一实施例中,基于多个通道的频带参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道的期望音频信号。

[0092] 在另一实施例中,基于多个通道的增益参数,分别对目标音频信号进行增益处理,得到多个通道的增益音频信号;基于多个通道的频带参数,分别对多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到多个通道的期望音频信号。

[0093] 在另一实施例中,基于多个通道的频带参数,分别对目标音频信号进行滤波处理,得到多个通道的滤波音频信号;基于多个通道的增益参数,分别对多个通道的滤波音频信号进行增益处理,得到多个通道的期望音频信号。

[0094] 为便于理解,此处以主动声浪领域为例进行说明。假设实车内采用1个中高音中置扬声器SPK1(车尾处),4个中低音车门扬声器SPK2、SPK3、SPK4、SPK5,以及1个重低音(低音炮)SPK6(车头处)用于播放主动声浪,麦克风设于实车内中心处。基于此,声学工程师可基于下表1(表1中频带的单位为Hz),对各扬声器输出的期望信号的频带和增益进行调整,即表1中的参数为参考值,具体的增益参数和频带参数由声学工程师根据实际情况标定得到。

[0095] 表1

扬声器	SPK1	SPK2	SPK3	SPK4	SPK5	SPK6
频带	0-100	100-250	100-250	100-250	100-250	250-800
增益	1	0.25	0.25	0.25	0.25	1

[0097] 步骤230,基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数。

[0098] 任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道

的所述期望音频信号。

[0099] 需要说明的是,由于 $S_{outputi}(k) = w_i * s_0(k)$,且忽略扬声器带来的信号误差,即 $S_{outputi} = x_{SPKi}$,将多个通道的期望音频信号设置为 $S_{outputi}(k)$,进而在得知目标音频信号 $s_0(k)$ 的基础上,可以反推得到补偿系数 w_i 。

[0100] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法,获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数,以基于多个通道的预设音频参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道的期望音频信号,以基于目标音频信号和多个通道的期望音频信号,确定多个通道的补偿系数,从而自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,最终基于多个通道的补偿系数,可以还原得到音频效果最佳的音频信号,进而提高音频效果,且无需耗费大量人力物力,节省了补偿系数的确定时间,进而提高补偿系数的确定效率。

[0101] 基于上述任一实施例,图4为本发明提供的音频补偿系数的确定方法的流程示意图之二,如图4所示,上述步骤220包括:

[0102] 步骤221,基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号。

[0103] 此处,收听位置为预先设定的位置,例如根据人耳的位置设定该收听位置。

[0104] 在一实施例中,基于多个通道的增益参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道在收听位置的期望信号。

[0105] 在另一实施例中,基于多个通道的频带参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道在收听位置的期望信号。

[0106] 在另一实施例中,基于多个通道的增益参数,分别对目标音频信号进行增益处理,得到多个通道在收听位置的增益音频信号;基于多个通道的频带参数,分别对多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到多个通道在收听位置的期望信号。

[0107] 在另一实施例中,基于多个通道的频带参数,分别对目标音频信号进行滤波处理,得到多个通道在收听位置的滤波音频信号;基于多个通道的增益参数,分别对多个通道的滤波音频信号进行增益处理,得到多个通道在收听位置的期望信号。

[0108] 步骤222,基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号。

[0109] 任一所述通道的传递损失函数用于表征所述通道在播放位置的音频信号传递至收听位置的传递损失。

[0110] 具体地,如图3所示,且由于 $y_{MIC}(k) = \sum_{i=1}^M h_{cari} * x_{SPKi}(k)$,基于此,基于多个通道在收听位置的期望信号 y_1, y_2, \dots, y_M ,以及多个通道的传递损失函数 $h_{car1}, h_{car2}, \dots, h_{carM}$,可以反推得到多个通道在播放位置的期望音频信号 $x_{SPK1}, x_{SPK2}, \dots, x_{SPKM}$ 。进一步地,若忽略扬声器带来的信号误差,即 $S_{outputi} = x_{SPKi}$,则反推得到多个通道在播放位置的期望音频信号 $S_{output1},$

$S_{output2}, \dots, S_{outputM}$ 。

[0111] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法,通过上述方式,在确定多个通道的期望音频信号时考虑了传递损失的影响,进而得到更为准确的期望音频信号,从而进一步提高补偿系数的确定准确性,最终进一步提高音频效果。

[0112] 基于上述任一实施例,该方法中,任一所述通道的传递损失函数是基于如下方式确定:

[0113] 获取所述通道在播放位置的测试音频信号,以及所述通道在收听位置的实际音频信号;

[0114] 基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数。

[0115] 该传递损失函数表征播放位置的音频信号传递至收听位置的传递损失,基于此,在播放位置播放测试音频信号,并采集在收听位置的实际音频信号,从而基于测试音频信号和实际音频信号反推传递损失函数。

[0116] 示例性的,如图3所示,依次对各通道输出测试音频信号 S_{test} ,即车内扬声器依次发声,麦克风采集各通道的实际音频信号 Y_{test} ,将传递损失函数抽象为一个FIR (Finite Impulse Response,有限长单位冲激响应) 滤波器,即实车环境输入输出关系如下所示:

$$[0117] \quad \mathbf{y}_{test} = \mathbf{h}_{car}^T \cdot \mathbf{s}_{test};$$

[0118] 式中, $\mathbf{y}_{test} = [y_{test1}, y_{test2}, \dots, y_{testM}]^T$, \mathbf{y}_{test} 表示M个通道对应的测试音频信号; $\mathbf{h}_{car} = [h_{car1}, h_{car2}, \dots, h_{carM}]^T$, \mathbf{h}_{car} 表示M个通道对应的传递损失函数。基于此,基于测试音频信号 \mathbf{s}_{test} 和实际音频信号 \mathbf{y}_{test} ,可以反推确定传递损失函数。

[0119] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法,基于实际在播放位置的测试音频信号,以及该测试音频信号传递至实际的收听位置的实际音频信号,反推确定传递损失函数,从而提高传递损失函数的确定准确性,进而得到更为准确的期望音频信号,从而进一步提高补偿系数的确定准确性,最终进一步提高音频效果。

[0120] 基于上述任一实施例,所述基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数,包括:

[0121] 确定所述测试音频信号的第一协方差矩阵,以及所述测试音频信号与所述实际音频信号的第一互相关向量;

[0122] 基于所述第一协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第一互相关向量,确定所述通道的传递损失函数。

[0123] 示例性的,如图3所示,依次对各通道输出测试音频信号 S_{test} ,即车内扬声器依次发声,麦克风采集各通道的实际音频信号 Y_{test} ,将传递损失函数抽象为一个FIR滤波器,即实车环境输入输出关系如下所示:

$$[0124] \quad \mathbf{y}_{test} = \mathbf{h}_{car}^T \cdot \mathbf{s}_{test};$$

[0125] 式中, $\mathbf{y}_{test} = [y_{test1}, y_{test2}, \dots, y_{testM}]^T$, \mathbf{y}_{test} 表示M个通道对应的测试音频信号; $\mathbf{h}_{car} = [\mathbf{h}_{car1}, \mathbf{h}_{car2}, \dots, \mathbf{h}_{carM}]^T$, \mathbf{h}_{car} 表示M个通道对应的传递损失函数。基于此, 若对传递损失函数进行估计得到 $\hat{\mathbf{h}}_{car}^T$, 使得误差 $e(k) \triangleq \mathbf{y}_{test} - \hat{\mathbf{h}}_{car}^T \cdot \mathbf{s}_{test}$ 尽可能取得最小值, 进而推导得到如下公式:

$$[0126] \quad \hat{\mathbf{h}}_{cari} = \mathbf{R}_{ss}^{-1} \mathbf{r}_{sy};$$

[0127] 式中, $\hat{\mathbf{h}}_{cari}$ 为第*i*个通道的传递损失函数, \mathbf{R}_{ss} 为测试音频信号的协方差矩阵(非奇异), \mathbf{r}_{sy} 为测试音频信号与实际音频信号的互相关向量。

[0128] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法, 通过上述方式, 可以快速准确地确定传递损失函数, 即提高传递损失函数的确定效率和确定准确性, 进而快速得到更为准确的期望音频信号, 从而进一步提高补偿系数的确定准确性和确定效率, 最终进一步提高音频效果。

[0129] 基于上述任一实施例, 该方法中, 上述步骤222包括:

[0130] 将所述多个通道在收听位置的期望信号分别转换为属于频域的期望频域信号;

[0131] 基于所述多个通道的期望频域信号, 以及所述多个通道的传递损失函数, 确定所述多个通道在播放位置的期望音频频域信号;

[0132] 将所述多个通道的期望音频频域信号分别转换为属于时域的期望音频信号。

[0133] 若传递损失函数为属于时域的函数, 则将多个通道的传递损失函数转换为属于频域的传递损失函数。

[0134] 在一实施例中, 可以将属于时域的信号转换为Z变换的频域信号。示例性的, 将多个通道的期望音频频域信号分别进行Z变换, 以转换为属于时域的期望音频信号; 基于多个通道的期望频域信号, 以及多个通道的传递损失函数, 确定多个通道在播放位置的期望音频频域信号; 将多个通道的期望音频频域信号分别进行逆变换, 以转换为属于时域的期望音频信号。其中, 期望音频频域信号的确定公式如下所示:

$$[0135] \quad S_{outputi}(z) = \frac{Y_i(z)}{\hat{H}_{cari}(z)};$$

[0136] 式中, $S_{outputi}(z)$ 表示第*i*个通道的期望音频频域信号, $Y_i(z)$ 表示第*i*个通道的期望频域信号, $\hat{H}_{cari}(z)$ 表示第*i*个通道的传递损失函数。

[0137] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法, 通过上述方式, 可以快速准确地确定期望音频信号, 从而进一步提高补偿系数的确定准确性和确定效率, 最终进一步提高音频效果。

[0138] 基于上述任一实施例, 该方法中, 所述预设音频参数包括增益参数和频带参数, 上述步骤221包括:

[0139] 基于所述多个通道的增益参数, 分别对所述目标音频信号进行增益处理, 得到所

述多个通道的增益音频信号；

[0140] 基于所述多个通道的频带参数,分别对所述多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到所述多个通道在收听位置的期望信号。

[0141] 示例性的,期望信号的确定公式如下所示:

$$[0142] \quad y_i(k) = Gain_{spki} s_0(k) filter_{spki};$$

[0143] 式中, $y_i(k)$ 表示第 i 个通道在 k 时刻的期望信号, $Gain_{spki}$ 表示第 i 个通道的增益, $filter_{spki}$ 表示第 i 个通道对应的滤波器, $s_0(k)$ 表示 k 时刻的目标音频信号。由于 $s_0(k) = \sum_i^M y_i(k)$, 基于此, $s_0(k) = \sum_i^M Gain_{spki} s_0(k) filter_{spki}$, 进而实现目标音频信号 $s_0(k)$ 的多通道拆解。

[0144] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法,通过上述方式,可以快速准确地确定多个通道在收听位置的期望信号,从而进一步提高补偿系数的确定准确性和确定效率,最终进一步提高音频效果。

[0145] 基于上述任一实施例,该方法中,任一所述通道的补偿系数是基于如下方式确定:

[0146] 确定所述目标音频信号的第二协方差矩阵,以及所述目标音频信号与所述通道的期望音频信号的第二互相关向量;

[0147] 基于所述第二协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第二互相关向量,确定所述通道的补偿系数。

[0148] 示例性的,由于 $s_{outputi}(k) = w_i * s_0(k)$, 基于此,可以通过下述公式确定补偿系数:

$$[0149] \quad J_{cost}(w_I) \triangleq E\{(s_{outputi}(k) - w_I^T s_0(k))^2\};$$

[0150] 式中, $E\{\cdot\}$ 为数学期望,补偿系数组 $w_I = \{w_1, w_2, \dots, w_M\}$, M 表示通道的数量, $s_{outputi}(k)$ 表示 k 时刻的期望音频信号, $s_0(k)$ 表示 k 时刻的目标音频信号。该公式中应当使得 $J_{cost}(w_I)$ 取最小值,即对长度为 L 的目标音频信号(其包括多个时刻的目标音频信号)进行处理,各补偿系数 w_1, w_2, \dots, w_M 在各时刻的目标音频信号中,应满足 $\frac{\partial J_{cost}(w_I)}{\partial w_{i,l}} = 0$, $w_{i,l}$ 表示第 l 时刻的第 i 个通道的补偿系数,进而推导得到如下公式:

$$[0151] \quad w_i = R_{ii}^{-1} r_{io};$$

[0152] 式中, w_i 为第 i 个通道的补偿系数, R_{ii} 为目标音频信号的协方差矩阵, r_{io} 为目标音频信号与期望音频信号的互相关向量。

[0153] 本发明实施例提供的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法,通过上述方式,可以快速准确地确定补偿系数,即进一步提高补偿系数的确定准确性和确定效率,最终进

一步提高音频效果。

[0154] 为便于理解上述各实施例,此处以一具体实施例进行说明。步骤1,声学工程师确认主动声浪的目标音频信号 $s_0(k)$;步骤2:声学工程师根据实车环境,确定用于主动声浪的扬声器,确定主动声浪车内还原的目标位置,即麦克风处,并对各扬声器负责的频带和增益进行标定,即得到多个通道的预设音频参数,以基于多个通道的预设音频参数,将主动声浪的音效 $s_0(k)$ 拆分为多个通道在收听位置的期望信号 $y_i(k)$;步骤3:使用车内声场传递损失函数估计算法,建立各个扬声器对麦克风处的传递函数 h_{cari} ;步骤4:根据步骤2~3的结果,计算各通道的补偿系数 W_i ;步骤5:实车验证效果。

[0155] 需要说明的是,本发明提供的音频补偿系数的确定方法为可复用方法,在同一车型中,声学工程师可根据不同的效果(如驾驶位最佳听音、副驾驶位最佳听音等,动力最强模式、声品质最佳模式等)设计不同的方案(如根据不同效果,确定扬声器数量及分频、增益情况),基于本发明提出的方法,最终设计出多套补偿系数组来满足客户需求。

[0156] 下面对本发明提供的音频播放装置进行描述,下文描述的音频播放装置与上文描述的音频播放方法可相互对应参照。

[0157] 该音频播放装置,包括:

[0158] 信号获取模块,用于获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;

[0159] 音频补偿模块,用于基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;

[0160] 音频播放模块,用于分别播放所述多个通道的通道音频信号;

[0161] 其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。

[0162] 本发明实施例提供的音频播放装置,获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数,以基于多个通道的补偿系数,分别对待播放音频信号进行补偿处理,得到多个通道的通道音频信号,以分别播放多个通道的通道音频信号,且多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的期望音频信号自动确定的,从而自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,最终基于多个通道的补偿系数,可以还原得到音频效果最佳的音频信号,进而提高音频播放的效果,且无需耗费大量人力物力,节省了补偿系数的确定时间,进而提高补偿系数的确定效率。

[0163] 下面对本发明提供的音频补偿系数的确定装置进行描述,下文描述的音频补偿系数的确定装置与上文描述的音频补偿系数的确定方法可相互对应参照。

[0164] 该音频补偿系数的确定装置,包括:

[0165] 获取模块,用于获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;

[0166] 拆解模块,用于基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;

[0167] 确定模块,用于基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

[0168] 本发明实施例提供的音频补偿系数的确定装置,获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数,以基于多个通道的预设音频参数,对目标音频信号进行多通道拆解,得到多个通道的期望音频信号,以基于目标音频信号和多个通道的期望音频信号,确定多个通道的补偿系数,从而自动确定各个通道的补偿系数,降低对声学工程师经验的依赖,从而提高补偿系数的确定准确性,最终基于多个通道的补偿系数,可以还原得到音频效果最佳的音频信号,进而提高音频效果,且无需耗费大量人力物力,节省了补偿系数的确定时间,进而提高补偿系数的确定效率。

[0169] 基于上述任一实施例,该拆解模块包括:

[0170] 信号拆解单元,用于基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道在收听位置的期望信号;

[0171] 信号确定单元,用于基于所述多个通道在收听位置的期望信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频信号,任一所述通道的传递损失函数用于表征所述通道在播放位置的音频信号传递至收听位置的传递损失。

[0172] 基于上述任一实施例,该拆解模块还包括:函数确定单元;该函数确定单元用于:

[0173] 获取所述通道在播放位置的测试音频信号,以及所述通道在收听位置的实际音频信号;

[0174] 基于所述测试音频信号和所述实际音频信号,确定所述通道的传递损失函数。

[0175] 基于上述任一实施例,该函数确定单元还用于:

[0176] 确定所述测试音频信号的第一协方差矩阵,以及所述测试音频信号与所述实际音频信号的第一互相关向量;

[0177] 基于所述第一协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第一互相关向量,确定所述通道的传递损失函数。

[0178] 基于上述任一实施例,该信号确定单元还用于:

[0179] 将所述多个通道在收听位置的期望信号分别转换为属于频域的期望频域信号;

[0180] 基于所述多个通道的期望频域信号,以及所述多个通道的传递损失函数,确定所述多个通道在播放位置的期望音频频域信号;

[0181] 将所述多个通道的期望音频频域信号分别转换为属于时域的期望音频信号。

[0182] 基于上述任一实施例,所述预设音频参数包括增益参数和频带参数;该信号拆解单元还用于:

[0183] 基于所述多个通道的增益参数,分别对所述目标音频信号进行增益处理,得到所述多个通道的增益音频信号;

[0184] 基于所述多个通道的频带参数,分别对所述多个通道的增益音频信号进行滤波处理,得到所述多个通道在收听位置的期望信号。

[0185] 基于上述任一实施例,该确定模块还用于:

[0186] 确定所述目标音频信号的第二协方差矩阵,以及所述目标音频信号与所述通道的期望音频信号的第二互相关向量;

[0187] 基于所述第二协方差矩阵的逆矩阵,以及所述第二互相关向量,确定所述通道的补偿系数。

[0188] 下面对本发明提供的汽车进行描述,下文描述的汽车与上文描述的音频播放方法或音频补偿系数的确定方法可相互对应参照。该汽车包括:

[0189] 多个音频输出装置,所述多个音频输出装置用于分别播放多个通道的音频信号;

[0190] 处理器,所述处理器上运行有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上任一所述音频播放方法的实施例,或者实现如上任一项所述音频补偿系数的确定方法的实施例。

[0191] 图5示例了一种电子设备的实体结构示意图,如图5所示,该电子设备可以包括:处理器(processor)510、通信接口(Communications Interface)520、存储器(memory)530和通信总线540,其中,处理器510,通信接口520,存储器530通过通信总线540完成相互间的通信。处理器510可以调用存储器530中的逻辑指令,以执行音频播放方法,该方法包括:获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;分别播放所述多个通道的通道音频信号;其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。或者执行音频补偿系数的确定方法,该方法包括:获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

[0192] 此外,上述的存储器530中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,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,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0193] 另一方面,本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以执行上述各方法提供的音频播放方法,该方法包括:获取待多通道播放的待播放音频信号,以及多个通道的补偿系数;基于所述多个通道的补偿系数,分别对所述待播放音频信号进行补偿处理,得到所述多个通道的通道音频信号;分别播放所述多个通道的通道音频信号;其中,所述多个通道的补偿系数是基于待确定补偿系数的目标音频信号,以及所述多个通道的期望音频信号确定的。或者执行上述各方法提供的音频补偿系数的确定方法,该方法包括:获取待确定补偿系数的目标音频信号,以及多个通道的预设音频参数;基于所述多个通道的预设音频参数,对所述目标音频信号进行多通道拆解,得到所述多个通道的期望音频信号;基于所述目标音频信号和所述多个通道的期望音频信号,确定所述多个通道的补偿系数,任一所述通道的补偿系数用于对所述目

标音频信号进行补偿处理得到所述通道的所述期望音频信号。

[0194] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。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例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0195] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述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存储在计算机可读存储介质中,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,服务器,或者网络设备等)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0196] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

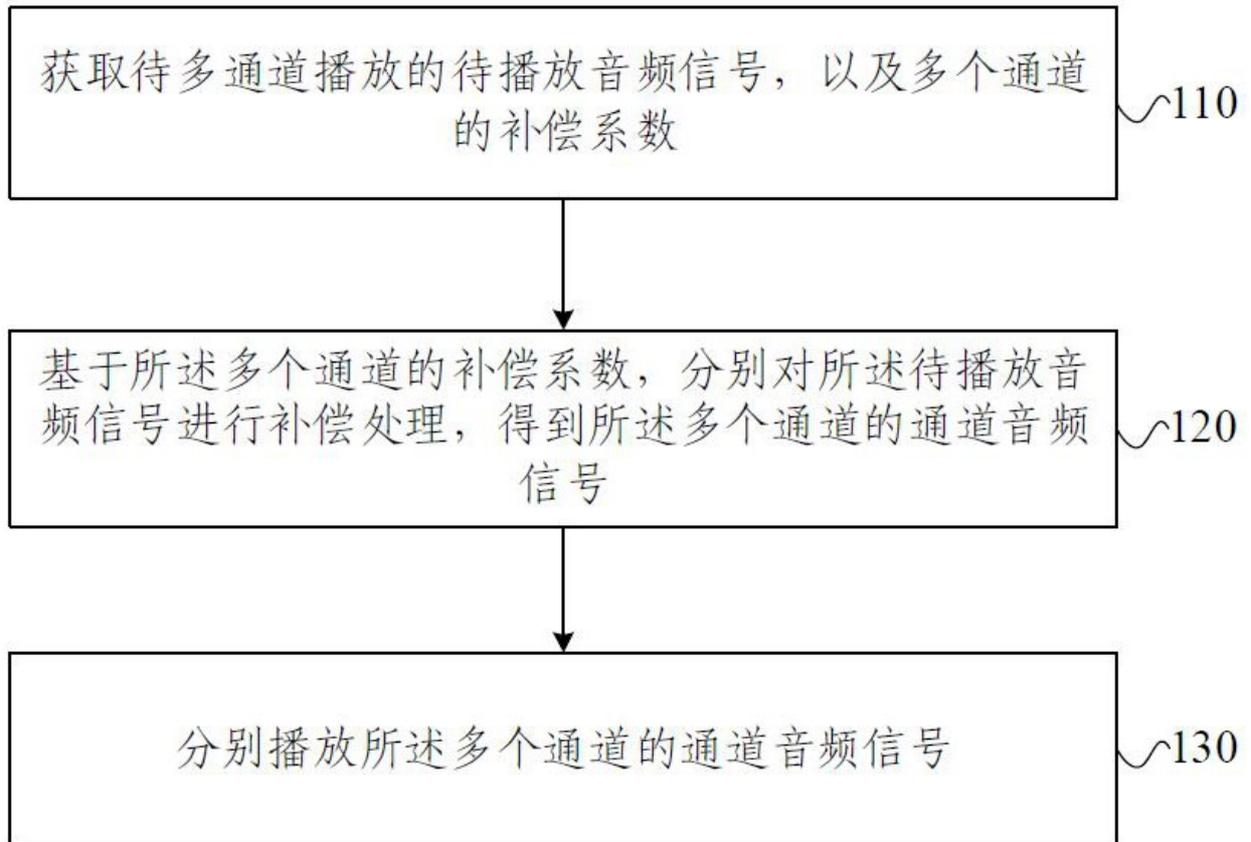


图 1

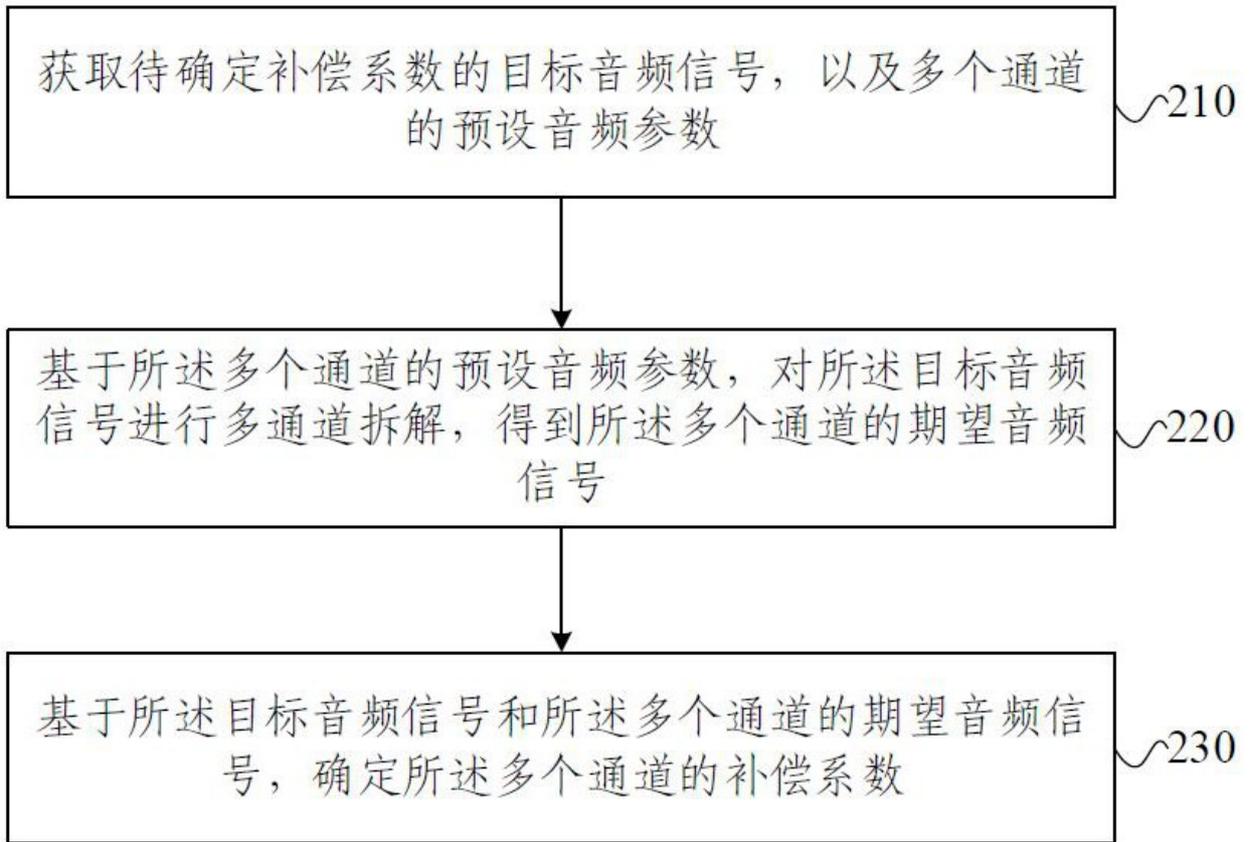


图 2

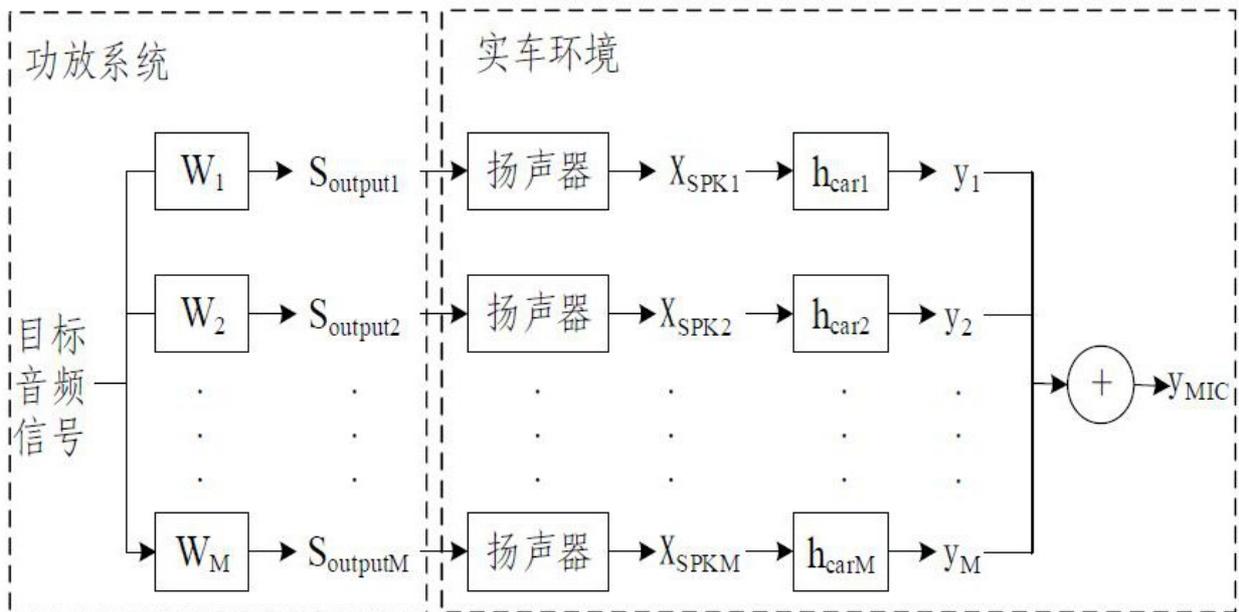


图 3

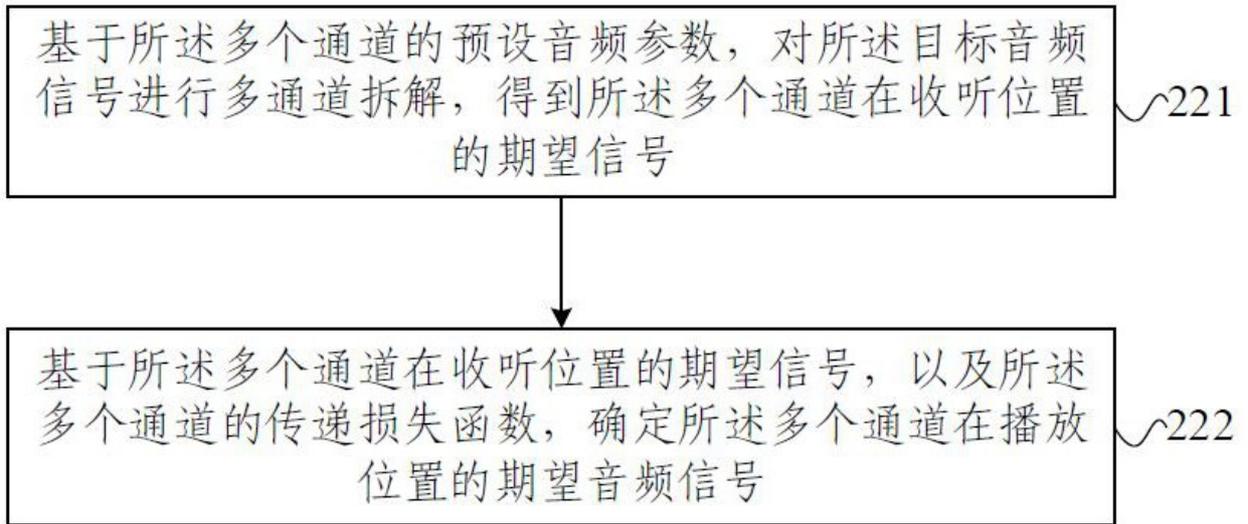


图 4

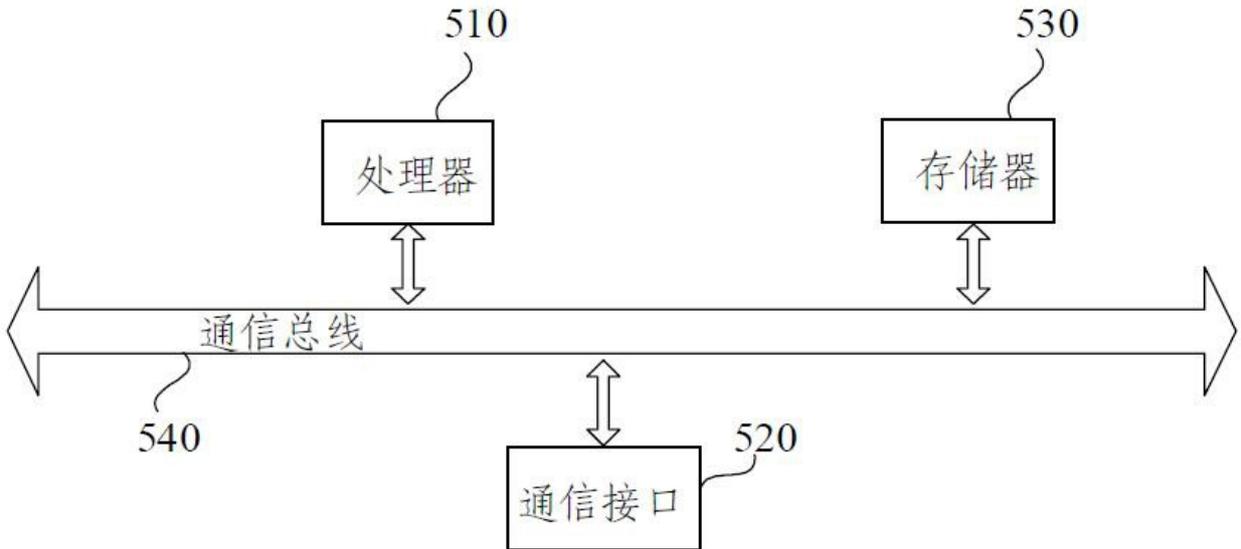


图 5