



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117854467 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 09

(21) 申请号 202311813213.1

(22) 申请日 2023.12.26

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 薛广涛 邓沛岩 陈奕超 李熠劼

周峻韬

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

专利代理师 廖程

(51) Int. Cl.

G10K 11/178 (2006.01)

G10K 11/26 (2006.01)

H04B 11/00 (2006.01)

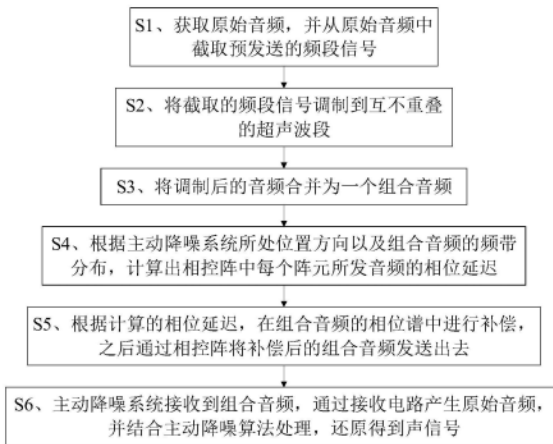
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法及装置,该方法包括:获取原始音频,并从原始音频中截取预发送的频段信号;将截取的频段信号调制到互不重叠的超声波段;将调制后的音频合并为一个组合音频;根据主动降噪系统所处位置方向以及组合音频的频带分布,计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟;根据计算的相位延迟,在组合音频的相位谱中进行补偿,之后通过相控阵将补偿后的组合音频发送出去;主动降噪系统接收到组合音频,通过接收电路产生原始音频,并结合主动降噪算法处理,还原得到声信号。与现有技术相比,本发明能够缩短通信系统响应时间、简化通信系统结构,在低成本的前提下实现远距离、多角度并发隐蔽通讯的目的。



1. 一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - S1、获取原始音频,并从原始音频中截取预发送的频段信号;
 - S2、将截取的频段信号调制到互不重叠的超声波段;
 - S3、将调制后的音频合并为一个组合音频;
 - S4、根据主动降噪系统所处位置方向以及组合音频的频带分布,计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟;
 - S5、根据计算的相位延迟,在组合音频的相位谱中进行补偿,之后通过相控阵将补偿后的组合音频发送出去;
 - S6、主动降噪系统接收到组合音频,通过接收电路产生原始音频,并结合主动降噪算法处理,还原得到声信号。
2. 根据权利要求1所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S1中原始音频具体是通过软件系统或采用录制方法获得。
3. 根据权利要求1所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S1中从原始音频中截取预发送的频段信号的具体过程为:

利用傅里叶变换,将原始音频从时域转化为频域,之后再截取频域信号中选定带宽在3kHz预设范围内的频域信号,即为预发送的频段信号。
4. 根据权利要求3所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S2的具体过程为:

在傅立叶变换得到的频谱上,将选定的频段信号复制到目的频段中,再将选定频段置零。
5. 根据权利要求4所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S3的具体过程为:

在频谱上将处于不同频带的各个音频信号进行组合,得到一个新的完整频谱图,然后再通过逆傅立叶变换,得到时域上的音频信号,即为组合音频。
6. 根据权利要求1所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S4具体是考虑频带分布补偿和目标角度偏移补偿,以计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟。
7. 根据权利要求5所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S5具体包括以下步骤:
 - S51、将相位延迟在组合音频的相位谱中进行补偿,再通过逆傅立叶变换得到时域上阵元们需要播放的音频信号;
 - S52、将步骤S51得到的音频信号由数字信号转为模拟信号,然后对该模拟信号进行信号功率放大;
 - S53、将放大后的模拟信号接入由多个超声波传感器组成的相控阵中,通过相控阵将电信号转换为超声波信号实现发送。
8. 根据权利要求7所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S53中相控阵由多个超声波传感器呈一字型排列组成。
9. 根据权利要求7所述的一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,其特征在于,所述步骤S6具体包括以下步骤:

S61、主动降噪系统接收到组合音频,由接收电路产生调制前各个音频对应的电信号;

S62、将接收电路产生的电信号经过主动降噪算法处理,还原得到声信号。

10.一种基于如权利要求1所述适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法的音频处理装置,其特征在于,包括音频发送端、接收端,其中,发送端包括计算机(1)、外置声卡(2)、功率放大器(3)和由多个超声波传感器组成的相控阵(4),计算机(1)通过USB接口与外置声卡(2)相连接,用于将预先生成的多路数字音频信号转为模拟信号;

外置声卡(2)输出端与若干数量相同的功率放大器(3)连接,用于提升信号的发送功率;

每路功率放大器(3)的输出均连接一个超声波传感器来发送超声波信号;

所述接收端具体为主动降噪系统(5),该主动降噪系统(5)通过接收电路的非线性效应产生调制前各个音频的电信号,这些电信号再经过主动降噪算法处理,便可被还原为声信号在内部扬声器中播出。

一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及声音信号处理技术领域,尤其是涉及一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法及装置。

背景技术

[0002] 随着移动智能设备数量的增多,基于声信号的隐蔽通讯技术也有了极大的发展。一般而言,信息设备中的声设备(如声卡、扬声器、麦克风等)工作频段带宽要大于人耳接受的声频段带宽,当有人选择超出人耳接受范围的频段或人容易忽略的特种声音作为载波,就可以实现信息的隐蔽传输,因此在众多声隐蔽通信技术当中,使用超声波信号作为传输媒介是人们研究的重点和热点。以往有关方面的研究无一例外都是基于通信工程中的调频、调幅等技术,实现0-1信号的传输。该种通信方式不稳定且速度极慢。除此之外,该种通信方式还需要声音发送端和接收端相互配合,接收端在收到信号后要进行解调、解码转音频播放等一系列后续操作,这就造成了系统结构较为复杂、处理时间较长的问题。

[0003] 此外,随着电子技术和计算机技术的快速发展,超声相控阵技术已从医学领域被逐渐应用于工业无损检测等领域。扬声器阵列作为最简单的相控阵之一被使用在很多场合,例如专用音响、电脑、电视等设备,然而扬声器阵列尤其是超声波扬声器阵列的应用却很少,对于其研究的主要方向是单音频声向角控制,实际上由于单个音频带宽不会很大,因此对于阵元而言,其中的多数带宽都被浪费掉了,导致系统的利用率比较低下。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法及装置,能够缩短通信系统响应时间、简化通信系统结构,在低成本的前提下实现远距离、多角度并发隐蔽通讯的目的。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,包括以下步骤:

[0006] S1、获取原始音频,并从原始音频中截取预发送的频段信号;

[0007] S2、将截取的频段信号调制到互不重叠的超声波段;

[0008] S3、将调制后的音频合并为一个组合音频;

[0009] S4、根据主动降噪系统所处位置方向以及组合音频的频带分布,计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟;

[0010] S5、根据计算的相位延迟,在组合音频的相位谱中进行补偿,之后通过相控阵将补偿后的组合音频发送出去;

[0011] S6、主动降噪系统接收到组合音频,通过接收电路产生原始音频,并结合主动降噪算法处理,还原得到声信号。

[0012] 进一步地,所述步骤S1中原始音频具体是通过软件系统或采用录制方法获得。

[0013] 进一步地,所述步骤S1中从原始音频中截取预发送的频段信号的具体过程为:

[0014] 利用傅里叶变换,将原始音频从时域转化为频域,之后再截取频域信号中选定带宽在3kHz预设范围内的频域信号,即为预发送的频段信号。

[0015] 进一步地,所述步骤S2的具体过程为:

[0016] 在傅立叶变换得到的频谱上,将选定的频段信号复制到目的频段中,再将选定频段置零。

[0017] 进一步地,所述步骤S3的具体过程为:

[0018] 在频谱上将处于不同频带的各个音频信号进行组合,得到一个新的完整频谱图,然后再通过逆傅立叶变换,得到时域上的音频信号,即为组合音频。

[0019] 进一步地,所述步骤S4具体是考虑频带分布补偿和目标角度偏移补偿,以计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟。

[0020] 进一步地,所述步骤S5具体包括以下步骤:

[0021] S51、将相位延迟在组合音频的相位谱中进行补偿,再通过逆傅立叶变换得到时域上阵元们需要播放的音频信号;

[0022] S52、将步骤S51得到的音频信号由数字信号转为模拟信号,然后对该模拟信号进行信号功率放大;

[0023] S53、将放大后的模拟信号接入由多个超声波传感器组成的相控阵中,通过相控阵将电信号转换为超声波信号实现发送。

[0024] 进一步地,所述步骤S53中相控阵由多个超声波传感器呈一字型排列组成。

[0025] 进一步地,所述步骤S6具体包括以下步骤:

[0026] S61、主动降噪系统接收到组合音频,由接收电路产生调制前各个音频对应的电信号;

[0027] S62、将接收电路产生的电信号经过主动降噪算法处理,还原得到声信号。

[0028] 一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理装置,包括音频发送端、接收端,其中,发送端包括计算机、外置声卡、功率放大器和由多个超声波传感器组成的相控阵,计算机通过USB接口与外置声卡相连接,用于将预先生成的多路数字音频信号转为模拟信号;

[0029] 外置声卡输出端与若干数量相同的功率放大器连接,用于提升信号的发送功率;

[0030] 每路功率放大器的输出均连接一个超声波传感器来发送超声波信号;

[0031] 所述接收端具体为主动降噪系统,该主动降噪系统通过接收电路的非线性效应产生调制前各个音频的电信号,这些电信号再经过主动降噪算法处理,便可被还原为声信号在内部扬声器中播出。

[0032] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0033] 本发明首先截取预发送原始音频中的部分频段,然后将这些频段的音频分别调制到不同超声波段,之后根据主动降噪系统所在的方向位置,结合相控阵术,将不同频段的音频添加对应的相位延迟并分配到阵元上进行播放。由于播放的音频属于超声波,所以不能被人们直接听到,故利用主动降噪系统在收到音频后,其接收电路通过非线性效应产生调制前各个音频的电信号,这些电信号再经过主动降噪算法处理,便可被还原为声信号。由此只需要将调制好的信号在发送端发送,无需对接收端的主动降噪系统进行任何操作,便可直接收到可听且有意义的声音信号,系统响应时间短并且结构简单,能够在低成本的前提下实现远距离、多角度并发隐蔽通讯的目的。

[0034] 本发明利用傅里叶变换,将原始音频从时域转化为频域,截取频域信号中选定的频域信号,之后在傅立叶变换得到的频谱上,将选定的频段信号复制到目的频段中,再将选定频段置零,从而将截取的频段信号调制到互不重叠的超声波段,在频谱上将处于不同频带的各个音频信号进行组合,得到一个新的完整频谱图,然后再通过逆傅立叶变换,得到时域上的音频信号,即为组合音频,此外还考虑频带分布补偿和目标角度偏移补偿,以计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟,用于在组合音频的相位谱中进行补偿。由此能够在保证信号强度一致的前提下,通过频分复用技术提高通信信道的利用率,并且结合频分复用技术和相控阵技术实现了宽频率、多方向的声波聚焦和增强功能。

附图说明

- [0035] 图1为本发明的方法流程示意图;
[0036] 图2为本发明中音频发送端的信号处理流程图;
[0037] 图3为本发明中音频接收端的信号处理流程图;
[0038] 图4为本发明的硬件装置结构示意图;
[0039] 图中标记说明:1、计算机,2、外置声卡,3、功率放大器,4、相控阵,5、主动降噪系统。

具体实施方式

- [0040] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。
- [0041] 实施例
- [0042] 如图1所示,一种适用于主动降噪系统隐蔽通讯的音频处理方法,包括以下步骤:
- [0043] S1、获取原始音频,并从原始音频中截取预发送的频段信号;
- [0044] S2、将截取的频段信号调制到互不重叠的超声波段;
- [0045] S3、将调制后的音频合并为一个组合音频;
- [0046] S4、根据主动降噪系统所处位置方向以及组合音频的频带分布,计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟;
- [0047] S5、根据计算的相位延迟,在组合音频的相位谱中进行补偿,之后通过相控阵将补偿后的组合音频发送出去;
- [0048] S6、主动降噪系统接收到组合音频,通过接收电路产生原始音频,并结合主动降噪算法处理,还原得到声信号。
- [0049] 本实施例应用上述技术方案,具体的:
- [0050] (1) 利用软件系统生成或者录制的方法得到原始音频,其中,原始音频的数量可以任意选取;
- [0051] (2) 利用傅立叶变换将得到的原始音频从时域转为频域,截取频域信号中选定的部分,本实施例中,频域信号的选定部分是根据观察音频频谱,选出能量最为集中的带宽为3kHz左右的频域信号;
- [0052] (3) 将截取后的音频信号调制到互不重叠的超声波段,调制方式为:在傅立叶变换得到的频谱上,将选定频段复制到目的频段中,再将选定频段置零;
- [0053] (4) 将这些在频段上互不重叠的超声波音频合并为一个音频A,合并后音频A的频

谱中完整保留合并前多个音频的频带,其中,音频合并方法为:在频谱上将处于不同频带的各个音频信号进行组合得到一个新的完整频谱图,然后再通过逆傅立叶变换得到时域上的音频信号;

[0054] (5) 根据主动降噪系统所处的位置方向和合并后音频A的频带分布,计算出相控阵中每个阵元所发音频的相位延迟,在相位延迟补偿计算时需考虑频带分布补偿和目标角度偏移补偿;

[0055] (6) 将(5)中计算出的相位延迟在合并音频A的相位谱中进行补偿,再通过逆傅立叶变换得到时域上阵元们需要播放的音频信号;

[0056] (7) 利用多路声卡将(6)得到的音频由数字信号转为模拟信号,然后将其接入功率放大器以提升信号功率,本实施例中,声卡采样率为48kHz以上、功率放大器的放大倍数为15倍以上;

[0057] (8) 将(7)中信号接入由多个超声波传感器组成相控阵中,通过这些超声波传感器将电信号转换为超声波信号实现发送,本实施例中,选用高耐压、大功率且中心频率在20kHz以上的超声波传感器,其所组成的相控阵呈一字型排列;

[0058] (9) 主动降噪系统接收(8)发送的音频,接收电路产生调制前各个音频的电信号,这些电信号再经过主动降噪算法处理,便可被还原为声信号在内部扬声器播出,其中,主动降噪系统是指:使用内部扬声器播放外部麦克风所接收信号,以达到抵消外部噪声效果的系统,例如:耳机降噪、汽车降噪等,其接收电路是通过非线性效应产生调制前各个音频的电信号的。

[0059] 图2所示为本方案中音频发送端的信号处理流程,下面以三个原始音频为例,结合图2对以下音频发送端处理步骤进行详细描述:

[0060] 在步骤301中,利用软件系统生成或者录制的方式得到三个原始音频A、B、C,然后执行步骤302;

[0061] 在步骤302中,利用傅立叶变换将音频A、B、C由时域转为频域,观察其能量的分布,截取其中特征部分(例如0到2kHz)后得到音频a、b、c,然后执行步骤303;

[0062] 在步骤303中,将音频a、b、c分别调制到18-20kHz、20-22kHz、22-24kHz,然后执行步骤304;

[0063] 在步骤304中,将调制后的三个音频合并为一个音频D,其频谱的18-20kHz为调制后的音频a,20-22kHz为调制后的音频b,22-24kHz为调制后的音频c,然后执行步骤305;

[0064] 在步骤305中,设定相控阵中间位置为0度,右侧为负角度,左侧为正角度。假设a音频需要朝着30度方向播放,b音频需要朝着0度方向播放,c音频需要朝着-30度方向播放,根据音频a、b、c各自的频率分布情况和它们的朝向角度,以4阵元相控阵为例,计算出每个阵元对应的相位延迟,然后执行步骤306;

[0065] 在步骤306中,将步骤305中计算出的相位延迟补偿到音频D的相位谱上,再利用逆傅立叶变换将音频由频域变换到时域,然后执行步骤307;

[0066] 在步骤307中,相控阵将音频D发送出去。

[0067] 图3所示为本方案中音频接收端的信号处理流程,以主动降噪系统中的降噪耳机为例,假设其位于相控阵的0度方向,结合图3对以下步骤进行详细描述:

[0068] 在步骤308中,处于0度位置的主动降噪耳机外部麦克风接收到相控阵发送来的音

频D,然后执行步骤309;

[0069] 在步骤309中,接收电路因为非线性效应产生音频b的电信号,然后执型步骤310;

[0070] 在步骤310中,主动降噪算法误以为外界存在噪声b,因此便在内部扬声器中播放音频b的反相声波,然后执行步骤311;

[0071] 在步骤311中,佩戴主动降噪耳机的人便可听到音频b。

[0072] 本实施例还提供一种适用于主动降噪系统长距离、多角度隐蔽通讯的装置,如图4所示,装置包括音频发送端、接收端。其中,发送端包括计算机1、外置声卡2、功率放大器3和由超声波传感器组成的相控阵4。计算机1通过USB接口与外置声卡2相连接,可将预先生成的多路数字音频信号转为模拟信号;声卡2输出端与若干数量相同的功率放大器3连接,该部分用于提升信号的发送功率;每路功率放大器3的输出都连接一个超声波传感器来发送超声波信号,多个超声波传感器通过一字型排列的方式来组成相控阵4。

[0073] 接收端即为主动降噪系统5。该系统通过接收电路的非线性效应产生调制前各个音频的电信号,这些电信号再经过主动降噪算法处理,便可被还原为声信号在内部扬声器中播出。

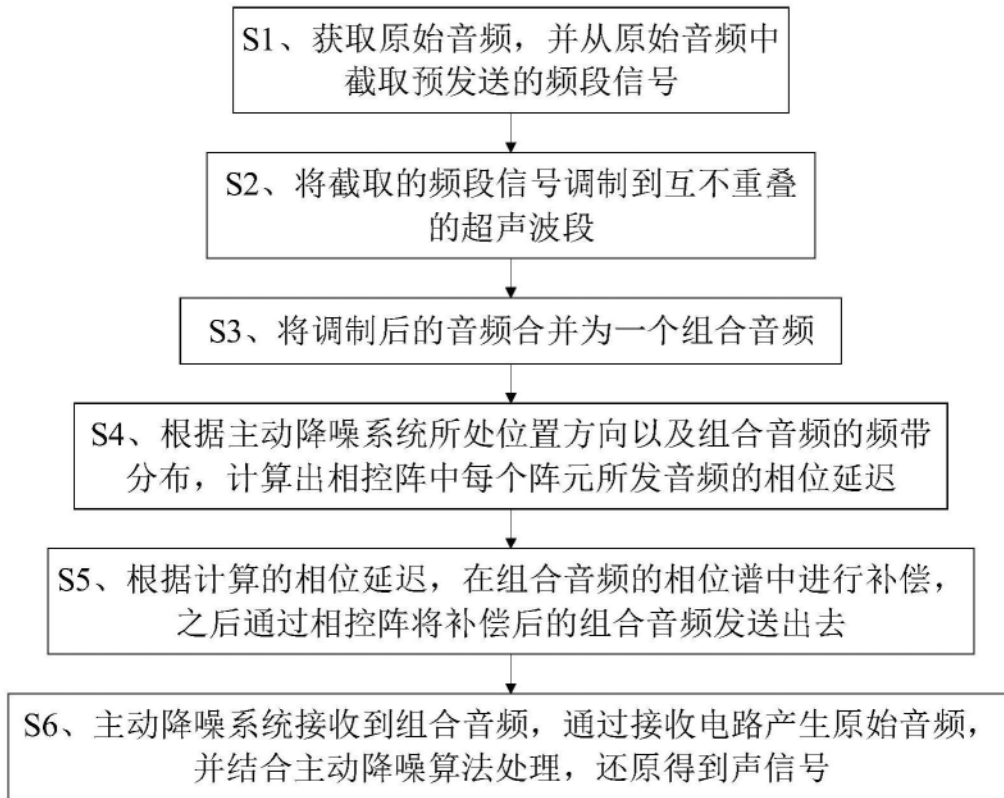


图1

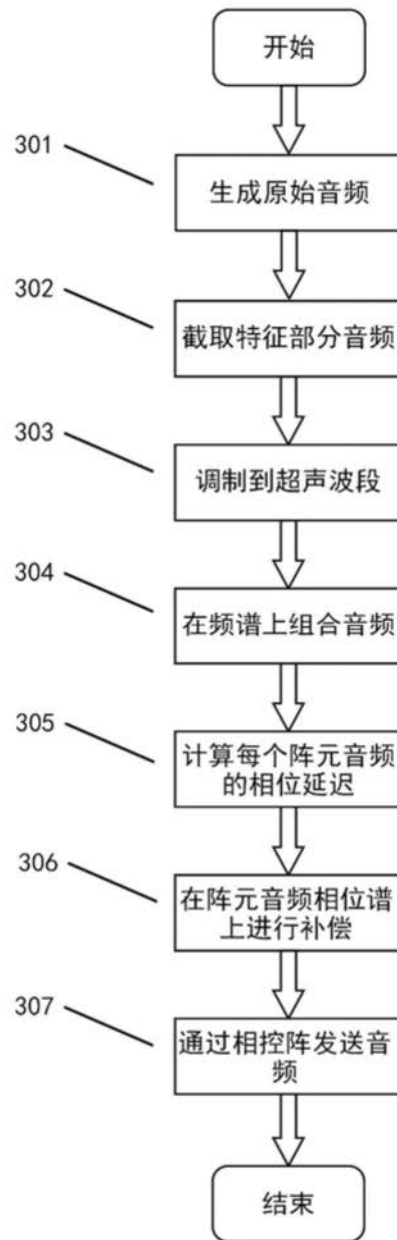


图2

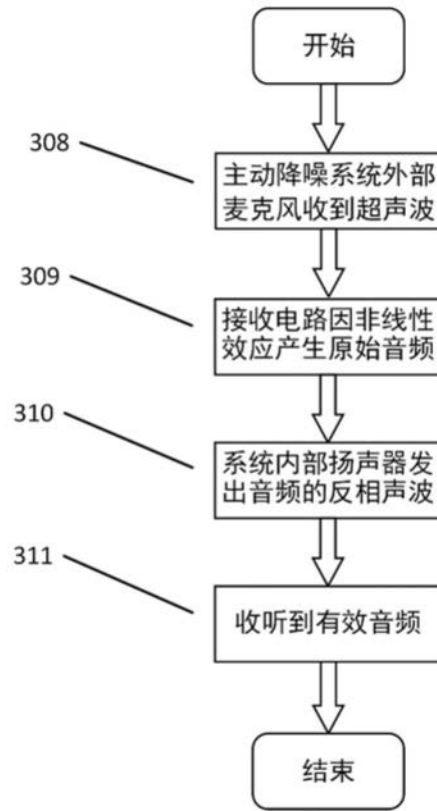


图3

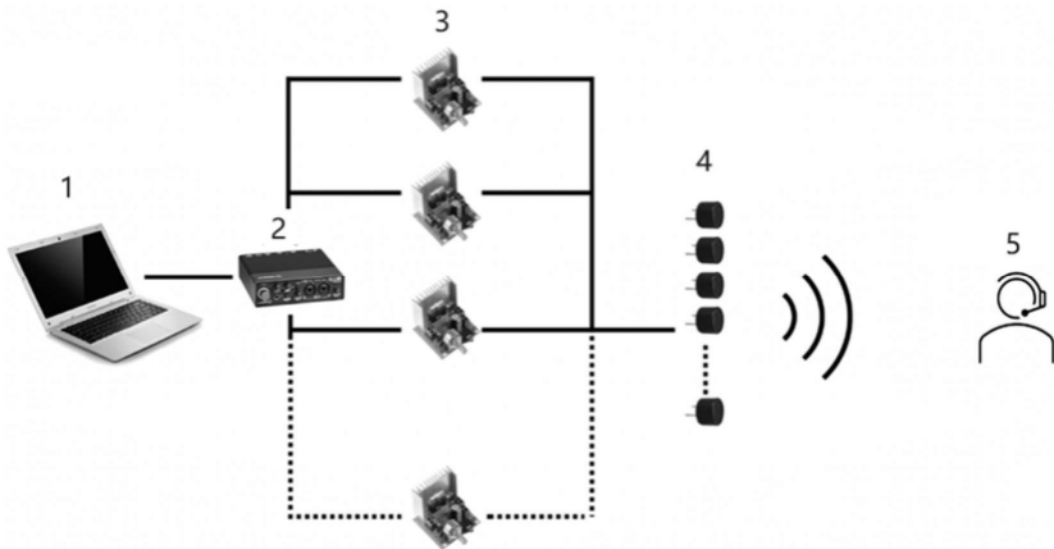


图4