



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202534346 U

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 201120479041. 5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 11. 25

(66) 本国优先权数据

201010560256. X 2010. 11. 25 CN

(73) 专利权人 歌尔声学股份有限公司

地址 261031 山东省潍坊市高新技术产业开
发区东方路 268 号

(72) 发明人 赵剑 刘崧 李波 华洋

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所
11323

代理人 权鲜枝

(51) Int. Cl.

G10L 21/02 (2006. 01)

H04R 1/10 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

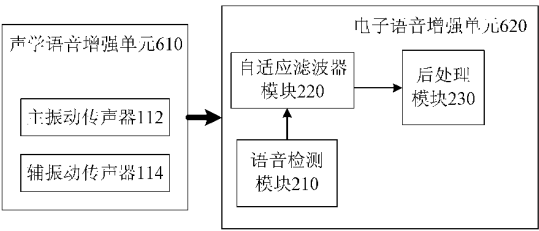
(54) 实用新型名称

语音增强装置及头戴式降噪通信耳机

(57) 摘要

本实用新型公开了一种语音增强装置及头戴式降噪通信耳机。在本方案中,声学语音增强单元利用具有特定相对位置关系的主振动传声器和辅振动传声器,分别拾取通过耦合振动方式传过来的语音信号和从空气中传播进来的外界环境噪声信号的第一声音信号,和拾取主要从空气中传播进来的外界环境噪声信号的第二声音信号,且两振动传声器拾取的外界环境噪声信号具有相关性;电子语音增强单元根据第一和第二声音信号确定控制自适应滤波器更新速度的控制参数,根据第二声音信号和控制参数对第一声音信号进行降噪滤波,对降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理。本实用新型的技术方案,能够有效提升高强度噪声环境下的语音信噪比和语音质量。

语音增强装置600



1. 一种语音增强装置,其特征在于,该装置包括:声学语音增强单元和电子语音增强单元;其中,

声学语音增强单元包括:具有特定相对位置关系的主振动传声器和辅振动传声器;所述特定相对位置关系使得主振动传声器拾取通过耦合振动方式传过来的使用者的语音信号和从空气中传播进来的外界环境噪声信号,辅振动传声器主要拾取从空气中传播进来的外界环境噪声信号,并且主振动传声器和辅振动传声器所拾取的从空气中传播进来的外界环境噪声信号具有相关性;

电子语音增强单元包括:语音检测模块、自适应滤波模块和后处理模块;其中,

语音检测模块,用于根据所述主振动传声器和辅振动传声器输出的声音信号确定所述自适应滤波模块的更新速度并输出控制参数;

自适应滤波模块,用于根据所述辅振动传声器输出的声音信号和所述语音检测模块输出的控制参数对所述主振动传声器输出的声音信号进行降噪滤波,并输出降噪滤波后的语音信号;

后处理模块,用于对所述自适应滤波模块输出的降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述主振动传声器由麦克风放在密闭的胶套中构成,并且麦克风的振膜与胶套之间设置有密闭空气腔;

所述辅振动传声器的结构与所述主振动传声器的结构相同。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述主振动传声器和辅振动传声器分别放置在传声器支杆的正反两面。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

主振动传声器和辅振动传声器之间有隔振处理结构。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述后处理模块包括:

单通道降噪子模块,用于统计出自适应滤波模块输出的降噪滤波后的语音信号中残留的平稳噪声的能量,并从自适应滤波模块输出的降噪滤波后的语音信号中减去这部分噪声能量,然后输出给语音高频增强子模块;

语音高频增强子模块,用于对单通道降噪子模块降噪处理后的语音信号进行高频成分的增强处理。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述语音检测模块,用于通过计算在低频范围内的主振动传声器输出的声音信号和辅振动传声器输出的声音信号的统计能量比值来确定所述控制参数;其中统计能量比值越大,所述控制参数的值越小,且所述控制参数的取值范围为0到1。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述语音检测模块,用于通过计算主振动传声器输出的声音信号和辅振动传声器输出的声音信号在每个频率子带的统计能量比值来确定每个频率子带的控制参数;其中频率子带的统计能量比值越大,该频率子带对应的控制参数的值越小,且每个频率子带对应的控制参数的取值范围为0到1。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述自适应滤波模块包括:自适应滤波器

和减法器 ;其中,

自适应滤波器,用于在所述控制参数的控制下对辅振动传声器输出的声音信号进行滤波,并输出给减法器 ;

减法器,用于将主振动传声器输出的声音信号与自适应滤波器输出的信号相减后输出降噪滤波后的语音信号,并且将该降噪滤波后的语音信号反馈给自适应滤波器。

9. 一种头戴式降噪通信耳机,其特征在于,该通信耳机包括语音信号传送端口和如权利要求 1-8 中任一项所述的语音增强装置 ;

所述语音信号传送端口,用于接收所述语音增强装置降噪后的语音信号,并传送给远端用户。

10. 根据权利要求 9 所述的头戴式降噪通信耳机,其特征在于,主振动传声器与耳机佩戴者头部直接耦合,以拾取佩戴者讲话时的语音信号,辅振动传声器与耳机佩戴者头部不直接耦合。

语音增强装置及头戴式降噪通信耳机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及语音信号处理技术领域,更为具体地,涉及一种送话端的语音增强装置和头戴式降噪通信耳机。

背景技术

[0002] 随着技术的进步和社会信息化程度的提高,人与人之间的通信交流方式也越来越快捷和方便,各种各样的通信设备和技术的广泛应用极大地方便了人们的生活和提高了工作效率。但是,伴随社会的发展而随之产生的噪声问题也严重影响到通信语音的清晰度和可懂度,当噪声高到一定程度时,不但通信根本就无法进行,而且会伤害到人的听力和身心健康。尤其是在一些特殊的地方,如机场、车站、大型工业工厂车间等场合,对通信的实时性和通信语音的清晰度和可懂度要求非常高,然而在这些特殊场合,外界噪声的强度往往都会达到 100 分贝以上,在这种极限噪声情况下进行送话,远端用户接受到的语音信号会完全被环境噪声淹没,根本得不到任何有用的信息。因此有必要在通信设备的送话端采取有效的语音增强方法来提高送话端语音的信噪比。

[0003] 目前常用的通信设备送话端的语音增强方法包括两大类,一类是采用单个或多个普通麦克风拾取信号,然后采用声学信号处理方法来达到语音增强的目的;另一类是采用特殊声学传声器,如近讲麦克风和振动传声器来达到有效拾取语音信号和抑制噪声的目的。

[0004] 单个麦克风语音增强一般称之为单通道谱减语音增强技术(参见中国发明专利申请公开说明书 CN1684143A, CN101477800A),这种技术一般通过对历史数据的分析来估计当前语音中噪声的能量,然后通过频谱相减的方法消除语音中的噪声来达到语音增强的目的。采用两个或多个麦克风组成的麦克风阵列语音增强技术(参见中国发明专利申请公开说明书 CN101466055A, CN1967158A)则通常是用一个麦克风接收到的信号作为参考信号,通过自适应滤波的方法实时的估计并抵消另外一个麦克风拾取信号中的噪声成分,保留语音成分,从而达到语音增强的目的。采用单个或多个普通麦克风的语音增强方法,其性能很大程度上依赖于对语音状态的检测和判断,否则不但不能很好的消除噪声,而且还会给语音信号带来较大的损伤。在低噪声环境中,对语音状态的检测和判断是可行和准确的,但在强噪声环境中,语音信号将会完全被噪声所淹没,在这种极低信噪比情况下,采用普通麦克风的语音增强技术将得不到较好效果或者根本无法适用。

[0005] 另一类是采用一些特殊的声学传声器,如近讲麦克风、振动传声器等,以在噪声环境下提高拾取语音信噪比,从而达到语音增强的目的。近讲麦克风又称之为降噪麦克风,是采用压差原理进行设计的麦克风,具有指向性和“近讲效应”,对噪声尤其是远场低频噪声有大约 15dB 左右的降噪效果,现在一般的话务耳机和一些专业通信领域的耳机较多采用近讲麦克风。振动传声器需要与振动面有较好耦合来拾取有用信号,对空气传导过来的噪声信号则有 20 ~ 30dB 的降噪效果。但近讲麦克风的降噪量有限并且不能有效抑制风噪声;振动传声器(参见中国实用新型专利说明书 CN2810077Y)虽然对噪声(包括风噪声)在全频

带有 20 ~ 30dB 的降噪量,但其频响特性差,不能有效拾取语音的高频信息,通话语音的自然度和可懂度不能保证,因此这两类特殊的声学传声器都不能较好应用于高强度噪声环境下的通信耳机。

实用新型内容

[0006] 鉴于上述问题,本实用新型的目的是提供一种能够有效结合振动传声器和声学信号处理技术的语音增强方案,用来提升高强度噪声环境下通信送话端的语音信噪比和语音质量。

[0007] 本实用新型公开了一种语音增强装置,该装置包括:声学语音增强单元和电子语音增强单元;其中,

[0008] 声学语音增强单元包括:具有特定相对位置关系的主振动传声器和辅振动传声器;所述特定相对位置关系使得主振动传声器拾取通过耦合振动方式传过来的使用者的语音信号和从空气中传播进来的外界环境噪声信号,辅振动传声器主要拾取从空气中传播进来的外界环境噪声信号,并且主振动传声器和辅振动传声器所拾取的从空气中传播进来的外界环境噪声信号具有相关性;

[0009] 电子语音增强单元包括:语音检测模块、自适应滤波模块和后处理模块;其中,

[0010] 语音检测模块,用于根据所述主振动传声器和辅振动传声器输出的声音信号确定所述自适应滤波模块的更新速度并输出控制参数;

[0011] 自适应滤波模块,用于根据所述辅振动传声器输出的声音信号和所述语音检测模块输出的控制参数对所述主振动传声器输出的声音信号进行降噪滤波,并输出降噪滤波后的语音信号;

[0012] 后处理模块,用于对所述自适应滤波模块输出的降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理。

[0013] 本实用新型还公开了一种头戴式降噪通信耳机,该通信耳机包括语音信号传送端口和如上所述的语音增强装置;

[0014] 所述语音信号传送端口,用于接收所述语音增强装置降噪后的语音信号,并传送给远端用户。

[0015] 由上述可见,在本实用新型的技术方案中,对送话端的语音在声学层面和电子层面分别进行了语音增强。具体来说:在声学层面上,声学语音增强单元利用具有特定相对位置关系的主振动传声器和辅振动传声器,分别拾取包括使用者的语音信号和外界环境噪声信号的第一语音信号和以外界环境噪声信号为主的第二声音信号,由于采用了振动传声器结构,因此在拾取时就能将外界噪声衰减 20 ~ 30dB,并且第一声音信号和第二声音信号的外界环境噪声具有高度的相关性,这为电子层面上的语音增强算法提供了较好的噪声参考信号;在电子层面上,电子语音增强单元中语音检测模块首先根据第一声音信号和第二声音信号,确定控制自适应滤波器更新速度的控制参数,然后自适应滤波模块根据第二声音信号和所述控制参数对所述第一声音信号进行降噪滤波得到信噪比较高的语音信号,最后由后处理模块对降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理,从而大大改善了送话端语音的可懂度和清晰度。可见通过上述的声学层面和电子层面的语音增强处理,最终能够在通信的送话端提供高达 40 ~ 50dB 的降噪量,极大地提高通信送话端的语

音信噪比,并较好地改善了送话端语音的自然度和可懂度,极大提高了高强度噪声环境下的语音信噪比和语音质量。

附图说明

- [0016] 图 1 为带有胶套的麦克风构成的振动传声器的结构示意图；
- [0017] 图 2a 为根据本实用新型的语音增强装置中装配在支杆上的主振动传声器的结构示意图；
- [0018] 图 2b 为根据本实用新型的语音增强装置中装配在支杆上的辅振动传声器的结构示意图；
- [0019] 图 3A 为主振动传声器与耳机佩戴者头部耦合位置的正面示意图；
- [0020] 图 3B 为主振动传声器与耳机佩戴者头部耦合位置的侧面示意图；
- [0021] 图 3C 为应用本实用新型的带有传声器支杆的耳机与佩戴者腮部耦合的效果示意图；
- [0022] 图 4 为本实用新型中电子层面语音增强的系统方框图；
- [0023] 图 5 为本方案的语音增强方法的具体流程示意图；
- [0024] 图 6 为本实用新型的语音增强装置的方框图；
- [0025] 图 7 为本实用新型的头戴式降噪通信耳机的方框图。
- [0026] 在所有附图中相同的标号指示相似或相应的特征或功能。

具体实施方式

- [0027] 以下将结合附图对本实用新型的具体实施例进行详细描述。
- [0028] 本实用新型的语音增强方案包括两大部分,第一部分是声学层面上进行语音增强,并为电子层面上的语音增强算法提供较好信噪比的主信号和与主信号具有高度相关性的噪声参考信号;第二部分是采用声学信号处理技术,进一步对信号进行语音增强处理,提高语音的信噪比,改善送话端语音的可懂度和舒适度。下面将对声学层面和电子层面上的语音增强技术方案分别进行阐述。
- [0029] 在声学层面上,本实用新型采用双振动传声器结构,主振动传声器和辅振动传声器具有相似的结构并且在空间位置上相互靠近,即主振动传声器和辅振动传声器具有特定相对位置关系。该特定相对位置关系使得主振动传声器拾取通过耦合振动方式传过来的使用者的语音信号和从空气中传播进来的外界环境噪声信号,而辅振动传声器主要拾取从空气中传播进来的外界环境噪声信号,并且分别从空气中传播进主振动传声器和辅振动传声器的外界环境噪声信号具有相关性。具体来说,主振动传声器与耳机佩戴者直接接触,通过耦合振动的方式有效拾取耳机佩戴者的语音信号,辅振动传声器不与耳机佩戴者直接接触,不耦合通过振动传过来的语音信号。对于空气中传播过来的噪声信号,主、辅振动传声器都会大约 20 ~ 30dB 的衰减,并且通过调整主、辅传声器的位置可以保证两个振动传声器拾取到的噪声信号有比较好的相关性。
- [0030] 在本实用新型的一个具体实施方式中,采用具有密闭胶套结构的麦克风作为振动传声器。图 1 为麦克风放在密闭胶套中构成振动传声器的结构示意图,如图 1 所示,麦克风(MIC)10 放置在密闭胶套 20 中,并且在麦克风 10 的振膜与胶套 20 之间保留一定的密闭空

气腔 30 以供声音信号通过。从空气当中传播过来的外界环境噪声因为要经过胶套 20 的衰减才能被麦克风 10 的振膜拾取到,所以噪声会被大大降低;而对于耦合在胶套 20 上表面的振动信号,胶套 20 表面的振动会直接导致密闭空气腔 30 体积的变化,从而引起麦克风 10 振膜的振动,所以胶套 20 上表面的振动信号会被麦克风 10 有效的拾取到。

[0031] 另外,带有胶套 20 的麦克风 10 在隔离外界噪声的同时必须有效耦合耳机佩戴者的语音信号,一般人讲话时,人头部的很多部分都会包含一定的语音振动信号(尤其是低频信息),而这其中又以喉部和腮部振动包含的语音频谱信息较丰富。因此,考虑到耳机的佩戴方便和美观,在本实用新型的一个优选实施方式中,设计如图 2a 和图 2b 所示的传声器支杆,支杆头部的正反两面各放置一个带有胶套的麦克风,分别称为主振动传声器 112 和辅振动传声器 114,其中主振动传声器 112 设置在贴近佩戴者面部的一面,辅振动传声器 114 设置在与主振动传声器 112 相背的另一面。主振动传声器 112 与耳机佩戴者头部的耦合位置可以有多种选择,图 3A 和图 3B 示出了主振动传声器与头部耦合的可能位置示意图,包括头顶 301、额部 302、腮部 303、鬓部 304、耳内 305、耳后 306、喉部 307 等,带有传声器支杆的耳机与佩戴者腮部耦合效果如图 3C 所示。主振动传声器 112 的胶套正面与耳机佩戴者的腮部保持较好的耦合,从而能较好拾取耳机佩戴者的语音信息。而辅振动传声器 114 不与人脸直接耦合,所以对耳机佩戴者语音信号不敏感。

[0032] 并且,采用如图 1 所示的胶套结构和如图 2a、图 2b 和图 3C 所示的支杆和耳机佩戴方式,能够保证主振动传声器 112 拾取到的是较好的语音信号和被衰减大约 20 ~ 30dB 的外界噪声信号,辅振动传声器 114 拾取到的主要是被衰减大约 20 ~ 30dB 的外界噪声信号,辅振动传声器 114 拾取到的较纯净的外界噪声信号可以为下一步电子层面的降噪提供较好的外界噪声参考信号。在空间上主振动传声器 112、辅振动传声器 114 距离相对较近,并有相似的胶套结构,保证泄露进两个胶套的外界噪声信号具有较好的相关性,以确保电子层面对噪声信号能够进一步降低。

[0033] 另外为了避免辅振动传声器 114 拾取到较多的振动语音信号,从而导致在电子层面损伤主振动传声器 112 中的语音信号,最好能够在主振动传声器 112、辅振动传声器 114 之间采取较好的隔振处理措施。在本实用新型的一个优选实施方式中,采用在主、辅传声器胶套之间增加一些垫片来达到隔振的目的。

[0034] 经过声学层面的语音增强后,主振动传声器 112 中信号的信噪比有了大约 20dB 提高,但还是不能满足在极限噪声情况下通信的要求。所以在本实用新型中,采用声学信号处理的技术进一步提高语音信号的信噪比,并改善通过振动拾取的语音信号的自然度和清晰度。

[0035] 需要说明的是,本实用新型中的振动传声器并不仅限于上述具有密闭胶套结构的麦克风,也可以采用现有的骨导传声器,或者采用普通的驻极体(ECM)麦克风增加特殊声学结构设计来达到类振动传声器的效果。本实用新型后续会针对采用普通麦克风加特殊声学结构设计来阐述。

[0036] 图 4 为对经过声学层面语音增强后的信号进行电子层面语音增强的系统方框图。如图 4 所示,电子层面的语音增强,主要包括语音检测模块 210、自适应滤波模块 220 和后处理模块 230,其中语音检测模块 210 用于根据主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 输出的声音信号确定自适应滤波模块 220 的更新速度并输出控制参数 α ;自适应滤波模块 220 则

根据辅振动传声器 114 输出的声音信号和语音检测模块 210 输出的控制参数 α 对主振动传声器 112 输出的声音信号进行降噪滤波,并输出降噪后的语音信号;后处理模块 230 用于对采用自适应滤波模块 220 输出的降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理。

[0037] 当存在语音信号时,主振动传声器 112 直接耦合佩戴者腮部的振动拾取到较大的语音信号;虽然辅振动传声器 114 不与腮部直接耦合,但因为其与佩戴者嘴部距离较近,当佩戴者大声讲话时,通过空气泄露而被辅振动传声器 114 拾取到的语音信号也不能够被忽略。这时如果把辅振动传声器 114 的信号直接作为滤波参考信号来更新自适应滤波器并进行滤波,将有可能对语音造成损伤,所以必须先由语音检测模块 210 根据主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 输出的声音信号确定自适应滤波模块 220 中自适应滤波器的更新速度,并输出表示控制自适应滤波器 221 更新速度的控制参数 α 。

[0038] 在本实用新型的一个具体实施方式中,控制参数 α 的值是采用计算在低频范围内主振动传声器 112 与辅振动传声器 114 的统计能量比值 P_ratio 来确定的,能量比值 P_ratio 越大表示主振动传声器 112 所拾取的声音信号中存在目标语音的比例越大, α 的值就越小,自适应滤波器的更新速度就越慢;反之,能量比值 P_ratio 越小则表示表示主振动传声器 112 所拾取的声音信号中存在目标语音的比例越小、存在环境噪声的比例越大, α 的值就越大,自适应滤波器 221 的更新速度就越快。低频范围是指 500Hz 以下的频率范围。 α 的取值范围为 $0 \leq \alpha \leq 1$,在本实用新型的一个优选实施方式中,设定 P_ratio 大于 10dB 时,认为主振动传声器 112 所拾取的声音信号全部为目标语音信号, $\alpha = 0$,自适应滤波器停止更新; P_ratio 小于 0dB 时,认为主振动传声器 112 所拾取的声音信号全部为环境噪声信号, $\alpha = 1$,自适应滤波器以最快速度更新。

[0039] 自适应滤波模块 220 包括一个自适应滤波器 221 和一个减法器 222,在本实用新型的一个具体实施方式中,采用一个阶长为 P ($P \geq 1$) 的 FIR 滤波器作为降噪滤波的自适应滤波器,滤波器的权值是 $\bar{w} = [w(0), w(1), \dots, w(P-1)]$,本实施方案 $P=64$,阶长主要取决于系统采样频率和主、辅传声器之间声学传递路径的复杂性。

[0040] 假设主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 所拾取并输出的声音信号分别为第一声音信号 $s1(n)$ 和第二声音信号 $s2(n)$,自适应滤波器 221 的输入信号为辅振动传声器 114 所拾取的声音信号 $s2(n)$,在控制参数 α 的更新速度控制下,自适应滤波器 221 滤波输出信号 $s3(n)$,减法器 222 将 $s3(n)$ 与主振动传声器 112 所拾取的声音信号 $s1(n)$ 相减得到噪声抵消后的信号 $y(n)$, $y(n)$ 反馈回自适应滤波器 221 进行滤波器权值的再次更新。

[0041] 自适应滤波器 221 的更新速度受控制参数 α 的控制,当 $\alpha = 1$,即 $s1(n)$ 、 $s2(n)$ 中全是噪声成分,自适应滤波器 221 快速收敛到噪声从辅振动传声器 114 到主振动传声器 112 的传递函数 H_noise ,使得 $s3(n)$ 与 $s1(n)$ 相同,抵消后的 $y(n)$ 很小,从而消除噪声。当 $\alpha = 0$,即 $s1(n)$ 、 $s2(n)$ 中全是目标语音成分,自适应滤波器停止更新,从而自适应滤波器不会收敛到语音从辅振动传声器 114 到主振动传声器 112 的传递函数 H_speech , $s3(n)$ 与 $s1(n)$ 不同,从而相减后的语音成分不会被抵消,输出 $y(n)$ 保留了语音成分。当 $0 < \alpha < 1$ 时,即主振动传声器 112 所拾取到的声音信号中同时有语音成分和环境噪声成分,这时自适应滤波器 221 的更新速度由语音成分和环境噪声成分的多少来控制,以保证消除噪声的同时

保留语音成分。

[0042] 另外,由于噪声从辅振动传声器 114 到主振动传声器 112 的传递函数 H_{noise} 与语音从辅传声器 114 到主振动传声器 112 的传递函数 H_{speech} 有相似性,因此即使自适应滤波器 221 收敛到 H_{noise} 仍然会对语音造成一定程度的损害,因此需要采用 α 来约束自适应滤波器 221 的权值。在本实用新型的一个具体实施方式中所做的约束是 $\alpha * \bar{w}$,当 $\alpha = 1$,即认为主振动传声器 112 所拾取到的声音信号中全是环境噪声成分,自适应滤波器 221 不做约束,环境噪声被完全消除;当 $\alpha = 0$,即认为主振动传声器 112 所拾取到的声音信号中全是语音成分,自适应滤波器 221 完全约束,语音完全保留;当 $0 < \alpha < 1$ 时,即认为主振动传声器 112 所拾取到的声音信号中同时有语音成分和环境噪声成分,自适应滤波器 221 部分约束,环境噪声部分消除而将语音完全保留,通过这种处理方式达到在降噪的同时很好地保护语音的效果。

[0043] 需要说明的是,虽然在上述具体实施方式中是利用时域自适应滤波器进行降噪,但本领域技术人员应当明了,在滤波时所采用的滤波器并不限于时域自适应滤波器,也可利用频域(子带)自适应滤波器降噪,进一步可通过主振动传声器 112 与辅振动传声器 114 的每个频率子带的统计能量比 P_{ratio_i} 得到每个频率子带的控制参数 α_i ,并独立控制频率自适应滤波器每个频率子带的更新。 i 为频率子带的标识,其中每个频率子带的统计能量比越大,该频率子带对应的 α_i 的值越小, α_i 的取值范围为 $0 \leq \alpha_i \leq 1$,即 α_i 的取值范围为 0 到 1。

[0044] 在本实用新型的一个优选实施方式中,后处理模块 230 包括单通道降噪子模块 231 和语音高频增强子模块 232。单通道降噪子模块 231 首先根据噪声平稳的特性统计出自适应滤波模块 220 的输出信号 $y(n)$ 中残留的平稳噪声的能量;另外,由于振动方式拾取到的语音信号高频能量较小,导致处理后的语音的清晰度和可懂度不高,因此再采用语音高频增强子模块 232 对经过单通道降噪子模块 231 做单通道降噪处理后的语音信号进行高频成分的增强,从而极大的改善输出语音信号的清晰度和可懂度,使得用户获得足够清晰的语音信号。

[0045] 在本实用新型的一个具体实施方式中,单通道降噪子模块 231 利用平滑平均的方法统计出噪声能量,并在信号 $y(n)$ 中减去这部分噪声能量,从而进一步降低自适应滤波模块 220 所输出的 $y(n)$ 中的噪声成分并保留其中的语音成分,以达到提高语音信号信噪比的效果。

[0046] 结合上述对本实用新型的技术方案的表述,图 5 为本方案提供的语音增强方法的具体流程示意图。如图 5 所示,本方案的语音增强方法包括如下步骤:

[0047] 首先,在步骤 S510 中,利用主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 分别拾取第一声音信号 $s1(n)$ 和第二声音信号 $s2(n)$,其中第一声音信号 $s1(n)$ 包括通过耦合振动方式传过来的使用者的语音信号和从胶套泄露进麦克风的外界环境噪声信号,第二声音信号 $s2(n)$ 主要为从胶套泄露进麦克风的外界环境噪声信号,并且由于振动传声器的位置设置使得第一声音信号 $s1(n)$ 和第二声音信号 $s2(n)$ 中的外界环境噪声信号具有相关性;

[0048] 在步骤 S520 中,根据第一声音信号 $s1(n)$ 和第二声音信号 $s2(n)$ 确定自适应滤波器的更新速度并输出控制参数 α , $0 \leq \alpha \leq 1$;

[0049] 在步骤 S530 中,根据第一声音信号 $s1(n)$ 、第二声音信号 $s2(n)$ 和所述控制参数

α 利用自适应滤波器对第一声音信号 $s1(n)$ 进行降噪处理；

[0050] 在 S540 中,进一步消除自适应滤波器进行降噪处理后的声音信号中残留的平稳噪声的能量；

[0051] 最后,在步骤 S550 中,对上述消除残留的平稳噪声的能量后的声音信号进行高频成分的增强。

[0052] 本方案的上述语音增强方法,采用软件和硬件组合的方式实现。

[0053] 图 6 示出了本实用新型的语音增强装置的逻辑结构示意图。如图 6 所示,本实用新型提供的语音增强装置包括声学语音增强单元 610 和电子语音增强单元 620。

[0054] 其中,声学语音增强单元 610 包括主振动传声器 112 和辅振动传声器 114。主振动传声器 112 用于拾取通过耦合振动方式传过来的使用者的语音信号和从空气中传播进来的外界环境噪声信号;辅振动传声器 114 用于拾取从空气中传播进来的外界环境噪声信号;并且分别从空气中传播进主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 的外界环境噪声信号具有相关性。

[0055] 电子语音增强单元 620 包括语音检测模块 210、自适应滤波模块 220 和后处理模块 230,其中,语音检测模块 210 用于根据所述主振动传声器 112 和辅振动传声器 114 输出的声音信号确定所述自适应滤波模块 220 的更新速度并输出控制参数 α ;自适应滤波模块 220 根据所述辅振动传声器 114 输出的声音信号和所述语音检测模块 210 输出的控制参数 α 对所述主振动传声器 112 输出的声音信号进行降噪滤波,并输出降噪滤波后的语音信号;所述后处理模块 230 用于对所述自适应滤波模块 220 输出的降噪滤波后的语音信号做进一步的降噪和语音高频增强处理。

[0056] 这里需要说明的是：

[0057] 当自适应滤波器 221 为时域自适应滤波器时:语音检测模块 210,用于通过计算在低频范围内的主振动传声器 112 输出的声音信号和辅振动传声器 114 输出的声音信号的统计能量比值来确定自适应滤波器 221 的控制参数;其中统计能量比值越大,所述控制参数的值越小,且所述控制参数的取值范围为 0 到 1;

[0058] 当自适应滤波器 221 为频域自适应滤波器时:语音检测模块 210,用于通过计算主振动传声器 112 输出的声音信号和辅振动传声器 114 输出的声音信号在每个频率子带的统计能量比值来确定每个频率子带的控制参数 α_i ;其中频率子带的统计能量比值越大,该频率子带对应的控制参数 α_i 的值越小,且每个频率子带对应的控制参数 α_i 的取值范围为 0 到 1。

[0059] 语音增强装置各组成结构间的具体工作流程与前述对图 4 以及图 5 中所表述的工作流程完全相同,在此不再赘述。

[0060] 图 7 示出了具有根据本实用新型的语音增强装置的头戴式降噪通信耳机的方框图。

[0061] 如图 7 所示,所述头戴式降噪通信耳机包括语音信号传送端口 701 以及如图 6 所示的所述语音增强装置,其中语音信号传送端口 701 用于把近端语音信号传送到远端用户,即接收采用语音增强装置降噪后的语音信号,然后采用有线或者是无线的方式发送给远端用户。所述语音增强装置的各个组成部件的功能及其描述与上面针对图 4 以及图 6 进行的描述完全相同,在此不再进行描述。

[0062] 综合来讲,本实用新型的方案能够从声学层面和电子层面消除环境噪声,极大提高高强度噪声环境下语音信噪比和语音质量原因如下:

[0063] 1)双振动传声器能有效隔离外界从空气中传播过来的噪声;并且对于泄露进来的噪声,因为主、辅振动传声器具有相似的结构和相互靠近的空间位置,所以泄露进主、辅振动传声器的外界噪声信号具有很好的相关性。

[0064] 2)对于耳机佩戴者讲话时的有用的语音信号,因为主振动传声器是直接和人的头部耦合的,而且主、辅振动传声器之间较好隔离,所以主振动传声器能较好拾取耳机佩戴者的振动语音信号,而辅振动传声器只能拾取泄露进来的语音信号。

[0065] 3)经过声学层面的语音增强,得到较高信噪比的语音信号和较纯净的外界噪声参考信号,在电子层面采用自适应噪声消除技术和单通道语音增强技术进一步提高语音信号的信噪比。

[0066] 4)在电子层面对经过语音增强后的语音信号进行高频成分的增强,从而极大的改善输出语音信号的清晰度和可懂度,使得用户获得足够清晰的语音信号。

[0067] 5)与采用近讲麦克风作为送话器的通信耳机相比,本实用新型对噪声的方向性和所处位置不敏感,对近、远场的各个方向的噪声都有稳定的降噪量,而且对风噪声也有较好的降噪效果。

[0068] 如上参照附图以示例的方式描述根据本实用新型的语音增强装置和降噪耳机。但是,本领域技术人员应当理解,对于上述本实用新型所提出的语音增强装置和降噪耳机,还可以在不脱离本实用新型内容的基础上做出各种改进。因此,本实用新型的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

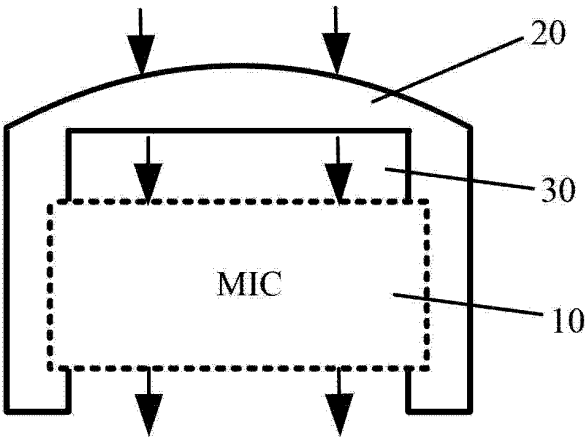


图 1

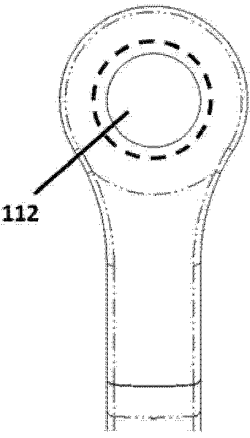


图 2a

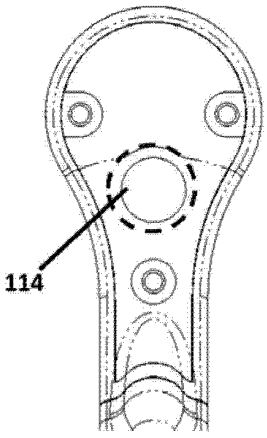


图 2b

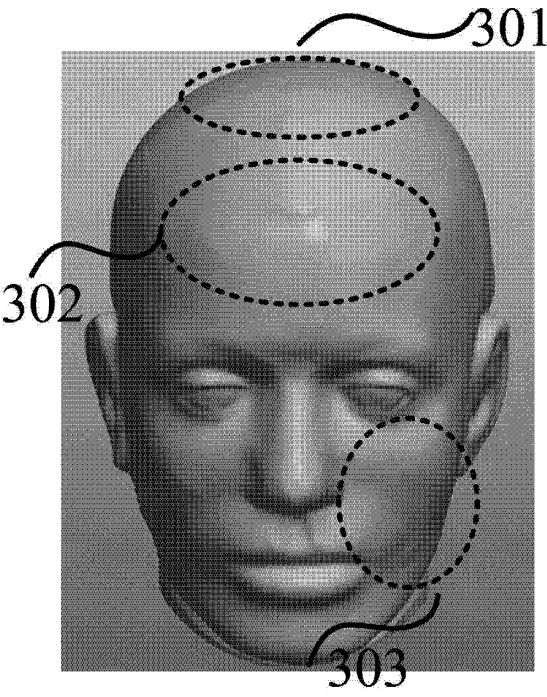


图 3A

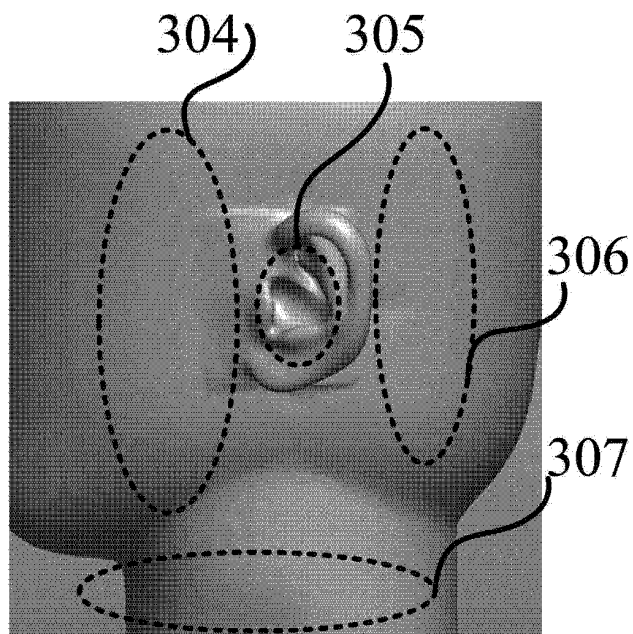


图 3B

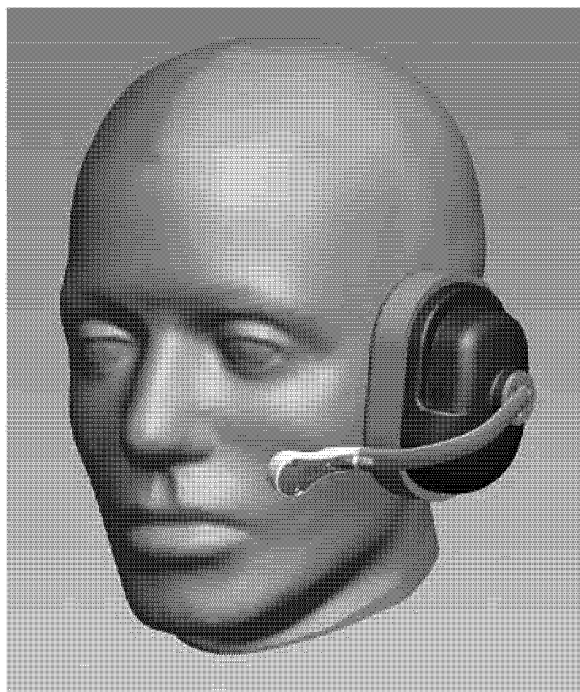


图 3C

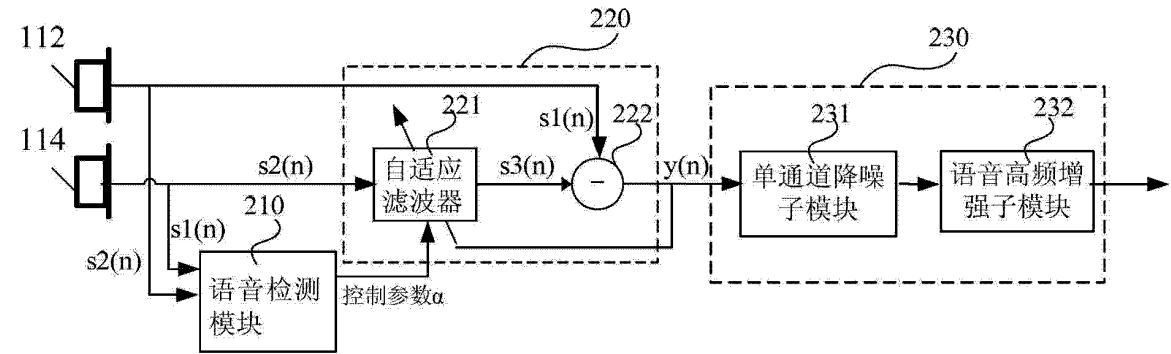


图 4

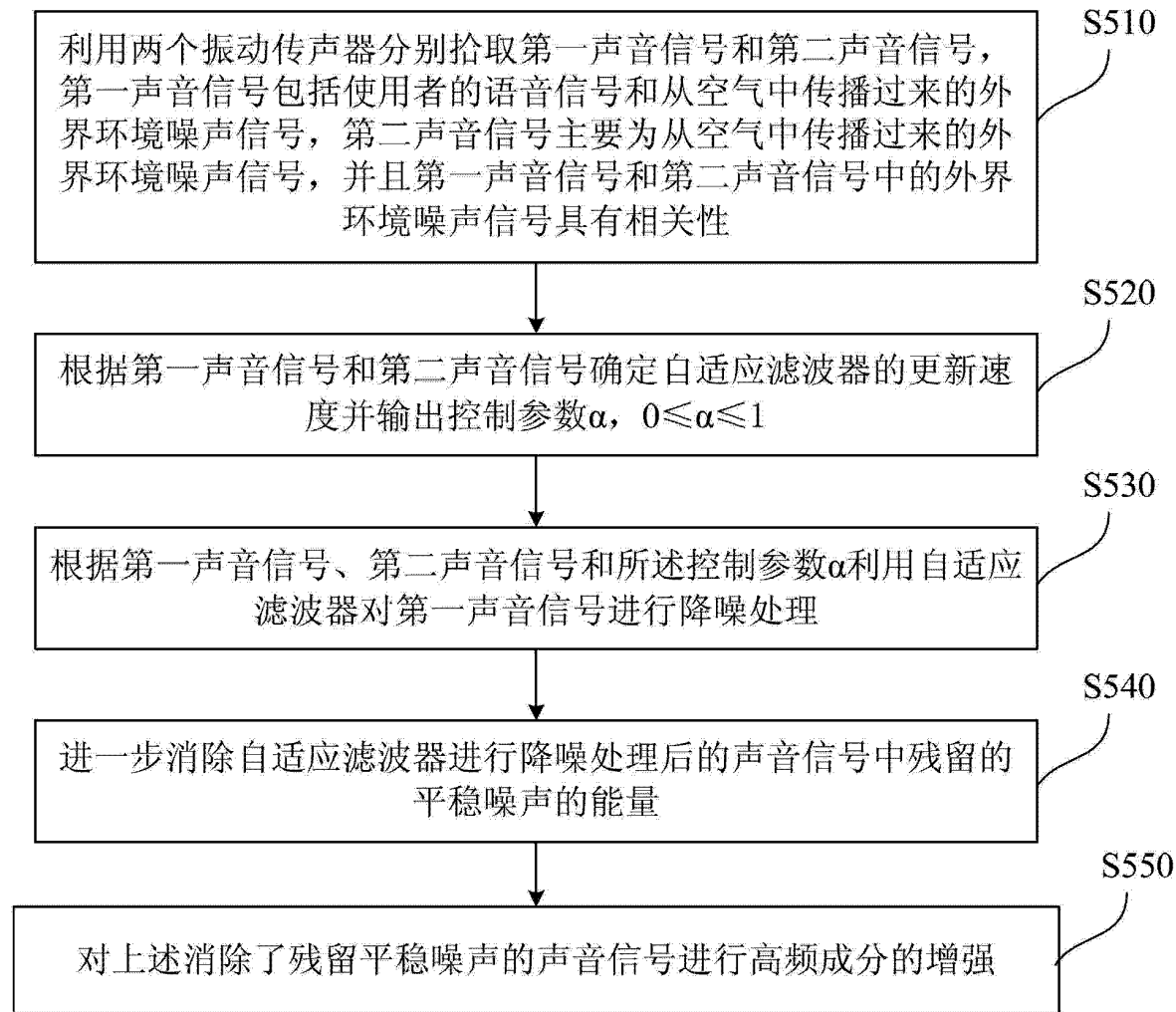


图 5

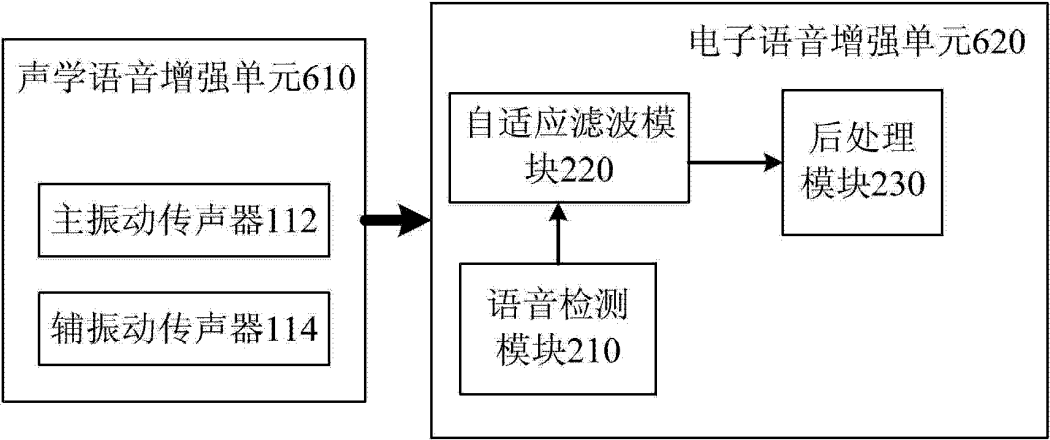


图 6

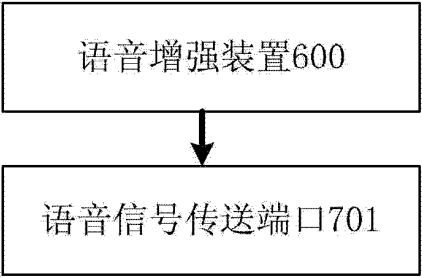


图 7