

证书号第2529775号



# 发明专利证书

发明名称：一种双耳助听器语音增强方法

发明人：梁瑞宇；唐闰臣；王青云；房徐琪；仇晓梅；吕晓敏；马安骏

专利号：ZL 2014 1 0295526.7

专利申请日：2014年06月26日

专利权人：南京工程学院

授权公告日：2017年06月23日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月26日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104038880 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201410295526. 7

(22) 申请日 2014. 06. 26

(71) 申请人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁科学园弘景  
大道 1 号

(72) 发明人 梁瑞宇 唐闰臣 王青云 房徐琪  
仇晓梅 吕晓敏 马安骏

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

H04R 25/00(2006. 01)

G10L 21/034(2013. 01)

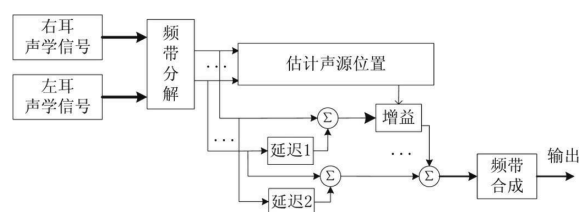
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

### (54) 发明名称

一种双耳助听器语音增强方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种双耳助听器语音增强方法,该方法包括以下步骤:拾取双耳声学信号;将双耳声学信号分别进行频带分解,得到子带声学信号;计算双耳子带声学信号的联合特征,估计声源所在位置;分别延迟左耳和右耳的子带声学信号,并与不延迟的右耳和左耳的子带声学信号相减或相加,增强指定方向声音;根据噪声源位置,自适应调节延迟参数,抑制噪声信号,得到增强的语音信号。该方法可实现语音信号的方向性增强,并保留语音的自然度。



1. 一种双耳助听器语音增强方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤一:拾取双耳声学信号,得到左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$ ;

步骤二:频带分解:将左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$  分别通过滤波器的各通道进行频带分解,得到左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  和右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$ ,其中  $i$  表示滤波器通道数;

步骤三:声源定位:估计声源所在位置,用平面角  $\theta^{(i)}$  表示;

步骤四:子带声学信号延迟:

延迟1:将左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{rl}^{(i)}$ ;

延迟2:将右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{lr}^{(i)}$ ;

其中, $t$  表示声音经过双耳间距所对应的时间,  $t = \frac{d}{c}$ ,  $d$  表示双耳间距,  $c$  表示声音传播速度;

步骤五:增益:根据声源位置,调节增益参数  $w^{(i)} = -\frac{1 + \cos \theta^{(i)}}{1 - \cos \theta^{(i)}}$ , 依次输出  $i$  个通道的

子带声学信号  $y^{(i)} = w^{(i)} \cdot s_{rl}^{(i)} - s_{lr}^{(i)}$ ;

步骤六:频带合成:合成来自各通道的子带声学信号  $y^{(i)}$ ,得到增强后的语音信号  $y = y^{(1)} + y^{(2)} + y^{(3)} + \dots + y^{(i)}$ 。

2. 根据权利要求1所述的双耳助听器语音增强方法,其特征在于,所述声源定位方法包括如下步骤:

1) 分通道计算双耳标准互相关值;

2) 提取有效时间段:设定双耳标准互相关值的峰值门限  $\delta_t$ ,选取双耳标准互相关值大于  $\delta_t$  的时间片段;

3) 计算联合特征:在所述时间片段内,分别计算人耳最敏感通道的互相关均值  $\overline{\tau_1}$  和其它通道的互相关均值  $\overline{\tau_2}$ ;

4) 提取到达时间差:将  $\overline{\tau_1}$  乘以比例系数  $\beta$  后与  $\overline{\tau_2}$  进行叠加,通过设定叠加值的门限  $\delta_c = 1 + \beta / 2$ ,得到超过  $\delta_c$  的通道采样位置  $j$ ,即  $j = \{i | \max(\beta \overline{\tau_1} + \overline{\tau_2}) > \delta_c\}$ ,则声音

到达双耳的时间差为  $\Delta t = \frac{j}{f_s} \cdot c$ , 其中,  $c$  表示声音传播速度,  $f_s$  表示采样频率;

5) 计算声源位置:用于表示声源位置的平面角  $\theta^{(i)} \approx \frac{x}{2} + \frac{x^3}{96} + \frac{x^5}{1280}$ ,  $x = \frac{c \cdot \Delta t}{d \cdot \alpha_f}$ , 其中,  $d$

表示双耳间距,  $\alpha_f$  表示与声源发出的声音信号频率相关的尺度因子。

3. 根据权利要求 2 所述的双耳助听器语音增强方法, 其特征在于, 所述滤波器采用 24 通道的伽马通滤波器。

4. 根据权利要求 3 所述的双耳助听器语音增强方法, 其特征在于, 所述人耳最敏感通道为滤波器的第 12 ~ 16 通道。

5. 根据权利要求 2 所述的双耳助听器语音增强方法, 其特征在于, 所述双耳标准互相关值的峰值门限  $\delta_t$  的取值范围为 0.92 ~ 0.99。

6. 根据权利要求 2 所述的双耳助听器语音增强方法, 其特征在于, 所述比例系数  $\beta$  的取值范围为 0.45 ~ 0.55。

7. 根据权利要求 2 所述的双耳助听器语音增强方法, 其特征在于, 所述尺度因子  $\alpha_f$  的取值范围为 1.2 ~ 1.7。

## 一种双耳助听器语音增强方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种音频信号处理方法,特别是涉及一种双耳助听器语音增强方法。

### 背景技术

[0002] 即使在“鸡尾酒会”环境下,人类听觉系统也可以出色地辨识不同说话人位置,并有选择的关注有用声音。而由于生理功能退化或生理缺陷,听障患者极易受干扰声源影响,无法关注有用声音。目前,助听器是轻-重度听障患者的最有效的听力干预和康复设备。最新研究表明,在存在干扰源的情况下,佩戴助听器所带来的听觉能力改善程度,仍然是影响听障患者选择助听器的关键因素。

[0003] 在提高听障患者在干扰源下的语言可懂度方面,方向性语音增强是一个有效途径。在助听器设计中,常使用方向性麦克风实现方向性增强。但是,采用方向性麦克风的助听器通常假定使用者正前方的声音是有用声音,侧方和后方的声音是噪声。因此,佩戴这种助听器的患者必须时刻面向声源方向,因此其技术存在一定局限性,从而影响听障患者的助听器使用满意度。

[0004] 由此可见,为了解决目前语音增强存在的问题,相关领域技术人员莫不费尽心思来谋求解决之道,但长久以来一直未见适用的方法被发展完成,而现有的技术又不能适切的解决上述问题,此显然是相关业者急欲解决的问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术中的不足,提供一种双耳助听器语音增强方法,解决现有技术中听障患者受干扰声源影响,无法关注有用声音的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种双耳助听器语音增强方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤一:拾取双耳声学信号,得到左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$ ;

[0008] 步骤二:频带分解:将左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$  分别通过滤波器的各通道进行频带分解,得到左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  和右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$ , 其中  $i$  表示滤波器通道数;

[0009] 步骤三:声源定位:估计声源所在位置,用平面角  $\theta^{(i)}$  表示;

[0010] 步骤四:子带声学信号延迟:

[0011] 延迟 1:将左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{rl}^{(i)}$ ;

[0012] 延迟 2:将右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{lr}^{(i)}$ ;

[0013] 其中,  $t$  表示声音经过双耳间距所对应的时间,  $t = \frac{d}{c}$ ,  $d$  表示双耳间距,  $c$  表示声音传播速度;

[0014] 步骤五:增益:根据声源位置,调节增益参数  $w^{(i)} = -\frac{1 + \cos \theta^{(i)}}{1 - \cos \theta^{(i)}}$ , 依次输出  $i$  个通道的子带声学信号  $y^{(i)} = w^{(i)} \cdot s_{rl}^{(i)} - s_{lr}^{(i)}$ ;

[0015] 步骤六:频带合成:合成来自各通道的子带声学信号  $y^{(i)}$ , 得到增强后的语音信号  $y = y^{(1)} + y^{(2)} + y^{(3)} + \dots + y^{(i)}$ 。

[0016] 所述声源定位方法包括如下步骤:

[0017] 1) 分通道计算双耳标准互相关值;

[0018] 2) 提取有效时间段:设定双耳标准互相关值的峰值门限  $\delta_t$ , 选取双耳标准互相关值大于  $\delta_t$  的时间片段;

[0019] 3) 计算联合特征:在所述时间片段内,分别计算人耳最敏感通道的互相关均值  $\overline{\tau_1}$  和其它通道的互相关均值  $\overline{\tau_2}$ ;

[0020] 4) 提取到达时间差:将  $\overline{\tau_1}$  乘以比例系数  $\beta$  后与  $\overline{\tau_2}$  进行叠加,通过设定叠加值的门限  $\delta_c = 1 + \beta/2$ , 得到超过  $\delta_c$  的通道采样位置  $j$ , 即  $j = \{i | \max(\beta \overline{\tau_1} + \overline{\tau_2}) > \delta_c\}$ , 则

声音到达双耳的时间差为  $\Delta t = \frac{j}{f_s} \cdot c$ , 其中,  $c$  表示声音传播速度,  $f_s$  表示采样频率;

[0021] 5) 计算声源位置:用于表示声源位置的平面角  $\theta^{(i)} \approx \frac{x}{2} + \frac{x^3}{96} + \frac{x^5}{1280}$ ,  $x = \frac{c \cdot \Delta t}{d \cdot \alpha_f}$ , 其

中,  $d$  表示双耳间距,  $\alpha_f$  表示与声源发出的声音信号频率相关的尺度因子。

[0022] 所述滤波器采用 24 通道的伽马通滤波器。

[0023] 所述人耳最敏感通道为滤波器的第 12 ~ 16 通道。

[0024] 所述双耳标准互相关值的峰值门限  $\delta_t$  的取值范围为 0.92 ~ 0.99。

[0025] 所述比例系数  $\beta$  的取值范围为 0.45 ~ 0.55。

[0026] 所述尺度因子  $\alpha_f$  的取值范围为 1.2 ~ 1.7。

[0027] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果是:根据噪声源位置,自适应调节延迟参数,抑制噪声信号,得到增强的语音信号,可实现语音信号的方向性增强,并保留语音的自然度;算法计算量低,易于实现,适合助听器等低功耗器件实现。

## 附图说明

[0028] 图 1 为本发明所述的双耳语音增强方法的原理图。

[0029] 图 2 为本发明所述的声源定位方法的原理图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0031] 如图 1 所示,双耳助听器语音增强方法,包括以下步骤:

[0032] 步骤一:拾取双耳声学信号,得到左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$ ;

[0033] 步骤二:频带分解:将左耳声学信号  $s_l$  和右耳声学信号  $s_r$  分别通过滤波器的各通道进行频带分解,得到左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  和右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$ , 其中  $i$  表示滤波器通道数,此处,滤波器采用 24 通道的伽马通滤波器,则  $i \in [1, 24]$ ,滤波器的时域表示为  $g(t) = t^{n-1} e^{-2\pi b t} \cos(2\pi f t + \phi)$ ,  $t \geq 0$ , 这里,  $\phi$  代表相位,  $b$  代表带宽,  $n$  是滤波器阶数(取值为 4),  $f$  为中心频率。

[0034] 步骤三:声源定位:估计声源所在位置,用平面角  $\theta^{(i)}$  表示。

[0035] 步骤四:子带声学信号延迟:

[0036] 延迟 1:将左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{rl}^{(i)}$ 。

[0037] 延迟 2:将右耳子带声学信号  $s_r^{(i)}$  延迟  $t$  秒,并与不延迟的左耳子带声学信号  $s_l^{(i)}$  相减得到叠加的声学信号  $s_{lr}^{(i)}$ 。

[0038] 其中,  $t$  表示声音经过双耳间距所对应的时间,  $t = \frac{d}{c}$ , 表示双耳间距,  $c$  表示声音传播速度,  $c = 340$  米/秒。

[0039] 步骤五:增益:根据声源位置,调节增益参数  $w^{(i)} = -\frac{1 + \cos \theta^{(i)}}{1 - \cos \theta^{(i)}}$ , 依次输出  $i$  个通

道的子带声学信号  $y^{(i)} = w^{(i)} \cdot s_{rl}^{(i)} - s_{lr}^{(i)}$ 。

[0040] 步骤六:频带合成:合成来自各通道的子带声学信号  $y^{(i)}$ , 得到增强后的语音信号  $y = y^{(1)} + y^{(2)} + y^{(3)} + \dots + y^{(i)}$ 。

[0041] 如图 2 所示,声源定位方法包括如下步骤:

[0042] 1) 分通道计算双耳标准互相关值  $\tau_{lr}^{(i)}(t, j) = \frac{a_{lr}^{(i)}(t, j)}{\sqrt{a_{ll}^{(i)}(t, j) a_{rr}^{(i)}(t, j)}}$ 。

[0043] 其中:  $a_{lr}^{(i)}(t, j) = \alpha x_l^{(i)}(t - \max(j, 0)) x_r^{(i)}(t - \max(-j, 0)) + (1 - \alpha) a_{lr}^{(i)}(t-1, j)$ ,

[0044]  $a_{ll}^{(i)}(t, j) = \alpha x_l^{(i)}(t - \max(j, 0)) x_l^{(i)}(t - \max(-j, 0)) + (1 - \alpha) a_{ll}^{(i)}(t-1, j)$ ,

[0045]  $a_{rr}^{(i)}(t, j) = \alpha x_r^{(i)}(t - \max(j, 0)) x_r^{(i)}(t - \max(-j, 0)) + (1 - \alpha) a_{rr}^{(i)}(t-1, j)$ 。

[0046] 2) 提取有效时间段:设定双耳标准互相关值的峰值门限  $\delta_t$ , 选取双耳标准互相关值大于  $\delta_t$  的时间片段,  $\delta_t$  的取值范围是  $0.92 \sim 0.99$ , 优选  $\delta_t = 0.95$ 。

[0047] 3) 计算联合特征:在时间片段内,分别计算人耳最敏感通道的互相关均值  $\overline{\tau_1}$  和其它通道的互相关均值  $\overline{\tau_2}$ , 对于 24 通道的伽马通滤波器,人耳最敏感通道为滤波器的第

12 ~ 16 通道, 因此  $\overline{\tau_1} = \frac{1}{5} \sum_{i=12}^{16} \tau_{l,r}^{(i)}(t, j)$ ,  $\overline{\tau_2} = \frac{1}{19} \sum_{i \in [12, 16]} \tau_{l,r}^{(i)}(t, j)$ 。

[0048] 4) 提取到达时间差: 将  $\overline{\tau_1}$  乘以比例系数  $\beta$  后与  $\overline{\tau_2}$  进行叠加, 比例系数  $\beta$  的取值范围为 0.45 ~ 0.55, 优选 0.5, 通过设定叠加值的门限  $\delta_c = 1 + \beta/2$ , 得到超过  $\delta_c$  的通道采样位置  $j$ , 即  $j = \{i \mid \max(\beta \overline{\tau_1} + \overline{\tau_2}) > \delta_c\}$ , 则声音到达双耳的时间差为  $\Delta t = \frac{j}{f_s} \cdot c$ , 其中,  $c$  表示声音传播速度,  $c = 340$  米 / 秒,  $f_s$  表示采样频率。

[0049] 5) 计算声源位置: 用于表示声源位置的平面角  $\theta^{(i)} \approx \frac{x}{2} + \frac{x^3}{96} + \frac{x^5}{1280}$ ,  $x = \frac{c \cdot \Delta t}{d \cdot \alpha_f}$ , 其

中,  $d$  表示双耳间距,  $\alpha_f$  表示与采样频率  $f_s$  相关的尺度因子,  $\alpha_f$  的取值范围是 1.2 ~ 1.7, 优选  $\alpha_f = 1.5$ 。

[0050] 本发明根据噪声源位置, 自适应调节延迟参数, 抑制噪声信号, 得到增强的语音信号, 可实现语音信号的方向性增强, 并保留语音的自然度, 具有算法计算量低, 易于实现的优点, 适合助听器等低功耗器件实现。

[0051] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和变形, 这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。



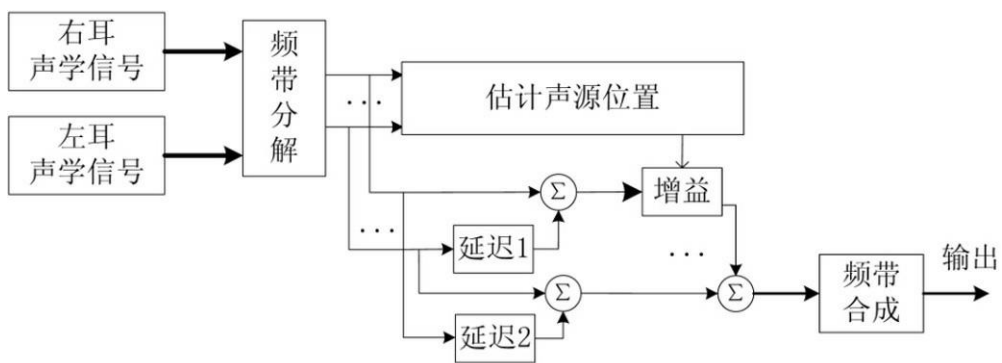


图 1

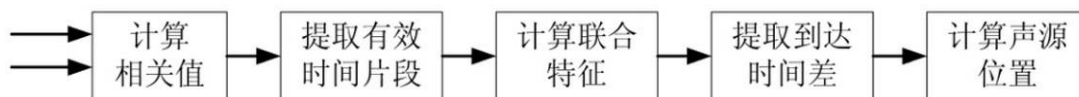


图 2