



(10) 授权公告号 CN 113068112 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 14

(21) 申请号 202110226269.1

(22) 申请日 2021.03.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113068112 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(73) 专利权人 深圳市悦尔声学有限公司

地址 518000 广东省深圳市龙岗区龙岗街
道新生社区仙田路18号

(72) 发明人 何敏 王鹏 戴伟彬 陈光勤

(74) 专利代理机构 深圳市华盈知识产权代理事

务所(普通合伙) 44543

专利代理师 王松柏

(51) Int. Cl.

H04S 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2008279401 A1, 2008.11.13

CN 105872940 A, 2016.08.17

US 2016373877 A1, 2016.12.22

张卫波等. 虚拟制造系统中立体声音的合成
方法研究. 《现代制造工程》. 2005, (第06期), 第
40-42页.

审查员 何德超

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

声场重现中仿真系数向量信息的获取算法
及其应用

(57) 摘要

本发明属于耳机技术领域, 提供了一种声场
重现中仿真系数向量信息的获取算法及其应用。
所述声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,
采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围
插值平滑过渡相结合的算法, 应用的声场范围更
大, 可以达到-105度~+105度, 有更大的声场动
态范围和高仿真效果。本发明的算法, 既保证了
真实性, 也实现了平滑过渡; 基于最小二乘-多项
式拟合的系数估计算法, 可以实现更小粒度的平
滑。

1. 一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,其特征在于:采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法,具体包括以下步骤:

(1) 大角度范围的离散工程测量,采用头部相关传递函数的测量方法,在-105~+105度范围内,从初始零位开始,以15度为测量步长,测得测量步长节点的滤波器参数再由数字信号处理软件拟合出参数型级联的多段滤波器,并将所述滤波器参数以测量的角度为单位保存,供出现从一种拓扑类型衍化到另一种拓扑类型的节点时角度切换时调用,作为小角度范围插值平滑过渡的起算数据;

(2) 小角度范围插值平滑过渡,采用插值算法,在每个15度测量步长的扇形区间内,再等间隔采样,采用基于最小二乘法-多项式拟合的逼近算法,估计出多项式系数;通过系数拟合估计滤波器参数,可以对角度变化实现连续的平滑过渡;当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数,然后通过系数拟合估计滤波器参数;结合对应扇形区域、滤波器的频段号、滤波器拓扑类型信息获得多项式拟合出的仿真系数向量组;

步骤(2)中所述插值算法,具体步骤如下:在-105~+105度范围内,对每个15度测量步长的扇形区间,从初始零位开始区分左右编成L_0~L_6,R_0~R_6索引号,以每个扇形区间的每级滤波器的拓扑类型-type为基准参数,对中心频率-f₀、增益-gain、抬升增益-boost、品质因数-Q参数分别进行二阶多项式拟合输出相应的系数;当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数;

所述的二阶多项式拟合,具体如下:

$$y=a_0+a_1 \cdot x+a_2 \cdot x^2$$

其中:

x:为测得的角度值;

y:为需要获得的滤波器参数,为f₀、gain、boost、Q中的任意一个;

其中a₀,a₁,a₂为多项式系数;

A=[a₀,a₁,a₂]^T,表示需要估计出的多项式系数向量;其中T为滤波器拓扑类型;

步骤(2)中所述拟合出的仿真系数向量组包括以下7个维度:

$$\text{coeff}=[\text{bin_num},\text{band_num},\text{fil_T},\text{A_f0},\text{A_Q},\text{A_boost},\text{A_gain}]$$

其中:

bin_num,表示扇形区域的编号,即:L_0~L_6,R_0~R_6,共14个元素;

band_num,表示多段滤波器的频段号;选用最多级数,作为参考编号;为band1~band12,即12个元素;

fil_T,表示滤波器拓扑类型;包括3个滤波器拓扑类型元素:

highshelf--高架滤波器,对应编码:1;

lowshelf--低架滤波器,对应编码:2;

peak--峰值滤波器,对应编码:3;

A_f0,A_Q,A_boost,A_gain,分别对应滤波器的中心频率-f₀,品质因数-Q值,抬升增益-boost,和增益-gain对应的系数向量,各3个元素,即:

$$A=[a_0,a_1,a_2]^T;$$

步骤(1)中所述滤波器参数包括基准参数拓扑类型-type,和中心频率-f₀、增益-gain、抬升增益-boost、品质因数-Q参数;

步骤(2)中所述拟合出的仿真系数向量组为7维系数向量。

2. 根据权利要求1所述的声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,其特征在于:步骤(1)中,所述从一种拓扑类型衍化到另一种拓扑类型的节点,通过观察相邻扇形区域连接点多段滤波器的波形变化,如果确认某一段波形的拓扑结构已经从一种形式转换到另一种形式,则可确定在某个扇形区域内是否存在奇异点,再通过在该扇形区域内等间隔采样的办法,进一步缩小和估计出奇异点可能所在的范围区间。

3. 权利要求1~2任一项所述声场重现中仿真系数向量信息的获取算法在声场重现头戴设备中应用。

声场重现中仿真系数向量信息的获取算法及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于耳机技术领域,尤其涉及一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法及其应用。

背景技术

[0002] HRTF (Head Related Transfer Function, 头部相关传递函数), 是一种音效定位算法, 目前已初步应用到头戴耳机领域。

[0003] 围绕如何更准确的获得头部相关传递函数 (HRTF), 采取的一些测量或仿真方法。目前 SONY 公司的专利公开了一种 HRTF 测量方法、HRTF 测量装置和程序专利 (申请号 201780075539.5), 该专利可以实现 HRTF 测量装置显示表示用户应面对的目标方向的图像。在用户的正面方向与目标方向匹配的情况下, HRTF 测量装置通过扬声器输出测量声音并且基于由佩戴在用户耳朵上的麦克风获取的测量声音的结果来测量 HRTF。该专利技术的重点是基于参考图像的方法, 可以获得具有个体差异的头部相关传递函数; 本技术可以应用于例如测量头部相关传递函数等的装置, 针对个体差异的 HRTF 测量技术, 旨在针对每个人的个体声学结构差异引起的频响差异, 进行个性化测量, 使声场回放更逼真。但因为批量采集信息难以实现, 所以很难大规模的应用在相关产品上。

[0004] 关于基于 HRTF 技术的应用, 目前应用集中在两个方面: 一为录音重放; 一为以头戴式耳机为载体的环绕音效重现技术。目前哈曼公司公开了一种具有头部跟踪的双耳头戴式耳机呈现 (申请号 201611243763.4), 该发明公开一种可增强由头戴式耳机和其他声音系统发出的声音的再现的声音增强系统 (SES)。所述 SES 通过模拟期望的声音系统而不包括通常与声音系统模拟相关联的不想要的伪像来改进声音再现。所述 SES 借助于通过从直接和间接头部相关传递函数 (HRTF) 导出的一组一个或多个双耳呈现滤波器变换声音系统输出来促进此类改进。所述双耳呈现滤波器的参数基于佩戴所述头戴式耳机的用户的头部跟踪角度来更新, 以便呈现稳定的立体声像。所述头部跟踪角度可根据从安装在头戴式耳机组件中的数字陀螺仪获得的传感器数据来确定。该技术方案在 -45° ~ $+45^{\circ}$ 范围内, 采用限定坡型滤波器 (shelf filter) 和陷波滤波器 (notch filter) 两种拓扑结构类型和数量, 根据陀螺仪采集的角度信息, 固定中心频率不变, 只更新增益和延时 2 个参数, 以此提高滤波器切换的平滑性, 避免听觉上的“咔哒”声, 算法实现简单, 容易实现滤波器的平滑切换, 计算量小, 在计算资源有限的情况下, 工程上也容易实现。但是其缺点是这一切换算法和策略与实际声音的传播特性相差较大, 听感上与实际的声场特性会有一定差别; 主要原因是声源传播到人耳 (或仿真人头, 实际测量 HRTF 时多用仿真耳) 的传播特性, 其频响曲线是较复杂的, 要用 10 几段级联的滤波器才能逼近。y 为准确描述滤波器的波形特征, 其相关参数, 除前文提到的中心频率和增益外, 通常还包括滤波器的拓扑类型、抬升增益、品质因数等多个参数。这些参数在声源发生角度或位置变化时, 通常都会跟随变化, 特别是大角度变化时, 这些参数变化会很剧烈, 呈现非线性变化特点, 在实际中会出现若干“奇异点”, 是不连续和非线性的, 上述两种滤波器的拓扑结构在克服“奇异点”方面效果并不理想。例如滤波器拓扑

类型,由一种类型衍化到另一种类型,这些非线性变化特点,是影响听感的重要因素。并且该专利记述的技术方案主要应用于-45度~+45度范围内,而在用户实际佩戴使用双耳头戴式耳机过程中,头部及其上半身配合的转动幅度经常在-45度~+45度范围以外,所以上述专利公开的音效切换方案在重现声场音效的真实感受上是有较大局限的。

[0005] 目前声场重现中,多是用耳机模仿一定距离和角度的外部声源,如扬声器在声场变化下的环绕声效果。在获得环绕音效体验的同时,由于距离和角度变化带来频率响应的显著变化,同时也失去了原有耳机高保真音频的效果,不能不说是一种遗憾。本发明声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,弥补了现有技术中在小幅度角度幅度内进行系数拟合的缺陷。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法及其应用,旨在解决目前在高仿真声场重现过程中,在小幅度角度幅度内进行系数拟合的缺陷。

[0007] 本发明实施例是这样实现的,本发明提供了一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法,具体包括以下步骤:

[0008] (1) 大角度范围的离散工程测量,采用HRTF(头部相关传递函数)的测量方法,在-105~+105度范围内,从初始零位开始,以15度为测量步长,测得测量步长节点的滤波器参数再由数字信号处理软件(Digital Signal Processing,简称为DSP软件)拟合出参数型级联的多段滤波器,并将所述滤波器参数以测量的角度为单位保存,供出现从一种拓扑类型衍化到另一种拓扑类型的节点(即奇异点)时角度切换时调用,作为小角度范围插值平滑过渡的起算数据;

[0009] (2) 小角度范围插值平滑过渡,采用插值算法,在每个15度测量步长的扇形区间内,再等间隔采样,采用基于最小二乘法-多项式拟合的逼近算法,估计出多项式系数;通过系数拟合估计滤波器参数,可以对角度变化实现连续的平滑过渡;当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数,然后通过系数拟合估计滤波器参数;结合对应扇形区域、滤波器的频段号、滤波器拓扑类型信息获得多项式拟合出的仿真系数向量组。

[0010] 步骤(2)中所述插值算法,具体步骤如下:在-105~+105度范围内,对每个15度测量步长的扇形区间,从初始零位开始区分左右编成L_0~L_6,R_0~R_6索引号,以每个扇形区间的每级滤波器的拓扑类型-type为基准参数,对中心频率- f_0 、增益-gain、抬升增益-boost、品质因数-Q参数分别进行二阶多项式拟合输出相应的系数;当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数。

[0011] 所述的二阶多项式拟合,具体如下:

$$[0012] \quad y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$$

[0013] 其中:

[0014] x:为测得的角度值;

[0015] y:为需要获得的滤波器参数,为 f_0 、gain、boost、Q中的任意一个;

[0016] 其中 a_0, a_1, a_2 为多项式系数;

[0017] $A = [a_0, a_1, a_2]^T$,表示需要估计出的多项式系数向量;其中T为滤波器拓扑类型。

[0018] 考虑多参数下,步骤(2)中所述拟合出的仿真系数向量组包括以下7个维度:

[0019] $\text{coeff}=[\text{bin_num}, \text{band_num}, \text{fil_T}, \text{A_f0}, \text{A_Q}, \text{A_boost}, \text{A_gain}]$

[0020] 其中:

[0021] bin_num ,表示扇形区域的编号,即; $L_0 \sim L_6, R_0 \sim R_6$,共14个元素;

[0022] band_num ,表示多段滤波器的频段号;选用最多级数,作为参考编号;本发明中为 $\text{band1} \sim \text{band12}$,即12个元素;

[0023] fil_T ,表示滤波器拓扑类型;本发明中包括3个滤波器拓扑类型元素:

[0024] highshelf --高架滤波器,对应编码:1;

[0025] lowshelf --低架滤波器,对应编码:2;

[0026] peak --峰值滤波器,对应编码:3;

[0027] $\text{A_f0}, \text{A_Q}, \text{A_boost}, \text{A_gain}$,分别对应滤波器的中心频率- f_0 ,品质因数-Q值,抬升增益- boost ,和增益- gain 对应的系数向量,各3个元素,即:

[0028] $\text{A}=[a_0, a_1, a_2]^T$ 。

[0029] 步骤(1)中所述滤波器参数包括基准参数拓扑类型- type ,和中心频率- f_0 、增益- gain 、抬升增益- boost 、品质因数-Q参数。

[0030] 步骤(1)中,所述从一种拓扑类型衍化到另一种拓扑类型的节点(即奇异点),通过观察相邻扇形区域连接点多段滤波器的波形变化,如果确认某一段波形的拓扑结构已经从一种形式转换到另一种形式,则可确定在某个扇形区域内是否存在奇异点,再通过在该扇形区域内等间隔采样的办法,进一步缩小和估计出奇异点可能所在的范围区间。

[0031] 步骤(2)中所述多项式拟合优选为二阶多项式拟合;在实际运用过程中,多项式拟合的阶数,根据需要平滑扇形区域的大小设定;当平滑区域较大,参数动态变化区间大,需要更多的阶数拟合,当平滑区域较小,参数动态变化范围较小,可以用较少的阶数拟合。本专利中根据实验结果,采用二阶多项式拟合。

[0032] 其中,本发明通过采用相对较大离散角度间隔的工程测量方法与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法;既保证了真实性,也实现了平滑过渡;可以实现更小粒度的平滑。

[0033] 步骤(2)中所述插值算法可以对角度变化实现连续的平滑过渡;比申请号为201611243763.4专利(具有头部跟踪的双耳头戴式耳机呈现)中提到的固定值法,有更好的角度分辨率;实际应用中可根据需要选用平滑的粒度大小(即角度间隔)。

[0034] 上述声场重现中仿真系数向量信息的获取算法在声场重现头戴设备中应用。

[0035] 现有技术的算法方案中采用限定拓扑结构类型和数量,固定中心频率,只更新增益和延时2个参数的方法,算法实现简单,容易实现滤波器的平滑切换,计算量小,在计算资源有限的情况下,工程上也容易实现。其缺点是这一切换算法和策略与实际声音的传播特性相差较大,听感上与实际的声场特性会有一定差别;主要原因是声源传播到人耳的传播特性,其频响曲线是较复杂的,要用10几段级联的滤波器才能逼近。 y 为准确描述滤波器的波形特征,其相关参数,除前文提到的中心频率、增益外,通常还包括滤波器的拓扑类型、抬升增益、品质因数等多个参数。这些参数在声源发生角度或位置变化时,通常都会跟随变化,特别是大角度变化时,这些参数变化会很剧烈,呈现非线性变化特点,甚至出现奇异点。如滤波器拓扑类型,由一种类型衍化到另一种类型。这些非线性变化特点,是影响听感的重要因素。所以现有的获取声场重现的仿真系数向量信息的算法,在重现声场音效的真实感

受上是有局限的。

[0036] 本发明所达到的有益效果在于：

[0037] 1. 本发明的算法应用的声场范围更大，可以达到-105度~+105度，采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法，有更大的声场动态范围和高仿真效果。

[0038] 2. 本发明采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法。既保证了真实性，也实现了平滑过渡；基于最小二乘-多项式拟合的系数估计算法，可以实现更小粒度的平滑。比申请号为201611243763.4的专利（具有头部跟踪的双耳头戴式耳机呈现）中提到的以索引表的形式预置在内存中的固定值法，有更好的角度分辨率。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，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。

[0040] 需要说明，若本发明实施例中有涉及方向性指示（诸如上、下、左、右、前、后、顶、底……），则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态下各部件之间的相对位置关系、运动情况等，如果该特定姿态发生改变时，则该方向性指示也相应地随之改变。

[0041] 在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0042] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0043] 另外，若本发明实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述，则该“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本发明要求的保护范围之内。

[0044] 目前，在声场重现技术领域，现有技术的切换算法和策略与实际声音的传播特性相差较大，听感上与实际的声场特性会有一定差别；造成这种差别的主要缺陷包括以下：仿真系数参数在声源发生角度或位置变化时，通常都会跟随变化，特别是大角度变化时，这些参数变化会很剧烈，呈现非线性变化特点，在实际中会出现若干奇异点从而导致“咔哒”声。为了解决上述技术问题，本发明提出了一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法。

[0045] 实施例一

[0046] 基于HRTF的测量方法，其滤波器相关参数随角度的变化，在较大范围时呈非线性

特性,有较大的动态变换范围;在较小范围内,呈近似连续的线性变化特性。本发明基于上述认知,采用相对大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法。

[0047] 本发明提供一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法及其应用;其中所述声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,包括以下步骤:

[0048] 一种声场重现中仿真系数向量信息的获取算法,采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法,具体包括以下步骤:

[0049] (1) 大角度范围的离散工程测量,采用HRTF(头部相关传递函数)的测量方法,在-105~+105度范围内,从初始零位开始,以15度为测量步长,测得测量步长节点的滤波器参数再由数字信号处理软件(Digital Signal Processing,简称为DSP软件)拟合出参数型级联的多段滤波器,并将所述滤波器参数以测量的角度为单位保存,供出现奇异点(即从一种拓扑类型衍化到另一种拓扑类型的节点)角度切换时调用,作为小角度范围插值平滑过渡的起算数据;

[0050] (2) 小角度范围插值平滑过渡,采用插值算法,在每个15度测量步长的扇形区间内,再等间隔采样,采用基于最小二乘法-多项式拟合的逼近算法,估计出多项式系数(a0,a1,a2);通过系数拟合估计滤波器参数(y),可以对角度变化实现连续的平滑过渡;当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数(a0,a1,a2),然后通过系数拟合估计滤波器参数;结合对应扇形区域、滤波器的频段号、滤波器拓扑类型信息获得多项式拟合出的仿真系数向量组。

[0051] 步骤(2)中所述插值算法,具体步骤如下:在-105~+105度范围内,对每个15度的扇形区间,从初始零位开始区分左右编成L_0~L_6,R_0~R_6索引号,以每个扇形区间的每级滤波器的拓扑类型-type为基准参数,对中心频率-f₀、增益-gain、抬升增益-boost、品质因数-Q参数,分别进行二阶多项式拟合输出相应的系数(a0,a1,a2);当遇到拓扑结构的奇异点时,则重新起算多项式系数(a0,a1,a2)。

[0052] 所述的二阶多项式拟合,具体如下:

$$[0053] \quad y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$$

[0054] 其中:

[0055] x:为测得的角度值;

[0056] y:为需要获得的滤波器参数,为f₀、gain、boost、Q中的任意一个。

[0057] 其中a0,a1,a2为多项式系数;

[0058] $A = [a_0, a_1, a_2]^T$,表示需要估计出的多项式系数向量;其中T为滤波器拓扑类型。

[0059] 考虑多参数下,步骤(2)中所述拟合出的仿真系数向量组包括以下7个维度:

[0060] $\text{coeff} = [\text{bin_num}, \text{band_num}, \text{fil_T}, A_{f0}, A_Q, A_{\text{boost}}, A_{\text{gain}}]$

[0061] 其中:

[0062] bin_num,表示扇形区域的编号,即:L_0~L_6,R_0~R_6,共14个元素;

[0063] band_num,表示多段滤波器的频段号;选用最多级数,作为参考编号;本发明中为band1~band12,即12个元素;

[0064] fil_T,表示滤波器拓扑类型;本发明中包括3个滤波器拓扑类型元素:

[0065] highshelf--高架滤波器,对应编码:1;

[0066] lowshelf--低架滤波器,对应编码:2;

[0067] peak--峰值滤波器,对应编码:3;

[0068] $A_{f0}, A_Q, A_{boost}, A_{gain}$,分别对应滤波器的中心频率- f_0 ,品质因数-Q值,抬升增益-boost,和增益-gain对应的系数向量,各3个元素,即:

[0069] $A = [a_0, a_1, a_2]^T$ 。

[0070] 步骤(1)中所述滤波器参数包括基准参数拓扑类型-type,和中心频率- f_0 、增益-gain、抬升增益-boost、品质因数-Q参数。

[0071] 上述步骤(2)中所述拟合出的仿真系数向量组为“7维系数向量”。

[0072] 步骤(1)中,所述奇异点,通过观察相邻扇形区域连接点多段滤波器的波形变化,如果确认某一段波形的拓扑结构已经从一种形式转换到另一种形式,则可确定在某个扇形区域内是否存在奇异点,再通过在该扇形区域内等间隔采样的办法,进一步缩小和估计出奇异点可能所在的范围区间。

[0073] 步骤(2)中所述多项式拟合优选为二阶多项式拟合;在实际运用过程中,多项式拟合的阶数,根据需要平滑扇形区域的大小设定;当平滑区域较大,参数动态变化区间大,需要更多的阶数拟合,当平滑区域较小,参数动态变化范围较小,可以用较少的阶数拟合。本专利中根据实验结果,采用二阶多项式拟合。

[0074] 其中,本发明通过采用相对较大离散角度间隔的工程测量方法与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法;既保证了真实性,也实现了平滑过渡;可以实现更小粒度的平滑。

[0075] 步骤(2)中所述插值算法可以对角度变化实现连续的平滑过渡;比申请号为201611243763.4专利(具有头部跟踪的双耳头戴式耳机呈现)中提到的固定值法,有更好的角度分辨率;实际应用中可根据需要选用平滑的粒度大小(角度间隔)。

[0076] 上述声场重现中仿真系数向量信息的获取算法在声场重现头戴设备中应用。

[0077] 现有技术算法方案中采用限定拓扑结构类型和数量,固定中心频率,只更新增益和延时2个参数的方法,算法实现简单,容易实现滤波器的平滑切换,计算量小,在计算资源有限的情况下,工程上也容易实现。其缺点是这一切换算法和策略与实际声音的传播特性相差较大,听感上与实际的声场特性会有一定差别;主要原因是声源传播到人耳(或仿真人头,实际测量HRTF时多用仿真耳)的传播特性,其频响曲线是较复杂的,要用10几段级联的滤波器才能逼近。 y 为准确描述滤波器的波形特征,其相关参数,除前文提到的中心频率、增益外,通常还包括滤波器的拓扑类型、抬升增益、品质因数等多个参数。这些参数在声源发生角度或位置变化时,通常都会跟随变化,特别是大角度变化时,这些参数变化会很剧烈,呈现非线性变化特点,甚至出现奇异点。如滤波器拓扑类型,由一种类型衍化到另一种类型。这些非线性变化特点,是影响听感的重要因素。所以现有的获取声场重现的仿真系数向量信息的算法,在重现声场音效的真实感受上是有局限的。

[0078] 本发明所达到的有益效果在于:

[0079] 1.本发明的算法应用的声场范围更大,可以达到-105度~+105度,采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法,有更大的声场动态范围和高仿真效果。

[0080] 2.本发明采用大角度范围的离散工程测量与小角度范围插值平滑过渡相结合的算法。既保证了真实性,也实现了平滑过渡;基于最小二乘-多项式拟合的系数估计算法,可以实现更小粒度的平滑。比申请号为201611243763.4的专利(具有头部跟踪的双耳头戴式

耳机呈现)中提到的以索引表的形式预置在内存中的固定值法,有更好的角度分辨率。

[0081] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。