



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111028849 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 01

(21) 申请号 202010020047.X

(22) 申请日 2014.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111028849 A

(43) 申请公布日 2020.04.17

(30) 优先权数据
14305022.7 2014.01.08 EP
14305061.5 2014.01.16 EP

(62) 分案原申请数据
201480072725.X 2014.12.19

(73) 专利权人 杜比国际公司
地址 荷兰阿姆斯特丹

(72) 发明人 A·克鲁埃格尔 S·科尔多恩
O·伍埃博尔特

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 宿小猛

(51) Int.Cl.

G10L 19/008 (2013.01)

H04S 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102823277 A, 2012.12.12

CN 103250207 A, 2013.08.14

CN 102547549 A, 2012.07.04

CN 101375614 A, 2009.02.25

EP 2451196 A1, 2012.05.09

US 2013216070 A1, 2013.08.22

李壮, 刘恒彪. 带有空间窗的Ambisonic编码
解码方法.《声学技术》. 2013, 245-246.

Haohai Sun, U. Peter Svensson. OPTIMAL
3-D HOA ENCODING WITH APPLICATIONS IN
IMPROVING CLOSE-SPACED.《IEEE Xplore》
.2011, 249-252.

审查员 金星池

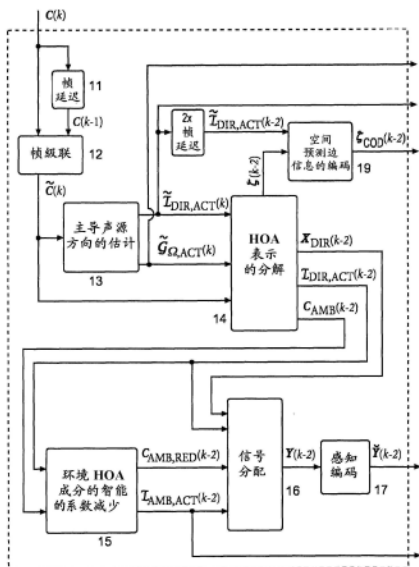
权利要求书1页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

包括编码HOA表示的位流的解码方法和装
置、以及介质

(57) 摘要

本公开涉及包括编码HOA表示的位流的解码
方法和装置、以及介质。高阶高保真度立体声响
复制代表与特定扬声器设置无关的三维声音。但
是, 传送HOA表示导致非常高的位速率。因此, 使
用具有固定数量的通道的压缩, 其中, 方向和环境
信号成分以不同的方式被处理。对于编码, 从方
向信号成分预测原始HOA表示的多个部分。这种
预测提供相应解码所需要的边信息。通过使用
一些附加的特定目的位, 已知边信息编码处理得
到改善, 这在于用于编码该边信息的需要的位数
平均减少。



1.一种用于对包括编码的高阶高保真度立体声响复制HOA表示的位流进行解码的方法,所述方法包括:

评估位KindOfCodedPredIds的值;

基于所述位KindOfCodedPredIds的值评估第一阵列ActivePred,其中,所述第一阵列ActivePred中的每个要素指示对于相应的方向是否执行预测,其中当ActivePred的要素对于相应的方向指示执行预测时,变量NumActivePred增加,并且其中变量NumActivePred指示在所述阵列ActivePred中有多少个1;

基于所述第一阵列ActivePred的评估确定矢量 p_{TYPE} 的要素;

评估第二阵列PredDirSigIds,其中所述第二阵列PredDirSigIds的要素标记要用于活动预测的方向信号的指标;以及

基于所述第二阵列PredDirSigIds的要素以及所述矢量 p_{TYPE} ,确定标记其中的方向信号执行方向的预测的指标的矩阵 P_{IND} 的要素。

2.一种用于对包括编码的高阶高保真度立体声响复制HOA表示的位流进行解码的装置,所述装置包括:

处理器,被配置为:

评估位KindOfCodedPredIds的值;

基于所述位KindOfCodedPredIds的值评估第一阵列ActivePred,其中,所述第一阵列ActivePred中的每个要素指示对于相应的方向是否执行预测,其中当ActivePred的要素对于相应的方向指示执行预测时,变量NumActivePred增加,并且其中变量NumActivePred指示在所述阵列ActivePred中有多少个1;

基于所述第一阵列ActivePred的评估确定矢量 p_{TYPE} 的要素;

评估第二阵列PredDirSigIds,其中所述第二阵列PredDirSigIds的要素标记要用于活动预测的方向信号的指标;以及

基于所述第二阵列PredDirSigIds的要素以及所述矢量 p_{TYPE} ,确定标记其中的方向信号执行方向的预测的指标的矩阵 P_{IND} 的要素。

3.一种计算机产品,包含指令,所述指令在计算机上执行时实行如权利要求1所述的方法。

4.一种用于对包括编码的高阶高保真度立体声响复制HOA表示的位流进行解码的设备,包括:

处理器,以及

计算机产品,包含指令,所述指令在所述处理器上执行时使得设备执行如权利要求1所述的方法。

5.一种用于对包括编码的高阶高保真度立体声响复制HOA表示的位流进行解码的装置,该装置包含用于执行如权利要求1所述的方法的部件。

包括编码HOA表示的位流的解码方法和装置、以及介质

[0001] 本申请是申请号为201480072725.X、申请日为2014年12月19日、发明名称为“用于改善对声场的高阶高保真度立体声响复制表示进行编码所需的边信息的编码的方法和装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于改善对声场的高阶高保真度立体声响复制表示 (Higher Order Ambisonics representation) 进行编码所需的边信息的编码的方法和装置。

背景技术

[0003] 除了诸如波场合成 (WFS) 或诸如22.2多通道音频格式的基于通道的方法的其它技术以外,高阶高保真度立体声响复制 (HOA) 也提供表现三维声音的一种可能性。与基于通道的方法对照,HOA表示提供与特定扬声器设置无关的优点。但是,这种灵活性以特定扬声器设置上的HOA表示的回放所需要的解码处理为代价。与所需的扬声器的数量通常非常大的WFS方法相比,HOA信号也可被呈现给仅包含很少的扬声器的设置。HOA的另一优点在于,可以在不对头戴式耳机 (headphone) 的双耳呈现进行任何修改的情况下使用同一表示。

[0004] HOA基于按照截短的球面谐波 (SH) 展开 (expansion) 的复杂平面谐波振幅的空间密度的表示。各展开系数是角频率的函数,该函数可以用时域函数等地表示。由此,不失一般性,整个HOA声场表示实际上可被假定为包含 O 个时域函数,这里, O 标记展开系数的数量。以下,这些时域函数将被等地称为HOA系数序列或者HOA通道。

[0005] 随着展开的最高阶 N 增大,HOA表示的空间分辨率提高。不幸的是,展开系数的数量 O 随着阶 N 二次生长,具体地, $O = (N+1)^2$ 。例如,利用阶 $N=4$ 的典型的HOA表示需要 $O=25$ 个HOA (展开) 系数。根据前面所作的考虑,给定希望的单通道采样率 f_s 和每个样本的位数 N_b ,传送HOA表示的总位速率由 $O \cdot f_s \cdot N_b$ 确定。因此,通过使用 $N_b=16$ 位每采样、以 $f_s=48\text{kHz}$ 的采样率传送阶 $N=4$ 的HOA表示导致 19.2Mbits/s 的位速率,这对于诸如例如流传输的许多实际应用来说非常高。因此,非常希望压缩HOA表示。

[0006] 在WO 2013/171083 A1、EP 13305558.2和PCT/EP2013/075559中提出HOA声场表示的压缩。这些处理的共同之处在于,它们执行声场分析并且将给定的HOA表示分解成方向成分和残留环境成分。一方面,最终的压缩表示被假定为包含由环境HOA成分的相关系数序列和方向信号的感知编码得到的数个量化信号。另一方面,假定它包含与量化信号相关的另外的边信息,该边信息是从其压缩版本重构HOA表示所需要的。

[0007] 该边信息的重要部分是从方向信号预测原始HOA表示的多个部分的描述。由于对于该预测来说,原始HOA表示被假定为由从空间均匀分布的方向冲击的数个空间分散的一般平面波等地代表,因此,以下,预测被称为空间预测。

[0008] 在ISO/IEC JTC1/SC29/WG11,N14061,“Working Draft Text of MPEG-H 3D Audio HOA RM0”,November 2013, Geneva, Switzerland中描述了与空间预测有关的这种边信息的编码。但是,边信息的该现有技术编码相当不足。

发明内容

[0009] 本发明要解决的一个问题是提供编码与该空间预测有关的边信息的更有效的方式。

[0010] 通过在本发明中公开的方法解决该问题。在本发明中还公开了利用这些方法的装置。

[0011] 位被预先安排给编码的边信息表示数据 ζ_{cod} , 该位用于表示是否要执行任何预测。该特征随时间减少传送 ζ_{cod} 数据的平均位速率。此外, 在特定的情形中, 作为使用对各方向指示是否执行预测的位阵列的替代, 传送或传递活动的预测的数量和各指标更有效的。单个位可用于指示被推想为执行预测的方向的指标以何种方式被编码。平均来说, 该操作随时间进一步减小传送 ζ_{cod} 数据的位速率。

[0012] 原则上, 本发明的方法适于改善用高阶高保真度立体声响复制 (标记为HOA) 系数序列的输入时间帧编码声场的HOA表示所需要的边信息的编码, 其中, 主导方向信号以及残留环境HOA成分被确定, 并且, 预测被用于所述主导方向信号, 由此对HOA系数的编码帧提供描述所述预测的边信息数据, 并且其中, 所述边信息数据可包含:

[0013] —表示是否对方向执行预测的位阵列;

[0014] —其中每个位对于要执行预测的方向指示预测的类型的位阵列;

[0015] —其要素关于要执行的预测表示要使用的方向信号的指标的数据阵列;

[0016] —其要素代表量化的缩放因子的数据阵列,

[0017] 所述方法包括以下步骤:

[0018] —提供指示是否要执行所述预测的位值;

[0019] —如果不执行预测, 那么在所述边信息数据中省略所述位阵列和所述数据阵列;

[0020] —如果要执行所述预测, 那么, 作为所述表示是否对方向执行预测的位阵列的替代, 提供指示活动的预测的数量和包含要执行预测的方向的指标的数据阵列是否包含于所述边信息数据中的位值。

[0021] 原则上, 本发明的装置适于改善用高阶高保真度立体声响复制 (标记为HOA) 系数序列的输入时间帧编码声场的HOA表示所需要的边信息的编码, 其中, 主导方向信号以及残留环境HOA成分被确定, 并且, 预测被用于所述主导方向信号, 由此对HOA系数的编码帧提供描述所述预测的边信息数据, 并且其中, 所述边信息数据可包含:

[0022] —表示是否对方向执行预测的位阵列;

[0023] —其中每个位对于要执行预测的方向指示预测的类型的位阵列;

[0024] —其要素关于要执行的预测表示要使用的方向信号的指标的数据阵列;

[0025] —其要素代表量化的缩放因子的数据阵列,

[0026] 所述装置包括以下部件, 其:

[0027] —提供指示是否要执行所述预测的位值;

[0028] —如果不执行预测, 那么在所述边信息数据中省略所述位阵列和所述数据阵列;

[0029] —如果要执行所述预测, 那么, 作为所述表示是否对方向执行预测的位阵列的替代, 提供指示活动的预测的数量和包含要执行预测的方向的指标的数据阵列是否包含于所述边信息数据中的位值。

[0030] 本发明的有利的另外的实施例在各独立的权利要求中被公开。

附图说明

[0031] 参照附图描述本发明的示例性实施例,其中,

[0032] 图1表示与在EP 13305558.2中描述的HOA压缩处理中的空间预测有关的边信息的示例性编码;

[0033] 图2表示与在专利申请EP 13305558.2中描述的HOA解压缩处理中的空间预测有关的边信息的示例性解码;

[0034] 图3表示在专利申请PCT/EP2013/075559中描述的HOA分解;

[0035] 图4表示代表残留信号的一般平面波的方向(示为叉)和主导声源的方向(示为圈)的示图。这些方向在三维坐标系中呈现为单位球上的采样位置;

[0036] 图5表示空间预测边信息的现有技术编码;

[0037] 图6表示空间预测边信息的本发明的编码;

[0038] 图7表示编码的空间预测边信息的本发明的解码;

[0039] 图8是图7的继续。

具体实施方式

[0040] 以下,为了提供使用与空间预测有关的边信息的本发明的编码的语境,回顾一下在专利申请EP 13305558.2中描述的HOA压缩和解压缩处理。

[0041] HOA压缩

[0042] 在图1中,示出与空间预测有关的边信息的编码如何能被嵌入到在专利申请EP 13305558.2中描述的HOA压缩处理中。对于HOA表示压缩,采用对于长度L的HOA系数序列的非重叠输入帧 $C(k)$ 的帧状处理,这里,k标记帧指标。图1中的第一步骤或阶段11/12是任选的,包括将HOA系数序列 $C(k)$ 的非重叠的第k个帧和第(k-1)个帧级联为长帧 $\tilde{C}(k)$ 如下:

$$[0043] \quad \tilde{C}(k) := [C(k-1) \quad C(k)] , \quad (1)$$

[0044] 该长帧与相邻的长帧重叠50%,并且,该长帧被相继用于主导声源方向的估计。与 $\tilde{C}(k)$ 的表示法类似,上波折号(tilde)在以下的描述中用于表示各量指的是长重叠帧。如果不存在步骤/阶段11/12,那么上波折号没有特定含义。加粗的参数意味着一组值,例如,矩阵或者矢量。

[0045] 如在EP 13305558.2中描述的那样,长帧 $\tilde{C}(k)$ 被相继用于步骤或阶段13中,用于估计主导声源方向。该估计提供所检测的相关方向信号的指标的数据组 $\tilde{J}_{\text{DIR}, \text{ACT}}(k) \subseteq \{1, \dots, D\}$ 以及方向信号的相应方向估计的数据组 $\tilde{g}_{\Omega, \text{ACT}}(k)$ 。D表示必须在开始HOA压缩之前设定且可在随后的已知处理中应对的方向信号的最大数量。

[0046] 在步骤或阶段14中,HOA系数序列的当前(长)帧 $\tilde{C}(k)$ 被分解(如在EP 13305156.5中提出的那样)成属于包含于组 $\tilde{g}_{\Omega, \text{ACT}}(k)$ 中的方向的数个方向信号 $X_{\text{DIR}}(k-2)$ 和残留环境HOA成分 $C_{\text{AMB}}(k-2)$ 。为了获得平滑的信号,作为重叠-相加处理的结果,引入两个帧的延迟。假定 $X_{\text{DIR}}(k-2)$ 包含总共D个通道,但是,其中只有与活动的方向信号对应的那些是非零的。

规定这些通道的指标被假定为在数据组 $J_{\text{DIR,ACT}}(k-2)$ 中被输出。另外,步骤/阶段14中的分解提供可在用于从方向信号预测原始HOA表示的多个部分的分解侧使用的一些参数 $\zeta(k-2)$ (更多细节请参见EP 13305156.5)。为了解释空间预测参数 $\zeta(k-2)$ 的含义,在后面的部分“HOA分解”中更详细地描述HOA分解。

[0047] 在步骤或阶段15中,环境HOA成分 $C_{\text{AMB}}(k-2)$ 的系数的数量减少为仅包含 $0_{\text{RED}}+D-N_{\text{DIR,ACT}}(k-2)$ 个非零HOA系数序列,这里, $N_{\text{DIR,ACT}}(k-2)=|J_{\text{DIR,ACT}}(k-2)|$ 表示数据组 $J_{\text{DIR,ACT}}(k-2)$ 的基数(cardinality),即,帧 $k-2$ 中的活动的方向信号的数量。由于环境HOA成分被认为总是由HOA系数序列的最小数量 0_{RED} 代表,因此,该问题实际上可简化为在可能的 $0-0_{\text{RED}}$ 个HOA系数序列中选择剩余的 $D-N_{\text{DIR,ACT}}(k-2)$ 个HOA系数序列。为了获得平滑的简化的环境HOA表示,完成该选取(choice),使得与在前面的帧 $k-3$ 进行的选取相比,将发生尽可能少的改变。

[0048] 具有减少数量的 $0_{\text{RED}}+N_{\text{DIR,ACT}}(k-2)$ 非零系数序列的最终的环境HOA表示由 $C_{\text{AMB,RED}}(k-2)$ 表示。选取的环境HOA系数序列的指标在数据组 $J_{\text{AMB,ACT}}(k-2)$ 中被输出。在步骤/阶段16中,如EP 13305558.2中描述的那样,包含于 $X_{\text{DIR}}(k-2)$ 中的活动方向信号和包含于 $C_{\text{AMB,RED}}(k-2)$ 中的HOA系数序列被分配给单个感知编码的1个通道的帧 $Y(k-2)$ 。感知编码步骤/阶段17编码帧 $Y(k-2)$ 的1个通道并且输出编码的帧 $\tilde{Y}(k-2)$ 。

[0049] 根据本发明,在步骤/阶段14中的原始HOA表示的分解之后,为了提供编码的数据表现 $\zeta_{\text{COD}}(k-2)$,通过使用在延迟18中延迟了两个帧的指标组 $\tilde{J}_{\text{DIR,ACT}}(k)$,在步骤或阶段19中无损地编码从HOA表示的分解得到的空间预测参数或边信息数据 $\zeta(k-2)$ 。

[0050] HOA分解

[0051] 在图2中,示例性地表示如何在步骤或阶段25中将与空间预测有关的接收的编码的边信息数据 $\zeta_{\text{COD}}(k-2)$ 的解码嵌入到在专利申请EP 13305558.2的图3中描述的HOA分解处理中。通过使用在延迟24中延迟了两个帧的接收的指标组 $\tilde{J}_{\text{DIR,ACT}}(k)$,在使编码边信息数据 $\zeta_{\text{COD}}(k-2)$ 的解码版本 $\zeta(k-2)$ 在步骤或阶段23中进入到HOA表示的组成(composition)中之前,实现编码边信息数据 $\zeta_{\text{COD}}(k-2)$ 的解码。

[0052] 在步骤或阶段21中,为了获得 $\hat{Y}(k-2)$ 中的1个解码信号,执行包含于 $\tilde{Y}(k-2)$ 中的1个信号的感知解码。

[0053] 在信号重新分配步骤或阶段22中,为了重新创建方向信号的帧 $\hat{X}_{\text{DIR}}(k-2)$ 和环境HOA成分的帧 $\hat{C}_{\text{AMB,RED}}(k-2)$, $\hat{Y}(k-2)$ 中的感知解码信号被重新分配。通过使用指标数据组 $\tilde{J}_{\text{DIR,ACT}}(k)$ 和 $J_{\text{AMB,ACT}}(k-2)$,再现对HOA压缩执行的分配操作,获得关于如何重新分配信号的信息。在组成步骤或阶段23中,重新组成希望的总HOA表示的当前帧 $\hat{C}(k-3)$ (根据关于PCT/EP2013/075559的图2b和图4描述的处理,使用方向信号的帧 $\hat{X}_{\text{DIR}}(k-2)$ 、活动方向信号指标的组 $\tilde{J}_{\text{DIR,ACT}}(k)$ 连同相应的方向的组 $\tilde{g}_{\Omega,ACT}(k)$ 、来自方向信号的HOA表示的预测部分的参数 $\zeta(k-2)$ 、以及减少的环境HOA成分的HOA系数序列的帧 $\hat{C}_{\text{AMB,RED}}(k-2)$)。

[0054] $\hat{C}_{\text{AMB, RED}}(k-2)$ 与PCT/EP2013/075559中的成分 $\hat{D}_A(k-2)$ 对应,并且, $\tilde{g}_{\Omega, \text{ACT}}(k)$ 和 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}(k)$ 与PCT/EP2013/075559中的 $A_{\Omega}(k)$ 对应,其中,可通过取得包含有效要素的 $A_{\Omega}(k)$ 的行的那些指标获得活动方向信号指标。即,通过使用接收的对这种预测的参数 $\zeta(k-2)$ 从方向信号 $\hat{X}_{\text{DIR}}(k-2)$ 预测关于均匀分布方向的方向信号,然后,从方向信号 $\hat{X}_{\text{DIR}}(k-2)$ 的帧、从 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}(k)$ 和 $\tilde{g}_{\Omega, \text{ACT}}(k)$ 以及从预测部分和减少的环境HOA成分 $\hat{C}_{\text{AMB, RED}}(k-2)$,重新组成当前的解压缩帧 $\hat{C}(k-3)$ 。

[0055] HOA分解

[0056] 关于图3,为了解释其中的空间预测的含义,详细描述HOA分解处理。该处理得自关于专利申请PCT/EP2013/075559的图3描述的处理。

[0057] 首先,在步骤或阶段31中,通过使用输入HOA表示的长帧 $\hat{C}(k)$ 、方向的组 $\tilde{g}_{\Omega, \text{ACT}}(k)$ 、以及方向信号的相应指标的组 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}(k)$,计算平滑的主导方向信号 $X_{\text{DIR}}(k-1)$ 和它们的HOA表示 $C_{\text{DIR}}(k-1)$ 。假定 $X_{\text{DIR}}(k-1)$ 包含总共D个通道,但是,其中,只有与活动方向信号对应的那些是非零的。规定这些通道的指标被假定为在组 $J_{\text{DIR, ACT}}(k-1)$ 中被输出。在步骤或阶段33中,原始HOA表示 $\hat{C}(k-1)$ 和主导方向信号的HOA表示 $C_{\text{DIR}}(k-1)$ 之间的残差由0个方向信号 $\tilde{X}_{\text{RES}}(k-1)$ (它们可被视为来自被称为均匀网格的均匀分布方向的一般平面波)的数量代表。在步骤或阶段34中,为了提供预测信号 $\hat{\tilde{X}}_{\text{RES}}(k-1)$ 与各预测参数 $\zeta(k-1)$,从主导方向信号 $X_{\text{DIR}}(k-1)$ 预测这些方向信号。对于预测,仅考虑具有包含于组 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}(k-1)$ 中的指标d的主导方向信号 $x_{\text{DIR}, d}(k-1)$ 。在后面的部分“空间预测”中更详细地描述预测。

[0058] 在步骤或阶段35中,计算预测方向信号 $\hat{\tilde{X}}_{\text{RES}}(k-1)$ 的平滑的HOA表示 $\hat{C}_{\text{RES}}(k-2)$ 。

在步骤或阶段37中,原始HOA表示 $\hat{C}(k-2)$ 与主导方向信号的HOA表示 $C_{\text{DIR}}(k-2)$ 和来自均匀分布方向的预测方向信号的HOA表示 $\hat{C}_{\text{RES}}(k-2)$ 之间的残差 $C_{\text{AMB}}(k-2)$ 被计算并且被输出。

[0059] 通过相应的延迟381~387执行图3的处理中需要的信号延迟。

[0060] 空间预测

[0061] 空间预测的目的是预测0个残留信号:

$$[0062] \quad \tilde{X}_{\text{RES}}(k-1) = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{\text{RES, GRID}, 1}(k-1) \\ \tilde{x}_{\text{RES, GRID}, 2}(k-1) \\ \vdots \\ \tilde{x}_{\text{RES, GRID}, 0}(k-1) \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0063] 其中,这0个残留信号是从以下平滑的方向信号的扩展帧预测的:

$$\tilde{\mathbf{X}}_{\text{DIR}}(k-1) := [\mathbf{X}_{\text{DIR}}(k-3) \quad \mathbf{X}_{\text{DIR}}(k-2) \quad \mathbf{X}_{\text{DIR}}(k-1)] \quad (3)$$

$$[0064] \quad = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{\text{DIR},1}(k-1) \\ \tilde{x}_{\text{DIR},2}(k-1) \\ \vdots \\ \tilde{x}_{\text{DIR},D}(k-1) \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0065] (参见专利申请PCT/EP2013/075559中和以上的部分“H0A分解”的描述)。

[0066] 各残留信号 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},q}(k-1)$, $q=1, \dots, O$ 代表从方向 Ω_q 冲击的空间分散一般平面波,由此,假定所有方向 Ω_q , $q=1, \dots, O$ 几乎均匀地分布于单位球上。所有方向全体被称为“网格”。

[0067] 假定第 d 方向信号对于各帧是活动的,则各方向信号 $\tilde{x}_{\text{DIR},d}(k-1)$, $d=1, \dots, D$ 代表从在方向 $\Omega_{\text{ACT},d}(k-3)$ 、 $\Omega_{\text{ACT},d}(k-2)$ 、 $\Omega_{\text{ACT},d}(k-1)$ 与 $\Omega_{\text{ACT},d}(k)$ 之间内插的轨迹冲击的一般平面波。

[0068] 为了通过例子解释说明空间预测的含义,考虑阶 $N=3$ 的H0A表示的分解,这里,提取的方向的最大数量等于 $D=4$ 。为了简化,进一步假定只有具有指标“1”和“4”的方向信号是活动的,而具有指标“2”和“3”的那些是不活动的。另外,为了简化,假定主导声源的方向对于考虑的帧来说是恒定的,即, $\Omega_{\text{ACT},d}(k-3) = \Omega_{\text{ACT},d}(k-2) = \Omega_{\text{ACT},d}(k-1) = \Omega_{\text{ACT},d}(k) = \Omega_{\text{ACT},a}$ for $d=1,4$ (5)

[0069] 作为阶 $N=3$ 的结果,存在空间分散的一般平面波 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},q}(k-1)$, $q=1, \dots, O$ 的 $O=16$ 个方向 Ω_q 。图4示出这些方向以及活动的主导声源的方向 $\Omega_{\text{ACT},1}$ 和 $\Omega_{\text{ACT},4}$ 。

[0070] 用于描述空间预测的现有技术的参数

[0071] 在上述的ISO/IEC文献中给出一种描述空间预测的方式。在该文献中,信号 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},q}(k-1)$, $q=1, \dots, O$ 被假定为通过方向信号的预定最大数量 D_{PRED} 的加权和或者通过该加权和的低通滤波版本被预测。与空间预测有关的边信息由参数组 $\zeta(k-1) = \{p_{\text{TYPE}}(k-1), P_{\text{IND}}(k-1), P_{\text{Q,F}}(k-1)\}$ 描述,该参数组包含以下的三个成分:

[0072] • 矢量 $p_{\text{TYPE}}(k-1)$, 其要素 $p_{\text{TYPE},q}(k-1)$, $q=1, \dots, O$ 表示对于第 q 方向 Ω_q 是否执行预测,如果是,那么它们也指示预测的类型。这些要素的含义如下:

$$[0073] \quad p_{\text{TYPE},q}(k-1) = \begin{cases} 0 & \text{对于方向 } \Omega_q \text{ 不预测} \\ 1 & \text{对于方向 } \Omega_q \text{ 全波段预测} \\ 2 & \text{对于方向 } \Omega_q \text{ 低波段预测} \end{cases} \quad (6)$$

[0074] • 矩阵 $P_{\text{IND}}(k-1)$, 其要素 $p_{\text{IND},d,q}(k-1)$, $d=1, \dots, D_{\text{PRED}}$, $q=1, \dots, O$ 标记其中的方向信号已执行方向 Ω_q 的预测的指标。如果对于方向 Ω_q 没有执行预测,那么矩阵 $P_{\text{IND}}(k-1)$ 的相应列由零构成。并且,如果对方向 Ω_q 的预测使用少于 D_{PRED} 的方向信号,那么 $P_{\text{IND}}(k-1)$ 的第 q 列中的不需要的要素也是零。

[0075] • 矩阵 $P_{\text{Q,F}}(k-1)$, 包含相应的量化预测因子 $p_{\text{Q,F},d,q}(k-1)$, $d=1, \dots, D_{\text{PRED}}$, $q=1, \dots, O$ 。

[0076] 为了使得能够适当地解释这些参数,必须在解码侧获知以下的两个参数:

[0077] • 方向信号的最大数量 D_{PRED} ,由其允许预测一般平面波信号 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},q}(k-1)$ 。

[0078] • 用于量化预测因子 $p_{\text{Q,F},d,q}(k-1)$ 的位的数量 $B_{\text{SC}}, d=1, \dots, D_{\text{PRED}}, q=1, \dots, 0$ 。在式(10)中给出去量化规则。

[0079] 这两个参数必须被任意地设定为编码器和解码器已知的固定值,或者要被另外传送的固定值,但传送率明显没有帧率频繁。后一种选项可用于使这两个参数适于要压缩的HOA表示。

[0080] 假定 $0=16, D_{\text{PRED}}=2$ 且 $B_{\text{SC}}=8$,参数组的例子可能看起来类似于以下形式:

[0081] $p_{\text{TYPE}}(k-1) = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0], \quad (7)$

[0082] $\mathbf{P}_{\text{IND}}(k-1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (8)$

[0083] $\mathbf{P}_{\text{Q,F}}(k-1) = \begin{bmatrix} 40 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 15 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad (9)$

[0084] 这种参数意味着,通过与从对值40去量化得到的因子的纯相乘(即,全波段),来自方向 $\Omega_{\text{ACT},1}$ 的方向信号 $\tilde{x}_{\text{DIR},1}(k-1)$,预测来自方向 Ω_1 的一般平面波信号 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},1}(k-1)$ 。并且,通过低通滤波和与从对值15和-13去量化得到的因子的相乘,从方向信号 $\tilde{x}_{\text{DIR},1}(k-1)$ 和 $\tilde{x}_{\text{DIR},4}(k-1)$,预测来自方向 Ω_7 的一般平面波信号 $\tilde{x}_{\text{RES,GRID},7}(k-1)$ 。

[0085] 给定该边信息,预测被假定为执行如下:

[0086] 首先,量化预测因子 $p_{\text{Q,F},d,q}(k-1), d=1, \dots, D_{\text{PRED}}, q=1, \dots, 0$ 被去量化以提供实际的预测因子:

[0087]
$$p_{\text{F},d,q}(k-1) = \begin{cases} \left(p_{\text{Q,F},d,q}(k-1) + \frac{1}{2}\right) 2^{-B_{\text{SC}}+1} & \text{如果 } p_{\text{IND},d,q}(k-1) \neq 0 \\ 0 & \text{如果 } p_{\text{IND},d,q}(k-1) = 0 \end{cases} \quad (10)$$

[0088] 如已经描述的, B_{SC} 标记用于量化预测因子的位的预定数量。另外,如果 $p_{\text{IND},d,q}(k-1)$ 等于零,那么 $p_{\text{F},d,q}(k-1)$ 被假定为被设定为零。

[0089] 对于上述的例子,假定 $B_{\text{SC}}=8$,则去量化预测因子矢量会导致:

[0090] $\mathbf{P}_{\text{F}}(k-1) \approx \begin{bmatrix} 0.3164 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1211 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0.0977 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$

[0091] 并且,为了执行低通预测,使用长度 $L_h=31$ 的预定低通FIR滤波器 $h_{\text{LP}} = [h_{\text{LP}}(0) \ h_{\text{LP}}(1) \ \dots \ h_{\text{LP}}(L_h-1)]$ (12)。滤波延迟由 $D_h=15$ 个采样给出。

[0092] 作为信号,假定预测信号

[0093]
$$\hat{\mathbf{X}}_{\text{RES}}(k-1) = \begin{bmatrix} \hat{x}_{\text{RES},1}(k-1) \\ \hat{x}_{\text{RES},2}(k-1) \\ \vdots \\ \hat{x}_{\text{RES},O}(k-1) \end{bmatrix} \quad (13)$$

[0094] 和方向信号

[0095]
$$\tilde{\mathbf{X}}_{\text{DIR}}(k-1) = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{\text{DIR},1}(k-1) \\ \tilde{x}_{\text{DIR},2}(k-1) \\ \vdots \\ \tilde{x}_{\text{DIR},D}(k-1) \end{bmatrix} \quad (14)$$

[0096] 通过 $\tilde{\chi}_{\text{RES},q}(k-1) =$

[0097] $[\tilde{\chi}_{\text{RES},q}(k-1,1) \ \tilde{\chi}_{\text{RES},q}(k-1,2) \ \dots \ \tilde{\chi}_{\text{RES},q}(k-1,2L)]$ for $q = 1, \dots, O$, (15)

[0098] 和 $\tilde{\chi}_{\text{DIR},d}(k-1) =$

[0099] $[\tilde{\chi}_{\text{DIR},d}(k-1,1) \ \tilde{\chi}_{\text{DIR},d}(k-1,2) \ \dots \ \tilde{\chi}_{\text{DIR},d}(k-1,3L)]$ for $d = 1, \dots, D$, (16)

[0100] *for: 对于

[0101] 由它们的采样构成, 则预测信号的采样值由下式给出:

$$\begin{aligned} & \hat{\chi}_{\text{RES},q}(k-1,l) = \\ & \begin{cases} 0 & \text{if } p_{\text{TYPE},q}(k-1) = 0 \\ \sum_{d=1}^{D_{\text{PRED}}} p_{\text{F},d,q}(k-1) \cdot \tilde{\chi}_{\text{DIR},p_{\text{IND},d,q}(k-1)}(k-1,L+l) & \text{if } p_{\text{TYPE},q}(k-1) = 1 \\ \sum_{d=1}^{D_{\text{PRED}}} p_{\text{F},d,q}(k-1) \cdot \tilde{y}_{\text{LP},q}(k-1,l) & \text{if } p_{\text{TYPE},q}(k-1) = 2 \end{cases} \quad (17) \end{aligned}$$

[0103] *if: 如果

[0104] 其中, $\tilde{y}_{\text{LP},q}(k-1,l) :=$

$$\sum_{j=0}^{\min(L_h-1, l+2D_h-1)} h_{\text{LP}}(j) \cdot \tilde{\chi}_{\text{DIR},p_{\text{IND},d,q}(k-1)}(k-1,L+l+D_h-j) \quad (18)$$

[0106] 如上所述, 并且, 现在从式 (17) 可以看出, 信号 $\tilde{\chi}_{\text{RES,GRID},q}(k-1)$, $q=1, \dots, O$ 被假定为通过方向信号的预定最大数量 D_{PRED} 的加权和或者通过该加权和的低通滤波版本被预测。

[0107] 与空间预测有关的边信息的现有技术编码

[0108] 在上述的ISO/IEC文献中, 针对的是空间预测边信息的编码。在图5所示的算法1中概括并且将在以下解释它。为了更清楚地表现, 在所有的表达中忽略帧指标 $k-1$ 。

[0109] 首先, 创建包含 O 个位的位阵列 ActivePred, 其中, 位 ActivePred[q] 表示是否对方向 Ω_q 执行预测。该阵列中的“1”的数量由 NumActivePred 标记。

[0110] 然后, 创建长度为 NumActivePred 的位阵列 PredType, 这里, 每个位对要执行预测的方向指示预测的类型即全波段还是低通。同时, 创建长度为 NumActivePred $\cdot D_{\text{PRED}}$ 的无符号整数阵列 PredDirSigIds, 该阵列的要素对每个活动的预测标记要使用的方向信号的 D_{PRED} 指标。如果对预测使用少于 D_{PRED} 的方向信号, 那么指标被假定为被设定为零。阵列 PredDirSigIds 的各要素被假定为由 $\lceil \log_2(D+1) \rceil$ 个位代表。阵列 PredDirSigIds 中的非零要素的数量由 NumNonZeroIds 表示。

[0111] 最后, 创建长度为 NumNonZeroIds 的整数阵列 QuantPredGains, 其要素被假定为代表用于式 (17) 中的量化缩放因子 $p_{\text{Q,F,d,q}}(k-1)$ 。在式 (10) 中给出用于获得相应的去量化缩放因子 $p_{\text{F,d,q}}(k-1)$ 的去量化。阵列 QuantPredGains 的各要素被假定为由 B_{SC} 个位代表。

[0112] 最后, 边信息 ζ_{COD} 的编码表示包含根据下式的四个上述的阵列:

[0113] $\zeta_{\text{COD}} = [\text{ActivePred} \ \text{PredType} \ \text{PredDirSigIds} \ \text{QuantPredGains}]$. (19)

[0114] 为了用例子解释该编码, 使用式 (7) ~ (9) 的编码表示:

[0115] ActivePred = [1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0] (20)

[0116] PredType = [0 1] (21)

[0117] $\text{PredDirSigIds} = [1 \ 0 \ 1 \ 4] \quad (22)$

[0118] $\text{QuantPredGains} = [40 \ 15 \ -13] \quad (23)$

[0119] 需要的位的数量等于 $16+2+3 \cdot 4+8 \cdot +3=54$ 。

[0120] 本发明的与空间预测有关的边信息的编码

[0121] 为了提高与空间预测有关的边信息的编码的效率,现有技术的处理被有利地修改。

[0122] A) 当编码典型声场的HOA表示时,本发明的发明人观察到常常有多个帧在HOA压缩处理中决定根本不执行任何空间预测。但是,在这些帧中,位阵列ActivePred仅包含零,零的数量等于0。由于这种帧内容常常出现,因此本发明的处理对编码表示 ζ_{COD} 预先安排单个位PSPredictionActive,该位表示是否要执行任何预测。如果位PSPredictionActive的值为零(或者替代地,为“1”),那么阵列ActivePred以及与预测有关的其它数据不包含于编码的边信息 ζ_{COD} 中。实际上,该操作随时间减少 ζ_{COD} 的传送的平均位速率。

[0123] B) 在编码典型声场的HOA表示时作出的进一步观察有,活动的预测的数量NumActivePred常常非常低。在这种情况下,作为为了对各方向 Ω_q 指示是否要执行预测使用位阵列ActivePred的替代,传送或者传递活动的预测的数量和各指标可能是更有效的。特别地,这种修改类型的对活动的编码在

[0124] $\text{NumActivePred} \leq M_M \quad (24)$ 的情况下是更有效的,

[0125] 这里, M_M 是满足下式的最大整数:

[0126] $|\log_2(M_M)| + M_M \cdot |\log_2(0)| < 0 \quad (25)$

[0127] 可通过上述的HOA次序 $N:0 = (N+1)^2$ 的知识计算 M_M 的值。在式(25)中, $|\log_2(M_M)|$ 标记编码活动预测的实际数量NumActivePred所需要的位的数量, $M_M \cdot |\log_2(0)|$ 是编码各方向指标所需要的位的数量。式(25)右边与阵列ActivePred的位数对应,这是以已知的方式编码相同的信息所需要的。根据上述的解释,单个位KindOfCodedPredIds可用于指示以哪种方式编码被推想为执行预测的那些方向的指标。如果位KindOfCodedPredIds具有值“1”(或者替代地,为“0”),那么数量NumActivePred和包含推想为执行预测的方向的指标的阵列PredIds被添加到编码的边信息 ζ_{COD} 。否则,如果位KindOfCodedPredIds具有值“0”(或者替代地,为“1”),那么阵列ActivePred被用于编码相同的信息。

[0128] 平均而言,该操作随时间减少 ζ_{COD} 的传送位速率。

[0129] C) 为了进一步提高边信息编码效率,利用对预测使用的活动方向信号的实际可用数量常常小于D的事实。这意味着,对于指标阵列PredDirSigIds的各要素的编码,需要少于 $\lceil \log_2(D+1) \rceil$ 个位。特别地,对预测使用的活动方向信号的实际可用数量由包含活动方向信号的

指标 $\tilde{l}_{\text{ACT},1}, \dots, \tilde{l}_{\text{ACT}}, \tilde{D}_{\text{ACT}}$ 的数据组 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}$ 的要素的数量 $\tilde{D}_{\text{ACT}}$ 给出。由此, $\lceil \log_2(\tilde{D}_{\text{ACT}} + 1) \rceil$ 个位可被用于编码指标阵列PredDirSigIds的各要素,这种类型的编码是更有效的。在解码器中,数据组 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}$ 被假定为是已知的,因此,解码器也知道解码方向信号的指标必须读取多少位。注意,要计算的 ζ_{COD} 的帧指标和所使用的指标数据组 $\tilde{J}_{\text{DIR, ACT}}$ 必须相同。

[0130] 以上的对于已知的边信息编码处理的修改A) ~ C) 导致图6所示的示例性编码处理。

[0131] 因此,编码的边信息包含以下成分: $\zeta_{\text{COD}} =$ (26)

[0132]
$$\left[\begin{array}{l} \text{PSPredictionActive} \\ \text{KindOfCodedPredIds} \\ \text{ActivePred} \\ \text{PredType} \\ \text{PredDirSigIds} \\ \text{QuantPredGains} \end{array} \right] \quad \text{如果PSPredictionActive} = 0$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{PSPredictionActive} \\ \text{KindOfCodedPredIds} \\ \text{NumActivePred} \\ \text{PredIds} \\ \text{PredType} \\ \text{PredDirSigIds} \\ \text{QuantPredGains} \end{array} \right] \quad \text{如果PSPredictionActive} = 1 \wedge \text{KindOfCodedPredIds} = 0$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{PSPredictionActive} \\ \text{KindOfCodedPredIds} \\ \text{NumActivePred} \\ \text{PredIds} \\ \text{PredType} \\ \text{PredDirSigIds} \\ \text{QuantPredGains} \end{array} \right] \quad \text{如果PSPredictionActive} = 1 \wedge \text{KindOfCodedPredIds} = 1$$

[0133] 注释:在上述的ISO/IEC文献中,例如,在6.1.3节中,QuantPredGains被称为PredGains,但它包含量化值。

[0134] 式(7)~(9)中的例子的编码表示将是:

[0135] $\text{PSPredictionActive} = 1$ (27)

[0136] $\text{KindOfCodedPredIds} = 1$ (28)

[0137] $\text{NumActivePred} = 2$ (29)

[0138] $\text{PredIds} = [1 \ 7]$ (30)

[0139] $\text{PredType} = [0 \ 1]$ (31)

[0140] $\text{PredDirSigIds} = [1 \ 0 \ 1 \ 4]$ (32)

[0141] $\text{QuantPredGains} = [40 \ 15 \ -13]$, (33)

[0142] 需要的位数为 $1+1+2+2 \cdot 4+2+2 \cdot 4+8 \cdot 3=46$ 。有利地,与式(20)~(23)中的现有技术的编码表示相比,根据本发明编码的该表示需要少8个位。也可以不在编码器侧提供位阵列PredType。

[0143] 与空间预测有关的修改的边信息编码的解码

[0144] 在图7和图8所示的示例性解码处理中(图8所示的处理是图7处理的继续)概括并且在以下解释与空间预测有关的修改的边信息的解码。首先,矢量 $\mathbf{p}_{\text{TYPE}}$ 和矩阵 $\mathbf{P}_{\text{IND}}$ 与 $\mathbf{P}_{\text{Q,F}}$ 的所有要素被初始化为零。然后,读取位PSPredictionActive,它表示是否要执行空间预测。在空间预测(即,PSPredictionActive=1)的情况下,读取位KindOfCodedPredIds,这表示要执行预测的方向的指标的编码的类型。

[0145] 在KindOfCodedPredIds=0的情况下,读取长度为0的位阵列ActivePred,其中,第q个要素表示是否对于方向 Ω_q 执行预测。在下一步骤中,从阵列ActivePred计算预测的数量NumActivePred并且读取长度为NumActivePred的位阵列PredType,其中,要素表示对相关方向中的每一个执行的预测的类型。通过包含于ActivePred和PredType中的信息,计算矢量 $\mathbf{p}_{\text{TYPE}}$ 的要素。

[0146] 也可以不在编码器侧提供位阵列PredType且从位阵列ActivePred计算矢量 $\mathbf{p}_{\text{TYPE}}$ 的要素。

[0147] 在KindOfCodedPredIds=1的情况下,读取活动预测的数量NumActivePred,该数量被假定为用 $\lceil \log_2(M_M) \rceil$ 个位被编码,这里, M_M 是满足式(25)的最大整数。然后,读取包含NumActivePred个要素的数据阵列PredIds,这里,各要素被假定为用 $\lceil \log_2(O) \rceil$ 个位被编码。该阵列的要素是必须执行预测的方向的指标。依次读取长度NumActivePred的位阵列PredType,其中,要素表示对相关方向中的每一个执行的预测的类型。通过NumActivePred、PredIds和PredType的知识,计算矢量 p_{TYPE} 的要素。也可以不在编码器侧提供位阵列PredType且从数量NumActivePred和数据阵列PredIds计算矢量 p_{TYPE} 的要素。

[0148] 对于两种情况(即,KindOfCodedPredIds=0和KindOfCodedPredIds=1),在下一步骤中,读取包含NumActivePred $\cdot$ D_{PRED}个要素的阵列PredDirSigIds。各要素被假定为用 $\lceil \log_2(\tilde{D}_{ACT}) \rceil$ 个位被编码。通过使用包含于 p_{TYPE} 、 $\tilde{J}_{DIR, ACT}$ 和PredDirSigIds中的信息,设定矩阵 P_{IND} 的要素并且计算 P_{IND} 中的非零要素的数量NumNonZerolds。

[0149] 最后,读取包含分别用 B_{SC} 个位编码的NumNonZerolds个要素的阵列QuanPredGains。通过使用包含于 P_{IND} 和QuanPredGains中的信息,设定矩阵 $P_{Q,F}$ 的要素。

[0150] 可通过单个处理器或电子电路或者通过并行地操作并且/或者在本发明的处理的不同部分上操作的若干处理器或电子电路实施本发明的处理。

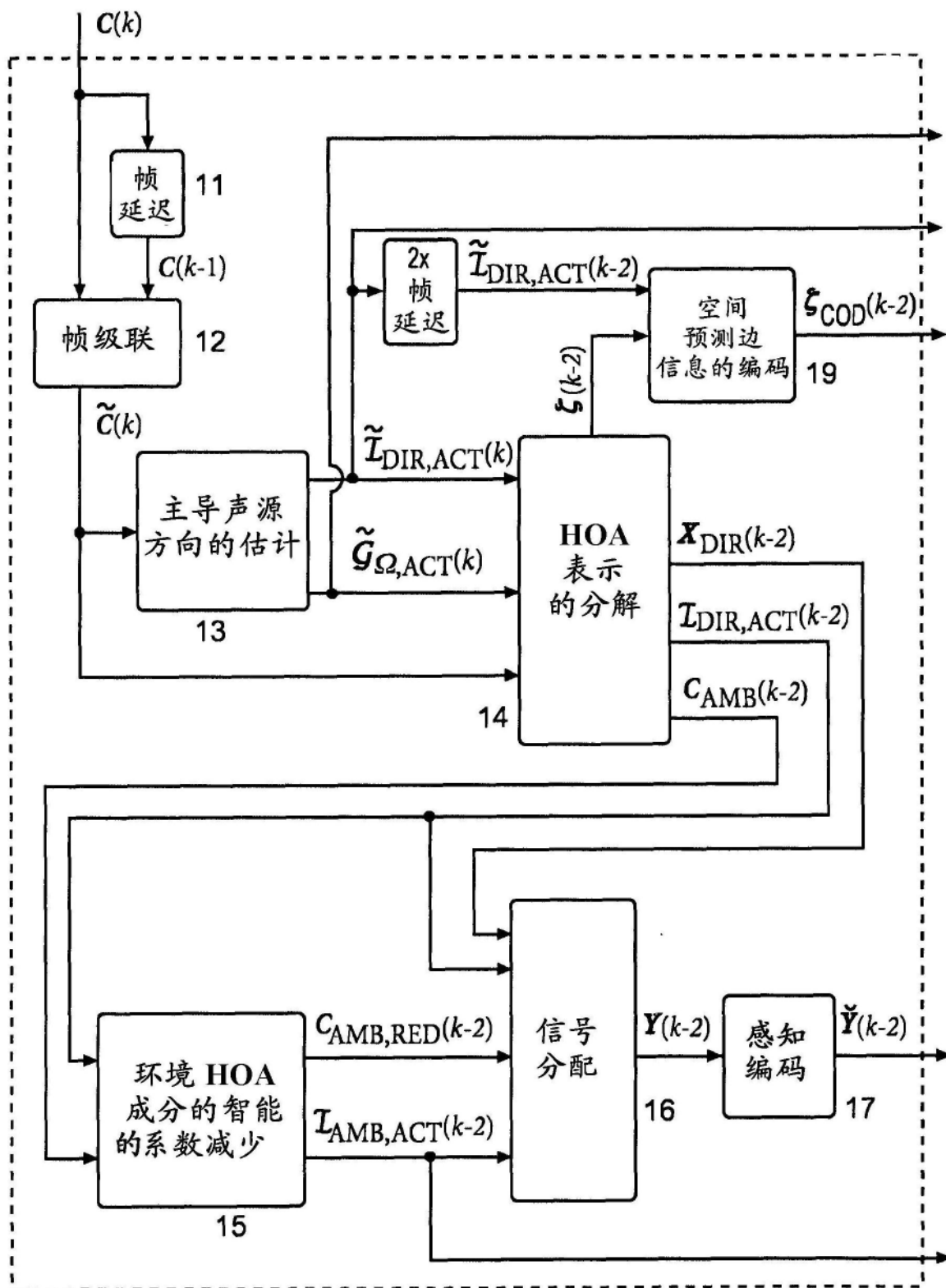


图1

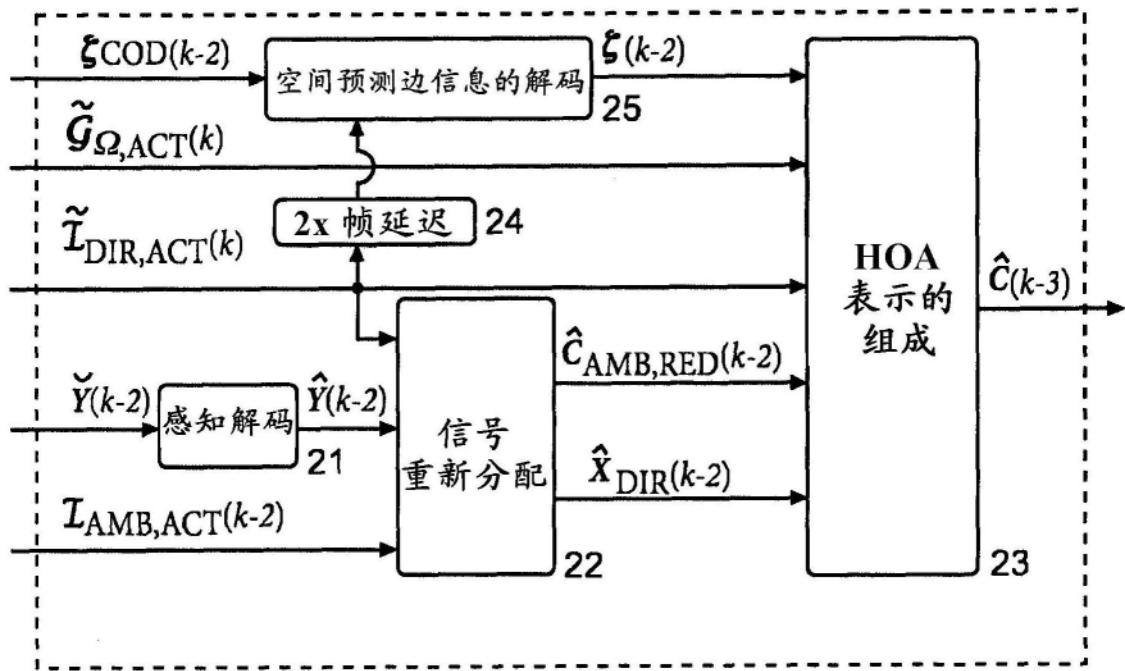


图2

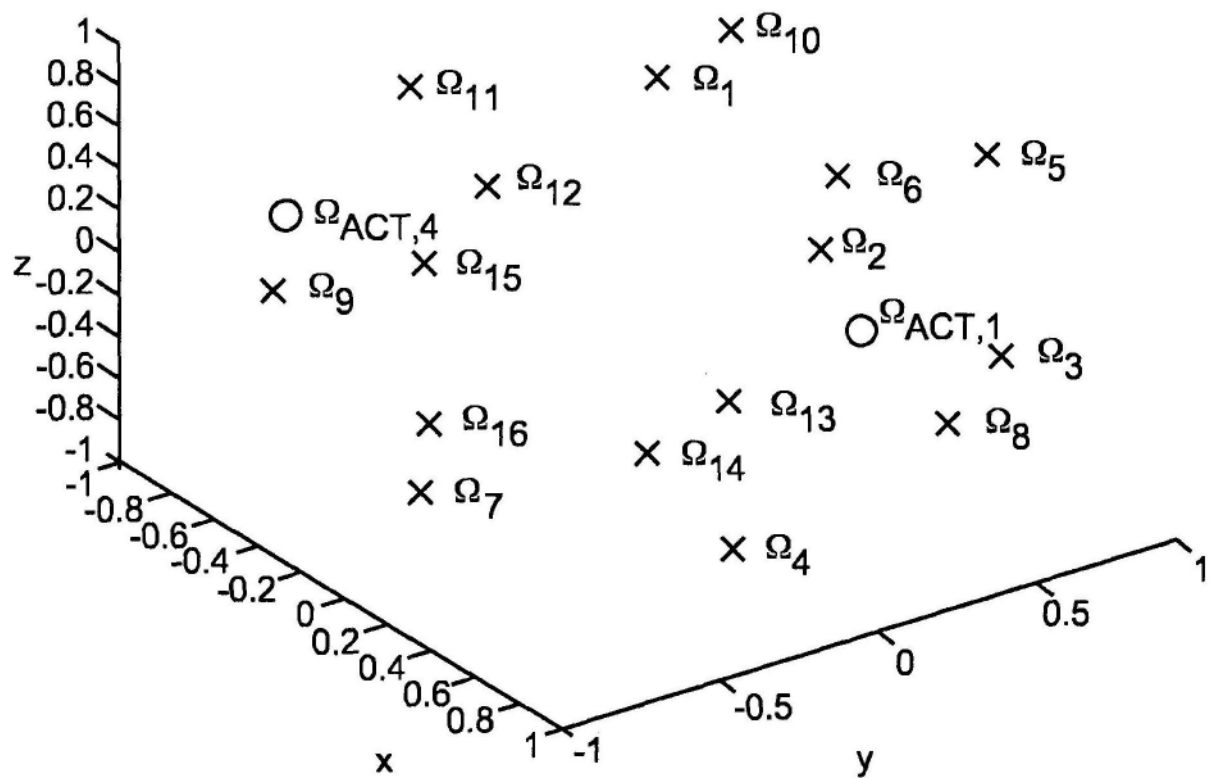


图4

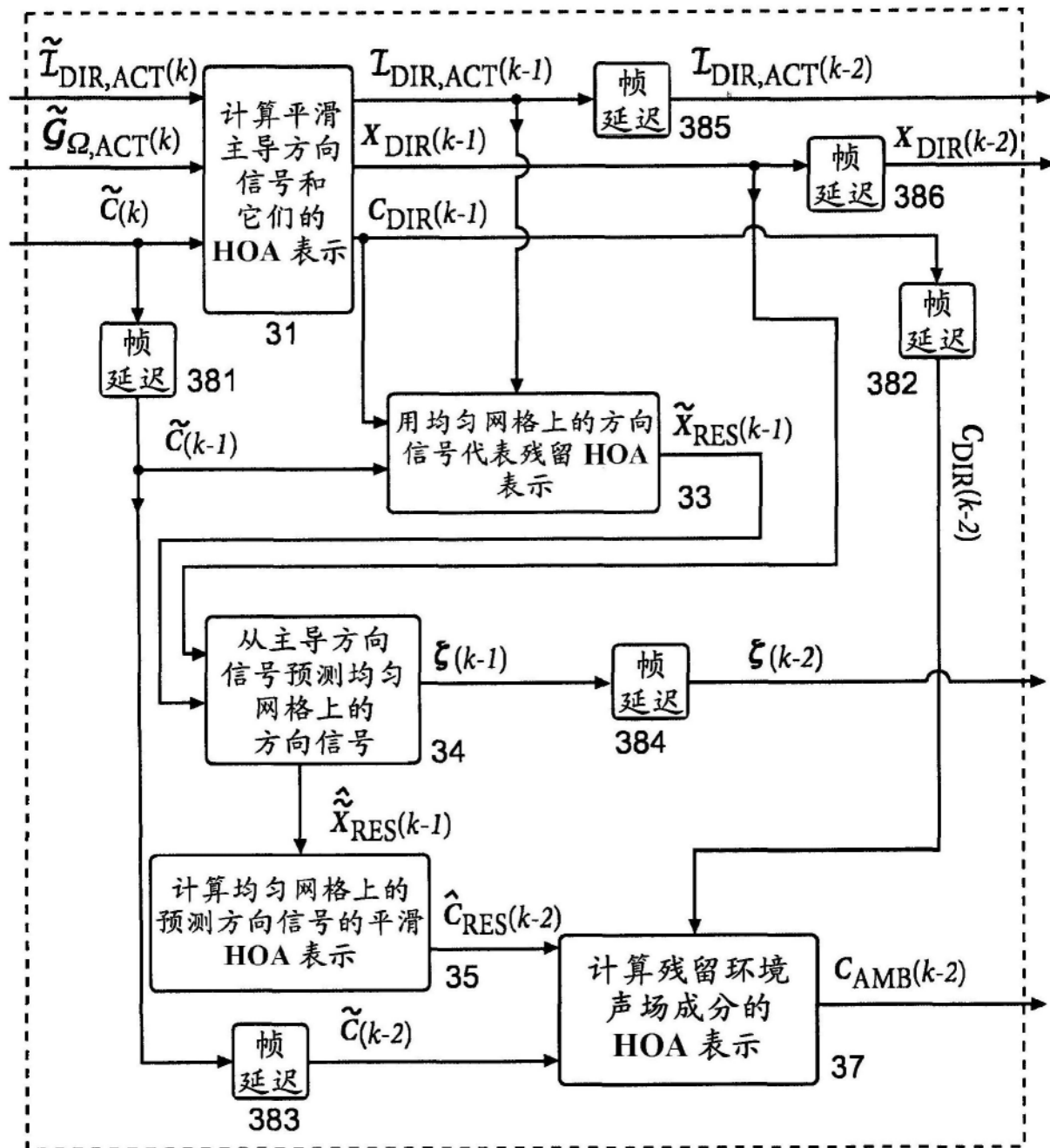


图3

```

{Fill ActivePred (bit array of length  $O$ )}

NumActivePred = 0
for  $q = 1$  to  $O$  do
    if  $p_{TYPE,q} = 0$  then
        ActivePred [ $q$ ] = 0
    else
        ActivePred [ $q$ ] = 1
        NumActivePred  $\leftarrow$  NumActivePred + 1
    end if
end for

{Fill PredType (bit array of length NumActivePred) }
{and PredDirSigIds (unsigned integer array of length NumActivePred  $\cdot D_{PRED}$ )}

 $j = 1$ 
 $i = 1$ 
NumNonZeroIds = 0
for  $q = 1$  to  $O$  do
    if ActivePred [ $q$ ] = 1 then
        PredType [ $j$ ] =  $p_{TYPE,q} - 1$ 
         $j \leftarrow j + 1$ 

        if  $p_{IND,d,q} \neq 0$  then
            NumNonZeroIds  $\leftarrow$  NumNonZeroIds + 1
        end if

        for  $d = 1$  to  $D_{PRED}$  do
            PredDirSigIds [ $i$ ] =  $p_{IND,d,q}$ 
             $i \leftarrow i + 1$ 
        end for
    end if
end for

{Fill QuantPredGains (integer array of length NumNonZeroIds)}

 $i = 1$ 
for  $q = 1$  to  $O$  do
    for  $d = 1$  to  $D_{PRED}$  do
        if  $p_{IND,d,q} \neq 0$  then
            QuantPredGains [ $i$ ] =  $p_{Q,F,d,q}$ 
             $i \leftarrow i + 1$ 
        end if
    end for
end for

```

图5

```

{Set bit PSPredictionActive }
PSPredictionActive = 0
for  $q = 1$  to  $O$  do
    if  $p_{TYPE,q} > 0$  then
        PSPredictionActive = 1
    end if
end for

if PSPredictionActive = 1 then
    {Set bit KindOfCodedPredIds }
    NumActivePred = 0
    for  $q = 1$  to  $O$  do
        if  $p_{TYPE,q} > 0$  then
            NumActivePred  $\leftarrow$  NumActivePred + 1
        end if
    end for

    if NumActivePred  $< M_M$  then
        KindOfCodedPredIds = 1
    else
        KindOfCodedPredIds = 0
    end if

    if KindOfCodedPredIds = 0 then
        {Fill ActivePred (bit array of length  $O$ )}
        for  $q = 1$  to  $O$  do
            if  $p_{TYPE,q} = 0$  then
                ActivePred[ $q$ ] = 0
            else
                ActivePred[ $q$ ] = 1
            end if
        end for
    else
        {Fill PredIds (array of length NumActivePred)}
         $j = 1$ 
        for  $q = 1$  to  $O$  do
            if  $p_{TYPE,q} > 0$  then
                PredIds[ $j$ ] =  $q$ 
                 $j \leftarrow j + 1$ 
            end if
        end for
    end if

    {Fill PredType (bit array of length NumActivePred) }
    {and PredDirSigIds (unsigned integer array of length NumActivePred  $\cdot D_{PRED}$ )}
    {Same as in the state of the art coding algorithm Alg. 1, except for one change, i.e.}
    {replace PredDirSigIds[ $i$ ] =  $p_{IND,d,q}$  by}
    if  $p_{IND,d,q} = 0$  then
        PredDirSigIds[ $i$ ] = 0
    else
        PredDirSigIds[ $i$ ] =  $\alpha$  such that  $\tilde{i}_{ACT,\alpha} = p_{IND,d,q}$ 
    end if

    {Fill QuantPredGains (integer array of length NumNonZeroIds)}
    {Same as in the state of the art coding algorithm Alg. 1 }
end if

```

图6

```

{Init  $p_{TYPE}$  (vector with  $O$  elements),  $P_{IND}$  and  $P_{Q,F}$  (matrices with  $D_{PRED}$  rows and  $O$  columns) }
for  $q = 1$  to  $O$  do
     $p_{TYPE,q} = 0$ 
    for  $d = 1$  to  $D_{PRED}$  do
         $p_{IND,d,q} = 0$ 
         $p_{Q,F,d,q} = 0$ 
    end for
end for
Read bit PSPredictionActive
if PSPredictionActive = 1 then
    Read bit KindOfCodedPredIds
    if KindOfCodedPredIds = 0 then
        Read ActivePred (bit array of length  $O$ )
        {Compute number of active predictions}
        NumActivePred = 0
        for  $q = 1$  to  $O$  do
            if ActivePred[ $q$ ] = 1 then
                NumActivePred  $\leftarrow$  NumActivePred + 1
            end if
        end for
        Read PredType (bit array of length NumActivePred)
        {Set elements of  $p_{TYPE}$  }
         $i = 1$ 
        for  $q = 1$  to  $O$  do
            if ActivePred[ $q$ ] = 1 then
                if PredType[ $i$ ] = 0 then
                     $p_{TYPE,q} = 1$ 
                else
                     $p_{TYPE,q} = 2$ 
                end if
                 $i \leftarrow i + 1$ 
            end if
        end for
    else
        Read NumActivePred (coded by  $\lceil \log_2(M_M) \rceil$  bits,  $M_M$  is greatest integer satisfying equation(25) )
        Read PredIds ( array with NumActivePred elements, each coded by  $\lceil \log_2(O) \rceil$  bits)
        Read PredType (bit array of length NumActivePred)
        {Set elements of  $p_{TYPE}$  }
        for  $i = 1$  to NumActivePred do
            if PredType[ $i$ ] = 0 then
                 $p_{TYPE,PredIds[i]} = 1$ 
            else
                 $p_{TYPE,PredIds[i]} = 2$ 
            end if
        end for
    end if
    {Decode matrices  $P_{IND}$  and  $P_{Q,F}$  according to Alg. 4 }
end if

```

图7

```

Read PredDirSigIds
  (array with NumActivePred · DPRED elements, each coded by  $\lceil \log_2 (\tilde{D}_{\text{ACT}} + 1) \rceil$  bits)
{Set elements of  $P_{\text{IND}}$  (matrix with DPRED rows and O columns) }
  i = 1
  NumNonZeroIds = 0
  for q = 1 to O do
    for d = 1 to DPRED do
      if  $p_{\text{TYPE},i} > 0$  then
        if PredDirSigIds[i] > 0 then
           $p_{\text{IND},d,q} = \tilde{i}_{\text{ACT}, \text{PredDirSigIds}[i]}$ 
          NumNonZeroIds ← NumNonZeroIds + 1
        end if
        i ← i + 1
      end if
    end for
  end for
Read QuantPredGains (array with NumNonZeroIds elements, each coded by BSC bits)
{Set elements of  $P_{\text{Q},\text{F}}$  (matrix with DPRED rows and O columns) }
  i = 1
  for q = 1 to O do
    for d = 1 to DPRED do
      if  $p_{\text{IND},d,q} > 0$  then
         $p_{\text{Q},\text{F},d,q} = \text{QuantPredGains}[i]$ 
        i ← i + 1
      end if
    end for
  end for
end for

```

图8