(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119299676 A
(43)申请公布日 2025.01.10

(21)申请号 202411714391.3

(22)申请日 2021.09.30

(30)优先权数据
63/164,478 2021.03.22 US
17/449,126 2021.09.28 US

(62)分案原申请数据
202180020926.5 2021.09.30

(71)申请人 腾讯美国有限责任公司
地址 美国加利福尼亚州帕洛阿尔托公园大道2747号

(72)发明人 杜祎鑫 赵欣 刘杉

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
专利代理师 马媛媛 王琦

(51)Int.Cl.
H04N 19/117(2014.01)
H04N 19/44(2014.01)
H04N 19/80(2014.01)
H04N 19/82(2014.01)
H04N 19/10(2014.01)
H04N 19/176(2014.01)

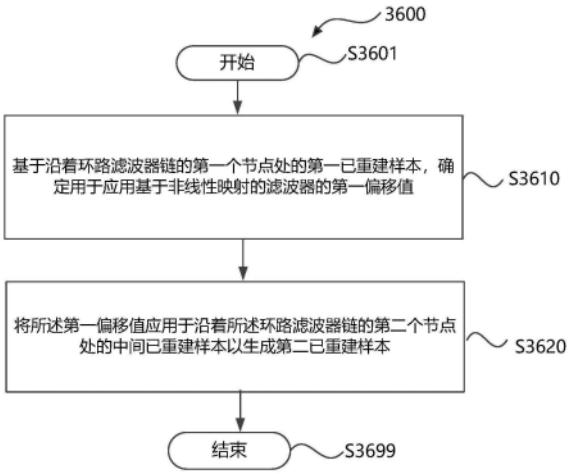
权利要求书2页 说明书37页 附图31页

(54)发明名称

视频滤波方法和装置

(57)摘要

本申请的各方面提供了在视频编码/解码中进行滤波的方法和装置。在一些示例中,一种视频滤波装置包括处理电路。处理电路基于沿着环路滤波器链的第一个节点处的第一已重建样本来确定用于应用基于非线性映射的滤波器的第一偏移值。然后,处理电路将第一偏移值应用于沿着环路滤波器链的第二个节点处的中间已重建样本,以生成第二已重建样本。



CN 119299676 A

1.一种在视频编/解码中进行滤波的方法,其特征在于,包括:

对沿着环路滤波器链的第一节点处的第一已重建亮度样本使用交叉分量样本偏移(cross-component sample offset,CCSO)滤波器,确定第一偏移值,所述环路滤波器链包括多个视频滤波器;及

将所述第一偏移值应用于沿着所述环路滤波器链的第二节点处的已重建样本以生成第二已重建样本,其中,所述第二节点在所述环路滤波器链中位于环内受限定向增强滤波器(in-loop constrained directional enhancement filter,CDEF)之后。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述已重建样本和所述第一已重建亮度样本具有不同的色彩分量。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一节点在所述环路滤波器链中位于去块滤波器之前。

4.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一节点和所述第二节点是同一节点。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第一节点和所述第二节点是以下各项中的一项:

所述环路滤波器链的输出节点;或

所述环路滤波器链的中间节点。

6.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一已重建亮度样本是通过以下各项中的至少一项生成的:

去块滤波器之前的处理模块;

所述去块滤波器;

所述受限定向增强滤波器;或

环路恢复滤波器。

7.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一节点和所述第二节点是不同的节点。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述第一已重建亮度样本由去块滤波器之前的处理模块生成,并且所述已重建样本由以下各项中的至少一项生成:

受限定向增强滤波器;或

环路恢复滤波器。

9.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述第一已重建亮度样本由去块滤波器生成,并且所述已重建样本由以下各项中的至少一项生成:

受限定向增强滤波器;或

环路恢复滤波器。

10.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述第一已重建亮度样本由受限定向增强滤波器生成,且所述已重建样本由环路恢复滤波器生成。

11.一种处理视频码流的方法,其特征在于,所述视频码流根据权利要求1至10中任一项所述的方法进行滤波。

12.一种用于视频编/解码的装置,其特征在于,包括处理电路,所述处理电路用于执行根据权利要求1至10中任一项所述的方法。

13.一种存储有计算机指令的存储介质,其特征在于,所述指令由计算机设备执行时实现根据权利要求1至10中任一项所述的方法。

视频滤波方法和装置

引用并入

[0001] 本申请要求于2021年9月28日提交的美国专利申请号17/449,126“视频滤波方法和装置(METHOD AND APPARATUS FOR VIDEO FILTERING)”的优先权,该美国专利申请要求于2021年3月22日提交的美国临时申请号63/164,478“用于样本偏移的柔性滤波器位置(FLEXIBLE FILTER LOCATION FOR SAMPLE OFFSET)”的优先权。在先申请的全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0002] 本申请描述的实施例总体上涉及视频编解码。

背景技术

[0003] 本文提供的背景描述是为了呈现本申请的背景。记名的发明人的工作,在该背景部分描述的工作以及本说明书各实施例的范围内的内容,在递交时可能并不算作现有技术,均未被明示或暗示地承认作为不利于本申请的现有技术。

[0004] 视频编码和解码可以使用具有运动补偿的图像间预测来进行。未压缩的数字视频可包括一系列图像,每个图像具有一定的空间维度,例如1920x1080的亮度样本和相关的色度样本。图像序列可具有固定或可变的图像速率(俗称帧率),例如,每秒60张图像或60Hz。未压缩的视频需要特定的比特率。例如,每个样本为8比特的1080p604:2:0(60Hz帧率下的1920x1080亮度样本分辨率)的视频需要接近1.5G比特/秒的带宽。长度为一小时的这种视频需要600G字节以上的存储空间。

[0005] 视频编码和解码的一个目的是,通过压缩来降低输入视频信号的冗余。在一些情况下,压缩可将带宽和/或存储器的需求减小至少两个数量级。可使用无损压缩、有损压缩,或其组合。无损压缩指可从经过压缩的原始信号中重建原始信号的准确副本的技术。当使用有损压缩时,重建信号可与原始信号不一致,但原始信号和重建信号之间的失真足够小,以使重建信号能够实现所期望的用途。视频领域中广泛采用有损压缩。容许的失真量取决于应用,例如,一些消费型直播应用的用户比电视节目应用的用户能容忍更大的失真。可实现的压缩比可以反映出:可允许/可容忍的失真越大,可产生的压缩比越高。

[0006] 视频编码器和解码器可利用几个大类的技术,例如包括运动补偿、变换、量化和熵编码。

[0007] 视频编解码技术可包括被称为帧内编码的技术。在帧内编码中,样本值的表示不需要参照先前已重建的参考图像中的样本或其他数据。在一些视频编解码器中,图像在空间上被细分为样本块。当在帧内模式下对所有样本块进行编码时,该图像可以为帧内图像。帧内图像及其派生(例如独立解码器刷新图像)可用于重置解码器状态,并从而可以用作编码视频码流和视频会话中的第一幅图像,或作为静止图像。帧内块的样本可接受转换,转换系数可以在熵编码前被量化。帧内预测可以是使预变换域中的样本值最小化的技术。一些情况中,转换后的DC值越小,AC系数就越小,熵编码后用于以给定的量化步长来表示块所需

的比特数就越少。

[0008] (例如,从例如MPEG-2代编码技术所知的)传统的帧内编码不使用帧内预测。然而,一些较新的视频压缩技术包括尝试,例如,周围的样本数据和/或元数据的技术,可在对空间相邻的、以及解码顺序在前的块数据进行编码/解码的过程中获得上述周围的样本数据和/或元数据。这种技术从此被称为帧内预测摄技术。注意,在至少一些情况下,帧内预测使用仅来自正在重建的当前图像(而不是参考图像)的参考数据。

[0009] 有许多不同形式的帧内预测。当在给定视频编码技术中可以使用多于一种这样的技术时,所使用的技术可以编码在帧内预测模式中。在某些情况下,模式可以具有子模式和/或参数,其可以单独编码或包括在模式码字中。给定模式/子模式/参数组合使用哪个码字可以通过帧内预测对编码效率增益产生影响,并且用于将码字转换为比特流的熵编码技术也可以。

[0010] 某种帧内预测模式是随H.264引入的,在H.265中得到完善,并且在例如联合探索模型(JEM),通用视频编码(VVC),及基准集(BMS)的新编码技术中被进一步完善。可以使用相邻样本值来形成预测块,相邻样本值属于已经可用的样本。根据方向将相邻样本的样本值复制到预测块中。所用的方向的信息可以编码在比特流中,或者可以自己预测。

[0011] 参见图1A,在右下方描绘了H.265的33个可能的预测方向(对应于35个帧内模式的33个角度模式)中已知的九个预测方向的子集。箭头会聚的点(101)表示正在预测的样本。箭头表示正在预测的样本的方向。例如,箭头(102)表示样本(101)的预测方向是从一个样本或多个样本到右上角,与水平方向成45度角。类似地,箭头(103)表示样本(101)的预测方向是从一个样本或多个样本到样本(101)的左下方,与水平方向成22.5度角。

[0012] 仍然参考图1A,在左上方示出了4×4个采样的正方形块(104)(由粗体虚线表示)。正方形块(104)包括16个样本,每个样本用“S”标记其在Y维中的位置(例如,行索引)和其在X维中的位置(例如,列索引)。例如,样本S21是Y维度中(从顶部开始)的第二个样本和X维度中(从左侧开始)的第一个样本。类似地,块(104)中的样本S44在Y和X维度中均为第四个样本。由于块的大小为4×4个样本,因此S44位于右下角。还示出了遵循类似编号方案的参考样本。参考样本用R、及其相对于块(104)的Y位置(例如,行索引)和X位置(列索引)进行标记。在H.264和H.265中,预测样本与正在重建的块相邻;因此不需要使用负值。

[0013] 帧内图像预测通过从信号指示的预测方向所覆盖的相邻样本中复制参考样本值来发挥作用。例如,假设已编码视频比特流包括的信令指示该块的预测方向与箭头(102)一致—即,从一个或多个预测样本到右上角,与水平面成45度角,来对样本进行预测。在该情况下,样本S41,S32,S23和S14使用相同的参考样本R05进行预测。然后使用参考样本R08预测样本S44。

[0014] 在某些情况下,为了计算参考样本,可以合并多个参考样本的值,例如通过插值;特别是当方向不能被45度整除时。

[0015] 随着视频编码技术的发展,可能的方向的数量越来越多。在H.264(2003年)中,可以表示九个不同的方向。该数目在H.265(2013年)中增加到33个,并且JEM/VVC/BMS在发表时可以支持至多65个方向。已经进行了一些实验以识别最可能的方向,并且使用熵编码中的某些技术来以少量比特表示那些可能的方向,同时承担可能性较小的方向带来的不利结果。此外,这些方向本身有时可以从相邻的已解码的块所使用的相邻方向进行预测。

[0016] 图1B示出了JEM的65个帧内预测方向的示意图(180),以示出随时间增加的预测方向的数量。

[0017] 已编码视频比特流中表示方向的帧内预测方向比特的映射方法,在不同的视频编码技术中可以不同;可以涵盖,例如,从预测方向到帧内预测模式或到码字的简单直接映射,到涉及大多数可能模式的复杂自适应方案,以及类似的技术。然而,在所有情况下,可能存在某些方向,在统计上相较其它方向,在视频内容中出现的可能性较小。由于视频压缩的目标是减少冗余,因此在运转良好的视频编码技术中,相比可能性更大的方向,那些可能性较小的方向将由更多的比特来表示。

[0018] 运动补偿可以是有损压缩技术,并且可以涉及这样的技术:先前已重建的图像或其部分(参考图像)的样本数据块,在沿着运动矢量(motion vector,下文称为MV)指示的方向被空间移位之后,被用于预测新重建的图像或图像部分。在一些情况下,参考图像可以与当前重建中的图像相同。MV可以具有两个维度X和Y,或三个维度,第三个维度是使用中的参考图像的指示(后者间接地可以是时间维度)。

[0019] 在一些视频压缩技术中,可应用于样本数据的某一区域的MV可利用其它MV预测得到,例如利用与空间上邻近当前正在重建的区域的另一区域的样本数据相关、并且解码顺序在该MV之前的那些MV预测得到。这样做可以实质上减少对MV进行编码所需的数据量,从而消除冗余并增加压缩力度。MV预测可以有效地工作,例如,因为在对从相机导出的输入视频信号(称为自然视频)进行编码时,存在比单个MV可应用的区域更大的区域在类似方向上移动的统计似然性,并且因此,在一些情况下可以使用从相邻区域的MV得出的类似运动矢量来预测。这导致对于给定区域找到的MV与从周围MV预测的MV类似或相同,并且在熵编解码之后,它又可以用比假如直接对MV进行编码所使用的比特数更少的比特数来表示。在一些情况下,MV预测可以是从原始信号(即:样本流)得出的信号(即:MV)的无损压缩的示例。在其它情况下,MV预测本身可能是有损的,例如,由于从若干周围MV计算预测值时产生的舍入误差。

[0020] H.265/HEVC(ITU-T H.265建议书,“高效视频编解码(High Efficiency Video Coding)”,2016年12月)中描述了各种MV预测机制。在H.265提供的多种MV预测机制中,本申请描述的是下文称作“空间合并”的技术。

[0021] 请参考图2,当前块(201)包括在运动搜索过程期间已由编码器发现的样本,根据已产生空间偏移的相同大小的先前块,可预测所述样本。另外,可从一个或多个参考图像相关联的元数据中导出所述MV,而非对MV直接编码。例如,使用关联于A0、A1和B0、B1、B2(分别对应202到206)五个周围样本中的任一样本的MV,(按解码次序)从最近的参考图像的元数据中导出所述MV。在H.265中,MV预测可使用相邻块也正在使用的相同参考图像的预测值。

发明内容

[0022] 本申请的各方面提供了用于在视频编码/解码中进行滤波的方法和装置。在一些示例中,一种用于视频滤波的装置包括处理电路。处理电路基于沿着环路滤波器链的第一个节点处的第一已重建样本来确定用于应用基于非线性映射的滤波器的第一偏移值。然后,处理电路将第一偏移值应用于沿着环路滤波器链的第二个节点处的中间已重建样本,以生成第二已重建样本。

[0023] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器是交叉分量样本偏移(CCSO)滤波器,且中间已重建样本和第一已重建样本具有不同的色彩分量。

[0024] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器是局部样本偏移(LSO)滤波器,且中间已重建样本和第一已重建样本具有相同的色彩分量。

[0025] 在一些实施例中,第一节点和第二节点具有相同的节点,例如环路滤波器链的输入节点、环路滤波器链的输出节点或环路滤波器链的中间节点。一个示例中,第一已重建样本由去块滤波器之前的处理模块生成。在另一示例中,第一已重建样本由去块滤波器生成。在另一示例中,第一已重建样本由受限定向增强滤波器生成。在另一示例中,第一已重建样本由环路恢复滤波器生成。

[0026] 在一些示例中,第一节点和第二节点是不同的节点。一个示例中,第一已重建样本由去块滤波器之前的处理模块生成,并且中间已重建样本由去块滤波器、受限定向增强滤波器或环路恢复滤波器中的至少一个生成。

[0027] 在一些示例中,第一已重建样本由去块滤波器生成,且中间已重建样本由受限定向增强滤波器或环路恢复滤波器中的至少一个生成。

[0028] 在一些示例中,第一已重建样本由受限定向增强滤波器生成,且中间已重建样本由环路恢复滤波器生成。

[0029] 本申请的各方面还提供一种存储指令的非易失性计算机可读介质,指令当由计算机执行时致使计算机执行用于视频编码/解码的方法中的任一种方法。

附图说明

[0030] 根据以下具体实施方式和附图,本申请主题的更多特征、性质和各种优点将更加明显,在附图中:

[0031] 图1A是帧内预测模式的示例性子集的示意图。

[0032] 图1B是示例性帧内预测方向的示意图。

[0033] 图2是一个示例中的当前块及其周围的空间合并候选的示意图。

[0034] 图3是一个实施例的通信系统(300)的简化框图的示意图。

[0035] 图4是一个实施例的通信系统(400)的简化框图的示意图。

[0036] 图5是一个实施例的解码器的简化框图的示意图。

[0037] 图6是一个实施例的编码器的简化框图的示意图。

[0038] 图7示出了另一实施例的编码器的框图。

[0039] 图8示出了另一实施例的解码器的框图。

[0040] 图9示出了本申请实施例的滤波器形状的示例。

[0041] 图10A至图10D示出了本申请实施例的用于计算梯度的子采样位置的示例。

[0042] 图11A至图11B示出了本申请实施例的虚拟边界滤波过程的示例。

[0043] 图12A至图12F示出了本申请实施例的虚拟边界处的对称填充操作的示例。

[0044] 图13示出了本申请一些实施例的图像的分区示例。

[0045] 图14示出了一些示例中的图像的四叉树分割模式。

[0046] 图15示出了本申请实施例的交叉分量滤波器。

[0047] 图16示出了本申请实施例的滤波器形状的示例。

[0048] 图17示出了本申请一些实施例的交叉分量滤波器的语法示例。

[0049] 图18A至图18B示出了本申各请实施例的色度样本相对于亮度样本的相对位置的示例。

[0050] 图19示出了本申请实施例的方向搜索的示例。

[0051] 图20示出了一些示例中的子空间投影的示例。

[0052] 图21示出了本申请实施例的多个样本自适应偏移(SAO)类型的表。

[0053] 图22示出了一些示例中边缘偏移中的用于像素分类的模式的示例。

[0054] 图23示出了一些示例中用于边缘偏移的像素分类规则的表。

[0055] 图24示出了可以用信号表示的语法的示例。

[0056] 图25示出了本申请一些实施例的滤波器支持区的示例。

[0057] 图26示出了本申请一些实施例的另一滤波器支持区的示例。

[0058] 图27A至图27C示出了本申请实施例的具有81种组合的表。

[0059] 图28示出了一个示例中的3个滤波器抽头的7个滤波器形状配置。

[0060] 图29示出了在一些示例中的环路滤波器链的框图。

[0061] 图30A至图30D示出了环路滤波器链的示例图,其中包括在这些环路滤波器链的不同位置处的基于非线性映射的滤波器。

[0062] 图31A至图31B示出了环路滤波器链的示例图,其中包括在这些环路滤波器链的不同位置处的基于非线性映射的滤波器。

[0063] 图32A至图32C示出了环路滤波器链的示例图,其中包括在这些环路滤波器链的不同位置处的基于非线性映射的滤波器。

[0064] 图33示出了一些示例中包括基于非线性映射的滤波器的环路滤波器链的另一示例。

[0065] 图34是一些示例中包括多个基于非线性映射的滤波器的环路滤波器链的示例。

[0066] 图35是一些示例中包括多个基于非线性映射的滤波器的环路滤波器链的另一示例。

[0067] 图36示出了本申请实施例的过程的概述流程图。

[0068] 图37是一个实施例的计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0069] 图3是根据本申请公开的实施例的通信系统(300)的简化框图。通信系统(300)包括多个终端装置,所述终端装置可通过例如网络(350)彼此通信。举例来说,通信系统(300)包括通过网络(350)互连的第一终端装置(310)和第二终端装置(320)。在图3的实施例中,第一终端装置(310)和第二终端装置(320)执行单向数据传输。举例来说,第一终端装置(310)可对视频数据(例如由终端装置(310)采集的视频图像流)进行编码以通过网络(350)传输到另一终第二端装置(320)。已编码的视频数据以一个或多个已编码视频码流形式传输。第二终端装置(320)可从网络(350)接收已编码视频数据,对已编码视频数据进行解码以恢复视频数据,并根据恢复的视频数据显示视频图像。单向数据传输在媒体服务等应用中是较常见的。

[0070] 在另一实施例中,通信系统(300)包括执行已编码视频数据的双向传输的第三终

端装置(330)和第四终端装置(340),所述双向传输可例如在视频会议期间发生。对于双向数据传输,第三终端装置(330)和第四终端装置(340)中的每个终端装置可对视频数据(例如由终端装置采集的视频图像流)进行编码,以通过网络(350)传输到第三终端装置(330)和第四终端装置(340)中的另一终端装置。第三终端装置(330)和第四终端装置(340)中的每个终端装置还可接收由第三终端装置(330)和第四终端装置(340)中的另一终端装置传输的已编码视频数据,且可对所述已编码视频数据进行解码以恢复视频数据,且可根据恢复的视频数据在可访问的显示装置上显示视频图像。

[0071] 在图2的实施例中,第一终端装置(310)、第二终端装置(320)、第三终端装置(330)和第四终端装置(340)可为服务器、个人计算机和智能电话,但本申请公开的原理可不限于此。本申请公开的实施例适用于膝上型计算机、平板电脑、媒体播放器和/或专用视频会议设备。网络(350)表示在第一终端装置(310)、第二终端装置(320)、第三终端装置(330)和第四终端装置(340)之间传送已编码视频数据的任何数目的网络,包括例如有线(连线的)和/或无线通信网络。通信网络(350)可在电路交换和/或分组交换信道中交换数据。该网络可包括电信网络、局域网、广域网和/或互联网。出于本论述申请的目的,除非在下文中有所解释,否则网络(350)的架构和拓扑对于本申请公开的操作来说可能是无关紧要的。

[0072] 作为实施例,图4示出视频编码器和视频解码器在流式传输环境中的放置方式。本申请所公开主题可同等地适用于其它支持视频的应用,包括例如视频会议、数字TV、在包括CD、DVD、存储棒等的数字介质上存储压缩视频等等。

[0073] 流式传输系统可包括采集子系统(413),所述采集子系统可包括数码相机等视频源(401),所述视频源创建未压缩的视频图像流(402)。在实施例中,视频图像流(402)包括由数码相机拍摄的样本。相较于已编码的视频数据(404)(或已编码的视频码流),视频图像流(402)被描绘为粗线以强调高数据量的视频图像流,视频图像流(402)可由电子装置(420)处理,所述电子装置(420)包括耦接到视频源(401)的视频编码器(403)。视频编码器(403)可包括硬件、软件或软硬件组合以实现或实施如下文更详细地描述的所公开主题的各方面。相较于视频图像流(402),已编码的视频数据(404)(或已编码的视频码流(404))被描绘为细线以强调较低数据量的已编码的视频数据(404)(或已编码的视频码流(404)),其可存储在流式传输服务器(405)上以供将来使用。一个或多个流式传输客户端子系统,例如图4中的客户端子系统(406)和客户端子系统(408),可访问流式传输服务器(405)以检索已编码的视频数据(404)的副本(407)和副本(409)。客户端子系统(406)可包括例如电子装置(430)中的视频解码器(410)。视频解码器(410)对已编码的视频数据的传入副本(407)进行解码,且产生可在显示器(412)(例如显示屏)或另一呈现装置(未描绘)上呈现的输出视频图像流(411)。在一些流式传输系统中,可根据某些视频编码/压缩标准对已编码的视频数据(404)、视频数据(407)和视频数据(409)(例如视频码流)进行编码。该些标准的实施例包括ITU-T H.265。在实施例中,正在开发的视频编码标准非正式地称为下一代视频编码(Versatile Video Coding,VVC),本申请可用于VVC标准的上下文中。

[0074] 应注意,电子装置(420)和电子装置(430)可包括其它组件(未示出)。举例来说,电子装置(420)可包括视频解码器(未示出),且电子装置(430)还可包括视频编码器(未示出)。

[0075] 图5是根据本申请公开的实施例的视频解码器(510)的框图。视频解码器(510)可

设置在电子装置(530)中。电子装置(530)可包括接收器(531)(例如接收电路)。视频解码器(510)可用于代替图3实施例中的视频解码器(410)。

[0076] 接收器(531)可接收将由视频解码器(510)解码的一个或多个已编码视频序列;在同一实施例或另一实施例中,一次接收一个已编码视频序列,其中每个已编码视频序列的解码独立于其它已编码视频序列。可从信道(501)接收已编码视频序列,所述信道可以是通向存储已编码的视频数据的存储装置的硬件/软件链路。接收器(531)可接收已编码的视频数据以及其它数据,例如,可转发到它们各自的使用实体(未标示)的已编码音频数据和/或辅助数据流。接收器(531)可将已编码视频序列与其它数据分开。为了防止网络抖动,缓冲存储器(515)可耦接在接收器(531)与熵解码器/解析器(520)(此后称为“解析器(520)”)之间。在某些应用中,缓冲存储器(515)是视频解码器(510)的一部分。在其它情况下,所述缓冲存储器(515)可设置在视频解码器(510)外部(未标示)。而在其它情况下,视频解码器(510)的外部设置缓冲存储器(未标示)以例如防止网络抖动,且在视频解码器(510)的内部可配置另一缓冲存储器(515)以例如处理播出定时。而当接收器(531)从具有足够带宽和可控性的存储/转发装置或从等时同步网络接收数据时,也可能不需要配置缓冲存储器(515),或可以将所述缓冲存储器做得较小。当然,为了在互联网等业务分组网络上使用,也可能需要缓冲存储器(515),所述缓冲存储器可相对较大且可具有自适应性大小,且可至少部分地实施于操作系统或视频解码器(510)外部的类似元件(未标示)中。

[0077] 视频解码器(510)可包括解析器(520)以根据已编码视频序列重建符号(521)。这些符号的类别包括用于管理视频解码器(510)的操作的信息,以及用以控制显示装置(512)(例如,显示屏)等显示装置的潜在信息,所述显示装置不是电子装置(530)的组成部分,但可耦接到电子装置(530),如图5中所示。用于显示装置的控制信息可以是辅助增强信息(Supplemental Enhancement Information,SEI消息)或视频可用性信息(Video Usability Information,VUI)的参数集片段(未标示)。解析器(520)可对接收到的已编码视频序列进行解析/熵解码。已编码视频序列的编码可根据视频编码技术或标准进行,且可遵循各种原理,包括可变长度编码、霍夫曼编码(Huffman coding)、具有或不具有上下文灵敏度的算术编码等等。解析器(520)可基于对应于群组的至少一个参数,从已编码视频序列提取用于视频解码器中的像素的子群中的至少一个子群的子群参数集。子群可包括图像群组(Group of Pictures,GOP)、图像、图块、切片、宏块、编码单元(Coding Unit,CU)、块、变换单元(Transform Unit,TU)、预测单元(Prediction Unit,PU)等等。解析器(420)还可从已编码视频序列提取信息,例如变换系数、量化器参数值、运动矢量等等。

[0078] 解析器(520)可对从缓冲存储器(515)接收的视频序列执行熵解码/解析操作,从而创建符号(521)。

[0079] 取决于已编码视频图像或一部分已编码视频图像(例如:帧间图像和帧内图像、帧间块和帧内块)的类型以及其它因素,符号(521)的重建可涉及多个不同单元。涉及哪些单元以及涉及方式可由解析器(520)从已编码视频序列解析的子群控制信息控制。为了简洁起见,未描述解析器(520)与下文的多个单元之间的此类子群控制信息流。

[0080] 除已经提及的功能块以外,视频解码器(510)可在概念上细分成如下文所描述的数个功能单元。在商业约束下运行的实际实施例中,这些单元中的许多单元彼此紧密交互并且可以彼此集成。然而,出于描述所公开主题的目的,概念上细分成下文的功能单元是适

当的。

[0081] 第一单元是缩放器/逆变换单元(551)。缩放器/逆变换单元(551)从解析器(520)接收作为符号(521)的量化变换系数以及控制信息,包括使用哪种变换方式、块大小、量化因子、量化缩放矩阵等。缩放器/逆变换单元(551)可输出包括样本值的块,所述样本值可输入到聚合器(555)中。

[0082] 在一些情况下,缩放器/逆变换单元(551)的输出样本可属于帧内编码块;即:不使用来自先前重建的图像的预测性信息,但可使用来自当前图像的先前重建部分的预测性信息的块。此类预测性信息可由帧内图像预测单元(552)提供。在一些情况下,帧内图像预测单元(552)采用从当前图像缓冲器(558)提取的已重建信息生成大小和形状与正在重建的块相同的周围块。举例来说,当前图像缓冲器(558)缓冲部分重建的当前图像和/或完全重建的当前图像。在一些情况下,聚合器(555)基于每个样本,将帧内预测单元(552)生成的预测信息添加到由缩放器/逆变换单元(551)提供的输出样本信息中。

[0083] 在其它情况下,缩放器/逆变换单元(551)的输出样本可属于帧间编码和潜在运动补偿块。在此情况下,运动补偿预测单元(553)可访问参考图像存储器(557)以提取用于预测的样本。在根据符号(521)对提取的样本进行运动补偿之后,这些样本可由聚合器(555)添加到缩放器/逆变换单元(551)的输出(在这种情况下被称作残差样本或残差信号),从而生成输出样本信息。运动补偿预测单元(553)从参考图像存储器(557)内的地址获取预测样本可受到运动矢量控制,且所述运动矢量以所述符号(521)的形式而供运动补偿预测单元(553)使用,所述符号(521)例如是包括X、Y和参考图像分量。运动补偿还可包括在使用子样本精确运动矢量时,从参考图像存储器(557)提取的样本值的内插、运动矢量预测机制等等。

[0084] 聚合器(555)的输出样本可在环路滤波器单元(556)中被各种环路滤波技术采用。视频压缩技术可包括环路内滤波器技术,所述环路内滤波器技术受控于包括在已编码视频序列(也称作已编码视频码流)中的参数,且所述参数作为来自解析器(520)的符号(521)可用于环路滤波器单元(556)。然而,在其他实施例中,视频压缩技术还可响应于在解码已编码图像或已编码视频序列的先前(按解码次序)部分期间获得的元信息,以及响应于先前重建且经过环路滤波的样本值。

[0085] 环路滤波器单元(556)的输出可以是样本流,所述样本流可输出到显示装置(512)以及存储在参考图像存储器(557),以用于后续的帧间图像预测。

[0086] 一旦完全重建,某些已编码图像就可用作参考图像以用于将来预测。举例来说,一旦对应于当前图像的已编码图像被完全重建,且已编码图像(通过例如解析器(520))被识别为参考图像,则当前图像缓冲器(558)可变为参考图像存储器(557)的一部分,且可在开始重建后续已编码图像之前重新分配新的当前图像缓冲器。

[0087] 视频解码器(510)可根据例如ITU-T H.265标准中的预定视频压缩技术执行解码操作。在已编码视频序列遵循视频压缩技术或标准的语法以及视频压缩技术或标准中记录的配置文件的意义上,已编码视频序列可符合所使用的视频压缩技术或标准指定的语法。具体地说,配置文件可从视频压缩技术或标准中可用的所有工具中选择某些工具作为在所述配置文件下可供使用的仅有工具。对于合规性,还要求已编码视频序列的复杂度处于视频压缩技术或标准的层级所限定的范围内。在一些情况下,层级限制最大图像大小、最大帧

率、最大重建取样率(以例如每秒兆(mega)个样本为单位进行测量)、最大参考图像大小等。在一些情况下,由层级设定的限制可通过假想参考解码器(Hypothetical Reference Decoder,HRD)规范和在已编码视频序列中用信号表示的HRD缓冲器管理的元数据来进一步限定。

[0088] 在实施例中,接收器(531)可连同已编码视频一起接收附加(冗余)数据。所述附加数据可以是已编码视频序列的一部分。所述附加数据可由视频解码器(510)用以对数据进行适当解码和/或较准确地重建原始视频数据。附加数据可呈例如时间、空间或信噪比(signal noise ratio,SNR)增强层、冗余切片、冗余图像、前向纠错码等形式。

[0089] 图6是根据本申请公开的实施例的视频编码器(603)的框图。视频编码器(603)设置于电子装置(620)中。电子装置(620)包括传输器(640)(例如传输电路)。视频编码器(603)可用于代替图3实施例中的视频编码器(603)。

[0090] 视频编码器(603)可从视频源(601)(并非图5实施例中的电子装置(620)的一部分)接收视频样本,所述视频源可采集将由视频编码器(603)编码的视频图像。在另一实施例中,视频源(601)是电子装置(620)的一部分。

[0091] 视频源(601)可提供将由视频编码器(603)编码的呈数字视频样本流形式的源视频序列,所述数字视频样本流可具有任何合适位深度(例如:8位、10位、12位……)、任何色彩空间(例如BT.601Y CrCB、RGB……)和任何合适取样结构(例如Y CrCb4:2:0、Y CrCb 4:4:4)。在媒体服务系统中,视频源(601)可以是存储先前已准备的视频的存储装置。在视频会议系统中,视频源(601)可以是采集本地图像信息作为视频序列的相机。可将视频数据提供为多个单独的图像,当按顺序观看时,这些图像被赋予运动。图像自身可构建为空间像素阵列,其中取决于所用的取样结构、色彩空间等,每个像素可包括一个或多个样本。所属领域的技术人员可以很容易理解像素与样本之间的关系。下文侧重于描述样本。

[0092] 根据实施例,视频编码器(603)可实时或在由应用所要求的任何其它时间约束下,将源视频序列的图像编码且压缩成已编码视频序列(643)。施行适当的编码速度是控制器(650)的一个功能。在一些实施例中,控制器(650)控制如下文所描述的其它功能单元且在功能上耦接到这些单元。为了简洁起见,图中未标示耦接。由控制器(650)设置的参数可包括速率控制相关参数(图像跳过、量化器、率失真优化技术的λ值等)、图像大小、图像群组(group of pictures,GOP)布局,最大运动矢量搜索范围等。控制器(650)可用于具有其它合适的功能,这些功能涉及针对某一系统设计优化的视频编码器(603)。

[0093] 在一些实施例中,视频编码器(603)在编码环路中进行操作。作为简单的描述,在实施例中,编码环路可包括源编码器(630)(例如,负责基于待编码的输入图像和参考图像创建符号,例如符号流)和嵌入于视频编码器(603)中的(本地)解码器(633)。解码器(633)以类似于(远程)解码器创建样本数据的方式重建符号以创建样本数据(因为在本申请所考虑的视频压缩技术中,符号与已编码视频码流之间的任何压缩是无损的)。将重建的样本流(样本数据)输入到参考图像存储器(634)。由于符号流的解码产生与解码器位置(本地或远程)无关的位精确结果,因此参考图像存储器(634)中的内容在本地编码器与远程编码器之间也是按比特位精确对应的。换句话说,编码器的预测部分“看到”的参考图像样本与解码器将在解码期间使用预测时所“看到”的样本值完全相同。这种参考图像同步性基本原理(以及在例如因信道误差而无法维持同步性的情况下产生的漂移)也用于一些相关技术。

[0094] “本地”解码器(633)的操作可与例如已在上文结合图4详细描述视频解码器(510)的“远程”解码器相同。然而,另外简要参考图5,当符号可用且熵编码器(645)和解析器(520)能够无损地将符号编码/解码为已编码视频序列时,包括缓冲存储器(515)和解析器(520)在内的视频解码器(510)的熵解码部分,可能无法完全在本地解码器(633)中实施。

[0095] 此时可以观察到,除存在于解码器中的解析/熵解码之外的任何解码器技术,也必定以基本上相同的功能形式存在于对应的编码器中。出于此原因,本申请侧重于解码器操作。可简化编码器技术的描述,因为编码器技术与全面地描述的解码器技术互逆。仅在某些区域中需要更详细的描述,并且在下文提供。

[0096] 在操作期间,在一些实施例中,源编码器(630)可执行运动补偿预测编码。参考来自视频序列中被指定为“参考图像”的一个或多个先前已编码图像,所述运动补偿预测编码对输入图像进行预测性编码。以此方式,编码引擎(632)对输入图像的像素块与参考图像的像素块之间的差异进行编码,所述参考图像可被选作所述输入图像的预测参考。

[0097] 本地视频解码器(633)可基于源编码器(630)创建的符号,对可指定为参考图像的图像的已编码视频数据进行解码。编码引擎(632)的操作可为有损过程。当已编码视频数据可在视频解码器(图6中未示)处被解码时,重建的视频序列通常可以是带有一些误差的源视频序列的副本。本地视频解码器(633)复制解码过程,所述解码过程可由视频解码器对参考图像执行,且可使重建的参考图像存储在参考图像高速缓存(634)中。以此方式,视频编码器(603)可在本地存储重建的参考图像的副本,所述副本与将由远端视频解码器获得的重建参考图像具有共同内容(不存在传输误差)。

[0098] 预测器(635)可针对编码引擎(632)执行预测搜索。即,对于将要编码的新图像,预测器(635)可在参考图像存储器(634)中搜索可作为所述新图像的适当预测参考的样本数据(作为候选参考像素块)或某些元数据,例如参考图像运动矢量、块形状等。预测器(635)可基于样本块逐像素块操作,以找到合适的预测参考。在一些情况下,根据预测器(635)获得的搜索结果,可确定输入图像可具有从参考图像存储器(634)中存储的多个参考图像取得的预测参考。

[0099] 控制器(650)可管理源编码器(630)的编码操作,包括例如设置用于对视频数据进行编码的参数和子群参数。

[0100] 可在熵编码器(645)中对所有上述功能单元的输出进行熵编码。熵编码器(645)根据例如霍夫曼编码、可变长度编码、算术编码等技术对各种功能单元生成的符号进行无损压缩,从而将所述符号转换成已编码视频序列。

[0101] 传输器(640)可缓冲由熵编码器(645)创建的一个或多个已编码视频序列,从而为通过通信信道(660)进行传输做准备,所述通信信道可以是通向将存储已编码的视频数据的存储装置的硬件/软件链路。传输器(640)可将来自视频编码器(603)的已编码视频数据与要传输的其它数据合并,所述其它数据例如是已编码音频数据和/或辅助数据流(未示出来源)。

[0102] 控制器(650)可管理视频编码器(603)的操作。在编码期间,控制器(650)可以为每个已编码图像分配某一已编码图像类型,但这可能影响可应用于相应的图像的编码技术。例如,通常可将图像分配为以下任一种图像类型:

[0103] 帧内图像(I图像),其可以是不将序列中的任何其它图像用作预测源就可被编码

和解码的图像。一些视频编解码器容许不同类型的帧内图像,包括例如独立解码器刷新(Independent Decoder Refresh,“IDR”)图像。所属领域的技术人员了解I图像的变体及其相应的应用和特征。

[0104] 预测性图像(P图像),其可以是可使用帧内预测或帧间预测进行编码和解码的图像,所述帧内预测或帧间预测使用至多一个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本值。

[0105] 双向预测性图像(B图像),其可以是可使用帧内预测或帧间预测进行编码和解码的图像,所述帧内预测或帧间预测使用至多两个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本值。类似地,多个预测性图像可使用多于两个参考图像和相关联元数据以用于重建单个块。

[0106] 源图像通常可在空间上细分成多个样本块(例如,4×4、8×8、4×8或16×16个样本的块),且逐块进行编码。这些块可参考其它(已编码)块进行预测编码,根据应用于块的相应图像的编码分配来确定所述其它块。举例来说,I图像的块可进行非预测编码,或所述块可参考同一图像的已经编码的块来进行预测编码(空间预测或帧内预测)。P图像的像素块可参考一个先前编码的参考图像通过空间预测或通过时域预测进行预测编码。B图像的块可参考一个或两个先前编码的参考图像通过空间预测或通过时域预测进行预测编码。

[0107] 视频编码器(603)可根据例如ITU-T H.265建议书的预定视频编码技术或标准执行编码操作。在操作中,视频编码器(603)可执行各种压缩操作,包括利用输入视频序列中的时间和空间冗余的预测编码操作。因此,已编码视频数据可符合所用视频编码技术或标准指定的语法。

[0108] 在实施例中,传输器(640)可在传输已编码的视频时传输附加数据传输附加数据和已编码的视频。源编码器(630)可将此类数据作为可以是已编码视频序列的一部分。附加数据可包括时间/空间/SNR增强层、冗余图像和切片等其它形式的冗余数据、SEI消息、VUI参数集片段等。

[0109] 采集到的视频可作为呈时间序列的多个源图像(视频图像)。帧内图像预测(常常简化为帧内预测)利用给定图像中的空间相关性,而帧间图像预测则利用图像之间的(时间或其它)相关性。在实施例中,将正在编码/解码的特定图像分割成块,正在编码/解码的特定图像被称作当前图像。在当前图像中的块类似于视频中先前已编码且仍被缓冲的参考图像中的参考块时,可通过称作运动矢量的矢量对当前图像中的块进行编码。所述运动矢量指向参考图像中的参考块,且在使用多个参考图像的情况下,所述运动矢量可具有识别参考图像的第三维度。

[0110] 在一些实施例中,双向预测技术可用于帧间图像预测中。根据双向预测技术,使用两个参考图像,例如按解码次序都在视频中的当前图像之前(但按显示次序可能分别是过去和将来)第一参考图像和第二参考图像。可通过指向第一参考图像中的第一参考块的第一运动矢量和指向第二参考图像中的第二参考块的第二运动矢量对当前图像中的块进行编码。具体来说,可通过第一参考块和第二参考块的组合来预测所述块。

[0111] 此外,合并模式技术可用于帧间图像预测中以改善编码效率。

[0112] 根据本申请公开的一些实施例,帧间图像预测和帧内图像预测等预测的执行以块为单位。举例来说,根据HEVC标准,将视频图像序列中的图像分割成编码树单元(coding tree unit,CTU)以用于压缩,图像中的CTU具有相同大小,例如64×64像素、32×32像素或16×16像素。一般来说,CTU包括三个编码树块(coding tree block,CTB),所述三个编码树

块是一个亮度CTB和两个色度CTB。更进一步的,还可将每个CTU以四叉树拆分为一个或多个编码单元(coding unit,CU)。举例来说,可将64×64像素的CTU拆分为一个64×64像素的CU,或4个32×32像素的CU,或16个16×16像素的CU。在实施例中,分析每个CU以确定用于CU的预测类型,例如帧间预测类型或帧内预测类型。此外,取决于时间和/或空间可预测性,将CU拆分为一个或多个预测单元(prediction unit,PU)。通常,每个PU包括亮度预测块(prediction block,PB)和两个色度PB。在实施例中,编码(编码/解码)中的预测操作以预测块为单位来执行。以亮度预测块作为预测块为例,预测块包括像素值(例如,亮度值)的矩阵,例如8×8像素、16×16像素、8×16像素、16×8像素等等。

[0113] 图7是根据本申请公开的另一实施例的视频编码器(703)的图。视频编码器(703)用于接收视频图像序列中的当前视频图像内的样本值的处理块(例如预测块),且将所述处理块编码到作为已编码视频序列的一部分的已编码图像中。在本实施例中,视频编码器(703)用于代替图4实施例中的视频编码器(403)。

[0114] 在HEVC实施例中,视频编码器(703)接收用于处理块的样本值的矩阵,所述处理块为例如8×8样本的预测块等。视频编码器(703)使用例如率失真(rate-distortion,RD)优化来确定是否使用帧内模式、帧间模式或双向预测模式来编码所述处理块。当在帧内模式中编码处理块时,视频编码器(703)可使用帧内预测技术以将处理块编码到已编码图像中;且当在帧间模式或双向预测模式中编码处理块时,视频编码器(703)可分别使用帧间预测或双向预测技术将处理块编码到已编码图像中。在某些视频编码技术中,合并模式可以是帧间图像预测子模式,其中,在不借助预测值外部的已编码运动矢量分量的情况下,从一个或多个运动矢量预测值导出运动矢量。在某些其它视频编码技术中,可存在适用于主题块的运动矢量分量。在实施例中,视频编码器(703)包括其它组件,例如用于确定处理块模式的模式决策模块(未示出)。

[0115] 在图7的实施例中,视频编码器(703)包括如图7所示的耦接到一起的帧间编码器(730)、帧内编码器(722)、残差计算器(723)、开关(726)、残差编码器(724)、通用控制器(721)和熵编码器(725)。

[0116] 帧间编码器(730)用于接收当前块(例如处理块)的样本、比较所述块与参考图像中的一个或多个参考块(例如先前图像和后来图像中的块)、生成帧间预测信息(例如根据帧间编码技术的冗余信息描述、运动矢量、合并模式信息)、以及基于帧间预测信息使用任何合适的技术计算帧间预测结果(例如已预测块)。在一些实施例中,参考图像是基于已编码的视频信息解码的已解码参考图像。

[0117] 帧内编码器(722)用于接收当前块(例如处理块)的样本、在一些情况下比较所述块与同一图像中已编码的块、在变换之后生成量化系数、以及在一些情况下还(例如根据一个或多个帧内编码技术的帧内预测方向信息)生成帧内预测信息。在实施例中,帧内编码器(722)还基于帧内预测信息和同一图像中的参考块计算帧内预测结果(例如已预测块)。

[0118] 通用控制器(721)用于确定通用控制数据,且基于所述通用控制数据控制视频编码器(703)的其它组件。在实施例中,通用控制器(721)确定块的模式,且基于所述模式将控制信号提供到开关(726)。举例来说,当所述模式是帧内模式时,通用控制器(721)控制开关(726)以选择供残差计算器(723)使用的帧内模式结果,且控制熵编码器(725)以选择帧内预测信息且将所述帧内预测信息添加在码流中;以及当所述模式是帧间模式时,通用控制

器(721)控制开关(726)以选择供残差计算器(723)使用的帧间预测结果,且控制熵编码器(725)以选择帧间预测信息且将所述帧间预测信息添加在码流中。

[0119] 残差计算器(723)用于计算所接收的块与选自帧内编码器(722)或帧间编码器(730)的预测结果之间的差(残差数据)。残差编码器(724)用于基于残差数据操作,以对残差数据进行编码以生成变换系数。在实施例中,残差编码器(724)用于将残差数据从时域转换到频域,且生成变换系数。变换系数接着经由量化处理以获得量化的变换系数。在各种实施例中,视频编码器(703)还包括残差解码器(728)。残差解码器(728)用于执行逆变换,且生成已解码残差数据。已解码残差数据可适当地由帧内编码器(722)和帧间编码器(730)使用。举例来说,帧间编码器(730)可基于已解码残差数据和帧间预测信息生成已解码块,且帧内编码器(722)可基于已解码残差数据和帧内预测信息生成已解码块。适当处理已解码块以生成已解码图像,且在一些实施例中,所述已解码图像可在存储器电路(未示出)中缓冲并用作参考图像。

[0120] 熵编码器(725)用于将码流格式化以产生已编码的块。熵编码器(725)根据HEVC标准等合适标准产生各种信息。在实施例中,熵编码器(725)用于获得通用控制数据、所选预测信息(例如帧内预测信息或帧间预测信息)、残差信息和码流中的其它合适的信息。应注意,根据所公开的主题,当在帧间模式或双向预测模式的合并子模式中对块进行编码时,不存在残差信息。

[0121] 图8是根据本申请公开的另一实施例的视频解码器(810)的图。视频解码器(810)用于接收作为已编码视频序列的一部分的已编码图像,且对所述已编码图像进行解码以生成重建的图像。在实施例中,视频解码器(810)用于代替图4实施例中的视频解码器(410)。

[0122] 在图8实施例中,视频解码器(810)包括如图7中所示耦接到一起的熵解码器(871)、帧间解码器(880)、残差解码器(873)、重建模块(874)和帧内解码器(872)。

[0123] 熵解码器(871)可用于根据已编码图像来重建某些符号,这些符号表示构成所述已编码图像的语法元素。此类符号可包括例如用于对所述块进行编码的模式(例如帧内模式、帧间模式、双向预测模式、后两者的合并子模式或另一子模式)、可分别识别供帧内解码器(872)或帧间解码器(880)用以进行预测的某些样本或元数据的预测信息(例如帧内预测信息或帧间预测信息)、呈例如量化的变换系数形式的残差信息等等。在实施例中,当预测模式是帧间或双向预测模式时,将帧间预测信息提供到帧间解码器(880);以及当预测类型是帧内预测类型时,将帧内预测信息提供到帧内解码器(872)。残差信息可经由逆量化并提供到残差解码器(873)。

[0124] 帧间解码器(880)用于接收帧间预测信息,且基于所述帧间预测信息生成帧间预测结果。

[0125] 帧内解码器(872)用于接收帧内预测信息,且基于所述帧内预测信息生成预测结果。

[0126] 残差解码器(873)用于执行逆量化以提取解量化的变换系数,且处理所述解量化的变换系数,以将残差从频域转换到空间域。残差解码器(873)还可能需要某些控制信息(用以获得量化器参数QP),且所述信息可由熵解码器(871)提供(未标示数据路径,因为这仅仅是低量控制信息)。

[0127] 重建模块(874)用于在空间域中合并由残差解码器(873)输出的残差与预测结果

(可由帧间预测模块或帧内预测模块输出)以形成重建的块,所述重建的块可以是重建的图像的一部分,所述重建的图像继而可以是重建的视频的一部分。应注意,可执行解块操作等其它合适的操作来改善视觉质量。

[0128] 应注意,可使用任何合适的技术来实施视频编码器(403)、视频编码器(603)和视频编码器(703)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。在实施例中,可使用一个或多个集成电路来实施视频编码器(403)、视频编码器(603)和视频编码器(703)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。在另一实施例中,可使用执行软件指令的一个或多个处理器来实施视频编码器(403)、视频编码器(603)和视频编码器(703)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。本申请的各方面提供了用于视频编码/解码的滤波技术。

[0129] 本申请的各方面提供了用于视频编码/解码的滤波技术。

[0130] 具有基于块的滤波器自适应的自适应环路滤波器(adaptive loop filter,ALF)可以由编码器/解码器应用以减少伪像。对于亮度分量,可以(例如)基于局部梯度的方向和活动为4×4亮度块从多个滤波器(例如,25个滤波器)中选择一个。

[0131] ALF可以具有任何合适的形状和大小。参考图9,ALF(910)-(911)具有菱形形状,例如ALF(910)为5×5菱形形状,ALF(911)为7×7菱形形状。在ALF(910)中,元件(920)-(932)形成菱形形状并且可以用于滤波过程。七个值(例如,C0-C6)可以用于元件(920)-(932)。在ALF(911)中,元件(940)-(964)形成菱形形状并且可以用于滤波过程。13个值(例如,C0-C12)可以用于元件(940)-(964)。

[0132] 参考图9,在一些示例中,使用具有菱形滤波器形状的两个ALF(910)-(911)。5×5菱形滤波器(910)可以应用于色度分量(例如,色度块、色度CB),7×7菱形滤波器(911)可以应用于亮度分量(例如,亮度块、亮度CB)。在ALF中可以使用其它合适的一个或多个形状和一个或多个大小。例如,可以使用9×9菱形滤波器。

[0133] 由值(例如,(910)中的C0-C6或(920)中的C0-C12)指示的位置处的滤波器系数可以是非零的。进一步地,当ALF包括限幅函数时,这些位置处的限幅值可以是非零的。

[0134] 对于亮度分量的块分类,可以将一个4×4的块(或亮度块、亮度CB)分类或归类进多个(例如,25个)类中的一类。可以基于方向性参数D和活动值A的量化值$\hat{A}$使用等式(1)得出分类索引C。

$$C = 5D + \hat{A} \qquad \text{等式(1)}$$

为了计算方向性参数D和量化值$\hat{A}$,可以使用如下1-D拉普拉斯算子分别计算垂直方向、水平方向和两个对角线方向(例如,d1和d2)的梯度g_v、g_h、g_{d1}和g_{d2}。

$$g_v = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-2}^{j+3} V_{k,l},\ V_{k,l} = |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)| \qquad \text{等式(2)}$$

$$g_h = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-2}^{j+3} H_{k,l},\ H_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l) - R(k+1,l)| \qquad \text{等式(3)}$$

$$g_{d1} = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-3}^{j+3} D1_{k,l},\ D1_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)| \text{等式(4)}$$

$$g_{d2} = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{j=j-2}^{j+3} D2_{k,l},\ D2_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)| \text{等式(5)}$$

其中,索引i和j指4×4块内左上样本的坐标,且R(k,l)指示坐标(k,l)处的已重建样本。各方向(例如,d1和d2)可以指2个对角线方向。

[0135] 为了降低以上描述的块分类的复杂度,可以进行子采样1-D拉普拉斯算子计算。图

10A至图10D分别示出了用于计算垂直方向(图10A)、水平方向(图10B)和两个对角线方向d1(图10C)和d2(图10D)的梯度g_v、g_h、g_{d1}和g_{d2}的子采样位置的示例。相同的子采样位置可以用于不同方向的梯度计算。在图10A中,标记'V'示出了计算垂直梯度g_v的子采样位置。在图10B中,标记'H'示出了用于计算水平梯度g_h的子采样位置。在图10C中,标记'D1'示出了计算d1对角线梯度g_{d1}的子采样位置。在图10D中,标记'D2'示出了计算d2对角线梯度g_{d2}的子采样位置。

[0136] 可以将水平方向梯度g_v和垂直方向梯度g_h的最大值$g_{h,v}^{max}$和最小值$g_{h,v}^{min}$设置为:

$$g_{h,v}^{max} = max(g_h, g_v), \quad g_{h,v}^{min} = min(g_h, g_v) \qquad \text{等式(6)}$$

可以将两个对角线方向梯度g_{d1}和g_{d2}的最大值$g_{d1,d2}^{max}$和最小值$g_{d1,d2}^{min}$设置为:

$$g_{d1,d2}^{max} = max(g_{d1}, g_{d2}), \quad g_{d1,d2}^{min} = min(g_{d1}, g_{d2}) \qquad \text{等式(7)}$$

基于以上值和两个阈值t_1和t_2可以得出如下方向性参数D。

步骤1.如果(1) $g_{h,v}^{max} \le t_1 \cdot g_{h,v}^{min}$且(2) $g_{d1,d2}^{max} \le t_1 \cdot g_{d1,d2}^{min}$为真,则将D设为0。

步骤2.如果$g_{h,v}^{max}/g_{h,v}^{min} > g_{d1,d2}^{max}/g_{d1,d2}^{min}$,则继续步骤3;否则继续到步骤4。

步骤3.如果$g_{h,v}^{max} > t_2 \cdot g_{h,v}^{min}$,则将D设置为2;否则将D设置为1。

步骤4.如果$g_{d1,d2}^{max} > t_2 \cdot g_{d1,d2}^{min}$,则将D设置为4;否则将D设置为3。

[0137] 活动值A可以计算为:

$$A = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} (V_{k,l} + H_{k,l}) = g_v + g_h \qquad \text{等式(8)}$$

A可以被进一步量化到0到4(包含端值)的范围,并且量化值被表示为$\hat{A}$。

[0138] 对于图像中的色度分量,不进行块分类,并且因此可以对每个色度分量应用单组ALF系数。

[0139] 几何变换可以应用于滤波器系数和对应的滤波器限幅值(也被称为限幅值)。在对块(例如,4×4的亮度块)进行滤波之前,例如基于为该块计算的梯度值(例如,g_v、g_h、g_{d1}和/或g_{d2}),可以对滤波器系数f(k,l)和对应的滤波器限幅值c(k,l)进行例如旋转或对角和垂直翻转的几何变换。应用于滤波器系数f(k,l)和对应的滤波器限幅值c(k,l)的几何变换可以等效于对滤波器支持的区域中的样本进行几何变换。该几何变换可以使应用ALF的不同块通过将其各自的方向性对齐而变得更相似。

[0140] 三个几何变换(包括对角线翻转、垂直翻转和旋转)可以分别按照等式(9)-(11)所描述的执行。

$f_D(k,l) = f(l,k), c_D(k,l) = c(l,k),$ 等式(9)

$f_V(k,l) = f(k,K-1-l), c_V(k,l) = c(k,K-1-l)$ 等式(10)

$f_R(k,l) = f(K-1-l,k), c_R(k,l) = c(K-1-l,k)$ 等式(11)

其中,K是ALF或滤波器的大小,并且$0 \le k,l \le K-1$是系数的坐标。例如,位置(0,0)在滤波器f或限幅值矩阵(或限幅矩阵)c的左上角,而位置(K-1,K-1)在滤波器f或限幅值矩阵(或限幅矩阵)c的右下角处。取决于为该块计算的梯度值,可以对滤波器系数f(k,l)和限幅值c(k,l)进行这些变换。表1中总结了该变换与四个梯度之间的关系的示例。

表1:为块计算的梯度与变换的映射关系

梯度值	变换
$g_{d2}<g_{d1}$且$g_h<g_v$	无变换
$g_{d2}<g_{d1}$且$g_v<g_h$	对角线翻转
$g_{d1}<g_{d2}$且$g_h<g_v$	垂直翻转
$g_{d1}<g_{d2}$且$g_v<g_h$	旋转

[0141] 在一些实施例中,在图像的自适应参数集(APS)中用信号表示ALF滤波器参数。在APS中,可以用信号表示亮度滤波器系数和限幅值索引中的一个或多个集合(例如,至多25个集合)。一个示例中,一个或多个集合中的一个集合可以包括亮度滤波器系数和一个或多个限幅值索引。可以用信号表示色度滤波器系数和限幅值索引的一个或多个集合(例如,至多8个集合)。为了减少信令开销,可以合并亮度分量的不同分类(例如,具有不同分类索引)的滤波器系数。在条带头中,可以用信号表示用于当前条带的APS的索引。

[0142] 在实施例中,可以从APS中解码出限幅值索引(也被称为限幅索引)。限幅值索引可以用于,例如基于限幅值索引与对应的限幅值之间的关系,确定对应的限幅值。该关系可以预定义并且存储在解码器中。一个示例中,该关系由一个表来描述,例如限幅值索引的(例如,用于亮度CB的)亮度表和对应的限幅值、限幅值索引的(例如,用于色度CB的)色度表和对应的限幅值。限幅值可以取决于比特深度B。比特深度B可以指内部比特深度、待滤波的CB中的已重建样本的比特深度等。在一些示例中,使用等式(12)来获得表(例如,亮度表、色度表)。

$$\mathrm{AlfClip}=\left\{\mathrm{round}\left(2^{B\frac{N-n+1}{N}}\right)\ \mathrm{for}\ n\in[1..N]\right\},\qquad \text{等式(12)}$$

其中,AlfClip是限幅值,B是比特深度(例如,bitDepth),N(例如,N=4)是允许的限幅值的数目,并且(n-1)是限幅值索引(也被称为限幅索引或clipIdx)。表2示出了使用等式(12)获得的表的示例,其中N=4。在表2中,限幅索引(n-1)可以是0、1、2和3,并且n可以分别是1、2、3和4。表2可以用于亮度块或色度块。

表2-AlfClip可以取决于比特深度B和clipIdx

bitDepth	clipIdx			
	0	1	2	3
8	255	64	16	4
9	511	108	23	5
10	1023	181	32	6
11	2047	304	45	7
12	4095	512	64	8
13	8191	861	91	10
14	16383	1448	128	11
15	32767	2435	181	13
16	65535	4096	256	16

[0143] 在当前条带的条带头中,可以用信号表示一个或多个APS索引(例如,至多7个APS

索引)以指示可以用于当前条带的多个亮度滤波器集合。可以在一个或多个合适的级(例如图像级、条带级和/或CTB级等)控制滤波过程。在实施例中,可以在CTB级进一步控制滤波过程。可以用信号表示一个标志以指示ALF是否被应用于亮度CTB。亮度CTB可以从多个固定滤波器集合(例如,16个固定滤波器集合)和在APS中用信号表示的一个或多个滤波器集合(也被称为用信号表示的一个或多个滤波器集合)中选择滤波器集合。可以针对亮度CTB用信号表示滤波器集合索引,以指示要使用的滤波器集合(例如,多个固定滤波器集合当中的滤波器集合和用信号表示的一个或多个滤波器集合)。多个固定滤波器集合可以在编码器和解码器中被预先定义和硬编码,并且可以被称为预定义的滤波器集合。

[0144] 对于色度分量,可以在条带头中用信号表示APS索引,以指示要用于当前条带的色度滤波器集合。在CTB级,如果在APS中存在多于一个色度滤波器集合,则可以为每个色度CTB用信号表示滤波器集合索引。

[0145] 滤波器系数可以用等于128的范数来量化。为了降低乘法复杂度,可以应用码流一致性(bitstream conformance),使得非中心位置的系数值可以在-27到27-1(包含端值)的范围内。一个示例中,中心位置系数不在码流中用信号表示并且可以被视为等于128。

[0146] 在一些实施例中,限幅索引和限幅值的语法和语义定义如下:alf_luma_clip_idx[sfIdx][j]可以用于指示在与由sfIdx指示的用信号表示的亮度滤波器的第j个系数相乘之前要使用的限幅值的限幅索引。码流一致性的要求可以包括sfIdx=0至alf_luma_num_filters_signalled_minus1且j=0至11的alf_luma_clip_idx[sfIdx][j]的值应在0到3(包含端值)的范围内。

具有元素AlfClipL[adaptation_parameter_set_id][filtIdx][j](其中filtIdx=0至NumAlfFilters-1且j=0至11)的亮度滤波器限幅值AlfClipL[adaptation_parameter_set_id]可以基于bitDepth被设置为等于BitDepthY且clipIdx被设置为等于alf_luma_clip_idx[alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]][j]按照表2的指示得出。

alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]可以用于指示在与具有索引altIdx的可选色度滤波器的第j个系数相乘之前要使用的限幅值的限幅索引。码流一致性的要求可以包括altIdx=0至alf_chroma_num_alt_filters_minus1、j=0至5的alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]的值应当在0至3(包含端值)的范围内。

具有元素AlfClipC[adaptation_parameter_set_id][altIdx][j](其中,altIdx=0到alf_chroma_num_alt_filters_minus1、j=0至5)的色度滤波器限幅值AlfClipC[adaptation_parameter_set_id][altIdx]可以基于bitDepth被设置为等于BitDepthC并且clipIdx被设置为等于alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]并按照表2的指示得出。

[0147] 在实施例中,滤波过程可以如以下描述。在解码器端,当针对CTB启用ALF时,可以对CU(或CB)内的样本R(i,j)进行滤波,从而产生经滤波的样本值R'(i,j),由以下等式(13)所示。一个示例中,对CU中的每个样本进行滤波。

$$R'(i,j) = R(i,j) + \left(\left(\sum_{k\neq 0} \sum_{l\neq 0} f(k,l) \times K\big(R(i+k,j+l) - R(i,j), c(k,l)\big) + 64 \right) \gg 7 \right)$$

等式(13)

其中,f(k,l)表示已解码的滤波器系数,K(x,y)是限幅函数,并且c(k,l)表示已解

码的限幅参数(或限幅值)。变量k和l可以在-L/2和L/2之间变化,其中,L表示滤波器长度。限幅函数K(x,y)＝min(y,max(-y,x))对应于限幅函数Clip3(-y,y,x)。通过引入限幅函数K(x,y),环路滤波方法(例如,ALF)变成非线性过程,因而可以被称为非线性ALF。

[0148] 在非线性ALF中,可以在表3中提供多组限幅值。一个示例中,亮度集合包括四个限幅值{1024,181,32,6},而色度集合包括4个限幅值{1024,161,25,4}。可以通过在对数域中对亮度块的样本值(以10比特编码)的全范围(例如,1024)进行近似相等的分割来选择亮度集中的四个限幅值。色度集合的范围可以是4至1024。

表3-限幅值的示例

	帧内/帧间图块组
亮度	{1024,181,32,6}
色度	{1024,161,25,4}

[0149] 选择的限幅值可以被编码在如下的“alf_data”语法元素中:可以使用合适的编码方案(例如,Golomb编码方案)对与例如表3中所示的已选择的限幅值相对应的限幅索引来进行编码。该编码方案可以是用于对滤波器集合索引进行编码的相同编码方案。

[0150] 在实施例中,可以使用虚拟边界滤波过程来减少ALF的线缓冲器要求。相应地,经修改的块分类和滤波可以用于CTU边界(例如,水平CTU边界)附近的样本。虚拟边界(1130)可以通过将水平CTU边界(1120)移动“$N_{样本}$”个样本而被定义为线,如图11A中所示,其中$N_{样本}$可以是正整数。一个示例中,亮度分量的$N_{样本}$等于4,而色度分量的$N_{样本}$等于2。

[0151] 参考图11A,经修改的块分类可以应用于亮度分量。一个示例中,对于虚拟边界(1130)以上的4×4块(1110)的1D拉普拉斯梯度计算,仅使用虚拟边界(1130)以上的样本。类似地,参考图11B,对于从CTU边界(1121)移动的虚拟边界(1131)以下的4×4块(1111)的1D拉普拉斯梯度计算,仅使用虚拟边界(1131)以下的样本。通过考虑在1D拉普拉斯梯度计算中使用的样本的减少的数量,可以相应地缩放活动值A的量化。

[0152] 对于滤波处理,虚拟边界处的对称填充操作可以用于亮度分量和色度分量两者。图12A至图12F示出了用于虚拟边界处的亮度分量的这种经修改的ALF滤波的示例。当被滤波的样本位于虚拟边界以下时,可以填充位于虚拟边界以上的相邻样本。当滤波的样本位于虚拟边界以上时,可以填充位于虚拟边界以下的相邻样本。参考图12A,可以用位于虚拟边界(1210)以下的样本C2来填充相邻样本C0。参考图12B,可以用位于虚拟边界(1220)以上的样本C2来填充相邻样本C0。参考图12C,可以分别用位于虚拟边界(1230)以下的样本C5-C7来填充相邻样本C1-C3。参考图12D,可以分别用位于虚拟边界(1240)以上的样本C5-C7来填充相邻样本C1-C3。参考图12E,可以分别用位于虚拟边界(1250)以下的样本C10、C11、C12、C11和C10来填充相邻样本C4-C8。参考图12F,可以分别用位于虚拟边界(1260)以上的样本C10、C11、C12、C11和C10来填充相邻样本C4-C8。

[0153] 在一些示例中,当一个或多个样本和一个或多个相邻样本位于虚拟边界的左边(或右边)和右边(或左边)时,可以适当地修改以上描述。

[0154] 根据本申请的一方面,为了提高编码效率,可以基于滤波过程来对图像进行分区。在一些示例中,CTU也被称为最大编码单元(largest coding unit,LCU)。一个示例中,CTU或LCU可以具有64×64像素的大小。在一些实施例中,与LCU对齐的图像四叉树分割(LCU-

Aligned picture quadtree splitting)可以用于基于滤波的分区。在一些示例中,可以使用基于编码单元同步图像四叉树的自适应环路滤波器(coding unit synchronous picture quadtree-based adaptive loop filter)。例如,亮度图像可以被分割成若干个多级四叉树分区,每个分区边界与LCU的边界对齐。每个分区具有各自的滤波过程,因此被称为滤波器单元(filter unit,FU)。

[0155] 在一些示例中,可以使用2-通道编码流。在2-通道编码流的第一通道处,可以确定图像的四叉树分割模式和每个FU的最佳滤波器。在一些实施例中,基于滤波失真确定图像的四叉树分割模式和FU的最佳滤波器。可以在确定过程中通过快速滤波失真估计(fast filtering distortion estimation,FFDE)技术来估计滤波失真。使用四叉树分割来对图像进行分区。根据确定的四叉树分割模式和选择的所有FU的滤波器,可以对重建图像进行滤波。

[0156] 在2-通道编码流的第二通道处,执行CU同步ALF开/关控制(CU synchronous ALF on/off control)。根据ALF开/关结果,利用已重建图像部分地恢复第一滤波图像。

[0157] 具体地,在一些示例中,采用自上向下的分割策略,基于率失真准则(rate-distortion criterion)将图像划分成多级四叉树分区。每个分区被称为滤波器单元(FU)。分割过程将四叉树分区与LCU边界对齐。FU的编码顺序遵循“z”字形扫描顺序。

[0158] 图13示出了本申请一些实施例的分区示例。在图13的示例中,图像(1300)被分割成10个FU,其编码顺序是FU0、FU1、FU2、FU3、FU4、FU5、FU6、FU7、FU8和FU9。

[0159] 图14示出了图像1300的四叉树分割模式1400。在图14的示例中,分割标志用于指示图像分区模式。例如,“1”指示对块执行四叉树分割;而“0”指示块没有被进一步分割。在一些示例中,最小尺寸的FU具有LCU的尺寸,并且最小尺寸的FU不需要分割标志。分割标志以如图14中所示的“z”字形顺序编码和传输。

[0160] 在一些示例中,基于率失真准则从两个滤波器集合中选择每个FU的滤波器。第一集合具有为当前FU得出的1/2对称(1/2-symmetric)的正方形滤波器和菱形滤波器。第二集合来自时延滤波器缓冲器;时延滤波器缓冲器存储先前为在先图像的FU得出的滤波器。可以为当前FU选择这两个集合中具有最小率失真成本的滤波器。类似地,如果当前FU不是最小FU并且可以进一步被分割成4个子FU,则计算4个子FU的率失真成本。通过递归地比较分割和不分割情况的率失真成本,可以确定图像四叉树分割模式。

[0161] 在一些示例中,最大四叉树分割级别可以用于限制FU的最大数目。一个示例中,当最大四叉树分割级别是2时,FU的最大数目是16。进一步地,在确定四叉树分割过程中,可以重新使用用于得出底部四叉树级别的16个FU(最小FU)的维纳系数(Wiener coefficient)的相关值。其余的FU可以从底部四叉树级别的16个FU的相关性中得出它们的维纳滤波器(Wiener filter)。因此,在该示例中,仅执行一次帧缓冲器存取来得出所有FU的滤波器系数。

[0162] 在确定四叉树分割模式之后,为了进一步减小滤波失真,可以执行CU同步ALF开/关控制(CU synchronous ALF on/off control)。通过比较每个叶CU处的滤波失真和非滤波失真,叶CU可以在其局部区域中显式地接通/断开ALF。在一些示例中,可以通过根据ALF开/关结果重新设计滤波器系数来进一步提高编码效率。

[0163] 交叉分量滤波过程(cross-component filtering process)可以应用交叉分量滤

波器,例如交叉分量自适应环路滤波器(cross-component adaptive loop filter,CC-ALF)。交叉分量滤波器可以使用亮度分量(例如,亮度CB)的亮度样本值来修正色度分量(例如,对应于亮度CB的色度CB)。一个示例中,该亮度CB和该色度CB位于一个CU中。

[0164] 图15示出了本申请实施例的用于生成色度分量的交叉分量滤波器(例如,CC-ALF)。在一些示例中,图15示出了第一色度分量(例如,第一色度CB)、第二色度分量(例如,第二色度CB)和亮度分量(例如,亮度CB)的滤波过程。亮度分量可以利用样本自适应偏移(sample adaptive offset,SAO)滤波器(1510)进行滤波以生成SAO滤波的亮度分量(1541)。SAO滤波的亮度分量(1541)可以利用ALF亮度滤波器(1516)进一步滤波以变成经滤波的亮度CB(1561)(例如,“Y”)。

[0165] 第一色度分量可以经过SAO滤波器(1512)和ALF色度滤波器(1518)进行滤波以生成第一中间分量(1552)。进一步地,经SAO滤波的亮度分量(1541)可以由用于第一色度分量的交叉分量滤波器(例如,CC-ALF)(1521)进行滤波以生成第二中间分量(1542)。随后,可以基于第二中间分量(1542)和第一中间分量(1552)中的至少一个中间分量来生成经滤波的第一色度分量(1562)(例如,“Cb”)。一个示例中,经滤波的第一色度分量(1562)(例如,“Cb”)可以通过使用加法器(1522)合并第二中间分量(1542)和第一中间分量(1552)来生成。用于第一色度分量的交叉分量自适应环路滤波过程可以包括由CC-ALF(1521)执行的步骤和由例如加法器(1522)执行的步骤。

[0166] 以上描述可以适于第二色度分量。第二色度分量可以利用SAO滤波器(1514)和ALF色度滤波器(1518)进行滤波以生成第三中间分量(1553)。进一步地,经SAO滤波的亮度分量(1541)可以经过用于第二色度分量的交叉分量滤波器(例如,CC-ALF)(1531)滤波以生成第四中间分量(1543)。随后,可以基于第四中间分量(1543)和第三中间分量(1553)中的至少一个中间分量来生成经滤波的第二色度分量(1563)(例如,“Cr”)。一个示例中,滤波的第二色度分量(1563)(例如,“Cr”)可以由加法器(1532)合并第四中间分量(1543)和第三中间分量(1553)来生成。一个示例中,用于第二色度分量的交叉分量自适应环路滤波过程可以包括由CC-ALF(1531)执行的步骤和由例如加法器(1532)执行的步骤。

[0167] 交叉分量滤波器(例如,CC-ALF(1521)、CC-ALF(1531))可以通过将具有任何合适滤波器形状的线性滤波器应用于亮度分量(或亮度信道)的方式来工作,以修正每个色度分量(例如,第一色度分量、第二色度分量)。

[0168] 图16示出了本申请实施例的滤波器(1600)的示例。滤波器(1600)可以包括非零滤波器系数和零滤波器系数。滤波器(1600)具有由滤波器系数(1610)形成的菱形形状(1620)(由黑色填充的圆圈表示)。一个示例中,滤波器(1600)中的非零滤波器系数被包括在滤波器系数(1610)中,并且不被包括在滤波器系数(1610)中的滤波器系数为零。因此,滤波器(1600)中的非零滤波器系数被包括在菱形形状(1620)中,而不被包括在菱形形状(1620)中的滤波器系数为零。一个示例中,滤波器(1600)的滤波器系数的数目等于滤波器系数(1610)的数目(在图16中所示的示例中,该数目为18)。

[0169] CC-ALF可以包括任何合适的滤波器系数(也被称为CC-ALF滤波器系数)。重新参考图15,CC-ALF(1521)和CC-ALF(1531)可以具有相同的滤波器形状(例如图16中所示的菱形形状(1620))以及相同数量的滤波器系数。一个示例中,CC-ALF(1521)中的滤波器系数值不同于CC-ALF(1531)中的滤波器系数值。

[0170] 通常,可以(例如)在APS中传输CC-ALF中的滤波器系数(例如,非零滤波器系数)。一个示例中,滤波器系数可以通过因子(例如2^{10})来进行缩放,并且可以进行舍入。可以控制CC-ALF在可变块大小上的应用,并且通过接收的针对每个样本块的经过上下文编码的标志(例如,CC-ALF使能标志)来用信号表示是否应用CC-ALF。该上下文编码标志,例如CC-ALF使能标志,可以在例如块级的任何适当级别上用信号表示。对于每个色度分量,可以在条带级接收块尺寸以及CC-ALF使能标志。在一些示例中,可以支持16×16、32×32和64×64的块尺寸(以色度样本计)。

[0171] 图17示出了本申请一些实施例的CC-ALF的语法示例。在图17的示例中,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是指示是否使用交叉分量Cb滤波器的索引,如果使用,则该索引是交叉分量Cb滤波器的索引。例如,当alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]等于0时,不将交叉分量Cb滤波器应用于亮度位置(xCtb,yCtb)处的Cb色彩分量样本块;当alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]不等于0时,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是要应用的滤波器的索引。例如,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]-th交叉分量Cb滤波器被应用于亮度位置(xCtb,yCtb)处的Cb色彩分量样本的块。

[0172] 进一步地,在图17的示例中,alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]用于指示是否使用交叉分量Cr滤波器,如果使用,则该索引是交叉分量Cb滤波器的索引。

例如,当alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]等于0时,交叉分量Cr滤波器不应用于亮度位置(xCtb,yCtb)处的Cr色彩分量样本块;当alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]不等于0时,alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是交叉分量Cr滤波器的索引。例如,alf_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]-th交叉分量Cr滤波器可以被应用于亮度位置(xCtb,yCtb)处的Cr色彩分量样本的块。

[0173] 在一些示例中,使用色度子采样技术,因此一个或多个色度块中每一个色度块的样本数目可以小于亮度块中的样本数目。色度子采样格式(也被称为色度子采样格式,例如由chroma_format_idc指定)可以指示一个或多个色度块中的每一个色度块与对应亮度块之间的色度水平子采样因子(例如,SubWidthC)和色度垂直子采样因子(例如,SubHeightC)。一个示例中,色度子采样格式是4:2:0,因此色度水平子采样因子(例如,SubWidthC)和色度垂直子采样因子(例如,SubHeightC)是2,如图18A至图18B中所示。一个示例中,色度子采样格式是4:2:2,因此色度水平子采样因子(例如,SubWidthC)是2,且色度垂直子采样因子(例如,SubHeightC)是1。一个示例中,色度子采样格式是4:4:4,并且因此色度水平子采样因子(例如,SubWidthC)和色度垂直子采样因子(例如,SubHeightC)是1。色度样本类型(也被称为色度样本位置)可以指示色度块中的色度样本相对于亮度块中的至少一个相应亮度样本的相对位置。

[0174] 图18A至图18B示出了本申请实施例的色度样本相对于亮度样本的示例性位置。参

考图18A,亮度样本(1801)位于行(1811)-(1818)中。图18A中所示的亮度样本(1801)可以表示图像的一部分。一个示例中,亮度块(例如,亮度CB)包括亮度样本(1801)。亮度块可以对应于具有色度子采样格式4:2:0的两个色度块。一个示例中,每个色度块包括色度样本(1803)。每个色度样本(例如,色度样本(1803(1))对应于四个亮度样本(例如,亮度样本(1801(1))-(1801(4))。一个示例中,四个亮度样本是左上样本(1801(1))、右上样本(1801(2))、左下样本(1801(3))和右下样本(1801(4))。色度样本(例如,(1803(1)))位于左上样本(1801(1))与左下样本(1801(3))之间的左中心位置处,而包括色度样本(1803)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型0。色度样本类型0指示与左上样本(1801(1))和左下样本(1801(3))中间的左侧中心位置相对应的相对位置0。四个亮度样本(例如,(1801(1))-(1801(4)))可以被称为色度样本(1803(1))的相邻亮度样本。

[0175] 一个示例中,每个色度块包括色度样本(1804)。以上关于色度样本(1803)的描述可以适用于色度样本(1804),因此为了简洁起见可以省略其详细描述。色度样本(1804)中的每个色度样本可以位于四个相应的亮度样本的中心位置处,并且具有色度样本(1804)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型1。色度样本类型1指示与四个亮度样本(例如,(1801(1))-(1801(4)))的中心位置相对应的相对位置1。例如,色度样本(1804)之一可以位于亮度样本(1801(1))-(1801(4))的中心部分。

[0176] 一个示例中,每个色度块包括色度样本(1805)。色度样本(1805)中的每个色度样本可以位于与四个相应的亮度样本(1801)中的左上样本的位置相同的左上位置,具有色度样本(1805)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型2。相应地,色度样本(1805)中的每个色度样本与该色度样本对应的四个亮度样本(1801)中的左上样本的位置相同。色度样本类型2指示与四个亮度样本(1801)的左上位置相对应的相对位置2。例如,色度样本(1805)之一可以位于亮度样本(1801(1))-(1801(4))的左上位置处。

[0177] 一个示例中,每个色度块包括色度样本(1806)。色度样本(1806)中的每个可以色度样本位于相应的左上样本与相应的右上样本之间的顶部中心位置处,具有色度样本(1806)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型3。色度样本类型3指示与左上样本与右上样本之间的顶部中心位置相对应的相对位置3。例如,色度样本(1806)之一可以位于亮度样本(1801(1))-(1801(4))的顶部中心位置处。

[0178] 一个示例中,每个色度块包括色度样本(1807)。色度样本(1807)中的每个色度样本可以位于四个相应的亮度样本(1801)中的左下样本的位置相同的左下位置处,具有色度样本(1807)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型4。相应地,色度样本(1807)中的每个色度样本与该色度样本对应的四个亮度样本(1801)中的左下样本的位置相同。色度样本类型4指示与四个亮度样本(1801)的左下位置相对应的相对位置4。例如,色度样本(1807)之一可以位于亮度样本(1801(1))-(1801(4))的左下位置处。

[0179] 一个示例中,每个色度块包括色度样本(1808)。色度样本(1808)中的每个色度样本位于左下样本与右下样本之间的底部中心位置,具有色度样本(1808)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型5。色度样本类型5指示与四个亮度样本(1801)中的左下样本与右下样本之间的底部中心位置相对应的相对位置5。例如,色度样本(1808)之一可以位于亮度样本(1801(1))-(1801(4))中的左下样本与右下样本之间。

[0180] 通常,任何合适的色度样本类型可以用于色度子采样格式。色度样本类型0-5是利

用色度子采样格式4:2:0描述的色度样本类型的示例。其它的色度样本类型可以用于色度子采样格式4:2:0。进一步地,其他色度样本类型和/或色度样本类型0-5的变体可以用于其它色度子采样格式,例如4:2:2、4:4:4等。一个示例中,色度样本(1805)和(1807)组合而成的色度样本类型用于色度子采样格式4:2:2。

[0181] 一个示例中,认为亮度块具有交替的行,例如行(1811)-(1812),其分别包括四个亮度样本(例如,(1801(1))-(1801(4)))中的顶部两个样本(例如,(1801(1))-(1801(2)))和四个亮度样本(例如,(1801(1)-(1801(4)))中的底部两个样本(例如,(1801(3))-(1801(4))的。相应地,行(1811)、(1813)、(1815)和(1817)可以被称为当前行(也被称为顶场(top field)),而行(1812)、(1814)、(1816)和(1818)可以被称为下一行(也被称为底场(bottom field))。四个亮度样本(例如,(1801(1))-(1801(4)))位于当前行(例如,(1811))和下一行(例如,(1812))。相对位置2-3位于当前行中,相对位置0-1位于每个当前行与相应的下一行之间,而相对位置4-5位于下一行中。

[0182] 色度样本(1803)、(1804)、(1805)、(1806)、(1807)或(1808)位于每个色度块中的行(1851)-(1854)中。行(1851)-(1854)的具体位置可以取决于色度样本的色度样本类型。例如,对于分别具有色度样本类型0-1的色度样本(1803)-(1804),行(1851)位于行(1811)-(1812)之间。对于分别具有色度样本类型2-3的色度样本(1805)-(1806),行(1851)与当前行(1811)位置相同。对于分别具有色度样本类型4-5的色度样本(1807)-(1808),行(1851)与下一行(1812)位置相同。以上描述可以适合用于行(1852)-(1854),为了行文简洁省略了其详细描述。

[0183] 可以使用任何合适的扫描方法来显示、存储和/或传输以上描述的图18A中的亮度块和对应的一个或多个色度块。一个示例中,使用逐行扫描方式。

[0184] 如图18B中所示,可以使用隔行扫描。如上描述的,色度子采样格式是4:2:0(例如,chroma_format_idc等于1)。一个示例中,可变色度位置类型(例如,ChromaLocType)指示当前行(例如,ChromaLocType是chroma_sample_loc_type_top_field)或下一行(例如,ChromaLocType是chroma_sample_loc_type_bottom_field)。可以分别扫描当前行(1811)、(1813)、(1815)和(1817)以及下一行(1812)、(1814)、(1816)和(1818),例如,可以首先扫描当前行(1811)、(1813)、(1815)和(1817),然后扫描下一行(1812)、(1814)、(1816)和(1818)。当前行可以包括亮度样本(1801),而下一行可以包括亮度样本(1802)。

[0185] 类似地,可以隔行扫描对应的色度块。包括没有填充的色度样本(1803)、(1804)、(1805)、(1806)、(1807)或(1808)的行(1851)和(1853)可以被称为当前行(或当前色度行),而包括具有灰色填充的色度样本(1803)、(1804)、(1805)、(1806)、(1807)或(1808)的行(1852)和(1854)可以被称为下一行(或下一色度行)。一个示例中,在隔行扫描期间,首先扫描行(1851)和(1853),再扫描行(1852)和(1854)。

[0186] 在一些示例中,可以使用受限定向增强滤波(constrained directional enhancement filtering)技术。环内受限定向增强滤波器(in-loop constrained directional enhancement filter,CDEF)的使用可以滤除编解码伪像,同时保留图像的细节。一个示例(例如,HEVC)中,样本自适应偏移(SAO)算法可以通过针对不同类的像素定义信号偏移来实现类似目的。与SAO不同,CDEF是非线性空间滤波器。在一些示例中,CDEF可以被约束为易于矢量化的(即,可用单指令多数据(single instruction multiple data,

SIMD)操作来实现)。应注意,其它非线性滤波器(例如中值滤波器、双边滤波器)不能以相同的方式处理。

[0187] 在一些情况下,已编码图像中的振铃伪像(ringing artifacts)的量趋于与量化步长大致成比例。细节的量是输入图像的属性,但是保留在量化图像中的最小细节也倾向于与量化步长成比例。对于给定的量化步长,振铃的幅度通常小于细节的幅度。

[0188] CDEF可以用于识别每个块的方向,然后沿着识别出的方向进行自适应地滤波,并且沿着将识别出的方向旋转45度得到的方向滤波到较小的程度。在一些示例中,编码器可以搜索滤波器强度,并且可以显式地用信号表示滤波器强度,这允许对模糊化进行高度地控制。

[0189] 具体地,在一些示例中,紧随去块滤波器之后对已重建像素进行方向搜索。由于这些像素对于解码器是可用的,因此解码器可以搜索方向,因此一个示例中该方向不需要信令。在一些示例中,方向搜索可以对特定块尺寸进行操作,例如8×8块,该尺寸小到足以充分地处理非直边缘,同时大到足以在应用于量化图像时可靠地估计方向。此外,在8×8区域上具有恒定方向使得滤波器的矢量化更容易。在一些示例中,可以将每个块(例如,8×8)与完全定向块进行比较以确定差异。完全定向块是指,其中沿一个方向的线上的所有像素具有相同值的块。一个示例中,可以计算块与每个完全定向块的差异度量,例如平方差的总和(sum of squared differences,SSD)、均方根(root mean square,RMS)误差。然后,可以确定具有最小差异(例如,最小SSD、最小RMS等)的完全定向块,并且确定的完全定向块的方向可以是与该块中的模式最匹配的方向。

[0190] 图19示出了本申请实施例的方向搜索的示例。一个示例中,块(1910)是已重建的并且由去块滤波器输出的8×8块。在图19的示例中,方向搜索可以从块(1910)的(1920)所示的8个方向中确定方向。分别形成对应8个方向(1920)的8个完全定向块(1930)。与一个方向相对应的完全定向块是指其中沿着该方向的线上的像素具有相同值的块。进一步地,可以计算块(1910)与完全定向块(1930)中每个完全定向块的差异度量,例如SSD、RMS误差等。在图19的示例中,RMS误差由(1940)示出。如(1943)所示,块(1910)和完全定向块(1933)的RMS误差是最小的,因此方向(1923)是与块(1910)中的模式最匹配的方向。

[0191] 在识别了块的方向之后,可以确定非线性低通定向滤波器。例如,非线性低通定向滤波器的滤波器抽头可以沿着识别出的方向对齐以减少振铃,同时保持定向边缘或模式。然而,在一些示例中,单独用定向滤波有时不能充分地减少振铃。一个示例中,额外的滤波器抽头也被用于不沿着识别出的方向分布的像素。为了降低模糊化的风险,更保守地处理额外的滤波器抽头。出于此原因,CDEF包括初级滤波器抽头和次级滤波器抽头。一个示例中,完整的2-D CDEF滤波器可以表示为等式(14):

$$y(i,j) = x(i,j) + \mathrm{round}\Big(\sum_{m,n} w_{d,m,n}^{(p)} f\left(x(m,n) - x(i,j), S^{(p)}, D\right) + \sum_{m,n} w_{d,m,n}^{(s)} f\left(x(m,n) - x(i,j), S^{(s)}, D\right) \Big), \quad \text{等式 (14)}$$

其中,D表示阻尼参数,$S^{(p)}$表示初级滤波器抽头的强度,$S^{(s)}$表示次级滤波器抽头

的强度,round(•)表示远离零舍入的运算(an operation that rounds ties away from zero),w表示滤波器权重,并且f(d,S,D)是对经滤波的像素与相邻像素中的每个相邻像素之间的差进行运算的约束函数。一个示例中,对于小的差值,函数f(d,S,D)等于D,这可以使该滤波器表现得像线性滤波器;当该差值大时,函数f(d,S,D)等于0,这可以有效地忽略滤波器抽头。

[0192] 在一些示例中,在去块后的视频编解码中使用环路内恢复方案,从而在去块操作之外总体上去噪和提高边缘质量。一个示例中,环路内恢复方案在每个合适尺寸的图块的帧内是可切换的。环路内恢复方案基于可分离的对称维纳滤波器(separable symmetric Wiener filter)、具有子空间投影的双自导滤波器(dual self-guided filters with subspace projection)和域变换递归滤波器(domain transform recursive filter)。因为帧内的内容统计数据可显著变化,所以环路内恢复方案被集成在可切换框架内,其中可以在帧的不同区域中触发不同的方案。

[0193] 可分离的对称维纳滤波器可以是环路内恢复方案之一。在一些示例中,退化帧(degraded frame)中的每个像素可以被重建为围绕该像素的w×w窗口内的像素的非因果滤波版本(non-causal filtered version),其中,w=2r+1对于整数r是奇数。如果2D滤波器抽头以列矢量化形式由具有$w^2\times1$个元素的矢量F表示,则直接的LMMSE优化导致滤波器参数由$F=H^{-1}M$给出,其中,$H=E[XX^T]$是x的自协方差,是w^2样本在围绕该像素的w×w窗口中的列矢量化版本,且$M=E[YX^T]$是待估计的x与标量源样本y的互相关。一个示例中,编码器可以根据去块后的帧和源中的实现来估计H和M,并且可以将所得到的滤波器F发送到解码器。然而,这不仅会在传输w^2抽头时导致相当大的比特率成本,而且不可分离的滤波会使解码过于复杂。在一些实施例中,对F的性质施加若干附加约束条件。对于第一约束条件,F被约束为可分离的,使得滤波可以被实现为可分离的水平和垂直w-抽头卷积。对于第二约束条件,水平滤波器和垂直滤波器中的每个滤波器被约束为对称的。对于第三约束条件,假设水平滤波器系数和垂直滤波器系数两者的总和是1。

[0194] 具有子空间投影的双自导滤波(dual self-guided filtering)可以是环路内恢复方案之一。引导滤波是一种图像滤波技术,其中局部线性模型由等式(15)表示:

$$y = F x + G \qquad \text{等式(15)}$$

其用于计算未滤波样本x的滤波输出y,其中,F和G基于滤波像素附近的退化图像和引导图像的统计数据来确定。如果引导图像与退化图像相同,则所得到的所谓的自引导滤波具有边缘保持平滑的效果。一个示例中,可以使用特定形式的自引导滤波。自引导滤波的特定形式取决于两个参数:半径r和噪声参数e,并且被列举为如下步骤:

1.获得围绕每个像素的(2r+1)×(2r+1)窗口中的像素的均值μ和方差σ^2。利用基于积分成像的箱式滤波可以有效地实现该步骤。

2.计算每个像素:$f=\sigma^2/(\sigma^2+e)$;$g=(1-f)\mu$

3.将每个像素的F和G计算为围绕该像素的3×3窗口中的f值和g值的平均值,以供使用。

[0195] 自引导滤波器的特定形式由r和e控制,其中较高的r意味着较高的空间方差,并且较高的e意味着较高的范围方差。

[0196] 图20示出了一些示例中的子空间投影的示例。如图20中所示,即使恢复数据X_1、X_2

中没有一个接近源Y,但是只要它们在正确的方向上稍微移动,合适的乘法器{α,β}就可以使它们更接近源Y。

[0197] 在一些示例(例如,HEVC)中,可以使用被称为样本自适应偏移(SAO)的滤波技术。在一些示例中,在去块滤波器之后对已重建信号应用SAO。SAO可以使用条带头中给定的偏移值。在一些示例中,对于亮度样本,编码器可以决定是否对条带应用(启用)SAO。当SAO被启用时,当前图像允许将编码单元递归地分割成四个子区域,并且每个子区域可以基于子区域中的特征从多个SAO类型中选择一个SAO类型。

[0198] 图21示出了本申请实施例的多个SAO类型的表(2100)。在表(2100)中,示出了SAO类型0-6。应注意,SAO类型0用于指示没有应用SAO。进一步地,SAO类型1至SAO类型6的每个SAO类型包括多个类别。SAO可以将子区域的已重建像素分类到各类别,并且通过向子区域中的每个类别的像素添加偏移来减少失真。在一些示例中,边缘特性可以用于将像素分类到SAO类型1-4中,并且像素亮度(pixel intensity)可以用于将像素分类到SAO类型5-6中。

[0199] 具体地,一个实施例中,在例如SAO类型5-6中,可以使用带偏移(band offset,BO)将子区域的所有像素分类到多个带。多个带中的每个带包括相同亮度区间的像素。在一些示例中,亮度范围被平均划分成多个区间,例如从零到最大亮度值(例如,对于8比特像素为255)的32个区间,并且每个区间与偏移相关联。进一步地,一个示例中,32个带被划分成两组,例如第一组和第二组。第一组包括中心的16个带(例如,在亮度范围中间的16个区间),而第二组包括其余16个带(例如,在亮度范围的低侧处的8个区间和在亮度范围的高侧处的8个区间)。一个示例中,仅传输两组之一的偏移。在一些实施例中,当使用BO中的像素分类操作时,每个像素的五个最高有效比特(most significant bit)可以直接用作带的索引。

[0200] 进一步地,一个实施例中,例如SAO类型1-4,边缘偏移(edge offset,EO)可以用于像素的分类和偏移的确定。例如,可以基于1维3像素模式并且考虑边缘方向性信息来确定像素分类。

[0201] 图22示出了一些示例中边缘偏移中使用的像素分类的3像素模式的示例。在图22的示例中,第一模式(2210)(由3个灰色像素示出)被称为0度模式(水平方向与0度模式相关联),第二模式(2220)(由3个灰色像素示出)被称为90度模式(垂直方向与90度模式相关联),第三模式(2230)(如3个灰色像素所示)被称为135度模式(135度对角线方向与135度模式相关联),且第四模式(2240)(如3个灰色像素所示)被称为45度模式(45度对角线方向与45度模式相关联)。一个示例中,可以考虑子区域的边缘方向性信息来从图22中所示的四个方向性模式中选择的一个模式。一个示例中,可以在已编码视频码流中将所选择的模式作为边信息发送。然后,通过将每个像素与其在与该方向性模式相关联的方向上的两个相邻像素进行比较,可以将子区域中的像素分类到多个类别。

[0202] 图23示出了在一些示例中用于边缘偏移的像素分类规则的表(2300)。具体地,将像素c(也在图22的每个模式中示出)与两个相邻像素(也在图22的每个模式中以灰色示出)进行比较,并可以根据图23中所示的像素分类规则基于该比较将像素c分类到类别0-4之一。

[0203] 在一些实施例中,解码器端的SAO可以独立于最大编码单元(largest coding unit,LCU)(例如,CTU)而操作,使得可以节省线缓冲器。在一些示例中,当选择90度、135度和45度分类模式时,不对每个LCU中的顶行和底行的像素进行SAO处理;当选择0度、135度和

45度模式时,不对每个LCU中最左列和最右列的像素进行SAO处理。

[0204] 图24示出了如果没有从相邻CTU合并参数则可能需要为CTU用信号表示的语法的示例(2400)。例如,可以用信号表示语法元素sao_type_idx[cldx][rx][ry]来指示子区域的SAO类型。SAO类型可以是BO(带偏移)或EO(边缘偏移)。当sao_type_idx[cldx][rx][ry]的值为0时,指示SAO关闭;值1至4指示与0°、90°、135°和45°相对应的四个EO类别中的一个类别被使用;值5指示BO被使用。在图24的示例中,BO和EO类型中的每个类型具有用信号表示的四个SAO偏移值(sao_offset[cIdx][rx][ry][0]至sao_offset[cIdx][rx][ry][3]))。

[0205] 通常,滤波过程可以使用第一色彩分量的已重建样本作为输入(例如,Y或Cb或Cr,或R或G或B)以生成输出,并且滤波过程的输出被应用于第二色彩分量上,该第二色彩分量可以是与第一色彩分量相同的色彩分量或可以是不同于第一色彩分量的另一色彩分量。

[0206] 在交叉分量滤波(CCF)的相关示例中,基于一些数学等式得出滤波器系数。将得出的滤波器系数从编码器端用信号表示到解码器端,并且得出的滤波器系数被用于使用线性合并生成偏移。然后,作为滤波过程,生成的偏移被添加到已重建样本。例如,基于滤波系数与亮度样本的线性合并来生成偏移,并且生成的偏移被添加到已重建的色度样本。CCF的相关示例基于一个假设,即已重建的亮度样本值与(原始色度样本与已重建的色度样本之间的)增量值之间存在线性映射关系。然而,已重建的亮度样本值与(原始样本值与重建的色度样本值之间的)增量值之间的映射不一定遵循线性映射过程,因此CCF的编解码性能可能受限于线性映射关系假设。

[0207] 在一些示例中,非线性映射技术可以用于交叉分量滤波和/或相同色彩分量滤波而没有显著的信令开销。一个示例中,非线性映射技术可以用于交叉分量滤波以生成交叉分量样本偏移。在另一示例中,非线性映射技术可以用于相同色彩分量滤波以生成局部样本偏移。

[0208] 为方便起见,使用非线性映射技术的滤波过程可以被称为非线性映射的样本偏移(sample offset by non linear mapping,SO-NLM)。交叉分量滤波过程中的SO-NLM可以被称为交叉分量样本偏移(cross-component sample offset,CCSO)。相同色彩分量滤波中的SO-NLM可以被称为局部样本偏移(local sample offset,LSO)。使用非线性映射技术的滤波器可以被称为基于非线性映射的滤波器。基于非线性映射的滤波器可以包括CCSO滤波器、LSO滤波器等。

[0209] 一个示例中,CCSO和LSO可以被用作环路滤波以减少已重建样本的失真。CCSO和LSO不依赖于CCF的相关示例中使用的线性映射假设。例如,CCSO不依赖于亮度重建样本值与(原始色度样本与色度重建样本之间的)增量值之间的线性映射关系的假设。类似地,LSO不依赖于色彩分量的已重建样本值与(色彩分量的原始样本与色彩分量的已重建样本之间的)增量值之间的线性映射关系的假设。

[0210] 在以下描述中,描述了使用第一色彩分量的已重建样本作为输入(例如,Y或Cb或Cr,或R或G或B)来生成输出的SO-NLM滤波过程,并且滤波过程的输出被应用于第二色彩分量上。当第二色彩分量是与第一色彩分量相同的色彩分量时,该描述适用于LSO;并且当第二色彩分量不同于第一色彩分量时,该描述适用于CCSO。

[0211] 在SO-NLM中,在编码器端得出非线性映射。非线性映射是在滤波器支持区域中的第一色彩分量的已重建样本与要添加到滤波器支持区域中的第二色彩分量的偏移之间的

映射。当第二色彩分量与第一色彩分量相同时,在LSO中使用非线性映射;当第二色彩分量不同于第一色彩分量时,在CCSO中使用非线性映射。非线性映射的域由处理后的输入已重建样本的不同组合(也被称为可能的已重建样本值的组合)确定。

[0212] 可以使用特定示例来说明SO-NLM技术。在特定示例中,确定位于滤波器支持区(filter support area,也被称为"滤波器支持区域(filter support region)")中的第一色彩分量的已重建样本。滤波器支持区是其中可以应用滤波器的区,并且滤波器支持区可以具有任何合适的形状。

[0213] 图25示出了根据本申请的一些实施例的滤波器支持区(2500)的示例。滤波器支持区(2500)包括四个已重建样本:第一色彩分量的P0、P1、P2和P3。在图25的示例中,四个已重建样本可以在垂直方向和水平方向上形成十字形,并且十字形的中心位置是待滤波样本的位置。在中心位置处并且具有与P0-P3相同的色彩分量的样本由C表示。在中心位置处并且具有第二色彩分量的样本用F表示。第二色彩分量可以与P0-P3的第一色彩分量相同,或者可以与P0-P3的第一色彩分量不同。

[0214] 图26示出了本申请一些实施例的另一滤波器支持区2600的示例。滤波器支持区(2600)包括形成正方形形状的第一色彩分量的四个已重建样本P0、P1、P2和P3。在图26的示例中,正方形形状的中心位置是待滤波的样本位置。在中心位置处并且具有与P0-P3相同的色彩分量的样本由C表示。在中心位置处并且具有第二色彩分量的样本用F表示。第二色彩分量可以与P0-P3的第一色彩分量相同,或者可以与P0-P3的第一色彩分量不同。

[0215] 已重建样本被输入到SO-NLM滤波器,并且被适当地处理以形成滤波器抽头。一个示例中,作为SO-NLM滤波器的输入的已重建样本的位置被称为滤波器抽头位置。在特定示例中,在以下两个步骤中处理已重建样本。

[0216] 在第一步骤中,分别计算P0-P3与C之间的增量值。例如,m0表示P0至C之间的增量值;m1表示P1至C之间的增量值;m2表示P2至C之间的增量值;m3表示P3到C之间的增量值。

[0217] 在第二步骤中,增量值m0-m3被进一步量化,量化值被表示为d0、d1、d2、d3。一个示例中,基于量化过程,量化值可以是-1、0、1中的一个。例如,当m小于-N(N是正值并且被称为量化步长)时,值m可以被量化为-1;当m在[-N,N]的范围内时,值m可以被量化为0;当m大于N时,值m可以被量化为1。在一些示例中,量化步长N可以是4、8、12、16等中的一个。

[0218] 在一些实施例中,量化值d0-d3是滤波器抽头,并且可以用于识别滤波器域中的一个组合。例如,滤波器抽头d0-d3可以形成滤波器域中的组合。每个滤波器抽头可以具有三个量化值,因此当使用四个滤波器抽头时,滤波器域包括81个(3×3×3×3)组合。

[0219] 图27A至图27C示出了本申请实施例的具有81个组合的表(2700)。表(2700)包括对应于81个组合的81行。在每一行(其对应一个组合)中,第一列包括组合的索引;第二列包括该组合的滤波器抽头d0的值;第三列包括该组合的滤波器抽头d1的值;第四列包括该组合的滤波器抽头d2的值;第五列包括该组合的滤波器抽头d3的值;第六列包括对于非线性映射的该组合关联的偏移值。一个示例中,当确定滤波器抽头d0-d3时,可以根据表(2700)来确定与d0-d3的组合相关联的偏移值(由s表示)。一个示例中,偏移值s0-s80是整数,例如0、1、-1、3、-3、5、-5、-7等。

[0220] 在一些实施例中,可以应用如等式(16)中所示的SO-NLM的最终滤波过程:

$$f' = clip(f+s) \quad \text{等式(16)}$$

其中,f是待滤波的第二色彩分量的已重建样本,并且s是例如使用表(2700)根据滤波器抽头确定的偏移值,这些滤波器抽头是第一色彩分量的已重建样本的处理结果。已重建样本F和偏移值s的总和被进一步限幅到与比特深度相关联的范围中,以确定第二色彩分量的最终滤波样本f'。

[0221] 应注意,在LSO的情况下,以上描述中的第二色彩分量与第一色彩分量相同;并且,在CCSO的情况下,以上描述中的第二色彩分量可以与第一色彩分量不同。

[0222] 应注意,可以针对本申请的其它实施例调整以上描述。

[0223] 在一些示例中,在编码器端、编码设备可以得出滤波器支持区域中的第一色彩分量的已重建样本与待添加到第二色彩分量的已重建样本的偏移之间的映射。映射可以是任何合适的线性映射或非线性映射。然后,可以基于该映射在编码器端和/或解码器端处应用滤波过程。例如,该映射被以适当方式通知给解码器(例如,该映射被包括在从编码器端传输到解码器端的已编码视频码流中),然后解码器可以基于该映射执行滤波过程。

[0224] 基于非线性映射的滤波器(例如CCSO滤波器、LSO滤波器等)的性能取决于滤波器形状配置。滤波器的滤波器形状配置(也被称为滤波器形状)可以指由滤波器抽头位置形成的模式的特性。模式可以由各种参数(例如滤波器抽头的数目、滤波器抽头位置的几何形状、滤波器抽头位置到模式中心的距离等)来定义。使用固定的滤波器形状配置可以限制基于非线性映射的滤波器的性能。

[0225] 如图24和图25以及图27A至图27C中所示,一些示例将5抽头滤波器设计用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状配置。5抽头滤波器设计可以使用P0、P1、P2、P3和C处的抽头位置。滤波器形状配置的5抽头滤波器设计可以产生具有81个条目的查找表(look up table,LUT),如图27A至图27C中所示。需要将样本偏移的LUT从编码器端用信号表示到解码器端,并且LUT的信令可以贡献大部分信令开销并且影响使用基于非线性映射的滤波器的编码效率。根据本申请的一些方面,滤波器抽头的数目可以不同于5。在一些示例中,可以减少滤波器抽头的数量,仍然可以获得滤波器支持区中的信息,并且可以提高编码效率。

[0226] 在一些示例中,用于基于非线性映射的滤波器的组中的滤波器形状配置分别具有3个滤波器抽头。

[0227] 图28示出了一个示例中的3个滤波器抽头的7个滤波器形状配置。具体地,第一滤波器形状配置包括在标记为“1”和“c”的位置处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“1”的中心位置;第二滤波器形状配置包括在标记为“2”的位置和位置“c”处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“2”的中心位置;第三滤波器形状配置包括在标记为“3”的位置和位置“c”处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“3”的中心位置;第四滤波器形状配置包括在标记为“4”的位置和位置“c”处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“4”的中心位置;第五滤波器形状配置包括在标记为“5”和“c”的位置处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“5”的中心位置;第六滤波器形状配置包括在标记为“6”的位置和位置“c”处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“6”的中心位置;第七滤波器形状配置包括在标记为“7”和位置“c”的位置处的3个滤波器抽头,位置“c”是位置“7”的中心位置。

[0228] 根据本申请的一些方面,基于非线性映射的滤波器可以与环路滤波器链中的其它环路内滤波器一起使用。基于非线性映射的滤波器的位置可能影响基于非线性映射的滤波器的编码效率。

[0229] 图29示出了一些示例中的环路滤波器链(2900)的框图。环路滤波器链(2900)包括在滤波器链中串联连接的多个滤波器。一个示例中,环路滤波器链(2900)可以用作环路滤波器单元(556)。在将已重建图像存储在已解码图像缓冲器(例如参考图像存储器(557))中之前,可以在编码或解码环路中使用环路滤波器链(2900)。环路滤波器链(2900)接收来自先前处理模块的输入已重建样本,对已重建样本应用滤波器以生成输出已重建样本。

[0230] 环路滤波器链(2900)可以包括任何合适的滤波器。在图29的示例中,环路滤波器链(2900)包括连接在链中的去块滤波器(标记为去块)、受限定向增强滤波器(标记为CDEF)和环路内恢复滤波器(标记为LR)。环路滤波器链(2900)具有输入节点(2901)、输出节点(2909)和多个中间节点(2902)-(2903)。环路滤波器链(2900)的输入节点(2901)接收来自先前处理模块的输入已重建样本,并且将输入已重建样本提供给去块滤波器。中间节点(2902)从去块滤波器接收已重建样本(在由去块滤波器处理之后),并且将已重建样本提供给CDEF以用于进一步的滤波器处理。中间节点(2903)从CDEF接收已重建样本(在由CDEF处理之后),并且将已重建样本提供给LR滤波器以用于进一步的滤波器处理。输出节点(2909)接收来自LR滤波器的输出已重建样本(在由LR滤波器处理之后)。输出已重建样本可以被提供给其它处理模块,例如用于进一步处理的后处理模块。

[0231] 应注意,以下描述说明基于环路滤波器链(2900)使用基于非线性映射的滤波器的技术。使用基于非线性映射的滤波器的技术可以用于其它合适的环路滤波器链中。

[0232] 根据本申请的一方面,基于非线性映射的滤波器可以与环路滤波器链中的其它滤波器串联联接,基于非线性映射的滤波器的输入和输出可以放置在环路滤波器链的同一节点处,在基于非线性映射的滤波器的输入与输出之间不存在其它滤波器。例如,基于非线性映射的滤波器在环路滤波器链的节点处接收已重建样本,并且基于环路滤波器链的节点处的已重建样本确定样本偏移,然后将样本偏移应用于环路滤波器链的节点处的已重建样本。

[0233] 图30A至图30D示出了环路滤波器链的示例,环路滤波器链包括在环路滤波器链中串联连接的基于非线性映射的滤波器。

[0234] 图30A示出了示例中的环路滤波器链(3000A)的示例。环路滤波器链(3000A)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3000A)中,在输入节点处应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3011A)处的输入已重建样本(到环路滤波器链(3000A))。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3012A)处将样本偏移与中间已重建样本合并以在第三节点(3013A)处生成输出(也被称为第二已重建样本),将输出提供到去块滤波器以用于进一步滤波。在图30A的示例中,第一节点(3011A)和第二节点(3012A)是相同的节点,中间已重建样本是第一已重建样本。

[0235] 图30B示出了示例中的环路滤波器链(3000B)的示例。环路滤波器链(3000B)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3000B)中,在环路滤波器链(3000B)的中间节点处应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3011B)处的已重建样本(由去块滤波器生成)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3012B)处将样本偏移与中间已重建样本合并,以在第三节点(3013B)处生成输出

(也被称为第二已重建样本),该输出被提供给CDEF以用于进一步滤波。在图30B的示例中,第一节点(3011B)和第二节点(3012B)是相同的节点,中间已重建样本是第一已重建样本。

[0236] 图30C示出了示例中的环路滤波器链(3000C)的示例。环路滤波器链(3000C)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3000C)中,在环路滤波器链(3000C)的中间节点处应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3011C)处的已重建样本(由CDEF生成)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3012C)处将样本偏移与中间已重建样本合并,以在第三节点(3013C)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出被提供给LR滤波器以用于进一步滤波。在图30C的示例中,第一节点(3011C)和第二节点(3012C)是相同的节点,中间已重建样本是第一已重建样本。

[0237] 图30D示出了示例中的环路滤波器链(3000D)的示例。环路滤波器链(3000D)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3000D)中,在输出节点处应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3011D)处的已重建样本(由LR滤波器生成)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3012D)处将样本偏移与中间已重建样本合并,以在第三节点(3013D)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出是环路滤波器链(3000D)的输出。在图30D的示例中,第一节点(3011D)和第二节点(3012D)是相同的节点,中间已重建样本是第一已重建样本。

[0238] 根据本申请的一方面,基于非线性映射的滤波器可以与环路滤波器链中的一个或多个滤波器并联联接,在所述基于非线性映射的滤波器的输入与输出之间存在至少一个滤波器。例如,基于非线性映射的滤波器在沿着环路滤波器链的第一个节点处接收已重建样本,并且基于沿着环路滤波器链的第一个节点处的已重建样本来确定样本偏移,然后将样本偏移应用于沿着环路滤波器链的第二个节点处的已重建样本。可以通过对沿着环路滤波器链的第一个节点处的已重建样本应用一个或多个滤波器来获得沿着环路滤波器链的第二个节点处的已重建样本。

[0239] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的输入是在去块滤波器之后、CDEF之前的已重建样本,基于非线性映射的滤波器的输出被应用于CDEF之后、LR滤波器之前,或LR滤波器之后的已重建样本上。

[0240] 图31A示出了环路滤波器链(3100A)的示例,该环路滤波器链包括与CDEF并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3100A)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3100A)中,在两个中间节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3111A)处的已重建样本(由去块滤波器生成)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3112A)处将样本偏移与中间已重建样本(由CDEF生成)合并,以在第三节点(3113A)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出被提供给LR滤波器以用于进一步滤波。在图31A的示例中,CDEF在第一节点(3111A)与第二节点(3112A)之间。中间已重建样本是CDEF的输出。

[0241] 图31B示出了环路滤波器链(3100B)的示例,该环路滤波器链包括与CDEF和LR滤波器并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3100B)可以用于代替编码设备或

解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3100B)中,在中间节点与输出节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3111B)处的(由去块滤波器生成的)已重建样本。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3112B)处将样本偏移与中间已重建样本(由LR滤波器生成)合并,以在第三节点(3113B)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出是环路滤波器链(3100B)的输出。在图31B的示例中,CDEF和LR滤波器在第一节点(3111B)与第二节点(3112B)之间。中间已重建样本是LR滤波器的输出。

[0242] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的输入是在去块滤波器之前的已重建样本,基于非线性映射的滤波器的输出被应用于去块滤波器之后并且CDEF之前,或CDEF之后、LR滤波器之前,或LR滤波器之后的已重建样本。

[0243] 图32A示出了环路滤波器链(3200A)的示例,该环路滤波器链包括与去块滤波器并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3200A)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3200A)中,在环路滤波器链的输入节点与中间节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3211A)处的输入已重建样本(环路滤波器链(3200A)的输入)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3212A)处将样本偏移与中间已重建样本(由去块滤波器生成)合并,以在第三节点(3213A)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出被提供给CDEF以用于进一步滤波。在图32A的示例中,去块滤波器在第一节点(3211A)与第二节点(3212A)之间。中间已重建样本是去块滤波器的输出。

[0244] 图32B示出了环路滤波器链(3200B)的示例,该环路滤波器链包括与去块滤波器和CDEF并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3200B)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3200B)中,在环路滤波器链的输入节点与中间节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3211B)处的输入已重建样本(环路滤波器链(3200B)的输入)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3212B)处将样本偏移与中间已重建样本(由CDEF生成)合并,以在第三节点(3213B)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出被提供给LR以用于进一步滤波。在图32B的示例中,去块滤波器和CDEF在第一节点(3211B)与第二节点(3212B)之间。中间已重建样本是CDEF的输出。

[0245] 图32C示出了环路滤波器链(3200C)的示例,该环路滤波器链包括与去块滤波器、CDEF和LR滤波器并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3200C)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3200C)中,在环路滤波器链的输入节点与输出节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3211C)处的输入已重建样本(环路滤波器链(3200C)的输入)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3212C)处将样本偏移与中间已重建样本(由LR滤波器生成)合并,以在第三节点(3213C)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出是环路滤波器链(3200C)的输出。在图32C的示例中,去块滤波器、CDEF和LR滤波器在第一节点(3211C)与第

二节点(3212C)之间。中间已重建样本是LR滤波器的输出。

[0246] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的输入是位于CDEF之后和LR滤波器之前的已重建样本,基于非线性映射的滤波器的输出被应用于LR滤波器之后的已重建样本。

[0247] 图33示出了环路滤波器链(3300)的示例,该环路滤波器链包括与LR滤波器并联联接的基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3300)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。在环路滤波器链(3300)中,在环路滤波器链的中间节点与输出节点之间应用基于非线性映射的滤波器(标记为SO-NLM)。具体地,基于非线性映射的滤波器的输入(也被称为第一已重建样本)是第一节点(3311)处的已重建样本(由CDEF生成)。基于输入,基于非线性映射的滤波器生成样本偏移(SO)。在第二节点(3312)处将样本偏移与中间已重建样本(由LR滤波器生成)合并,以在第三节点(3313)处生成输出(也被称为第二已重建样本),该输出是环路滤波器链(3300)的输出。在图33的示例中,LR滤波器在第一节点(3311)与第二节点(3312)之间。中间已重建样本是LR滤波器的输出。

[0248] 根据本申请的另一方面,多个基于非线性映射的滤波器可以同时应用于环路滤波器链中的多个位置。多个基于非线性映射的滤波器中的每个滤波器可以按照图30A至图30D、图31A至图31B、图32A至图32C和图33中所示的任何示例进行配置。

[0249] 图34示出了环路滤波器链(3400)的示例,环路滤波器链包括如SO-NLM1所示的第一基于非线性映射的滤波器和如SO-NLM2所示的第二基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3400)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。第一基于非线性映射的滤波器以与图31A中所示的示例类似的配置与CDEF并联联接。第二基于非线性映射的滤波器以与图30D中所示的示例类似的配置与环路滤波器链(3400)中的其它滤波器串联联接。一个示例中,第一基于非线性映射的滤波器和第二基于非线性映射的滤波器是相同类型的,例如CCSO或LSO。在另一示例中,第一基于非线性映射的滤波器和第二基于非线性映射的滤波器是不同类型的,例如一个是CCSO而另一个是LSO。

[0250] 图35示出了环路滤波器链(3500)的示例,环路滤波器链包括如SO-NLM1所示的第一基于非线性映射的滤波器和如SO-NLM2所示的第二基于非线性映射的滤波器。环路滤波器链(3500)可以用于代替编码设备或解码设备中的环路滤波器链(2900)。第一基于非线性映射的滤波器以与图33中所示的示例类似的配置与LR滤波器并联联接。第二基于非线性映射的滤波器以与图30B中所示的示例类似的配置与环路滤波器链(3500)中的其它滤波器串联联接。一个示例中,第一基于非线性映射的滤波器和第二基于非线性映射的滤波器是相同类型的,例如CCSO或LSO。在另一示例中,第一基于非线性映射的滤波器和第二基于非线性映射的滤波器是不同类型的,例如一个是CCSO而另一个是LSO。

[0251] 图36示出了本申请实施例的过程(3600)的概述流程图。过程(3600)可以用于视频滤波。当使用术语“块”时,块可以被解释为预测块、编码单元、亮度块、色度块等。在各种实施例中,过程(3600)由处理电路执行,例如终端设备(310)、(320)、(330)和(340)中的处理电路、执行视频编码器(403)的功能的处理电路、执行视频解码器(410)的功能的处理电路、执行视频解码器(510)的功能的处理电路和执行视频编码器(603)的功能的处理电路等。在一些实施例中,过程(3600)以软件指令实现,因此当处理电路执行软件指令时,处理电路执行过程(3600)。该过程开始于(S3601)并且进行到(S3610)。

[0252] 在(S3610)处,用于应用基于非线性映射的滤波器的第一偏移值是基于沿着环路

滤波器链的第一个节点处的第一已重建样本的。

[0253] 在(S3620)处,将第一偏移值应用于沿着环路滤波器链的第二个节点处的中间已重建样本,以在环路滤波器链的第三节点处生成第二已重建样本。

[0254] 一个示例中,基于非线性映射的滤波器是交叉分量样本偏移(CCSO)滤波器,且中间已重建样本和第一已重建样本具有不同的色彩分量。

[0255] 在另一示例中,基于非线性映射的滤波器是局部样本偏移(LSO)滤波器,且中间已重建样本和第一已重建样本具有相同的色彩分量。

[0256] 在一些实施例中,第一节点和第二节点是相同的节点,其可以是环路滤波器链的输入节点或环路滤波器链的输出节点或环路滤波器链的中间节点。

[0257] 一个示例中,在由去块滤波器之前的处理模块生成第一已重建样本。在另一示例中,由去块滤波器生成第一已重建样本。在另一示例中,第一已重建样本由受限定向增强滤波器生成。在另一示例中,第一已重建样本由环路恢复滤波器生成。

[0258] 在一些实施例中,第一节点和第二节点是不同的节点。在一些示例中,第一已重建样本由去块滤波器之前的处理模块生成,并且中间已重建样本由去块滤波器、受限定向增强滤波器或环路恢复滤波器中的至少一个生成。在一些示例中,第一已重建样本由去块滤波器生成,并且中间已重建样本由受限定向增强滤波器或环路恢复滤波器中的至少一个生成。在一些示例中,第一已重建样本由受限定向增强滤波器生成,并且中间已重建样本由环路恢复滤波器生成。

[0259] 过程(3600)进行到(S3699),并且结束。

[0260] 应注意,在一些示例中,基于非线性映射的滤波器是交叉分量样本偏移(CCSO)滤波器,并且在一些其它示例中,基于非线性映射的滤波器是局部样本偏移(LSO)滤波器。

[0261] 过程(3600)可以适当地修改。可以修改和/或省略过程(3600)中的步骤。可以增加一个或多个附加步骤。可以使用任何合适的实现顺序。

[0262] 本申请中的实施例可以单独使用或以任何顺序组合使用。进一步地,方法(或实施例)、编码器和解码器中的每一个可以通过处理电路(例如,一个或多个处理器或一个或多个集成电路)来实现。在一个示例中,一个或多个处理器执行存储在非易失性计算机可读介质中的程序。

[0263] 以上描述的技术可以被实现为使用计算机可读指令并且物理地存储在一个或多个计算机可读介质中的计算机软件。例如,图37示出了适于实现所公开的主题的某些实施例的计算机系统(3700)。

[0264] 可以使用任何合适的机器代码或计算机语言来编码计算机软件,该机器代码或计算机语言可以经过汇编、编译、链接或类似机制以创建代码,该代码包括可以由一个或多个计算机中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)等直接执行或通过解译、微代码执行等执行的指令。

[0265] 这些指令可以在各种类型的计算机或其部件上执行,包括(例如)个人计算机、平板计算机、服务器、智能电话、游戏设备、物联网设备等。

[0266] 图37中所示的用于计算机系统(3700)的部件本质上是示例性的,并且不旨在对实现本申请的实施例的计算机软件的使用范围或功能提出任何限制。部件的配置也不应被解释为对计算机系统(3700)的示例性实施例中图示的任何一个部件或其组合具有任何依赖

性或要求。

[0267] 计算机系统(3700)可以包括某些人机接口输入设备。这样的人机接口输入设备可以响应于一个或多个人类用户通过例如触觉输入(例如:击键、滑动、数据手套运动)、音频输入(例如:语音、拍打)、可视输入(例如:手势)、嗅觉输入(未描绘)。人机接口设备还可以被用于采集不一定与人的有意识输入直接相关的某些媒体,例如音频(例如:语音、音乐、环境声音)、图像(例如:扫描图像、从静止图像相机获得的摄影图像)、视频(例如二维视频、包括立体视频的三维视频)。

[0268] 输入人机接口设备可以包括以下中的一个或多个(每种仅描绘了其中的一个):键盘(3701)、鼠标(3702)、触控板(3703)、触摸屏(3710)、数据手套(未示出)、操纵杆(3705)、麦克风(3706)、扫描仪(3707)、相机(3708)。

[0269] 计算机系统(3700)还可以包括某些人机接口输出设备。这样的人机接口输出设备可以通过例如触觉输出、声音、光和嗅觉/味觉来刺激一个或多个人类用户的感觉。这样的人机接口输出设备可以包括触觉输出设备(例如通过触摸屏(3710)、数据手套(未示出)或操纵杆(3705)的触觉反馈,但是也可以存在不用作输入设备的触觉反馈设备)、音频输出设备(例如:扬声器(3709)、耳机(未描绘))、视觉输出设备(例如用于包括CRT屏幕、LCD屏幕、等离子屏幕、OLED屏幕的屏幕(3710),每个屏幕具有或不具有触摸屏输入能力,每个屏幕具有或不具有触觉反馈能力,其中一些屏幕能够通过例如立体输出的手段输出二维视觉输出或多于三维输出;虚拟现实眼镜(未描绘)、全息显示器和烟雾罐(未描绘)和打印机(未描绘)。

[0270] 计算机系统(3700)还可以包括人类可访问的存储设备及其相关联的介质,例如包括带有CD/DVD的CD/DVD ROM/RW(3720)等介质(3721)的光学介质、拇指驱动器(3722)、可移动硬盘驱动器或固态驱动器(3723)、例如磁带和软盘(未描绘)的传统磁性介质、例如安全软件狗(未描绘)的基于专用ROM/ASIC/PLD的设备等。

[0271] 本领域技术人员还应该理解,结合当前公开的主题使用的术语“计算机可读介质”不包含传输介质、载波或其它易失性信号。

[0272] 计算机系统(3700)还可以包括到一个或多个通信网络(3755)的接口(3754)。网络可以例如是无线的、有线的、光学的。网络可以进一步是本地的、广域的、大城市的、车载的以及工业的、实时的、延迟容忍的等等。网络的示例包括局域网(例如以太网)、无线LAN、蜂窝网络(包括GSM、3G、4G、5G、LTE等)、电视有线或无线广域数字网络(包括有线电视、卫星电视和地面广播电视)、车辆和工业网络(包括CANBus)等。某些网络通常需要附接到某些通用数据端口或外围总线(3749)(例如,计算机系统(3700)的USB端口)的外部网络接口适配器;其它网络通常通过附接到如以下所描述的系统总线而集成到计算机系统(3700)的内核中(例如以太网接口集成到PC计算机系统中或蜂窝网络接口集成到智能电话计算机系统中)。使用这些网络中的任何一个,计算机系统(3700)可以与其它实体通信。这种通信可以是单向的、仅接收的(例如,广播TV)、仅单向发送的(例如,CANbus到某些CANbus设备)或双向的(例如到使用局域数字网络或广域数字网络的其它计算机系统)。可以在如以上描述的那些网络和网络接口中的每一个上使用某些协议和协议栈。

[0273] 上述人机接口设备、人可访问的存储设备和网络接口可以附接到计算机系统(3700)的内核(3740)。

[0274] 内核(3740)可以包括一个或多个中央处理单元(CPU)(3741)、图形处理单元(GPU)(3742)、现场可编程门区域(FPGA)形式的专用可编程处理单元(3743)、用于某些任务的硬件加速器(3744)、图形适配器(3750)等。这些设备连同只读存储器(ROM)(3745)、随机存取存储器(3746)、例如内部非用户可访问硬盘驱动器、SSD等内部大容量存储装置(3747)可以通过系统总线(3748)连接。在一些计算机系统中,系统总线(3748)可以以一个或多个物理插头的形式来访问,以实现由附加CPU、GPU等进行的扩展。外围设备可以直接附接到内核的系统总线(3748),或通过外围总线(3749)附接到系统总线(3748)。一个示例中,显示器(3710)可以连接到图形适配器(3750)。外围总线的架构包括PCI、USB等。

[0275] CPU(3741)、GPU(3742)、FPGA(3743)和加速器(3744)可以执行某些指令,这些指令的组合可以构成前述计算机代码。该计算机代码可以存储在ROM(3745)或RAM(3746)中。过渡数据也可以存储在RAM(3746)中,而永久数据可以存储在例如内部大容量存储装置(3747)中。可以通过使用高速缓冲存储器来启用对任何存储器设备的快速存储和检索,该高速缓冲存储器可以与一个或多个CPU(3741)、GPU(3742)、大容量存储装置(3747)、ROM(3745)、RAM(3746)等紧密相关联。

[0276] 计算机可读介质上可以具有用于执行各种计算机实现的操作的计算机代码。介质和计算机代码可以是为了本申请的目的而专门设计和构建的那些,或者它们可以是计算机软件领域的技术人员公知和可用的类型。

[0277] 作为示例而非作为限制,具有架构(3700)并且特别是内核(3740)的计算机系统可以提供作为执行在一个或多个有形的计算机可读介质中实施的软件的一个或多个处理器(包括CPU、GPU、FPGA、加速器等)的结果的功能。这样的计算机可读介质可以是与如以上所介绍的用户可访问大容量存储装置相关联的介质,以及具有非易失性性质的内核(3740)的某些存储装置(例如内核内部大容量存储装置(3747)或ROM(3745))。实现本申请的各种实施例的软件可以存储在这样的设备中并且由内核(3740)执行。根据特定需要,计算机可读介质可以包括一个或多个存储器设备或芯片。软件可以使内核(3740)并且特别是其中的处理器(包括CPU、GPU、FPGA等)执行本文中描述的特定过程或特定过程的特定部分,包括定义存储在RAM(3746)中的数据结构以及根据软件定义的过程修改这样的数据结构。此外或作为替代方案,该计算机系统可以提供作为逻辑硬连线或以其他方式在电路中实施的结果的功能(例如:加速器(3744)),其可以代替软件或与软件一起操作以执行本文中描述的特定过程或特定过程的特定部分。适当时,对软件的引用可以包含逻辑,反之亦然。适当时,对计算机可读介质的引用可以包含存储用于执行的软件的电路(例如集成电路(IC))、包含用于执行的逻辑的电路,或两者。本申请包含硬件和软件的任何合适的组合。

附录A:首字母缩略词

JEM:joint exploration model联合探索模型

VVC:versatile video coding通用视频编解码

BMS:benchmark set基准集

MV:motion vector运动矢量

HEVC:High Efficiency Video Coding高效视频编解码

MPM:Most Probable Mode最可能模式

WAIP:wide-angle intra prediction广角帧内预测

SEI:Supplementary Enhancement Information补充增强信息

VUI:Video Usability Information视频可用性信息

GOP:Groups of Pictures图像群组

TU:Transform Unit变换单元

PU:Prediction Unit预测单元

CTU:Coding Tree Unit编码树单元

CTB:Coding Tree Block编码树块

PB:Prediction Block预测块

HRD:Hypothetical Reference Decoder假设参考解码器

SDR:Standard Dynamic Range标准动态范围

SNR:Signal Noise Ratio信噪比

CPU:Central Processing Unit中央处理单元

GPU:Graphics Processing Unit图形处理单元

CRT:Cathode Ray Tube阴极射线管

LCD:Liquid-Crystal Display液晶显示器

OLED:Organic Light-Emitting Diode有机发光二极管

CD:Compact Disc光盘

DVD:Digital Video Disc数字化视频光盘

ROM:Read-Only Memory只读存储器

RAM:Random Access Memory随机存取存储器

ASIC:Application-Specific Integrated Circuit专用集成电路

PLD:Programmable Logic Device可编程逻辑设备

LAN:Local Area Network局域网

GSM:Global System for Mobile communication全球移动通信系统

LTE:Long-Term Evolution长期演进

CANBus:Controller Area Network Bus控制器区域网络总线

USB:Universal Serial Bus通用串行总线

PCI:Peripheral Component Interconnect外围设备互连

FPGA:Field Programmable Gate Array现场可编程门区域

SSD:solid-state drive固态驱动器

IC:Integrated Circuit集成电路

CU:Coding Unit编码单元

PDPC:位置相关预测组合

ISP:intra sub-partition帧内子分区

SPS:sequence parameter set序列参数集

[0278] 虽然本申请已对多个示例性实施例进行了描述,但实施例的各种变更、置换和各种替代属于本申请的范围内。因此应理解,本领域技术人员能够设计多种系统和方法,所述系统和方法虽然未在本文中明确展示或描述,但其体现了本申请的原则,因此属于本申请的精神和范围之内。

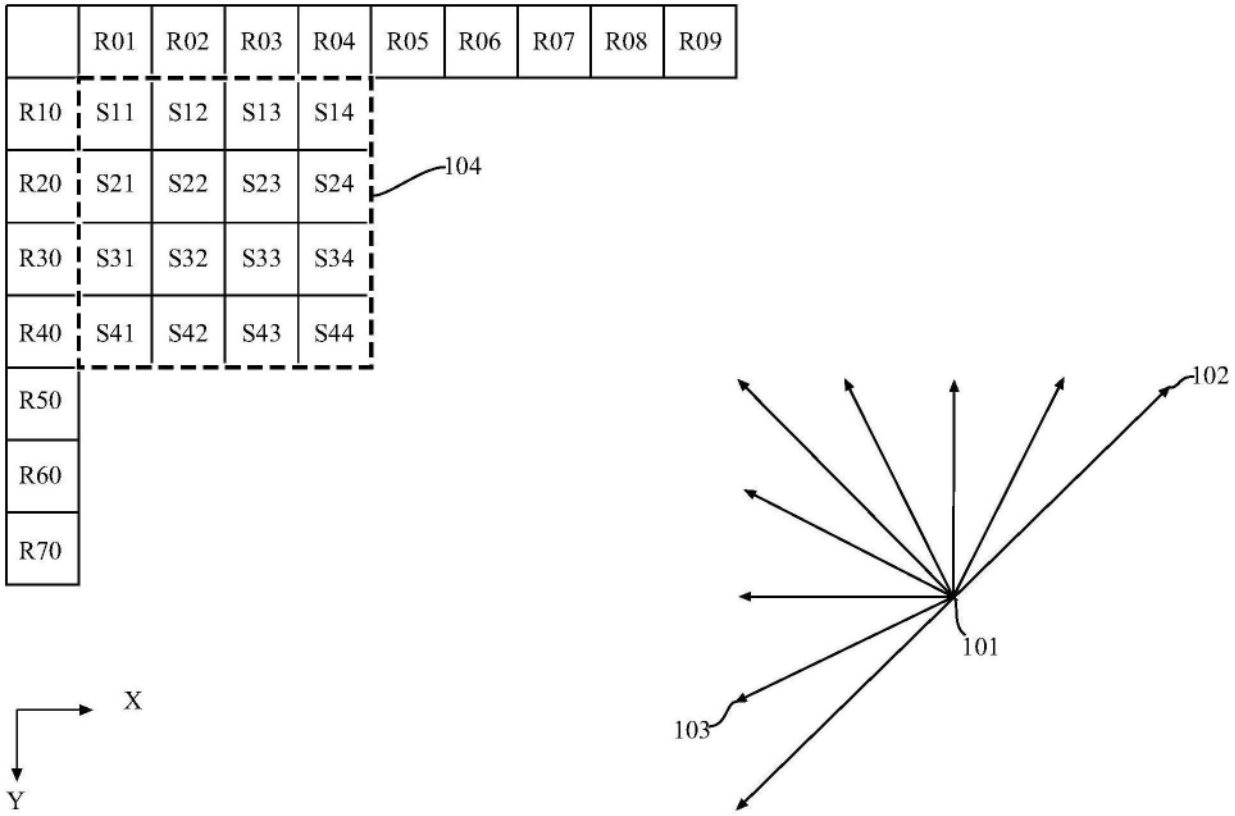

R01
R02
R03
R04
R05
R06
R07
R08
R09
R10
S11
S12
S13
S14
R20
S21
S22
S23
S24
R30
S31
S32
S33
S34
R40
S41
S42
S43
S44
R50
R60
R70
104
102
101
103
X
Y

图1A

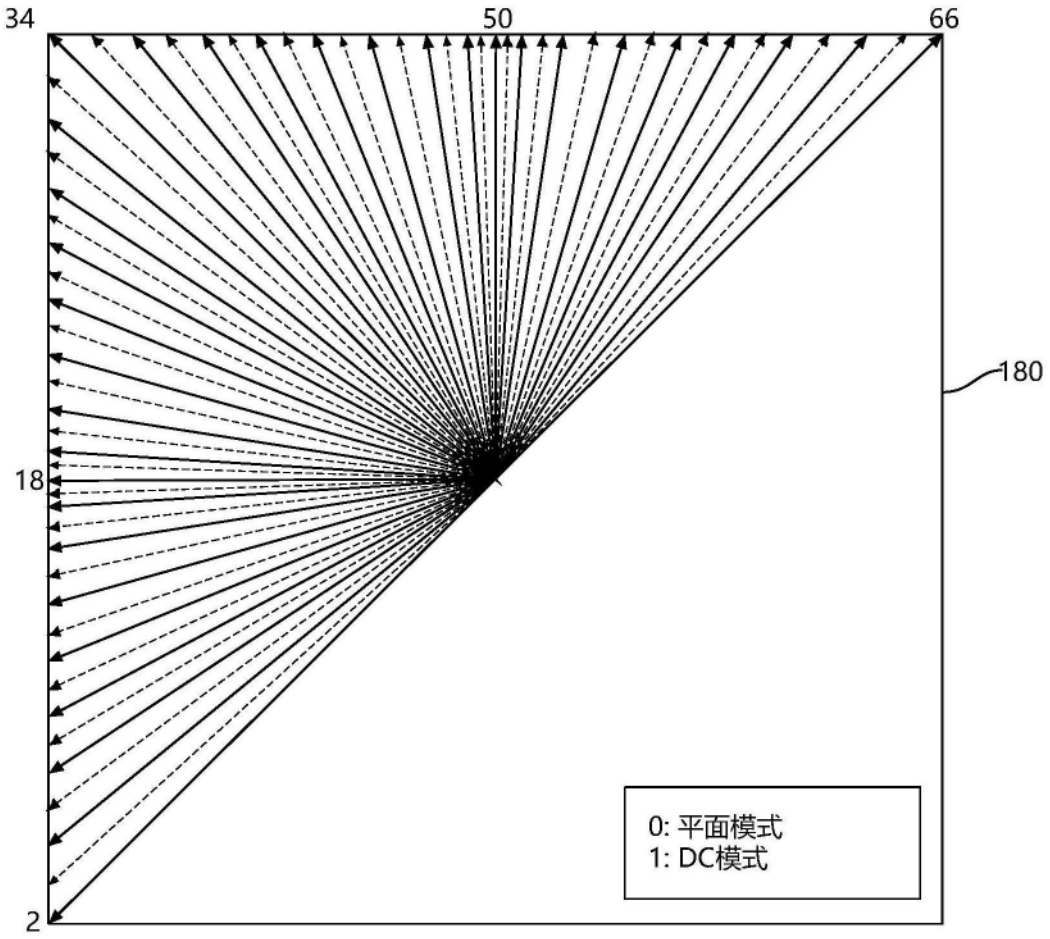

34
50
66
180
18
2
0: 平面模式
1: DC模式

图1B

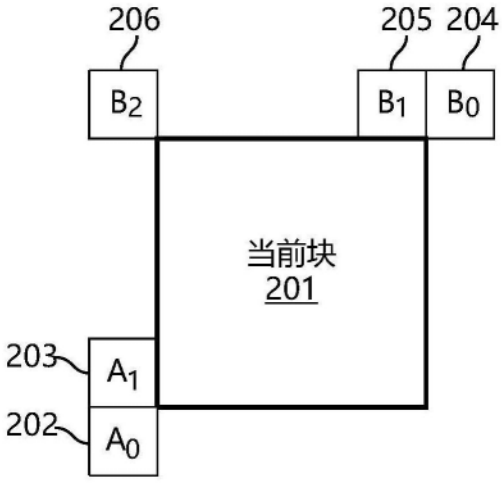

206
205
204
B2
B1
B0
当前块
201
203
A1
202
A0

图2

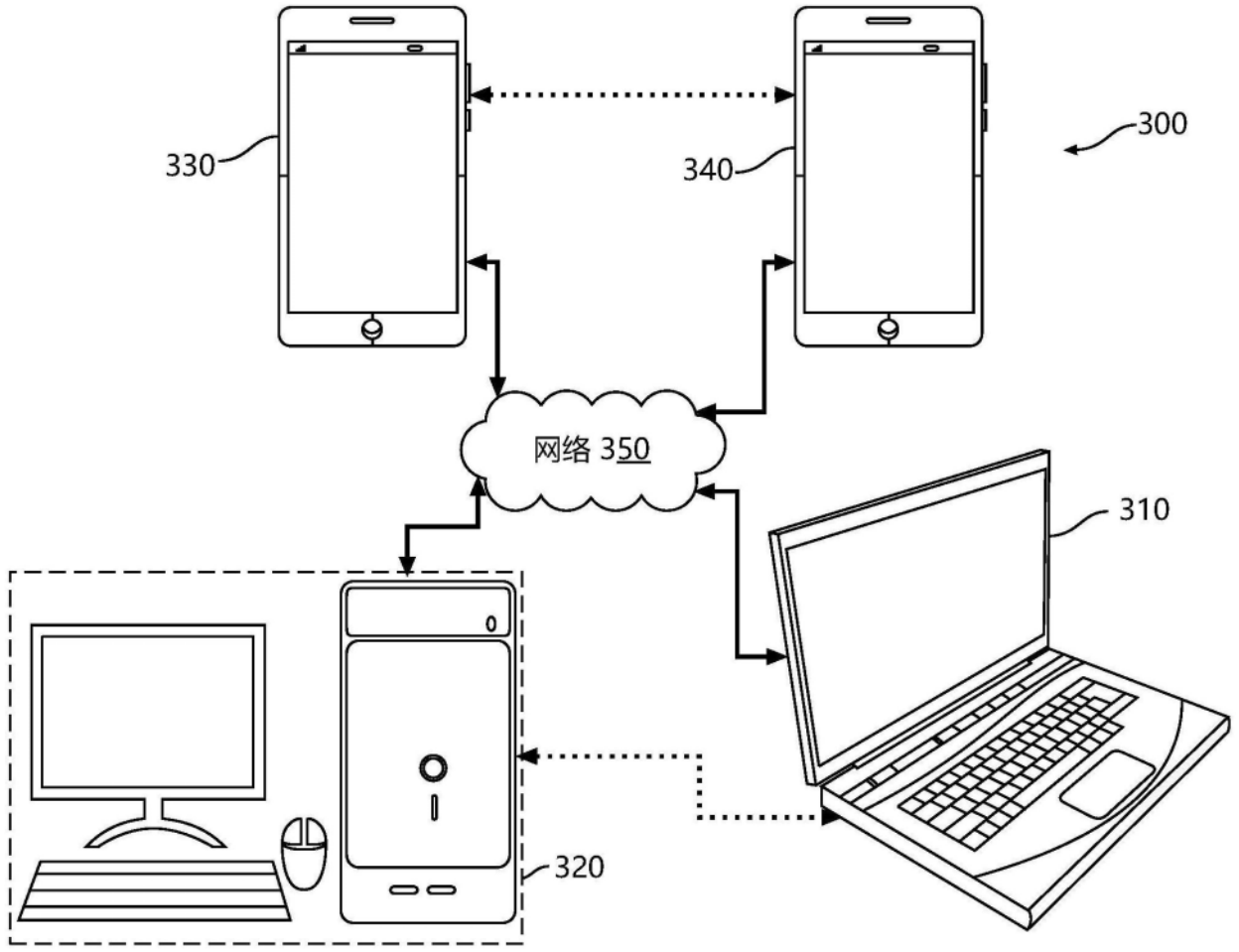


图3

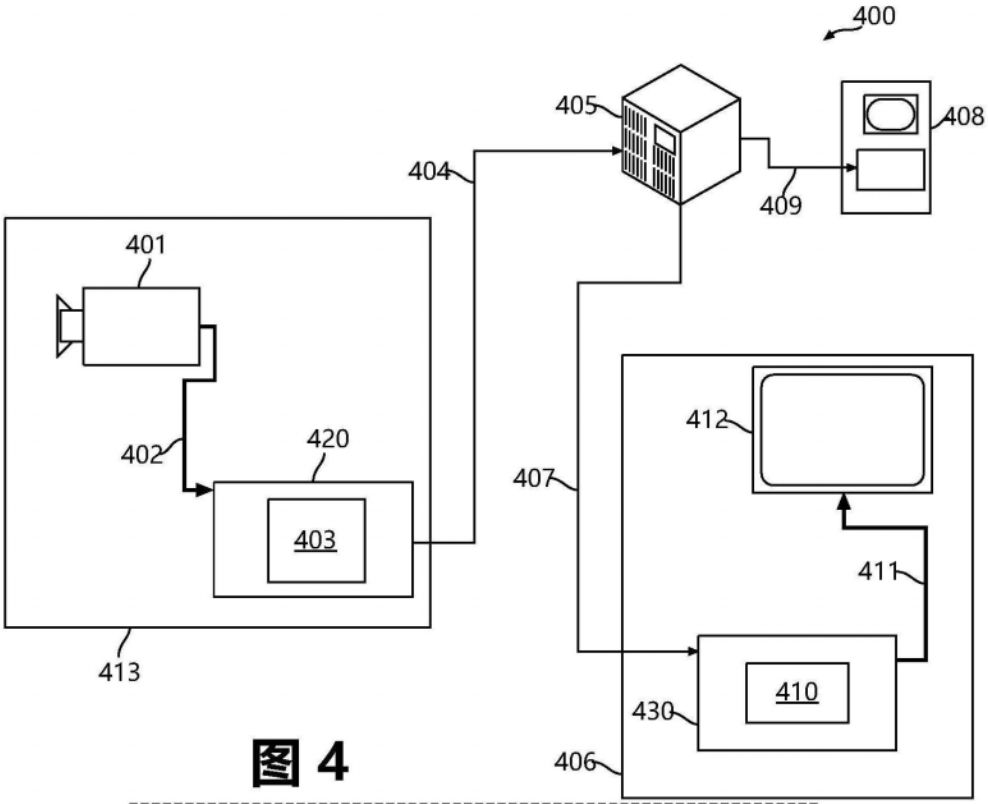

400
405
408
404
409
401
412
420
407
402
411
403
410
413
430
406

图 4

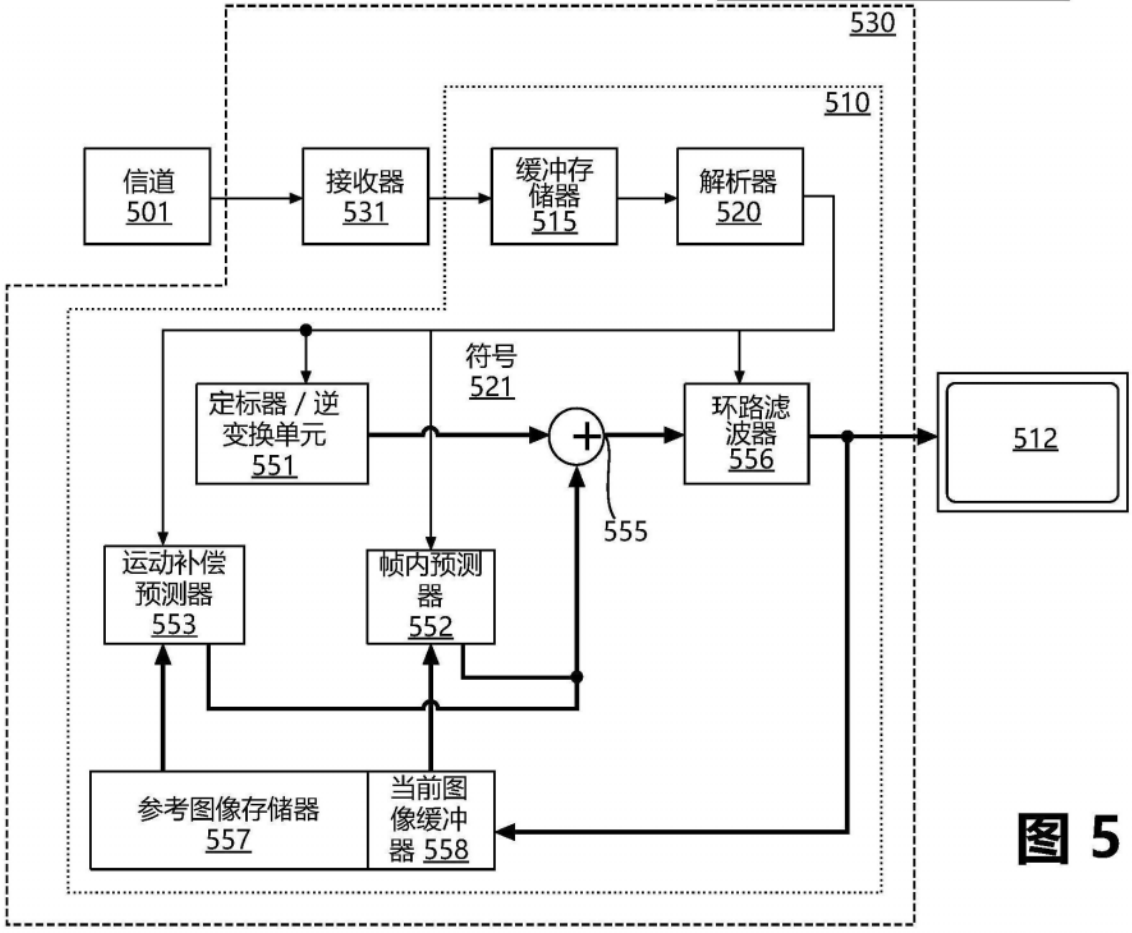

530
510
信道
501
接收器
531
缓冲存储器
515
解析器
520
符号
521
定标器 / 逆变换单元
551
环路滤波器
556
512
555
运动补偿预测器
553
帧内预测器
552
参考图像存储器
557
当前图像缓冲器 558

图 5

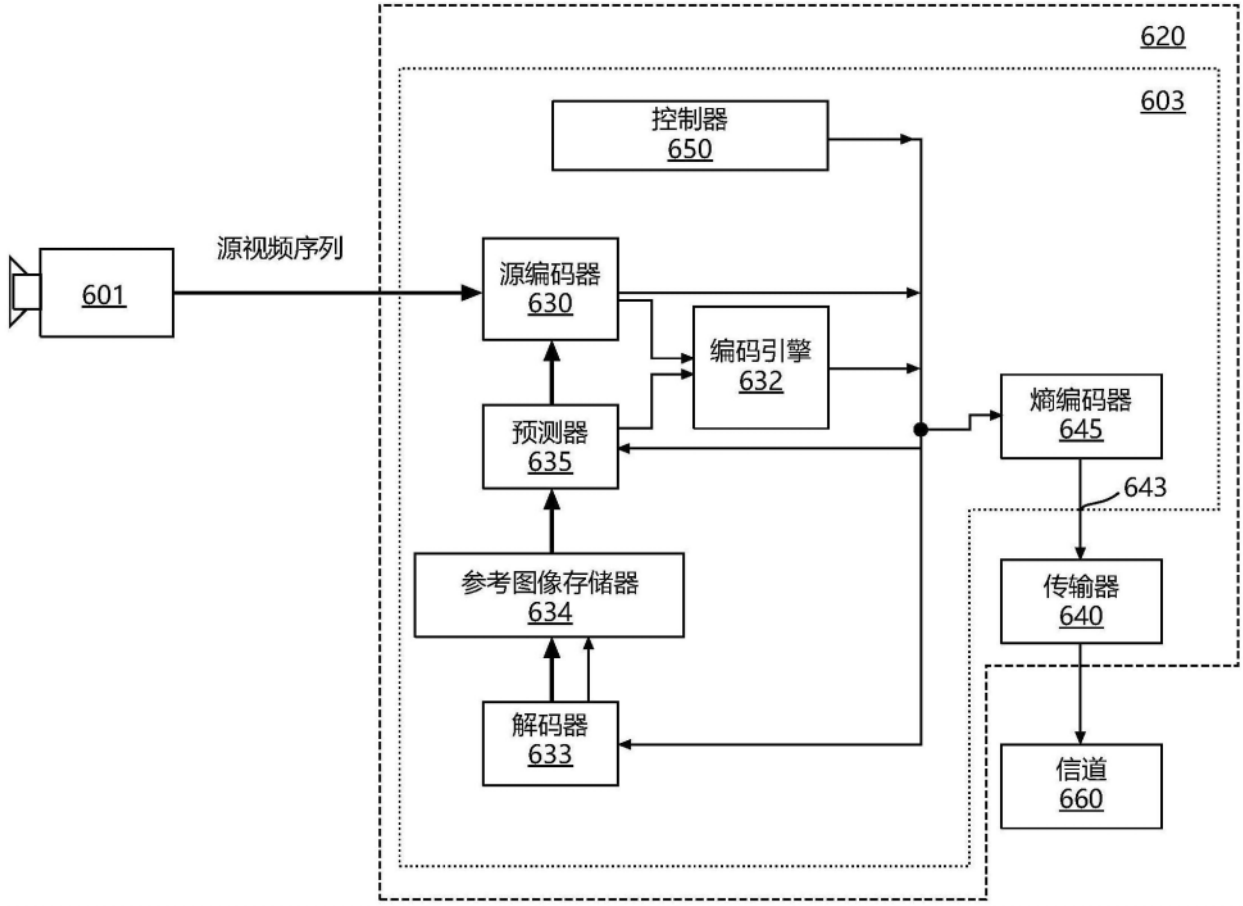

620
603
控制器
650
源视频序列
601
源编码器
630
编码引擎
632
预测器
635
熵编码器
645
643
参考图像存储器
634
传输器
640
解码器
633
信道
660

图6

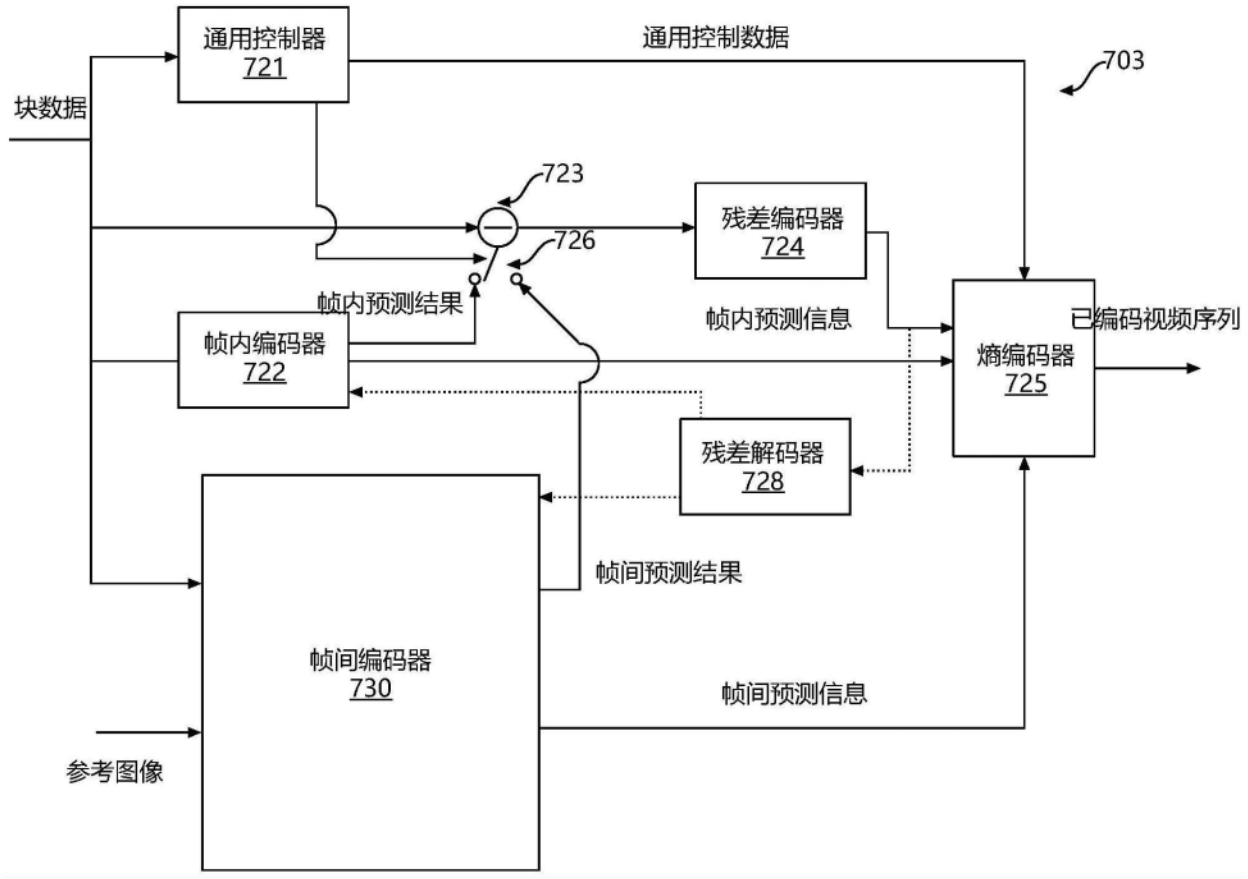

通用控制器
721
通用控制数据
703
块数据
723
残差编码器
724
726
帧内预测结果
帧内预测信息
已编码视频序列
帧内编码器
722
熵编码器
725
残差解码器
728
帧间预测结果
帧间编码器
730
帧间预测信息
参考图像

图7

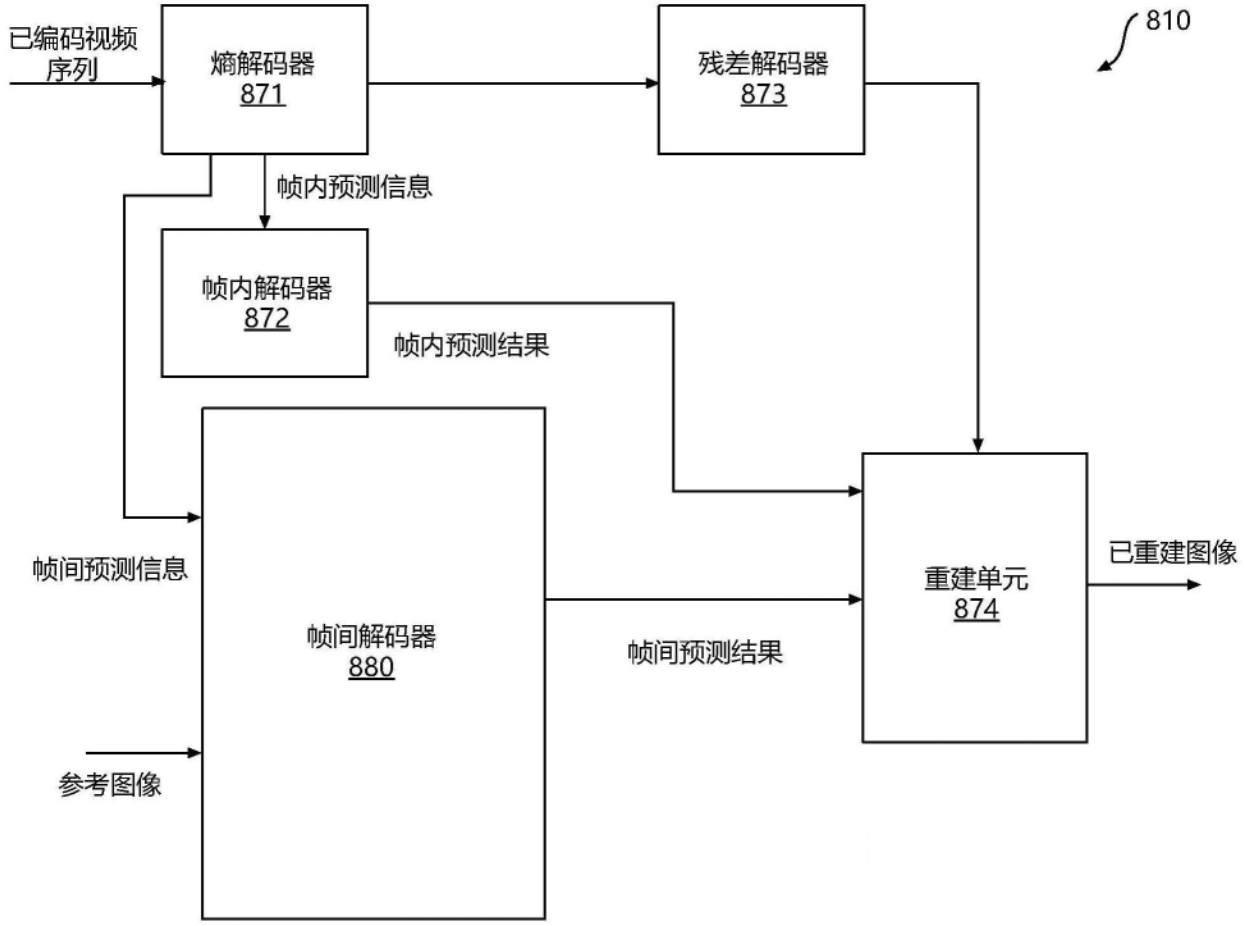

已编码视频
序列
熵解码器
871
残差解码器
873
810
帧内预测信息
帧内解码器
872
帧内预测结果
帧间预测信息
帧间解码器
880
帧间预测结果
重建单元
874
已重建图像
参考图像

图8

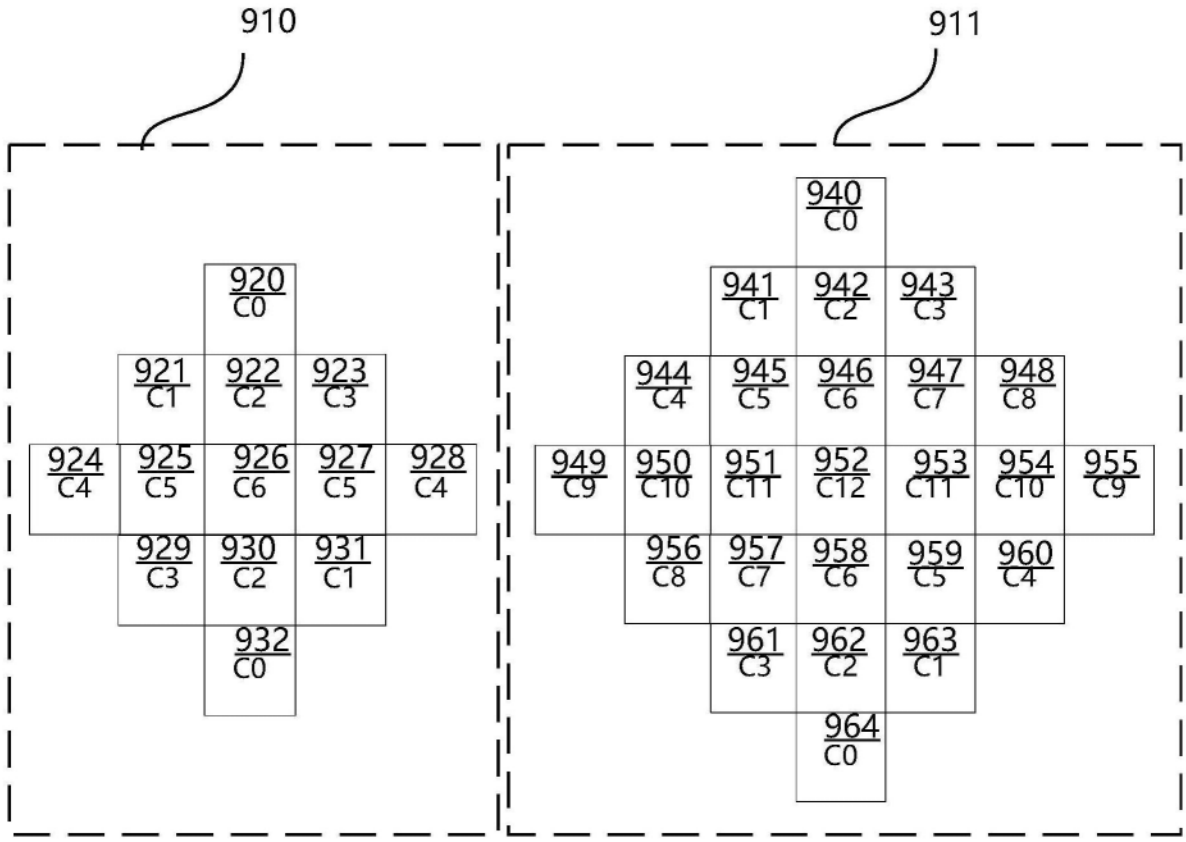

910
911
920 C0
921 C1
922 C2
923 C3
924 C4
925 C5
926 C6
927 C5
928 C4
929 C3
930 C2
931 C1
932 C0
940 C0
941 C1
942 C2
943 C3
944 C4
945 C5
946 C6
947 C7
948 C8
949 C9
950 C10
951 C11
952 C12
953 C11
954 C10
955 C9
956 C8
957 C7
958 C6
959 C5
960 C4
961 C3
962 C2
963 C1
964 C0

图9

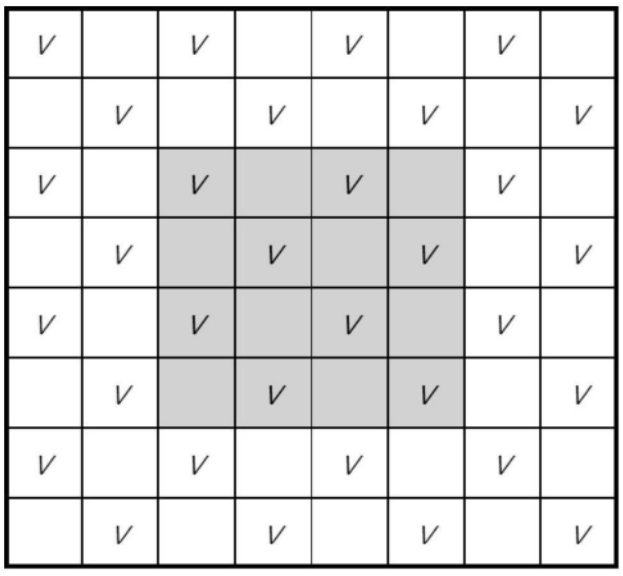


图10A

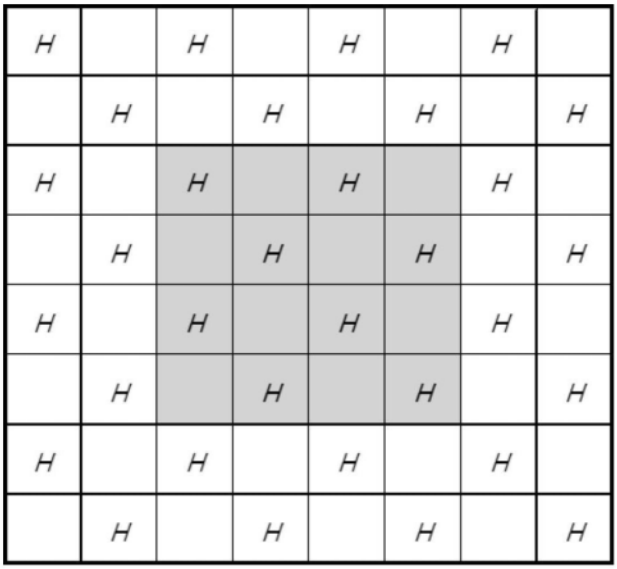

H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H
H

图10B

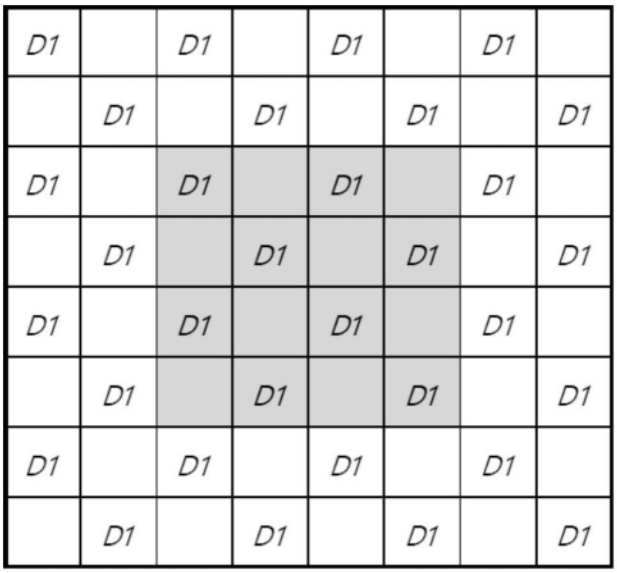

D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1
D1

图10C

D2		D2		D2		D2	
	D2		D2		D2		D2
D2		D2		D2		D2	
	D2		D2		D2		D2
D2		D2		D2		D2	
	D2		D2		D2		D2
D2		D2		D2		D2	
	D2		D2		D2		D2

图10D

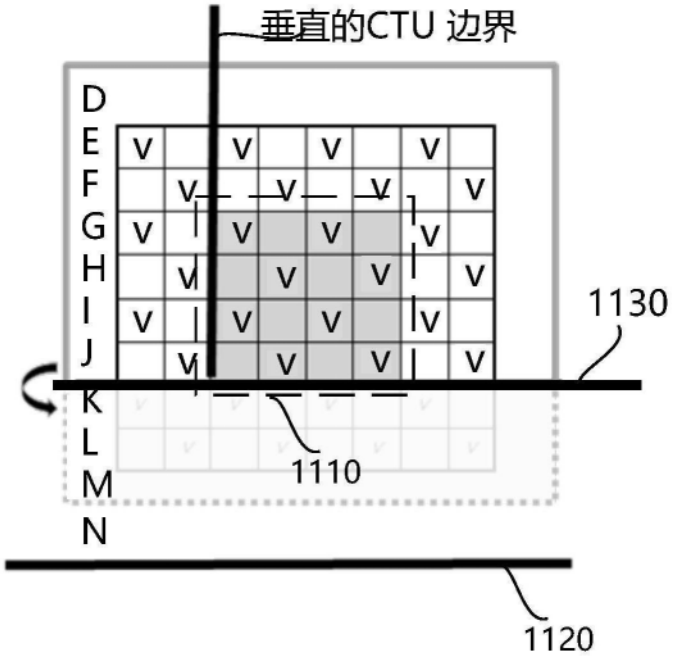


图11A

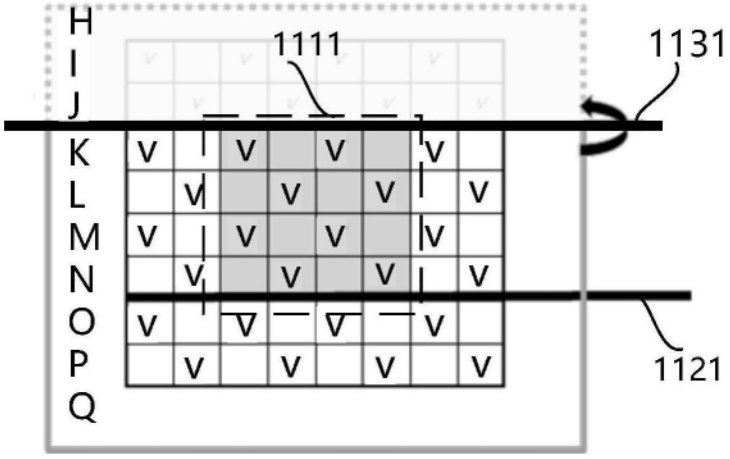


图11B

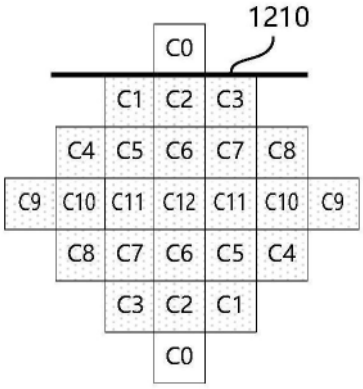


图12A

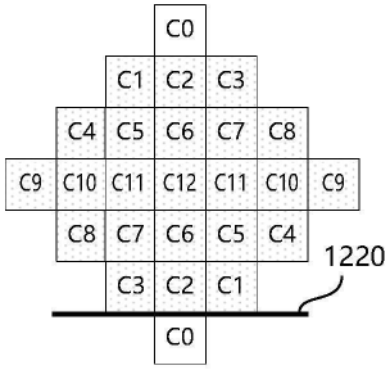


图12B

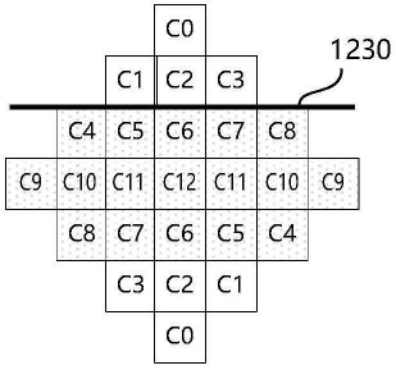


图12C

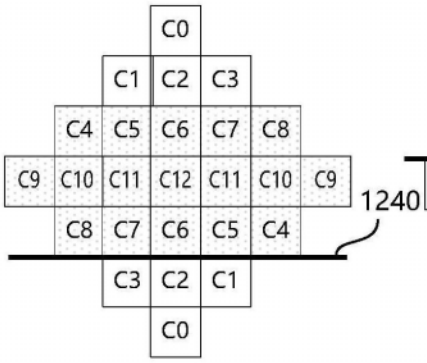


图 12D

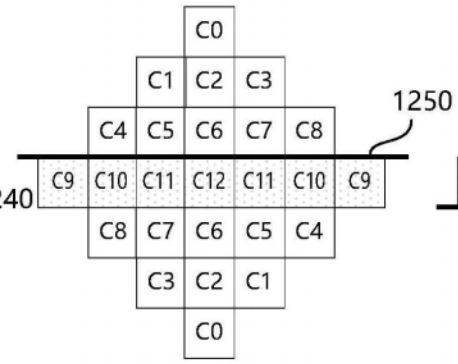


图 12E

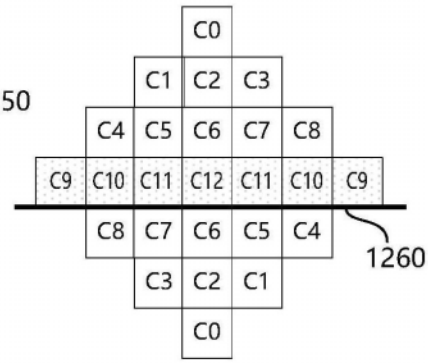


图 12F

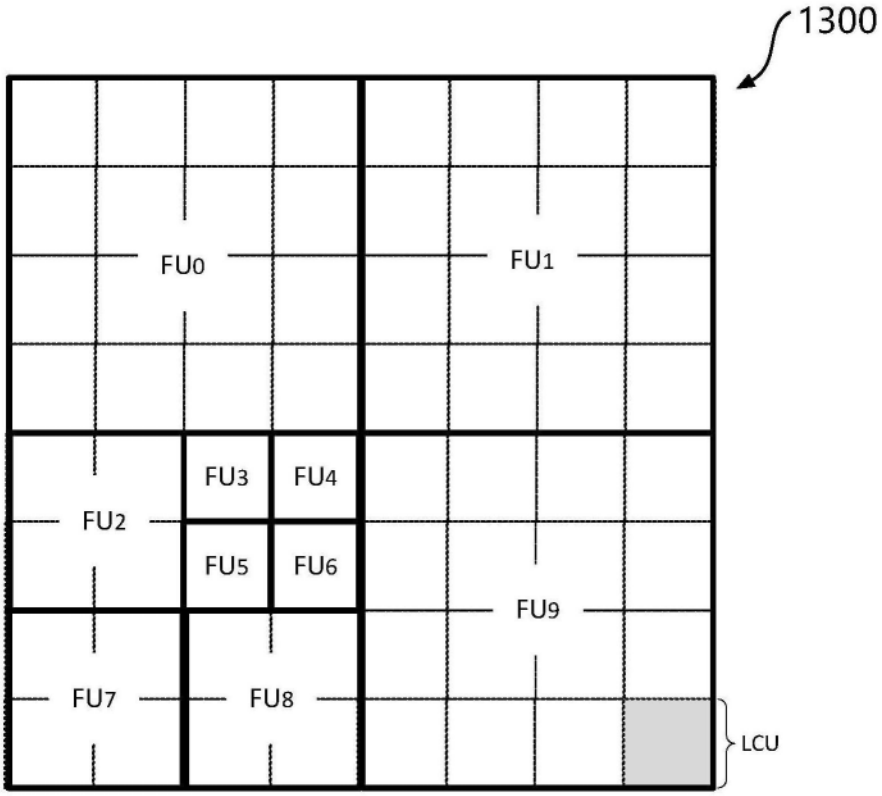


图13

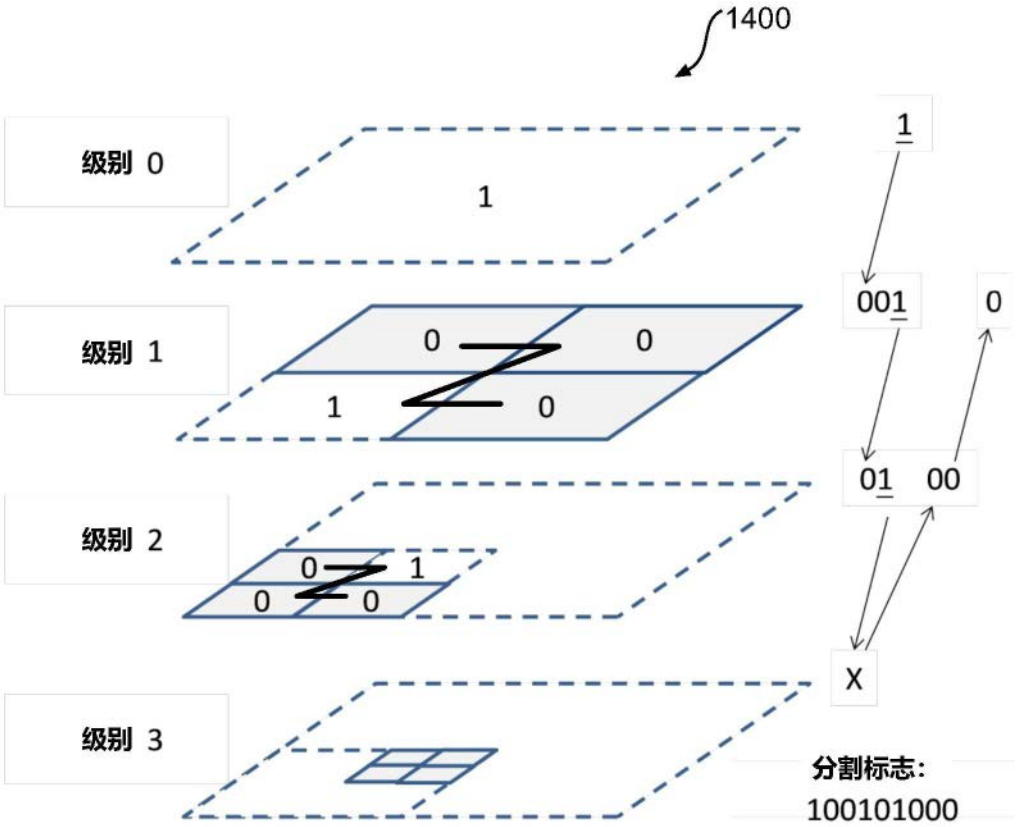


图14

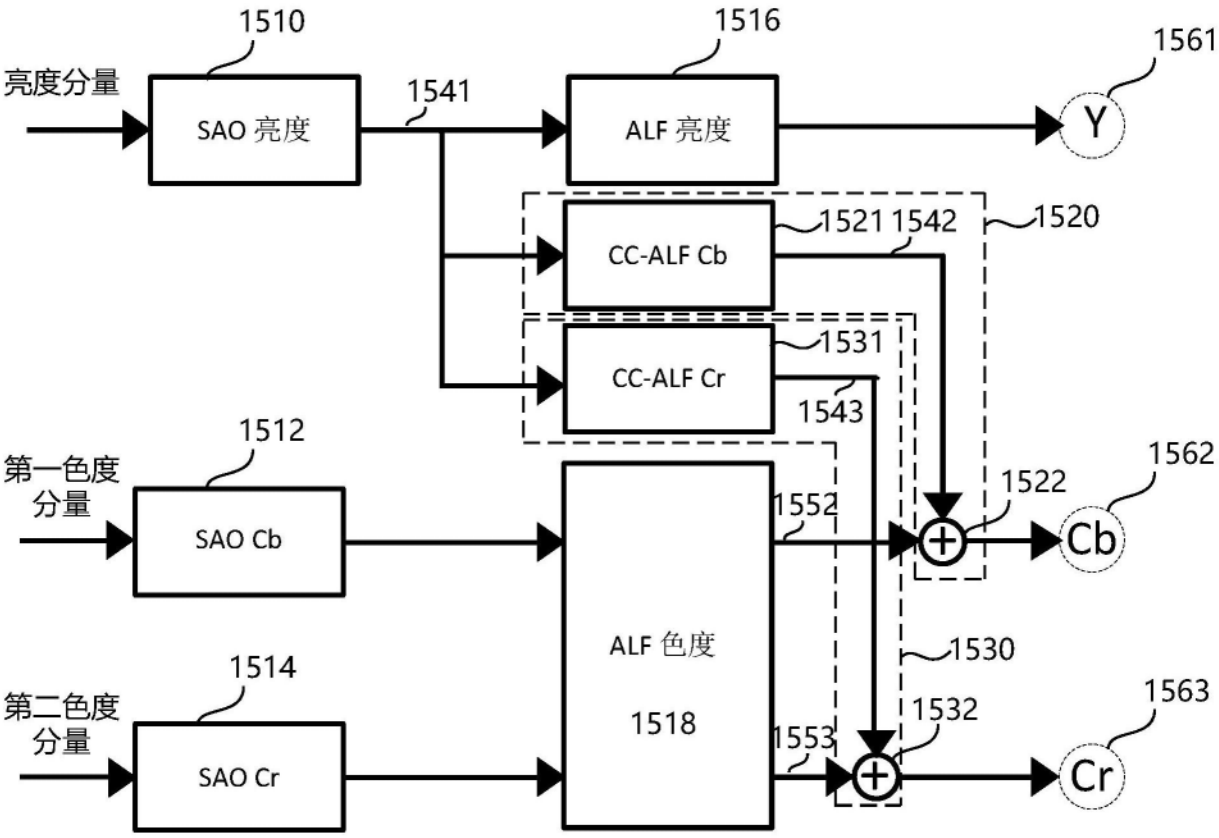

1510
亮度分量
SAO 亮度
1541
1516
ALF 亮度
1561
Y
1521
1542
1520
CC-ALF Cb
1531
CC-ALF Cr
1543
1512
第一色度
分量
SAO Cb
1552
1522
1562
Cb
ALF 色度
1518
1530
1514
第二色度
分量
SAO Cr
1553
1532
1563
Cr

图15

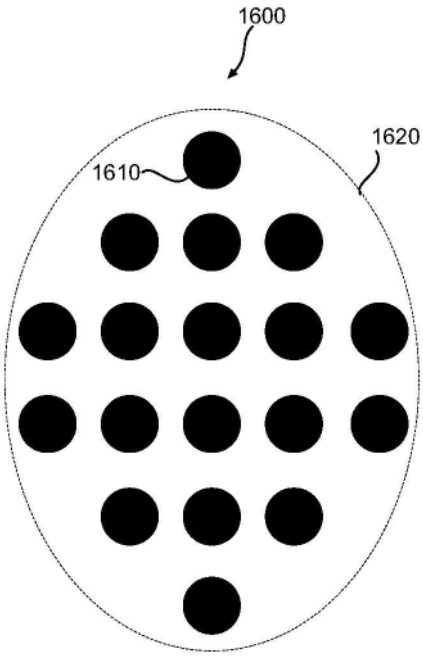

1600
1620
1610

图16

if (slice_cross_component_alf_cb_enabled_flag)	
alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
if(slice_cross_component_alf_cb_enabled_flag = = 0 || alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY] == 0)	
if(slice_alf_chroma_idc = = 1 || slice_alf_chroma_idc = = 3) {	
alf_ctb_flag[1][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
if(alf_ctb_flag[1][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY] && aps_alf_chroma_num_alt_filters_minus1 > 0)	
alf_ctb_filter_alt_idx[0][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
}	
if (slice_cross_component_alf_cr_enabled_flag)	
alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
if(slice_cross_component_alf_cr_enabled_flag = = 0 || alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY] == 0)	
if(slice_alf_chroma_idc = = 2 || slice_alf_chroma_idc = = 3) {	
alf_ctb_flag[2][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
if(alf_ctb_flag[2][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY] && aps_alf_chroma_num_alt_filters_minus1 > 0)	
alf_ctb_filter_alt_idx[1][xCtb >> CtbLog2SizeY][yCtb >> CtbLog2SizeY]	ae(v)
}	

图17

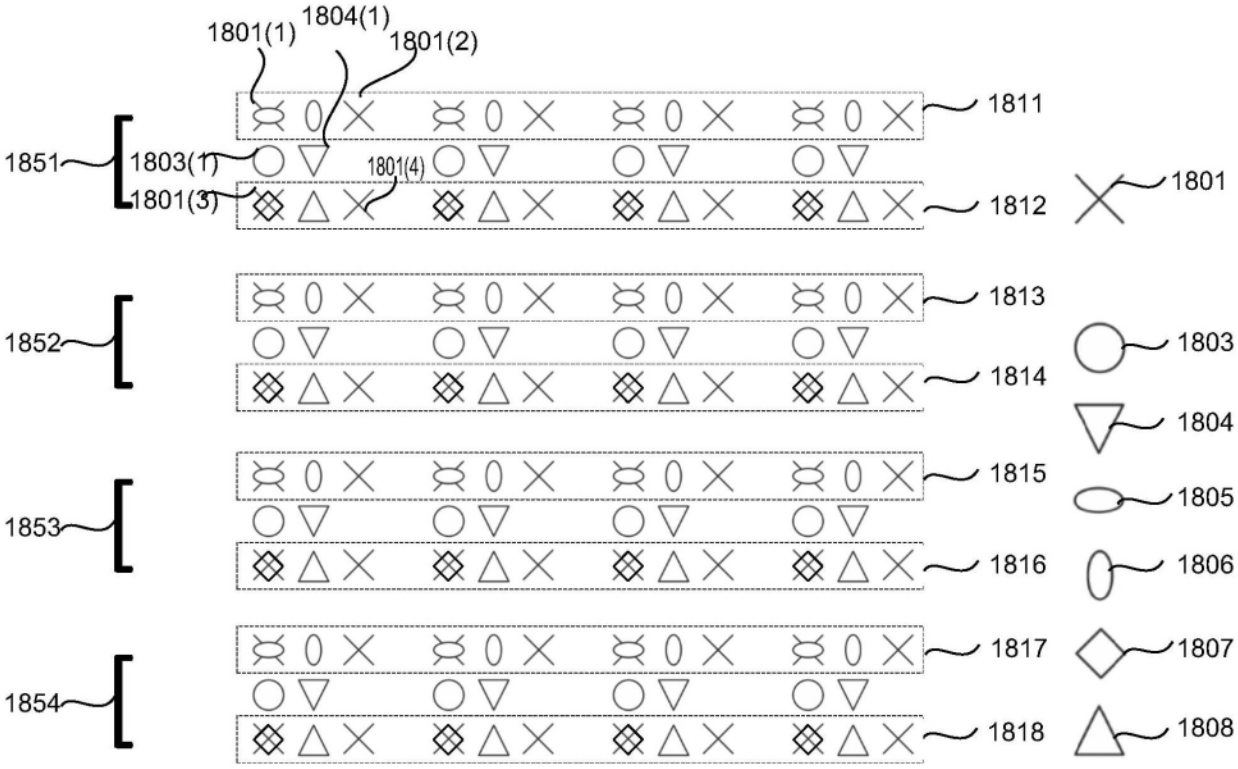

1801(1)
1804(1)
1801(2)
1851
1803(1)
1801(4)
1801(3)
1811
1812
1852
1813
1814
1853
1815
1816
1854
1817
1818
1801
1803
1804
1805
1806
1807
1808

图18A

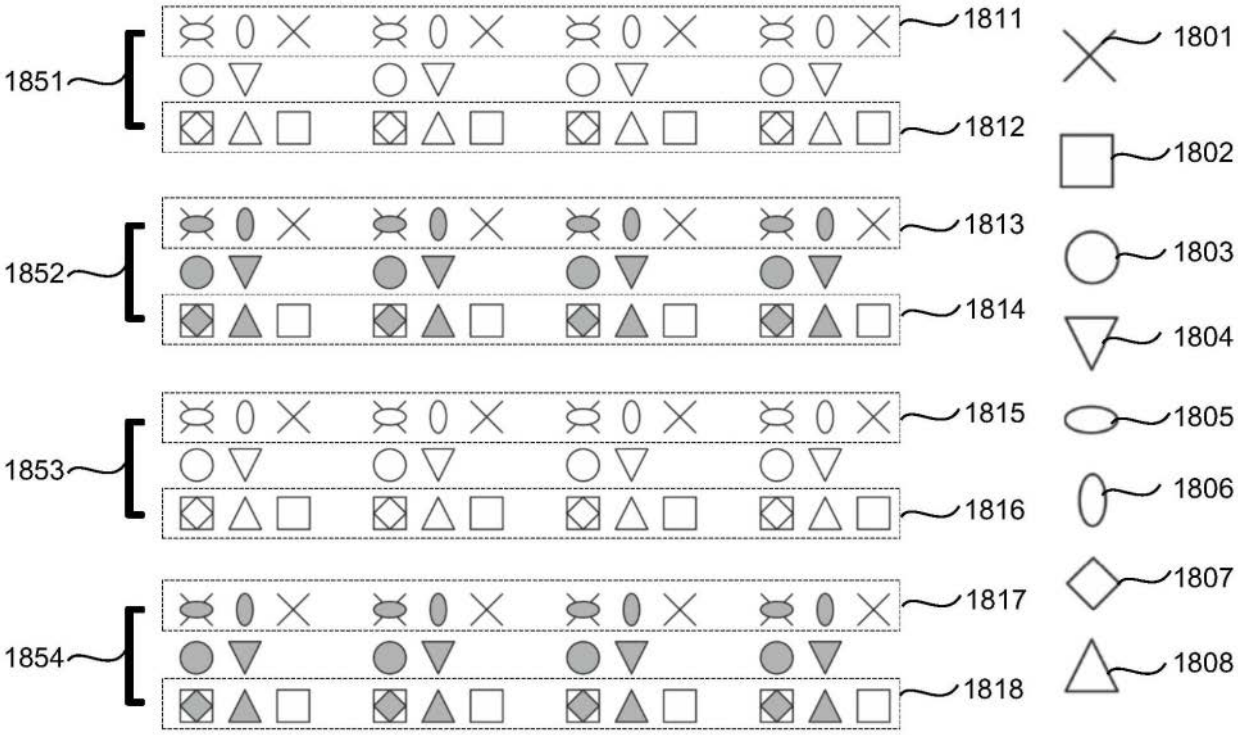

1851
1811
1812
1852
1813
1814
1853
1815
1816
1854
1817
1818
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808

图18B

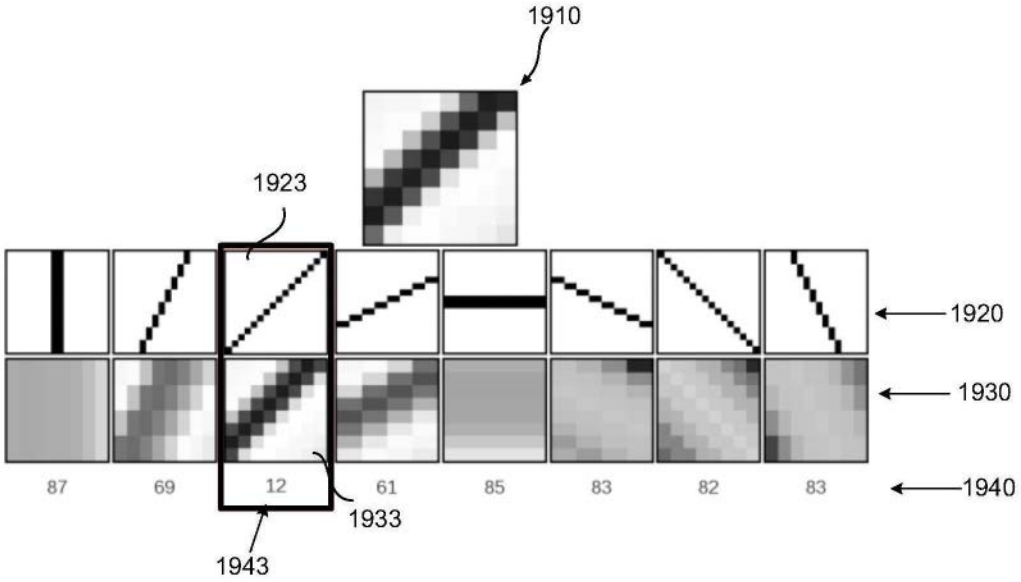

1910
1923
1920
1930
1940
87
69
12
61
85
83
82
83
1933
1943

图19

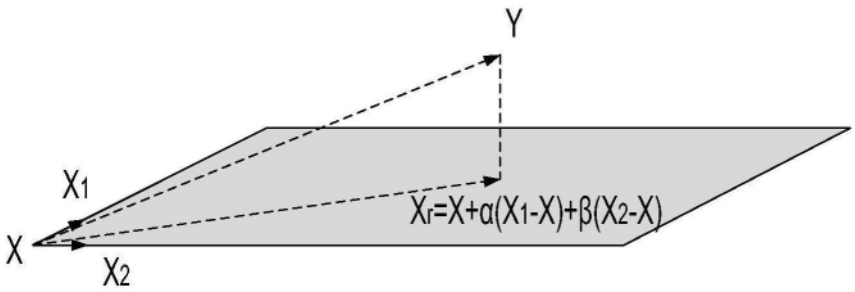

Y
X1
X
X2
Xr=X+α(X1-X)+β(X2-X)

图20

2100

SAO Type	Sample Adaptive Offset Type to be used	Number of categories
0	None	0
1	1-D 0-degree pattern edge offset	4
2	1-D 90-degree pattern edge offset	4
3	1-D 135-degree pattern edge offset	4
4	1-D 45-degree pattern edge offset	4
5	central bands band offset	16
6	side bands band offset	16

图21

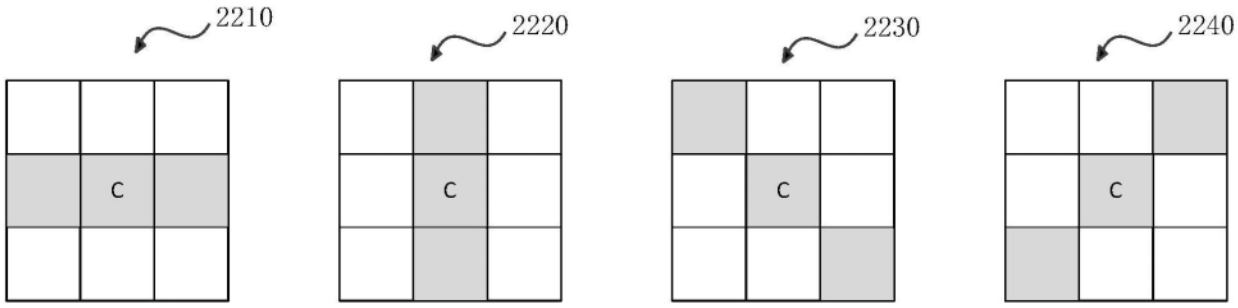


图22

类别	条件 2300
1	c < 2 个邻居
2	c < 1 个邻居 && c == 1 个邻居
3	c > 1 个邻居 && c == 1 个邻居
4	c > 2 个邻居
0	以上皆非

图23

sao_offset_vlc(rx, ry, cIdx) { 2400	描述符
sao_type_idx[cIdx][rx][ry]	ue(v)
if(sao_type_idx[cIdx][rx][ry] = =5) {	
sao_band_position[cIdx][rx][ry]	u(5)
for(i = 0; i < 4; i++)	
sao_offset[cIdx][rx][ry][i]	se(v)
} else if(sao_type_idx[cIdx][rx][ry] != 0)	
for(i = 0; i < 4; i++)	
sao_offset[cIdx][rx][ry][i]	ue(v)
}	

图24

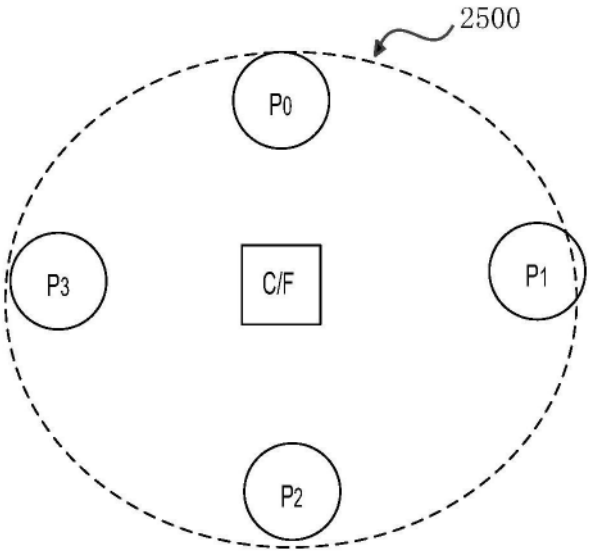


图25

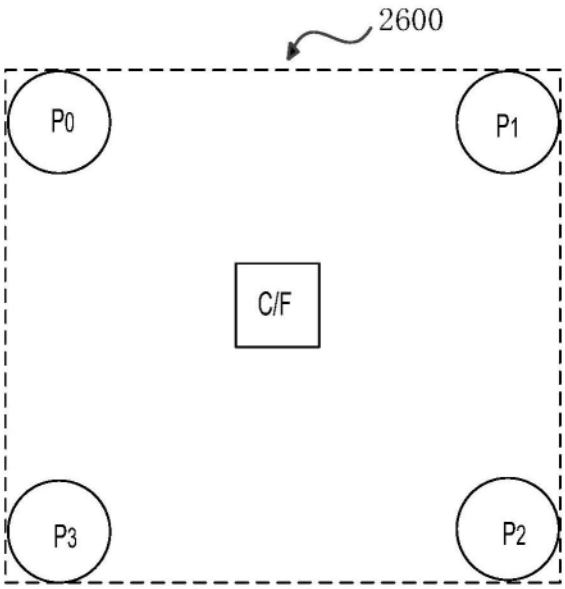
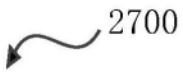


图26



组合	d0	d1	d2	d3	偏移
0	-1	-1	-1	-1	s0
1	-1	-1	-1	0	s1
2	-1	-1	-1	1	s2
3	-1	-1	0	-1	s3
4	-1	-1	0	0	s4
5	-1	-1	0	1	s5
6	-1	-1	1	-1	s6
7	-1	-1	1	0	s7
8	-1	-1	1	1	s8
9	-1	0	-1	-1	s9
10	-1	0	-1	0	s10
11	-1	0	-1	1	s11
12	-1	0	0	-1	s12
13	-1	0	0	0	s13
14	-1	0	0	1	s14
15	-1	0	1	-1	s15
16	-1	0	1	0	s16
17	-1	0	1	1	s17
18	-1	1	-1	-1	s18
19	-1	1	-1	0	s19
20	-1	1	-1	1	s20
21	-1	1	0	-1	s21
22	-1	1	0	0	s22
23	-1	1	0	1	s23
24	-1	1	1	-1	s24
25	-1	1	1	0	s25
26	-1	1	1	1	s26

图27A

2700

组合	d0	d1	d2	d3	偏移
27	0	-1	-1	-1	s27
28	0	-1	-1	0	s28
29	0	-1	-1	1	s29
30	0	-1	0	-1	s30
31	0	-1	0	0	s31
32	0	-1	0	1	s32
33	0	-1	1	-1	s33
34	0	-1	1	0	s34
35	0	-1	1	1	s35
36	0	0	-1	-1	s36
37	0	0	-1	0	s37
38	0	0	-1	1	s38
39	0	0	0	-1	s39
40	0	0	0	0	s40
41	0	0	0	1	s41
42	0	0	1	-1	s42
43	0	0	1	0	s43
44	0	0	1	1	s44
45	0	1	-1	-1	s45
46	0	1	-1	0	s46
47	0	1	-1	1	s47
48	0	1	0	-1	s48
49	0	1	0	0	s49
50	0	1	0	1	s50
51	0	1	1	-1	s51
52	0	1	1	0	s52
53	0	1	1	1	s53

图27B

2700

组合	d0	d1	d2	d3	偏移
54	1	-1	-1	-1	s54
55	1	-1	-1	0	s55
56	1	-1	-1	1	s56
57	1	-1	0	-1	s57
58	1	-1	0	0	s58
59	1	-1	0	1	s59
60	1	-1	1	-1	s60
61	1	-1	1	0	s61
62	1	-1	1	1	s62
63	1	0	-1	-1	s63
64	1	0	-1	0	s64
65	1	0	-1	1	s65
66	1	0	0	-1	s66
67	1	0	0	0	s67
68	1	0	0	1	s68
69	1	0	1	-1	s69
70	1	0	1	0	s70
71	1	0	1	1	s71
72	1	1	-1	-1	s72
73	1	1	-1	0	s73
74	1	1	-1	1	s74
75	1	1	0	-1	s75
76	1	1	0	0	s76
77	1	1	0	1	s77
78	1	1	1	-1	s78
79	1	1	1	0	s79
80	1	1	1	1	s80

图27C

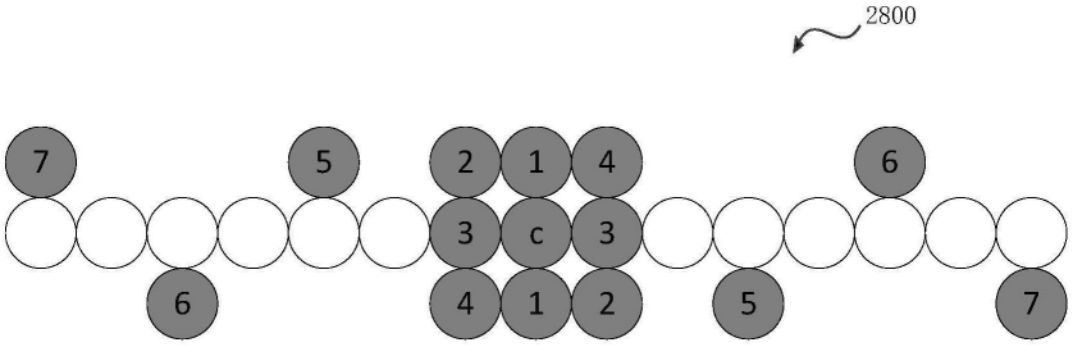


图28

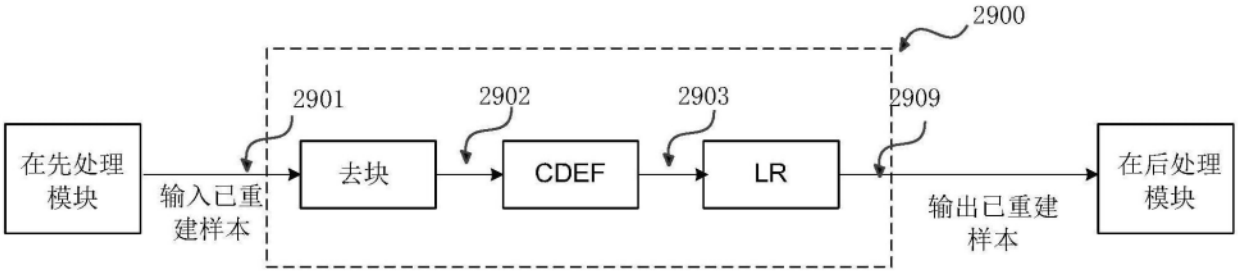


图29

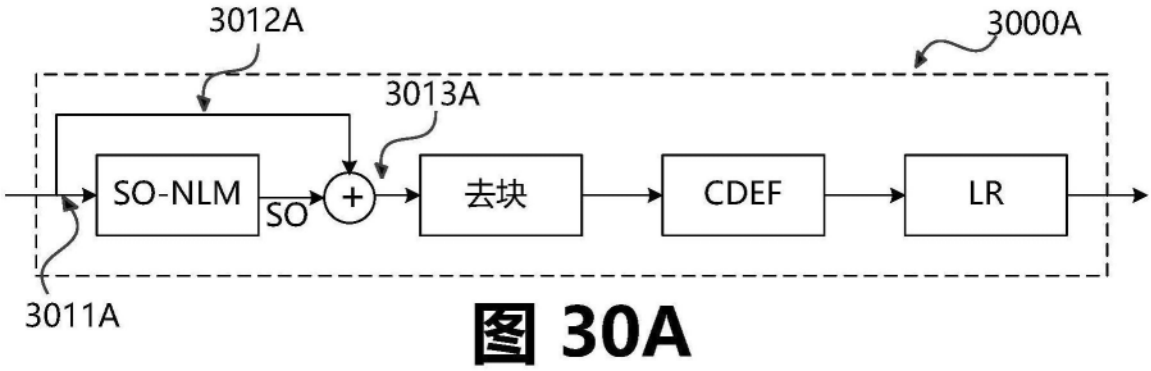


图 30A

图30A

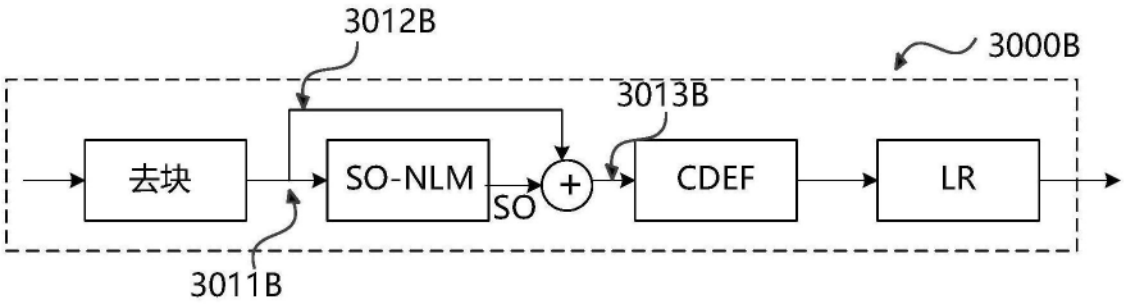


图30B

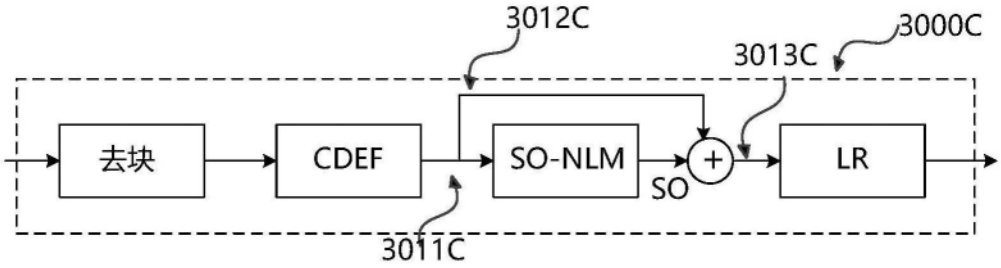


图30C

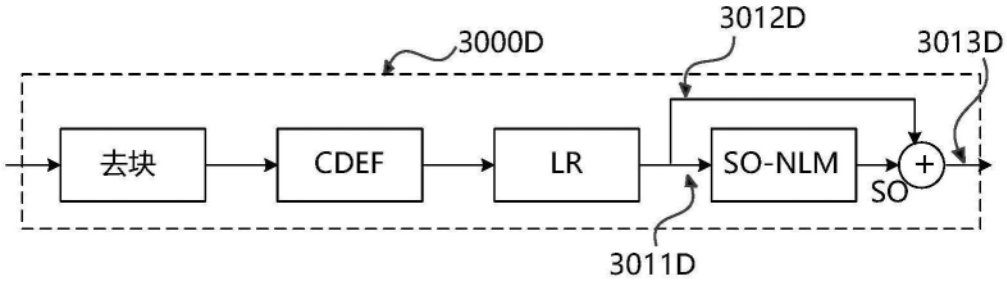


图30D

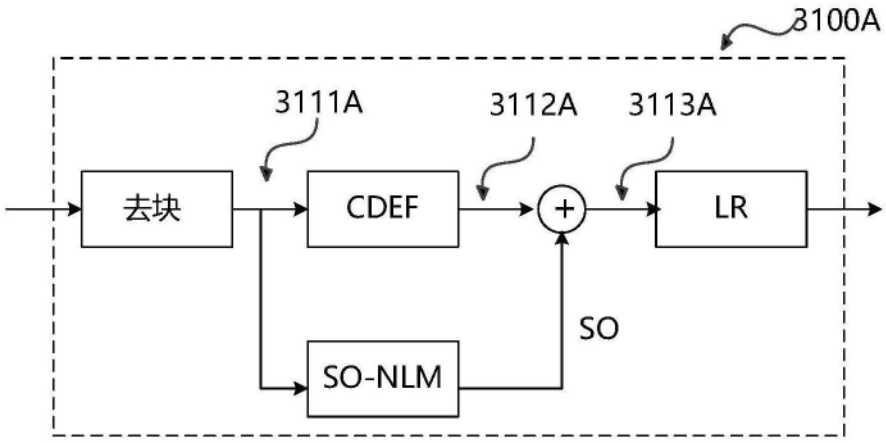


图31A

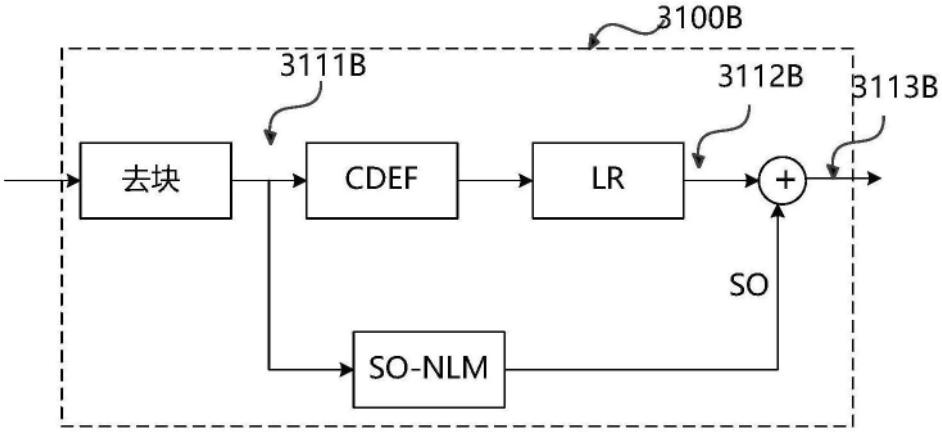


图31B

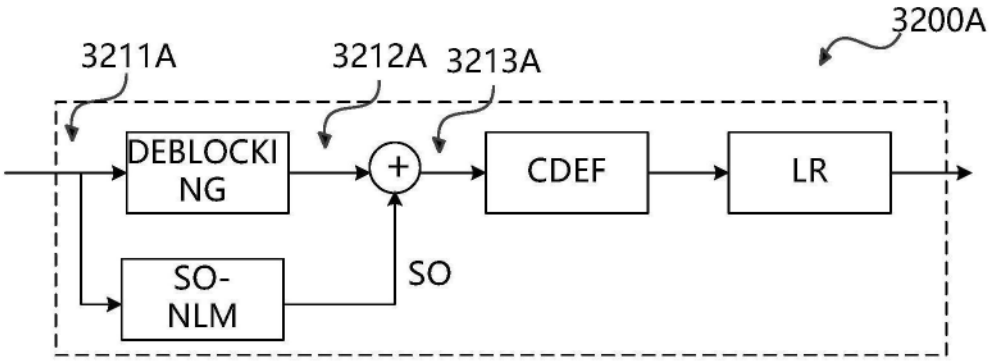


图32A

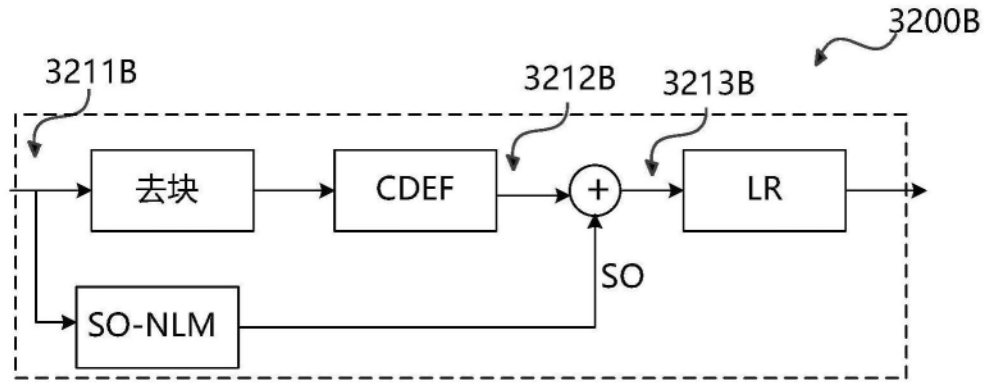


图32B

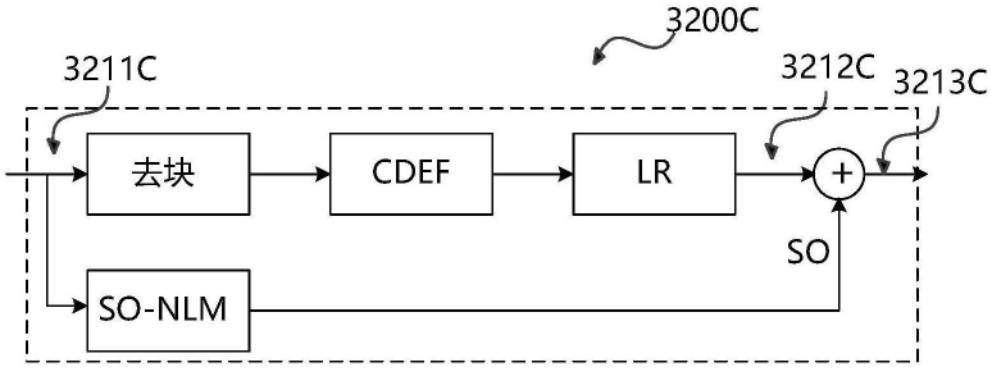


图32C

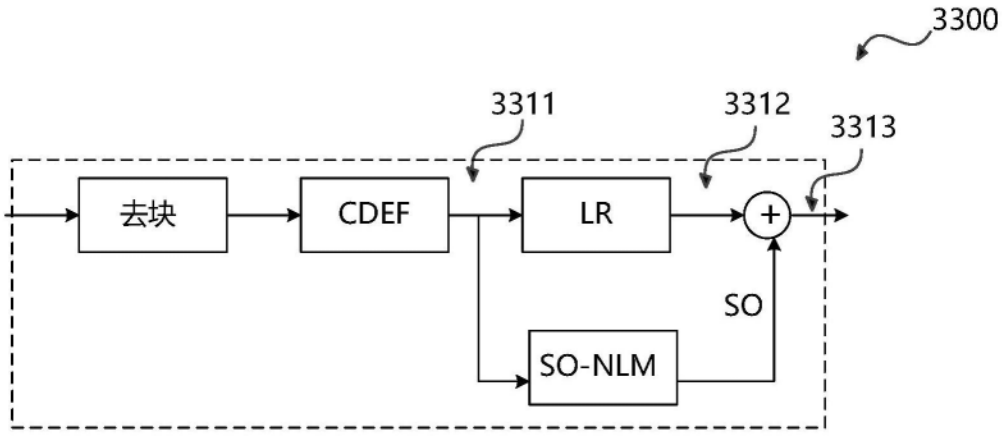


图33

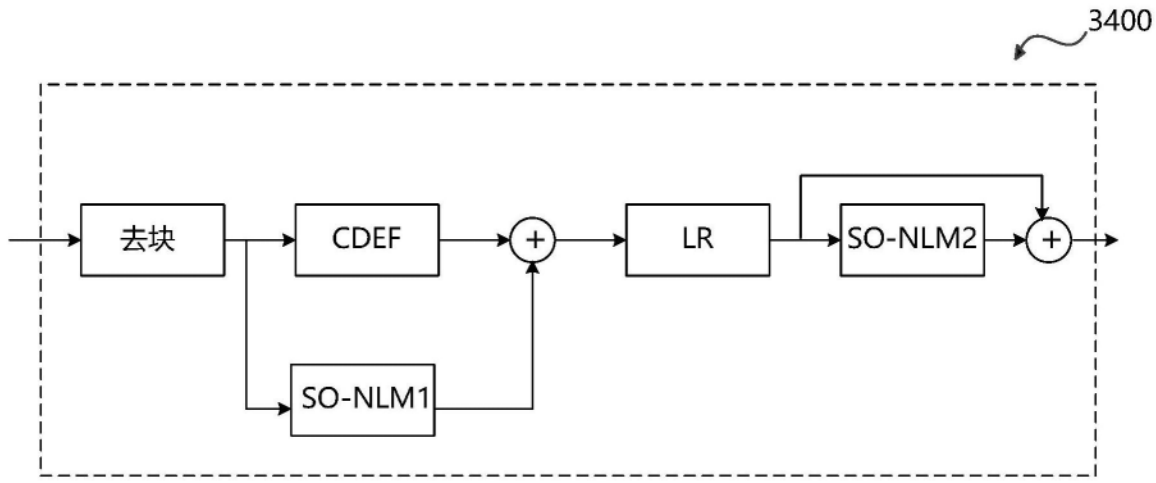


图34

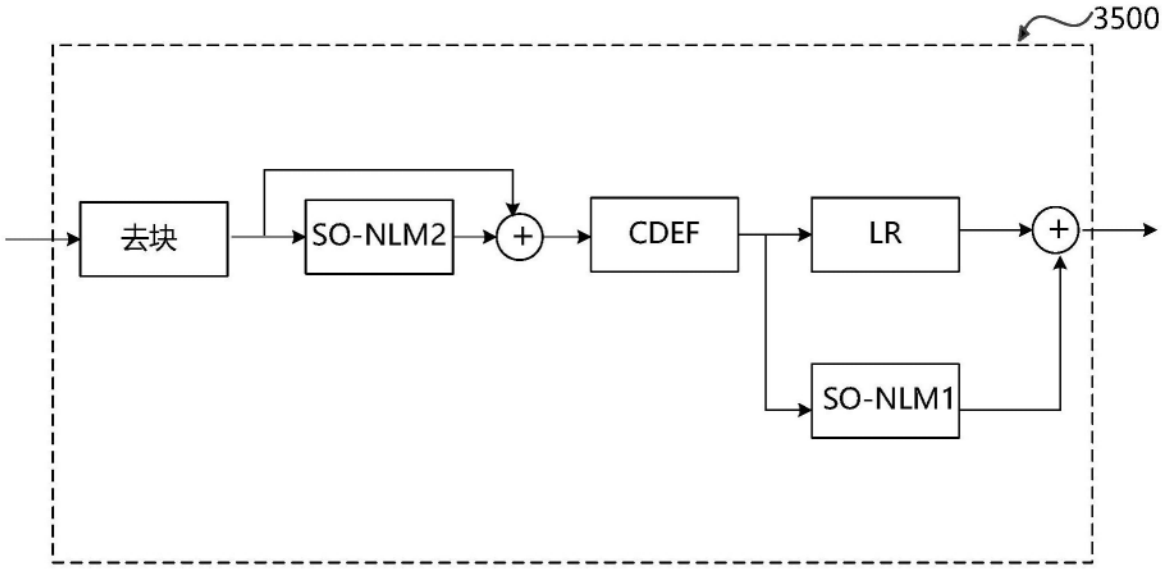


图35

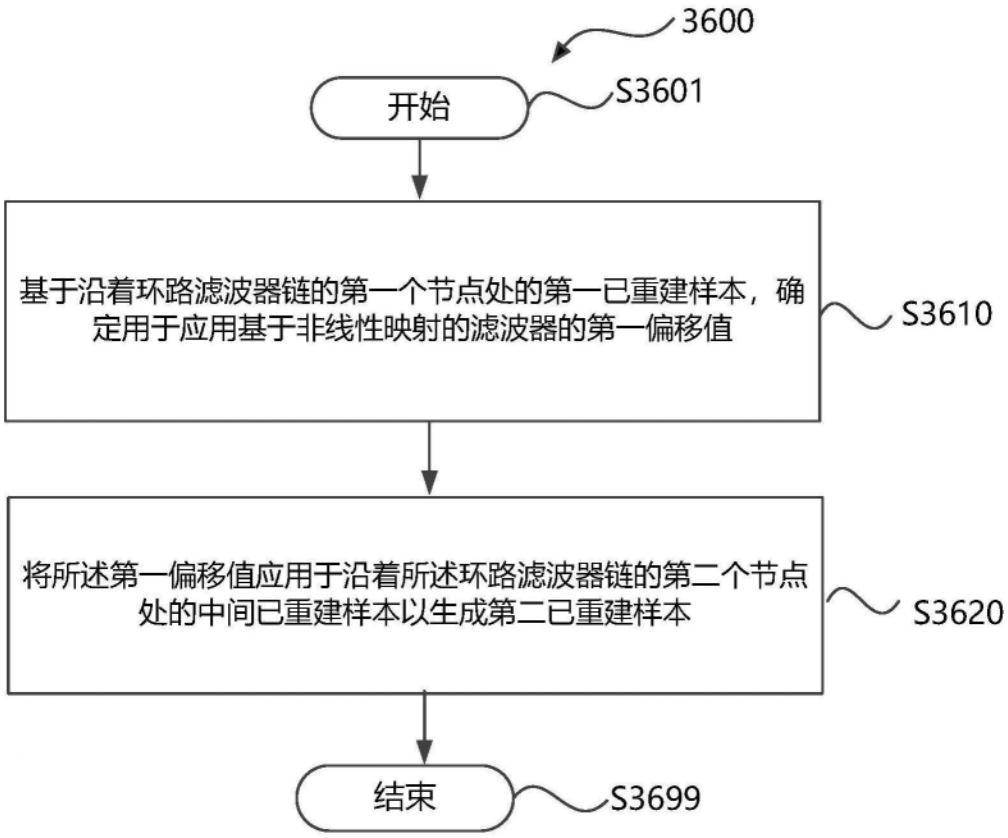

3600
开始
S3601
基于沿着环路滤波器链的第一个节点处的第一已重建样本，确定用于应用基于非线性映射的滤波器的第一偏移值
S3610
将所述第一偏移值应用于沿着所述环路滤波器链的第二个节点处的中间已重建样本以生成第二已重建样本
S3620
结束
S3699

图36

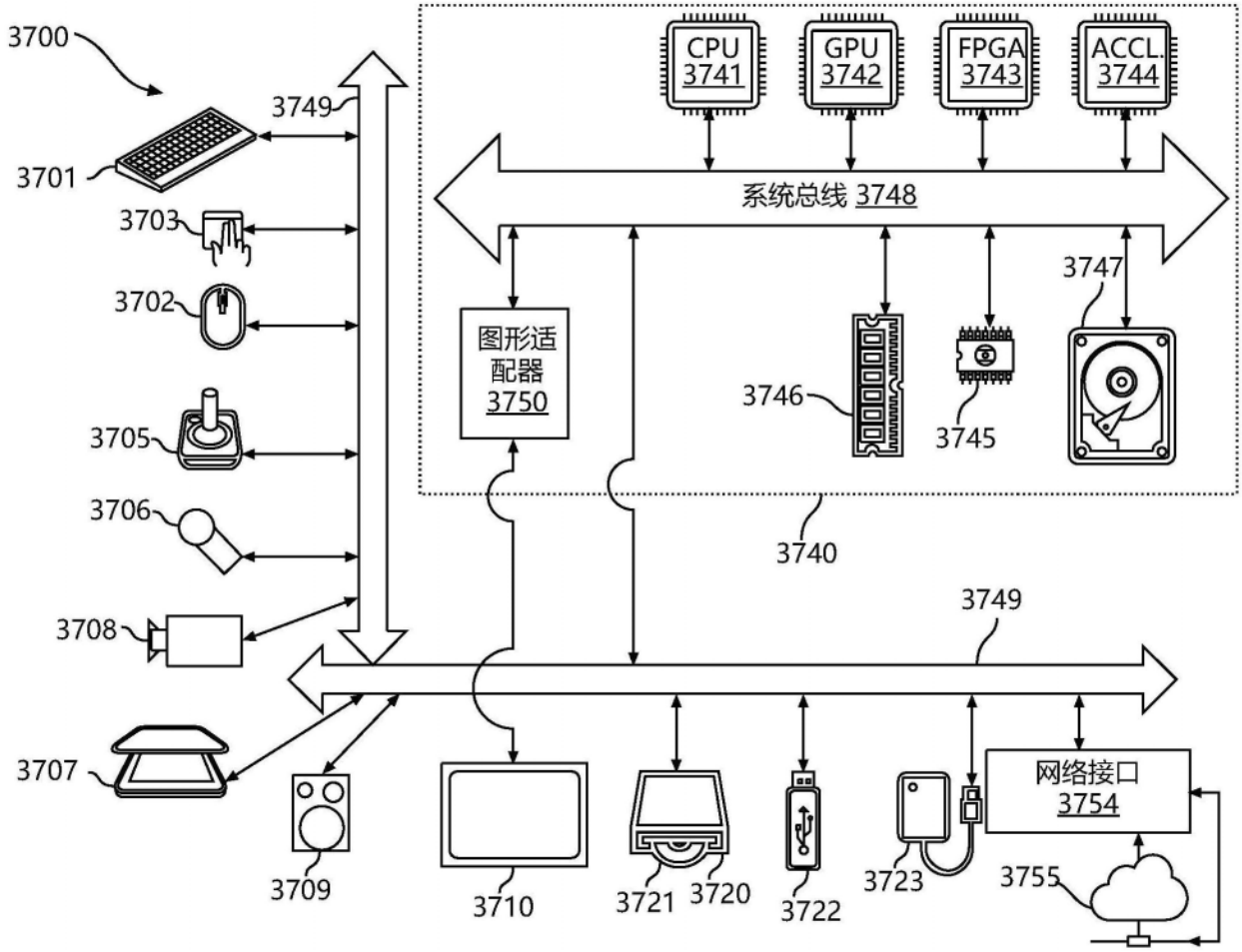

3700
3749
3701
3703
3702
3705
3706
3708
3707
3709
CPU 3741
GPU 3742
FPGA 3743
ACCL. 3744
系统总线 3748
3747
图形适配器 3750
3746
3745
3740
3749
3710
3721
3720
3722
3723
网络接口 3754
3755

图37