



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115398893 B

(45) 授权公告日 2024.05.28

(21) 申请号 202180025557.9
 (22) 申请日 2021.09.30
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 115398893 A
 (43) 申请公布日 2022.11.25
 (30) 优先权数据
 63/160,560 2021.03.12 US
 17/449,199 2021.09.28 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2022.09.29
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2021/053023 2021.09.30
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02022/191874 EN 2022.09.15
 (73) 专利权人 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

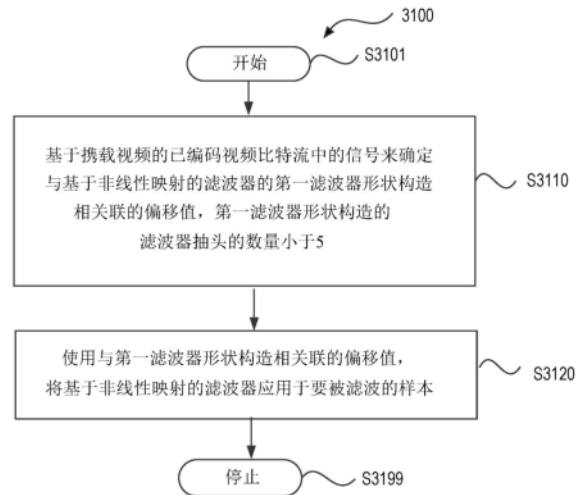
(72) 发明人 杜祎鑫 赵欣 刘杉
 (74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事
 务所(普通合伙) 44285
 专利代理师 王曙聘
 (51) Int.Cl.
 H04N 19/00 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 2015317772 A1,2015.11.05
 US 2016127747 A1,2016.05.05
 WO 2020259538 A1,2020.12.30
 Benjamin Bross等.JVET AHG report:
 Draft text and test model algorithm
 description editing (AHG2).《Joint Video
 Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3
 and ISO/IEC JTC 1/SC 29》.2020,1-20页.
 审查员 李若云
 权利要求书2页 说明书39页 附图37页

(54) 发明名称

用于在视频编解码中滤波的方法和用于视频解码的设备

(57) 摘要

本公开内容的各方面提供了用于在视频解码中进行滤波的方法和用于视频解码的设备。用于在视频解码中进行滤波的方法包括：基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值，第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五，视频滤波器基于非线性映射；以及使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值，将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。



1. 一种用于在视频解码中进行滤波的方法,其特征在于,所述方法包括:

基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值,所述第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五,所述视频滤波器基于非线性映射;以及

使用与所述第一滤波器形状构造相关联的所述偏移值,将所述基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本,所述第一滤波器形状构造的所述滤波器抽头的位置不包括所述样本的位置,从所述视频滤波器的滤波器形状构造的群组中选择所述第一滤波器形状构造,从携带所述视频的所述已编码视频比特流中解码索引,所述索引指示从所述视频滤波器的所述群组中选择所述第一滤波器形状构造。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述视频滤波器包括分量间样本偏移(CCSO)滤波器和局部样本偏移(LSO)滤波器中的至少一者。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一滤波器形状构造包括单个滤波器抽头,并且所述方法包括:

确定区域中的平均样本值;

计算所述单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与所述区域中的所述平均样本值之差;以及

基于所述单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与所述区域中的所述平均样本值之差,将所述视频滤波器应用于所述要被滤波的样本。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述群组中的所述滤波器形状构造各自具有多个滤波器抽头。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述群组中的一个或多个滤波器形状构造具有与所述第一滤波器形状构造不同数量的滤波器抽头。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在滤波器抽头的数量大于等于二小于五时,将两个滤波器抽头的位置处的样本值的差量量化成多个可能的量化输出之一,所述可能的量化输出的数量是从1到1024的范围内的整数,包括端值。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

从块级别、编码树单元(CTU)级别、超级块(SB)级别、视频参数集(VPS)、序列参数集(SPS)、图片参数集(PPS)、自适应参数集(APS)、切片报头、图块报头和帧报头中的至少一者的语法信令中解码索引,所述索引指示所述可能的量化输出的数量。

8. 一种用于视频解码的设备,其特征在于,包括处理电路,所述处理电路被配置成:

基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值,所述第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五,所述视频滤波器基于非线性映射;以及

使用与所述第一滤波器形状构造相关联的所述偏移值,将所述基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本,所述第一滤波器形状构造的所述滤波器抽头的位置不包括所述样本的位置,从所述视频滤波器的滤波器形状构造的群组中选择所述第一滤波器形状构造,从携带所述视频的所述已编码视频比特流中解码索引,所述索引指示从所述视频滤波器的所述群组中选择所述第一滤波器形状构造。

9. 根据权利要求8所述的设备,其特征在于,所述第一滤波器形状构造包括单个滤波器抽头,并且所述处理电路还被配置成:

确定区域中的平均样本值;以及

计算所述单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与所述区域中的所述平均样本值之差;以及

基于所述单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与所述区域中的所述平均样本值之差,将所述视频滤波器应用于所述样本。

10. 根据权利要求8所述的设备,其特征在于,所述处理电路被配置成:从所述视频滤波器的滤波器形状构造的群组中选择所述第一滤波器形状构造,所述群组中的所述滤波器形状构造各自具有多个滤波器抽头。

11. 根据权利要求8所述的设备,其特征在于,所述处理电路被配置成:所述群组中的一个或更多个滤波器形状构造具有与所述第一滤波器形状构造不同数量的滤波器抽头。

12. 根据权利要求8所述的设备,其特征在于,所述处理电路被配置成:在滤波器抽头的数量大于等于二小于五时,将两个滤波器抽头的位置处的样本值的差量值量化成多个可能的量化输出之一,所述可能的量化输出的数量是从1到1024的范围内的整数,包括端值。

13. 一种用于在视频编码中进行滤波的方法,其特征在于,所述方法包括:

在编码视频中确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值,所述第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五,所述视频滤波器基于非线性映射;以及

使用与所述第一滤波器形状构造相关联的所述偏移值,将所述基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本,所述第一滤波器形状构造的所述滤波器抽头的位置不包括所述样本的位置,从所述视频滤波器的滤波器形状构造的群组中选择所述第一滤波器形状构造,从所述编码视频的比特流中解码索引,所述索引指示从所述视频滤波器的所述群组中选择所述第一滤波器形状构造。

14. 一种计算机装置,其特征在于,所述计算机装置包括处理器以及存储器:

所述存储器用于存储程序代码,并将所述程序代码传输给所述处理器;

所述处理器用于根据所述程序代码中的指令执行权利要求1-7中任意一项所述的方法。

15. 一种存储指令的非暂态计算机可读存储介质,其特征在于,所述指令在由计算机执行时使所述计算机执行权利要求1-7中任意一项所述的方法。

用于在视频编解码中滤波的方法和用于视频解码的设备

[0001] 援引并入

[0002] 本申请要求于2021年9月28日提交的美国专利申请第17/449,199号“METHOD AND APPARATUS FOR VIDEO FILTERING”的优先权的权益,该美国专利申请要求于2021年3月12日提交的美国临时申请第63/160,560号“FLEXIBLE FILTER SHAPE FOR SAMPLE OFFSET”的优先权的权益。在先申请的全部公开内容通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本申请总体上涉及视频解码技术,尤其涉及用于在视频解码中进行滤波的方法和用于视频解码的设备。

背景技术

[0004] 本文中提供的背景技术描述的目的在于从总体上呈现本公开内容的背景。就在此背景技术部分中描述目前署名的发明人的工作的程度而言,目前署名的发明人的工作以及在提交时可不被另外视为现有技术的描述的方面既没有被明确地也没有被隐含地承认为针对本公开内容的现有技术。

[0005] 可以使用具有运动补偿的图片间预测来执行视频编码和解码。未经压缩的数字视频可以包括一系列图片,每个图片的空间大小为例如 1920×1080 个亮度样本以及相关联的色度样本。所述一系列图片可以具有固定的或可变的图片速率(也被非正式地称为帧速率),例如每秒60幅图片或60Hz。未经压缩的视频具有特定的比特率要求。例如,每个样本8比特下的1080p60 4:2:0视频(60Hz帧速率下 1920×1080 亮度样本分辨率)需要接近1.5Gbit/s的带宽。一小时的这样的视频需要超过600千兆字节(GByte)的存储空间。

[0006] 视频编码和解码的一个目的可以是通过压缩来降低输入视频信号的冗余度。压缩可以有助于降低上述带宽需求和/或存储空间需求,在一些情况下可以降低两个数量级或更多数量级。可以采用无损压缩和有损压缩两者及其组合。无损压缩是指可以根据经压缩的原始信号重构原始信号的精确副本的技术。当使用有损压缩时,重构的信号可能与原始信号不同,但是原始信号与重构的信号之间的失真足够小,以使得重构的信号能够用于预期应用。在视频的情况下,广泛地采用有损压缩。容忍的失真量取决于应用;例如,某些消费者流式传输应用的用户可能比电视分发应用的用户容忍更高的失真。可实现的压缩比可以反映出:较高的可允许/可容忍的失真可以产生较高的压缩比。

[0007] 视频编码器和解码器可以利用来自例如包括运动补偿、变换、量化和熵编码的若干大类的技术。

[0008] 视频编解码技术可以包括被称为帧内编码的技术。在帧内编码中,在不参考来自先前重构的参考图片的样本或其他数据的情况下表示样本值。在一些视频编解码中,在空间上将图片细分为样本块。当所有的样本块都以帧内模式编码时,该图片可以是帧内图片。帧内图片及其派生(例如,独立解码器刷新图片)可以用于重置解码器状态,并且因此可以用作已编码视频比特流和视频会话中的第一图片或用作静止图像。可以使帧内块的样本经

受变换,并且可以在熵编码之前对变换系数进行量化。帧内预测可以是在预变换域中使样本值最小化的技术。在一些情况下,变换之后的DC值越小,并且AC系数越小,在给定量化步长下表示熵编码之后的块所需的比特就越少。

[0009] 传统的帧内编码——例如从例如MPEG-2代编码技术已知的帧内编码——不使用帧内预测。然而,一些较新的视频压缩技术包括根据例如在空间上邻近并且在解码顺序上在先的数据块的编码/解码期间获得的元数据以及/或者周围样本数据进行尝试的技术。这样的技术此后被称为“帧内预测”技术。注意,在至少一些情况下,帧内预测仅使用来自重构中的当前图片的参考数据,而不使用来自参考图片的参考数据。

[0010] 可以存在许多不同形式的帧内预测。当多于一种的这样的技术可以在给定视频编码技术中使用,可以在帧内预测模式下对使用的技术进行编码。在某些情况下,模式可以具有子模式和/或参数,并且这些子模式和/或参数可以被单独编码或被包括在模式码字中。针对给定模式/子模式/参数组合使用什么码字可以通过帧内预测对编码效率增益产生影响,并且因此用于将码字转换成比特流的熵编码技术也可以对其产生影响。

[0011] 帧内预测的某些模式随H.264引入、在H.265中被细化,并且在诸如联合开发模型(joint exploration model, JEM)、通用视频编码(versatile video coding, VVC)和基准集(benchmark set, BMS)的较新编码技术中被进一步细化。可以使用属于已经可用的样本的邻近样本值来形成预测块。根据方向将邻近样本的样本值复制到预测块中。对使用的方向的参考可以被编码在比特流中,或者其本身可以被预测。

[0012] 参照图1A,右下方描绘了从H.265的33个可能预测方向(对应于35个帧内模式中的33个角度模式)已知的九个预测方向的子集。箭头会聚的点(101)表示正被预测的样本。箭头表示对样本进行预测的方向。例如,箭头(102)指示根据右上方的与水平方向成45度角的一个或更多个样本对样本(101)进行预测。类似地,箭头(103)指示根据样本(101)左下方的与水平方向成22.5度角的一个或更多个样本对样本(101)进行预测。

[0013] 仍然参照图1A,在左上方描绘了 4×4 个样本的正方形块(104)(由黑体虚线指示)。正方形块(104)包括16个样本,每个样本均用“S”、其在Y维度上的位置(例如,行索引)以及其在X维度上的位置(例如,列索引)来标记。例如,样本S21是Y维度上(从顶部起)的第二个样本并且是X维度上(从左侧起)的第一个样本。类似地,样本S44是块(104)中在Y维度和X维度两者上的第四个样本。由于块的大小是 4×4 个样本,因此S44在右下方。另外示出的是遵循类似的编号方案的参考样本。参考样本用R、其相对于块(104)的Y位置(例如,行索引)和X位置(列索引)来标记。在H.264和H.265二者中,预测样本与重构中的块相邻;因此不需要使用负值。

[0014] 帧内图片预测可以通过根据用信号通知的预测方向适当地从相邻样本复制参考样本值来工作。例如,假设已编码视频比特流包括信令,针对该块,信令指示与箭头(102)一致的预测方向——即,根据右上方的与水平方向成45度角的一个或更多个预测样本来对样本进行预测。在这种情况下,根据同一参考样本R05对样本S41、S32、S23和S14进行预测。然后根据参考样本R08对样本S44进行预测。

[0015] 在某些情况下,可以例如通过插值将多个参考样本的值进行组合以便计算参考样本;尤其是在方向不能被45度整除的情况下。

[0016] 随着视频编码技术的发展,可能的方向的数量也在增加。在H.264(2003年)中,可

以表示九个不同的方向。这在H.265 (2013年)中增加到33个,并且在公开时JEM/VVC/BMS可以支持多达65个方向。已经进行了实验来识别最可能的方向,并且熵编码中的某些技术被用于以少量的比特表示这些可能的方向,从而接受对较不可能的方向的某些惩罚。此外,有时可以根据在相邻的已解码的块中使用的相邻方向来预测方向本身。

[0017] 图1B示出了示意图(180),其描绘根据JEM的65个帧内预测方向以示出预测方向的数量随着时间的推移而增加。

[0018] 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可以随着视频编码技术的不同而不同;并且该映射的范围例如可以从预测方向的简单直接映射到帧内预测模式,到码字,到涉及最可能模式的复杂自适应方案以及类似技术。然而,在所有情况下,可能存在统计上与某些其他方向相比更不可能出现在视频内容中的某些方向。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,那些较不可能的方向与更有可能的方向相比将由更大数量的比特来表示。

[0019] 运动补偿可以是有损压缩技术,并且可以涉及下述技术:来自先前重构的图片或其部分(参考图片)的样本数据的块,在由运动矢量(此后称为MV(motion vector, MV))指示的方向上进行空间移位之后,被用于预测新重构的图片或图片部分。在一些情况下,参考图片可以与当前重构中的图片相同。MV可以具有两个维度X和Y或者具有三个维度,第三维度是使用中的参考图片的指示(第三维度间接地可以是时间维度)。

[0020] 在一些视频压缩技术中,可以根据其他MV来预测适用于样本数据的特定区域的MV,例如根据样本数据的在空间上与正在重构的区域相邻的另一区域有关并且在解码顺序上在该MV之前的MV,来预测该MV。这样做可以大幅减少编码MV所需的数据的量,从而消除冗余并且增加压缩。MV预测可以有效地工作,例如,这是因为在对从摄像装置得出的输入视频信号(称为自然视频)进行编码时,存在比单个MV所适用的区域大的区域在相似方向上移动的统计可能性,并且因此在一些情况下可以使用从相邻区域的MV得出的相似运动矢量来进行预测。这使得针对给定区域得到的MV与根据周围MV预测的MV相似或相同,并且其又可以在熵编码之后用比直接对MV进行编码的情况下将使用的比特数少的比特数来表示。在一些情况下,MV预测可以从原始信号(即:样本流)得出的信号(即:MV)的无损压缩的示例。在其他情况下,MV预测本身可以是有损的,例如由于根据若干周围MV计算预测器时的舍入误差而是有损的。

[0021] 在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。此处描述的是H.265提供的多种MV预测机制中的此后被称为“空间合并”的技术。

[0022] 参照图2,当前块(201)包括在运动搜索过程期间由编码器得到的、能够根据已经空间移位的相同大小的先前块预测的样本。代替直接对该MV进行编码,可以使用与用A0、A1和B0、B1、B2(分别为202至206)表示的五个周围样本中的任一样本相关联的MV,从与一个或更多个参考图片相关联的元数据得出MV,例如,从最近(按解码次序)的参考图片得出MV。在H.265中,MV预测可以使用来自相邻块也正在使用的同一参考图片的预测器。

[0023] 编码器/解码器可以应用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)以减少伪影。ALF可以有任何合适的形状和大小。

[0024] 通常,基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造采用5抽头滤波器设计。针对滤

波器形状构造的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)。由于需要将样本偏移的LUT从编码器侧用信号传送至解码器侧,用信号传送LUT可能产生大量信令开销并影响使用基于非线性映射的滤波器的编码效率。

发明内容

[0025] 本公开内容的各方面提供用于在视频解码中进行滤波的方法和用于视频解码的设备。

[0026] 在一些示例中,用于在视频解码中进行滤波的方法包括:基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五,视频滤波器基于非线性映射;以及使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值,将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。

[0027] 在一些示例中,用于视频解码的设备包括偏移值确定模块和应用模块。偏移值确定模块基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与基于非线性映射的滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值。第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五。应用模块使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。

[0028] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器包括分量间样本偏移(CCSO)滤波器和局部样本偏移(LSO)滤波器中的至少一者。

[0029] 在一个示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置包括要被滤波的样本的位置。在另一示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置不包括要被滤波的样本的位置。

[0030] 在一些示例中,第一滤波器形状构造包括单个滤波器抽头。设备还包括平均样本值确定模块和计算模块。平均样本值确定模块确定区域中的平均样本值,并且计算模块计算单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域中的平均样本值之差。然后,应用模块基于单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域中的平均样本值之差,将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。

[0031] 在一些示例中,设备还包括选择模块。选择模块从基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造的群组中选择第一滤波器形状构造。在一个示例中,群组中的滤波器形状构造各自具有多个滤波器抽头。在另一示例中,群组中的一个或多个滤波器形状构造具有与第一滤波器形状构造不同数量的滤波器抽头。在一些示例中,设备还包括索引解码模块。索引解码模块从携带视频的已编码视频比特流中解码索引,该索引指示从基于非线性映射的滤波器的群组选择第一滤波器形状构造。例如,索引解码模块从块级别、编码树单元(coding tree unit,CTU)级别、超级块(super block,SB)级别、视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令中解码索引。

[0032] 在一些示例中,设备还包括量化模块。量化模块将两个滤波器抽头的位置处的样本值的差量值(delta value)量化成多个可能的量化输出之一,所述可能的量化输出的数量是从1到1024的范围内的整数,包括端值。在一个示例中,索引解码模块从块级别、编码树

单元(coding tree unit,CTU)级别、超级块(super block,SB)级别、视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令中解码索引,该索引指示可能的量化输出的数量。

[0033] 本公开内容的各方面还提供了一种计算机装置,计算机装置包括处理器以及存储器。存储器用于存储程序代码,并将程序代码传输给处理器。处理器用于根据程序代码中的指令执行用于在视频解码中进行滤波的方法中的任何一种或其组合。

[0034] 本公开内容的各方面还提供存储指令的非暂态计算机可读介质,所述指令在由计算机执行时使计算机执行用于在视频解码中进行滤波的方法中的任何一种或其组合。

[0035] 本公开的实施例提供了用于在视频解码中进行滤波的方法和用于视频解码的设。用于在视频解码中进行滤波的方法包括:基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与视频滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五,视频滤波器基于非线性映射;以及使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值,将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。通过本发明的方案,滤波器抽头的数量可以不同于5。在一些实施例中,可以减少滤波器抽头的数量,仍然可以捕获到滤波器支持区域中的信息,并且可以提高编码效率。

附图说明

[0036] 根据以下详细描述和附图,所公开的主题的其他特征、性质和各种优点将变得更加明显,在附图中:

[0037] 图1A是帧内预测模式的示例性子集的示意图。

[0038] 图1B是示例性帧内预测方向的图示。

[0039] 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。

[0040] 图3是根据实施方式的通信系统的简化框图的示意图。

[0041] 图4是根据实施方式的通信系统的简化框图的示意图。

[0042] 图5是根据实施方式的解码器的简化框图的示意图。

[0043] 图6是根据实施方式的编码器的简化框图的示意图。

[0044] 图7示出了根据另一实施方式的编码器的框图。

[0045] 图8示出了根据另一实施方式的解码器的框图。

[0046] 图9示出了根据本公开内容的实施方式的滤波器形状的示例。

[0047] 图10A至图10D示出了根据本公开内容的实施方式的用于计算梯度的子采样(subsampled)位置的示例。

[0048] 图11A至图11B示出了根据本公开内容的实施方式的虚拟边界滤波处理的示例。

[0049] 图12A至图12F示出了根据本公开内容的实施方式的虚拟边界处的对称填充操作的示例。

[0050] 图13示出了根据本公开内容的一些实施方式的图片的分区示例。

[0051] 图14示出了一些示例中的图片的四叉树分割图案。

[0052] 图15示出了根据本公开内容的实施方式的分量间滤波器。

[0053] 图16示出了根据本公开内容的实施方式的滤波器形状的示例。

- [0054] 图17示出了根据本公开内容的一些实施方式的针对分量间滤波器的语法示例。
- [0055] 图18A至图18B示出了根据本公开内容的实施方式的色度样本相对于亮度样本的示例性位置。
- [0056] 图19示出了根据本公开内容的实施方式的方向搜索的示例。
- [0057] 图20示出了一些示例中的说明子空间投影的示例。
- [0058] 图21示出了根据本公开内容的实施方式的多个样本自适应偏移 (sample adaptive offset, SAO) 类型的表。
- [0059] 图22示出了一些示例中的边缘偏移中的像素分类的图案的示例。
- [0060] 图23示出了一些示例中的针对边缘偏移的像素分类规则的表。
- [0061] 图24示出了可以用信号通知的语法的示例。
- [0062] 图25示出了根据本公开内容的一些实施方式的滤波器支持区域的示例。
- [0063] 图26示出了根据本公开内容的一些实施方式的另一滤波器支持区域的示例。
- [0064] 图27A至图27C示出了根据本公开内容的实施方式的具有81个组合的表。
- [0065] 图28示出了示例中的3个滤波器抽头的8个滤波器形状构造。
- [0066] 图29示出了示例中的3个滤波器抽头的12个滤波器形状构造。
- [0067] 图30示出了基于非线性映射的滤波器的两个候选滤波器形状构造的示例。
- [0068] 图31示出了概述根据本公开内容的实施方式的处理的流程图。
- [0069] 图32示出了概述根据本公开内容的实施方式的处理的流程图。
- [0070] 图33是根据实施方式的计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0071] 图3示出了根据本公开内容的实施方式的通信系统 (300) 的简化框图。通信系统 (300) 包括可以经由例如网络 (350) 彼此通信的多个终端装置。例如,通信系统 (300) 包括经由网络 (350) 互连的第一对终端装置 (310) 和 (320)。在图3的示例中,第一对终端装置 (310) 和 (320) 执行数据的单向传输。例如,终端装置 (310) 可以对视频数据 (例如,由终端装置 (310) 捕获的视频图片流) 进行编码以经由网络 (350) 传输至另一终端装置 (320)。已编码视频数据可以以一个或多个已编码视频比特流的形式传输。终端装置 (320) 可以从网络 (350) 接收已编码视频数据,对该已编码视频数据进行解码以恢复视频图片,并且根据所恢复的视频数据显示视频图片。单向数据传输在媒体服务应用等中可以是常见的。

[0072] 在另一示例中,通信系统 (300) 包括第二对终端装置 (330) 和 (340),第二对终端装置 (330) 和 (340) 执行可能例如在视频会议期间发生的已编码视频数据的双向传输。对于数据的双向传输,在示例中,终端装置 (330) 和 (340) 中的每个终端装置可以对视频数据 (例如,由终端装置捕获的视频图片流) 进行编码以经由网络 (350) 传输至终端装置 (330) 和 (340) 中的另一终端装置。终端装置 (330) 和 (340) 中的每个终端装置还可以接收由终端装置 (330) 和 (340) 中的另一终端装置传输的已编码视频数据,并且可以对该已编码视频数据进行解码以恢复视频图片,并且可以根据所恢复的视频数据在可访问的显示装置处显示视频图片。

[0073] 在图3的示例中,终端装置 (310)、(320)、(330) 和 (340) 可以被示出为服务器、个人计算机和智能电话,但是本公开内容的原理可以不被这样限制。本公开内容的实施方式适

用于膝上型计算机、平板计算机、媒体播放器和/或专用视频会议装备。网络(350)表示在终端装置(310)、(320)、(330)和(340)之间传送已编码视频数据的任何数量的网络,包括例如有线(连线的)和/或无线通信网络。通信网络(350)可以在电路交换信道和/或分组交换信道中交换数据。代表性的网络包括电信网络、局域网、广域网和/或因特网。出于本论述的目的,除非在下文中有所说明,否则网络(350)的架构和拓扑对于本公开内容的操作而言可能是无关紧要的。

[0074] 作为所公开的主题的应用的示例,图4示出了视频编码器和视频解码器在流式传输环境中的布置。所公开的主题可以同样地适用于其他支持视频的应用,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。

[0075] 流式传输系统可以包括捕获子系统(413),捕获子系统(413)可以包括创建例如未经压缩的视频图片流(402)的视频源(401),例如数字摄像装置。在示例中,视频图片流(402)包括由数字摄像装置拍摄的样本。视频图片流(402)被描绘为粗线以强调当与已编码视频数据(404)(或已编码视频比特流)比较时的高数据量,视频图片流(402)可以由耦接至视频源(401)的包括视频编码器(403)的电子装置(420)进行处理。视频编码器(403)可以包括硬件、软件或其组合,以实现或实施如下更详细地描述的所公开的主题的各方面。已编码视频数据(404)(或已编码视频比特流(404))被描绘为细线以强调当与视频图片流(402)比较时的较低数据量,已编码视频数据(404)可以被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(408))可以访问流式传输服务器(405)以检索已编码视频数据(404)的副本(407)和(409)。客户端子系统(406)可以包括例如电子装置(430)中的视频解码器(410)。视频解码器(410)对传入的已编码视频数据的副本(407)进行解码,并且创建可以在显示器(412)(例如,显示屏)或其他呈现装置(未描绘)上呈现的传出视频图片流(411)。在一些流式传输系统中,可以根据某些视频编码/压缩标准对已编码视频数据(404)、(407)和(409)(例如,视频比特流)进行编码。这些标准的示例包括ITU-T H.265建议书。在示例中,开发中的视频编码标准被非正式地称为通用视频编码(Versatile Video Coding,VVC)。所公开的主题可以在VVC的背景下使用。

[0076] 注意,电子装置(420)和(430)可以包括其他部件(未示出)。例如,电子装置(420)可以包括视频解码器(未示出),并且电子装置(430)也可以包括视频编码器(未示出)。

[0077] 图5示出了根据本公开内容的实施方式的视频解码器(510)的框图。视频解码器(510)可以被包括在电子装置(530)中。电子装置(530)可以包括接收器(531)(例如,接收电路)。可以使用视频解码器(510)来代替图4的示例中的视频解码器(410)。

[0078] 接收器(531)可以接收要由视频解码器(510)解码的一个或多个已编码视频序列;在同一实施方式或另一实施方式中,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他已编码视频序列。可以从信道(501)接收已编码视频序列,信道(501)可以是到存储已编码视频数据的存储装置的硬件/软件链路。接收器(531)可以接收已编码视频数据以及其他数据例如已编码音频数据和/或辅助数据流,它们可以被转发至其各自的使用实体(未描绘)。接收器(531)可以将已编码视频序列与其他数据分开。为了防止网络抖动,可以将缓冲存储器(515)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。

在其他应用中,缓冲存储器(515)可以在视频解码器(510)外部(未描绘)。在又一些其他应用中,在视频解码器(510)外部可以存在缓冲存储器(未描绘)以例如防止网络抖动,并且此外在视频解码器(510)内部可以存在另一缓冲存储器(515)以例如处理播放定时。当接收器(531)从具有足够带宽和可控性的存储/转发装置或从等同步网络(isosynchronous network)接收数据时,可以不需要缓冲存储器(515),或者缓冲存储器(515)可以较小。为了在诸如因特网的尽力型(best effort)分组网络上使用,可能需要缓冲存储器(515),缓冲存储器(515)可以相对较大并且可以有利地具有自适应大小,并且可以至少部分地在操作系统或视频解码器(510)外部的类似元件(未描绘)中实现。

[0079] 视频解码器(510)可以包括解析器(520)以根据已编码视频序列来重构符号(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,以及可能包括用于控制呈现装置例如呈现装置(512)(例如,显示屏)的信息,该呈现装置不是电子装置(530)的组成部分而是可以耦接至电子装置(530),如图5所示。用于(一个或多个)呈现装置的控制信息可以呈补充增强信息(Supplemental Enhancement Information,SEI消息)或视频可用性信息(Video Usability Information,VUI)参数集片段(未描绘)的形式。解析器(520)可以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以根据视频编码技术或标准,并且可以遵循各种原理,包括可变长度编码、霍夫曼编码(Huffman coding)、具有或不具有上下文敏感性的算术编码等。解析器(520)可以基于与群组对应的至少一个参数,在视频解码器中从已编码视频序列中提取针对像素子群组中的至少一个子群组的子群组参数集。子群组可以包括:图片群组(Group of Pictures,GOP)、图片、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。解析器(520)还可以从已编码视频序列中提取诸如变换系数、量化器参数值、运动矢量等的信息。

[0080] 解析器(520)可以对从缓冲存储器(515)接收的视频序列执行熵解码/解析操作,从而创建符号(521)。

[0081] 符号(521)的重构可以根据已编码视频图片或其一部分的类型(例如:帧间图片和帧内图片、帧间块和帧内块)以及其他因素而涉及多个不同的单元。涉及哪些单元以及涉及方式可以通过由解析器(520)从已编码视频序列解析的子群组控制信息来控制。为了清楚起见,未描绘解析器(520)与下文的多个单元之间的这样的子群组控制信息的流动。

[0082] 除已经提及的功能块以外,可以在概念上将视频解码器(510)细分成如下文所描述的多个功能单元。在商业约束下操作的实际实现中,这些单元中的许多单元彼此紧密交互并且可以至少部分地彼此集成。然而,出于描述所公开主题的目的,在概念上细分成下文的功能单元是适当的。

[0083] 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(一个或多个)符号(521)的经量化的变换系数以及控制信息,控制信息包括要使用哪种变换、块大小、量化因子、量化缩放矩阵等。缩放器/逆变换单元(551)可以输出包括样本值的块,该块可以被输入到聚合器(555)中。

[0084] 在一些情况下,缩放器/逆变换(551)的输出样本可以与经帧内编码的块有关;即:不使用来自先前重构的图片的预测性信息但可以使用来自当前图片的先前重构部分的预测性信息的块。这样的预测性信息可以由帧内图片预测单元(552)提供。在一些情况下,帧

内图片预测单元 (552) 使用从当前图片缓冲器 (558) 获取的周围已重构的信息生成大小和形状与重构中的块相同的块。例如, 当前图片缓冲器 (558) 缓冲部分重构的当前图片和/或完全重构的当前图片。在一些情况下, 聚合器 (555) 基于每个样本将帧内预测单元 (552) 已经生成的预测信息添加至如由缩放器/逆变换单元 (551) 提供的输出样本信息。

[0085] 在其他情况下, 缩放器/逆变换单元 (551) 的输出样本可以与经帧间编码并且可能经运动补偿的块有关。在这样的情况下, 运动补偿预测单元 (553) 可以访问参考图片存储器 (557) 以获取用于预测的样本。在根据与块有关的符号 (521) 对所获取的样本进行运动补偿之后, 这些样本可以由聚合器 (555) 添加至缩放器/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) 以生成输出样本信息。运动补偿预测单元 (553) 从其获取预测样本的参考图片存储器 (557) 内的地址可以由能够由运动补偿预测单元 (553) 获得的符号 (521) 的形式运动矢量控制, 该运动矢量可以具有例如X分量、Y分量和参考图片分量。运动补偿还可以包括当使用子样本精确运动矢量时对从参考图片存储器 (557) 中获取的样本值进行插值、运动矢量预测机制等。

[0086] 聚合器 (555) 的输出样本可以在环路滤波器单元 (556) 中经受各种环路滤波技术。视频压缩技术可以包括环路内滤波器技术, 所述环路内滤波器技术由包括在已编码视频序列 (也被称为已编码视频比特流) 中且可以作为来自解析器 (520) 的符号 (521) 被环路滤波器单元 (556) 获得的参数控制, 但是环路内滤波器技术也可以对在对已编码图片或已编码视频序列的 (按解码顺序的) 先前部分进行解码期间获得的元信息进行响应, 以及对先前重构并且经环路滤波的样本值进行响应。

[0087] 环路滤波器单元 (556) 的输出可以是样本流, 该样本流可以被输出至呈现装置 (512) 以及存储在参考图片存储器 (557) 中以用于将来的帧间图片预测。

[0088] 一旦被完全重构, 某些已编码图片就可以被用作参考图片以用于将来预测。例如, 一旦与当前图片对应的已编码图片被完全重构并且该已编码图片 (通过例如解析器 (520)) 被识别为参考图片, 则当前图片缓冲器 (558) 可以变为参考图片存储器 (557) 的一部分, 并且可以在开始重构随后的已编码图片之前重新分配新的当前图片缓冲器。

[0089] 视频解码器 (510) 可以根据诸如ITU-T H.265建议书的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两者的意义上, 已编码视频序列可以符合由所使用的视频压缩技术或标准指定的语法。具体地, 配置文件可以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仅在该配置文件下可供使用的工具。对于合规性, 还需要已编码视频序列的复杂度处于由视频压缩技术或标准的级别限定的界限内。在一些情况下, 级别限制最大图片大小、最大帧速率、最大重构采样率 (以例如每秒百万样本为单位进行测量)、最大参考图片大小等。在一些情况下, 由级别设置的限制可以通过假想参考解码器 (Hypothetical Reference Decoder, HRD) 规范以及在已编码视频序列中用信号通知的HRD缓冲器管理的元数据来进一步限定。

[0090] 在实施方式中, 接收器 (531) 可以连同已编码视频一起接收附加 (冗余) 数据。附加数据可以被包括作为一个或多个已编码视频序列的一部分。附加数据可以被视频解码器 (510) 用于对数据进行适当解码以及/或者更准确地重构原始视频数据。附加数据可以呈例如时间、空间或信噪比 (signal noise ratio, SNR) 增强层、冗余切片、冗余图片、前向纠错

码等形式。

[0091] 图6示出了根据本公开内容的实施方式的视频编码器(603)的框图。视频编码器(603)被包括在电子装置(620)中。电子装置(620)包括传输器(640)(例如,传输电路)。可以使用视频编码器(603)来代替图4的示例中的视频编码器(403)。

[0092] 视频编码器(603)可以从视频源(601)(其并非图6的示例中的电子装置(620)的一部分)接收视频样本,视频源(601)可以捕获要由视频编码器(603)进行编码的(一个或多个)视频图像。在另一示例中,视频源(601)是电子装置(620)的一部分。

[0093] 视频源(601)可以提供要由视频编码器(603)进行编码的呈数字视频样本流形式的源视频序列,该数字视频样本流可以具有任何合适的比特深度(例如:8比特、10比特、12比特……)、任何颜色空间(例如,BT.601Y CrCb、RGB……)和任何合适的采样结构(例如Y CrCb 4:2:0、Y CrCb4:4:4)。在媒体服务系统中,视频源(601)可以是存储先前准备的视频的存储装置。在视频会议系统中,视频源(601)可以是捕获本地图像信息作为视频序列的摄像装置。可以将视频数据提供为当按顺序观看时被赋予运动的多个单独的图片。图片本身可以被组织为空间像素阵列,其中,取决于所使用的采样结构、颜色空间等,每个像素可以包括一个或更多个样本。本领域技术人员可以容易理解像素与样本之间的关系。以下描述聚焦于样本。

[0094] 根据实施方式,视频编码器(603)可以实时地或者在应用所要求的任何其他时间约束下将源视频序列的图片编码并压缩成已编码视频序列(643)。实施适当的编码速度是控制器(650)的一个功能。在一些实施方式中,控制器(650)控制如下所述的其他功能单元并且在功能上耦接至所述其他功能单元。为清楚起见未描绘所述耦接。通过控制器(650)设置的参数可以包括速率控制相关参数(图片跳过、量化器、率失真优化技术的 λ 值……)、图片大小、图片组(group of pictures,GOP)布局、最大运动矢量搜索范围等。控制器(650)可以被配置成具有其他合适的与针对特定系统设计而优化的视频编码器(603)有关的功能。

[0095] 在一些实施方式中,视频编码器(603)被配置成在编码环路中进行操作。作为极度简化的描述,在示例中,编码环路可以包括源编码器(630)(例如,负责基于要编码的输入图片和(一个或多个)参考图片来创建符号,例如符号流)和嵌入在视频编码器(603)中的(本地)解码器(633)。解码器(633)以与(远程)解码器将创建样本数据的方式类似的方式重构符号以创建样本数据(因为在所公开的主题中所考虑的视频压缩技术中,符号与已编码视频比特流之间的任何压缩是无损的)。重构的样本流(样本数据)被输入至参考图片存储器(634)。由于符号流的解码产生与解码器位置(本地或远程)无关的比特精确结果,因此参考图片存储器(634)中的内容在本地编码器与远程编码器之间也是比特精确的。换句话说,编码器的预测部分将与解码器在解码期间使用预测时将“看到”的样本值完全相同的样本值“视为”参考图片样本。参考图片同步性的这种基本原理(以及在例如由于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。

[0096] “本地”解码器(633)的操作可以与“远程”解码器例如已经在上面结合图5详细描述的视频解码器(510)的操作相同。然而,另外简要地参照图5,由于符号可用并且由熵编码器(645)将符号编码成已编码视频序列以及由解析器(520)对符号进行解码可以是无损的,因此可以不在本地解码器(633)中完全实现视频解码器(510)的包括缓冲存储器(515)和解析器(520)的熵解码部分。

[0097] 此时可以观察到,除了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需要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,所公开的主题聚焦于解码器操作。可以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相反。仅在某些领域需要更详细的描述,并且在下文提供该描述。

[0098] 在一些示例中,在操作期间,源编码器(630)可以执行经运动补偿的预测编码,该经运动补偿的预测编码参考来自视频序列的被指定为“参考图片”的一个或多个先前已编码图片对输入图片进行预测性编码。以此方式,编码引擎(632)对输入图片的像素块与可以被选作该输入图片的(一个或多个)预测参考的(一个或多个)参考图片的像素块之间的差异进行编码。

[0099] 本地视频解码器(633)可以基于由源编码器(630)创建的符号,对可以被指定为参考图片的图片的已编码视频数据进行解码。编码引擎(632)的操作可以有利地为有损处理。当已编码视频数据可以在视频解码器(图6中未示出)处被解码时,重构的视频序列典型地可以是源视频序列的带有一些误差的副本。本地视频解码器(633)复制可以由视频解码器对参考图片执行的解码处理,并且可以使重构的参考图片存储在参考图片缓存(634)中。以此方式,视频编码器(603)可以在本地存储重构的参考图片的副本,所述副本将与由远端视频解码器获得的重构参考图片具有共同内容(不存在传输错误)。

[0100] 预测器(635)可以针对编码引擎(632)执行预测搜索。也就是说,对于要被编码的新图片,预测器(635)可以在参考图片存储器(634)中搜索可以用作针对新图片的合适预测参考的样本数据(作为候选参考像素块)或特定元数据,例如参考图片运动矢量、块形状等。预测器(635)可以在逐样本块-像素块的基础上操作,以找到合适的预测参考。在一些情况下,如通过由预测器(635)获得的搜索结果所确定的,输入图片可以具有从存储在参考图片存储器(634)中的多个参考图片取得的预测参考。

[0101] 控制器(650)可以管理源编码器(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组参数。

[0102] 所有以上提及的功能单元的输出可以在熵编码器(645)中经受熵编码。熵编码器(645)通过根据诸如霍夫曼编码、可变长度编码、算术编码等的技术对由各种功能单元生成的符号进行无损压缩来将这些符号转换为已编码视频序列。

[0103] 传输器(640)可以缓冲由熵编码器(645)创建的(一个或多个)已编码视频序列,从而为经由通信信道(660)进行传输做准备,通信信道(660)可以是至将存储已编码视频数据的存储装置的硬件/软件链路。传输器(640)可以将来自视频编码器(603)的已编码视频数据与要传输的其他数据合并,所述其他数据例如是已编码音频数据和/或辅助数据流(未示出源)。

[0104] 控制器(650)可以管理视频编码器(603)的操作。在编码期间,控制器(650)可以向每个已编码图片分配特定已编码图片类型,这可能影响可以应用于相应的图片的编码技术。例如,通常可以向图片分配以下图片类型之一:

[0105] 帧内图片(I图片),其可以是可以在不将序列中的任何其他图片用作预测源的情况下被编码和解码的图片。一些视频编解码器容许不同类型的帧内图片,包括例如独立解码器刷新(Independent Decoder Refresh,“IDR”)图片。本领域技术人员了解I图片的那些变型及其相应的应用和特征。

[0106] 预测性图片(P图片),其可以是可以使用利用至多一个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本值的帧间预测或帧内预测被编码和解码的图片。

[0107] 双向预测性图片(B图片),其可以是可以使用利用至多两个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本值的帧间预测或帧内预测被编码和解码的图片。类似地,多预测性图片可以使用多于两个参考图片和相关联元数据以用于单个块的重构。

[0108] 源图片通常可以在空间上细分成多个样本块(例如,分别为 4×4 、 8×8 、 4×8 或 16×16 样本的块),并且逐块地被编码。可以参考其他(已编码的)块对这些块进行预测性编码,所述其他块是通过应用于块的相应图片的编码分配而确定的。例如,可以对I图片的块进行非预测性编码,或者可以参考同一图片的已编码块对I图片的块进行预测性编码(空间预测或帧内预测)。可以参考一个先前已编码的参考图片经由空间预测或经由时间预测对P图片的像素块进行预测性编码。可以参考一个或两个先前已编码的参考图片经由空间预测或经由时间预测对B图片的块进行预测性编码。

[0109] 视频编码器(603)可以根据诸如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。在其操作中,视频编码器(603)可以执行各种压缩操作,包括利用输入视频序列中的时间和空间冗余的预测性编码操作。因此,已编码视频数据可以符合由所使用的视频编码技术或标准指定的语法。

[0110] 在实施方式中,传输器(640)可以连同已编码视频一起传输附加数据。源编码器(630)可以包括这样的数据作为已编码视频序列的一部分。附加数据可以包括时间/空间/SNR增强层、其他形式的冗余数据例如冗余图片和切片、SEI消息、VUI参数集片段等。

[0111] 可以按时间序列将视频捕获为多个源图片(视频图片)。帧内图片预测(通常被简化为帧内预测)利用给定图片中的空间相关性,而帧间图片预测利用图片之间的(时间或其他)相关性。在示例中,正在编码/解码的特定图片——其被称为当前图片——被划分成块。在当前图片中的块与视频中先前已编码且又被缓冲的参考图片中的参考块类似的情况下,可以通过被称作运动矢量的矢量对当前图片中的块进行编码。运动矢量指向参考图片中的参考块,并且在使用多个参考图片的情况下,运动矢量可以具有标识参考图片的第三维度。

[0112] 在一些实施方式中,可以将双向预测技术用于帧间图片预测。根据双向预测技术,使用两个参考图片,例如按解码次序均在视频中的当前图片之前(但按显示次序可能分别在过去和将来)的第一参考图片和第二参考图片。可以通过指向第一参考图片中的第一参考块的第一运动矢量和指向第二参考图片中的第二参考块的第二运动矢量对当前图片中的块进行编码。可以通过第一参考块和第二参考块的组合来预测所述块。

[0113] 此外,可以在帧间图片预测中使用合并模式技术以提高编码效率。

[0114] 根据本公开内容的一些实施方式,以块为单位执行诸如帧间图片预测和帧内图片预测的预测。例如,根据HEVC标准,将视频图片序列中的图片划分成编码树单元(coding tree unit,CTU)以用于压缩,图片中的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),即一个亮度CTB和两个色度CTB。每个CTU可以被递归地以四叉树分割成一个或多个编码单元(coding unit,CU)。例如,可以将 64×64 像素的CTU分割成一个 64×64 像素的CU,或4个 32×32 像素的CU,或16个 16×16 像素的CU。在示例中,对每个CU进行分析以确定针对该CU的预测类型,例如帧间预测类型或帧内预测类型。根据时间和/或空间可预测性,将CU分割成一个或多个

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。在实施方式中,以预测块为单位来执行编解码(编码/解码)中的预测操作。使用亮度预测块作为预测块的示例,预测块包括诸如 8×8 像素、 16×16 像素、 8×16 像素、 16×8 像素等的像素的值(例如,亮度值)的矩阵。

[0115] 图7示出了根据本公开内容的另一实施方式的视频编码器(703)的图。视频编码器(703)被配置成接收视频图片序列中的当前视频图片内的样本值的处理块(例如,预测块),并且将处理块编码到作为已编码视频序列的一部分的已编码图片中。在示例中,使用视频编码器(703)代替图4的示例中的视频编码器(403)。

[0116] 在HEVC示例中,视频编码器(703)接收针对处理块例如 8×8 样本的预测块等的样本值的矩阵。视频编码器(703)使用例如率失真优化来确定是使用帧内模式、帧间模式还是双向预测模式对处理块进行最佳编码。在将以帧内模式对处理块进行编码的情况下,视频编码器(703)可以使用帧内预测技术将处理块编码到已编码图片中;以及在将以帧间模式或双向预测模式对处理块进行编码的情况下,视频编码器(703)可以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片中。在某些视频编码技术中,合并模式可以是帧间图片预测子模式,在帧间图片预测子模式下,从一个或多个运动矢量预测器得出运动矢量,而无需借助于所述预测器外部的已编码运动矢量分量。在某些其他视频编码技术中,可以存在适用于对象块的运动矢量分量。在示例中,视频编码器(703)包括其他部件,例如,用于确定处理块的模式模式决策模块(未示出)。

[0117] 在图7的示例中,视频编码器(703)包括如图7所示的耦接在一起的帧间编码器(730)、帧内编码器(722)、残差计算器(723)、开关(726)、残差编码器(724)、总体控制器(721)以及熵编码器(725)。

[0118] 帧间编码器(730)被配置成:接收当前块(例如,处理块)的样本;将所述块与参考图片中的一个或多个参考块(例如,先前图片与随后图片中的块)进行比较;生成帧间预测信息(例如,根据帧间编码技术的冗余信息、运动矢量、合并模式信息的描述);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,预测块)。在一些示例中,参考图片是基于已编码视频信息进行解码的已解码参考图片。

[0119] 帧内编码器(722)被配置成:接收当前块(例如,处理块)的样本;在一些情况下将所述块与同一图片中已经编码的块进行比较;在变换之后生成经量化的系数,并且在一些情况下还生成帧内预测信息(例如,根据一个或多个帧内编码技术的帧内预测方向信息)。在示例中,帧内编码器(722)还基于帧内预测信息和同一图片中的参考块来计算帧内预测结果(例如,预测块)。

[0120] 总体控制器(721)被配置成确定总体控制数据并且基于总体控制数据来控制视频编码器(703)的其他部件。在示例中,总体控制器(721)确定块的模式,并且基于该模式将控制信号提供至开关(726)。例如,当所述模式是帧内模式时,总体控制器(721)控制开关(726)选择帧内模式结果以供残差计算器(723)使用,并且控制熵编码器(725)选择帧内预测信息并将所述帧内预测信息包括在比特流中;以及当所述模式是帧间模式时,总体控制器(721)控制开关(726)选择帧间预测结果以供残差计算器(723)使用,并且控制熵编码器(725)选择帧间预测信息并将所述帧间预测信息包括在比特流中。

[0121] 残差计算器(723)被配置成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)被配置成基于残差数据进行操作,以对残差数据进行编码,从而生成变换系数。在示例中,残差编码器(724)被配置成将残差数据从空间域转换到频域,并且生成变换系数。然后,变换系数经受量化处理以获得经量化的变换系数。在各种实施方式中,视频编码器(703)还包括残差解码器(728)。残差解码器(728)被配置成执行逆变换并且生成已解码残差数据。已解码残差数据可以由帧内编码器(722)和帧间编码器(730)适当地使用。例如,帧间编码器(730)可以基于已解码残差数据和帧间预测信息来生成已解码块,并且帧内编码器(722)可以基于已解码残差数据和帧内预测信息来生成已解码块。在一些示例中,适当处理已解码块以生成已解码图片,并且这些已解码图片可以在存储器电路(未示出)中缓冲并且用作参考图片。

[0122] 熵编码器(725)被配置成对比特流进行格式化以包括已编码块。熵编码器(725)被配置成包括根据合适的标准例如HEVC标准的各种信息。在示例中,熵编码器(725)被配置成将总体控制数据、所选择的预测信息(例如,帧内预测信息或帧间预测信息)、残差信息和其他合适的信息包括在比特流中。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下对块进行编码时,不存在残差信息。

[0123] 图8示出了根据本公开内容的另一实施方式的视频解码器(810)的图。视频解码器(810)被配置成接收作为已编码视频序列的一部分的已编码图片并且对已编码图片进行解码以生成重构的图片。在示例中,使用视频解码器(810)代替图4的示例中的视频解码器(410)。

[0124] 在图8的示例中,视频解码器(810)包括如图8所示的耦接在一起的熵解码器(871)、帧间解码器(880)、残差解码器(873)、重构模块(874)以及帧内解码器(872)。

[0125] 熵解码器(871)可以被配置成根据已编码图片来重构某些符号,这些符号表示构成已编码图片的语法元素。这样的符号可以包括例如对块进行编码的模式(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)、可以标识分别供帧内解码器(872)或帧间解码器(880)使用以进行预测的一定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)、呈诸如经量化的变换系数的形式的残差信息等。在示例中,当预测模式是帧间模式或双向预测模式时,将帧间预测信息提供给帧间解码器(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给帧内解码器(872)。残差信息可以经受逆量化并且被提供给残差解码器(873)。

[0126] 帧间解码器(880)被配置成接收帧间预测信息以及基于该帧间预测信息来生成帧间预测结果。

[0127] 帧内解码器(872)被配置成接收帧内预测信息以及基于该帧内预测信息来生成预测结果。

[0128] 残差解码器(873)被配置成:执行逆量化以提取经去量化的变换系数,以及对经去量化的变换系数进行处理以将残差从频域转换到空间域。残差解码器(873)还可能需要一定控制信息(以包括量化器参数(Quantizer Parameter, QP)),并且该信息可以由熵解码器(871)提供(未描绘出数据路径,因为这可能仅是少量控制信息)。

[0129] 重构模块(874)被配置成在空间域中将由残差解码器(873)输出的残差与预测结果(根据情况由帧间预测模块或帧内预测模块输出)进行组合以形成重构的块,该重构的块可以是重构的图片的一部分,该重构的图片又可以是重构的视频的一部分。注意,可以执行

其他合适的操作例如去块操作等来改善视觉质量。

[0130] 注意,可以使用任何合适的技术来实现视频编码器(403)、(603)和(703)以及视频解码器(410)、(510)和(810)。在实施方式中,可以使用一个或多个集成电路来实现视频编码器(403)、(603)和(703)以及视频解码器(410)、(510)和(810)。在另一实施方式中,可以使用执行软件指令的一个或多个处理器来实现视频编码器(403)、(603)和(703)以及视频解码器(410)、(510)和(810)。

[0131] 本公开内容的各方面提供用于视频编码/解码的滤波技术。

[0132] 编码器/解码器可以应用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)以减少伪影。对于亮度分量,例如,可以基于局部梯度的方向和活动性针对4x4亮度块选择多个滤波器(例如,25个滤波器)中的一者。

[0133] ALF可以有任何合适的形状和大小。参照图9, ALF(910)至(911)具有菱形形状,例如, ALF(910)为5x5菱形并且ALF(911)为7x7菱形。在ALF(910)中,元素(920)至(932)形成菱形形状并且可以用于滤波处理。七个值(例如, C0至C6)可以用于元素(920)至(932)。在ALF(911)中,元素(940)至(964)形成菱形形状并且可以用于滤波处理。十三个值(例如, C0至C12)可以用于元素(940)至(964)。

[0134] 参照图9, 在一些示例中,使用具有菱形滤波器形状的两个ALF(910)至(911)。5x5菱形滤波器(910)可以被应用于色度分量(例如,色度块、色度CB),并且7x7菱形滤波器(911)可以被应用于亮度分量(例如,亮度块、亮度CB)。在ALF中可以使用其他合适的形状和大小。例如,可以使用9x9菱形滤波器。

[0135] 在由这些值(例如,(910)中的C0至C6或(920)中的C0至C12)指示的位置处的滤波器系数可以为非零。此外,在ALF包括裁剪功能的情况下,所述位置处的裁剪值可以为非零。

[0136] 对于亮度分量的块分类,可以将4x4块(或亮度块,亮度CB)分类或归类为多个(例如,25个)类别中的一者。可以基于方向性参数D和活动值A的量化值 \hat{A} 利用式(1)得出分类索引C。

$$[0137] \quad C = 5D + \hat{A} \quad \text{式(1)}$$

[0138] 为了计算方向性参数D和量化值 \hat{A} ,可以如下利用1-D拉普拉斯分别计算垂直方向、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} 。

$$[0139] \quad g_v = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} V_{k,l}, \quad V_{k,l} = |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)| \quad \text{式(2)}$$

$$[0140] \quad g_h = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} H_{k,l}, \quad H_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l) - R(k+1,l)| \quad \text{式(3)}$$

$$[0141] \quad g_{d1} = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-3}^{j+3} D1_{k,l}, \quad D1_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)| \quad \text{式(4)}$$

$$[0142] \quad g_{d2} = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} D2_{k,l}, \quad D2_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)| \quad \text{式(5)}$$

[0143] 其中,索引i和j指4x4块内的左上样本的坐标,并且R(k,l)指坐标(k,l)处的重构样本。方向(例如,d1和d2)可以指2个对角线方向。

[0144] 为了降低上述块分类的复杂性,可以应用子采样1-D拉普拉斯计算。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,标签‘V’示出了用于计算垂直梯度 g_v 的子采样位置。在图10B中,标签‘H’示出了用于计算水平梯度 g_h 的子采样位置。在图10C中,标签‘D1’示出了用于计算d1对角线梯度 g_{d1} 的子采样位置。在图10D中,标签‘D2’示出了用于计算d2对角线梯度 g_{d2} 的子采样位置。

[0145] 水平方向的梯度和垂直方向的梯度 g_v 和 g_h 的最大值 $g_{h,v}^{max}$ 和最小值 $g_{h,v}^{min}$ 可以被设置为:

$$[0146] \quad g_{h,v}^{max} = \max(g_h, g_v), \quad g_{h,v}^{min} = \min(g_h, g_v) \quad \text{式 (6)}$$

[0147] 两个对角线方向的梯度 g_{d1} 和 g_{d2} 的最大值 $g_{d1,d2}^{max}$ 和最小值 $g_{d1,d2}^{min}$ 可以被设置为:

$$[0148] \quad g_{d1,d2}^{max} = \max(g_{d1}, g_{d2}), \quad g_{d1,d2}^{min} = \min(g_{d1}, g_{d2}) \quad \text{式 (7)}$$

[0149] 方向性参数D可以如下基于上述值和两个阈值 t_1 和 t_2 得出。

[0150] 步骤1:如果(1) $g_{h,v}^{max} \leq t_1 \cdot g_{h,v}^{min}$ 且(2) $g_{d1,d2}^{max} \leq t_1 \cdot g_{d1,d2}^{min}$ 为真,则D被设置为0。

[0151] 步骤2:如果 $g_{h,v}^{max} / g_{h,v}^{min} > g_{d1,d2}^{max} / g_{d1,d2}^{min}$, 则进行至步骤3;否则,进行至步骤4。

[0152] 步骤3:如果 $g_{h,v}^{max} > t_2 \cdot g_{h,v}^{min}$, 则D被设置为2;否则,D被设置为1。

[0153] 步骤4:如果 $g_{d1,d2}^{max} > t_2 \cdot g_{d1,d2}^{min}$, 则D被设置为4;否则,D被设置为3。

[0154] 活动值A可以被计算为:

$$[0155] \quad A = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} (V_{k,l} + H_{k,l}) = g_v + g_h \quad \text{式 (8)}$$

[0156] A可以被进一步量化到0到4的范围(包括端值),并且经量化的值被表示为 \hat{A} 。

[0157] 对于图片中的色度分量,不应用块分类,并且因此可以针对每个色度分量应用单个ALF系数集。

[0158] 几何变换可以被应用于滤波器系数和对应的滤波器裁剪值(也称为裁剪值)。在对块(例如, 4×4 亮度块)进行滤波之前,例如,取决于针对该块计算的梯度值(例如, g_v 、 g_h 、 g_{d1} 和/或 g_{d2}),可以将几何变换例如旋转或者对角线和垂直翻转应用于滤波器系数 $f(k, l)$ 和对应的滤波器裁剪值 $c(k, l)$ 。将几何变换应用于滤波器系数 $f(k, l)$ 和对应的滤波器裁剪值 $c(k, l)$ 可以等效于将几何变换应用于滤波器所支持的区域中的样本。几何变换可以通过使相应的方向性对准来使应用ALF的不同块更加相似。

[0159] 可以如式(9)至式(11)所描述的分别执行三种几何变换,包括对角线翻转、垂直翻转和旋转。

$$[0160] \quad f_p(k, l) = f(l, k), \quad c_p(k, l) = c(l, k) \quad \text{式 (9)}$$

$$[0161] \quad f_v(k, l) = f(k, K-1-l), \quad c_v(k, l) = c(k, K-1-l) \quad \text{式 (10)}$$

[0162] $f_r(k, l) = f(K-1-l, k)$, $c_r(k, l) = c(K-1-l, k)$ 式(11)

[0163] 其中, K 是ALF或滤波器的大小, 并且 $0 \leq k, l \leq K-1$ 是系数的坐标。例如, 位置 $(0, 0)$ 在滤波器 f 或裁剪值矩阵 (或裁剪矩阵) c 的左上角, 并且位置 $(K-1, K-1)$ 在滤波器 f 或裁剪值矩阵 (或裁剪矩阵) c 的右下角。可以根据针对块所计算的梯度值, 将变换应用于滤波器系数 $f(k, l)$ 和裁剪值 $c(k, l)$ 。表1中总结了变换与四个梯度之间的关系示例。

[0164] 表1: 针对块计算的梯度与变换的映射

梯度值	变换
$g_{d2} < g_{d1}$ 且 $g_h < g_v$	不进行变换
$g_{d2} < g_{d1}$ 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

[0166] 在一些实施方式中, 在图片的自适应参数集 (Adaptation Parameter Set, APS) 中用信号通知ALF滤波器参数。在APS中, 可以用信号通知亮度滤波器系数和裁剪值索引的一个或多个集合 (例如, 多达25个集合)。在示例中, 一个或多个集合中的集合可以包括亮度滤波器系数以及一个或多个裁剪值索引。可以用信号通知色度滤波器系数和裁剪值索引的一个或多个集合 (例如, 多达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。在切片报头中, 可以用信号通知用于当前切片的APS的索引。

[0167] 在实施方式中, 可以从APS中解码裁剪值索引 (也称为裁剪索引)。裁剪值索引可以用于例如基于裁剪值索引与对应的裁剪值之间的关系来确定对应的裁剪值。该关系可以被预定义并存储在解码器中。在示例中, 通过表来描述该关系, 该表例如裁剪值索引和对应的裁剪值的亮度表 (例如, 用于亮度CB)、裁剪值索引和对应的裁剪值的色度表 (例如, 用于色度CB)。裁剪值可以独立于位深度 B 。位深度 B 可以指内部位深度、要滤波的CB中的重构样本的位深度等。在一些示例中, 使用式 (12) 获得表 (例如, 亮度表、色度表)。

[0168]
$$\text{AlfClip} = \left\{ \text{round} \left(2^{B \frac{N-n+1}{N}} \right) \text{ 对于 } n \in [1..N] \right\}$$
 式 (12)

[0169] 其中, AlfClip 是裁剪值, B 是位深度 (例如, bitDepth), N (例如, $N=4$) 是允许的裁剪值的数量, 并且 $(n-1)$ 是裁剪值索引 (也称为裁剪索引或 clipIdx)。表2示出了使用式 (12) 获得的表的示例, 其中, $N=4$ 。在表2中, 裁剪索引 $(n-1)$ 可以分别为0、1、2和3, 并且 n 可以分别为1、2、3和4。表2可以用于亮度块或色度块。

[0170] 表2 AlfClip 可以依赖于位深度 B 和 clipIdx

bitDepth	clipIdx			
	0	1	2	3
8	255	64	16	4
9	511	108	23	5
[0171] 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
[0172] 15	32767	2435	181	13
16	65535	4096	256	16

[0173] 在用于当前切片的切片报头中,可以用信号通知一个或更多个APS索引(例如,多达7个APS索引)以指定可以用于当前切片的亮度滤波器集合。可以在一个或更多个合适的级别例如图片级别、切片级别、CTB级别和/或类似的级别处对滤波处理进行控制。在实施方式中,可以在CTB级别对滤波处理进行进一步控制。可以用信号通知标志以指示是否将ALF应用于亮度CTB。亮度CTB可以在多个固定滤波器集合(例如,16个固定滤波器集合)以及在APS中用信号通知的滤波器集合(也称为用信号通知的滤波器集合)中选择滤波器集合。可以针对亮度CTB用信号通知滤波器集合索引以指示要应用的滤波器集合(例如,多个固定滤波器集合和用信号通知的滤波器集合之中的滤波器集合)。所述多个固定滤波器集合可以在编码器和解码器中被预定义和硬编码,并且可以被称为预定义滤波器集合。

[0174] 对于色度分量,可以在切片报头中用信号通知APS索引,以指示要用于当前切片的色度滤波器集合。在CTB级别,如果在APS中存在多于一个色度滤波器集合,则可以针对每个色度CTB用信号通知滤波器集合索引。

[0175] 可以用等于128的范数来量化滤波器系数。为了降低乘法复杂性,可以应用比特流一致性,使得非中心位置的系数值可以在-27至27-1的范围内(包括端值)。在示例中,不在比特流中用信号通知中心位置系数并且中心位置系数可以被认为等于128。

[0176] 在一些实施方式中,裁剪索引和裁剪值的语法和语义定义为如下:

[0177] `alf_luma_clip_idx[sfIdx][j]`可以用于指定要在与由sfIdx指示的用信号通知

的亮度滤波器的第j个系数相乘之前使用的剪裁值的剪裁索引。比特流一致性的要求可以包括:alf_luma_clip_idx[sfIdx][j]的值应在0到3的范围内(包括端值),其中,sfIdx=0至alf_luma_num_filters_signalled_minus1且j=0至11。

[0178] 取决于bitDepth被设置成等于BitDepthY并且clipIdx被设置成等于alf_luma_clip_idx[alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]][j],可以如表2中所指定的得出具有元素AlfClipL[adaptation_parameter_set_id][filtIdx][j]的亮度滤波器剪裁值AlfClipL[adaptation_parameter_set_id],其中,filtIdx=0至NumAlfFilters-1且j=0至11。

[0179] alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]可以用于指定要在与具有索引altIdx的替选色度滤波器的第j个系数相乘之前使用的剪裁值的剪裁索引。比特流一致性的要求可以包括:alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]的值应在0到3的范围内(包括端值),其中,altIdx=0至alf_chroma_num_alt_filters_minus1,j=0至5。

[0180] 取决于bitDepth被设置为等于BitDepthC并且clipIdx被设置为等于alf_chroma_clip_idx[altIdx][j],可以如表2中所指定的得出具有元素AlfClipC[adaptation_parameter_set_id][altIdx][j]的色度滤波器剪裁值AlfClipC[adaptation_parameter_set_id][altIdx],其中,altIdx=0至alf_chroma_num_alt_filters_minus1,j=0至5。

[0181] 在实施方式中,滤波处理可以被描述为如下。在解码器侧,在针对CTB启用ALF的情况下,可以对CU(或CB)内的样本R(i,j)进行滤波,从而得到如以下使用式(13)示出的经滤波的样本值R'(i,j)。在示例中,对CU中的每个样本进行滤波。

$$R'(i,j) = R(i,j) + \left(\left(\sum_{k \neq 0} \sum_{l \neq 0} f(k,l) \times K(R(i+k,j+l) - R(i,j), c(k,l)) + 64 \right) \gg 7 \right) \quad \text{式(13)}$$

[0183] 其中,f(k,l)表示经解码的滤波器系数,K(x,y)是裁剪函数,并且c(k,l)表示经解码的裁剪参数(或剪裁值)。变量k和l可以在-L/2与L/2之间变化,其中L表示滤波器长度。裁剪函数K(x,y)=min(y,max(-y,x))对应于裁剪函数Clip3(-y,y,x)。通过结合裁剪函数K(x,y),环路滤波方法(例如,ALF)变成非线性处理,并且可以被称为非线性ALF。

[0184] 在非线性ALF中,可以在表3中提供多个剪裁值集合。在示例中,亮度集合包括四个剪裁值{1024,181,32,6},并且色度集合包括四个剪裁值{1024,161,25,4}。可以通过在对数域中近似相等地分割亮度块的样本值(以10比特编码)的全范围(例如,1024)来选择亮度集合中的四个剪裁值。对于色度集合而言,范围可以是4到1024。

[0185] 表3剪裁值的示例

[0186]		帧内/帧间图块群组
[0187]	亮度	{ 1024, 181, 32, 6 }
	色度	{ 1024, 161, 25, 4 }

[0188] 可以如下在“alf_data”语法元素中对所选择的剪裁值进行编码:可以使用合适的

编码方案(例如,GoIomb编码方案)对与例如表3中所示的所选择的裁剪值对应的裁剪索引进行编码。编码方案可以是与用于对滤波器集合索引进行编码的编码方案相同的编码方案。

[0189] 在实施方式中,虚拟边界滤波处理可以用于减少ALF的行缓冲器需求。因此,可以针对CTU边界(例如,水平CTU边界)附近的样本采用经修改的块分类和滤波。如图11A所示,虚拟边界(1130)可以被定义为通过将水平CTU边界(1120)移位“ $N_{\text{样本}}$ ”个样本的线,其中, $N_{\text{样本}}$ 可以是正整数。在示例中,对于亮度分量而言, $N_{\text{样本}}$ 等于4,并且对于色度分量而言, $N_{\text{样本}}$ 等于2。

[0190] 参照图11A,可以针对亮度分量应用经修改的块分类。在示例中,对于虚拟边界(1130)上方的4x4块(1110)的1D拉普拉斯梯度计算,仅使用虚拟边界(1130)上方的样本。类似地,参照图11B,对于从CTU边界(1121)移位的虚拟边界(1131)下方的4x4块(1111)的1D拉普拉斯梯度计算,仅使用虚拟边界(1131)下方的样本。通过考虑在1D拉普拉斯梯度计算中使用数量减少的样本,可以相应地缩放活动值A的量化。

[0191] 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示出了针对虚拟边界处的亮度分量进行这样的经修改的ALF滤波的示例。当被滤波的样本位于虚拟边界下方时,可以对位于虚拟边界上方的相邻样本进行填充。当被滤波的样本位于虚拟边界上方时,可以对位于虚拟边界下方的相邻样本进行填充。参照图12A,可以用位于虚拟边界(1210)下方的样本C2来填充相邻样本C0。参照图12B,可以用位于虚拟边界(1220)上方的样本C2来填充相邻样本C0。参照图12C,可以用位于虚拟边界(1230)下方的样本C5至C7来分别填充相邻样本C1至C3。参照图12D,可以用位于虚拟边界(1240)上方的样本C5至C7来分别填充相邻样本C1至C3。参照图12E,可以用位于虚拟边界(1250)下方的样本C10、C11、C12、C11和C10来分别填充相邻样本C4至C8。参照图12F,可以用位于虚拟边界(1260)上方的样本C10、C11、C12、C11和C10来分别填充相邻样本C4至C8。

[0192] 在一些示例中,当样本和相邻样本位于虚拟边界的左侧(或右侧)和右侧(或左侧)时,可以适当地调整上述描述。

[0193] 根据本公开内容的一方面,为了提高编码效率,可以基于滤波处理对图片进行分区。在一些示例中,CTU也被称为最大编码单元(largest coding unit,LCU)。在示例中,CTU或LCU可以具有 64×64 像素的大小。在一些实施方式中,可以将LCU对准的图片二叉树分割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片二叉树的自适应环路滤波器。例如,可以将亮度图片分割成若干多级二叉树分区,并且使每个分区边界与LCU的边界对准。每个分区具有其自己的滤波处理,并且因此被称为滤波器单元(filter unit, FU)。

[0194] 在一些示例中,可以使用二通编码流(2-pass encoding flow)。在二通编码流的第一通编码流处,可以确定图片的二叉树分割图案以及每个FU的最佳滤波器。在一些实施方式中,基于滤波失真来进行图片的二叉树分割图案的确定以及FU的最佳滤波器的确定。在该确定处理期间,可以通过快速滤波失真估计(fast filtering distortion estimation,FFDE)技术来估计滤波失真。使用二叉树分区对图片进行分区。根据所确定的二叉树分割图案以及所有FU的选定滤波器,可以对重构的图片进行滤波。

[0195] 在二通编码流的第二通编码流处,执行CU同步ALF开/关控制。根据ALF开/关结果,

通过重构图片部分地恢复第一滤波的图片。

[0196] 特别地,在一些示例中,采用自顶向下分割策略,以通过使用率失真准则将图片划分成多级二叉树分区。每个分区被称为滤波器单元(filter unit, FU)。分割处理使二叉树分区与LCU边界对准。FU的编码顺序遵循z字扫描顺序。

[0197] 图13示出了根据本公开内容的一些实施方式的分区示例。在图13的示例中,图片(1300)被分割成10个FU,并且编码顺序为FU0、FU1、FU2、FU3、FU4、FU5、FU6、FU7、FU8和FU9。

[0198] 图14示出了针对图片(1300)的二叉树分割图案(1400)。在图14的示例中,使用分割标志来指示图片分区图案。例如,“1”指示对块执行二叉树分区;而“0”指示不对块执行进一步分区。在一些示例中,最小大小的FU具有LCU大小,并且最小大小的FU不需要分割标志。如图14所示,按z字顺序对分割标志进行编码和传输。

[0199] 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。第一集合具有针对当前FU得出的1/2对称正方形滤波器和菱形滤波器。第二集合来自时滞滤波器缓冲器;时滞滤波器缓冲器存储先前针对在先图片的FU得出的滤波器。针对当前FU,可以选择这两个集合之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并且可以被进一步分割成4个子FU,则计算这4个子FU的率失真成本。通过递归地比较分割情况和非分割情况下的率失真成本,可以决定图片的二叉树分割图案。

[0200] 在一些示例中,可以使用最大二叉树分割级别来限制FU的最大数量。在示例中,当最大二叉树分割级别为2时,FU的最大数量为16。此外,在二叉树分割确定期间,用于得出底部二叉树级别处的16个FU(最小FU)的维纳(Wiener)系数的相关值可以被重复使用。其余FU可以根据底部二叉树级别处的16个FU的相关性得出其维纳(Wiener)滤波器。因此,在该示例中,仅执行一次帧缓冲器访问以得出所有FU的滤波器系数。

[0201] 在决定了二叉树分割图案之后,为了进一步减小滤波失真,可以执行CU同步ALF开/关控制。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打开/关闭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。

[0202] 分量间滤波处理可以应用分量间滤波器,例如分量间自适应环路滤波器(cross-component adaptive loop filter, CC-ALF)。分量间滤波器可以使用亮度分量(例如,亮度CB)的亮度样本值来细化色度分量(例如,与亮度CB对应的色度CB)。在示例中,亮度CB和色度CB被包括在CU中。

[0203] 图15示出了根据本公开内容的实施方式的用于生成色度分量的分量间滤波器(例如, cross-component filter, CC-ALF)。在一些示例中,图15示出了针对第一色度分量(例如,第一色度CB)、第二色度分量(例如,第二色度CB)以及亮度分量(例如,亮度CB)的滤波处理。亮度分量可以由样本自适应偏移(sample adaptive offset, SAO)滤波器(1510)进行滤波以生成经SAO滤波的亮度分量(1541)。可以由ALF亮度滤波器(1516)对经SAO滤波的亮度分量(1541)进行进一步滤波以变成经滤波的亮度CB(1561)(例如, 'Y')。

[0204] 可以由SAO滤波器(1512)和ALF色度滤波器(1518)对第一色度分量进行滤波以生成第一中间分量(1552)。此外,可以由用于第一色度分量的分量间滤波器(例如, cross-component filter, CC-ALF)(1521)对经SAO滤波的亮度分量(1541)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)中的至少一者

生成经滤波的第一色度分量(1562)(例如,‘Cb’)。在示例中,可以通过用加法器(1522)组合第二中间分量(1542)和第一中间分量(1552)来生成经滤波的第一色度分量(1562)(例如,‘Cb’)。针对第一色度分量的分量间自适应环路滤波处理可以包括由CC-ALF(1521)执行的步骤以及由例如加法器(1522)执行的步骤。

[0205] 以上描述可以适用于第二色度分量。可以由SAO滤波器(1514)和ALF色度滤波器(1518)对第二色度分量进行滤波以生成第三中间分量(1553)。此外,可以由用于第二色度分量的分量间滤波器(例如,cross-component filter,CC-ALF)(1531)对经SAO滤波的亮度分量(1541)进行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)中的至少一者生成经滤波的第二色度分量(1563)(例如,‘Cr’)。在示例中,可以通过用加法器(1532)组合第四中间分量(1543)和第三中间分量(1553)来生成经滤波的第二色度分量(1563)(例如,‘Cr’)。在示例中,针对第二色度分量的分量间自适应环路滤波处理可以包括由CC-ALF(1531)执行的步骤以及由例如加法器(1532)执行的步骤。

[0206] 分量间滤波器(例如,CC-ALF(1521)、CC-ALF(1531))可以通过将具有任何合适的滤波器形状的线性滤波器应用于亮度分量(或亮度通道)以细化每个色度分量(例如,第一色度分量、第二色度分量)来进行操作。

[0207] 图16示出了根据本公开内容的实施方式的滤波器(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)(通过具有黑色填充的圆指示)形成的菱形形状(1620)。在示例中,滤波器(1600)中的非零滤波器系数被包括在滤波器系数(1610)中,而没有包括在滤波器系数(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,而没有包括在菱形(1620)中的滤波器系数为零。在示例中,滤波器(1600)的滤波器系数的数量等于滤波器系数(1610)的数量,在图16所示的示例中,滤波器系数(1610)的数量为18。

[0208] CC-ALF可以包括任何合适的滤波器系数(也称为CC-ALF滤波器系数)。返回参照图15,CC-ALF(1521)和CC-ALF(1531)可以具有相同的滤波器形状(例如图16所示的菱形形状(1620))以及相同数量的滤波器系数。在示例中,CC-ALF(1521)中的滤波器系数的值不同于CC-ALF(1531)中的滤波器系数的值。

[0209] 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)。在示例中,可以按因子(例如, 2^{10})对滤波器系数进行缩放并对其进行舍入以用于定点表示。可以关于变量块大小来控制CC-ALF的应用,以及通过针对每个样本块接收的上下文编码标志(例如,CC-ALF使能标志)来用信号通知CC-ALF的应用。可以在任何合适的级别例如块级别处用信号通知上下文编码标志,例如CC-ALF使能标志。对于每个色度分量,可以在切片级别处接收块大小连同CC-ALF使能标志。在一些示例中,可以支持16x16、32x32和64x64的块大小(以色度样本计)。

[0210] 图17示出了根据本公开内容的一些实施方式的用于CC-ALF的语法示例。在图17的示例中,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是用于指示是否使用分量间Cb滤波器的索引,并且在使用分量间Cb滤波器的情况下,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是分量间Cb滤波器的索引。例如,在alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]等于0的情况下,不将分量间Cb滤波器

应用于亮度位置 (xCtb,yCtb) 处的Cb颜色分量 (colour component) 样本块;在alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]不等于0的情况下,alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是要应用的滤波器的索引。例如,将第alf_ctb_cross_component_cb_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]分量间Cb滤波器应用于亮度位置 (xCtb,yCtb) 处的Cb颜色分量样本块。

[0211] 此外,在图17的示例中,alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]用于指示是否使用分量间Cr滤波器,并且使用分量间Cr滤波器的索引。例如,在alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]等于0的情况下,不将分量间Cr滤波器应用于亮度位置 (xCtb,yCtb) 处的Cr颜色分量样本块;在alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]不等于0的情况下,alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]是分量间Cr滤波器的索引。例如,可以将第alf_ctb_cross_component_cr_idc[xCtb>>CtbLog2SizeY][yCtb>>CtbLog2SizeY]分量间Cr滤波器应用于亮度位置 (xCtb,yCtb) 处的Cr颜色分量样本块。

[0212] 在一些示例中,使用色度子采样技术,因此每个色度块中的样本的数量可以少于亮度块中的样本的数量。色度子采样格式 (也称为例如由chroma format idc指定的色度子采样格式) 可以指示每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)。在示例中,色度子采样格式为4:2:0,并且因此如图18A至图18B所示,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) 为2。在示例中,色度子采样格式为4:2:2,并且因此,色度水平子采样因子 (例如,SubWidthC) 为2,并且色度垂直子采样因子 (例如,SubHeightC) 为1。在示例中,色度子采样格式为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) 为1。色度样本类型 (也称为色度样本位置) 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对应亮度样本的相对位置。

[0213] 图18A至图18B示出了根据本公开内容的实施方式的色度样本相对于亮度样本的示例性位置。参照图18A,亮度样本 (1801) 位于行 (1811) 至 (1818) 中。图18A所示的亮度样本 (1801) 可以表示图片的一部分。在示例中,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4:2:0色度子采样格式的两个色度块。在示例中,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)) 至 (1801 (4)))。在示例中,这四个亮度样本为左上样本 (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,并且具有色度样本 (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指示与在左上样本 (1801 (1)) 和左下样本 (1801 (3)) 中间的左中心位置对应的相对位置0。这四个亮度样本 (例如, (1801 (1)) 至 (1801 (4))) 可以被称为色度样本 (1803 (1)) 的相邻亮度样本。

[0214] 在示例中,每个色度块包括色度样本 (1804)。上面关于色度样本 (1803) 的描述可以适用于色度样本 (1804),并且因此出于简洁的目的,可以省略详细描述。每个色度样本 (1804) 可以位于四个对应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))至(1801(4)))的中心位置对应的相对位置1。例如,色度样本(1804)之一可以位于亮度样本(1801(1))至(1801(4))的中心部分处。

[0215] 在示例中,每个色度块包括色度样本(1805)。每个色度样本(1805)可以位于与四个对应亮度样本(1801)中的左上样本共同定位的左上位置处,并且具有色度样本(1805)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型2。因此,每个色度样本(1805)与对应于相应的色度样本的四个亮度样本(1801)的左上样本共同定位。色度样本类型2指示与四个亮度样本(1801)的左上位置对应的相对位置2。例如,色度样本(1805)之一可以位于亮度样本(1801(1))至(1801(4))的左上位置处。

[0216] 在示例中,每个色度块包括色度样本(1806)。每个色度样本(1806)可以位于对应的左上样本与对应的右上样本之间的顶部中心位置处,并且具有色度样本(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(和右上样本)之间的顶部中心位置对应的相对位置3。例如,色度样本(1806)之一可以位于亮度样本(1801(1))至(1801(4))的顶部中心位置处。

[0217] 在示例中,每个色度块包括色度样本(1807)。每个色度样本(1807)可以位于与四个对应亮度样本(1801)中的左下样本共同定位的左下位置处,并且具有色度样本(1807)的色度块的色度样本类型可以被称为色度样本类型4。因此,每个色度样本(1807)与对应于相应的色度样本的四个亮度样本(1801)的左下样本共同定位。色度样本类型4指示与四个亮度样本(1801)的左下位置对应的相对位置4。例如,色度样本(1807)之一可以位于亮度样本(1801(1))至(1801(4))的左下位置处。

[0218] 在示例中,每个色度块包括色度样本(1808)。每个色度样本(1808)位于左下样本与右下样本之间的底部中心位置处,并且具有色度样本(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)的左下样本和右下样本之间的底部中心位置对应的相对位置5。例如,色度样本(1808)之一可以位于亮度样本(1801(1))至(1801(4))的左下样本与右下样本之间。

[0219] 通常,可以针对色度子采样格式使用任何合适的色度样本类型。色度样本类型0至5是用色度子采样格式4:2:0描述的示例性色度样本类型。可以针对色度子采样格式4:2:0使用另外的色度样本类型。此外,可以针对其他色度子采样格式(例如4:2:2、4:4:4等)使用其他色度样本类型和/或色度样本类型0至5的变型。在示例中,针对色度子采样格式4:2:2使用将色度样本(1805)和(1807)组合的色度样本类型。

[0220] 在示例中,亮度块被视为具有交替行,例如行(1811)至(1812),其分别包括四个亮度样本(例如,(1801(1))至(1801(4)))的顶部两个样本(例如,(1801(1))至(180(2)))和四个亮度样本(例如,(1801(1))至(1801(4)))的底部两个样本(例如,(1801(3))至(1801(4)))。因此,行(1811)、(1813)、(1815)和(1817)可以被称为当前行(也称为顶部字段),并且行(1812)、(1814)、(1816)和(1818)可以被称为下一行(也称为底部字段)。四个亮度样本(例如,(1801(1))至(1801(4)))位于当前行(例如,(1811))和下一行(例如,(1812))处。相对位置2至3位于当前行中,相对位置0至1位于每个当前行与相应的下一行之间,并且相对位置4至5位于下一行中。

[0221] 色度样本(1803)、(1804)、(1805)、(1806)、(1807)或(1808)位于每个色度块中的

行(1851)至(1854)中。行(1851)至(1854)的具体位置可以取决于色度样本的色度样本类型。例如,对于具有相应色度样本类型0至1的色度样本(1803)至(1804),行(1851)位于行(1811)与(1812)之间。对于具有相应色度样本类型2至3的色度样本(1805)至(1806),行(1851)与当前行(1811)共同定位。对于具有相应色度样本类型4至5的色度样本(1807)至(1808),行(1851)与下一行(1812)共同定位。以上描述可以适当地适用于行(1852)至(1854),并且出于简洁的目的,省略详细描述。

[0222] 可以使用任何合适的扫描方法来显示、存储和/或传输以上在图18A中描述的亮度块和对应的色度块。在示例中,使用逐行扫描。

[0223] 如图18B所示,可以使用隔行扫描。如上所述,色度子采样格式为4:2:0(例如,chroma_format_idc等于1)。在示例中,变量色度位置类型(例如,ChromaLocType)指示当前行(例如,ChromaLocType为chroma_sample_loc_type_top_field)或下一行(例如,ChromaLocType为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)。

[0224] 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),并且包括以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)。在示例中,在隔行扫描期间,首先扫描行(1851)和(1853),然后扫描行(1852)和(1854)。

[0225] 在一些示例中,可以使用受约束的方向增强滤波技术。使用环内受约束的方向增强滤波器(constrained directional enhancement filter,CDEF)可以滤除编码伪影,同时保留图像的细节。在示例(例如,HEVC)中,样本自适应偏移(sample adaptive offset,SAO)算法可以通过针对不同类别的像素定义信号偏移来实现类似的目标。与SAO不同,CDEF是非线性空间滤波器。在一些示例中,CDEF可以被约束成能够易于矢量化(即,能够通过单指令多数据流(single instruction multiple data,SIMD)操作来实现)。注意,不能以相同的方式来处理其他非线性滤波器,例如中值滤波器、双边滤波器。

[0226] 在一些情况下,已编码图像中的振铃效应的量趋于与量化步长大致成比例。细节量是输入图像的特性,但是经量化图像中所保留的最小细节也趋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。

[0227] CDEF可以用于识别每个块的方向,并且然后沿着所识别的方向进行自适应滤波以及沿着从所识别的方向旋转45度的方向进行较小程度的滤波。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通知滤波器强度,这使得能够对模糊进行高度控制。

[0228] 具体地,在一些示例中,紧接在去块滤波器之后,针对重构的像素执行方向搜索。由于这些像素能够被解码器获得,所以可以通过解码器来搜索方向,并且因此在示例中方向不需要信令。在一些示例中,方向搜索可以对特定块大小例如8x8块进行操作,这些块足够小以充分处理非直线边缘,同时又足够大以在被应用于经量化图像时对方向进行可靠地估计。另外,在8x8区域上具有恒定方向使滤波器的矢量化更容易。在一些示例中,可以将每

个(例如,8x8)块与完全方向块进行比较以确定差异。完全方向块是沿一个方向上的线的所有像素都具有相同值的块。在示例中,可以计算块与每个完全方向块的差异量度,例如差值平方和(sum of squared difference,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)的完全方向块,并且所确定的完全方向块的方向可以是与块中的图案最匹配的方向。

[0229] 图19示出了根据本公开内容的实施方式的方向搜索的示例。在示例中,块(1910)是从去块滤波器输出且经重构的8x8块。在图19的示例中,方向搜索可以根据通过(1920)示出的8个方向来针对块(1910)确定方向。分别对应于8个方向(1920)形成8个完全方向块(1930)。对应于方向的完全方向块是沿该方向的线的像素具有相同值的块。此外,可以计算块(1910)与每个完全方向块(1930)的差异量度,例如SSD、RMS误差等。在图19的示例中,RMS误差由(1940)示出。如由(1943)所示,块(1910)与完全方向块(1933)的RMS误差最小,因此方向(1923)是与块(1910)中的图案最匹配的方向。

[0230] 在识别到块的方向之后,可以确定非线性低通方向滤波器。例如,可以使非线性低通方向滤波器的滤波器抽头沿着所识别的方向对准以在保持方向边缘或图案的同时减少振铃。然而,在一些示例中,仅方向滤波有时不能充分减少振铃。在示例中,还可以针对不在所识别的方向上的像素使用额外的滤波器抽头。为了降低模糊的风险,对这些附加的滤波器抽头进行更保守的处理。出于这个原因,CDEF包括初级滤波器抽头和次级滤波器抽头。在示例中,完整的2-D CDEF滤波器可以被表示为式(14):

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

[0232] 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, $\text{round}(\cdot)$ 表示从零对关系进行舍入的运算,w表示滤波器权重,并且 $f(d, S, D)$ 是针对经滤波的像素与每个相邻像素之间的差异进行操作的约束函数。在示例中,对于小的差异,函数 $f(d, S, D)$ 等于D,这可以使滤波器表现得像线性滤波器;当差异较大时,函数 $f(d, S, D)$ 等于0,这可以有效地忽略滤波器抽头。

[0233] 在一些示例中,在去块后视频编码中使用环内恢复方案,以在去块操作之外总体上去噪并增强边缘的质量。在示例中,环内恢复方案在每个适当大小的图块的帧内是可切换的。环内恢复方案基于可分离对称维纳(Wiener)滤波器、具有子空间投影的对偶式自导式滤波器(dual self-guided filter)以及域变换递归滤波器。因为内容统计信息可能在帧内显著变化,所以环内恢复方案被集成在可切换框架内,在该可切换框架内可以在帧的不同区域中触发不同方案。

[0234] 可分离对称维纳滤波器可以作为环内恢复方案之一。在一些示例中,劣化的帧中的每个像素可以被重构为其周围 $w \times w$ 窗口内的像素的非因果滤波版本,其中,对于整数r来

说, $w=2r+1$ 是奇数。如果以列量化形式的 $w^2 \times 1$ 元素矢量 F 来表示 2D 滤波器抽头, 则直接 LMMSE 优化致使滤波器参数由 $F=H^{-1}M$ 给出, 其中 $H=E[XX^T]$ 是 x 的自协方差, x 是像素周围 $w \times w$ 窗口中的 w^2 个样本的列量化版本, 并且 $M=E[YX^T]$ 是 x 与要估计的标量源样本 y 的互相关。在示例中, 编码器可以根据经去块的帧和源中的实现来估计 H 和 M , 并且可以将所得滤波器 F 发送至解码器。然而, 这将不仅在传输 w^2 个抽头时引起大量的比特率成本, 而且不可分离滤波将使解码变得异常复杂。在一些实施方式中, 对 F 的性质施加若干附加约束。对于第一约束, F 被约束为是可分离的, 使得滤波可以实现为可分离的水平和垂直 w 抽头卷积。对于第二约束, 水平滤波器和垂直滤波器中的每一个被约束为是对称的。对于第三约束, 假定水平滤波器系数和垂直滤波器系数两者之和为 1。

[0235] 具有子空间投影的对偶式自导式滤波可以作为环内恢复方案之一。导式滤波是图像滤波技术, 其中, 局部线性模型由式 (15) 示出:

[0236] $y=Fx+G$ 式 (15) 该局部线性模型被用于根据未经滤波的样本 x 来计算经滤波的输出 y , 其中, F 和 G 是基于经滤波的像素附近的引导图像和劣化图像的统计信息确定的。如果引导图像与劣化图像相同, 则所得到的所谓自导式滤波具有边缘保持平滑的效果。在示例中, 可以使用特定形式的自导式滤波。自导式滤波的具体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:

[0237] 1. 获得每个像素周围 $(2r+1) \times (2r+1)$ 窗口中的像素的均值 μ 和方差 σ^2 。该步骤可以利用基于积分成像的盒式滤波 (box filtering) 有效地实现。

[0238] 2. 针对每个像素计算: $f=\sigma^2/(\sigma^2+e)$; $g=(1-f)\mu$

[0239] 3. 将针对每个像素的 F 和 G 计算为该像素周围 3×3 窗口中的 f 值的平均值和 g 值的平均值以供使用。

[0240] 自导式滤波器的具体形式由 r 和 e 控制, 其中, 较高的 r 暗指较高的空间方差, 并且较高的 e 暗指较高的范围方差。

[0241] 图 20 示出了一些示例中的说明子空间投影的示例。如图 20 所示, 即使恢复体 (restoration) X_1 、 X_2 均不靠近源 Y , 只要它们沿正确的方向稍微移动, 适当的乘法器 $\{\alpha, \beta\}$ 就可以使它们更加靠近源 Y 。

[0242] 在一些示例 (例如, HEVC) 中, 可以使用被称为样本自适应偏移 (sample adaptive offset, SAO) 的滤波技术。在一些示例中, 在去块滤波器之后, 将 SAO 应用于重构信号。SAO 可以使用切片报头中给出的偏移值。在一些示例中, 对于亮度样本, 编码器可以决定是否对切片应用 (使能) SAO。在 SAO 被使能的情况下, 当前图片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该子区域中的特征从多个 SAO 类型中选择 SAO 类型。

[0243] 图 21 示出了根据本公开内容的实施方式的多个 SAO 类型的表 (2100)。在表 (2100) 中, 示出了 SAO 类型 0 至 6。需要注意的是, SAO 类型 0 用于指示不应用 SAO。此外, SAO 类型 1 至 SAO 类型 6 中的每个 SAO 类型包括多个类别。SAO 可以将子区域的重构像素分类为类别, 并且通过向子区域中的每个类别的像素添加偏移来减小失真。在一些示例中, 边缘特性可以用于 SAO 类型 1 至 4 中的像素分类, 并且像素强度可以用于 SAO 类型 5 至 6 中的像素分类。

[0244] 特别地, 在诸如 SAO 类型 5 至 6 的实施方式中, 可以使用带偏移 (band offset, BO) 将子区域的所有像素分类为多个带。多个带中的每个带包括相同强度间隔下的像素。在一些示例中, 强度范围被等分为从零到最大强度值 (例如, 对于 8 比特像素, 为 255) 的多个间隔例

如32个间隔,并且每个间隔与偏移相关联。此外,在示例中,32个带被分成两个群组,例如第一群组和第二群组。第一群组包括中心的16个带(例如,在强度范围的中间的16个间隔),而第二群组包括其余16个带(例如,在强度范围的低侧的8个间隔和在强度范围的高侧的8个间隔)。在示例中,仅传输两个群组中的一个群组的偏移。在一些实施方式中,在使用B0中的像素分类操作的情况下,每个像素的五个最高有效位可以被直接用作带索引。

[0245] 此外,在诸如SA0类型1至4的实施方式中,可以将边缘偏移(edge offset,E0)用于像素分类以及偏移的确定。例如,可以基于考虑边缘方向信息的1维3像素图案来确定像素分类。

[0246] 图22示出了一些示例中的针对边缘偏移中的像素分类的3像素图案的示例。在图22的示例中,第一图案(2210)(如由3个灰色像素所示)被称为0度图案(水平方向与0度图案相关联),第二图案(2220)(如由3个灰色像素所示)被称为90度图案(垂直方向与90度图案相关联),第三图案(2230)(如由3个灰色像素所示)被称为135度图案(135度对角线方向与135度图案相关联),并且第四图案(2240)(如由3个灰色像素所示)被称为45度图案(45度对角线方向与45度图案相关联)。在示例中,可以考虑子区域的边缘方向信息来选择图22所示的四个方向性图案之一。在示例中,可以在已编码视频比特流中发送该选择作为边信息。然后,通过将每个像素与其在与方向性图案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为多个类别。

[0247] 图23示出了一些示例中的针对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的每个图案中示出)与两个相邻像素(也在图22的每个图案中以灰色示出)进行比较,并且可以根据图23中示出的像素分类规则基于该比较将像素c分类为类别0至4之一。

[0248] 在一些实施方式中,解码器侧的SA0可以独立于最大编码单元(largest coding unit,LCU)(例如,CTU)操作,使得可以节省行缓冲器。在一些示例中,在选择90度、135度和45度分类图案的情况下,不对每个LCU中顶部行和底部行的像素进行SA0处理;在选择0度、135度和45度图案的情况下,不对每个LCU中最左列和最右列的像素进行SA0处理。

[0249] 图24示出了在不从相邻CTU合并参数的情况下可能需要针对CTU用信号通知的语法的示例(2400)。例如,可以用信号通知语法元素sao_type_idx[cldx][rx][ry]以指示子区域的SA0类型。SA0类型可以是B0(band offset,带偏移)或E0(edge offset,边缘偏移)。当sao_type_idx[cldx][rx][ry]具有值0时,其指示SA0为关闭;值一至四指示使用与0°、90°、135°和45°对应的四个E0类别之一;并且值五指示使用B0。在图24的示例中,B0类型和E0类型中的每一个具有用信号通知的四个SA0偏移值(sao_offset[cIdx][rx][ry][0]至sao_offset[cIdx][rx][ry][3])。

[0250] 通常,滤波处理可以使用第一颜色分量的重构样本作为输入(例如,Y或Cb或Cr,或者R或G或B)以生成输出,并且滤波处理的输出被应用于第二颜色分量,第二颜色分量可以是与第一颜色分量相同的颜色分量或者可以是不同于第一颜色分量的另一颜色分量。

[0251] 在分量间滤波(cross-component filtering,CCF)的相关示例中,基于一些数学式得出滤波器系数。将所得出的滤波器系数从编码器侧用信号传送至解码器侧,并利用线性组合使用所得出的滤波器系数生成偏移。然后将所生成的偏移添加至重构样本作为滤波处理。例如,基于滤波系数与亮度样本的线性组合生成偏移,并且并将所生成的偏移添加至

重构的色度样本。CCF的相关示例基于对重构的亮度样本值与原始的色度样本和重构的色度样本之间的差量值之间的线性映射关系的假设。然而,重构的亮度样本值与原始的色度样本和重构的色度样本之间的差量值之间的映射并不一定遵循线性映射处理,因此在该线性映射关系假设下,CCF的编码性能可能受到限制。

[0252] 在一些示例中,可以将非线性映射技术用于分量间滤波和/或相同颜色分量滤波而不会产生显著的信令开销。在一个示例中,可以将非线性映射技术用于分量间滤波以生成分量间样本偏移。在另一示例中,可以将非线性映射技术应用于相同颜色分量滤波以生成局部样本偏移。

[0253] 为了方便起见,使用非线性映射技术的滤波处理可以被称为根据非线性映射的样本偏移(sample offset by non linear mapping,S0-NLM)。分量间滤波处理中的S0-NLM可以被称为分量间样本偏移(cross-component sample offset,CCS0)。相同颜色分量滤波中的S0-NLM可以被称为局部样本偏移(local sample offset,LS0)。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CCS0滤波器、LS0滤波器等。

[0254] 在示例中,CCS0和LS0可以被用作环路滤波以减少重构样本的失真。CCS0和LS0不依赖于相关示例CCF中使用的线性映射假设。例如,CCS0不依赖于对亮度重构样本值与原始色度样本和色度重构样本之间的差量值之间的线性映射关系的假设。类似地,LS0不依赖于对颜色分量的重构样本值与颜色分量的原始样本和颜色分量的重构样本之间的差量值之间的线性映射关系的假设。

[0255] 在下面的描述中,描述了将第一颜色分量的重构样本用作输入(例如,Y或Cb或Cr,或者R或G或B)以生成输出的S0-NLM滤波处理,并且该滤波处理的输出被应用于第二颜色分量。在第二颜色分量是与第一颜色分量相同的颜色分量的情况下,该描述适用于LS0;并且在第二颜色分量不同于第一颜色分量的情况下,该描述适用于CCS0。

[0256] 在S0-NLM中,在编码器侧得出非线性映射。非线性映射在滤波器支持区域中的第一颜色分量的重构样本与要添加至滤波器支持区域中的第二颜色分量的偏移之间。当第二颜色分量与第一颜色分量相同时,在LS0中使用非线性映射;当第二颜色分量与第一颜色分量不同时,在CCS0中使用非线性映射。非线性映射的域由经处理的输入重构样本的不同组合(也称为可能的重构样本值的组合)确定。

[0257] 可以使用具体示例来对S0-NLM的技术进行说明。在该具体示例中,确定根据位于滤波器支持区域(也称为“滤波器支持区”)中的第一颜色分量的重构样本。滤波器支持区域是可以在其中应用滤波器的区域,并且滤波器支持区域可以具有任何合适的形状。

[0258] 图25示出了根据本公开内容的一些实施方式的滤波器支持区域(2500)的示例。滤波器支持区域(2500)包括第一颜色分量的四个重构样本:P0、P1、P2和P3。在图25的示例中,四个重构样本可以沿垂直方向和水平方向形成十字型,并且该十字型的中心位置是要滤波的样本的位置。在中心位置处并且与P0至P3属于同一颜色分量的样本用C表示。在中心位置处并且属于第二颜色分量的样本用F表示。第二颜色分量可以与P0至P3的第一颜色分量相同,或者可以与P0至P3的第一颜色分量不同。

[0259] 图26示出了根据本公开内容的一些实施方式的另一滤波器支持区域(2600)的示例。滤波器支持区域(2600)包括第一颜色分量的形成正方形形状的四个人重构样本P0、P1、P2

和P3。在图26的示例中,正方形形状的中心位置是要滤波的样本的位置。在中心位置处并且与P0至P3属于同一颜色分量的样本用C表示。在中心位置处并且属于第二颜色分量的样本用F表示。第二颜色分量可以与P0至P3的第一颜色分量相同,或者可以与P0至P3的第一颜色分量不同。

[0260] 重构样本被输入至S0-NLM滤波器并被适当地处理以形成滤波器抽头。在示例中,被输入至S0-NLM滤波器的重构样本的位置被称为滤波器抽头位置。在具体示例中,按以下两个步骤对重构样本进行处理。

[0261] 在第一步骤中,分别计算P0至P3与C之间的差量值。例如,m0表示P0与C之间的差量值;m1表示P1与C之间的差量值;m2表示P2与C之间的差量值;m3表示P3与C之间的差量值。

[0262] 在第二步骤中,对差量值m0至m3进行进一步量化,经量化的值被表示为d0、d1、d2、d3。在示例中,基于量化处理,经量化的值可以是-1、0、1中的一个。例如,当m小于-N(N为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;以及当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。

[0263] 在一些实施方式中,经量化的值d0至d3是滤波器抽头,并且可以被用于标识滤波器域中的一个组合。例如,滤波器抽头d0至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经量化的值,并且因此在使用四个滤波器抽头的情况下,滤波器域包括81(3×3×3×3)个组合。

[0264] 图27A至图27C示出了根据本公开内容的实施方式的具有81个组合的表(2700)。表(2700)包括对应于81个组合的81行。在对应于组合的每一行中,第一列包括组合的索引;第二列包括针对组合的滤波器抽头d0的值;第三列包括针对组合的滤波器抽头d1的值;第四列包括针对组合的滤波器抽头d2的值;第五列包括针对组合的滤波器抽头d3的值;第六列包括与组合相关联的用于非线性映射的偏移值。在示例中,在确定了滤波器抽头d0至d3的情况下,可以根据表(2700)确定与d0至d3的组合相关联的偏移值(由s表示)。在示例中,偏移值s0至s80是整数,例如0、1、-1、3、-3、5、-5、-7等。

[0265] 在一些实施方式中,可以如式(16)所示应用S0-NLM的最终滤波处理:

$$[0266] \quad f' = \text{clip}(f+s) \quad \text{式(16)}$$

[0267] 其中,f是要滤波的第二颜色分量的重构样本,并且s是例如利用表(2700)根据作为第一颜色分量的重构样本的处理结果的滤波器抽头确定的偏移值。重构样本F和偏移值s的总和被进一步裁剪到与比特深度相关联的范围内,以确定第二颜色分量的最终经滤波样本f'。

[0268] 注意,在LS0的情况下,上述描述中的第二颜色分量与第一颜色分量相同;并且在CCS0的情况下,上述描述中的第二颜色分量可以与第一颜色分量不同。

[0269] 注意,可以针对本公开内容的其他实施方式对以上描述进行调整。

[0270] 在一些示例中,在编码器侧,编码装置可以得出滤波器支持区域中的第一颜色分量的重构样本与要添加至第二颜色分量的重构样本的偏移之间的映射。该映射可以是任何合适的线性或非线性映射。然后,可以基于该映射在编码器侧和/或解码器侧应用滤波处理。例如,向解码器适当地通知映射(例如,将该映射包括在被从编码器侧传输至解码器侧的已编码视频比特流中),并且然后解码器可以基于该映射执行滤波处理。

[0271] 根据本公开内容的一些方面,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构造。滤波器的滤波器形状构造(也称为滤波器形状)可以指由滤波器抽头位置形成的图案的特性。可以通过各种参数对图案进行限定,各种参数例如滤波器抽头的数量、滤波器抽头位置的几何形状、滤波器抽头位置到图案中心的距离等。使用固定的滤波器形状构造可能限制基于非线性映射的滤波器的性能。

[0272] 如通过图24和图25及以图27A至图27C所示出的,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构造。5抽头滤波器设计可以使用P0、P1、P2、P3和C处的抽头位置。针对滤波器形状构造的5抽头滤波器设计可以产生如图27A至图27C所示的具有81个条目的查找表(look up table, LUT)。需要将样本偏移的LUT从编码器侧用信号传送至解码器侧,并且用信号传送LUT可能产生大部分信令开销并影响使用基于非线性映射的滤波器的编码效率。根据本公开内容的一些方面,滤波器抽头的数量可以不同于5。在一些示例中,可以减少滤波器抽头的数量,仍然可以捕获到滤波器支持区域中的信息,并且可以提高编码效率。

[0273] 根据本公开内容的一方面,基于非线性映射的滤波器例如CCSO滤波器、LSO滤波器等的滤波器抽头的数量可以是在1与M之间的任何整数,其中,M是整数。在一些示例中,M的值是1024或任何其他合适的数字。

[0274] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的滤波器抽头的数量为三。在一个示例中,这3个滤波器抽头的位置包括中心位置。在另一示例中,这3个滤波器抽头的位置不包括中心位置。中心位置是指要滤波的重构样本的位置。

[0275] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的滤波器抽头的数量为五。在一个示例中,这5个滤波器抽头的位置包括中心位置。在另一示例中,这5个滤波器抽头的位置不包括中心位置。中心位置是指要滤波的重构样本的位置。

[0276] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的滤波器抽头的数量为一。在一个示例中,这一个滤波器抽头的位置是中心位置。在另一示例中,这一个滤波器抽头的位置不是中心位置。中心位置是指要滤波的重构样本的位置。在一个示例中,CCSO滤波器具有1抽头滤波器设计,CCSO滤波器的差量值可以被计算为 $(p-\mu)$,其中,p是位于滤波器抽头处的重构样本值,并且 μ 是给定区域s中的平均样本值。s可以是已编码块,或者CTU/SB,或者图片。

[0277] 在一些实施方式中,基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造能够在滤波器形状构造的群组之中进行切换。在一些示例中,滤波器形状构造的群组可以是基于非线性映射的滤波器的候选。在编码/解码期间,基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以从群组中的一个滤波器形状构造改变为群组中的另一滤波器形状构造。

[0278] 根据本公开内容的一方面,基于非线性映射的滤波器的群组中的滤波器形状构造可以具有相同数目的滤波器抽头。

[0279] 在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的群组中的滤波器形状构造各自具有3个滤波器抽头。

[0280] 图28示出了示例中的3个滤波器抽头的8个滤波器形状构造。具体地,第一滤波器形状构造包括在被标记为“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;第二滤波器形状构造包括在被标记为“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;第三滤波器形状构造包括在被标记为“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;第四滤波器形状构造包括在被标记为“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;第五滤波器形状构造包括在被标记为“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;第六滤波器形状构造包括在被标记为“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;第七滤波器形状构造包括在被标记为“7”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“7”的中心位置;第八滤波器形状构造包括在被标记为“8”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“8”的中心位置。

[0281] 在示例中,这8个滤波器形状构造是基于非线性映射的滤波器的候选。在编码/解码期间,基于非线性映射的滤波器可以从8个滤波器形状构造中的一者切换到8个滤波器形状构造中的另一者。

[0282] 图29示出了示例中的3个滤波器抽头的12个滤波器形状构造。具体地,第一滤波器形状构造包括在被标记为“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;第二滤波器形状构造包括在被标记为“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;第三滤波器形状构造包括在被标记为“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;第四滤波器形状构造包括在被标记为“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;第五滤波器形状构造包括在被标记为“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;第六滤波器形状构造包括在被标记为“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;第七滤波器形状构造包括在被标记为“7”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“7”的中心位置;第八滤波器形状构造包括在被标记为“8”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“8”的中心位置;第九滤波器形状构造包括在被标记为“9”和“C”的位置处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“9”的中心位置;第十滤波器形状构造包括在被标记为“10”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“10”的中心位置;第十一滤波器形状构造包括在被标记为“11”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“11”的中心位置;第十二滤波器形状构造包括在被标记为“12”的位置和位置“C”处的3个滤波器抽头,位置“C”是位置“12”的中心位置。

[0283] 在示例中,这12个滤波器形状构造是基于非线性映射的滤波器的候选。在编码/解码期间,基于非线性映射的滤波器可以从12个滤波器形状构造中的一者切换到12个滤波器形状构造中的另一者。

[0284] 根据本公开内容的另一方面,基于非线性映射的滤波器的群组中的滤波器形状构造可以具有不同数量的滤波器抽头。

[0285] 图30示出了基于非线性映射的滤波器的两个候选滤波器形状构造的示例。例如,这两个候选滤波器形状构造中的第一滤波器形状构造包括3个滤波器抽头,并且这两个候选滤波器形状构造中的第二滤波器形状构造包括5个滤波器抽头。具体地,第一滤波器形状构造包括在以“p0”、“C”和“p2”标记的位置(例如,虚线圆的位置)处的3个滤波器抽头;第二滤波器形状构造包括在以“p0”、“p1”、“p2”、“p3”和“C”标记的位置处的5个滤波器抽头。

[0286] 在示例中,这两个滤波器形状构造是基于非线性映射的滤波器的候选。在编码/解码期间,基于非线性映射的滤波器可以从这两个滤波器形状构造中的一者切换到这两个滤波器形状构造中的另一者。

[0287] 注意,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在各级别处切换。在一个示例中,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在序列级别处切换。在另一示例中,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在图片级别处切换。在另一示例中,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在CTU级别或超级块(super block,SB)级别处切换。在一些示例中,超级块是最大的编码块。在另一示例中,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在已编码块级别(例如,CU级别)处切换。

[0288] 在一些示例中,在携带视频的已编码比特流中用信号通知从滤波器形状构造的群组选择滤波器形状构造。在示例中,在高级语法(high level syntax,HLS)中用信号通知指示所选择的滤波器形状构造的索引,所述高级语法例如视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、帧报头等。

[0289] 注意,上述描述使用基于非线性映射的滤波器来说明切换滤波器形状构造的技术,切换滤波器形状构造的技术可以被应用于其他环路滤波器,包括但不限于分量间自适应环路滤波器、自适应环路滤波器、环路恢复滤波器等。例如,环路滤波器可以具有候选滤波器形状构造的群组。在编码/解码期间,环路滤波器可以将滤波器形状构造从候选滤波器形状构造中的一者切换到候选滤波器形状构造中的另一者。群组中的候选滤波器形状构造可以具有不同数量的滤波器抽头,并且/或者可以相对于要滤波的样本具有不同的相对位置。注意,用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造可以在各级别处切换。在一个示例中,用于环路滤波器的滤波器形状构造可以在序列级别处切换。在另一示例中,用于环路滤波器的滤波器形状构造可以在图片级别处切换。在另一示例中,用于环路滤波器的滤波器形状构造可以在CTU级别或超级块(super block,SB)级别处切换。在另一示例中,用于环路滤波器的滤波器形状构造可以在已编码块级别(例如,CU级别)处切换。在一些示例中,在携带视频的已编码比特流中用信号通知从滤波器形状构造的群组选择滤波器形状构造。在示例中,在高级语法(high level syntax,HLS)中用信号通知指示所选择的滤波器形状构造的索引,所述高级语法例如视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、帧报头等。

[0290] 根据本公开内容的另一方面,在基于非线性映射的滤波器的滤波处理期间使用量化。例如,在针对S0-NLM的第二步骤中,对差量值 m_0 至 m_3 进行量化以确定 d_0 、 d_1 、 d_2 、 d_3 ,并且 d_0 、 d_1 、 d_2 、 d_3 中的每一个可以是3个量化输出(例如,-1、0和1)之一。注意,在一些示例中,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以是任何合适的整数。在示例中,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以是在1与上限值例如1024之间的数字。注意,上限值不限于1024。

[0291] 在一些示例中,量化输出的数量是3,并且经量化的输出可以被表示为-1、0、1。

[0292] 在一些示例中,量化输出的数量是5,并且经量化的输出可以被表示为-2、-1、0、1、2。

[0293] 根据本公开内容的一方面,在编码/解码期间,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以在各级别处切换(例如,从一个整数改变成另一整数)。在一个示例中,基于非

线性映射的滤波器的量化输出的数量可以在序列级别处切换。在另一示例中,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以在图片级别处切换。在另一示例中,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以在CTU级别或超级块(super block,SB)级别处切换。在另一示例中,基于非线性映射的滤波器的量化输出的数量可以在已编码块级别(例如,CU级别)处切换。在一些示例中,在携带视频的已编码比特流中用信号通知对量化输出的数量的选择。在示例中,在高级语法(high level syntax,HLS)中用信号通知指示所选择的量化输出的数量的索引,所述高级语法例如视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、帧报头等。

[0294] 图31示出了概述根据本公开内容的实施方式的处理(3100)的流程图。处理(3100)可以用于对已编码视频比特流中携带的视频进行重构。当使用术语块时,块可以被解译为预测块、编码单元、亮度块、色度块等。在各种实施方式中,处理(3100)由处理电路执行,所述处理电路例如终端装置(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、执行视频编码器(603)的功能的处理电路等。在一些实施方式中,处理(3100)以软件指令实现,因此当处理电路执行软件指令时,处理电路执行处理(3100)。该处理在(S3101)处开始并进行至(S3110)。

[0295] 在(S3110)处,基于携带视频的已编码视频比特流中的信号来确定与基于非线性映射的滤波器的第一滤波器形状构造相关联的偏移值。第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于五。

[0296] 在一个示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置包括要滤波的样本的位置。在另一示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置不包括要滤波的样本的位置。

[0297] 在一些示例中,第一滤波器形状构造包括单个滤波器抽头。然后,计算区域中的平均样本值,以及单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域中的平均样本值之差。此外,基于单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域内的平均样本值之差,将基于非线性映射的滤波器应用于要滤波的样本。

[0298] 在一些示例中,第一滤波器形状构造是从用于基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造的群组中选择的。在一个示例中,群组中的滤波器形状构造各自具有相同数量的滤波器抽头。在另一示例中,群组中的一个或多个滤波器形状构造具有与第一滤波器形状构造不同数量的滤波器抽头。

[0299] 在一些示例中,从携带视频的已编码视频比特流中解码索引。索引指示从基于非线性映射的滤波器的群组选择第一滤波器形状构造。可以从块级别、编码树单元(coding tree unit,CTU)级别、超级块(super block,SB)级别、视频参数集(video parameter set,VPS)、序列参数集(sequence parameter set,SPS)、图片参数集(picture parameter set,PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set,APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令中解码该索引。

[0300] 在(S3120)处,使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值,将基于非线性映射的滤波器应用于要被滤波的样本。

[0301] 在一些示例中,为了应用基于非线性映射的滤波器,将在两个滤波器抽头的位置

处的样本值的差值量化为多个可能的量化输出之一。可能的量化输出的数量是从1到1024的范围(包括端值)内的整数。在示例中,从块级别、编码树单元(coding tree unit, CTU)级别、超级块(super block, SB)级别、视频参数集(video parameter set, VPS)、序列参数集(sequence parameter set, SPS)、图片参数集(picture parameter set, PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set, APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令中解码索引,并且索引指示可能的量化输出的数量。

[0302] 处理(3100)进行至(S3199)并终止。

[0303] 注意,在一些示例中,基于非线性映射的滤波器是分量间样本偏移(cross-component sample offset, CCSO)滤波器,并且在一些其他示例中,基于非线性映射的滤波器是局部样本偏移(local sample offset, LSO)滤波器。

[0304] 可以适当地调整处理(3100)。可以修改和/或省略处理(3100)中的步骤。可以添加附加步骤。可以使用任何合适的实现顺序。

[0305] 图32示出了概述根据本公开内容的实施方式的处理(3200)的流程图。处理(3200)可以用于将视频编码在已编码视频比特流中。当使用术语块时,块可以被解译为预测块、编码单元、亮度块、色度块等。在各种实施方式中,处理(3200)由处理电路执行,所述处理电路例如终端装置(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、执行视频编码器(603)的功能的处理电路等。在一些实施方式中,处理(3200)以软件指令实现,因此当处理电路执行软件指令时,处理电路执行处理(3200)。该处理在(S3201)处开始并进行至(S3210)。

[0306] 在(S3210)处,使用与第一滤波器形状构造相关联的偏移值将基于非线性映射的滤波器应用于视频中要被滤波的样本。第一滤波器形状构造的滤波器抽头的数量小于5。

[0307] 在一个示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置包括要被滤波的样本的位置。在另一示例中,第一滤波器形状构造的滤波器抽头的位置不包括要被滤波的样本的位置。

[0308] 在一些示例中,第一滤波器形状构造包括单个滤波器抽头。然后,计算区域中的平均样本值,以及单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域中的平均样本值之差。此外,基于单个滤波器抽头的位置处的重构样本值与区域内的平均样本值之差,将基于非线性映射的滤波器应用于要滤波的样本。

[0309] 在一些示例中,第一滤波器形状构造是从基于非线性映射的滤波器的滤波器形状构造的群组中选择的。在一个示例中,群组中的滤波器形状构造各自具有相同数量的滤波器抽头。在另一示例中,群组中的一个或多个滤波器形状构造具有与第一滤波器形状构造不同数量的滤波器抽头。

[0310] 在一些示例中,索引被编码在携带视频的已编码视频比特流中。索引指示从基于非线性映射的滤波器的群组选择第一滤波器形状构造。可以通过块级别、编码树单元(coding tree unit, CTU)级别、超级块(super block, SB)级别、视频参数集(video parameter set, VPS)、序列参数集(sequence parameter set, SPS)、图片参数集(picture parameter set, PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set, APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令来用信号通知索引。

[0311] 在一些示例中,为了应用基于非线性映射的滤波器,将在两个滤波器抽头的位置

处的样本值的差量值量化为多个可能的量化输出之一。可能的量化输出的数量是在从1到1024的范围(包括端值)内的整数。在示例中,通过块级别、编码树单元(coding tree unit, CTU)级别、超级块(super block, SB)级别、视频参数集(video parameter set, VPS)、序列参数集(sequence parameter set, SPS)、图片参数集(picture parameter set, PPS)、自适应参数集(adaptation parameter set, APS)、切片报头、图块报头以及帧报头中的至少一者的语法信令将索引编码在已编码视频比特流中,并且索引指示可能的量化输出的数量。

[0312] 在(S3220)处,将偏移值编码在携带视频的已编码视频比特流中。

[0313] 处理(3200)进行至(S3299)并终止。

[0314] 注意,在一些示例中,基于非线性映射的滤波器是分量间样本偏移(cross-component sample offset, CCSO)滤波器,并且在一些其他示例中,基于非线性映射的滤波器是局部样本偏移(local sample offset, LSO)滤波器。

[0315] 可以适当地调整处理(3200)。可以修改和/或省略处理(3200)中的步骤。可以添加附加步骤。可以使用任何合适的实现顺序。

[0316] 本公开内容中的实施方式可以单独使用或以任何顺序组合使用。此外,方法(或实施方式)、编码器和解码器中的每一个均可以通过处理电路(例如,一个或更多个处理器或者一个或更多个集成电路)来实现。在一个示例中,一个或更多个处理器执行存储在非暂态计算机可读介质中的程序。

[0317] 上述技术可以被实现为使用计算机可读指令并且物理存储在一个或更多个计算机可读介质中的计算机软件。例如,图33示出了适于实现所公开的主题的某些实施方式的计算机系统(3300)。

[0318] 可以使用任何合适的机器代码或计算机语言对计算机软件进行编码,机器代码或计算机语言可以经受汇编、编译、链接等机制以创建包括指令的代码,所述指令可以由一个或更多个计算机中央处理单元(central processing unit, CPU)、图形处理单元(Graphics Processing Unit, GPU)等直接执行或者通过解译、微代码执行等执行。

[0319] 指令可以在各种类型的计算机或其部件上执行,其包括例如个人计算机、平板计算机、服务器、智能电话、游戏装置、物联网装置等。

[0320] 图33中示出的用于计算机系统(3300)的部件本质上是示例性的,并且不旨在对实现本公开内容的实施方式的计算机软件的使用范围或功能提出任何限制。部件的配置也不应当被解释为具有与计算机系统(3300)的示例性实施方式中示出的部件中的任何一个部件或部件的组合有关的任何依赖性 or 要求。

[0321] 计算机系统3300可以包括某些人机接口输入装置。这样的人机接口输入装置可以对由一个或更多个人类用户通过例如触觉输入(例如:击键、滑动、数据手套移动)、音频输入(例如:语音、拍打)、视觉输入(例如:姿势)、嗅觉输入(未示出)进行的输入做出响应。人机接口装置还可以用于捕获不一定与人的意识输入直接有关的某些介质,例如,音频(例如:语音、音乐、环境声音)、图像(例如:扫描图像、从静态图像摄像装置获得的摄影图像)、视频(例如二维视频、包括立体视频的三维视频)。

[0322] 输入人机接口装置可以包括以下各项中的一个或更多个(每项仅绘出一个):键盘(3301)、鼠标(3302)、触控板(3303)、触摸屏(3310)、数据手套(未示出)、操纵杆(3305)、麦克风(3306)、扫描仪(3307)、摄像装置(3308)。

[0323] 计算机系统(3300)还可以包括某些人机接口输出装置。这样的人机接口输出装置可以通过例如触觉输出、声音、光和气味/味道来刺激一个或更多个人类用户的感官。这样的人机接口输出装置可以包括:触觉输出装置(例如,通过触摸屏(3310)、数据手套(未示出)或操纵杆(3305)进行的触觉反馈,但是也可以存在不用作输入装置的触觉反馈装置);音频输出装置(例如:扬声器(3309)、头戴式耳机(未描绘));视觉输出装置(例如,屏幕(3310),包括CRT屏幕、LCD屏幕、等离子屏幕、OLED屏幕,每个均具有或不具有触摸屏输入能力,每个均具有或不具有触觉反馈能力——其中的一些可能能够通过诸如立体图像输出的方式输出二维视觉输出或多于三维输出;虚拟现实眼镜(未描绘);全息显示器和烟罐(未描绘));以及打印机(未描绘)。

[0324] 计算机系统(3300)还可以包括人类可访问存储装置及其相关联的介质,例如包括具有CD/DVD等介质(3321)的CD/DVD ROM/RW(3320)的光学介质、拇指驱动器(3322)、可移除硬盘驱动器或固态驱动器(3323)、传统磁介质(例如磁带和软盘(未描绘))、基于专用ROM/ASIC/PLD的装置(例如安全加密狗(未描绘))等。

[0325] 本领域技术人员还应当理解,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、载波或其他暂态信号。

[0326] 计算机系统(3300)还可以包括至一个或更多个通信网络(3355)的接口(3354)。网络可以是例如无线网络、有线网络、光网络。网络还可以是局域网、广域网、城域网、车载和工业网络、实时网络、延迟容忍网络等。网络的示例包括:局域网(例如以太网、无线LAN),包括GSM、3G、4G、5G、LTE等的蜂窝网络,包括有线电视、卫星电视和地面广播电视的电视有线连接或无线广域数字网络,包括CAN总线的车辆和工业网络等。某些网络通常需要附接至某些通用数据端口或外围总线(3349)(例如,计算机系统(3300)的USB端口)的外部网络接口适配器;其他的网络通常通过附接至如下所述的系统总线而集成到计算机系统(3300)的核中(例如,通过以太网接口集成到PC计算机系统,或通过蜂窝网络接口集成到智能电话计算机系统)。计算机系统(3300)可以通过使用这些网络中的任何网络与其他实体进行通信。这样的通信可以是仅单向接收的(例如,广播电视)、仅单向发送的(例如,到某些CAN总线装置的CAN总线)、或双向的(例如,使用局域数字网络或广域数字网络到其他计算机系统)。可以在如上面所描述的这些网络和网络接口中的每一个上使用某些协议和协议栈。

[0327] 上述人机接口装置、人类可访问存储装置和网络接口可以附接至计算机系统(3300)的核(3340)。

[0328] 核(3340)可以包括一个或更多个中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)(3341)、图形处理单元(Graphics Processing Unit,GPU)(3342)、现场可编程门区域(Field Programmable Gate Area,FPGA)(3343)形式的专用可编程处理单元、用于某些任务的硬件加速器(3344)、图形适配器(3350)等。这些装置以及只读存储器(ROM)(3345)、随机存取存储器(3346)、内部大容量存储装置(例如,内部非用户可访问的硬盘驱动器、SSD等)(3347)可以通过系统总线(3348)连接。在一些计算机系统中,可以以一个或更多个物理插头的形式访问系统总线(3348),以使得能够通过附加的CPU、GPU等进行扩展。外围装置可以直接地或通过外围总线(3349)附接至核的系统总线(3348)。在示例中,显示器(3310)可以连接至图形适配器(3350)。外围总线的架构包括PCI、USB等。

[0329] CPU(3341)、GPU(3342)、FPGA(3343)和加速器(3344)可以执行某些指令,这些指令

组合起来可以构成以上提及的计算机代码。所述计算机代码可以被存储在ROM(3345)或RAM(3346)中。暂态数据也可以被存储在RAM(3346)中,而永久数据可以被存储在例如内部大容量存储装置(3347)中。可以通过使用缓存存储器来实现对存储装置中的任何存储装置的快速存储和检索,该缓存存储器可以与一个或多个CPU(3341)、GPU(3342)、大容量存储装置(3347)、ROM(3345)、RAM(3346)等紧密关联。

[0330] 计算机可读介质上可以在其上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本公开内容的目的而专门设计和构造的介质和计算机代码,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。

[0331] 作为示例而非限制,具有架构的计算机系统(3300)并且特别是核(3340)可以提供作为处理器(包括CPU、GPU、FPGA、加速器等)执行体现在一个或多个有形计算机可读介质中的软件的结果的功能。这样的计算机可读介质可以是与如上文介绍的用户可访问的大容量存储装置相关联的介质,以及具有非暂态性质的核(3340)的某些存储装置,例如核内大容量存储装置(3347)或ROM(3345)。可以将实现本公开内容的各种实施方式的软件存储在这样的装置中并且由核(3340)执行。根据特定需求,计算机可读介质可以包括一个或多个存储器装置或芯片。软件可以使核(3340)——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处理或特定处理的特定部分,包括定义存储在RAM(3346)中的数据结构以及根据由软件定义的处理修改这样的数据结构。另外地或可替代地,计算机系统可以提供作为硬连线或以其他方式体现在电路(例如:加速器(3344))中的逻辑的结果的功能,该逻辑可以代替软件操作或与软件一起操作以执行本文中描述的特定处理或特定处理的特定部分。在适当的情况下,提及软件可以包含逻辑,并且反之亦然。在适当的情况下,提及计算机可读介质可以包含存储用于执行的软件的电路(例如,集成电路(IC))、实施用于执行的逻辑的电路或上述两者。本公开内容包括硬件与软件的任何合适的组合。

[0332] 附录A:首字母缩略词

[0333] JEM:联合开发模型

[0334] VVC:通用视频编码

[0335] BMS:基准集

[0336] MV:运动矢量

[0337] HEVC:高效视频编码

[0338] MPM:最可能模式

[0339] WAIP:广角帧内预测

[0340] SEI:补充增强信息

[0341] VUI:视频可用性信息

[0342] GOP:图片组

[0343] TU:变换单元

[0344] PU:预测单元

[0345] CTU:编码树单元

[0346] CTB:编码树块

[0347] PB:预测块

- [0348] HRD: 假想参考解码器
- [0349] SDR: 标准动态范围
- [0350] SNR: 信噪比
- [0351] CPU: 中央处理单元
- [0352] GPU: 图形处理单元
- [0353] CRT: 阴极射线管
- [0354] LCD: 液晶显示器
- [0355] OLED: 有机发光二极管
- [0356] CD: 致密盘
- [0357] DVD: 数字视频光盘
- [0358] ROM: 只读存储器
- [0359] RAM: 随机存取存储器
- [0360] ASIC: 专用集成电路
- [0361] PLD: 可编程逻辑装置
- [0362] LAN: 局域网
- [0363] GSM: 全球移动通信系统
- [0364] LTE: 长期演进
- [0365] CANBus: 控制器局域网总线
- [0366] USB: 通用串行总线
- [0367] PCI: 外围部件互连
- [0368] FPGA: 现场可编程门区域
- [0369] SSD: 固态驱动器
- [0370] IC: 集成电路
- [0371] CU: 编码单元
- [0372] PDPC: 位置相关预测组合
- [0373] ISP: 帧内子划分
- [0374] SPS: 序列参数集

[0375] 虽然本公开内容已经描述了若干示例性实施方式,但是存在落入本公开内容的范围内的变更、置换和各种替代等同内容。因此将认识到,虽然本文中并没有明确示出或描述,但是本领域技术人员能够设想实施本公开内容的原理并且因此在其精神和范围内的许多系统和方法。

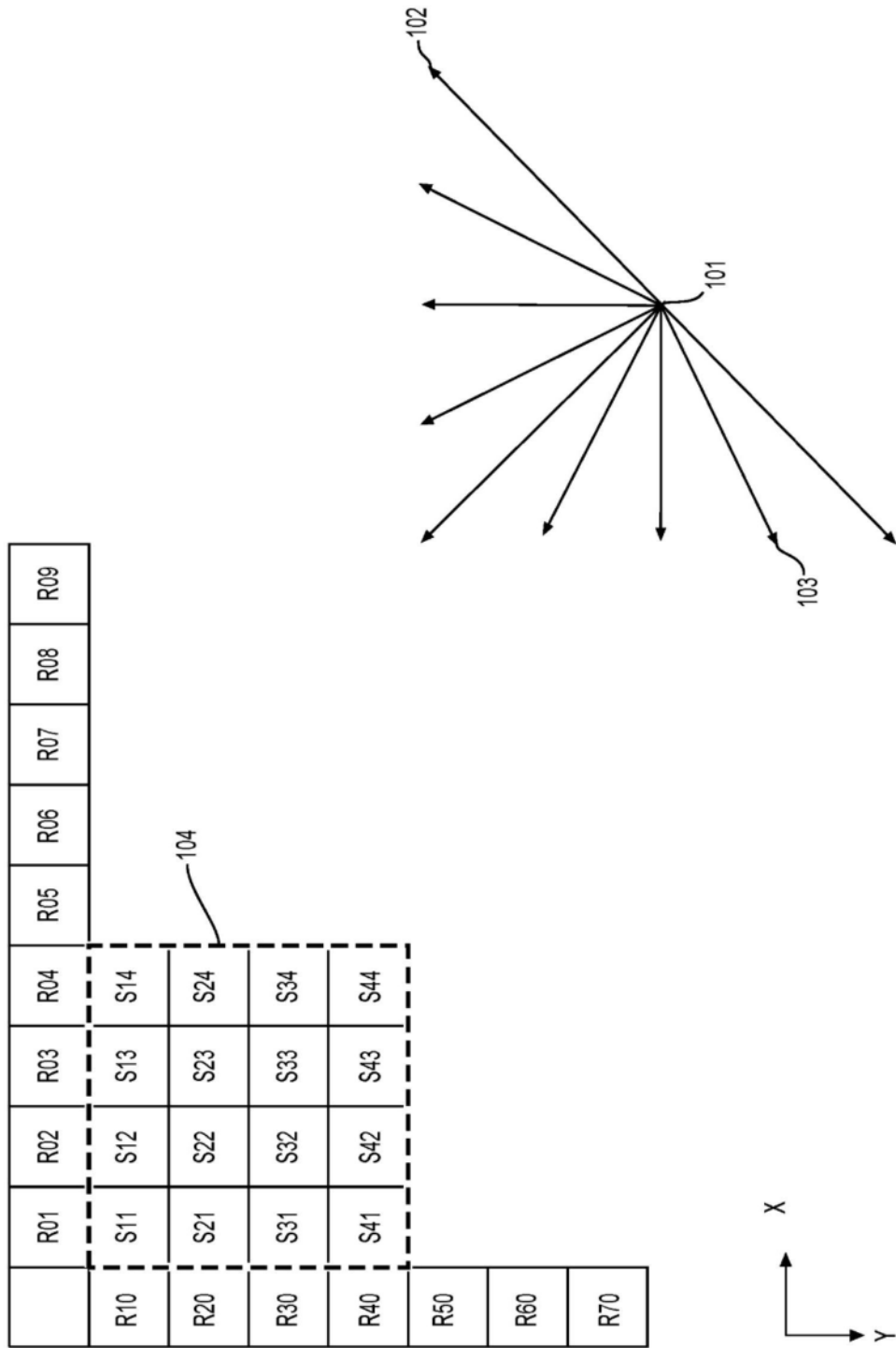


图1A(相关技术)

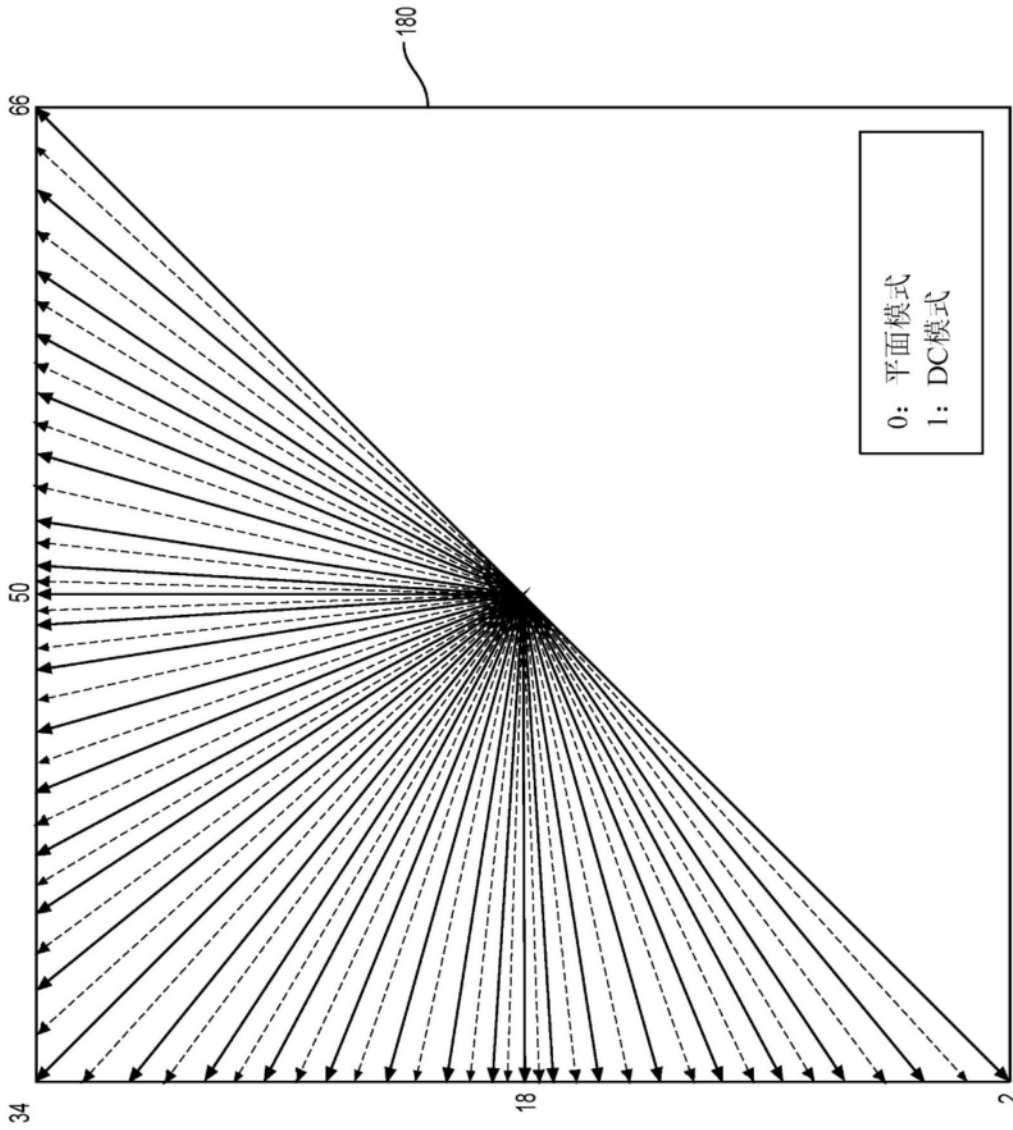


图1B(相关技术)

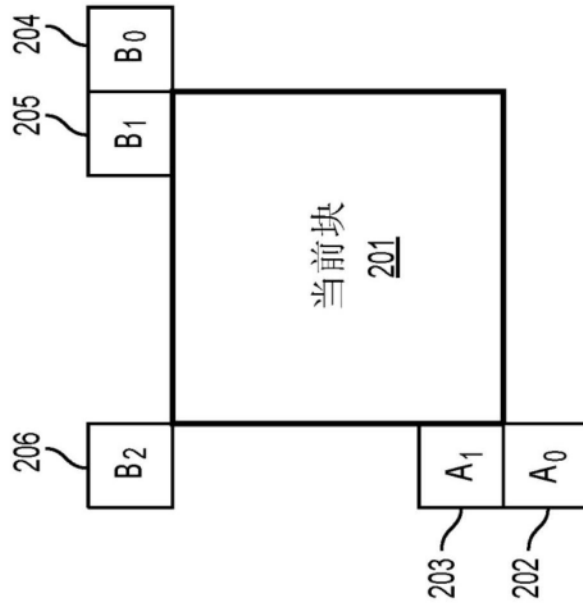


图2 (相关技术)

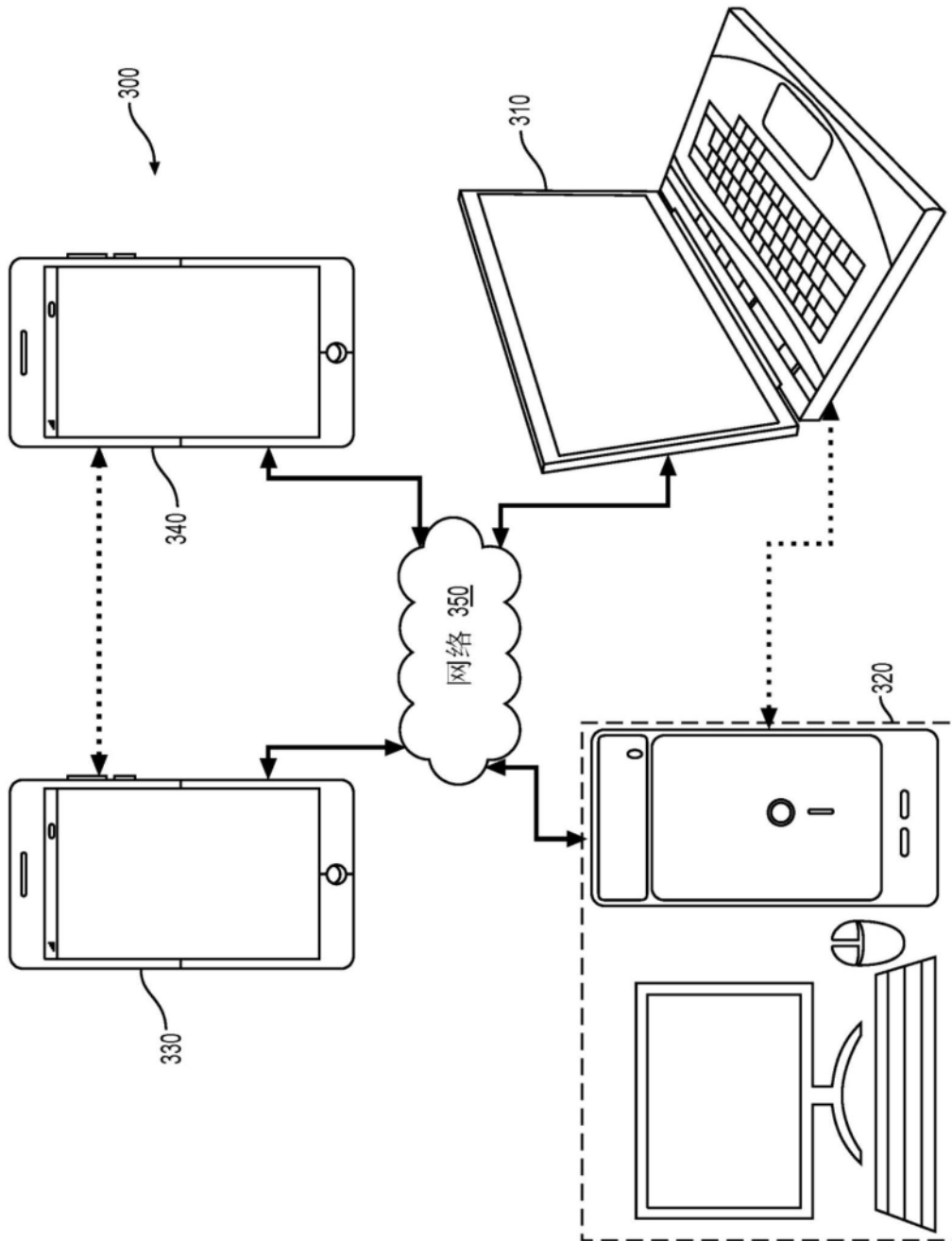


图3

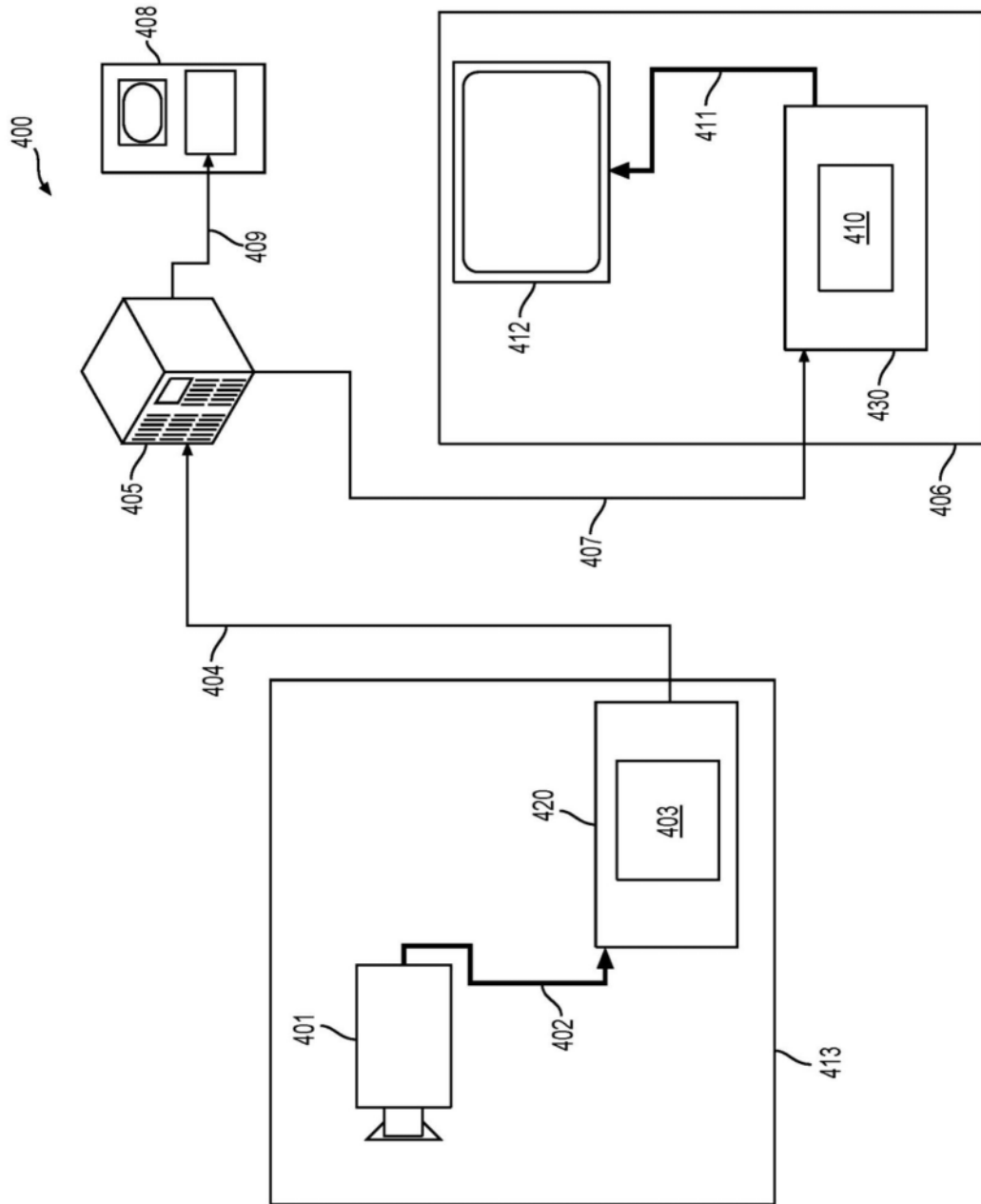


图4

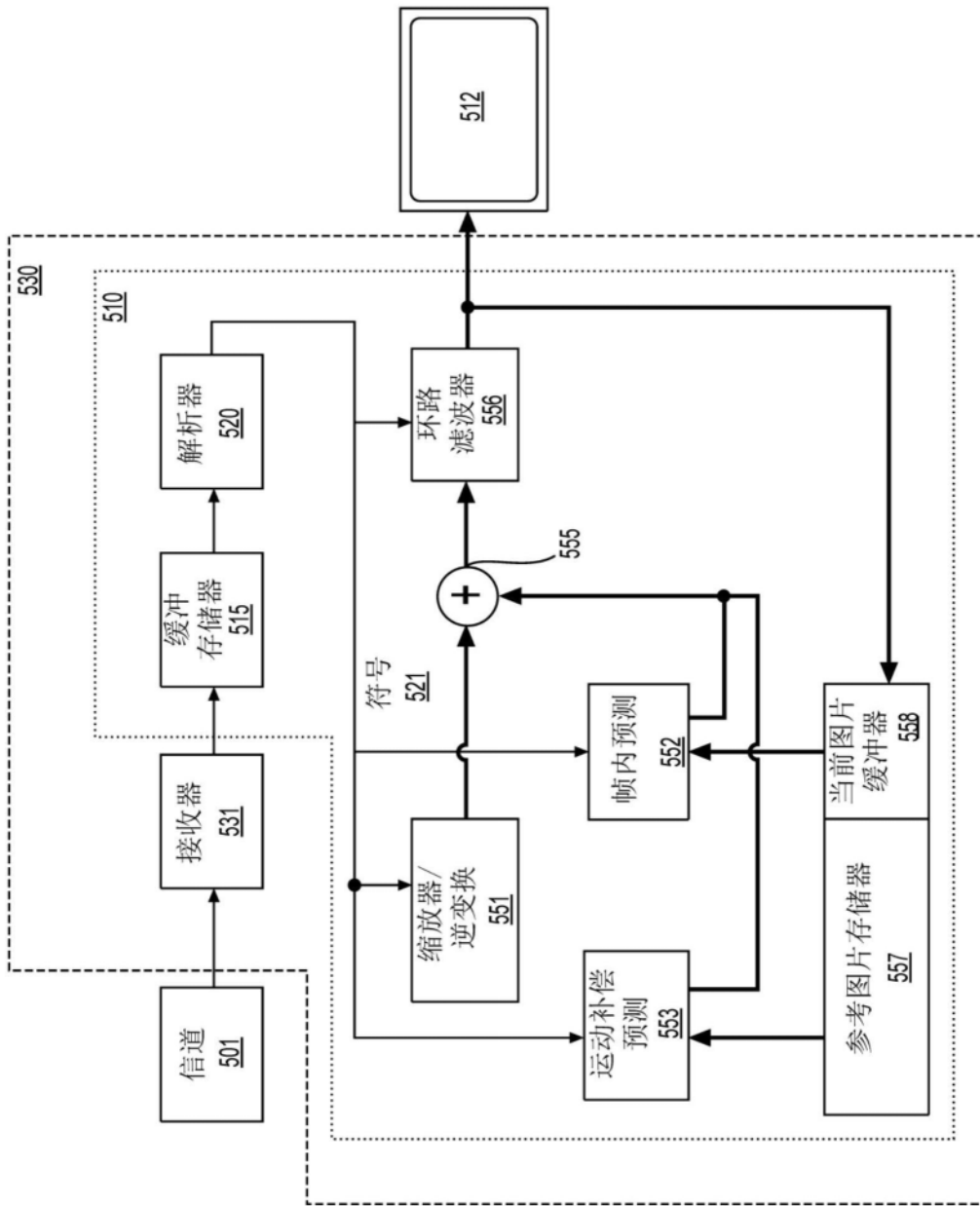


图5

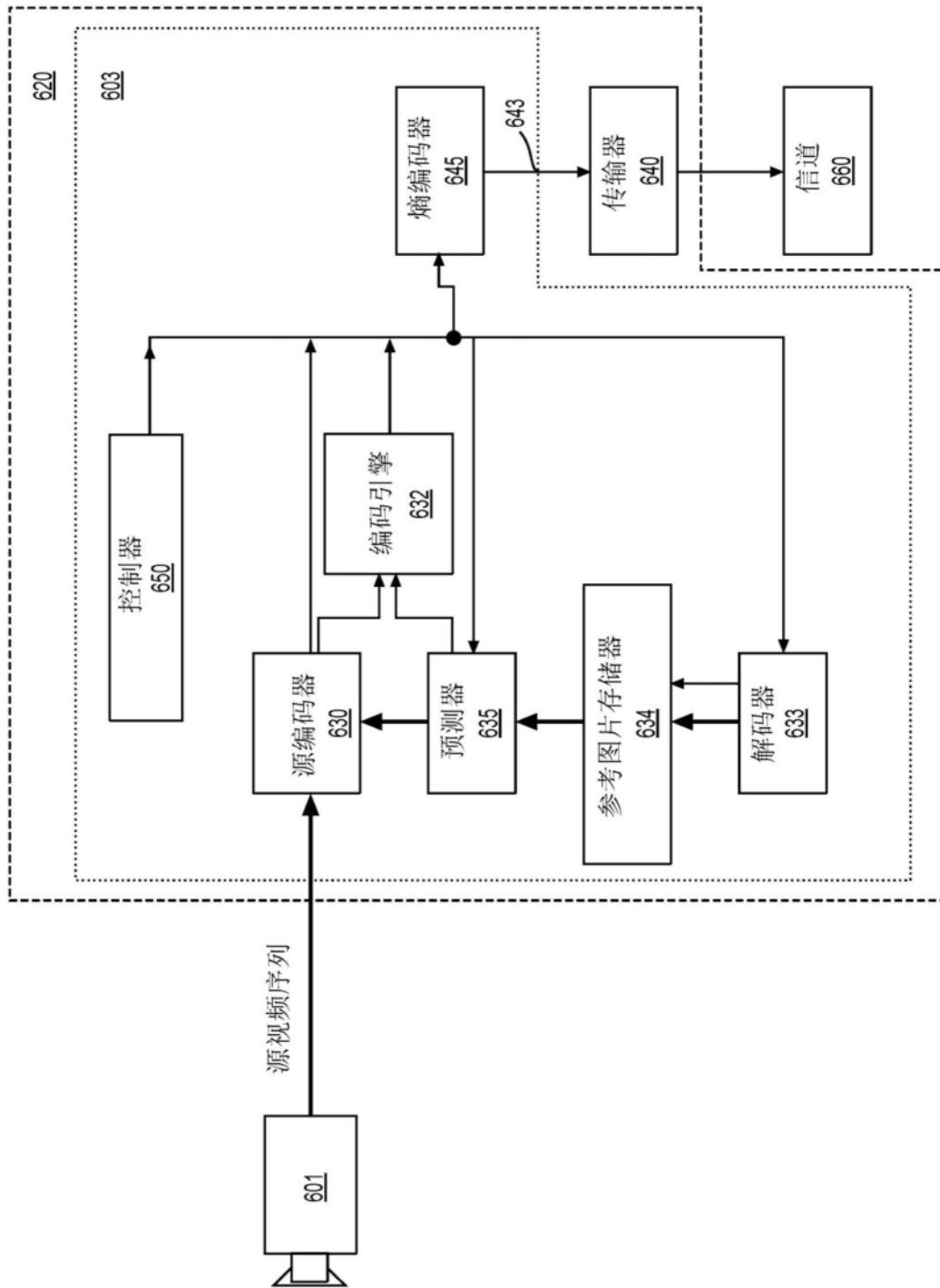


图6

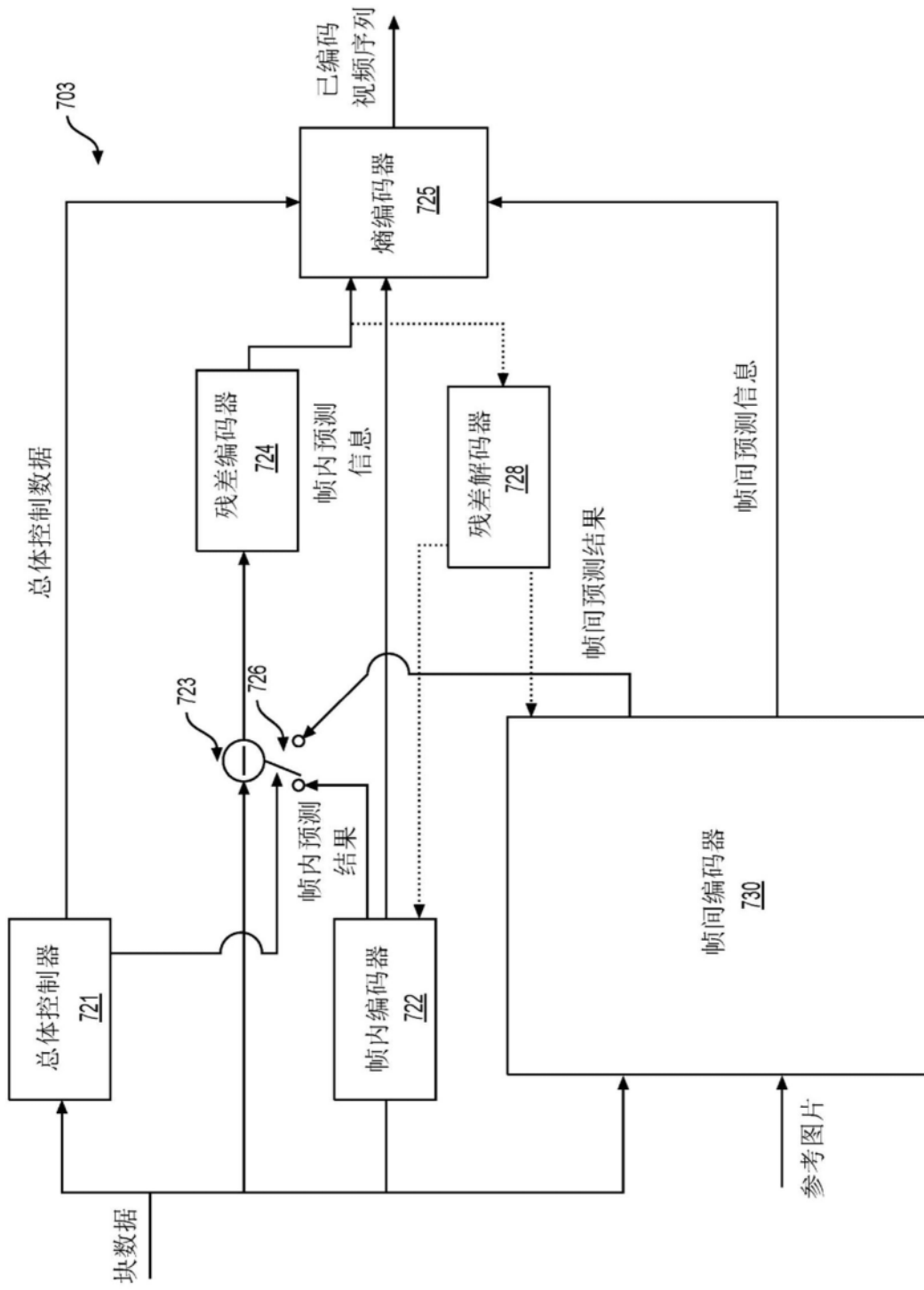


图7

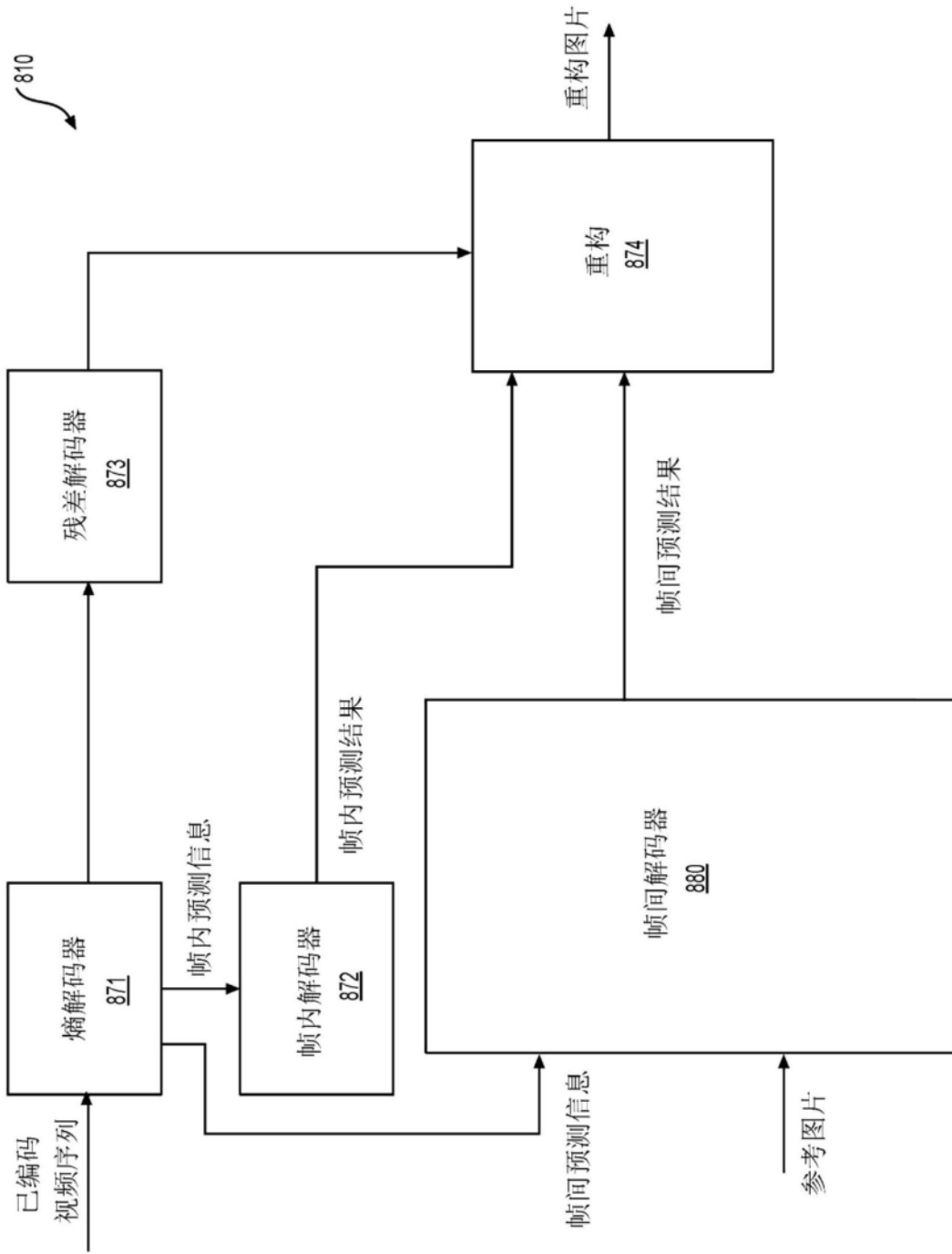


图8

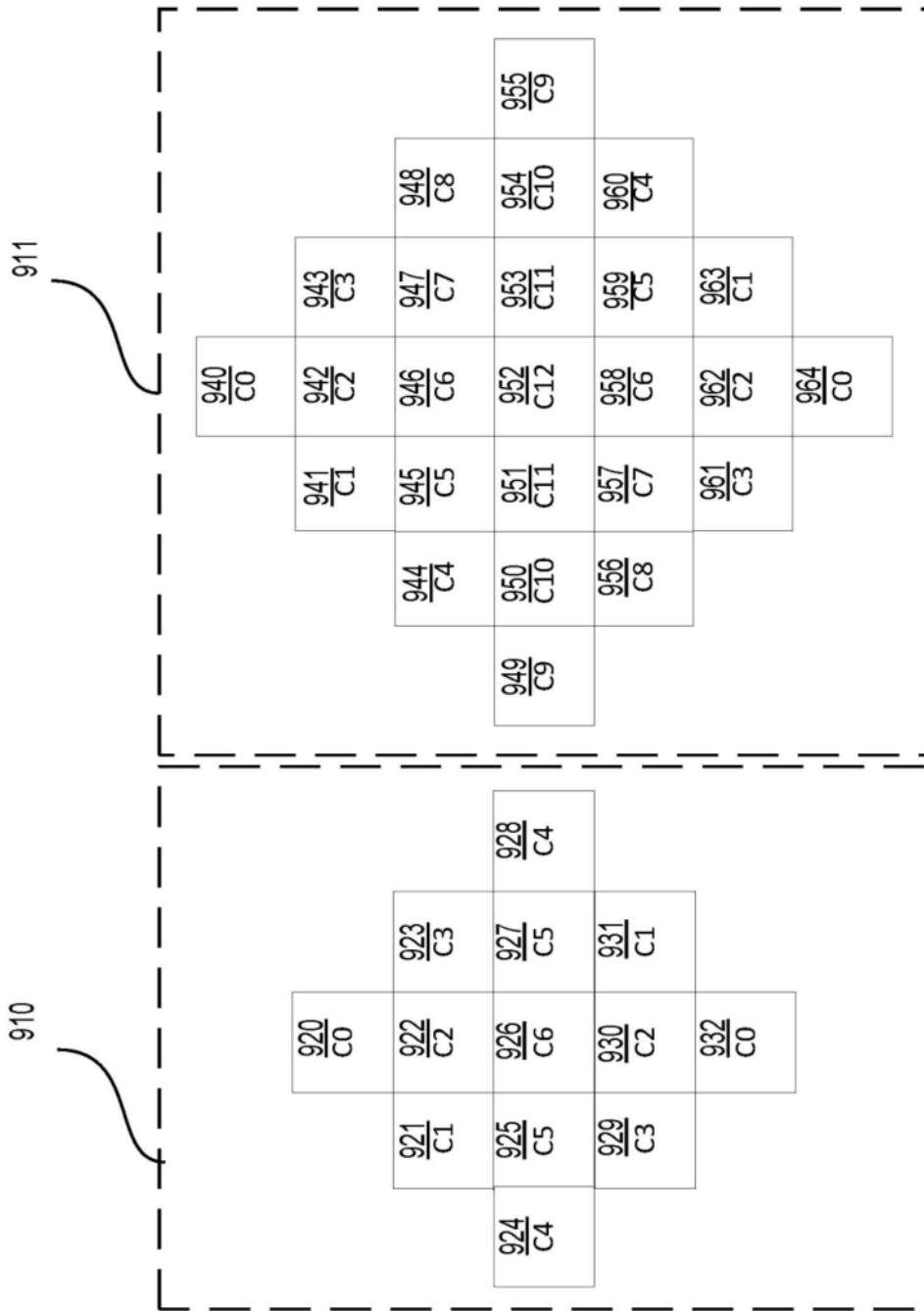


图9

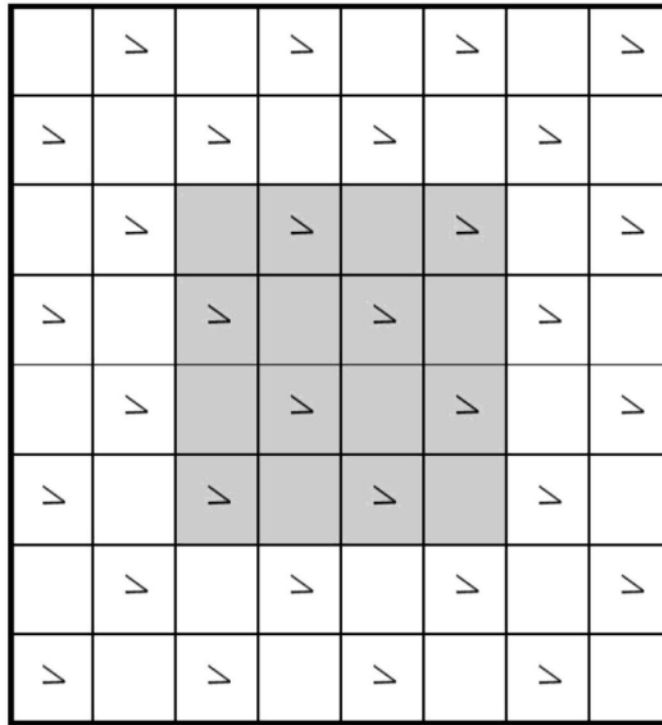


图10A

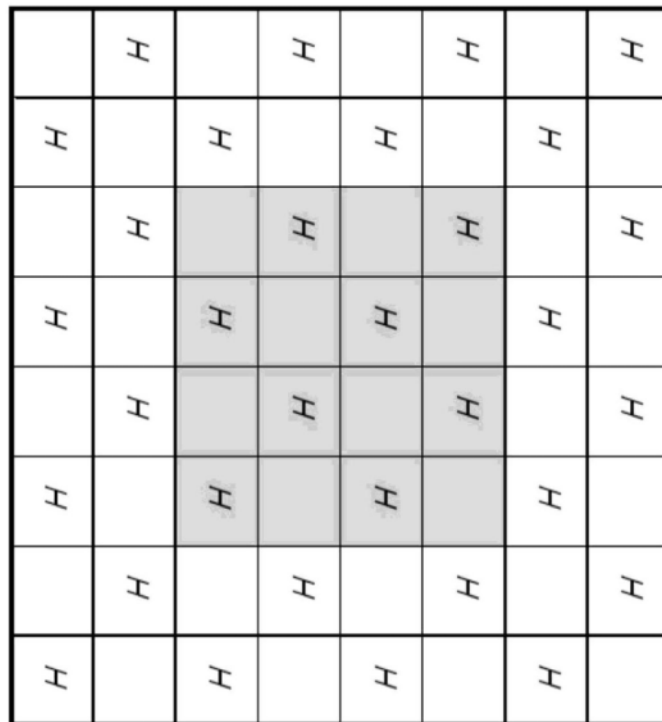


图10B

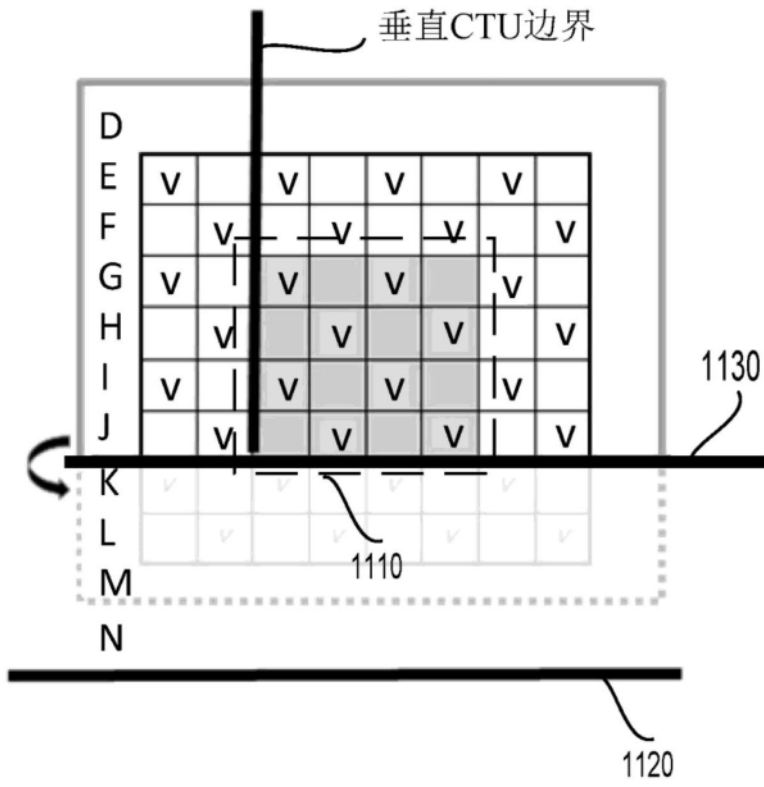


图11A

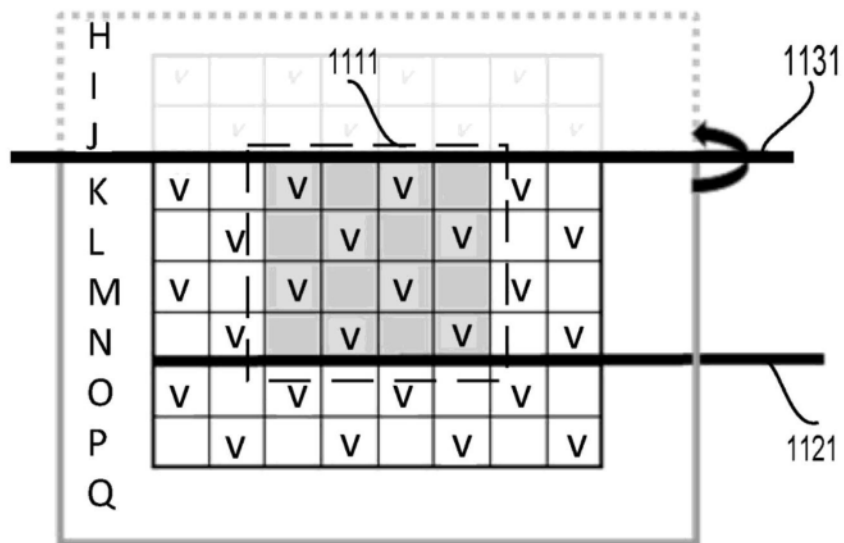


图11B

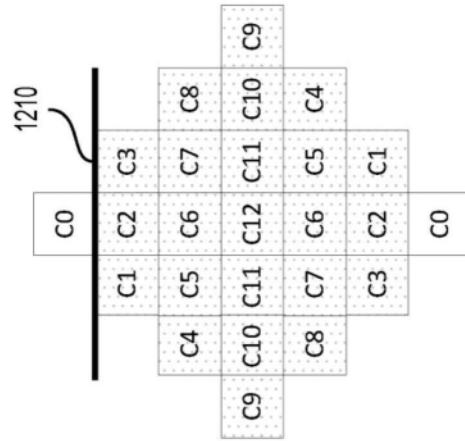


图12A

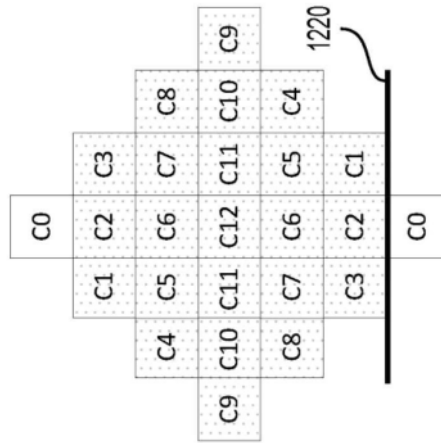


图12B

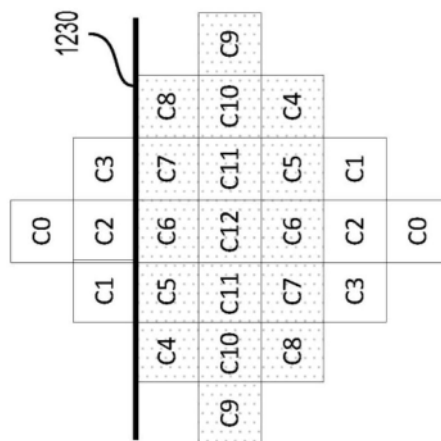


图12C

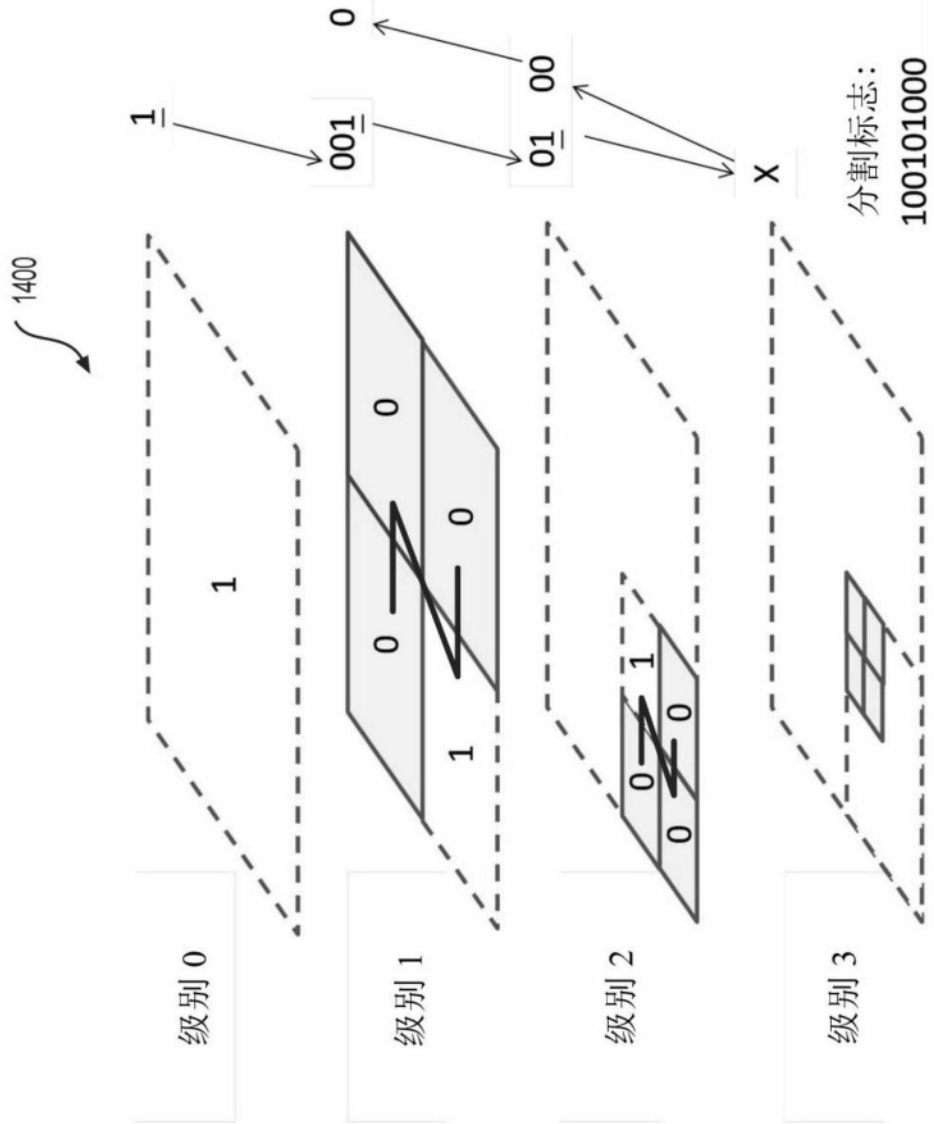


图14

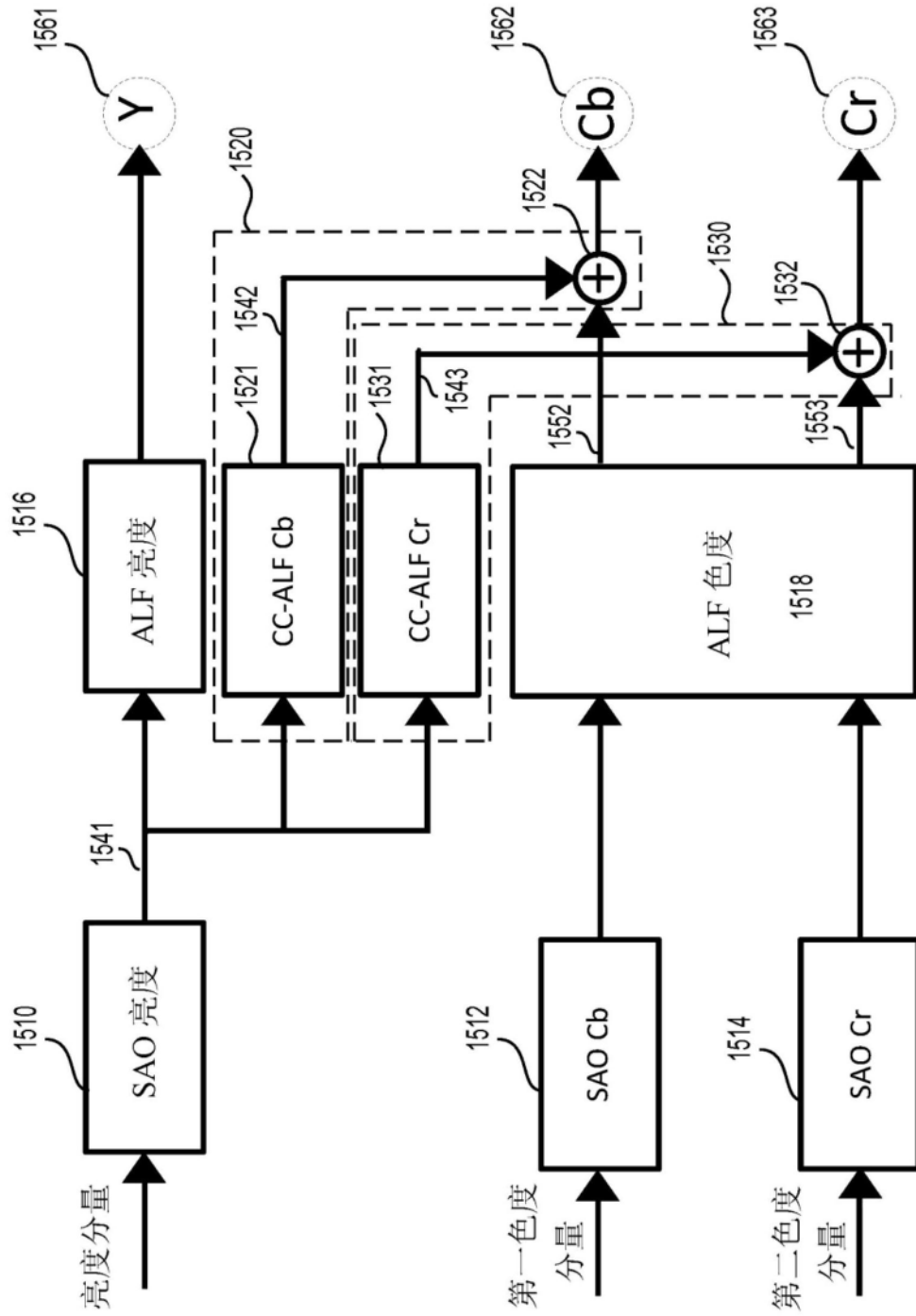


图15

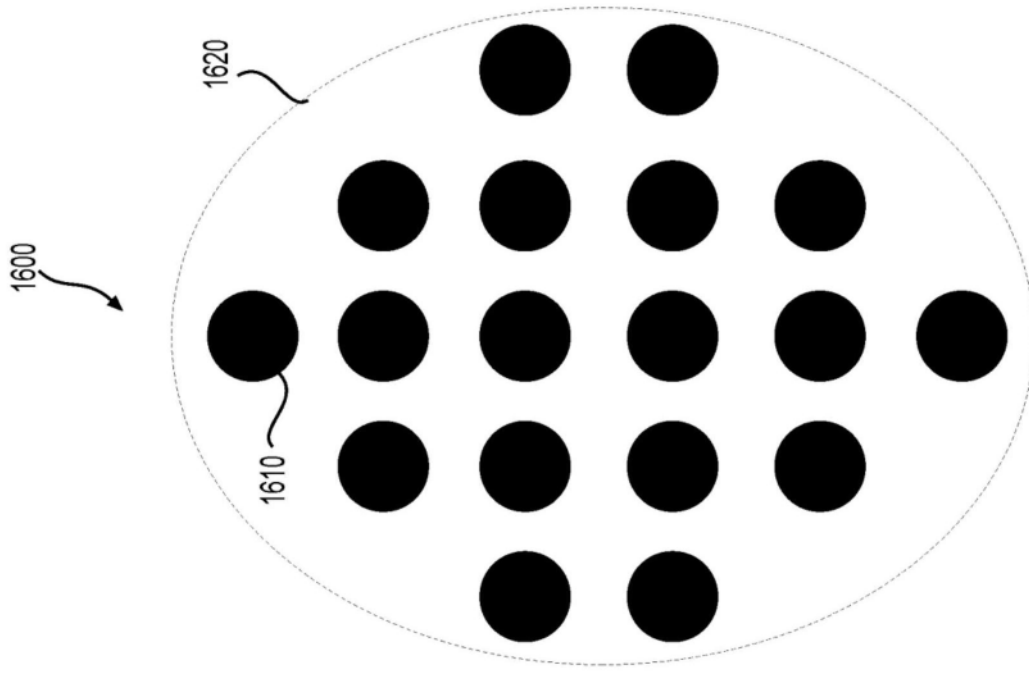


图16

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

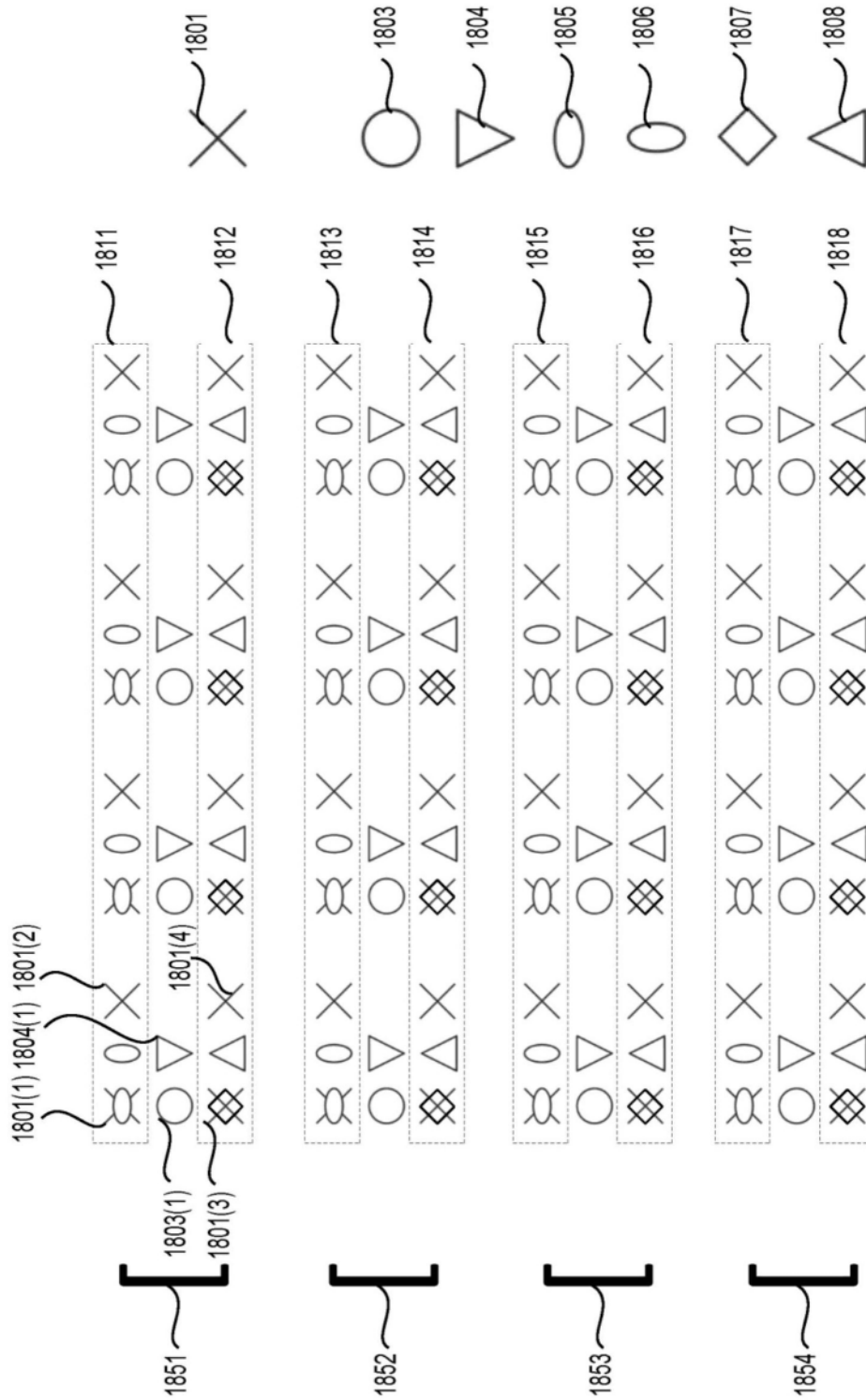


图18A

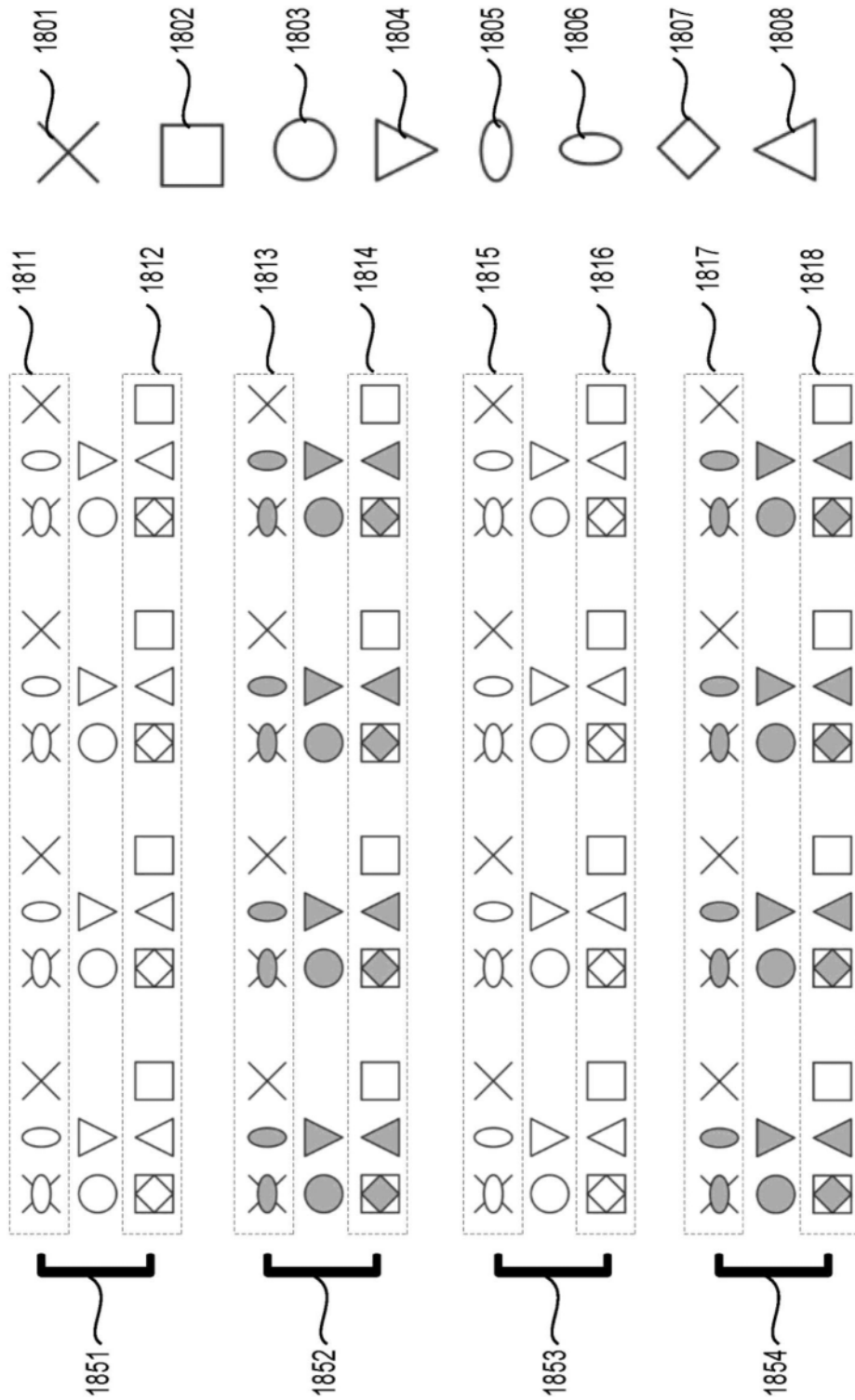


图18B

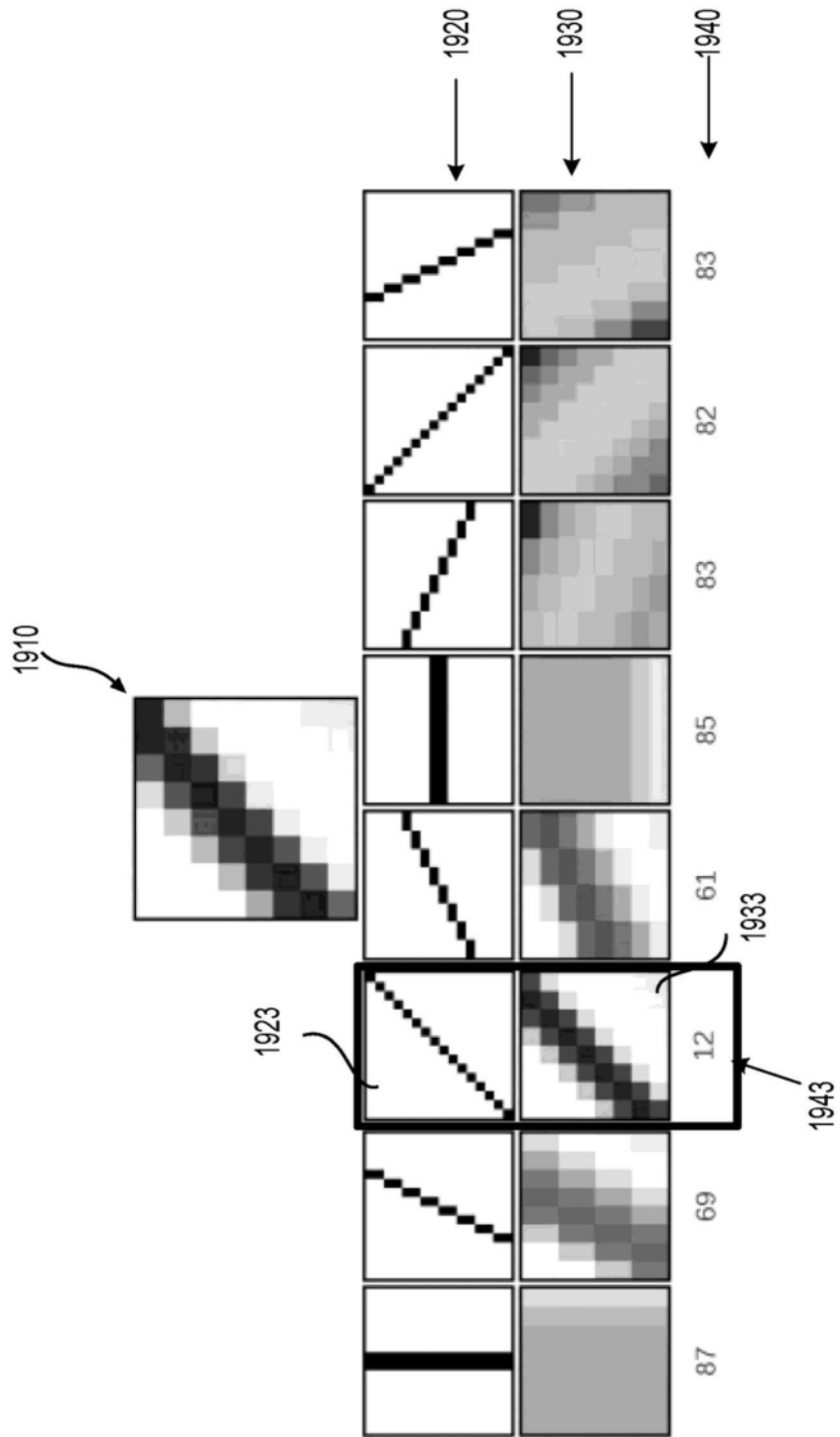


图19

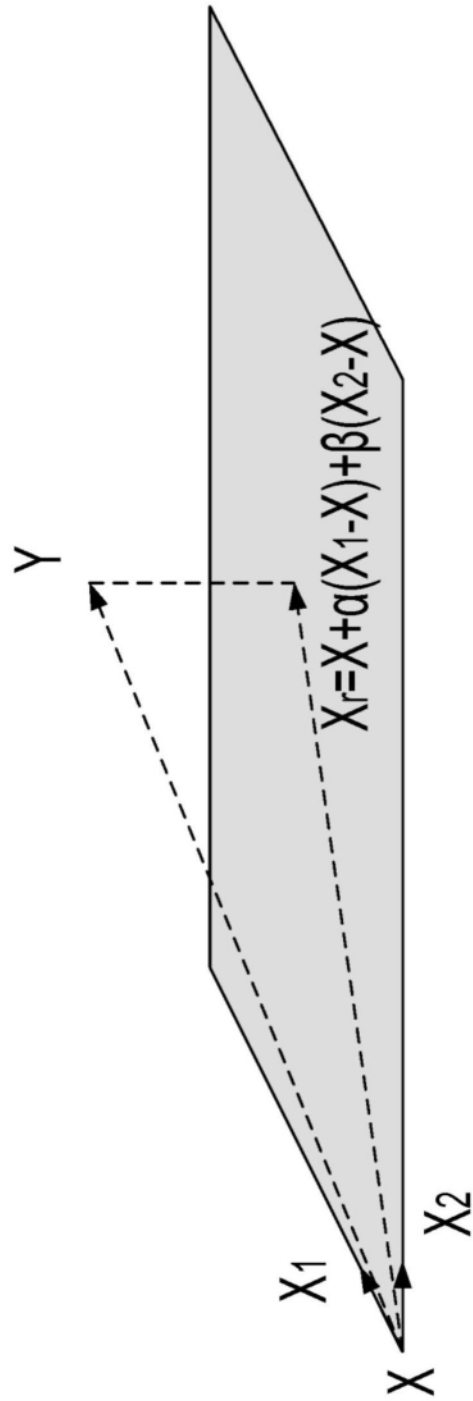


图20

2100

SAO 类型	要使用的样本 自适应偏移类型	类别数
0	无	0
1	1-D 0度图案边缘偏移	4
2	1-D 90度图案边缘偏移	4
3	1-D 135度图案边缘偏移	4
4	1-D 45度图案边缘偏移	4
5	中心带带偏移	16
6	边带带偏移	16

图21

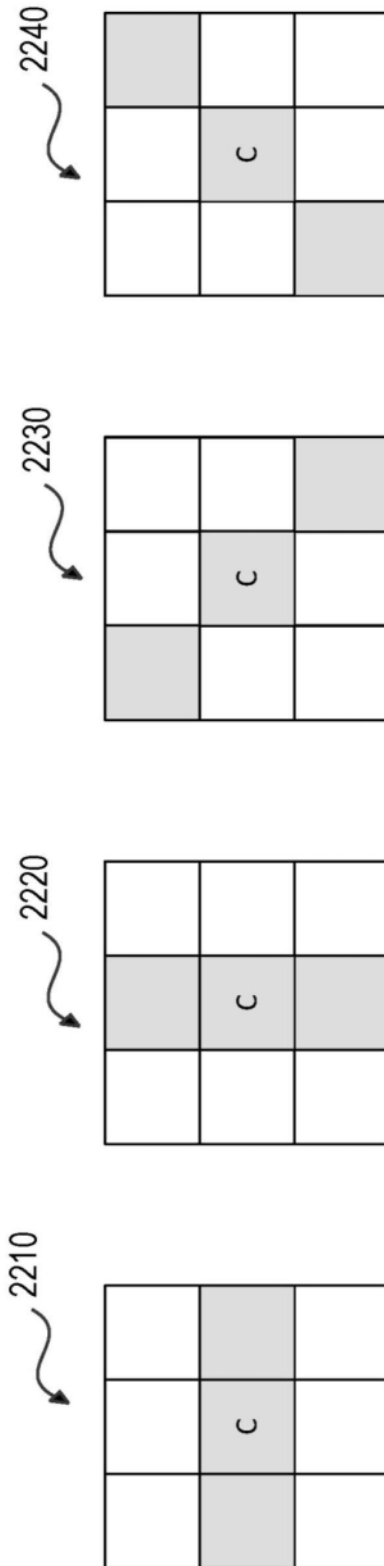


图22

2300

类别	条件
1	$c < 2$ 相邻者
2	$c < 1$ 相邻者 && $c == 1$ 相邻者
3	$c > 1$ 相邻者 && $c == 1$ 相邻者
4	$c > 2$ 相邻者
0	以上均无

图23

2400

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

图24

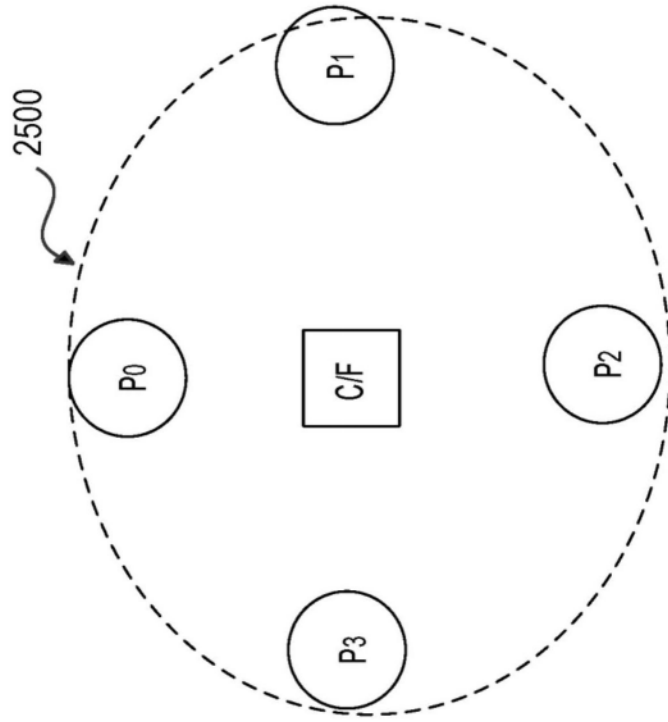


图25

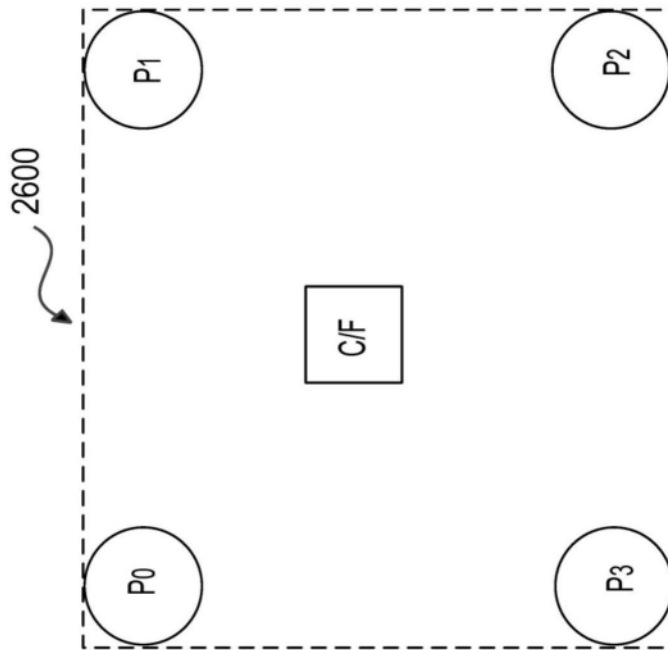



图26

 2700


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

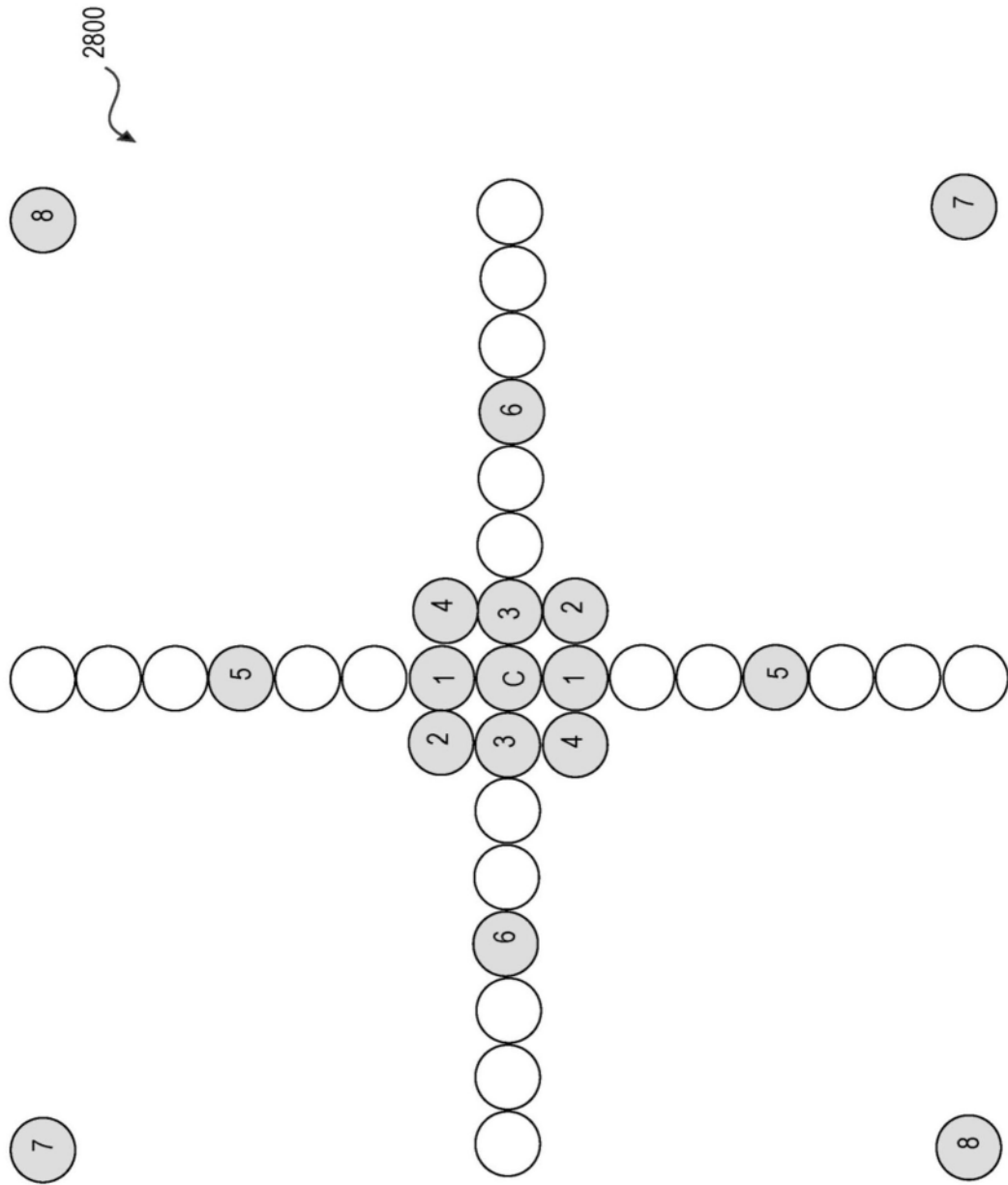


图28

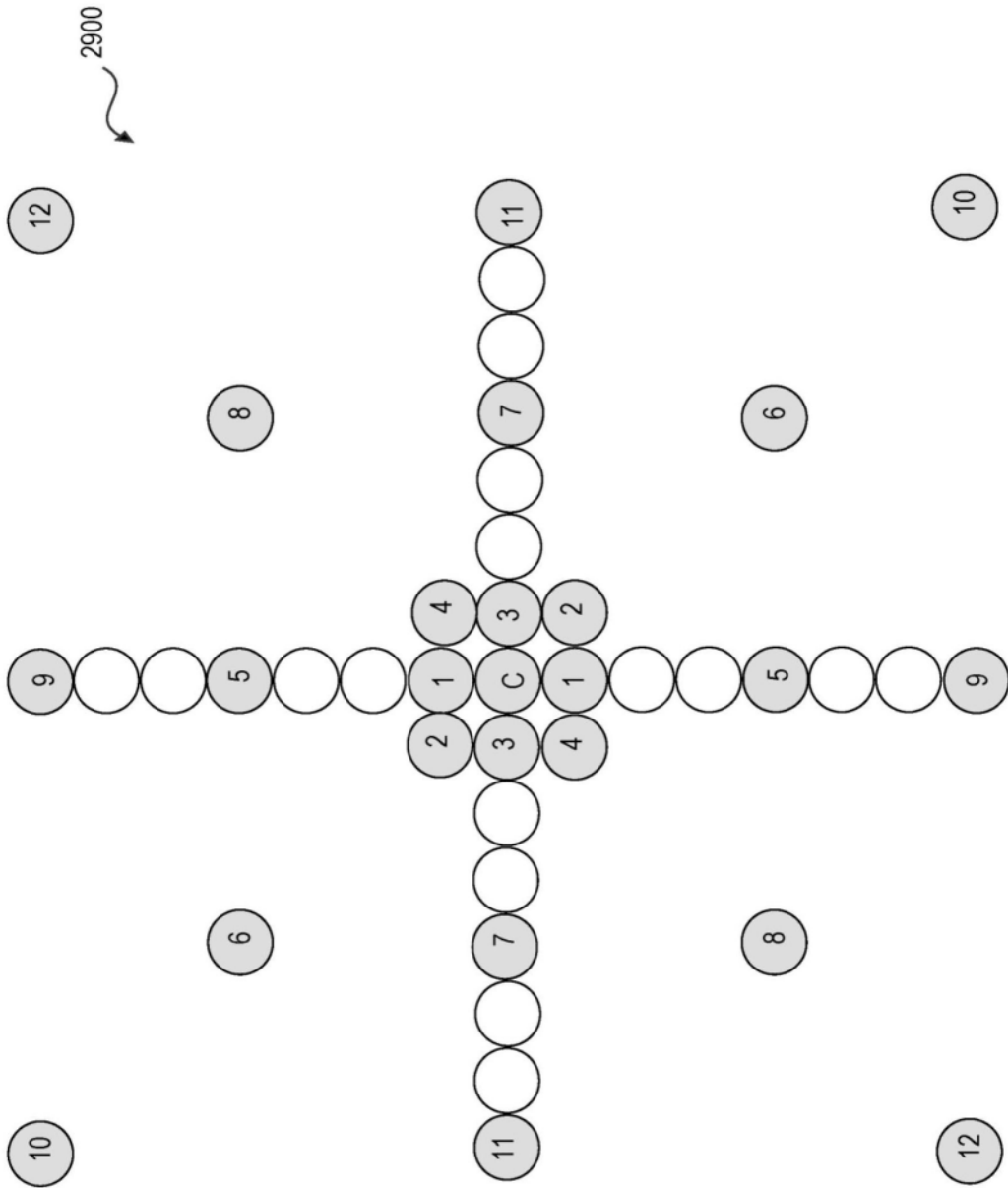


图29

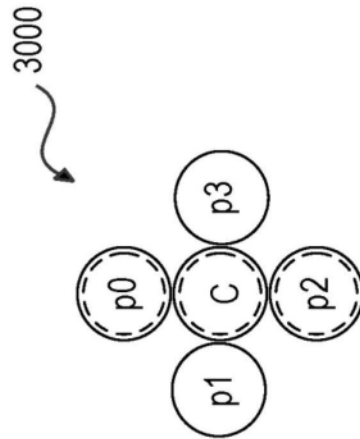


图30

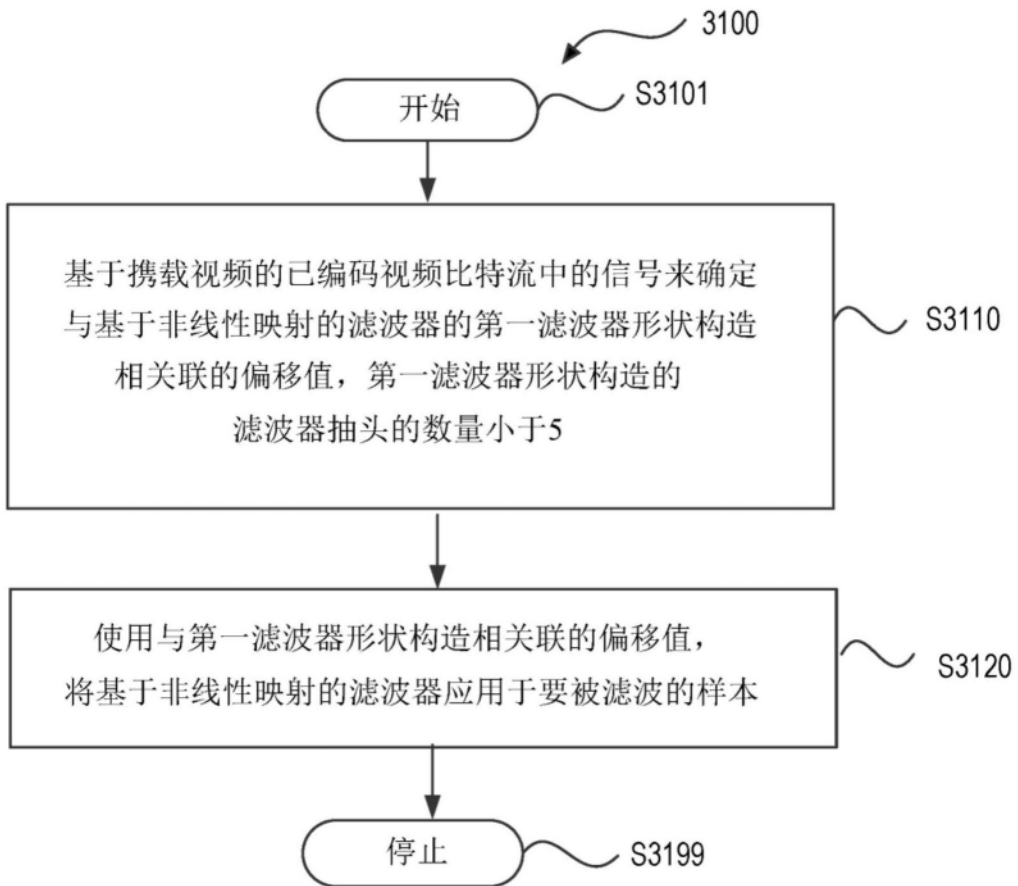


图31

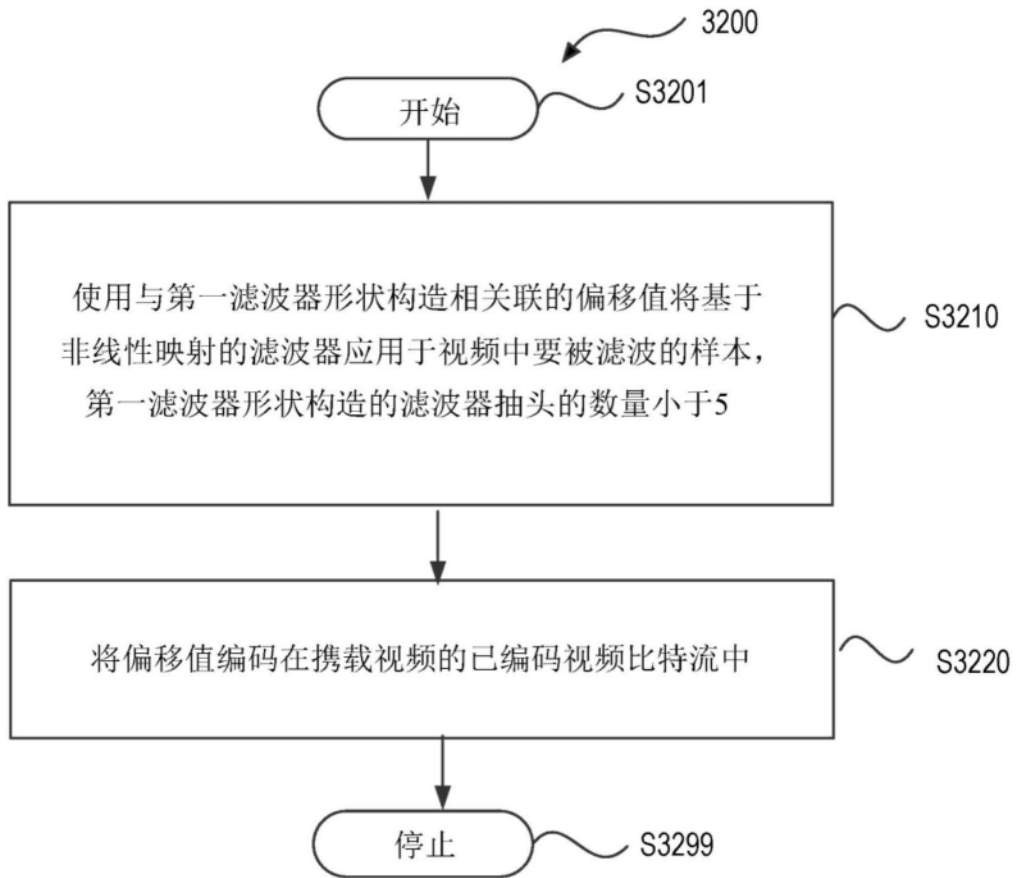


图32

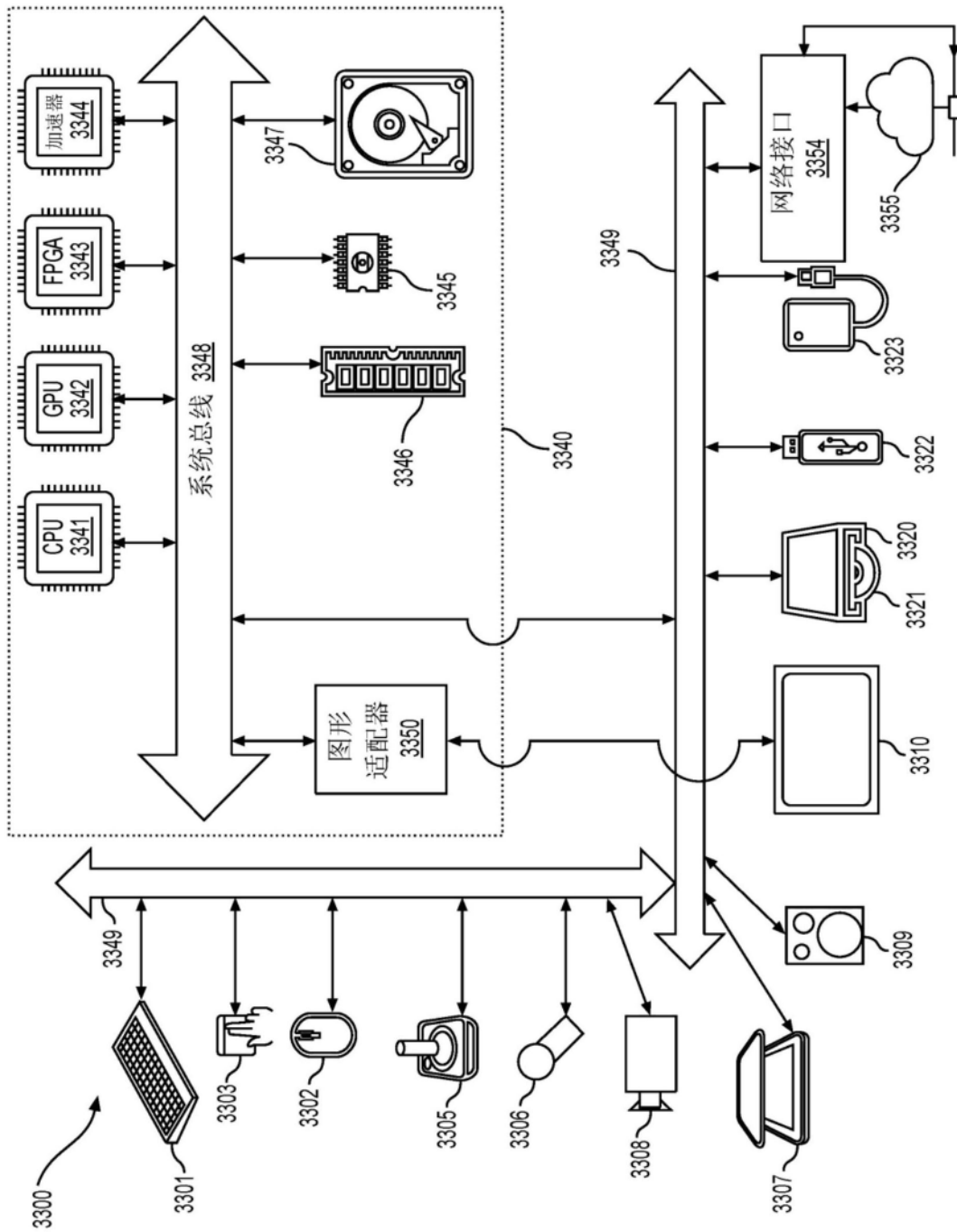


图33