(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113826389 B
(45)授权公告日 2025.01.10

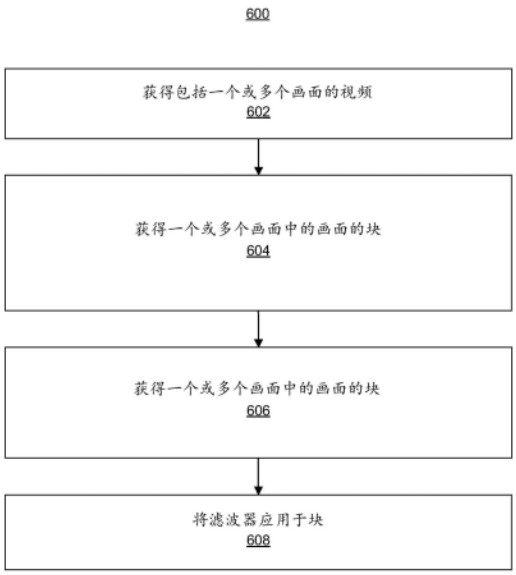
(21)申请号 202080036125.3
(22)申请日 2020.05.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113826389 A
(43)申请公布日 2021.12.21
(30)优先权数据
62/851,064 2019.05.21 US
16/878,436 2020.05.19 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.15
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/033711 2020.05.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/236878 EN 2020.11.26
(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 N.胡 V.塞雷金 M.卡尔切维茨
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 安之斐
(51)Int.Cl.
H04N 19/117(2006.01)
H04N 19/136(2006.01)
H04N 19/176(2006.01)
H04N 19/82(2006.01)
(56)对比文件
Benjamin Bross等.《Versatile Video Coding (Draft 5)》.《Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11》.2019,正文第94-98页,第7.4.6.3节,第8.1.1节,第8.3.3节.
审查员 成聪
权利要求书4页 说明书37页 附图11页

(54)发明名称

对自适应环路滤波器的削波值计算的简化

(57)摘要

提供了用于简化自适应环路滤波的削波值计算的系统、方法和计算机可读取介质。一种示例方法可以包括:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面获得画面的块;确定滤波器的削波值,该削波值对应于该画面中的亮度分量和/或该画面中的色度分量,其中通过将第一整数左移第二整数来确定每个削波值,第二整数包括来自该画面的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将该滤波器应用于该块。



CN 113826389 B

1.一种处理视频数据的方法,所述方法包括:

获得包括一个或多个画面的视频数据;

从所述一个或多个画面中获得画面的块;

确定至少一个滤波器的削波值,所述削波值包括对应于所述块的亮度分量的第一组削波值和对应于所述块的色度分量的第二组削波值,所述削波值使用整数运算而不使用浮点运算来计算,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定所述削波值中的削波值,所述第二整数包括来自所述块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果,并且其中,对应于所述亮度分量的所述第一组削波值和对应于所述色度分量的所述第二组削波值都是通过将所述第一整数左移所述第二整数来确定的;以及

将所述至少一个滤波器应用于所述块。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个滤波器包括自适应环路滤波器。

3.根据权利要求1所述的方法,其中,所述偏移值包括与所述亮度分量相关联的第一整数值和与所述色度分量相关联的第二整数值,所述第一整数值和所述第二整数值包括0、3、5或7中的一个。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一整数是1,并且其中,将所述第一整数左移所述第二整数包括将2提高至包括所述第二整数的指数的幂。

5.根据权利要求1所述的方法,其中,所述削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中,所述削波索引表中的所述组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于所述画面内的不同位置。

6.根据权利要求1所述的方法,其中,所述偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且其中,基于所述削波索引值从所述多个预定偏移值中确定所述偏移值。

7.根据权利要求6所述的方法,其中,确定所述至少一个滤波器的所述削波值包括:确定来自所述画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自所述多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将所述第一整数左移与所述特定样本相关联的特定整数来确定的,所述特定整数包括所述特定样本的位深度值减去来自所述多个预定偏移值的特定偏移值的特定结果。

8.根据权利要求7所述的方法,其中,所述特定偏移值是基于与所述特定样本相关联的特定削波索引值从所述多个预定偏移值中确定的。

9.根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个滤波器的所述第一组削波值包括用于所述亮度分量的一个或多个亮度削波值,并且所述第二组削波值包括用于所述色度分量的一个或多个色度削波值,其中,所述一个或多个亮度削波值是通过将所述第一整数左移第三整数来确定的,所述第三整数包括来自所述画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中,所述一个或多个色度削波值是通过将所述第一整数左移第四整数来确定的,所述第四整数包括来自所述画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

10.根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将所述至少一个滤波器应用于所述块包括:将所述5×5自适应环路滤波器应用于所述色度分量,以及将所述7×7自适应环路滤波器应用于所述亮度分量。

11.根据权利要求1所述的方法,还包括:

生成包括所述一个或多个画面的已编码视频比特流。

12.根据权利要求11所述的方法,其中,所述已编码视频比特流是基于所述视频数据和将所述至少一个滤波器应用于所述块的结果生成的。

13.根据权利要求11所述的方法,还包括:

将所述已编码视频比特流发送给解码设备,其中,所述已编码视频比特流与信令信息一起被发送,所述信令信息包括所述偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

14.根据权利要求11所述的方法,还包括:

存储所述已编码视频比特流。

15.根据权利要求1所述的方法,还包括:

获得包括所述一个或多个画面的已编码视频比特流;

识别与所述已编码视频比特流相关联的信令信息,所述信令信息包括所述偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个;以及

从所述已编码视频比特流来解码所述画面的所述块。

16.根据权利要求15所述的方法,其中,从所述已编码视频比特流来解码所述画面的所述块包括重建所述画面的所述块,并且其中,应用所述至少一个滤波器包括将所述至少一个滤波器应用于所述重建块。

17.一种处理视频数据的装置,包括:

存储器;以及

一个或多个处理器,耦合到所述存储器,所述一个或多个处理器被配置为:

获得包括一个或多个画面的视频数据;

从所述一个或多个画面中获得画面的块;

确定至少一个滤波器的削波值,所述削波值包括对应于所述块的亮度分量的第一组削波值和对应于所述块的色度分量的第二组削波值,所述削波值使用整数运算而不使用浮点运算来计算,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定所述削波值中的削波值,所述第二整数包括来自所述块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果,并且其中,对应于所述亮度分量的所述第一组削波值和对应于所述色度分量的所述第二组削波值都是通过将所述第一整数左移所述第二整数来确定的;以及

将所述至少一个滤波器应用于所述块。

18.根据权利要求17所述的装置,其中,所述至少一个滤波器包括自适应环路滤波器。

19.根据权利要求17所述的装置,其中,所述偏移值包括与所述亮度分量相关联的第一整数值和与所述色度分量相关联的第二整数值,所述第一整数值和所述第二整数值包括0、3、5或7中的一个。

20.根据权利要求17所述的装置,其中,所述第一整数是1,并且其中,将所述第一整数左移所述第二整数包括使2提高至包括所述第二整数的指数的幂。

21.根据权利要求17所述的装置,其中,所述削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中,所述削波索引表中的所述组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于所述画面内的不同位置。

22.根据权利要求17所述的装置,其中,所述偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且其中,基于所述削波索引值从所述多个预定偏移值中确定所述偏移值。

23.根据权利要求22所述的装置,其中,确定所述至少一个滤波器的所述削波值包括:确定来自所述画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自所述多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将所述第一整数左移与所述特定样本相关联的特定整数来确定的,所述特定整数包括所述特定样本的位深度值减去来自所述多个预定偏移值的特定偏移值的特定结果。

24.根据权利要求23所述的装置,其中,所述特定偏移值是基于与所述特定样本相关联的特定削波索引值从所述多个预定偏移值中确定的。

25.根据权利要求17所述的装置,其中,所述至少一个滤波器的所述第一组削波值包括用于所述亮度分量的一个或多个亮度削波值,并且所述第二组削波值包括用于所述色度分量的一个或多个色度削波值,其中,所述一个或多个亮度削波值是通过将所述第一整数左移第三整数来确定的,所述第三整数包括来自所述画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中,所述一个或多个色度削波值是通过将所述第一整数左移第四整数来确定的,所述第四整数包括来自所述画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

26.根据权利要求17所述的装置,其中,所述至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将所述至少一个滤波器应用于所述块包括:将所述5×5自适应环路滤波器应用于所述色度分量,以及将所述7×7自适应环路滤波器应用于所述亮度分量。

27.根据权利要求17所述的装置,其中,所述一个或多个处理器被配置为:

生成包括所述一个或多个画面的已编码视频比特流。

28.根据权利要求27所述的装置,其中,所述已编码视频比特流是基于所述视频数据和将所述至少一个滤波器应用于所述块的结果生成的。

29.根据权利要求27所述的装置,其中,所述一个或多个处理器被配置为:

将所述已编码视频比特流发送给解码设备,其中,所述已编码视频比特流与信令信息一起被发送,所述信令信息包括所述偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

30.根据权利要求27所述的装置,其中,一个或多个处理器被配置为:

存储所述已编码视频比特流。

31.根据权利要求17所述的装置,其中,一个或多个处理器耦合到所述存储器,所述一个或多个处理器被配置为:

获得包括所述一个或多个画面的已编码视频比特流;

识别与所述已编码视频比特流相关联的信令信息,所述信令信息包括所述偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个;以及

从所述已编码视频比特流来解码所述画面的所述块。

32.根据权利要求31所述的装置,其中,从所述已编码视频比特流来解码所述画面的所述块包括重建所述画面的所述块,并且其中,应用所述至少一个滤波器包括将所述至少一个滤波器应用于所述重建块。

33.根据权利要求17所述的装置,其中,所述装置是移动计算设备。

34.一种非暂时性计算机可读取存储介质,包括:

存储在其上的指令,当被一个或多个处理器执行时,所述指令使得所述一个或多个处理器:

获得包括一个或多个画面的视频数据;

从所述一个或多个画面中获得画面的块;

确定至少一个滤波器的削波值,所述削波值包括对应于所述块的亮度分量的第一组削波值和对应于所述块的色度分量的第二组削波值,所述削波值使用整数运算而不使用浮点运算来计算,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定所述削波值中的削波值,所述第二整数包括来自所述块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果,并且其中,对应于所述亮度分量的所述第一组削波值和对应于所述色度分量的所述第二组削波值都是通过将所述第一整数左移所述第二整数来确定的;以及

将所述至少一个滤波器应用于所述块。

35.一种处理视频数据的装置,包括:

用于获得包括一个或多个画面的视频数据的部件;

用于从所述一个或多个画面中获得画面的块的部件;

用于确定至少一个滤波器的削波值的部件,所述削波值包括对应于所述块的亮度分量的第一组削波值和对应于所述块的色度分量的第二组削波值,所述削波值使用整数运算而不使用浮点运算来计算,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定所述削波值中的削波值,所述第二整数包括来自所述块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果,并且其中,对应于所述亮度分量的所述第一组削波值和对应于所述色度分量的所述第二组削波值都是通过将所述第一整数左移所述第二整数来确定的;以及

用于将所述至少一个滤波器应用于所述块的部件。

对自适应环路滤波器的削波值计算的简化

技术领域

[0001] 本公开通常涉及视频编解码。在一些示例中,本公开的方面涉及对自适应环路滤波器的和/或用于编码和/或解码视频数据的其他滤波器的削波值计算进行简化。

背景技术

[0002] 许多类型的计算设备和系统允许视频数据被处理和输出用于消费。数字视频数据包括大量数据,通常,部分是由消费者和视频提供者的大量需求所驱动。例如,视频数据的消费者期望具有高保真度、分辨率、帧速率等的高质量视频。为满足这种需求通常所必需的大量视频数据给处理和存储这种视频数据的通信网络和设备带来了很大的负担。通常情况下,可以使用各种视频编解码技术来压缩视频数据,从而限制这种视频数据对通信网络和设备带来的带宽和存储负担。

[0003] 可以根据一种或多种视频编解码标准来执行视频编解码。示例视频编解码标准包括通用视频编解码(VVC)、高效视频编解码(HEVC)、高级视频编解码(AVC)、运动图像专家组(MPEG)编解码等。通常使用预测方法(例如,帧间预测、帧内预测等)来实现视频编解码。预测方法利用视频图像或序列中存在的冗余。视频编解码技术可以使用该冗余将视频数据压缩成使用较低比特率的形式,同时避免或最小化视频质量的下降。随着视频服务的持续演进,需要具有更高编解码效率的编码技术。

发明内容

[0004] 公开的是用于有效且高效地计算视频编解码中所使用的自适应环路滤波器的削波值的系统、方法和计算机可读取介质。根据至少一个示例,提供了一种用于对自适应环路滤波器的削波值进行简化和高效计算的方法。该方法可以包括:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括来自块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0005] 根据至少一个示例,提供了一种用于对自适应环路滤波器的削波值进行简化和高效计算的装置。该装置可以包括存储器和耦合到该存储器的一个或多个处理器,该一个或多个处理器被配置为:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,其中,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括块中的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0006] 根据至少一个示例,提供了另一种用于对自适应环路滤波器的削波值进行简化和高效计算的装置。该装置可以包括用于获得包括一个或多个画面的视频数据的器件;从一个或多个画面中获得画面的块;用于确定至少一个滤波器的削波值的器件,其中,削波值对

应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括块中的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及用于将至少一个滤波器应用于块的器件。

[0007] 根据至少一个示例,提供了一种用于对自适应环路滤波器的削波值进行简化和高效计算的非暂时性计算机可读取存储介质。该非暂时性计算机可读取存储介质可以包括:存储在其上的指令,当被一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,其中,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括块中的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0008] 在一些方面,上述方法、非暂时性计算机可读取介质和装置中的至少一个滤波器可以包括自适应环路滤波器。此外,在一些示例中,削波值可以包括用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值,用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值都是通过将第一整数左移第二整数来确定的。

[0009] 在一些情况下,第一整数是1,并且其中将第一整数左移第二整数包括使2提高至包括该第二整数的指数的幂。

[0010] 在一些方面,削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中削波索引表中的该组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于画面内的不同位置。

[0011] 在一些示例中,偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且可以基于削波索引值从多个预定偏移值中确定偏移值。

[0012] 在一些方面,确定至少一个滤波器的削波值包括:确定来自画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将第一整数左移与特定样本相关联的特定整数来确定的。在一些示例中,特定整数包括特定样本的位深度值减去来自多个预定偏移值的特定偏移值的特定结果。在一些情况下,特定偏移值可以基于与特定样本相关联的特定削波索引值从多个预定偏移值中被确定。

[0013] 在一些方面,至少一个滤波器的削波值可以包括用于亮度分量的一个或多个亮度削波值和用于色度分量的一个或多个色度削波值,其中,一个或多个亮度削波值是通过将第一整数左移第三整数来确定的,第三整数包括来自画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中一个或多个色度削波值是通过将第一整数左移第四整数来确定的,第四整数包括来自画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

[0014] 在一些情况下,至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将至少一个滤波器应用于重建块包括:将5×5自适应环路滤波器应用于色度分量,以及将7×7自适应环路滤波器应用于亮度分量。

[0015] 在一些情况下,确定至少一个滤波器的削波值可以包括确定至少一个滤波器的滤波器系数值。

[0016] 在一些方面,上述方法、非暂时性计算机可读取介质和装置可以包括生成包括一个或多个画面的已编码视频比特流。在一些示例中,已编码视频比特流可以基于视频数据

和将至少一个滤波器应用于块的结果被生成。在一些情况下,上述方法、非暂时性计算机可读取介质和装置可以包括将已编码视频比特流发送给解码设备,其中,已编码视频比特流与信令信息一起被发送,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。在一些方面,上述方法、非暂时性计算机可读取介质和装置可以包括存储已编码视频比特流。

[0017] 在一些方面,上述方法、非暂时性计算机可读取介质和装置可以包括获得包括一个或多个画面的已编码视频比特流;识别与已编码视频比特流相关联的信令信息,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个;以及根据已编码视频比特流来解码画面的块。

[0018] 在一些方面,从已编码视频比特流来解码画面的块包括重建画面的块,并且其中,应用至少一个滤波器包括将至少一个滤波器应用于重建块。

[0019] 在一些示例中,上述装置可以包括一个或多个传感器。在一些方面,上述装置可以包括移动设备。在一些示例中,上述装置可以包括移动电话、可穿戴设备、显示设备、移动计算机、头戴式设备和/或相机。

[0020] 本概述不旨在确定要求保护的主题的关键或基本特征,也不旨在单独使用以确定要求保护的主题的范围。应该通过参考本专利的整个说明书、任何或所有附图以及每项权利要求的适当部分来理解该主题。

[0021] 参考以下说明书、权利要求和附图,上述内容连同其他特征和实施例将变得更加明显。

附图说明

[0022] 为了描述本公开的所公开的和其他的优点和特征可以被获得的方式,将通过参考附图中所示出的其具体实施例来对上述原理进行更具体的描述。应当理解的是,这些附图仅仅描绘了本公开的示例实施例而不应被视为限制其范围,通过使用附图以额外的特性和细节描述和解释了本文的原理,其中:

[0023] 图1是示出根据本公开的一些示例的编码设备和解码设备的示例的框图;

[0024] 图2A是根据本公开的一些示例的用于将带削波的自适应环路滤波器(ALF)应用于输入帧的示例系统的简化图;

[0025] 图2B是根据本公开的一些示例的用于由编码设备实现的带削波的ALF滤波的示例方法的流程图;

[0026] 图2C是示出根据本公开的一些示例的由解码设备实现的带削波的ALF滤波的示例方法的流程图;

[0027] 图3A是示出根据本公开的一些示例的色度滤波器配置的示例的图;

[0028] 图3B是示出根据本公开的一些示例的亮度滤波器配置的示例的图;

[0029] 图4A是示出根据本公开的一些示例的无几何变换的示例滤波器的图;

[0030] 图4B到4D是示出根据本公开的一些示例的具有不同几何变换的示例滤波器的图;

[0031] 图5示出了根据本公开的一些示例的基于简化的削波值计算所得出的削波值的示例表;

[0032] 图6是示出根据本公开的一些示例的用于处理视频数据的示例方法600的流程图;

[0033] 图7是示出根据本公开的一些示例的示例视频编码设备的框图;以及

[0034] 图8是示出根据本公开的一些示例的示例视频解码设备的框图。

具体实施方式

[0035] 下文中提供了本公开的特定方面和实施例。本领域技术人员明白的是,这些方面和实施例中的一些可以被独立应用而其中的一些可以被组合应用。在以下描述中,出于解释的目的,阐述了具体细节以实现本申请的实施例的全面理解。然而,很明显的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践各种实施例。附图和描述不旨在是限制性的。

[0036] 随后的描述仅提供示例实施例,并不旨在限制本公开的范围、适用性或配置。相反,示例性实施例的随后描述将为本领域技术人员提供用于实现示例性实施例的使能描述。应当理解,在不脱离如所附权利要求所阐述的本申请的精神和范围的情况下,可以对元素的功能和布置进行各种改变。

[0037] 视频编解码设备可以实施视频压缩技术以有效地对视频数据进行编码和解码。视频压缩技术可以包括应用不同的预测模式,包括空间预测(例如,帧内预测或内预测)、时间预测(例如,帧间预测或间预测)、层间预测(跨不同层的视频数据和/或减少或去除视频序列中固有的冗余的其他预测技术)等。视频编码器可以将原始视频序列的每个画面分割成被称为视频块或编解码单元的、并在下文被更详细地描述的矩形区域。可以使用特定预测模式对这些视频块进行编码。

[0038] 在一些情况下,可以以一种或多种方式将视频块划分为一组或多组更小的块。块可以包括编解码树块、经预测块、变换块和/或其他合适的块。除非另有说明,一般对“块”的引用可以指这种视频块(例如,编解码树块、编解码块、经预测块、变换块或其他适当的块或子块,如本领域技术人员理解的那样)。这些块在本文中还可互换地被称为“单元”(例如,编解码树单元(CTU)、编解码单元(CU)、预测单元(PU)、变换单元(TU)等)。在一些情况下,单元可以指示在比特流中被编码的编解码逻辑单元,而块可以指示进程所指向的视频帧缓冲器的一部分。

[0039] 对于帧间预测模式,视频编码器可以在另一时间位置的帧(或画面)(被称为参考帧或参考画面)中搜索与正在被编码的块相似的块。视频编码器可以将该搜索限制到距要被编码的块一定的空间位移内。可以使用包括水平位移分量和垂直位移分量的二维(2D)运动矢量来定位最佳匹配。对于帧内预测模式,视频编码器可以基于同一画面内先前已编码的相邻块的数据使用空间预测技术来形成经预测块。

[0040] 视频编码器可以确定预测误差。在一些示例中,预测可以被确定为正在被编码的块和经预测块中的像素值之间的差。预测误差还可以被称为残差。视频编码器还可以将变换(例如,离散余弦变换(DCT)或其他适当的变换)应用于预测误差以生成变换系数。变换后,视频编码器可以变换系数进行量化。可以使用语法元素来表示已量化的变换系数和运动矢量,并且与控制信息一起形成视频序列的已编解码表示。在一些实例中,视频编码器可以对语法元素进行熵编解码,从而进一步减少用于其表示的比特位的个数。

[0041] 视频解码器可以使用以上讨论的语法元素和控制信息来构建用于解码当前帧的预测数据(例如,预测块)。例如,视频解码器可以添加经预测块和已压缩预测误差。视频解码器可以通过使用已量化系数对变换基函数进行加权来确定已压缩预测误差。重建帧与原

始帧之间的差异被称为重建误差。

[0042] 在一些情况下,可以应用带削波的自适应环路滤波器来增强重建帧的质量。削波是一种图像处理技术,当图像或帧的一个或多个区域的强度或亮度落在可表示的最小或最大强度或亮度之外时,可用于处理图像和/或改善图像或帧的质量。例如,削波可以被用于将图像或帧的这种区域的强度或亮度值调节为可以被表示的最小值或最大值或调节至可以被表示的最小值或最大值之内。

[0043] 本文所描述的技术可以简化和提高视频编解码中所使用的自适应环路滤波器的削波值计算的效率。在一些示例中,本文中的技术可以降低这种计算的复杂度、减少解码误差并且最小化对设备的计算资源的处理负担。此外,本文所描述的技术可以被应用于任何视频编解码器(例如,高效视频编解码(HEVC)、高级视频编解码(AVC)或其他合适的现有视频编解码器),并且/或者可以作为任何视频编解码标准的有效编解码工具。视频编解码标准包括当前视频编解码标准、正在被开发的视频标准和/或未来的视频编解码标准,诸如,通用视频编解码(VVC)、联合探索模型(JEM)和/或其他在开发中的或待被开发的视频编解码标准。

[0044] 图1是示出包括编码设备104和解码设备112的示例系统100的框图。编码设备104可以是源设备的一部分,而解码设备112可以是接收设备的一部分。源设备和/或接收设备可以包括电子设备,例如移动或固定电话手机(例如,智能电话、蜂窝电话等)、台式计算机、膝上型或笔记本计算机、平板计算机、机顶盒、电视、相机、显示设备、数字媒体播放器、视频游戏控制台、视频流设备、互联网协议(IP)相机、头戴式显示器(HMD)和/或任何其他合适的电子设备。在一些示例中,源设备和接收设备可以包括用于无线通信的一个或多个无线收发器。本文所描述的编解码技术可以应用于各种多媒体应用中的视频编解码。多媒体应用包括例如流视频传输(例如,通过互联网)、电视广播或传输、编码数字视频以存储在数据存储介质上、存储于数据存储介质上的数字视频的解码和/或其他应用。在一些示例中,系统100可以支持单向或双向视频传输以支持诸如视频会议、视频流、视频回放、视频广播、游戏、视频电话等的应用。

[0045] 编码设备104(或编码器)可以被用于使用视频编解码标准或协议对视频数据进行编码以生成已编码视频比特流。视频编解码标准的示例包括ITU-T H.261、ISO/IEC MPEG-1视觉、ITU-T H.262或ISO/IEC MPEG-2视觉、ITU-T H.263、ISO/IEC MPEG-4视觉、ITU-T H.264(也称为ISO/IEC MPEG-4AVC),包括其可伸缩视频编解码(SVC)和多视图视频编解码(MVC)扩展,以及高效视频编解码(HEVC)或ITU-T H.265。存在HEVC的各种扩展以处理多层视频编解码,包括范围和屏幕内容编解码扩展、3D视频编解码(3D-HEVC)和多视图扩展(MV-HEVC)以及可伸缩扩展(SHVC)。HEVC及其扩展由ITU-T视频编解码专家组(VCEG)和ISO/IEC运动图像专家组(MPEG)的视频编解码联合协作组(JCT-VC)和3D视频编解码扩展开发联合协作组(JCT-3V)开发。

[0046] MPEG和ITU-T VCEG还组成了联合探索视频团队(JVET),为下一代视频编解码标准探索和开发新的视频编解码工具,称为多功能视频编解码(VVC)。参考软件被称为VVC测试模型(VTM)。VVC的目标是在现有HEVC标准的压缩性能方面提供显著改进,帮助部署高质量的视频服务和新兴应用(例如,360°全方位沉浸式多媒体、高动态范围(HDR)视频等)。

[0047] 本文所描述的各个方面提供使用VTM、VVC、HEVC和/或其扩展的示例。然而,本文所

描述的技术和系统也可以适用于其他编解码标准,例如AVC、MPEG、JPEG(或其他用于静止图像的编解码标准)、其扩展或其他已经可用的或尚不可用的或开发的合适的编解码标准。因此,虽然可以参考特定视频编解码标准来描述本文描述的技术和系统,但是本领域普通技术人员会理解的是,该描述不应被解释为仅适用于该特定标准。

[0048] 参考图1,视频源102可以向编码设备104提供视频数据。视频源102可以是源设备的一部分,或者可以是除源设备之外的设备的一部分。视频源102可以包括视频捕获设备(例如,摄像机、拍照电话、视频电话等)、包含存储视频的视频档案、提供视频数据的视频服务器或内容提供者、接收来自视频服务器或内容提供者的视频的视频馈送接口、用于生成计算机图形视频数据的计算机图形系统、这些源的组合或任何其他合适的视频源。

[0049] 来自视频源102的视频数据可以包括一个或多个输入画面。画面也可以被称为“帧”。画面或帧是在一些情况下是视频的一部分的静止图像。在一些示例中,来自视频源102的数据可以是并非视频的一部分的静止图像。在HEVC、VVC和其他视频编解码规范中,视频序列可以包括一系列画面。画面可以包括三个样本阵列,表示为SL、SCb和SCr。SL是亮度样本的二维阵列,SCb是Cb色度样本的二维阵列,而SCr是Cr色度样本的二维阵列。色度样本在本文中还可以被称为“色度”样本。在其他实例中,画面可以是单色的并且可以仅包括亮度样本的阵列。

[0050] 编码设备104的编码器引擎106(或编码器)对视频数据进行编码以生成已编码视频比特流。在一些示例中,已编码视频比特流(或“视频比特流”或“比特流”)是一系列一个或多个已编码视频序列。已编码视频序列(CVS)包括一系列访问单元(AU),这些访问单元以基础层中具有随机访问点画面并具有某些属性的AU开始,直到但不包括基础层中具有随机访问点画面并具有某些属性的下一AU。例如,启动CVS的随机访问点画面的某些属性可以包括等于1的RASL标志(例如,NoRaslOutputFlag)。否则,随机访问点画面(具有等于0的RASL标志)不启动CVS。

[0051] 访问单元(AU)包括一个或多个已编码画面和对应于共享相同输出时间的已编码画面的控制信息。画面的已编码切片(slice)以比特流级被封装到称为网络抽象层(NAL)单元的数据单元中。举例来说,HEVC视频比特流可以包括包括NAL单元的一或多个CVS。NAL单元中的每一个都具有NAL单元报头。在一个示例中,H.264/AVC(多层扩展除外)的报头为一字节,HEVC的报头为两字节。NAL单元报头中的语法元素采用指定比特位,因此对各种系统和传送层都是可见的,例如传送流、实时传输(RTP)协议、文件格式等。

[0052] HEVC标准中存在两类NAL单元,包括视频编码层(VCL)NAL单元和非VCL NAL单元。VCL NAL单元包括已编码画面数据的一个切片或切片段(如下所述),而非VCL NAL单元包括与一个或多个已编码画面相关的控制信息。在一些情况下,NAL单元可以被称为分组。HEVC AU包括包含已编码画面数据的VCL NAL单元和对应于已编码画面数据的非VCL NAL单元(如果有的话)。

[0053] NAL单元可以包含形成视频数据的已编码表示的比特的序列(例如,已编码视频比特流、比特流的CVS等),例如视频中画面的已编码表示。编码器引擎106可以通过将每个画面分割为多个切片来生成画面的已编码表示。切片可以独立于其他切片,以使得不依赖于同一画面内其他切片的数据对该切片中的信息进行编码。切片包括一个或多个切片段,上述切片段包括独立的切片段,以及依赖于先前切片段的一个或多个依赖切片段(如果存

在)。

[0054] 在HEVC中,切片被分割为亮度样本和色度样本的编码树块(CTB)。亮度样本的CTB和色度样本的一个或多个CTB,连同样本的语法,被称为编码树单元(CTU)。CTU还可以被称为“树块”或“最大编码单元”(LCU)。CTU是HEVC编码的基本处理单元。CTU可以被拆分为多个不同尺寸的编码单元(CU)。CU包含被称为编码块(CB)的亮度和色度样本阵列。

[0055] 亮度和色度CB可以进一步被拆分为预测块(PB)。PB是亮度分量或色度分量的样本块,其使用相同的运动参数进行帧间预测或块内复制预测(当可用或启用时)。亮度PB和一个或多个色度PB,和相关联的语法一起形成预测单元(PU)。对于帧间预测,在每个PU的比特流中用信令通知一组运动参数(例如,一个或多个运动矢量、参考索引等),该组运动参数被用于亮度PB和一个或多个色度PB的帧间预测。运动参数还可以被称为运动信息。CB还可以被分割为一个或多个变换块(TB)。TB表示颜色分量的样本的正方形块,基于其应用相同的二维变换来对预测残差信号进行编码。变换单元(TU)表示亮度和色度样本的TB,以及相应的语法元素。

[0056] CU的尺寸对应于编码模式的尺寸,在一些情况下,可以是正方形的形状。例如,CU的尺寸可以包括8×8个样本、16×16个样本、32×32个样本、64×64个样本、或任何其他适当的尺寸直到对应的CTU的尺寸。在本文中,短语“N×N”被用于表示视频块在垂直和水平维度方面的像素维度(例如,8像素×8像素)。块中的像素可以按行和列排列。在一些示例中,块在水平方向上的像素数量可以与垂直方向上的像素数量不同。与CU相关联的语法数据可以描述例如将CU分割为一个或多个PU。取决于CU以帧内预测模式被编码还是以帧间预测模式被编码,分割模式可以不同。PU可以被分割为非正方形的形状。与CU相关联的语法数据还可以描述,例如,根据CTU将CU分割为一个或多个TU。TU的形状可以是正方形或非正方形。

[0057] 根据HEVC标准,可以使用变换单元(TU)来进行变换。TU可以随着不同的CU而变化。可以根据给定CU内的PU的尺寸来确定TU的尺寸。TU的尺寸可以与PU尺寸相同或者小于PU的尺寸。在一些示例中,可以使用称为残差四叉树(RQT)的四叉树结构将对应于CU的残差样本细分为更小的单元。RQT的叶节点可以对应于TU。可以对与TU相关联的像素差值进行变换以产生变换系数。然后可以由编码器引擎106对变换系数进行量化。

[0058] 一旦视频数据的画面被分割为CU,编码器引擎106就使用预测模式来预测每个PU。之后,从原始视频数据中减去预测单元或预测块以获得残差(如下所述)。对于每个CU,可以使用语法数据在比特流内用信令通知预测模式。预测模式可以包括帧内预测(或画面内预测)或帧间预测(或画面间预测)。帧内预测利用画面内空间相邻的样本之间的相关性。例如,在使用帧内预测的情况下,使用求PU的平均值的DC预测、将平面表面拟合到PU的平面预测、根据相邻数据进行推断的方向预测或任何其他合适类型的预测,根据同一画面中的相邻图像数据来预测每个PU。帧间预测使用画面之间的时间相关性来得出图像样本的块的运动补偿预测。例如,在使用帧间预测的情况下,使用基于一个或多个参考画面(按输出顺序在当前画面之前或之后)中的图像数据的运动补偿预测来预测每个PU。可以在例如CU级别做出是使用画面间预测还是画面内预测对画面区域进行编解码的决定。

[0059] 编码器引擎106和解码器引擎116(更详细地描述见下文)可以被配置为根据VVC运行。在VVC中,视频编解码器(例如编码器引擎106和/或解码器引擎116)可以将画面分割为多个编码树单元(CTU)。视频编解码器可以根据树结构,例如四叉树-二叉树(QTBT)结构或

多类型树(MTT)结构,来分割CTU。QTBT结构去除多种分割类型的概念,例如HEVC的CU、PU和TU之间的分离。QTBT结构包括两级,包括按照四叉树分割进行分割的第一级,和按照二叉树分割进行分割的第二级。QTBT结构的根节点对应于CTU。二叉树的叶节点对应于编解码单元(CU)。

[0060] 在MTT分割结构中,可以使用四叉树分割、二叉树分割和一种或多种类型的三叉树分割对块进行分割。三叉树分割是其中块被拆分成三个子块的分割。在一些示例中,三叉树分区将块划分为三个子块而不通过中心对原始块进行划分。MTT中的分割类型(例如,四叉树、二叉树和三叉树)可以是对称的或不对称的。

[0061] 在一些示例中,视频编解码器可以使用单个QTBT或MTT结构来表示亮度和色度分量中的每一个,而在其他示例中,视频编解码器可以使用两个或更多个QTBT或MTT结构,例如,用于亮度分量的一个QTBT或MTT结构和用于两个色度分量的另一个QTBT或MTT结构(或用于相应的色度分量的两个QTBT和/或MTT结构)。

[0062] 视频编解码器可以被配置为使用每HEVC的四叉树分割、QTBT分割、MTT分割或其他分割结构。为了说明的目的,本文的描述可以指QTBT分割。然而,应当理解的是,本公开的技术还可以应用于被配置为使用四叉树分割或其他类型的分割的视频编解码器。

[0063] 在一些示例中,画面的一个或多个切片被指定切片类型。切片类型包括I切片、P切片和B切片。I切片(帧内,独立可解码)是仅通过帧内预测被编解码的画面的切片,因此是独立可解码的,因为I切片仅需要帧内的数据来预测该切片的任何预测单元或预测块。P切片(单向经预测帧)是可以使用帧内预测和单向帧间预测被编解码的画面的切片。P切片内的每个预测单元或预测块都通过帧内预测或帧间预测被编解码。当应用帧间预测时,仅通过一个参考画面对预测单元或预测块进行预测,因此参考样本仅来自一帧的一个参考区域。B切片(双向预测帧)是可以使用帧内预测以及使用帧间预测(例如,双向预测或单向预测)被编解码的画面的切片。可以根据两个参考画面来双向预测B切片的预测单元或预测块,其中每个画面提供一个参考区域,并且对两个参考区域的样本集进行加权(例如,具有相等的权重或具有不同的权重)以产生双向经预测块的预测信号。如上所述,一个画面的切片是独立被编解码的。在一些情况下,一个画面可以被编解码为恰好一个切片。

[0064] 如上所述,画面内预测利用画面内空间相邻的样本之间的相关性。画面间预测使用画面之间的时间相关性,以便得出图像样本的块的运动补偿预测。使用平移运动模型,先前已解码画面(参考画面)中的块位置由运动矢量(Δx,Δy)指示。其中Δx指定参考块相对于当前块的位置的水平位移,而Δy指定参考块相对于当前块的位置的垂直位移。在一些情况下,运动矢量(Δx,Δy)可以是整数样本精度(也称为整数精度),在这种情况下,运动矢量指向参考帧的整像素网格(或整数像素采样网格)。在一些情况下,运动矢量(Δx,Δy)可以具有分数样本精度(也称为分数像素精度或非整数精度),以更准确地捕获潜在对象的运动,而不受限于参考帧的整像素网格。

[0065] 可以通过运动矢量的量化级别来表示运动矢量的精度。例如,量化级别可以是整数精度(例如,1-像素)或分数像素精度(例如,1/4-像素、1/2-像素或其他子像素值)。当对应的运动矢量具有分数样本精度时,对参考画面进行内插以得出预测信号。例如,可以滤波整数位置处可用的样本(例如,使用一个或多个内插滤波器)以估计分数位置处的值。先前已解码的参考画面由参考画面列表的参考索引(refIdx)指示。运动矢量和参考索引可以被

称为运动参数。可以执行两种画面间预测,包括单向预测和双向预测。

[0066] 在使用双预测的帧间预测的情况下,两组运动参数($\Delta x_0, y_0, refIdx_0$和$\Delta x_1, y_1, refIdx_1$)被使用以生成两个运动补偿预测(基于相同的参考画面或可能基于不同的参考画面)。例如,对于双预测,每个预测块使用两个运动补偿预测信号,并且生成B预测单元。然后将两个运动补偿预测进行组合以获得最终的运动补偿预测。例如,可以通过求均值来组合两个运动补偿预测。在另一个示例中,可以使用加权预测。在这种情况下,可以对每个运动补偿预测应用不同的权重。可以被用于双预测的参考画面被存储在分别表示为列表0和列表1的两个不同的列表中。可以在编码器处使用运动估计过程来得出运动参数。

[0067] 在使用单预测的帧间预测的情况下,一组运动参数($\Delta x_0, y_0, refIdx_0$)被使用以便根据参考画面生成运动补偿预测。例如,对于单预测,每个预测块最多使用一个运动补偿预测信号,并且生成P预测单元。

[0068] PU可以包括与预测过程相关的数据(例如,运动参数或其他合适的数据)。例如,当使用帧内预测对PU进行编码时,PU可以包括描述PU的帧内预测模式的数据。作为另一示例,当使用帧间预测对PU进行编码时,PU可包括定义PU的运动矢量的数据。定义PU的运动矢量的数据可以描述,例如,运动矢量的水平分量(Δx)、运动矢量的垂直分量(Δy)、运动矢量的分辨率(例如,整数精度、四分之一像素精度或八分之一像素精度)、运动矢量指向的参考画面、参考索引、运动矢量的参考画面列表(例如,列表0、列表1或列表C),或上述各项的任意组合。

[0069] 然后,编码设备104可以执行变换和量化。例如,在预测之后,编码器引擎106可以计算对应于PU的残差值。残差值可以包括正在被编码的当前像素块(PU)和用于预测当前块的预测块(例如,当前块的经预测版本)之间的像素差值。例如,在生成预测块(例如,使用帧间预测或帧内预测)之后,编码器引擎106可以通过从当前块中减去由预测单元产生的预测块来生成残差块。残差块包括对当前块的像素值和预测块的像素值之间的差进行量化的一组像素差值。在一些示例中,可以以二维块格式(例如,二维矩阵或像素值阵列)来表示残差块。在这种示例中,残差块是像素值的二维表示。

[0070] 使用块变换来对在执行预测之后剩余的任何残差数据进行变换,其可以基于离散余弦变换、离散正弦变换、整数变换、小波变换、其他合适的变换函数或以上各项的其任意组合。在一些情况下,可以将一个或多个块变换(例如,尺寸32×32、16×16、8×8、4×4或其他合适的尺寸)应用于每个CU中的残差数据。在一些示例中,TU可以被用于由编码器引擎106实现的变换和量化过程。具有一个或多个PU的给定CU还可以包括一个或多个TU。如下文进一步详细描述的,可以使用块变换将残差值变换为变换系数,并且可以使用TU对其进行量化和扫描以产生用于熵编解码的串行化变换系数。

[0071] 在使用CU的PU进行帧内预测的编码或帧间预测的编码之后的一些示例中,编码器引擎106可以计算CU的TU的残差数据。PU可以包括空间域(或像素域)的像素数据。在应用了块变换之后,TU可以包括变换域的系数。如前所述,残差数据可以对应于未编码画面的像素和对应于PU的预测值之间的像素差值。编码器引擎106可以形成包括CU的残差数据的TU,然后可以对TU进行变换以产生用于CU的变换系数。

[0072] 编码器引擎106可以对变换系数进行量化。量化通过对变换系数进行量化以减少用于表示这些系数的数据量,从而提供进一步的压缩。例如,量化可以减少与这些系数中的

一些或全部相关联的位深度。在一个示例中,具有n位值的系数可以在量化期间向下取整为m位值,其中n大于m。

[0073] 一旦量化被执行,已编码视频比特流包括已量化变换系数、预测信息(例如,预测模式、运动矢量、块矢量等)、分割信息和任何其他合适的数据,例如其他语法数据。之后,可以由编码器引擎106对已编码视频比特流的不同元素进行熵编码。在一些示例中,编码器引擎106可以利用预定义的扫描顺序来扫描已量化变换系数以产生可以被熵编码的序列化矢量。在一些示例中,编码器引擎106可以执行自适应扫描。在扫描已量化变换系数以形成矢量(例如,一维矢量)之后,编码器引擎106可以对该矢量进行熵编码。例如,编码器引擎106可以使用上下文自适应可变长度编码、上下文自适应二进制算术编码、基于语法的上下文自适应二进制算术编码、概率区间分割熵编码或其他合适的熵编码技术。

[0074] 编码设备104的输出110可以通过通信链路120将组成已编码视频比特流数据的NAL单元发送到接收设备的解码设备112。解码设备112的输入114可以接收NAL单元。通信链路120可以包括由无线网络、有线网络或有线和无线网络的组合提供的信道。无线网络可以包括任何无线接口或无线接口的组合,并且可以包括任何合适的无线网络(例如,互联网或其他广域网、基于分组的网络、WiFi™、射频(RF)、UWB、WiFi直连(WiFi-Direct)、蜂窝、长期演进(LTE)、WiMax™等)。有线网络可以包括任何有线接口(例如,光纤、以太网、电力线以太网、基于同轴电缆的以太网、数字信号线(DSL)等)。可以使用各种装备和/或部件来实现有线和/或无线网络,例如基站、路由器、接入点、网桥、网关、交换机、服务器、软件容器、虚拟机等。已编码视频比特流数据可以根据例如无线通信协议的通信标准被调制,并被发送至接收设备。

[0075] 在一些示例中,编码设备104可以将已编码视频比特流数据存储在存储108中。输出110可以从编码器引擎106或从存储108中检索已编码视频比特流数据。存储108可以包括各种分布式或本地访问的数据存储介质。例如,存储108可以包括硬盘驱动器、存储盘、闪存、易失性或非易失性存储器、分布式存储系统中的一个或多个节点、或者用于存储已编码视频数据的任何其他合适的数字存储介质。

[0076] 解码设备112的输入114接收已编码视频比特流数据,并且可以将该视频比特流数据提供给解码器引擎116,或者提供给存储118以供解码器引擎116稍后使用。解码器引擎116可以通过熵解码(例如,使用熵解码器)并提取组成已编码视频数据的一个或多个已编码视频序列的元素来对已编码视频比特流数据进行解码。解码器引擎116可以对已编码视频比特流数据进行重新调节并执行逆变换。残差数据被传递到解码器引擎116的预测阶段。随后,解码器引擎116对像素块(例如,PU)进行预测。在一些示例中,预测被添加到逆变换的输出(残差数据)。

[0077] 解码设备112可以将已解码视频输出到视频目标设备122,视频目标设备122可以包括显示器或用于显示已解码视频数据的其他输出设备。在一些方面,视频目标设备122可以是包括解码设备112的接收设备的一部分。在一些方面,视频目标设备122可以是除了接收设备之外的独立设备的一部分。

[0078] 在一些示例中,视频编码设备104和/或视频解码设备112可以分别与音频编码设备和音频解码设备集成在一起。视频编码设备104和/或视频解码设备112还可以包括用于实现本文所述的编解码技术的其他硬件或软件,例如一个或多个微处理器、数字信号处理

器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、中央处理单元(CPU)、离散逻辑、软件、硬件、固件或上述各项的任何组合。在一些情况下,视频编码设备104和视频解码设备112可以被集成为相应设备中的组合编码器/解码器(编解码器)的一部分。以下参考图7对编码设备104的具体细节的示例进行描述。以下参考图8对解码设备112的具体细节的示例进行描述。

[0079] HEVC标准的扩展包括被称为MV-HEVC的多视图视频编解码扩展以及被称为SHVC的可伸缩视频编解码扩展。MV-HEVC和SHVC扩展共享分层编解码的概念,不同的层被包括于已编码视频比特流中。已编码视频序列中的每一层都由唯一的层标识符(ID)寻址。层ID可以存在于NAL单元的报头中以标识与NAL单元相关联的层。在MV-HEVC中,不同的层可以表示视频比特流中同一场景的不同视图。在SHVC中,提供了不同的可伸缩层,以不同的空间分辨率(或画面分辨率)或者不同的重建保真度表示视频比特流。可伸缩层可以包括基础层(层ID=0)和一个或多个增强层(层ID=1,2,...,n)。基础层可以符合HEVC的第一版本的配置文件,并且表示比特流中的最低可用层。与基础层相比,增强层具有增强的空间分辨率、时间分辨率或帧速率和/或重建保真度(或质量)。增强层是分层结构,可以(也可以不)依赖于较低的层。在一些示例中,可以使用单个标准编解码器(例如,对所有层都使用HEVC、SHVC或其他编解码标准进行编解码)对不同层进行编解码。在一些示例中,可以使用多标准编解码器对不同层进行编解码。例如,可以使用AVC对基础层进行编解码,而可以使用HEVC标准的SHVC和/或MV-HEVC扩展对一个或多个增强层进行编解码。

[0080] 通常,层包括一组VCL NAL单元和一组对应的非VCL NAL单元。NAL单元被分配以特定的层ID值。层可以是分层的,这意味着层可以依赖于较低层。层集合是指在比特流内被表示的自包含层的集合,这意味着层集合内的层在解码过程中可以依赖于层集合中的其他层,但是不依赖用于解码的任何其他层。因此,层集合中的层可以形成可以表示视频内容的独立比特流。可以通过运行子比特流提取过程从另一个比特流获得层集合中的一组层。层集合可以对应于当解码器想要根据某些参数进行操作时要被解码的一组层。

[0081] 如前所述,HEVC比特流包括一组NAL单元,包括VCL NAL单元和非VCL NAL单元。VCL NAL单元包括形成已编码视频比特流的已编码画面数据。例如,形成已编码视频比特流的比特的序列存在于VCL NAL单元中。除了其他信息之外,非VCL NAL单元还可以包含具有与已编码视频比特流相关的高级信息的参数集。例如,参数集可以包括视频参数集(VPS)、序列参数集(SPS)和画面参数集(PPS)。参数集的目标的示例包括比特率效率、错误复原性和提供系统层接口。每个切片参考单个活动的PPS、SPS和VPS以访问解码设备112会用其解码该切片的信息。可以针对每个参数集对标识符(ID)进行编解码,包括VPS ID、SPS ID和PPS ID。SPS包括SPS ID和VPS ID。PPS包括PPS ID和SPS ID。每个切片报头都包括PPS ID。通过使用ID,可以识别出给定切片的激活参数集。

[0082] PPS包括适用于给定画面中的全部切片的信息。因此,画面中的全部切片都参考相同的PPS。不同画面中的切片也可以参考同一个PPS。SPS包括适用于同一已编码视频序列(CVS)或比特流中的全部画面的信息。如前所述,已编码视频序列是一系列访问单元(AU),该序列以基础层中随机访问点画面(例如,瞬时解码参考(IDR)画面或断链访问(BLA)画面,或其他适当的随机访问点画面)并且具有某些属性(如上所述)开始,直到但不包括基础层中具有随机访问点画面并具有某些属性的下一个AU(或者在比特流的末尾)。SPS中的信息

可以不随着已编码视频序列内的画面发生变化。已编码视频序列中的画面可以使用相同的SPS。VPS包括适用于已编码视频序列或比特流内的全部层的信息。VPS包括具有适用于整个已编码视频序列的语法元素的语法结构。在一些示例中,VPS、SPS或PPS可以与已编码比特流一起被进行带内传输。在一些示例中,VPS、SPS或PPS可以在与包含已编解码视频数据的NAL单元分开的传输中被进行带外传输。

[0083] 视频比特流还可以包括补充增强信息(SEI)消息。例如,SEI NAL单元可以是视频比特流的一部分。在一些实例中,SEI消息可以包含解码过程不需要的信息。例如,SEI消息中的信息可以不是解码器解码比特流的视频画面所必要的,但是解码器可以使用此信息来改进画面的显示或处理(例如,已解码输出)。SEI消息中的信息可以是嵌入元数据。在一个说明性示例中,SEI消息中的信息可以被解码器侧实体使用以便提高内容的可见性。在一些情况下,某些应用标准会要求比特流中存在这种SEI消息,以使得符合该应用标准的全部设备在质量方面得以提高(例如,帧兼容平面立体3DTV视频格式的帧封装SEI消息的携带,其中SEI消息针对视频的每一帧被携带,处理恢复点SEI消息,在DVB中使用全景扫描扫描矩形SEI消息,除了许多其他示例之外)。

[0084] 在视频编解码领域,可以应用滤波以提高已解码视频信号的质量。滤波器可以用作后置滤波器,其中经滤波帧不被用于预测未来帧。或者滤波器可以用作环路滤波器,其中经滤波帧被用于预测未来帧。例如,可以通过最小化原始信号和已解码经滤波信号之间的误差来设计滤波器。在一些示例中,如下文中进一步描述的,可以应用带削波的自适应环路滤波器(ALF)来提高已解码视频信号的质量。削波是图像处理技术,当图像或帧的一个或多个区域的强度或亮度落在可表示的最小或最大强度或亮度之外时,可用于处理图像和/或改善图像或帧的质量。

[0085] 在一些示例中,削波可以将图像的这些区域的强度或亮度值调节到可以被表示的最小值或最大值(或者在最小值和最大值范围内)。例如,如果图像的某个区域的强度值低于可以被表示的最小强度,则可以对图像进行削波以将图像的该区域的强度值增加至最小强度值(或者不低于最小强度值)。而如果图像的某个区域的强度值超过可以被表示的最大强度,则可以对图像进行削波以将图像的该区域的强度值减小至最大强度值(或者低于最大强度值)。下文进一步描述用于计算图像的削波值的示例技术。

[0086] 图2A是示出用于将带削波的ALF 206应用于帧中的输入块202的示例系统200的简化图。块202可以包括代表块202的图像像素的颜色分量204。在该示例中,颜色分量204在YCbCr颜色空间中并且可以包括亮度Y、色度Cb和色度Cr分量。YCbCr颜色空间中的色度Cb和色度Cr分量可以分别表示与块202相关联的蓝色差色度信号和红色差色度信号。

[0087] 具有ALF滤波器系数值和削波值的ALF 206可以被应用于块202中的亮度(Y)分量样本204A、色度(Cb)分量样本204B和色度(Cr)分量样本204C。在一些示例中,具有ALF滤波器系数值和削波值的ALF 206可以在逐块的基础上被应用于样本(例如,204A、204B、204C)(例如,应用于特定视频块)。例如,视频编码器或解码器可以独立地处理帧中的块,并且当对帧中的块(例如,202)进行处理时,视频编码器或解码器可以将ALF 206的ALF滤波器系数和削波值应用于该块。同样地,视频编码器或解码器可以在处理其他块时将ALF滤波器系数和削波值应用于这些块。在一些示例中,带削波的ALF 206可以被应用于亮度(Y)分量样本204A、色度(Cb)分量样本204B和色度(Cr)分量样本204C,以便于校正块202中的伪像,减少

原始帧和重建帧之间的误差,和/或提高已解码视频信号的质量。

[0088] 此外,ALF 206可以包括一个或多个滤波器,并且每个滤波器可以具有特定的滤波器尺寸和形状,如下文参考图3A和3B进一步描述的。例如,ALF 206可以包括用于亮度(Y)滤波的特定尺寸和形状的滤波器和用于色度滤波的特定尺寸和形状的滤波器。如上文中所解释的,在一些示例中,ALF 206可以被应用于块级别。例如,在一些情况下,ALF 206可以被应用于CTU或CU级别。在其他示例中,ALF 206可以被应用于帧级和/或帧的其他部分。

[0089] 从被应用于亮度(Y)分量样本204A的ALF 206可以获得亮度滤波结果208。同样地,从被应用于色度(Cb)分量样本204B和色度(Cr)分量样本204C的ALF 206可以获得色度滤波结果210。亮度滤波结果208可以包括输出块212的已滤波(例如,修改和/或削波)亮度值,而色度滤波结果210可以包括输出块212的已滤波色度Cb和色度Cr值。输出块212可以包括重建块和/或包括来自亮度滤波结果208和色度滤波结果210的亮度、色度Cb和色度Cr值。在一些情况下,输出块212连同其他经类似处理的输出块可以被用于通过ALF滤波和削波来生成重建帧。

[0090] 在一些示例中,在编码器侧,亮度滤波结果208和色度滤波结果210可以被用于确定是否应当启用亮度和色度ALF滤波。例如,可以将ALF滤波之后的重建块和/或帧的质量与ALF滤波之前的重建块和/或帧的质量进行比较。然后,可以基于ALF滤波之后的重建块和/或帧的质量相对于ALF滤波之前的重建块和/或帧的质量来启用或禁用ALF滤波。之后可以将ALF标志与已编码比特流一起用信令通知以指示对该块启用还是禁用ALF滤波。在一些情况下,ALF标志可以指定是启用还是禁用亮度ALF滤波,是启用还是禁用亮度和色度ALF滤波,或者是否完全禁用ALF滤波。在解码器侧,解码器可以使用ALF标志来确定是否对重建图像中的块和/或重建图像进行ALF滤波。

[0091] 图2B是由编码设备104实现的带削波的ALF滤波的一种示例方法220的流程图。在该示例中,在方框222处,编码设备104可以接收输入帧。如前所述,输入帧可以包括颜色分量,例如亮度和色度分量。在一些示例中,输入帧可以包括在ALF滤波之前由编码设备104编码过的帧中的块。在一些示例中,输入帧可以是与图像和/或视频序列相关联的帧。

[0092] 在方框224处,编码设备104可以对帧中的亮度分量进行分类。在一些示例中,编码设备104还可以对帧中的色度分量进行分类。分类可以应用于块级别(例如,4×4块级别)或样本级别(对于帧的每个样本)的亮度分量。在一些情况下,分类可以包括对与帧中的各个亮度分量相关联的各个块或样本的方向和活动进行分类。在一些示例中,对于亮度分量,整个帧中的4×4块,其中N表示大于0的数字,可以基于1D拉普拉斯方向(例如,多达5个方向)和2D拉普拉斯活动(Laplacian activity)(例如,多达5个活动值)被分类。在一些情况下,编码设备104可以计算方向Dir_b和未量化活动Act_b。在一些情况下,Act_b可以被进一步量化至0到4的范围,包括0和4。

[0093] 在一些情况下,除了现有ALF中使用的水平和垂直梯度之外,还可以使用1D拉普拉斯来计算两个对角梯度的值。如从以下等式(1)到(4)可以看到,覆盖目标像素的8×8窗口内的全部像素的梯度之和可以用作目标像素的表示梯度,其中R(k,l)是位置(k,l)处的重建像素,索引i和j指的是4×4块中左上角像素的坐标(例如,来自帧中的4×4块)。每个像素与四个梯度值相关联,其中,垂直梯度由gv表示,水平梯度由g_h表示,45度对角梯度由g_{d2}表示。

[0094] $$g_v = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-2}^{j+3} V_{k,l}, \qquad \text{等式 (1)}$$

$$V_{k,l} = |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)|$$

[0095] $$g_h = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-2}^{j+3} H_{k,l}, \qquad \text{等式 (2)}$$

$$H_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l) - R(k+1,l)|$$

[0096] $$g_{d1} = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{l=j-3}^{j+3} D1_{k,l}, \qquad \text{等式 (3)}$$

$$D1_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)|$$

[0097] $$g_{d2} = \sum_{k=i-2}^{i+3}\sum_{j=j-2}^{j+3} D2_{k,l}, \qquad \text{等式 (4)}$$

$$D2_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)|$$

[0098] 为了分配方向性Dir_b,将在下面的等式(5)中用$R_{h,v}$表示的水平和垂直梯度的最大值和最小值的比值和在等式(6)中用$R_{d0,d1}$表示(在一些情况下也可以表示为$R_{d1,d2}$)的两个对角梯度的最大值和最小值的比值通过两个阈值t_1和t_2进行互相比较。

[0099] 其中,
$$R_{h,v} = g_{h,v}^{max}/g_{h,v}^{min}$$
$$g_{h,v}^{max} = max(g_h, g_v),\ g_{h,v}^{min} = min(g_h, g_v), \qquad \text{等式 (5)}$$

[0100] 其中,
$$R_{d0,d1} = g_{d0,d1}^{max}/g_{d0,d1}^{min}$$
$$g_{d0,d1}^{max} = max(g_{d0}, g_{d1}),\ g_{d0,d1}^{min} = min(g_{d0}, g_{d1}) \qquad \text{等式 (6)}$$

[0101] 通过比较检测到的水平和垂直梯度以及对角梯度的比率,在以下的等式(7)中定义了五种方向模式(例如,[0,4]范围内的Dir_b,包括0和4)。Dir_b的值及其物理意义在下表1中进行描述。

[0102] $$\boldsymbol{D} = \begin{cases} \mathbf{0} & \boldsymbol{R_{h,v} \le t_1}\ \&\&\ \boldsymbol{R_{d0,d1} \le t_1} \\ \mathbf{1} & \boldsymbol{R_{h,v} > t_1}\ \&\&\ R_{h,v} > \boldsymbol{R_{d0,d1}}\ \&\&\ R_{h,v} > \boldsymbol{t_2} \\ \mathbf{2} & \boldsymbol{R_{h,v} > t_1}\ \&\&\ R_{h,v} > \boldsymbol{R_{d0,d1}}\ \&\&\ R_{h,v} \le \boldsymbol{t_2}. \\ \mathbf{3} & \boldsymbol{R_{d0,d1} > t_1}\ \&\&\ R_{h,v} \le \boldsymbol{R_{d0,d1}}\ \&\&\ R_{d0,d1} > \boldsymbol{t_2} \\ \mathbf{4} & \boldsymbol{R_{d0,d1} > t_1}\ \&\&\ R_{h,v} \le \boldsymbol{R_{d0,d1}}\ \&\&\ R_{d0,d1} \le \boldsymbol{t_2} \end{cases} \qquad \text{等式 (7)}$$

[0103]

方向值	物理含义
0	纹理
1	强 水平/垂直
2	水平/垂直
3	强 对角
4	对角

[0104] 表1.方向的值及其物理含义

[0105] 活动值Act可以被计算为：

[0106] $$Act = \sum_{k=i-3}^{i+4} \sum_{l=j-3}^{j+4} (V_{k,l} + H_{k,l}).$$ 等式 (8)

[0107] 在某些情况下，Act值可以被进一步量化到0到4的范围内，包括端点，并且已量化值被表示为$\hat{A}$。以下描述从活动值Act到活动索引$\hat{A}$的量化过程。

[0108] 量化过程可以被定义如下：

[0109] avg_var=Clip_post(NUM_ENTRY-1,(Act*ScaleFactor)>>shift)；

[0110] $$\hat{A} = \text{ActivityToIndex}[\text{avg_var}],$$ 等式 (9)

[0111] 其中NUM_ENTRY被设置为16(或其他合适的值)，ScaleFactor被设置为64(或其他合适的值)，移位为(4+内部编解码位深度)或其他合适的值，ActivityToIndex[NUM_ENTRY]={0,1,2,2,2,2,2,3,3,3,3,3,3,3,3,4}或其他合适的值的集合，并且函数Clip_post(a,b)返回a和b之间较小的值。

[0112] 总的来说，每个4×4亮度块可以被分为25(5×5)个类别中的一个，并根据块的Dir_b和Act_b的值为每个4×4块分配索引。组索引可以表示为C并且可以被设置为等于$5Dir_b+\hat{A}$，其中$\hat{A}$是Act_b的已量化值。

[0113] 在方框226处，编码设备104可以确定ALF的ALF系数和削波值，并且在方框228处，编码设备104可以将ALF滤波器应用于帧。在一些示例中，ALF滤波器形状可以确定将会影响滤波过程的系数的个数。非限制性示例滤波器形状可以包括5×5、7×7和9×9的菱形形状。图3A和3B示出了可以被应用于色度和亮度滤波的示例ALF滤波器。

[0114] 参考图3A，用于色度滤波的示例滤波器300被示出。该示例中的滤波器300是5×5滤波器并且具有菱形形状。滤波器300包括用于13个输入色度样本的单元格302到326。单元格302到326包括要被应用于对应的色度样本的系数和削波值(例如，C0到C6)。每个单元格(302到326)可以包括被应用于与该单元格相关联的色度样本的滤波器系数值和削波值。

[0115] 参考图3B，用于亮度滤波的示例滤波器330被示出。该示例中的滤波器330是7×7滤波器并且具有菱形形状。滤波器330包括用于25个输入亮度样本的单元格332到380。单元格332到380包括要被应用于对应的亮度样本的系数和削波值(C0到C12)。每个单元格(332到380)可以包括被应用于与该单元格相关联的亮度样本的滤波器系数值和削波值。

[0116] 返回图2A，在一些示例中，可以将对应于位置k和l处的系数的已解码滤波器系数f(k,l)以及对应于位置k和l处的削波值的削波值c(k,l)应用于重建图像R(i,j)，如下：

[0117] $$\tilde{R}(i,j) = R(i,j) + \sum_{k,l=(-K,-K),k,l\neq(0,0)}^{K,K} f(k,l) * clip3\big(-c(k,l), c(k,l), R(i+k,j+l) - R(i,j)\big)$$ 等式 (10)

[0118] 在一些示例中，5×5的滤波器，例如图3A中所示的滤波器300可以被应用于色度分量。而7×7滤波器，例如图3B中所示的滤波器330可以被应用于亮度分量。等式(10)的输出值可以定义被应用于滤波器的中心的值。

[0119] 例如，参考图3A，滤波器300中的每个单元格(302到306)可以具有滤波器系数f(k,

1)和削波值c(k,1),并且单元格中的这些值中的每一个可以被应用于对应的像素。在一些情况下,由等式(10)中的$\tilde{R}(i,j)$表示的滤波器300的中心(例如,单元格314)可以被放置或应用于像素,而滤波器300的剩余单元格(例如,单元格302-312和316-326)可以被放置或应用于周围或相邻的像素。

[0120] 另外,参考图3B,滤波器330中的每个单元格(332到380)可以具有滤波器系数f(k,1)和削波值c(k,1),并且单元格中的这些值中的每一个可以被应用于对应的像素。在一些情况下,由等式(10)中的$\tilde{R}(i,j)$表示的滤波器330的中心(例如,单元格356)可以被放置或应用于像素,而滤波器330的剩余单元格(例如,单元格332-354和358-380)可以被放置或应用于周围或相邻的像素。

[0121] 返回至图2A,在等式(10)中,可以通过下述运算来计算$\tilde{R}(i,j)$。所述运算为:将帧的当前样本R(i,j)(例如,亮度样本、色度样本)与滤波器系数乘以已削波的差(例如,求和(滤波器系数*已削波的差)或$\sum_{k,l=(-K,-K),k,l\neq(0,0)}^{K,K}(f(k,l) * clip3(-c(k,l),c(k,l),R(i+k,j+l)- R(i,j)))$相加。已削波的差可以是相邻样本R(i+k,j+1)和当前样本R(i,j)之间的差。等式(10)的输出可以定义用于削波的值范围。在一些情况下,可以从值范围中选择值。在一些示例中,所选择的值可以是值范围中的最大值,并在帧中可以被表示的最小值和最大值范围内。此外,所选择的值可以提供用于样本的像素值。

[0122] 在一些情况下,削波值c(k,1)可以计算如下。对于亮度分量,削波值c(k,1)可以计算如下:

[0123] $c(k,1)=\text{Round}(2^{(\text{BitDepthY}*(4-\text{clipIdx}(k,l))/4)})$, 等式(11)

[0124] 其中BitDepthY是亮度分量的位深度(例如,颜色深度),clipIdx(k,1)是位置(k,1)处的一个或多个削波值。在一些情况下,clipIdx(k,1)可以是0、1、2或3。

[0125] 对于色度分量,削波值c(k,1)可以计算如下:

[0126] $c(k,1)=\text{Round}(2^{(\text{BitDepthC}-8)}*2^{(8*(3-\text{clipIdx}[k,l])/3)})$, 等式(12)

[0127] 其中BitDepthC是色度分量的位深度,clipIdx(k,1)是位置(k,1)处的削波值。在一些情况下,clipIdx(k,1)可以是0、1、2或3。

[0128] 在方框230处,编码设备104可以生成输出帧。输出帧可以包括ALF滤波之后的重建图像。如前所述,输出帧可以包括基于滤波器系数和削波值计算的、亮度和色度分量的像素值。

[0129] 在一些示例中,可以将通过ALF滤波方法220为样本生成的像素值与原始样本的像素值进行比较以确定是否应该启用亮度和色度滤波。例如,如果亮度滤波结果提供比原始亮度样本更好的图像质量,则编码设备104可以对该帧启用亮度滤波。如果色度滤波结果提供比原始色度样本更好的图像质量,则编码设备104可以对该帧启用色度滤波。

[0130] 在一些情况下,编码设备104可以通过已编码比特流用信令通知ALF标志。用信令通知的ALF标志可以向解码设备(例如,112)指示针对特定帧是启用还是禁用ALF滤波。

[0131] 在一些情况下,方法220可以包括执行几何变换。在一些示例中,可以从框224处描述的像素分类中为每个类别用信令通知一组滤波器系数和削波值。在一些情况下,为了更好地区分标记有相同类别索引的块的不同方向,可以执行四种几何变换,包括不变换、对

角、垂直翻转,以及旋转。

[0132] 图4中示出了对单元格402-426不进行变换的示例5×5滤波器400。而图4B-D中示出了对单元格402-426进行对角变换430、对单元格402-426进行垂直翻转变换440以及对单元格402-426进行旋转变换450的示例5×5滤波器。具体地,图4B示出了对角几何变换430的示例,图4C示出了垂直翻转几何变换440的示例,而图4D示出了旋转几何变换450的示例。

[0133] 如果将图4A中所示的不进行变换的示例5×5滤波器400与图4B中的对角几何变换430、图4C中的垂直翻转几何变换440以及图4D中的旋转几何变换450进行对比,则可以获得三种附加几何变换(例如,对角几何变换430、垂直翻转几何变换440和旋转几何变换450)的以下公式形式:

[0134] 对角:$f_D(k,l)=f(l,k)$,$c_D(k,l)=c(l,k)$,

[0135] 垂直翻转:$G_V(k,l)=G(k,K-1-l)$,$c_V(k,l)=c(k,K-1-l)$

[0136] 旋转:$f_R(k,l)=f(K-1-l,k)$,$c_R(k,l)=c(K-1-l,k)$,

[0137] 等式(13)

[0138] 其中K是滤波器的尺寸,并且0≤k,l≤K-1是系数坐标,因此位置(0,0)位于左上角,位置(K-1,K-1)位于右下角。应该注意的是,当使用菱形滤波器支持时,具有滤波器支持之外的坐标的系数可以被设置为0。指示几何变换索引的一种方式是隐含地得出其从而避免额外的开销。在基于几何变换的ALF(GALF)中,可以取决于针对该块所计算的梯度值来将变换应用于滤波器系数f(k,l)。以下表格2中描述了变换与使用等式(3)-(7)计算出的四种梯度之间的关系。

[0139]

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
$g_{d1}<g_{d2}$ 且 $g_h<g_v$	垂直翻转

[0140]

$g_{d1}<g_{d2}$ 且 $g_v<g_h$	旋转

[0141] 表2梯度和变换的映射

[0142] 一个或多个变换可以基于两个梯度(水平和垂直,或45度和135度梯度)中的哪一个较大。基于比较,可以提取更精确的方向信息。因此,在不增加滤波器系数开销的情况下,变换可以得到不同的滤波结果。

[0143] 在一些示例中,滤波器信息信令可以通过已编码比特流被提供。例如,一个亮度滤波器组可以包含全部类型的滤波器信息(例如,包括滤波器系数、削波值、偏移值等)。可以使用固定滤波器来预测每个类型的滤波器。可以为每个类型用信令通知标志以指示该类型是否使用固定滤波器作为其滤波器预测器。如果是,则可以用信令通知固定滤波器信息。在一些示例中,可以根据先前用信令通知的滤波器预测用信令通知的滤波器。

[0144] 为了减少用于表示滤波器系数的比特位数,可以对不同的类型进行合并。可以通过针对每个类型发送索引i_C来提供关于哪些类被合并的信息。具有相同索引i_C的类型可以共享相同的编解码滤波器系数。可以针对每个亮度滤波器组用信令通知类型和滤波器之间

的映射。可以用截断二进制二值化方法对索引i_C进行编解码。

[0145] 在VTM-5.0中,自适应参数集(APS)可以被用于在比特流中携带ALF滤波器系数。APS可以包含一组亮度滤波器或色度滤波器或两者。片组(tile group)仅在其片组报头中用信令通知用于当前片组的APS的索引。

[0146] 在一些情况下可以实现基于编解码树块(CTB)的滤波器组开关。在VTM-5.0中,根据先前已编解码的片组生成的滤波器可以被用于当前片组,以节省滤波器信令的开销。亮度CTB可以从固定滤波器组和APS中的滤波器组中选择滤波器组。滤波器组索引可以在比特流中或与比特流一起被用信令通知。在一些情况下,一些或全部色度CTB使用同一APS中的滤波器。在片组报头中,用信令通知用于当前片组的亮度和色度CTB的APS。

[0147] 返回图2B,由编码设备104生成的输出帧可以在已编码比特流中发送到解码设备112。如前所述,已编码比特流可以包括信令信息。解码设备112可以接收已编码比特流,对该比特流进行解码,并且在这种滤波被启用时使用信令信息对比特流中的帧应用ALF滤波和削波。

[0148] 图2C是示出由解码设备112实现的用于带削波的ALF滤波的示例方法240的流程图。在该示例中,在方框242处,解码设备112可以接收由编码设备104提供的已编码比特流中的帧。在一些情况下,该帧可以是来自已编码比特流的重建帧或已解码帧。此外,在一些示例中,如前所述,帧可以包括亮度和色度分量。

[0149] 在方框224处,解码设备112可以确定与帧一起被用信令通知的ALF标志是开启还是关闭。如果ALF标志是关闭的,指示ALF滤波被禁用,则解码设备112可以在方框252处输出该帧。另一方面,如果ALF标志是打开的,指示ALF滤波被启用,则在方框246处,解码设备246可以对帧中的像素进行分类。解码设备112可以如先前参照图2B中所示的方框224所描述的那样对像素进行分类。

[0150] ALF标志可以指示亮度滤波是否被启用(或禁用),或者亮度滤波和色度滤波两者是否被启用(或禁用)。如果亮度滤波被启用,则如本文所述的由解码设备112执行的ALF滤波可以包括亮度滤波。如果亮度和色度滤波都被启用,则如本文所述的由解码设备112执行的ALF滤波可以包括亮度和色度滤波两者。

[0151] 在方框248处,解码设备112可以确定ALF系数和削波值,并且在方框250处,解码设备112可以将具有ALF系数和削波值的ALF滤波器应用于帧。解码设备112可以如先前参照图2B中所示的方框226和228所说明的那样确定和应用ALF系数和削波值。

[0152] 在方框252处,解码设备112可以生成输出帧。如果ALF标志在方框244处被关闭,则输出帧可以包括未ALF滤波的重建图像。如果ALF标志在方框244处被打开,则输出帧可以包括ALF滤波之后的重建图像。如前所述,输出帧可以包括基于滤波器系数和削波值计算的、亮度和色度分量的像素值。

[0153] 使用浮点运算计算削波值c(k,l)时会出现各种问题和不足。例如,上面描述的用于计算削波值c(k,l)的等式(11)和(12)经常需要使用浮点运算来执行这样的计算。然而,浮点运算会增加计算的复杂度(例如,由于实现十进制数),会增加设备的硬件和计算资源的计算负担(例如,由于增加的复杂度),以及会增加解码误差(例如,由于不同的架构以不同的方式计算浮点数)。

[0154] 因此,在一些示例中,可以实现各种方法来简化ALF的削波值的计算并提高这种计

算的效率。经简化的且持续高效的ALF削波值的计算可以降低计算的复杂度,减少设备的硬件的计算负担,以及减少解码误差。如下文进一步描述的,这种方法可以被应用于任何视频编解码器(当前的和/或未来的),例如HEVC和/或AVC,和/或任何视频编解码标准,例如VVC和/或任何未来的视频编解码标准。

[0155] 在一些情况下,本文描述的技术可以简化针对亮度分量、一个或多个色度分量或者亮度和色度分量两者的削波值的计算。在一些实现中,整数运算可以被用于计算亮度和/或色度分量的削波值,并且简化这种计算。

[0156] 图5示出了基于如本文所述的经简化的削波值计算得出的削波值的示例表格500。在本示例中,表格500中的削波值是使用整数运算计算得出的。这里用于计算表格500中的削波值的整数运算和技术可以降低这种计算的复杂度,最小化硬件和计算资源的计算负担,以及减少解码误差。

[0157] 表格500包括位深度列502和削波索引(clipIdx)列522。位深度列502包括位深度值504-520,而削波索引列522包括削波索引值524-530。在本示例中,位深度值504-520的范围为8位至16位,而削波索引值524-530的范围位0至3。位深度值504-520可以标识用于像素的每种颜色分量的比特位数,和/或像素的颜色深度(例如,用于指示像素颜色的比特位数)。削波索引值524-530指示要用于样本或像素的削波值的削波索引。在本示例中,削波索引值524-530包括削波索引0(524)、1(526)、2(528)和3(530)。

[0158] 在一些示例中,用于计算特定比特流或帧的削波值的特定削波索引值可以与已编码比特流或帧一起被用信令通知。此外,在一些示例中,色度分量的削波索引值524-530可以由alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]来定义,其可以指定在乘以具有索引altIdx的可替换色度滤波器的第j个系数之前要使用的削波值的削波索引。在一些示例中,对于比特流一致性,alf_chroma_clip_idx[altIdx][j]的值的范围可以是0至3;其中altIdx=0,..,alf_chroma_num_alt_filters_minus1;j=0,…,5;并且alf_chroma_num_alt_filters_minus1指示可替换的色度滤波器的个数减1。在一些示例中,alf_chroma_num_alt_filters_minus1可以在0至7的范围内。

[0159] 在一些示例中,亮度分量的削波索引值524-530可以由alf_luma_clip_idx[alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]][j]定义,其可以指定在乘以由alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx],其中j=0,...,11指定的用信令通知的亮度的第j个系数之前要使用的削波值的削波索引。在一些示例中,alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]可以指定针对由filtIdx指示的滤波器类型的已用信令通知的ALF亮度系数增量的索引,其范围可以是0至NumAlfFilters-1,其中NumAlfFilters指示ALF滤波器的个数。在一些情况下,当alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]不存在时,可以推断为其等于0。而且,在一些情况下,alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]的长度可以是Ceil(Log2(alf_luma_num_filters_signalled_minus1+1))比特,而且alf_luma_coeff_delta_idx[filtIdx]的值范围可以是0到alf_luma_num_filters_signalled_minus1。

[0160] 在一些示例中,针对亮度分量,可以基于下面的等式(14)来计算表格500中的削波值;而针对色度分量,可以基于下面的等式(15)来计算表格500中的削波值。例如,削波值c(k,l)可以被计算如下:

[0161] c(k,l)=1<<(BitDepthY-offsetY[clipIdx(k,l)])用于亮度;以及c(k,l)=1<<

(BitDepthC-offsetC[clipIdx(k,l)])用于色度。 等式(14)

[0162] 在等式(14)中,术语“<<”是左移算术运算符,并且offsetY[i]和offsetC[i],其中i=0,1,2或3,是基于削波索引(clipIdx)被预定义的或计算的。在一些示例中,offsetY={0,3,5,7}且offsetC={0,3,5,7}。这里,0、3、5和7可以是为offsetY和offsetC设置的预定值。在一些示例中,可以基于削波索引(clipIdx)值,来确定针对亮度的offsetY和offsetC的特定值的范围为0-BitDepthY,并确定针对色度的offsetY和offsetC的特定值的范围为0-BitDepthC。在一些示例中,削波索引值得范围为0至3,包括端点。例如,当clipIdx的值等于0时,offsetY和offsetC的值可以为0;当clipIdx的值等于1时,offsetY和offsetC的值可以为3;当clipIdx的值等于2时,offsetY和offsetC的值可以是5;当clipIdx的值等于3时,offsetY和offsetC的值可以是7。

[0163] 等式(14)可以基于对应的位深度值504-520和削波索引值524-530有效地计算表格500中的削波值,并且可以基于整数运算简化这种计算。例如,使用等式(14),给定偏移值为0、3、5和7且位深度值为8(504),则c(k,l)的削波值可以计算如下。如果c(k,l)=1<<(BitDepth-offset[clipIdx(k,l)]),并且BitDepth=8以及clipIdx=0,则offset[0]=0。因此,c(k,l)等于1<<(8-0),其等于1左移8位。算数左移n位相当于乘以2^n。所以,1左移8位等于2^8。从而,当位深度值为8且偏移值为0时,c(k,l)等于2^8,如表格500中所示。

[0164] 同样地,当BitDepth=8且clipIdx=1时,offset[1]=3。因此,c(k,l)等于1<<(8-3),其相当于1左移5位或者相当于2^5。从而,当位深度值为8且偏移值为3时,c(k,l)等于2^5,如表格500中所示。

[0165] 当BitDepth=8且clipIdx=2时,offset[2]=5。因此,c(k,l)等于1<<(8-5),其相当于1左移3位或者相当于2^3。从而,当位深度值为8且偏移值为5时,c(k,l)等于2^3,如表格500中所示。

[0166] 最后,当BitDepth=8且clipIdx=3时,offset[3]=7。因此,c(k,l)等于1<<(8-7_,相当于1左移1位或者相当于2^1。从而,当位深度值为8且偏移值为7时,c(k,l)等于2^1,如表格500中所示。

[0167] 同样地,可以基于偏移值0、3、5、7以及削波索引值0、1、2和3来对位深度值506-520(例如,9到16)执行上述示例计算,以产生表格500中所示的对应的削波值。例如,如表格500中所示,在位深度值为9且削波索引值为0的情况下,基于等式(14)产生的削波值为2^9。在位深度值为9且削波索引值为1的情况下,基于等式(14)产生削波值为2^6。在位深度值为9且削波索引值为2的情况下,基于等式(14)产生的削波值为2^4。在位深度值为9且削波索引值为3的情况下,基于等式(14)产生的削波值为2^2。

[0168] 这种使用算术左移位而不使用浮点数的计算可以显著地简化削波值计算,减少这种计算引起的硬件和计算资源的负担,并减少解码误差。此外,削波操作可以被实现为逻辑的或/与,最多的有效位从(BitDepth-offset[clipIdx(k,l)]+1)位到最少的有效位。这也可以减轻硬件的负担。

[0169] 在其他说明性示例中,使用整数运算,削波值c(k,l)计算可以实现如下:

[0170] c(k,l)=1<<((4*BitDepthY-BitDepthY*clipIdx(k,l))>>2)用于亮度;以及

[0171] c(k,l)=1<<((3*BitDepthC-8*clipIdx(k,l))/3)用于色度。 等式(15)

[0172] 在另一说明性示例中,亮度分量的削波值c(k,l)可以如以下等式(16)中那样被计

算。具体地,等式c(k,l)=Round(2^(BitDepthY*(4-clipIdx(k,l))/4))可以重写如下:

[0173] c(k,l)=Round(2^(BitDepthY-(BitDepthY*clipIdx(k,l))/4))=Round(2^(BitDepthY-a-b/4))

[0174] =Round(2^(BitDepthY-a)*2^(-b/4))=((1<<(BitDepthY-a))*remY[b])>>c

[0175] 等式(16)

[0176] 这里,a等于(BitDepthY*clipIdx(k,l))>>2),b等于(BitDepthY*clipIdx(k,l))和0x03,remY[b]相当于浮点运算中的Round(2^(-b/4)*(1<<c)),b等于0、1、2或3,c是预定义的整数值。在一些示例中,可以将remY[b]的值以整数值形式存储为查找表(look-up table,LUT)。在基于等式(16)的本示例中,可以使用整数运算而不使用浮点数来计算c(k,l)。

[0177] 在这样的说明性示例中,色度分量的削波值c(k,l)可以计算如下:

[0178] c(k,l)=Round(2^(BitDepthC-8)*2^(8*(3-clipIdx[k,l])/3))=Round(2^(BitDepthC*2^(-8*clipIdx(k,l)/3))

[0179] =Round(2^(BitDepthC-a-b/3))=Round(1<<(BitDepthC-a)*2^(-b/3))

[0180] =((1<<(BitDepthC-a))*remC[b])>>c 等式(17)

[0181] 这里,a等于8*clipIdx(k,l)/3,b等于[8*clipIdx(k,l)]模3,remC[b]等价于浮点运算中的Round(2^(-b/3)*(1<<c))),b等于0,1或2,且c是预定义的整数值。remY[b]的值可以以整数值的形式被存储为LUT。在等式(17)的本示例中,可以用整数运算而不是浮点数来计算c[k,l]。

[0182] 在另一个说明性示例中,对于亮度分量,削波值c(k,l)可以计算如下:

[0183] c(k,l)=1<<(BitDepthY-offsetY[clipIdx(k,l)]), 等式(18)

[0184] 此外,对于色度分量,削波值c(k,l)可以计算如下:

[0185] c(k,l)=1<<(BitDepthC-offsetC[clipIdx(k,l)]), 等式(19)

[0186] 在上述示例中,offsetY[i]和offsetC[i],其中i等于0、1、2或3,是基于削波索引(clipIdx(k,l))的预定义的或计算出的值。

[0187] 在一些示例中,可以基于上面使用整数运算没有提到的其他方法(例如,使用其他等式)来计算亮度和/或色度分量的削波值。

[0188] 在一些实现中,可以使用相同的等式来计算亮度和色度分量的削波值。例如,基于上述的等式(14)的相同等式可以被用于计算亮度和色度分量的削波值。

[0189] 在一个说明性示例中,可以使用具有浮点运算的等式来计算亮度和色度分量两者的削波值。诸如,在一些情况下,可以使用等式(11)和(12)中的一个等式来计算亮度和色度分量两者的削波值。可替换地,可以使用本文未提供的其他等式。在另一说明性示例中,可以使用具有整数运算的等式。例如,可以使用等式(14)-(19)中的一个等式。可替换地,可以使用本文未提供的其他等式。

[0190] 在公开了示例系统、分量和概念之后,本公开现在开始描述用于处理视频数据的示例方法600,如图6所示。在一些示例中,方法600对视频数据的处理可以包括简化自适应环路滤波的削波值计算。本文概述的步骤是为说明目的而提供的非限制性示例,并且可以被以其任何组合实现,包括排除、添加或修改某些步骤的组合。

[0191] 在方框602处,方法600可以包括获得包括一个或多个画面的视频数据。在一些示例中,编码设备(例如,104)可以从诸如相机的视频源(例如,102)接收一个或多个画面。在一些示例中,解码设备(例如,112)可以从编码设备(例如,104)接收包括一个或多个画面的

已编码视频比特流。在一些示例中,已编码视频比特流可以包括信令信息。信令信息可以包括,例如但不限于,用于确定如下文参考方框606所描述的削波值的偏移值、用于确定如下文参考方框606所描述的削波值的削波索引值、滤波器参数(例如,滤波器系数、滤波器尺寸参数、滤波器形状参数等),和/或自适应环路滤波器标志(例如,指示亮度和/或色度ALF滤波是否被启用的ALF标志)。

[0192] 在方框604处,方法600可以包括从一个或多个画面中获得画面的块。在一些示例中,编码设备(例如,104)可以将视频数据分割为包括图片的块的一个或多个块。在一些示例中,块可以是已编码视频比特流中的已编码块,并且解码设备(例如,112)可以通过应用与用于编码块、画面和/或比特流的编解码算法和/或标准匹配的编解码算法和/或标准,使用比特流中的信令信息来对画面的块进行解码。在一些示例中,如参照图1中所示的系统100和图8中所示的解码设备112所述的,解码设备可以重建画面的块。

[0193] 在方框606处,方法600可以包括确定至少一个滤波器的削波值(例如,c(k,l))。在一些示例中,削波值可以对应于画面的块中的亮度分量和/或画面的块中的色度分量。在一些示例中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值。在一些情况下,第二整数可以包括块中的样本(例如,亮度样本、色度样本)的位深度值减去与削波索引值(例如,clipIdx(k,l)相关联的偏移值(例如,offset[clipIdx(k,l)])的结果。例如,在一些情况下,基于前述的等式(14)来确定每个削波值。

[0194] 在一些情况下,第一整数是1,而将第一整数左移第二整数包括将2提高至指数的幂,该指数的幂等于第二整数。例如,如果第一整数是1,第二整数是8,那么将第一整数左移第二整数可以等于2的8次幂或2^8。

[0195] 在一些示例中,削波值可以包括用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值。在一些情况下,如参照方框606所述,用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值都可以通过将第一整数左移第二整数来确定。

[0196] 在一些情况下,削波值可以对应于削波索引表(例如,表格500)中的一组滤波器削波值,削波索引表中的该组滤波器削波值的不同削波值可以对应于块和/或画面(例如,k,l)内的不同位置。在一些示例中,块和/或画面内的不同位置可以包括画面中的不同像素位置和/或区域。

[0197] 在一些情况下,偏移值可以是多个预定偏移值中的预定偏移值。例如,偏移值可以是0、3、5或7中之一,如先前参照等式(14)所述。在一些情况下,基于削波索引值(例如,基于clipIdx(k,l))从多个预定偏移值中确定偏移值。在一些示例中,确定用于至少一个滤波器的削波值可以包括确定用于画面中的多个样本(例如,亮度和/或色度样本)的对应削波值,而每个对应削波值可以与多个样本中的特定样本相关联。在一些情况下,可以通过将第一整数左移与特定样本相关联的特定整数来确定每个对应削波值。特定整数可以包括特定样本的位深度值减去多个预定偏移值中的特定偏移值的特定结果。在一些示例中,如前所述,基于与特定样本相关联的特定削波索引值,从多个预定偏移值中确定特定偏移值。

[0198] 在一些情况下,至少一个滤波器的削波值可以包括用于亮度分量的亮度削波值和用于色度分量的色度削波值。在一些示例中,可以通过将第一整数左移第三整数来确定亮度削波值。第三整数包括块中的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果。在一些示例中,可以通过将第一整数左移第四整数来确定色度削波值。

第四整数包括块中的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

[0199] 在一些示例中,至少一个滤波器可以包括ALF。在一些示例中,至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器,例如图3A中所示的滤波器300,以及7×7自适应环路滤波器,例如图3B中所示的滤波器330。

[0200] 在一些情况下,确定至少一个滤波器的削波值可以包括确定至少一个滤波器的滤波器系数值(例如,f(k,l))。此外,在一些方面,在方框606处,方法600可以使用其他技术来确定削波值。例如,在一些情况下,方法600可以基于上述等式(15)至(19)中的任一个来确定削波值。

[0201] 在方框608处,方法600可以包括将至少一个滤波器应用于块。方法600可以生成包括基于该至少一个滤波器被滤波和削波的块的输出块。例如,方法600可以生成包括以ALF被滤波的和基于削波值被削波的块的输出块。而且,将至少一个滤波器应用于块可以包括将滤波器系数和削波值应用于块中的一个或多个样本(例如,一个或多个亮度和/或色度样本)。

[0202] 在一些情况下,将至少一个滤波器应用于块可以包括将5×5自适应环路滤波器应用于色度分量并且将7×7自适应环路滤波器应用于亮度分量。在一些示例中,5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器可以具有菱形形状。在其他示例中,至少一个滤波器可以包括一个或多个其他滤波器尺寸和/或形状。

[0203] 在一些示例中,解码设备(例如,112)可以获得包括一个或多个画面的已编码视频比特流并且根据已编码视频比特流对画面的块进行解码。在一些示例中,解码设备可以识别与已编码视频比特流相关联的信令信息,并且使用信令信息来重建块、确定至少一个滤波器的削波值、确定至少一个滤波器的一个或多个系数,确定滤波器尺寸和/或形状,确定滤波是否被启用,和/或将至少一个滤波器应用于重建块。在一些示例中,信令信息可以包括偏移值、削波索引值、滤波器参数(例如,滤波器系数、滤波器尺寸参数、滤波器形状参数等)和/或自适应环路滤波器标志(例如,指示亮度和/或色度ALF滤波是否被启用的ALF标志)。

[0204] 在一些示例中,方法600可以包括生成包括一个或多个画面的已编码视频比特流(例如,经由编码设备104)并且将已编码视频比特流发送到解码设备(例如,112)。在一些情况下,已编码视频比特流可以与信令信息一起被发送。信令信息可以包括,例如,偏移值、削波索引值、滤波器参数(例如,滤波器系数、滤波器尺寸参数、滤波器形状参数等),和/或自适应环路滤波器标志(例如,指示亮度和/或色度ALF滤波是否被启用的ALF标志)。

[0205] 在一些示例中,方法600可以包括存储已编码视频比特流。在一些示例中,方法600可以包括在重建已编码视频比特流中的画面的块之后呈现基于已编码视频比特流的重建视频并且将具有削波值的一个或多个ALF滤波器应用于已编码视频中的画面的一个或多个块。

[0206] 在一些实施方式中,本文描述的过程(或方法)可以由计算设备或装置执行,例如图1中所示的系统100。例如,这些过程可以由图1和图7中所示的编码设备104执行、由另一视频源侧设备或视频传输设备执行、由图1和图7中所示的解码设备112执行、和/或由另一客户侧设备执行。客户侧设备是例如播放器设备、显示器或任何其他客户侧设备。在一些情

况下,计算设备或装置可以包括处理器、微处理器、微型计算机或被配置为执行本文所述过程的步骤的设备的其他组件。在一些示例中,计算设备或装置可以包括被配置为捕获包括视频帧的视频数据(例如,视频序列)的相机。在一些示例中,捕获视频数据的相机或其他捕获设备与计算设备是分开的。在这种情况下,计算设备接收或者获得所捕获的视频数据。计算设备还可以包括被配置为传送视频数据的网络接口。网络接口可以被配置为传送基于互联网协议(IP)的数据或其他类型的数据。在一些示例中,计算设备或装置可以包括用于显示输出视频内容的显示器,例如视频比特流的画面的样本。

[0207] 可以参照逻辑流程图来描述过程,其操作表示可以在硬件、计算机指令或其组合中实现的操作的序列。在计算机指令的上下文中,操作表示存储在一个或多个计算机可读取存储介质上的计算机可执行指令,当其由一个或多个处理器执行时,执行所列举的操作。通常,计算机可执行指令包括执行特定功能或实现特定数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。描述操作的顺序不旨在被解释为限制,而可以以任何顺序和/或并行地组合任何数量的所述的操作来实现这些过程。

[0208] 另外,这些过程可以在配置有可执行指令的一个或多个计算机系统的控制下被执行,并且可以被实现为在一个或多个处理器上共同执行的代码(例如,可执行指令、一个或多个计算机程序或一个或多个应用程序)。这些过程还可以由硬件执行或者以上述的组合方式被执行。如上所述,代码可以例如,以包括可由一个或多个处理器执行的多个指令的计算机程序的形式存储在计算机可读取或机器可读取存储介质上。计算机可读取或机器可读取存储介质可以是非暂时性的。

[0209] 本文所讨论的编解码技术可以在示例视频编码和解码系统(例如,系统100)中被实现。在一些示例中,系统包括提供稍后要由目标设备解码的已编码视频数据的源设备。具体地,源设备经由计算机可读取介质向目标设备提供视频数据。源设备和目标设备可以包括各种各样设备中的任一种,包括台式计算机、笔记本(即膝上型)计算机、平板计算机、机顶盒、例如所谓的“智能”电话的电话手机、所谓的“智能”平板、电视、相机、显示设备、数字媒体播放器、视频游戏控制台、视频流设备、移动设备、物联网(IoT)设备、HMD等。在一些情况下,源设备和目标设备可以被装备以用于无线通信。

[0210] 目标设备可以经由计算机可读取介质接收要被解码的已编码视频数据。计算机可读取介质可以包括能够将已编码视频数据从源设备移动到目标设备的任何类型的介质或设备。在一个示例中,计算机可读取介质可以包括通信介质以使得源设备实时地将已编码视频数据直接传输到目标设备。已编码视频数据可以根据诸如无线通信协议之类的通信标准被调制,并且被传输到目标设备。通信介质可以包括任何无线的或有线的通信介质,例如射频(RF)频谱或一条或多条物理传输线。通信介质可以形成基于分组的网络的一部分,诸如局域网、广域网或诸如因特网的全球网络。通信介质可以包括路由器、交换机、基站或者可以对促进从源设备到目标设备的通信有用的任何其他设备。

[0211] 在一些示例中,已编码数据可以被从输出接口输出到存储设备。类似地,可以通过输入接口从存储设备访问已编码数据。存储设备可以包括各种分布式的或本地访问的数据存储介质中的任何一种,例如硬盘驱动器、蓝光光盘、DVD、CD-ROM、闪存、易失性或非易失性存储器,或用于存储已编码视频数据的任何其他合适的数字存储介质。在另一示例中,存储设备可以对应于文件服务器或可以存储源设备生成的已编码视频的另一中间存储设备。目

标设备可以经由流或下载来访问存储设备中的存储视频数据。文件服务器可以是能够存储已编码视频数据并将该已编码视频数据传输到目标设备的任何类型的服务器。示例文件服务器包括Web服务器(例如,用于网站)、FTP服务器、附网存储(NAS)设备或本地磁盘驱动器。目标设备可以通过任何标准数据连接,包括互联网连接,来访问已编码视频数据。这可以包括适合用于访问存储在文件服务器上的已编码视频数据的无线信道(例如,Wi-Fi连接)、有线连接(例如,DSL、电缆调制解调器等)或两者的组合。开始于存储设备的已编码视频数据的传输可以是流传输、下载传输或其组合。

[0212] 本公开的技术不一定受限于无线应用或设置。这些技术可以被应用于视频编解码以支持各种多媒体应用中的任何一种,例如空中(over-the-air)电视广播、有线电视传输、卫星电视传输、互联网流视频传输,例如通过HTTP的动态自适应流(DASH)、被编码到数据存储介质上的数字视频、存储在数据存储介质上的数字视频的解码或者其他应用。在一些示例中,系统可以被配置为支持单向或双向视频传输以支持诸如视频流、视频回放、视频广播和/或视频电话的应用。

[0213] 在一个示例中,源设备包括视频源、视频编码器和输出接口。目标设备可以包括输入接口、视频解码器和显示设备。源设备的视频编码器可以被配置为应用本文所公开的技术。在其他示例中,源设备和目标设备可以包括其他组件或布置。例如,源设备可以从外部视频源,例如外部相机,接收视频数据。同样地,目标设备可以与外部显示设备相连接,而不是包括集成的显示设备。

[0214] 以上的示例系统仅仅是一个示例。用于并行处理视频数据的技术可以由任何数字视频编码和/或解码设备执行。尽管本公开的技术通常由视频编码设备执行,但是这些技术也可以由视频编码器/解码器执行,视频编码器/解码器通常称为“编解码器”。此外,本公开的技术还可以由视频预处理器执行。源设备和目标设备仅仅是其中源设备生成已编码视频数据以传输到目标设备的编解码设备的示例。在一些示例中,源和目标设备可以以基本对称的方式运行,以使得设备中的每一个都包括视频编码和解码组件。从而,示例系统可以支持视频设备之间的单向或双向视频传输,例如,以用于视频流、视频回放、视频广播或视频电话。

[0215] 视频源可以包括视频捕获设备,例如摄像机、包含先前捕获的视频的视频档案,和/或用于从视频内容提供者接收视频的视频馈送接口。作为另一替换方案,视频源可以生成基于计算机图形的数据作为源视频,或者实况视频、存档视频和计算机生成视频的组合。在一些情况下,如果视频源是摄像机,则源设备和目标设备可以形成所谓的拍照电话或视频电话。然而,如上所述,本公开中所描述的技术通常适用于视频编解码,并且可以被应用于无线和/或有线应用。在每种情况下,捕获的、预先捕获的或计算机生成的视频可以由视频编码器进行编码。然后可以通过输出接口将已编码视频信息输出到计算机可读取介质上。

[0216] 如上所述,计算机可读取介质可以包括瞬时介质(例如无线广播或有线网络传输)或存储介质(即,非暂时存储介质)(例如硬盘、闪存驱动器、压缩光盘、数字视频光盘、蓝光光盘或其它计算机可读取介质)。在一些示例中,网络服务器(未示出)可以从源设备接收已编码视频数据并且例如经由网络传输将已编码视频数据提供给目标设备。类似地,诸如光盘冲压机构的介质制作机构的计算设备可以从源设备接收已编码视频数据并且制作包含

该已编码视频数据的光盘。因此,在各种示例中,计算机可读取介质可以被理解为包括各种形式的一个或多个计算机可读取介质。

[0217] 目标设备的输入接口从计算机可读取介质接收信息。计算机可读取介质的信息可以包括由视频编码器定义的、由视频解码器使用的语法信息。该信息包括描述块和其他已编解码单元,例如画面组(GOP),的特性和/或处理的语法元素。显示设备向用户显示已解码视频数据,并且可以包括各种显示设备中的任一种。各种显示设备包括例如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子显示器、有机发光二极管(OLED)显示器,或者另一类型的显示设备。本申请的多种实施例已经被描述。

[0218] 编码设备104和解码设备112的具体细节在图7和图8中分别示出。图7是示出可以实现本公开中所描述的技术中的一种或多种的示例编码设备104的框图。编码设备104可以,例如,生成本文所述的语法结构(例如,VPS、SPS、PPS或其他语法元素的语法结构)。编码设备104可以对视频切片内的视频块执行帧内预测和帧间预测编解码。如前所述,帧内编解码至少部分依赖于空间预测以减少或去除给定视频帧或画面内的空间冗余。帧间编解码至少部分依赖于时间预测以减少或去除视频序列的相邻或周围帧内的时间冗余。帧内模式(I模式)可以指几种基于空间的压缩模式中的任何一种。帧间模式,例如单向预测(P模式)或双向预测(B模式),可以指几种基于时间的压缩模式中的任何一种。

[0219] 编码设备104包括分割单元35、预测处理单元41、滤波器单元63、画面存储器64、加法器50、变换处理单元52、量化单元54和熵编码单元56。预测处理单元41包括运动估计单元42、运动补偿单元44和帧内预测处理单元46。针对视频块重建,编码设备104还包括逆量化单元58、逆变换处理单元60和加法器62。滤波器单元63旨在表示一个或多个环路滤波器,例如去块滤波器、自适应环路滤波器(ALF)和样本自适应偏移(SAO)滤波器。虽然滤波器单元63在图7中示出为环路滤波器,但是在其他配置中,滤波器单元63可以被实现为环路后滤波器。后处理设备57可以对由编码设备104生成的已编码视频数据执行附加处理。本公开的技术可以在一些实例中由编码设备104实现。然而,在其他实例中,本公开的技术中的一种或多种可以由后处理设备57实现。

[0220] 如图7所示,编码设备104接收视频数据,并且分割单元35将数据分割为视频块。分割还可以包括分割成切片、切片片段、片或其他更大的单元;以及,例如根据LCU和CU的四叉树结构的视频块分割。编码设备104大概示出对要被编码的视频切片内的视频块进行编码的组件。切片可以被划分为多个视频块(并且可能被划分为被称为片的视频块集合)。预测处理单元41可以基于误差结果(例如,编解码率和失真程度等)为当前视频块选择多种可能的编解码模式中的一种,例如,多种帧内预测编解码模式中的一种或者多种帧间预测编解码模式中的一种。预测处理单元41可以将所得的帧内或帧间编解码块提供给加法器50以生成残差块数据,并提供给加法器62以重建已编码块用作参考画面。

[0221] 预测处理单元41内的帧内预测处理单元46可以参考同一帧或切片内的一个或多个相邻块执行当前视频块的帧内预测编解码作为要被编解码的当前块,从而提供空间压缩。预测处理单元41内的运动估计单元42和运动补偿单元44参考一个或多个参考画面中的一个或多个预测块执行当前视频块的帧间预测编解码以提供时间压缩。

[0222] 运动估计单元42可以被配置为根据视频序列的预定模式确定视频切片的帧间预测模式。预定模式可以将序列中的视频切片指定为P切片、B切片或GPB切片。运动估计单元

42和运动补偿单元44可以被高度集成,但出于概念的目的被分开地示出。由运动估计单元42执行的运动估计是生成对视频块的运动进行估计的运动矢量的过程。运动矢量,例如,可以指示当前视频帧或画面内的视频块的预测单元(PU)相对于参考画面内的预测块的位移。

[0223] 预测块是被发现在像素差方面与要被编解码的视频块的PU紧密匹配的块,其可以由绝对差之和(SAD)、平方差之和(SSD),或其他差值度量来确定。在一些示例中,编码设备104可以计算画面存储器64中存储的参考画面的子整数像素位置的值。例如,编码设备104可以在参考画面的四分之一像素位置、八分之一像素位置或其他分数像素位置内插值。因此,运动估计单元42可以相对于全像素位置和分数像素位置执行运动搜索并且输出具有分数像素精度的运动矢量。

[0224] 运动估计单元42通过将PU的位置与参考画面的预测块的位置进行比较来计算已帧间编解码切片中的视频块的PU的运动矢量。可以从第一参考画面列表(列表0)或第二参考画面列表(列表1)中选择参考画面。每个列表标识存储于画面存储器64中的一个或多个参考画面。运动估计单元42将算出的运动矢量发送到熵编码单元56和运动补偿单元44。

[0225] 由运动补偿单元44执行的运动补偿可以涉及基于由运动估计确定的运动矢量来获取或生成预测块,可能执行到子像素精度的内插。在接收到当前视频块的PU的运动矢量后,运动补偿单元44可以定位参考画面列表中的运动矢量所指向的预测块。编码设备104通过从正在被编解码的当前视频块的像素值中减去预测块的像素值,形成像素差值,以形成残差视频块。像素差值形成块的残差数据,并且可以包括亮度和色度差分量两者。加法器50表示执行此减法运算的一个或多个组件。运动补偿单元44还可以生成与视频块及视频切片相关联的语法元素以供解码设备112在对视频切片的视频块进行解码期间使用。

[0226] 帧内预测处理单元46可以对当前块进行帧内预测,如上所述,作为由运动估计单元42和运动补偿单元44执行的帧间预测的替换方案。具体地,帧内预测处理单元46可以确定帧内预测模式以用于对当前块进行编码。在一些实例中,帧内预测处理单元46可以使用各种帧内预测模式对当前块进行编码,例如,在分开的编码通道期间,并且帧内预测单元处理46可以从测试模式中选择适当的帧内预测模式来使用。例如,帧内预测处理单元46可以使用针对各种经测试的帧内预测模式的率失真分析来计算率失真值,并且可以选择经测试的模式中具有最佳率失真特性的帧内预测模式。率失真分析通常确定已编码块和已经被编码并产生该已编码块的原始未编码块之间的失真(或误差)的量,以及用于产生已编码块的比特率(即,比特的个数)。帧内预测处理单元46可根据各种已编码块的失真和率计算比率以确定哪个帧内预测模式呈现出针对块的最佳率失真值。

[0227] 在任何情况下,在为块选择了帧内预测模式之后,帧内预测处理单元46可以向熵编码单元56提供指示为该块所选择的帧内预测模式的信息。熵编码单元56可以对指示所选择的帧内预测模式的信息进行编码。编码设备104可以在传输的比特流配置数据中包括各种块的编码上下文的定义以及最可能的帧内预测模式的指示、帧内预测模式索引表的指示和经修改的帧内预测模式索引表的指示以用于上下文中的每一个。比特流配置数据可以包括多个帧内预测模式索引表和多个经修改的帧内预测模式索引表(也称为码字映射表)。

[0228] 在预测处理单元41经由帧间预测或帧内预测生成当前视频块的预测块之后,编码设备104通过从当前视频块中减去预测块来形成残差视频块。残差块中的残差视频数据可以包含于一个或多个TU中并被应用于变换处理单元52。变换处理单元52使用变换,例如,离

散余弦变换(DCT)或概念上类似的变换,将残差视频数据变换为残差变换系数。变换处理单元52可以将残差视频数据从像素域变换到变换域,例如频域。

[0229] 变换处理单元52可以将所得到的变换系数发送到量化单元54。量化单元54对变换系数进行量化以进一步降低比特率。量化过程可以减少与一些或全部系数相关联的位深度。可以通过调节量化参数来修改量化的程度。在一些实例中,接下来,量化单元54可以执行包括已量化变换系数的矩阵的扫描。可替换地,熵编码单元56可以执行该扫描。

[0230] 在量化之后,熵编码单元56对已量化的变换系数进行熵编码。例如,熵编码单元56可以执行上下文自适应可变长度编码(CAVLC)、上下文自适应二进制算术编码(CABAC)、基于语法的上下文自适应二进制算术编码(SBAC)、概率区间分割熵(PIPE)编码或另一熵编码技术。在熵编码单元56进行熵编码之后,已编码比特流可以被传输到解码设备112,或者被存档以供解码设备112稍后进行传输或检索。熵编码单元56还可以对正在被编解码的当前视频切片的运动矢量和其他语法元素进行熵编码。

[0231] 逆量化单元58和逆变换处理单元60分别应用逆量化和逆变换来重建像素域的残差块,后续用作参考画面的参考块。运动补偿单元44可通过将残差块与参考画面列表内的参考画面中之一的预测块进行相加来计算参考块。运动补偿单元44还可以将一个或多个内插滤波器应用于重建残差块以计算子整数像素值以用于运动估计中。加法器62将重建残差块与运动补偿单元44产生的运动补偿预测块相加以产生参考块以存储在画面存储器64中。该参考块可以被运动估计单元42和运动补偿单元44用作参考块以对后续的视频帧或画面中的块进行帧间预测。

[0232] 在一些示例中,图7的编码设备104可以表示被配置为计算ALF滤波器和削波值,执行带削波的ALF滤波,得出各种编解码参数等的视频编码器的示例。编码设备104可以例如计算ALF滤波器和削波值和/或执行如上所述的带削波的ALF滤波。诸如,编码设备104可以执行本文所描述的任何技术,包括上文参照图2A至6描述的过程和技术。在一些情况下,本公开的技术中的一些还可以由后处理设备57实现。

[0233] 图8是示出示例解码设备112的框图。解码设备112包括熵解码单元80、预测处理单元81、逆量化单元86、逆变换处理单元88、加法器90、滤波器单元91以及画面存储器92。预测处理单元81包括运动补偿单元82和帧内预测处理单元84。在一些示例中,解码设备112可以执行与参照图7的中的编码设备104描述的编码通道大体相反的解码通道。

[0234] 在解码过程期间,解码设备112接收表示由编码设备104发送的已编码视频切片的视频块和相关联的语法元素的已编码视频比特流。在一些实施例中,解码设备112可以从编码设备104接收已编码视频比特流。在一些实施例中,解码设备112可以从网络实体79接收已编码视频比特流。网络实体79包括,例如,服务器、媒体感知网络元件(MANE)、视频编辑器/拼接器或其他这种被配置为实现上述技术中的一种或多种的设备。网络实体79可以包括或者可以不包括编码设备104。本公开中描述的技术中的一些可以在网络实体79向解码设备112发送已编码视频比特流之前由网络实体79实现。在一些视频解码系统中,网络实体79和解码设备112可以是分离设备的部分,而在其他实例中,参照网络实体79描述的功能可以由包括解码设备112的相同设备来执行。

[0235] 解码设备112的熵解码单元80对比特流进行熵解码以生成已量化的系数、运动矢量和其他语法元素。熵解码单元80将运动矢量和其他语法元素转发到预测处理单元81。解

码设备112可以在视频切片级别和/或视频块级别接收语法元素。熵解码单元80可以对在或多个参数集,例如VPS、SPS和PPS,中的固定长度语法元素和可变长度语法元素都进行处理和解析。

[0236] 当视频切片被编解码为帧内编解码(I)切片时,预测处理单元81的帧内预测处理单元84可以基于用信令通知的帧内预测模式和来自当前帧或画面的先前的已解码块的数据来生成当前视频切片的视频块的预测数据。当视频帧被编解码为帧间编解码(即,B、P或GPB)切片时,预测处理单元81的运动补偿单元82基于从上解码单元80接收的运动矢量和其他语法元素,来产生当前视频切片的视频块的预测块。预测块可以从参考画面列表内的参考画面中之一中产生。解码设备112可以基于存储在画面存储器92中的参考画面,使用默认构建技术来构建参考帧列表,包括列表0和列表1。

[0237] 运动补偿单元82通过解析运动矢量和其他语法元素来确定当前视频切片的视频块的预测信息,并且使用该预测信息来产生当前正在被解码的视频块的预测块。例如,运动补偿单元82可以使用参数集中的一个或多个语法元素来确定:用于对视频切片的视频块进行编解码的预测模式(例如,帧内或帧间预测)、帧间预测切片类型(例如,B切片、P切片或GPB切片)、针对切片的一个或多个参考画面列表的构建信息、切片的每个帧间编码的视频块的运动矢量、切片的每个帧间编解码的视频块的帧间预测状态,以及用于解码当前视频切片中的视频块的其他信息。

[0238] 运动补偿单元82还可以基于内插滤波器来执行内插。运动补偿单元82可以使用如编码设备104在视频块编码期间使用的内插滤波器来计算参考块的子整数像素的内插值。在这种情况下,运动补偿单元82可以根据所接收的语法元素来确定编码设备104所使用的内插滤波器,并可使用该内插滤波器来产生预测块。

[0239] 逆量化单元86对比特流中提供并由熵解码单元80解码的已量化变换系数进行逆量化或去量化。逆量化过程可以包括使用由编码设备104为视频切片中的每个视频块计算的量化参数,以确定量化的程度以及应该应用的逆量化的程度。逆变换处理单元88对变换系数应用逆变换(例如,逆DCT或其他合适的逆变换)、逆整数变换或概念上类似的逆变换过程,以便于产生像素域的残差块。

[0240] 在运动补偿单元82基于运动矢量和其他语法元素生成当前视频块的预测块之后,解码设备112通过将来自逆变换处理单元88的残差块与由运动补偿单元82生成的对应的预测块相加来形成已解码视频块。加法器90表示执行该求和运算的一个或多个组件。如果需要,环路滤波器(在编解码环路中或在编解码环路之后)也可以被用于平滑像素过渡,或者提高视频质量。滤波器单元91旨在表示一个或多个环路滤波器,例如去块滤波器、自适应环路滤波器(ALF)和/或样本自适应偏移(SAO)滤波器。虽然图8中将滤波器单元91示出为环路滤波器,但是在其他配置中,滤波器单元91可以被实现为环路后滤波器。然后,给定帧或画面中的已解码视频块被存储于画面存储器92中。画面存储器92存储用于后续运动补偿的参考画面。画面存储器92还存储已解码视频以供稍后在例如图1中所示的视频目标设备122的显示设备上呈现。

[0241] 在一些示例中,图8的解码设备112表示视频解码器的一种示例,该视频解码器被配置为计算ALF滤波器和削波值,执行带有削波的ALF滤波,得出各种编解码参数等。解码设备112可以,例如,计算ALF滤波器和削波值并且如上所述执行带有削波的ALF滤波。例如,解

码设备112可以执行本文所述的技术中的任一种,包括上文参照图2A至6描述的过程和技术。

[0242] 如本文所使用,术语“计算机可读取介质”包括但不限于便携式或非便携式存储设备、光存储设备以及能够存储、包含或携带指令的各种其他介质和/或数据。计算机可读取介质可以包括其中可以存储数据并且不包括无线或通过有线连接传播的载波和/或瞬态电子信号的非暂时性介质。非暂时性介质的示例可以包括但不限于磁盘或磁带、诸如压缩光盘(CD)或数字多功能盘(DVD)的光存储介质、闪存、存储器或存储设备。计算机可读取介质可以在其上存储代码和/或机器可执行指令,这些代码和/或指令可以表示过程、函数、子程序、程序、例程、子例程、模块、软件包、类或指令、数据结构或程序语句的任何组合。代码段可以通过传递和/或接收信息、数据、自变量、参数或存储器内容而耦合到另一个代码段或硬件电路。信息、自变量、参数、数据等可以经由包括存储器共享、消息传递、令牌传递、网络传输等任何合适的手段被传递、转发、或传输。

[0243] 在一些示例中,计算机可读取存储设备、介质和存储器可以包括包含比特流等的电缆或无线信号。然而,当被提及时,非暂时性计算机可读取存储介质明确排除诸如能量、载波信号、电磁波和信号本身的介质。

[0244] 在以上描述中提供了具体细节以提供对本文提供的实施例和示例的全面理解。然而,本领域普通技术人员应当理解的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践这些实施例。为了解释的清楚,在一些实例中,本技术可以被呈现为包括独立的功能块,这些功能块包括包含设备、设备组件、以软件或者硬件和软件的组合体现的方法中的步骤或例程的功能块。可以使用除了图中所示和/或本文所述的组件之外的附加组件。例如,电路、系统、网络、过程和其他组件可以以框图形式示出为组件,以免在不必要的细节方面混淆实施例。在其他实例中,为了避免使实施例晦涩难懂,可以示出已知的电路、过程、算法、结构、和技术,而不带有不必要的细节。

[0245] 以上可以将各个实施例描述为过程或方法,其被描绘为流程图、流程图、数据流图、结构图或框图。尽管流程图可以将操作描述为顺序过程,但许多操作可以并行或者同时被执行。另外,可以重新安排操作的顺序。过程在其操作完成时被终止,但可以具有图中未包括的其他步骤。过程可以对应于方法、函数、进程、子例程、子程序等。当过程对应于函数时,其的终止可以对应函数返回到调用函数或主函数。

[0246] 可以使用存储的或者来自计算机可读取介质的可用的计算机可执行指令来实现根据上述示例的过程和方法。这种指令可以包括例如导致或配置通用计算机、专用计算机或处理设备以执行特定功能或功能组的指令和数据。所使用的计算机资源的部分可以通过网络易访问。计算机可执行指令可以是例如二进制、诸如汇编语言的中间格式指令、固件、源代码等。计算机可读取介质的示例可以被用于存储指令、使用的信息和/或在根据上述示例的方法期间创建的信息。计算机可读取介质包括磁盘或光盘、闪存、配备有非易失性存储器的USB设备、网络存储设备等。

[0247] 实现根据这些公开的过程和方法的设备可以包括硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或其任何组合,并且可以采用多种形式因素中的任何一种。当以软件、固件、中间件或微代码的形式被实现时,执行必要任务(例如,计算机程序产品)的程序代码或代码段可以被存储于计算机可读取或机器可读取介质中。处理器可以执行必要的任务。形

式因素的典型示例包括膝上型计算机、智能手机、移动电话、平板设备或其他小外形因素个人计算机、个人数字助理、机架式设备、独立设备等。本文所描述的功能还可以体现在外围设备或插卡中。作为另一示例,这样的功能还可以在不同芯片之间或在单个设备中执行的不同过程之间的电路板上被实现。

[0248] 指令、用于传送这种指令的介质、用于执行其的计算资源以及用于支持这些计算资源的其他结构是用于提供本公开中描述的功能的示例手段。

[0249] 在前面的描述中,参考本申请的具体实施例描述了本申请的各方面。但是本领域技术人员应该了解的是,本申请并不限于此。因此,虽然本文中详细描述了本申请的说明性实施例,但应当理解的是,本发明构思可以多方面地被体现和采用,并且所附权利要求旨在被解释为包括这些变体,除非受限于现有技术。上述申请的各种特征和方面可以单独地或联合地被使用。而且,在不脱离本说明书的更广泛的精神和范围的情况下,实施例可以在超出本文描述的环境和应用的任何数量的环境和应用中被使用。因此,说明书和附图被认为是说明性的而非限制性的。为了说明的目的,按特定顺序描述了方法。应当理解的是,在替换实施例中,这些方法可以按照与所描述的顺序不同的顺序被执行。

[0250] 普通技术人员应当理解的是,本文使用的小于(“<”)和大于(“>”)符号或术语可以在不脱离本说明书的范围的情况下分别被替换为小于或等于(“≤”)和大于或等于(“≥”)符号。

[0251] 在组件被描述为“被配置为”执行某些操作的情况下,这种配置可以通过以下方式来完成,例如,通过设计电子电路或其他硬件来执行操作,通过对可编程电子电路(例如,微处理器,或其他合适的电子电路)进行编程来执行操作,或其任何组合。

[0252] 短语“耦合到”是指直接地或间接地被物理连接到另一个组件的任何组件,和/或直接地和/或间接地与另一个组件进行通信(例如,通过有线或无线连接,和/或其他合适的通信接口,被连接到另一个组件)的任何组件。

[0253] 陈述集合“中的至少一个”和/或集合“中的一个或多个”的权利要求语言或其他语言指示该组的一个成员或该组的多个成员(以任何组合)都满足权利要求。例如,陈述“A和B中的至少一个”的权利要求语言的意思是A、B或A和B。在另一示例中,陈述“A、B和C中的至少一个”的权利要求语言的意思是A、B、C,或A和B,或A和C,或B和C,或A和B和C。语言集合“中的至少一个”和/或集合“中的一个或多个”并不将集合限制为集合中所列的项目。例如,陈述“A和B中的至少一个”的权利要求语言可以表示A、B或A和B,并且可以另外包括未在A和B的集合中列出的项目。

[0254] 结合本文公开的示例描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可以被实现为电子硬件、计算机软件、固件或其组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种可互换性,以上已经在其的功能方面对各种说明性组件、块、模块、电路和步骤进行了大体描述。这种功能被实现为硬件还是软件取决于特定的应用和对整个系统施加的设计约束。技术人员可以针对每种特定应用以不同方式来实现所描述的功能,但是这种实现决定不应被解释为导致偏离本申请的范围。

[0255] 本文所描述的技术还可以在电子硬件、计算机软件、固件或其任何组合中被实现。这些技术可以在各种设备中的任一种中被实现。各种设备包括例如通用计算机、无线通信设备手机或具有多种用途(包括在无线通信设备手机和其他设备中的应用)的集成电路设

备。被描述为模块或组件的任何特征可以在集成逻辑设备中一起被实现或者在分立可互操作的逻辑设备被分开实现。如果以软件实现,则这些技术可以至少部分地通过包括程序代码的计算机可读取数据存储介质来实现。程序代码包括在被执行时执行上述方法、算法和/或操作中的一个或多个的指令。计算机可读取数据存储介质可以形成计算机程序产品的一部分,其可以包括分组材料。计算机可读取介质可以包括存储器或数据存储介质,例如,诸如同步动态随机存取存储器(SDRAM)的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、非易失性随机存取存储器(NVRAM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、FLASH存储器、磁或光数据存储介质等。另外地或可替换地,这些技术可以至少部分地由计算机可读取通信介质来实现。该计算机可读取通信介质携带或传送指令或数据结构形式的、可以由计算机访问、读取和/或执行的程序代码,例如传播的信号或波。

[0256] 程序代码可以由处理器执行,处理器可以包括一个或多个处理器,例如一个或多个数字信号处理器(DSP)、通用微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程逻辑阵列(FPGA),或者其他等效的集成或分立逻辑电路。这种处理器可以被配置为执行本公开中所描述的任何技术。通用处理器可以是微处理器;但在替代方案中,处理器可以是任何传统的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器的组合、一个或多个微处理器与DSP核结合的组合,或任何其他这样的配置。因此,如本文所使用的术语“处理器”可以指前述结构的任一种、前述结构的任何组合、或者适用于实施本文所述技术的任何其他结构或装置。

[0257] 本公开的说明性示例包括:

[0258] 示例1:一种方法包括:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括来自块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0259] 示例2:根据示例2的一种方法,其中至少一个滤波器包括自适应环路滤波器。

[0260] 示例3:.根据示例1或2所述的方法,其中,削波值包括用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值,其中用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值都是通过将第一整数左移第二整数来确定的。

[0261] 示例4:根据示例1至3中任一项所述的方法,其中,第一整数是1,并且其中将第一整数左移第二整数包括使2提高至包括第二整数的指数的幂。

[0262] 示例5:根据示例1至4中任一项所述的方法,其中,削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中削波索引表中的组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于画面内的不同位置。

[0263] 示例6:根据示例1至5中任一项所述的方法,其中,偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且其中基于削波索引值从多个预定偏移值中确定偏移值。

[0264] 示例7:根据示例1至6中任一项所述的方法,其中,确定至少一个滤波器的削波值包括:确定来自画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将第一整数左移与特定样本相关联的特定整数来确定的,特定整数包括特定样本的位深度值减去来自多个预定偏移值的特定偏

移值的特定结果。

[0265] 示例8:根据示例1至7中任一项所述的方法,其中,特定偏移值是基于与特定样本相关联的特定削波索引值从多个预定偏移值中确定的。

[0266] 示例9:根据示例1至8中任一项所述的方法,其中,至少一个滤波器的削波值包括用于亮度分量的一个或多个亮度削波值和用于色度分量的一个或多个色度削波值,其中,一个或多个亮度削波值是通过将第一整数左移第三整数来确定的,第三整数包括来自画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中一个或多个色度削波值是通过将第一整数左移第四整数来确定的,所述第四整数包括来自画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

[0267] 示例10:根据示例1至9中任一项所述的方法,其中,至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将至少一个滤波器应用于块包括:将5×5自适应环路滤波器应用于色度分量,以及将7×7自适应环路滤波器应用于亮度分量。

[0268] 示例11:根据示例1至10中任一项所述的方法,还包括:生成包括一个或多个画面的已编码视频比特流。

[0269] 示例12:根据示例1至11中任一项所述的方法,其中,已编码视频比特流是基于视频数据和将至少一个滤波器应用于块的结果生成的。

[0270] 示例13:根据示例1至12中任一项所述的方法,还包括:将已编码视频比特流发送给解码设备,其中,已编码视频比特流与信令信息一起被发送,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0271] 示例14:根据示例1至13中任一项所述的方法,还包括:存储已编码视频比特流。

[0272] 示例15:根据示例1至14中任一项所述的方法,还包括:获得包括一个或多个画面的已编码视频比特流;从已编码视频比特流来解码画面的块;以及识别与已编码视频比特流相关联的信令信息,信令信息包括偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0273] 示例16:根据示例1至15中任一项所述的方法,其中,从已编码视频比特流来解码画面的块包括重建画面的块,并且其中,应用至少一个滤波器包括将至少一个滤波器应用于重建块。

[0274] 示例17:一种装置,包括:存储器;以及耦合到所述存储器的一个或多个处理器,其中,一个或多个处理器被配置为:获得包括一个或多个画面的视频数据;从一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括来自块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0275] 示例18:根据示例18所述的装置,其中,至少一个滤波器包括自适应环路滤波器。

[0276] 示例19:根据示例17或18所述的装置,其中,削波值包括用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值,其中用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值都是通过将第一整数左移第二整数来确定的。

[0277] 示例20:根据示例17至19中任一项所述的装置,其中第一整数是1,并且其中将第一整数左移第二整数包括使2提高至包括第二整数的指数的幂。

[0278] 示例21:根据示例17至20中任一项所述的装置,其中,削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中削波索引表中的该组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于画面内的不同位置。

[0279] 示例22:根据示例17至21中任一项所述的装置,偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且其中基于削波索引值从多个预定偏移值中确定偏移值。

[0280] 示例23:根据示例17至22中任一项所述的装置,其中,确定至少一个滤波器的削波值包括:确定来自画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将第一整数左移与特定样本相关联的特定整数来确定的,特定整数包括特定样本的位深度值减去来自多个预定偏移值的特定偏移值的特定结果。

[0281] 示例24:根据示例17至23中任一项所述的装置,其中,特定偏移值是基于与特定样本相关联的特定削波索引值从多个预定偏移值中确定的。

[0282] 示例25:根据示例17至24中任一项所述的装置,其中,至少一个滤波器的削波值包括用于亮度分量的一个或多个亮度削波值和用于色度分量的一个或多个色度削波值,其中,一个或多个亮度削波值是通过将第一整数左移第三整数来确定的,第三整数包括来自画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中一个或多个色度削波值是通过将第一整数左移第四整数来确定的,第四整数包括来自画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

[0283] 示例26:根据示例17至25中任一项所述的装置,其中,至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将至少一个滤波器应用于块包括:将5×5自适应环路滤波器应用于色度分量,以及将7×7自适应环路滤波器应用于亮度分量。

[0284] 示例27:根据示例17至26中任一项所述的装置,一个或多个处理器被配置为:生成包括一个或多个画面的已编码视频比特流。

[0285] 示例28:根据示例17至27中任一项所述的装置,其中,已编码视频比特流是基于视频数据和将至少一个滤波器应用于块的结果生成的。

[0286] 示例29:根据示例17至28中任一项所述的装置,一个或多个处理器被配置为:将已编码视频比特流发送给解码设备,其中,已编码视频比特流与信令信息一起被发送,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0287] 示例30:根据示例17至29中任一项所述的装置,一个或多个处理器被配置为:存储已编码视频比特流。

[0288] 示例31:根据示例17至30中任一项所述的装置,一个或多个处理器被配置为:获得包括一个或多个画面的已编码视频比特流;从已编码视频比特流来解码画面的块;以及识别与已编码视频比特流相关联的信令信息,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0289] 示例32:根据示例17至31中任一项所述的装置,其中,从已编码视频比特流来解码画面的块包括重建画面的块,并且其中,应用至少一个滤波器包括将至少一个滤波器应用于重建块。

[0290] 示例33:根据示例17至32中任一项所述的装置,其中,装置是移动计算设备。

[0291] 示例34:一种装置,包括用于执行根据示例1至16中任一项所述的方法的器件。

[0292] 示例35:一种非暂时性计算机可读取存储介质,包括:存储在其上的指令,当被一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器:获得包括一个或多个画面的视频数据;从所述一个或多个画面中获得画面的块;确定至少一个滤波器的削波值,削波值对应于块的亮度分量和块的色度分量中的至少之一,其中,通过将第一整数左移第二整数来确定削波值中的削波值,第二整数包括来自块的样本的位深度值减去与削波索引值相关联的偏移值的结果;以及将至少一个滤波器应用于块。

[0293] 示例36:根据示例35所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中至少一个滤波器包括自适应环路滤波器。

[0294] 示例37:根据示例35或36所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,削波值包括用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值,其中用于亮度分量的第一组削波值和用于色度分量的第二组削波值都是通过将第一整数左移第二整数来确定的。

[0295] 示例38:根据示例35至37中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,第一整数是1,并且其中将第一整数左移第二整数包括使2提高至包括第二整数的指数的幂。

[0296] 示例39:根据示例35至38中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,削波值对应于削波索引表中的一组滤波器削波值,其中削波索引表中的组滤波器削波值的不同滤波器削波值对应于画面内的不同位置。

[0297] 示例40:根据示例35至39中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,偏移值包括多个预定偏移值中的预定偏移值,并且其中基于削波索引值从多个预定偏移值中确定偏移值。

[0298] 示例41:根据示例35至40中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,确定至少一个滤波器的削波值包括:确定来自画面的多个样本的对应削波值,其中,每个对应削波值与来自多个样本的特定样本相关联,并且其中,每个对应削波值都是通过将第一整数左移与特定样本相关联的特定整数来确定的,特定整数包括特定样本的位深度值减去来自多个预定偏移值的特定偏移值的特定结果。

[0299] 示例42:根据示例35至41中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,特定偏移值是基于与特定样本相关联的特定削波索引值从多个预定偏移值中确定的。

[0300] 示例43:根据示例35至42中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,至少一个滤波器的削波值包括用于亮度分量的一个或多个亮度削波值和用于色度分量的一个或多个色度削波值,其中,一个或多个亮度削波值是通过将第一整数左移第三整数来确定的,第三整数包括来自画面的亮度样本的位深度值减去与第二削波索引值相关联的亮度偏移值的第二结果,并且其中一个或多个色度削波值是通过将第一整数左移第四整数来确定的,所述第四整数包括来自画面的色度样本的位深度值减去与第三削波索引值相关联的色度偏移值的第三结果。

[0301] 示例44:根据示例35至43中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,至少一个滤波器包括5×5自适应环路滤波器和7×7自适应环路滤波器,其中,将至少一个滤波器应用于块包括:将5×5自适应环路滤波器应用于色度分量,以及将7×7自适应环路滤波器应用于亮度分量。

[0302] 示例45:根据示例35至44中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,包括

指令,当由一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器生成包括一个或多个画面的已编码视频比特流。

[0303] 示例46:根据示例35至45中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,已编码视频比特流是基于视频数据和将至少一个滤波器应用于块的结果生成的。

[0304] 示例47:根根据示例35至46中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,包括指令,当由一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器将已编码视频比特流发送给解码设备,其中,已编码视频比特流与信令信息一起被发送,信令信息包括偏移值、削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0305] 示例48:根据示例35至47中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,包括指令,当由一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器存储已编码视频比特流。

[0306] 示例49:据示例35至48中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,包括指令,当由一个或多个处理器执行时,指令使得一个或多个处理器,获得包括一个或多个画面的已编码视频比特流;从已编码视频比特流来解码画面的块;以及识别与已编码视频比特流相关联的信令信息,信令信息包括偏移值、所述削波索引值、滤波器参数和自适应环路滤波器标志中的至少一个。

[0307] 示例50:据示例35至49中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中,从已编码视频比特流来解码画面的块包括重建画面的块,并且其中,应用至少一个滤波器包括将至少一个滤波器应用于重建块。

[0308] 示例51:据示例35至50中任一项所述的非暂时性计算机可读取存储介质,其中非暂时性计算机可读取存储介质是移动计算设备。

[0309] 示例52:一种用于处理视频数据的方法,该方法包括:获得已编码视频比特流,其中已编码视频比特流包括一个或多个画面;根据已编码视频比特流解码一个或多个画面中的画面;使用整数运算确定滤波器的削波值,其中削波值包括用于亮度分量的削波值和用于至少一个色度分量的至少一个削波值,其中基于亮度分量的位深度和削波索引来确定亮度分量的削波值,并且其中基于至少一个色度分量的位深度和削波索引来确定至少一个色度分量的至少一个削波值;以及将滤波器应用于已解码画面。

[0310] 示例53:根据示例52所述的方法,其中滤波器包括自适应环路滤波器。

[0311] 示例54:根据示例52或53所述的方法,其中,削波索引包括画面内的位置处的一个或多个削波值。

[0312] 示例55:根据示例52至54中任一项所述的方法,其中,整数运算包括应用一个或多个以为运算。

[0313] 示例56:根据示例55所述的方法,其中多个移位运算被应用以确定用于亮度分量的削波值。

[0314] 示例57:根据示例55或56所述的方法,其中单个移位运算被应用以确定用于亮度分量的削波值。

[0315] 示例58:根据示例52至57中任一项所述的方法,其中,单个移位运算被应用以确定用于至少一个色度分量的至少一个削波值。

[0316] 示例59:根据示例52至58中任一项所述的方法,其中,多个移位运算被应用以确定用于至少一个色度分量的至少一个削波值。

[0317] 示例60:根据示例52至59中任一项所述的方法,其中,基于与削波索引相关联的亮度偏移来进一步确定用于亮度分量的削波值,并且其中,基于与削波索引相关联的至少一个色度偏移来进一步确定用于至少一个色度分量的至少一个削波值。

[0318] 示例61:根据示例52至60中任一项所述的方法,其中使用相同的等式来计算用于亮度分量的削波值以及用于至少一个色度分量的至少一个削波值。

[0319] 示例62:一种装置,包括被配置为存储视频数据的存储器和被配置为根据示例52至60中任一项所述的方法对视频数据进行处理的处理器。

[0320] 示例63:根据示例62所述的装置,其中装置包括解码器。

[0321] 示例64:根据示例62所述的装置,其中装置包括编码器。

[0322] 示例65:根据示例62至64中任一项所述的方法,其中装置是移动设备。

[0323] 示例66:根据示例62至65中任一项所述的方法,还包括被配置为显示视频数据的显示器。

[0324] 示例67:根据示例62至66中任一项所述的方法,还包括被配置为捕获一个或多个画面的相机。

[0325] 示例68:一种其上存储有指令的计算机可读取介质,其中当由处理器执行时,指令进行根据示例52至60中的任一项所述的方法。

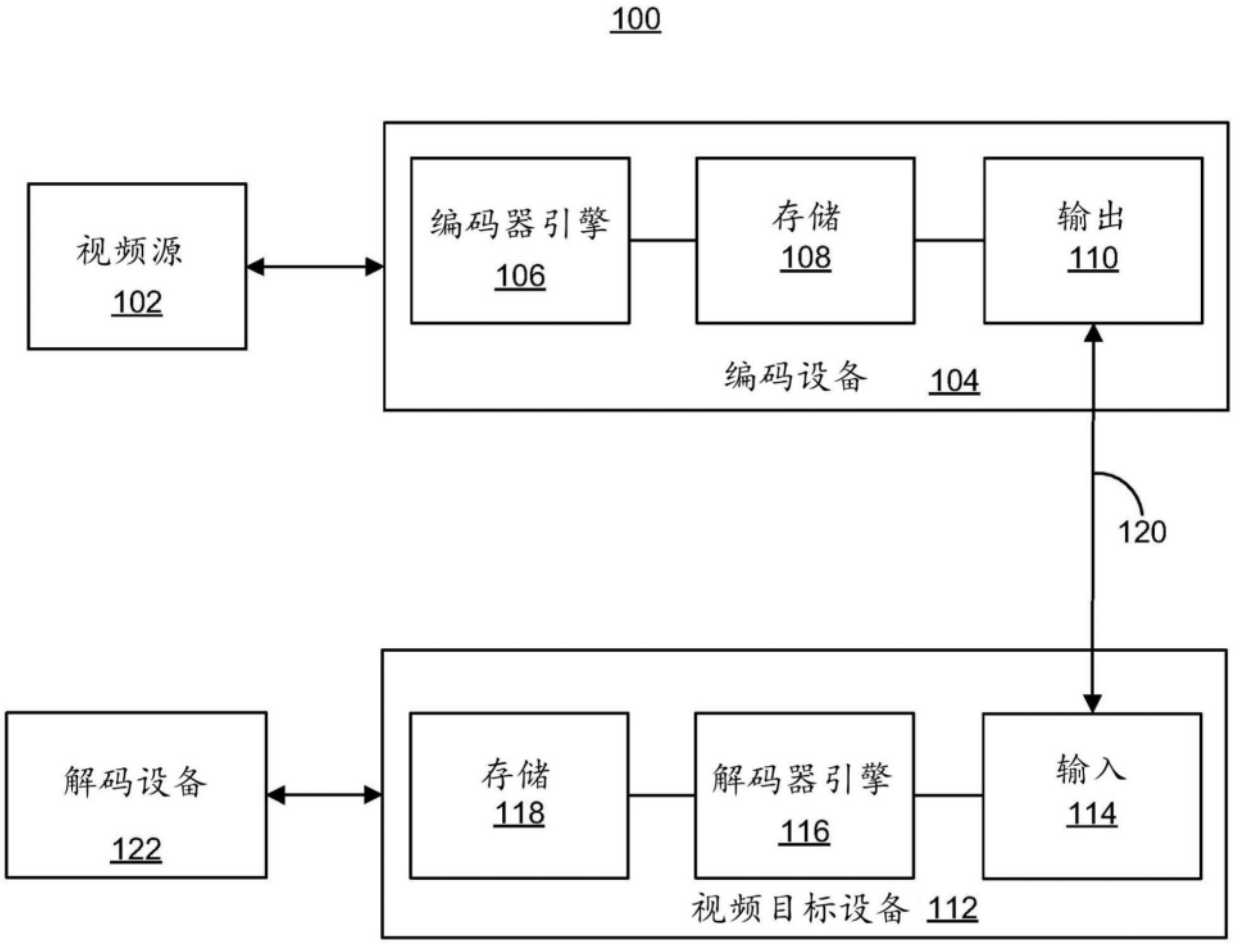

100
视频源
102
编码器引擎
106
存储
108
输出
110
编码设备 104
120
解码设备
122
存储
118
解码器引擎
116
输入
114
视频目标设备 112

图1

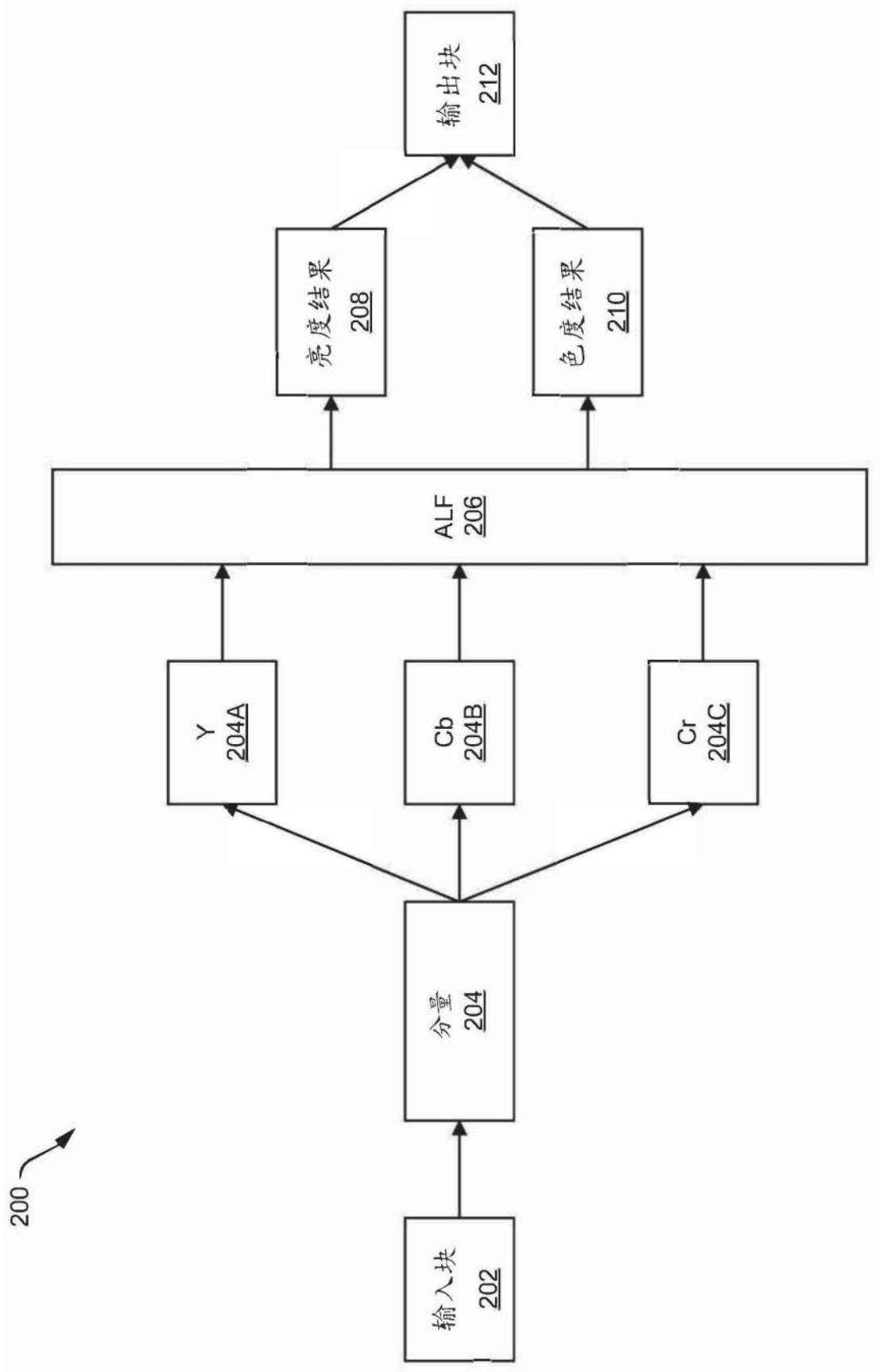

输出块
212
亮度结果
208
色度结果
210
ALF
206
Y
204A
Cb
204B
Cr
204C
分量
204
输入块
202
200

图2A

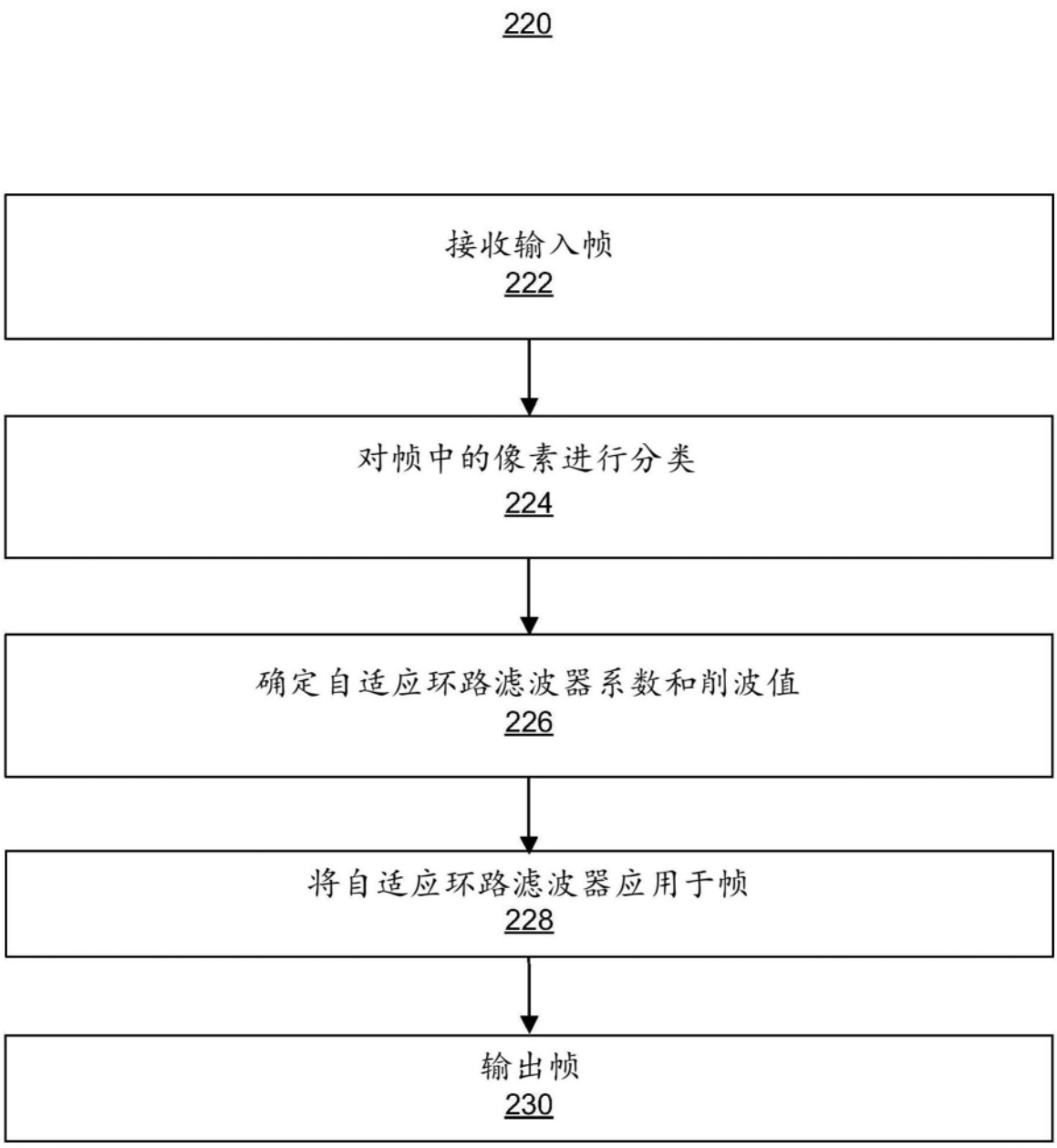

220
接收输入帧
222
对帧中的像素进行分类
224
确定自适应环路滤波器系数和削波值
226
将自适应环路滤波器应用于帧
228
输出帧
230

图2B

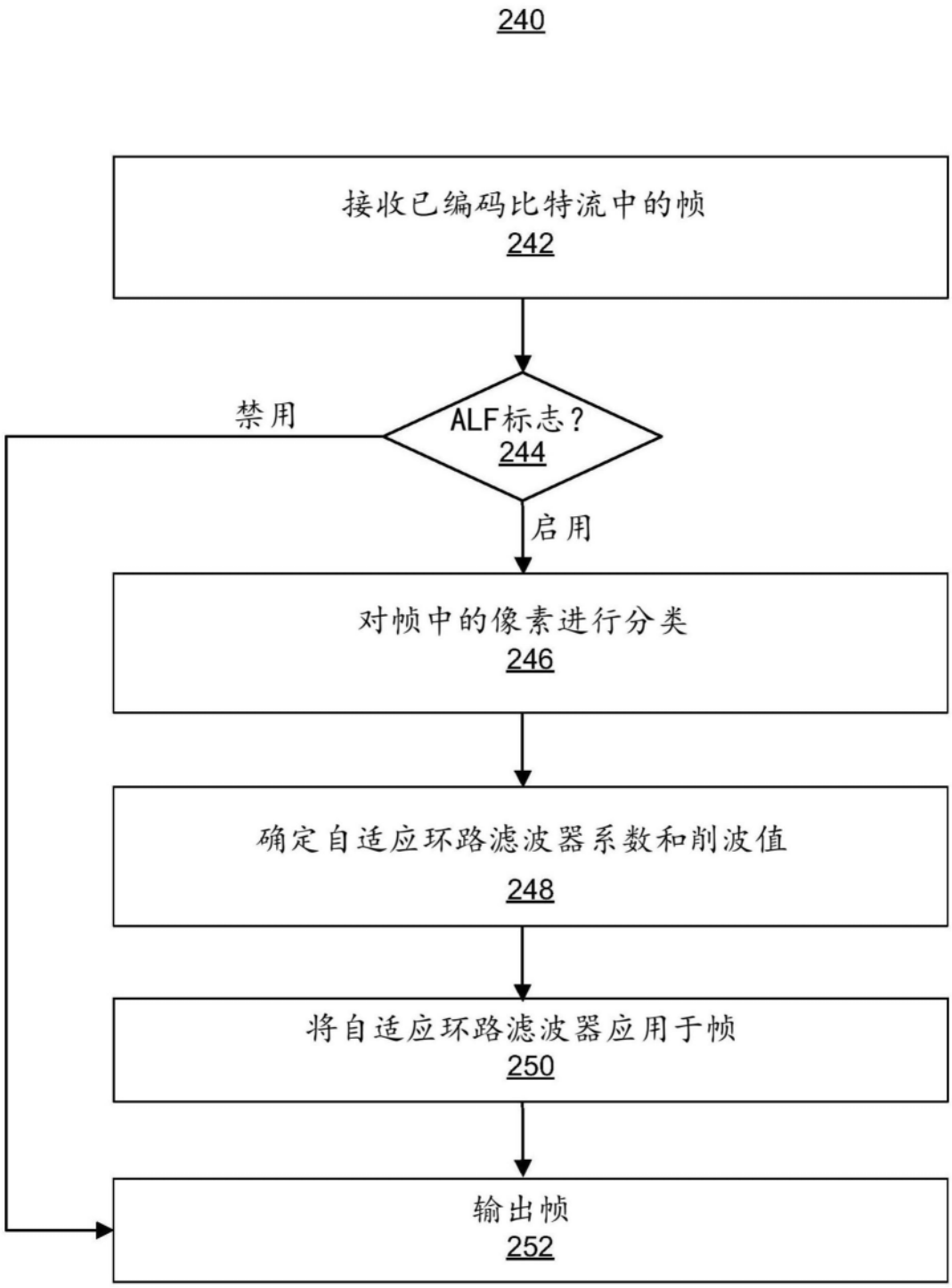

240
接收已编码比特流中的帧
242
ALF标志？
244
禁用
启用
对帧中的像素进行分类
246
确定自适应环路滤波器系数和削波值
248
将自适应环路滤波器应用于帧
250
输出帧
252

图2C

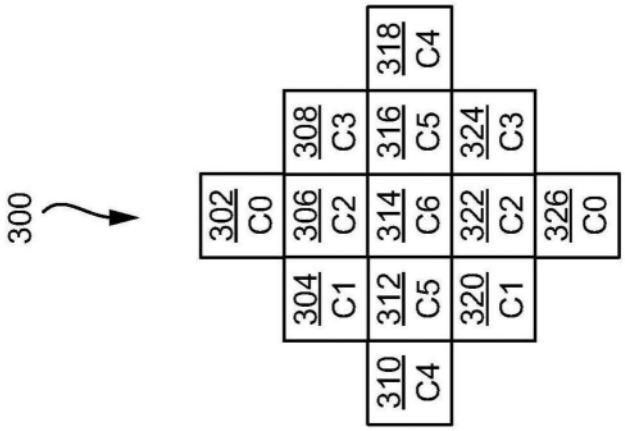

300
302 C0
304 C1
306 C2
308 C3
310 C4
312 C5
314 C6
316 C5
318 C4
320 C1
322 C2
324 C3
326 C0

图3A

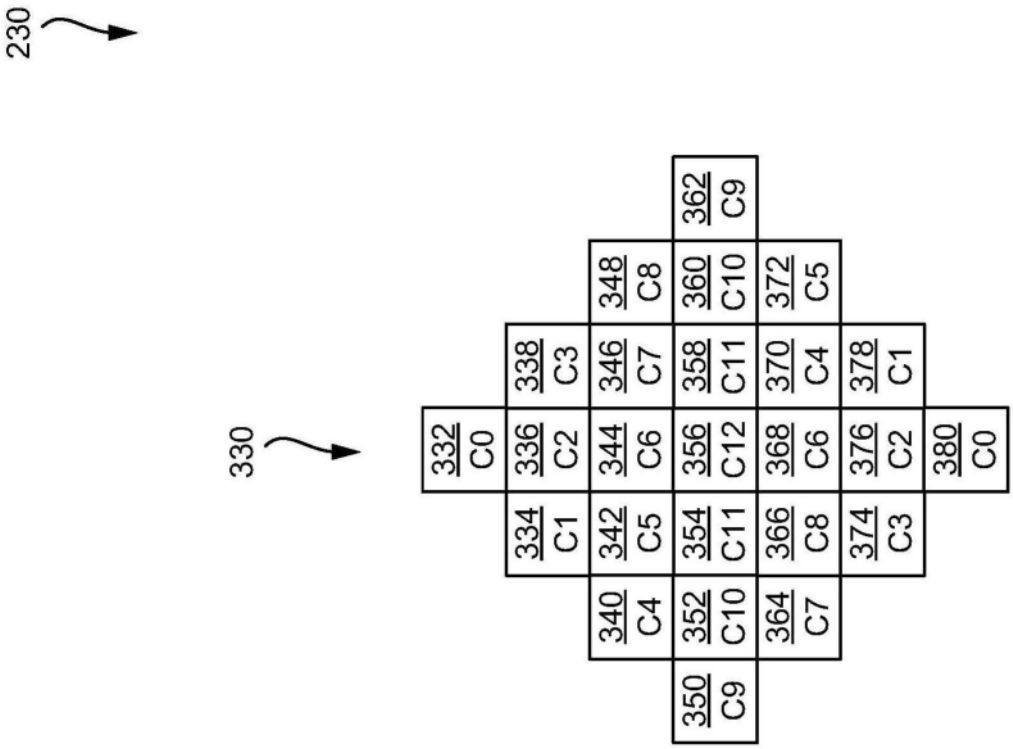

230
330
332 C0
334 C1
336 C2
338 C3
340 C4
342 C5
344 C6
346 C7
348 C8
350 C9
352 C10
354 C11
356 C12
358 C11
360 C10
362 C9
364 C7
366 C8
368 C6
370 C4
372 C5
374 C3
376 C2
378 C1
380 C0

图3B

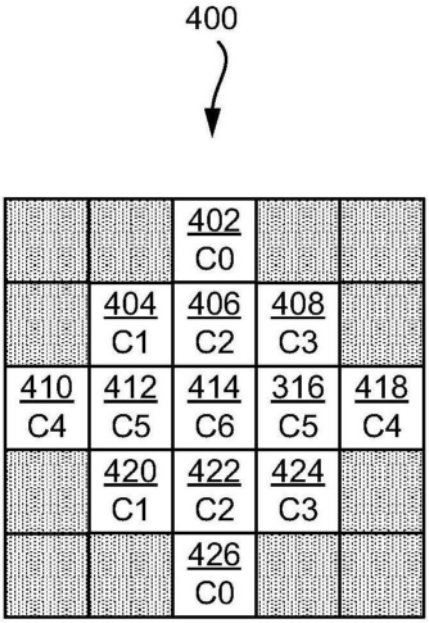


图4A(不进行变换)

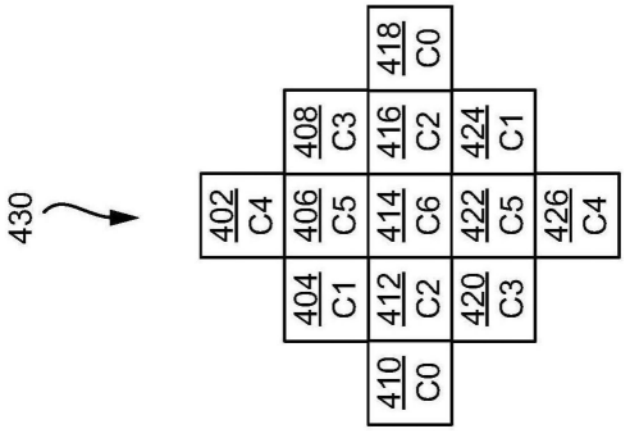


图4B(菱形)

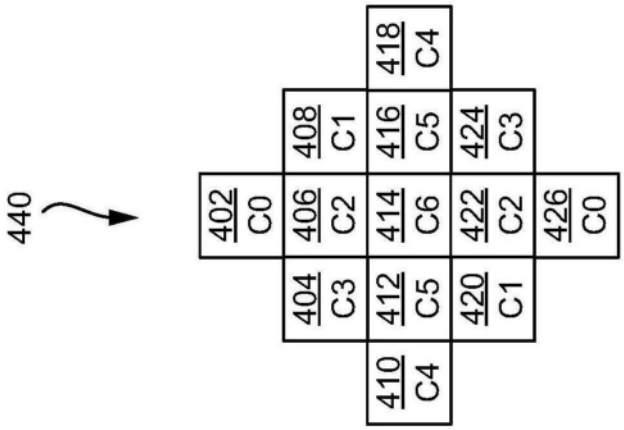

440
418 C4
408 C1
416 C5
424 C3
402 C0
406 C2
414 C6
422 C2
426 C0
404 C3
412 C5
420 C1
410 C4

图4C(垂直)

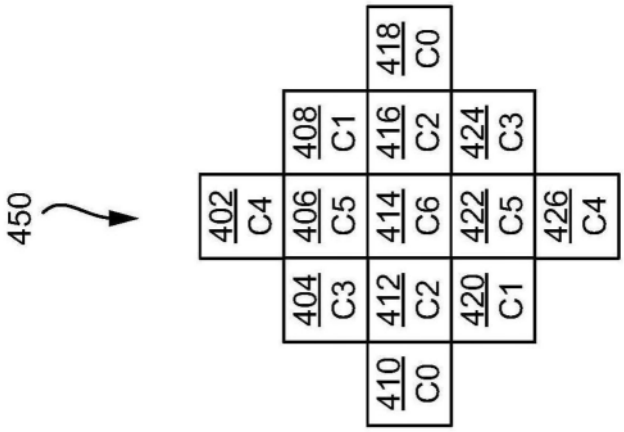

450
418 C0
408 C1
416 C2
424 C3
402 C4
406 C5
414 C6
422 C5
426 C4
404 C3
412 C2
420 C1
410 C0

图4D(旋转)

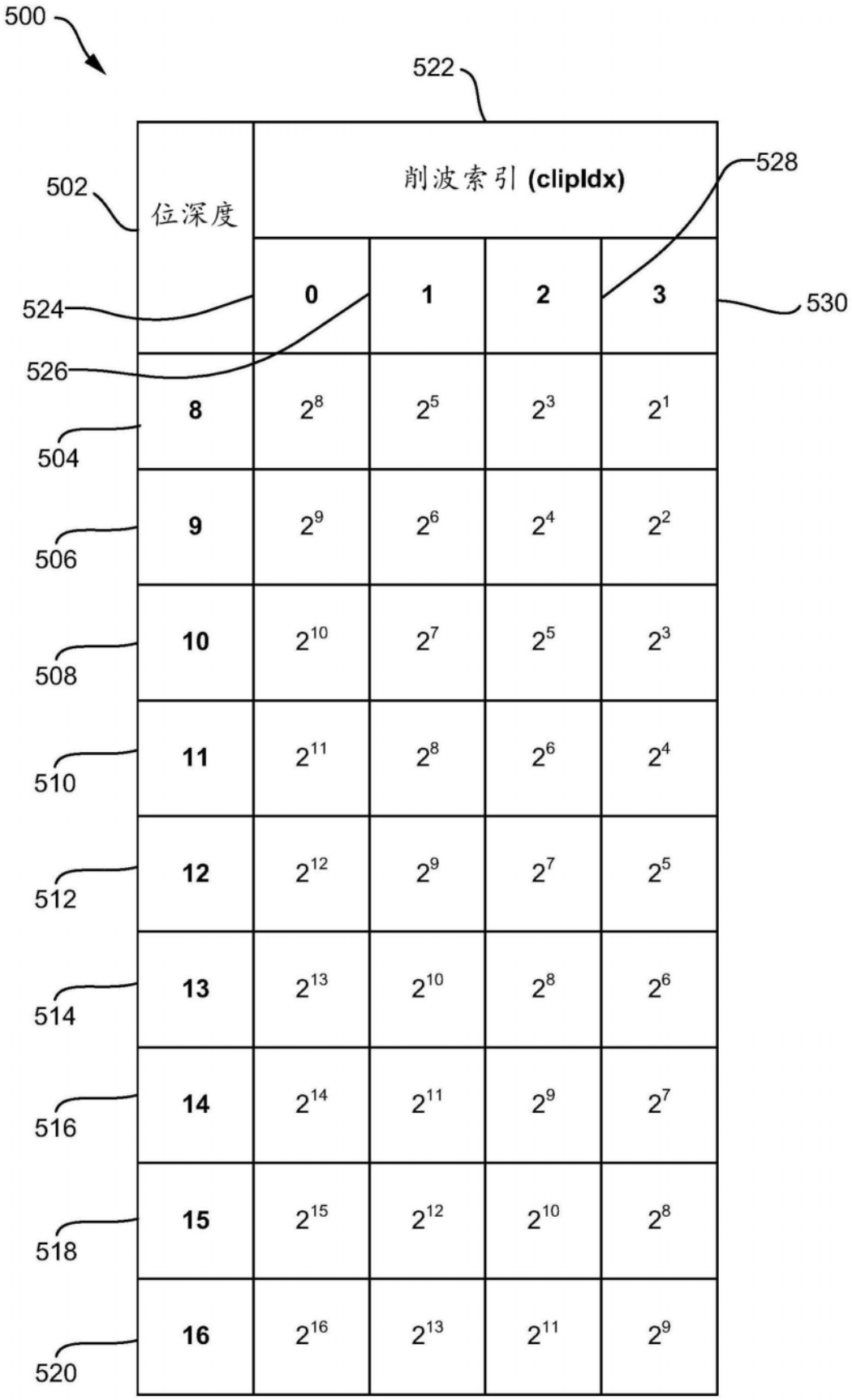

500
522
502
位深度
削波索引 (clipIdx)
528
524
0
1
2
3
530
526
8
2^8
2^5
2^3
2^1
504
9
2^9
2^6
2^4
2^2
506
10
2^{10}
2^7
2^5
2^3
508
11
2^{11}
2^8
2^6
2^4
510
12
2^{12}
2^9
2^7
2^5
512
13
2^{13}
2^{10}
2^8
2^6
514
14
2^{14}
2^{11}
2^9
2^7
516
15
2^{15}
2^{12}
2^{10}
2^8
518
16
2^{16}
2^{13}
2^{11}
2^9
520

图5

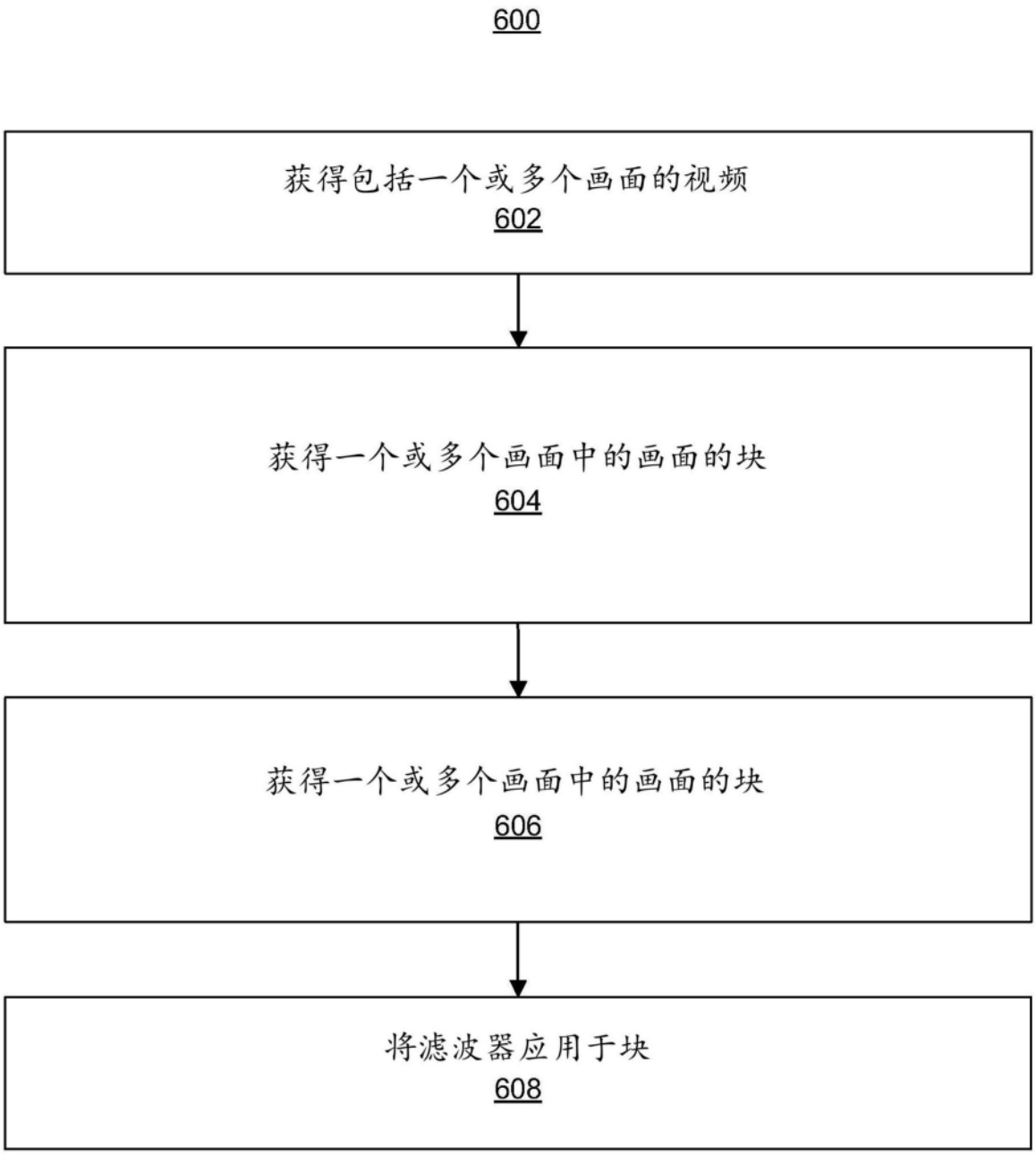

600
获得包括一个或多个画面的视频
602
获得一个或多个画面中的画面的块
604
获得一个或多个画面中的画面的块
606
将滤波器应用于块
608

图6

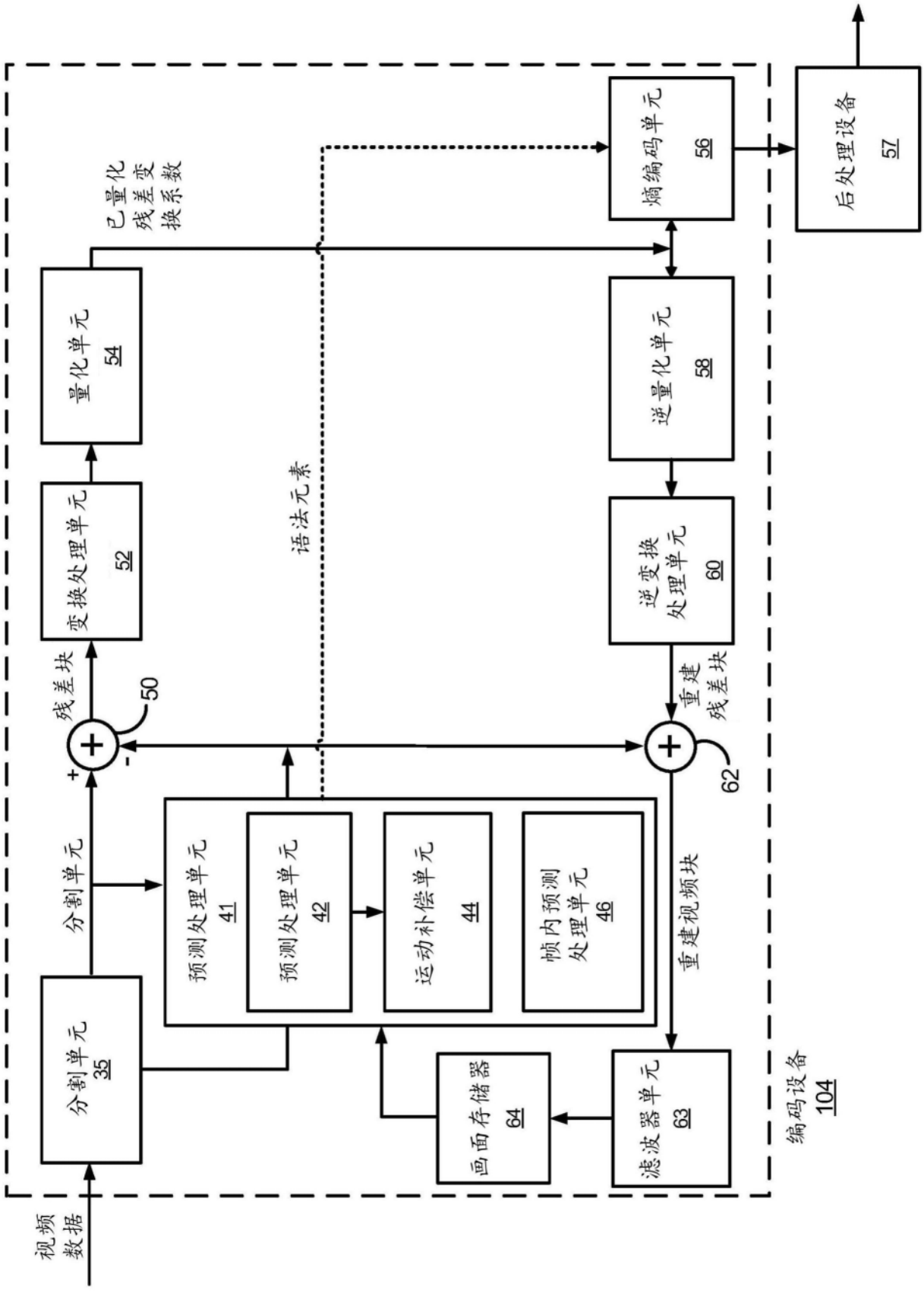

视频数据
分割单元 35
分割单元
预测处理单元 41
预测处理单元 42
运动补偿单元 44
帧内预测处理单元 46
画面存储器 64
滤波器单元 63
重建视频块
重建残差块
62
逆变换处理单元 60
逆量化单元 58
熵编码单元 56
后处理设备 57
编码设备 104
残差块
50
变换处理单元 52
量化单元 54
已量化残差变换系数
语法元素

图7

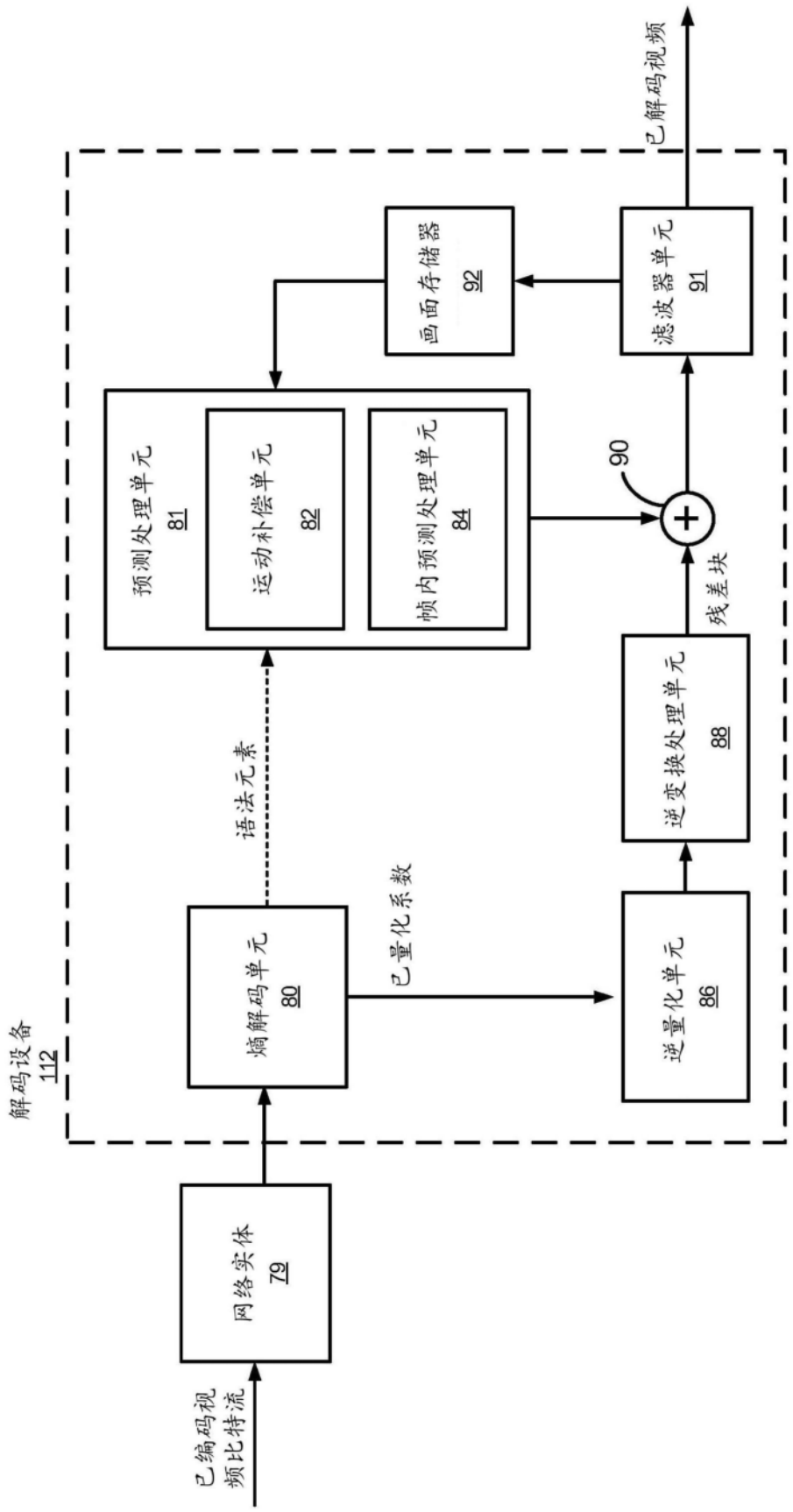

已编码视频比特流
网络实体 79
解码设备 112
熵解码单元 80
语法元素
已量化系数
预测处理单元 81
运动补偿单元 82
帧内预测处理单元 84
逆量化单元 86
逆变换处理单元 88
残差块
90
滤波器单元 91
画面存储器 92
已解码视频

图8