



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119790651 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 08

(21) 申请号 202380059263.7

(72) 发明人 姜制远 李订炅 许镇 朴胜煜

(22) 申请日 2023.07.20

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

(30) 优先权数据

10-2022-0103224 2022.08.18 KR

专利代理师 程伟 甄雁翔

10-2023-0093234 2023.07.18 KR

(51) Int.Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H04N 19/117 (2006.01)

2025.02.12

H04N 19/82 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H04N 19/70 (2006.01)

PCT/KR2023/010509 2023.07.20

H04N 19/186 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

H04N 19/132 (2006.01)

W02024/039088 KO 2024.02.22

H04N 19/176 (2006.01)

(71) 申请人 现代自动车株式会社

地址 韩国首尔

申请人 起亚株式会社

梨花女子大学产学研协力团

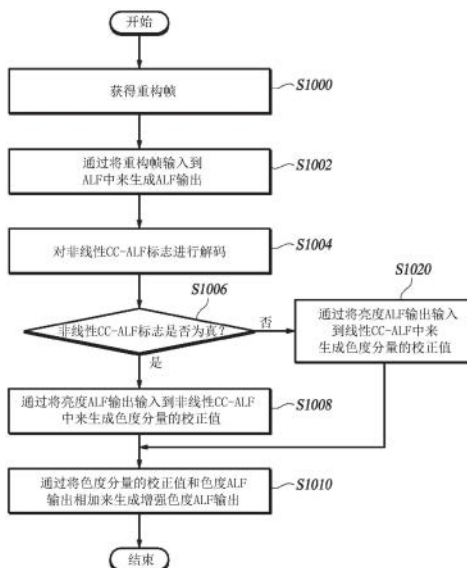
权利要求书2页 说明书17页 附图8页

(54) 发明名称

基于非线性交叉分量关系利用CC-ALF的视频编解码的方法和装置

(57) 摘要

本实施方案公开了基于非线性交叉分量关系利用CC-ALF的视频编解码的方法和装置。在本实施方案中,视频解码装置从样本自适应偏移(SAO)滤波器获得重构帧,并且将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成ALF输出。这里,所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。视频解码装置通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF(CC-ALF)中来生成色度分量的校正值,并且通过将色度分量的校正值和色度ALF输出相加来生成改善的色度ALF输出。



1. 一种通过视频解码装置对重构帧进行滤波的方法,所述方法包括:
获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出;
通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输出),所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出;
通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF(非线性CC-ALF)中来生成色度分量的校正值;以及
通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成增强色度ALF输出。
2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
从比特流中对非线性CC-ALF标志进行解码,所述非线性CC-ALF标志指示非线性CC-ALF是启用还是禁用;以及
检查非线性CC-ALF标志,
其中,当非线性CC-ALF标志为真时,继续生成色度分量的校正值并且生成增强色度ALF输出。
3. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括,当非线性CC-ALF标志为假时,
通过将亮度ALF输出输入到线性交叉分量ALF(线性CC-ALF)中来生成色度分量的校正值。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述非线性CC-ALF在与线性CC-ALF和ALF共同的级别应用,所述级别是序列、图像、子图像、切片、瓦片和/或编码树单元(CTU)的级别。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,生成色度分量的校正值包括:
生成色度分量的校正值,
通过对要滤波的目标区域内的亮度样本利用非线性模型来生成亮度样本的非线性建模值;以及
基于非线性建模值与非线性CC-ALF的滤波器系数的乘积来生成校正值。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述非线性模型包括:
多项式模型、双曲线模型、基于傅里叶变换的模型或指数函数模型。
7. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述非线性CC-ALF具有大小为 3×4 的菱形亮度区域作为要滤波的目标区域。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,当应用于4:2:2和4:4:4色度格式时,非线性CC-ALF不应用于编码树单元(CTU)边界的上方第三行和第四行中的样本。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述非线性CC-ALF具有以自适应参数集(APS)的形式从视频编码装置发送或者是预定义值的滤波器系数。
10. 根据权利要求5所述的方法,进一步包括:
从比特流中对非线性模型的系数进行解码。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中,生成色度分量的校正值包括:
自适应地利用非线性CC-ALF和线性CC-ALF,但是通过将非线性模型的与线性CC-ALF不相关的系数设置为零来将非线性CC-ALF变为线性CC-ALF。
12. 一种由视频编码装置对重构帧进行滤波的方法,所述方法包括:
获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出;
通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输

出),所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出;

通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF (非线性CC-ALF) 中来生成色度分量的校正值;以及

通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成第一增强色度ALF输出。

13. 根据权利要求12所述的方法,进一步包括:

通过将亮度ALF输出输入到线性交叉分量ALF (线性CC-ALF) 中来生成色度分量的校正值;以及

通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成第二增强色度ALF输出。

14. 根据权利要求13所述的方法,进一步包括:

基于色度ALF输出、第一增强色度ALF输出和第二增强色度ALF输出来确定指示是否应用线性CC-ALF的CC-ALF标志;以及

对CC-ALF标志进行编码。

15. 根据权利要求14所述的方法,进一步包括:

检查CC-ALF标志,

其中,当CC-ALF标志为真时,基于第一增强色度ALF输出和第二增强色度ALF输出来确定非线性CC-ALF标志;以及

对非线性CC-ALF标志进行编码。

16. 一种计算机可读记录介质,其存储由视频编码方法生成的比特流,所述视频编码方法包括:

获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出;

通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF) 中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输出),所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出;

通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF (非线性CC-ALF) 中来生成色度分量的校正值;以及

通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成增强色度ALF输出。

基于非线性交叉分量关系利用CC-ALF的视频编解码的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及基于非线性交叉分量关系利用CC-ALF的视频编解码方法和装置。

背景技术

[0002] 本部分中的陈述仅提供与本发明有关的背景技术信息,并不一定构成现有技术。

[0003] 由于视频数据与音频数据或静止影像数据相比具有大量的数据,所以视频数据需要大量的硬件资源(其包括存储器)来存储或发送未经压缩处理的视频数据。

[0004] 相应地,编码器通常用于压缩并存储或发送视频数据。解码器接收压缩的视频数据,解压缩接收到的压缩的视频数据,并且播放解压缩的视频数据。视频压缩技术包括H.264/高级视频编解码(AVC)、高效率视频编解码(High Efficiency Video Coding, HEVC)和多功能视频编解码(VVC),所述多功能视频编解码(VVC)比HEVC的编解码效率提高了大约30%或更多。

[0005] 然而,由于影像大小、分辨率和帧速率逐渐增加,要编码的数据量也会增加。相应地,需要提供比现有压缩技术更高的编解码效率和改善的图像增强效果的新的压缩技术。

[0006] 交叉分量自适应环路滤波器(cross-component adaptive loop filter, CC-ALF)(其是VVC的环内滤波器的分量)基于当前色度样本与其相应亮度样本之间的相关性与自适应环路滤波器(ALF)并行校正色度分量。当生成色度样本的校正值时,传统的CC-ALF对输入的亮度样本应用线性滤波操作。因此,为了提高视频编解码效率并且增强视频质量,需要考虑更有效地生成色度样本的校正值的方法。

发明内容

[0007] 技术问题

[0008] 本发明寻求提供这样一种视频编解码方法和装置,其在对重构的视频信号应用环内滤波时通过利用线性建模和非线性建模来改善色度分量。

[0009] 技术方案

[0010] 本发明的至少一个方面提供了通过视频解码装置对重构帧进行滤波的方法。所述方法包括获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出。所述方法还包括通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输出)。这里,所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。所述方法还包括通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF(非线性CC-ALF)中来生成色度分量的校正值。所述方法还包括通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成增强色度ALF输出。

[0011] 本发明的另一个方面提供了由视频编码装置对重构帧进行滤波的方法。所述方法包括获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出。所述方法还包括通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输出)。这里,所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。所述方法还包括通过将亮度ALF输出输

入到非线性交叉分量ALF (非线性CC-ALF) 中来生成色度分量的校正值。所述方法还包括通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成第一增强色度ALF输出。

[0012] 本发明的又一方面提供了计算机可读记录介质,其存储由视频编码方法生成的比特流。所述视频编码方法包括获得重构帧,所述重构帧是样本自适应偏移(SAO)滤波器的输出。所述视频编码方法还包括通过将重构帧输入到自适应环路滤波器(ALF)中来生成自适应环路滤波器输出(ALF输出)。这里,所述ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。所述视频编码方法还包括通过将亮度ALF输出输入到非线性交叉分量ALF (非线性CC-ALF) 中来生成色度分量的校正值。所述视频编码方法还包括通过对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成增强色度ALF输出。

[0013] 有益效果

[0014] 如上所述,本发明提供了这样一种视频编解码方法和装置,其在对重构的视频信号应用环内滤波时通过利用线性建模和非线性建模来改善色度分量。因此,视频编解码方法和装置提高了视频编解码效率并且增强了视频质量。

附图说明

[0015] 图1是可以实现本发明技术的视频编码装置的框图。

[0016] 图2示出利用四叉树加二叉树三叉树(QTBT)结构来对块进行分区的方法。

[0017] 图3a和图3b示出包括宽角度帧内预测模式的多个帧内预测模式。

[0018] 图4示出当前块的相邻块。

[0019] 图5是可以实现本发明技术的视频解码装置的框图。

[0020] 图6是示出自适应环路滤波器(ALF)的配置的示意图。

[0021] 图7是示出交叉分量自适应环路滤波器(CC-ALF)的应用的示意图。

[0022] 图8是示出CC-ALF的配置的示意图。

[0023] 图9是根据本发明的至少一个实施方案由视频编码装置对重构帧进行滤波的方法的流程图。

[0024] 图10是根据本发明的至少一个实施方案由视频解码装置对重构帧进行滤波的方法的流程图。

具体实施方式

[0025] 在下文中,将参考所附说明性附图对本发明的一些实施方案进行详细描述。在下面的描述中,相同的附图标记表示相同的元件,尽管元件在不同的附图中示出。此外,在一些实施方案的以下描述中,当认为相关的已知组件和功能的详细描述模糊了本发明的主题时,为了清楚和简洁起见,可以省略对相关的已知组件和功能的详细描述。

[0026] 图1是可以实现本发明技术的视频编码装置的框图。在下文中,参考图1的图示,对视频编码装置以及该装置的组件进行描述。

[0027] 编码装置可以包括:图像分割器110、预测器120、减法器130、变换器140、量化器145、重排单元150、熵编码器155、逆量化器160、逆变换器165、加法器170、环路滤波单元180和存储器190。

[0028] 编码装置的每个组件可以实现为硬件或软件,或者实现为硬件和软件的组合。另

外,每个组件的功能可以实现为软件,并且微处理器也可以实现为执行对应于每个组件的软件的功能。

[0029] 一个视频由包括多个图像的一个或更多个序列组成。每个图像分割为多个区域,并且对每个区域执行编码。例如,一个图像分割为一个或更多个瓦片(tile)或/和切片(slice)。这里,一个或更多个瓦片可以定义为瓦片组。每个瓦片或/和切片分割为一个或更多个编码树单元(coding tree unit,CTU)。另外,每个CTU通过树结构分割为一个或更多个编码单元(coding unit,CU)。应用于每个编码单元(CU)的信息被编码为CU的语法,并且共同应用于包括在一个CTU中的CU的信息被编码为CTU的语法。另外,共同应用于一个切片中的所有块的信息被编码为切片头的语法,而应用于构成一个或更多个图像的所有块的信息被编码为图像参数集(Picture Parameter Set,PPS)或图像头。此外,多个图像共同参考的信息被编码为序列参数集(Sequence Parameter Set,SPS)。另外,一个或更多个SPS共同参考的信息被编码为视频参数集(Video Parameter Set,VPS)。此外,共同应用于一个瓦片或瓦片组的信息也可以被编码为瓦片或瓦片组头的语法。包括在SPS、PPS、切片头、瓦片或瓦片组头中的语法可以称为高级语法。

[0030] 图像分割器110确定编码树单元(CTU)的大小。关于CTU的大小(CTU尺寸)的信息被编码为SPS或PPS的语法,并且被传送至视频解码装置。

[0031] 图像分割器110将构成视频的每个图像分割为具有预定大小的多个编码树单元(CTU),然后通过利用树结构递归地分割CTU。树结构中的叶节点成为编码单元(CU),所述CU是编码的基本单元。

[0032] 树结构可以是四叉树(quadtree,QT),其中较高节点(或父节点)被分割为具有相同大小的四个较低节点(或子节点)。树结构也可以是二叉树(binarytree,BT),其中较高的节点分割为两个较低的节点。树结构还可以是三叉树(ternarytree,TT),其中较高的节点以1:2:1的比率分割为三个较低的节点。树结构还可以是QT结构、BT结构和TT结构中的两个或更多个结构混合的结构。例如,可以利用四叉树加二叉树(quadtree plus binarytree,QTBT)结构,或者可以利用四叉树加二叉树三叉树(quadtree plus binarytree ternarytree,QTBTBT)结构。这里,二叉树三叉树(BTBT)被添加到树结构以称为多类型树(multiple-type tree,MTT)。

[0033] 图2是用于描述通过利用QTBTBT结构来对块进行分割的方法的示意图。

[0034] 如图2所示,CTU可以首先分割为QT结构。四叉树分割可以是递归的,直到分割块的大小达到QT中允许的叶节点的最小块大小(MinQTSize)。由熵编码器155对指示QT结构的每个节点是否被分割为下层的四个节点的第一标志(QT_split_flag)进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。当QT的叶节点不大于BT中允许的根节点的最大块大小(MaxBTSize)时,可以将叶节点进一步分割为BT结构或TT结构的至少一个。在BT结构和/或TT结构中可能存在多个分割方向。例如,可以存在两个方向,即,水平地分割相应节点的块的方向以及竖直地分割相应节点的块的方向。如图2所示,当MTT分割开始时,由熵编码器155对指示节点是否被分割的第二标志(mtt_split_flag)、以及在节点被分割的情况下额外指示分割方向(竖直或水平)的标志和/或指示分割类型(二叉或三叉)的标志进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。

[0035] 替代地,在对指示每个节点是否被分割为下层的四个节点的第一标志(QT_split_

flag) 进行编码之前,还可以对指示节点是否被分割的CU分割标志(split_cu_flag)进行编码。当CU分割标志(split_cu_flag)的值指示出每个节点没有被分割时,相应节点的块成为分割树结构中的叶节点并成为CU,CU是编码的基本单元。当CU分割标志(split_cu_flag)的值指示出每个节点被分割时,视频编码装置以上述方案对第一标志首先开始编码。

[0036] 当QTBT用作树结构的另一个示例时,可以存在两种类型,即将相应节点的块水平地分割为具有相同大小的两个块的类型(即,对称水平分割)以及将相应节点的块竖直地分割为具有相同大小的两个块的类型(即,对称竖直分割)。由熵编码器155对指示BT结构的每个节点是否被分割为下层的块的分割标志(split_flag)和指示分割类型的分割类型信息进行编码,并将其传送至视频解码装置。另一方面,可以另外存在相应节点的块被分割为彼此非对称的两个块的类型。非对称形式可以包括相应节点的块被分割为大小比率为1:3的两个矩形块的形式,或者还可以包括相应节点的块在对角线方向上被分割的形式。

[0037] CU可以根据从CTU分割的QTBT或QTBT TT而具有各种大小。在下文中,与要编码或解码的CU(即,QTBT TT的叶节点)相对应的块称为“当前块”。当采用QTBT TT分割时,除了正方形形状之外,当前块的形状也可以是矩形形状。

[0038] 预测器120对当前块进行预测以生成预测块。预测器120包括帧内预测器122和帧间预测器124。

[0039] 通常,可以对图像中的当前块的每个进行预测地编码。通常,可以通过利用帧内预测技术(其利用来自包括当前块的图像的数据)或帧间预测技术(其利用来自在包括当前块的图像之前编码的图像的数据)执行当前块的预测。帧间预测包括单向预测和双向预测两者。

[0040] 帧内预测器122通过利用在包括当前块的当前图像中位于当前块邻近的像素(参考像素)来预测当前块中的像素。根据预测方向,存在多个帧内预测模式。例如,如图3a所示,多个帧内预测模式可以包括包含平面(Planar)模式和DC模式的两种非方向模式,并且可以包括65种方向模式。根据每种预测模式不同地定义要使用的相邻像素和算法等式。

[0041] 为了对具有矩形形状的当前块进行高效的方向预测,可以额外地利用图3b中虚线箭头所示的方向模式(#67至#80,帧内预测模式#-1至#-14)。方向模式可以称为“宽角度帧内预测模式(wide angle intra-prediction modes)”。在图3b中,箭头指示用于预测的相应参考样本,而非代表预测方向。预测方向与箭头指示的方向相反。在当前块具有矩形形状时,宽角度帧内预测模式是在没有额外比特传输的情况下在与特定方向模式相反的方向上执行预测的模式。在这种情况下,在宽角度帧内预测模式中,可以通过具有矩形形状的当前块的宽度与高度的比率来确定可用于当前块的一些宽角度帧内预测模式。例如,在当前块具有高度小于宽度的矩形形状时,具有小于45度的角度的宽角度帧内预测模式(帧内预测模式#67至#80)是可用的。在当前块具有宽度大于高度的矩形形状时,具有大于-135度的角度的宽角度帧内预测模式是可用的。

[0042] 帧内预测器122可以确定要用于对当前块进行编码的帧内预测。在一些示例中,帧内预测器122可以通过利用多个帧内预测模式来对当前块进行编码,并且还可以从测试模式中选择要利用的适当的帧内预测模式。例如,帧内预测器122可以通过利用对多个测试的帧内预测模式的率失真(rate-distortion)分析来计算率失真值,并且还可以在测试模式中选择具有最佳率失真特性的帧内预测模式。

[0043] 帧内预测器122在多个帧内预测模式中选择一个帧内预测模式,并且通过利用根据选择的帧内预测模式确定的相邻像素(参考像素)和算法等式来预测当前块。由熵编码器155对关于选择的帧内预测模式的信息进行编码并将其传送至视频解码装置。

[0044] 帧间预测器124通过利用运动补偿处理来生成当前块的预测块。帧间预测器124在比当前图像更早已被编码和解码的参考图像中搜索与当前块最相似的块,并且通过利用搜索到的块来生成当前块的预测块。另外,生成运动矢量(motion vector, MV),所述运动矢量与当前图像中的当前块和参考图像中的预测块之间的位移(displacement)相对应。通常,对亮度(luma)分量执行运动估计,并且基于亮度分量计算的运动矢量用于亮度分量和色度分量两者。由熵编码器155对包括参考图像的信息和关于用于预测当前块的运动矢量的信息的运动信息进行编码,并将其传送至视频解码装置。

[0045] 帧间预测器124还可以执行参考图像或参考块的插值,以增加预测的准确性。换句话说,通过向包括两个整数样本的多个连续整数样本应用滤波器系数来在两个连续整数样本之间插值子样本。在对插值的参考图像执行搜索与当前块最相似的块的处理时,对于运动矢量可以表示小数单位精度而不是整数样本单位精度。对于要编码的每个目标区域,例如,诸如切片、瓦片、CTU、CU等的单元,可以不同地设置运动矢量的精度或分辨率。当应用这种自适应运动矢量分辨率(adaptive motion vector resolution, AMVR)时,应该针对每个目标区域用信号通知关于要应用于每个目标区域的运动矢量分辨率的信息。例如,当目标区域是CU时,用信号通知关于应用于每个CU的运动矢量分辨率的信息。关于运动矢量分辨率的信息可以是代表要在以下描述的运动矢量差的精度的信息。

[0046] 另一方面,帧间预测器124可以通过利用双向预测来执行帧间预测。在双向预测的情况下,利用两个参考图像和代表与每个参考图像中的当前块最相似的块位置的两个运动矢量。帧间预测器124分别从参考图像列表0(RefPicList0)和参考图像列表1(RefPicList1)选择第一参考图像和第二参考图像。帧间预测器124还搜索与相应参考图像中的当前块最相似的块,以生成第一参考块和第二参考块。此外,通过对第一参考块和第二参考块进行平均或加权平均来生成当前块的预测块。此外,包括关于用于预测当前块的两个参考图像的信息并且包括关于两个运动矢量的信息的运动信息被传送至熵编码器155。这里,参考图像列表0可以由预重构图像中按显示顺序在当前图像之前的图像构成,并且参考图像列表1可以由预重构图像中按显示顺序在当前图像之后的图像构成。然而,尽管不特别限于此,但可以将显示顺序中在当前图像之后的预重构图像额外地包括在参考图像列表0中。相反,在当前图像之前的预重构图像也可以额外地包括在参考图像列表1中。

[0047] 为了最小化用于编码运动信息所消耗的比特量,可以利用各种方法。

[0048] 例如,在当前块的参考图像和运动矢量与相邻块的参考图像和运动矢量相同时,能够识别相邻块的信息被编码以将当前块的运动信息传送至视频解码装置。这种方法称为合并模式(merge mode)。

[0049] 在合并模式中,帧间预测器124从当前块的相邻块选择预定数量的合并候选块(在下文中,称为“合并候选”)。

[0050] 作为用于推导合并候选的相邻块,可以利用与当前图像中的当前块邻近的左侧块A0、左下侧块A1、上侧块B0、右上侧块B1和左上侧块B2的全部或一些,如图4所示。此外,除了当前块所在的当前图像之外,位于参考图像内的块(其可以与用于预测当前块的参考图像

相同或不同)也可以用作合并候选。例如,参考图像内的当前块的同位块(co-located block)或与该同位块邻近的块可以额外地用作合并候选。如果通过上述方法选择的合并候选的数量小于预设数量,则将零矢量添加到合并候选。

[0051] 帧间预测器124通过利用相邻块来配置包括预定数量的合并候选的合并列表。从合并列表中包括的合并候选之中选择要用作当前块的运动信息的合并候选,并且生成用于识别选择的候选的合并索引信息。由熵编码器155对生成的合并索引信息进行编码并将其传送至视频解码装置。

[0052] 合并跳过模式是合并模式的特例。在量化之后,在用于熵编码的所有变换系数都接近零时,仅传输相邻块选择信息而不传输残差信号。通过利用合并跳过模式,对于具有轻微运动的影像、静止影像、屏幕内容影像等可以实现相对较高的编码效率。

[0053] 此后,合并模式和合并跳过模式统称为合并/跳过模式。

[0054] 用于编码运动信息的另一种方法是高级运动矢量预测(advanced motion vector prediction, AMVP)模式。

[0055] 在AMVP模式中,帧间预测器124通过利用当前块的相邻块来推导用于当前块的运动矢量的运动矢量预测候选。作为用于推导运动矢量预测候选的相邻块,可以利用与图4所示的当前图像中的当前块邻近的左侧块A0、左下侧块A1、上侧块B0、右上侧块B1和左上侧块B2的全部或一些。此外,除了当前块所在的当前图像之外,位于参考图像(其可以与用于预测当前块的参考图像相同或不同)内的块也可以用作用于推导运动矢量预测候选的相邻块。例如,可以利用参考图像内的当前块的同位块或与该同位块邻近的块。如果通过上述方法选择的运动矢量候选的数量小于预设数量,则将零矢量添加到运动矢量候选。

[0056] 帧间预测器124通过利用相邻块的运动矢量来推导运动矢量预测候选,并且通过利用运动矢量预测候选来确定当前块的运动矢量的运动矢量预测。另外,通过将当前块的运动矢量减去运动矢量预测来计算运动矢量差。

[0057] 可以通过将预定义函数(例如,中值和平均值计算等)应用于运动矢量预测候选来获取运动矢量预测。在这种情况下,视频解码装置还知道预定义功能。此外,由于用于推导运动矢量预测候选的相邻块是已经完成编码和解码的块,所以视频解码装置也可能已经知道相邻块的运动矢量。因此,视频编码装置不需要对用于识别运动矢量预测候选的信息进行编码。相应地,在这种情况下,对关于运动矢量差的信息和关于用于预测当前块的参考图像的信息进行编码。

[0058] 另一方面,还可以通过选择运动矢量预测候选的任何一个的方案来确定运动矢量预测。在这种情况下,用于识别选择的运动矢量预测候选的信息与用于预测当前块的关于运动矢量差的信息以及关于参考图像的信息共同进行额外的编码。

[0059] 减法器130通过将当前块减去由帧内预测器122或帧间预测器124生成的预测块来生成残差块。

[0060] 变换器140将具有空域的像素值的残差块中的残差信号变换为频域的变换系数。变换器140可以通过利用残差块的整个大小作为变换单元来变换残差块中的残差信号,或者也可以将残差块分割为多个子块,并且可以通过利用子块作为变换单元来执行变换。替代地,将残差块划分成两个子块,即变换区域和非变换区域,以通过仅利用变换区域子块作为变换单元来变换残差信号。这里,变换区域子块可以是基于水平轴线(或垂直轴线)的具

有大小比率为1:1的两个矩形块的一个。在这种情况下,由熵编码器155对指示出仅变换子块的标志(cu_sbt_flag)、以及方向(竖直/水平)信息(cu_sbt_horizontal_flag)和/或位置信息(cu_sbt_pos_flag)进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。另外,变换区域子块的大小基于水平轴线(或竖直轴线)可以具有1:3的大小比率。在这种情况下,由熵编码器155对划分相应分割的标志(cu_sbt_quad_flag)进行额外地编码,并将其用信号通知视频解码装置。

[0061] 另一方面,变换器140可以在水平方向和竖直方向上单独地执行残差块的变换。对于该变换,可以利用各种类型的变换函数或变换矩阵。例如,用于水平变换和竖直变换的成对变换函数可以定义为多变换集(multiple transform set,MTS)。变换器140可以选择MTS中具有最高变换效率的一个变换函数对,并且可以在水平方向和竖直方向的每个上变换残差块。由熵编码器155对关于MTS中的变换函数对的信息(mts_idx)进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。

[0062] 量化器145利用量化参数对从变换器140输出的变换系数进行量化,并且将量化的变换系数输出到熵编码器155。量化器145还可以对相关的残差块立即进行量化,而无需对任何块或帧进行变换。量化器145还可以根据变换块中的变换系数的位置来应用不同的量化系数(缩放值)。可以对应用于布置为二维的量化的变换系数的量化矩阵进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。

[0063] 重排单元150可以对量化的残差值执行系数值的重新排列。

[0064] 重排单元150可以通过利用系数扫描将2D系数阵列改变为1D系数序列。例如,重排单元150可以利用锯齿形扫描(zig-zag scan)或对角线扫描(diagonal scan)来扫描DC系数到高频区域的系数以输出1D系数序列。根据变换单元的大小和帧内预测模式,也可以利用在列方向上扫描2D系数阵列的竖直扫描和在行方向上扫描2D块类型系数的水平扫描来代替锯齿形扫描。换句话说,根据变换单元的大小和帧内预测模式,可以在锯齿形扫描、对角线扫描、竖直扫描和水平扫描中确定要利用的扫描方法。

[0065] 熵编码器155通过利用包括基于上下文的自适应二进制算术编码(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Code,CABAC)、指数哥伦布(Exponential Golomb)等的各种编码方案来对从重排单元150输出的1D量化的变换系数的序列进行编码,以生成比特流。

[0066] 此外,熵编码器155对与块分割相关的信息(例如,CTU大小、CTU分割标志、QT分割标志、MTT分割类型和MTT分割方向等)进行编码,以使得视频解码装置能够等同于视频编码装置来分割块。此外,熵编码器155对关于指示当前块是由帧内预测编码还是由帧间预测编码的预测类型的信息进行编码。熵编码器155根据预测类型对帧内预测信息(即,关于帧内预测模式的信息)或帧间预测信息(在合并模式的情况下的合并索引,以及在AMVP模式的情况下的关于参考图像索引和运动矢量差的信息)进行编码。此外,熵编码器155对与量化相关的信息(即,关于量化参数的信息和关于量化矩阵的信息)进行编码。

[0067] 逆量化器160对从量化器145输出的量化的变换系数进行逆量化,以生成变换系数。逆变换器165将从逆量化器160输出的变换系数从频域变换到空域,以重构残差块。

[0068] 加法器170将重构的残差块和由预测器120生成的预测块相加,以重构当前块。在对下一个块进行帧内预测时,重构的当前块中的像素用作参考像素。

[0069] 环路滤波单元180对重构的像素执行滤波,以减少由于基于块的预测和变换/量化

而发生的块伪影(blocking artifacts)、振铃伪影(ringing artifacts)、模糊伪影(blurring artifacts)等。作为环内滤波器的环路滤波单元180可以包括去块滤波器182、样本自适应偏移(sample adaptive offset, SAO)滤波器184和自适应环路滤波器(adaptive loop filter, ALF)186的全部或一些。

[0070] 去块滤波器182对重构的块之间的边界进行滤波,以去除由于块单元编码/解码而发生的块伪影(blocking artifacts),并且SAO滤波器184和ALF 186对去块滤波的视频进行额外的滤波。SAO滤波器184和ALF 186是用于补偿由于有损编码(lossy coding)而发生的重构的像素与原始像素之间的差异的滤波器。SAO滤波器184以CTU为单位应用偏移,以增强主观影像质量和编码效率。另一方面,ALF 186执行块单元滤波,并且通过划分相应块的边界和变化量的程度来应用不同的滤波器以补偿失真。可以对关于要用于ALF的滤波器系数的信息进行编码,并将其用信号通知视频解码装置。

[0071] 通过去块滤波器182、SAO滤波器184和ALF 186滤波的重构的块存储在存储器190中。当一个图像中的所有块被重构时,重构的图像可以用作用于对随后要被编码的图像内的块进行帧间预测的参考图像。

[0072] 视频编码装置可以将编码的视频数据的比特流存储在非易失性存储介质中或者通过通信网络将比特流发送到视频解码装置。

[0073] 图5是可以实现本发明技术的视频解码装置的功能框图。在下文中,参考图5,描述了视频解码装置和该装置的组件。

[0074] 视频解码装置可以包括熵解码器510、重排单元515、逆量化器520、逆变换器530、预测器540、加法器550、环路滤波单元560和存储器570。

[0075] 类似于图1的视频编码装置,视频解码装置的每个组件可以实现为硬件或软件,或者实现为硬件和软件的组合。另外,每个组件的功能可以实现为软件,并且微处理器也可以实现为执行对应于每个组件的软件的功能。

[0076] 熵解码器510通过解码由视频编码装置生成的比特流来提取与块分割相关的信息,以确定要解码的当前块,并且提取重构当前块所需的预测信息和关于残差信号的信息。

[0077] 熵解码器510通过从序列参数集(SPS)或图像参数集(PPS)提取关于CTU大小的信息来确定CTU的大小,并且将图像分割为具有确定大小的CTU。此外,CTU被确定为树结构的最高层(即,根节点),并且可以提取CTU的分割信息以通过利用树结构来分割CTU。

[0078] 例如,当通过利用QTBT结构来分割CTU时,首先提取与QT的分割相关的第一标志(QT_split_flag),以将每个节点分割为下层的四个节点。另外,相对于与QT的叶节点相对应的节点来提取与MTT的分割相关的第二标志(mtt_split_flag)、分割方向(竖直/水平)和/或分割类型(二叉/三叉),以将相应的叶节点分割为MTT结构。结果,QT的叶节点下方的每个节点被递归地分割为BT或TT结构。

[0079] 作为另一个示例,当通过利用QTBT结构来分割CTU时,提取指示是否分割CU的CU分割标志(split_cu_flag)。当分割相应块时,还可以提取第一标志(QT_split_flag)。在分割过程期间,对于每个节点,在递归QT分割0次或更多次之后可能发生0次或更多次的递归MTT分割。例如,对于CTU,MTT分割可以立即发生,或者相反,也可以仅发生多次QT分割。

[0080] 作为另一个示例,当通过利用QTBT结构来分割CTU时,提取与QT的分割相关的第一标志(QT_split_flag),以将每个节点分割为下层的四个节点。另外,提取指示将与QT的叶

节点相对应的节点是否进一步分割为BT的分割标志(split_flag)以及分割方向信息。

[0081] 另一方面,当熵解码器510通过利用树结构的分割来确定要解码的当前块时,熵解码器510提取关于指示当前块是被帧内预测还是被帧间预测的预测类型的信息。当预测类型信息指示帧内预测时,熵解码器510提取用于当前块的帧内预测信息(帧内预测模式)的语法元素。当预测类型信息指示帧间预测时,熵解码器510提取代表帧间预测信息的语法元素的信息,即,运动矢量和运动矢量参考的参考图像。

[0082] 此外,熵解码器510提取量化相关的信息并且提取关于当前块的量化的变换系数的信息作为关于残差信号的信息。

[0083] 重排单元515可以以由视频编码装置执行的系数扫描次序的相反顺序,将由熵解码器510熵解码的1D量化的变换系数的序列再次改变为2D系数阵列(即,块)。

[0084] 逆量化器520对量化的变换系数进行逆量化,并且通过利用量化参数对量化的变换系数进行逆量化。逆量化器520还可以向布置为2D的量化的变换系数应用不同的量化系数(缩放值)。逆量化器520可以通过将来自视频编码装置的量化系数(缩放值)的矩阵应用于量化的变换系数的2D阵列来执行逆量化。

[0085] 逆变换器530通过将逆量化的变换系数从频域逆变换到空域来重构残差信号,以生成当前块的残差块。

[0086] 此外,当逆变换器530对变换块的部分区域(子块)进行逆变换时,逆变换器530提取仅对变换块的子块进行变换的标志(cu_sbt_flag)、子块的方向(竖直/水平)信息(cu_sbt_horizontal_flag)和/或子块的位置信息(cu_sbt_pos_flag)。逆变换器530还将相应子块的变换系数从频域逆变换到空域以重构残差信号,并且用值“0”填充未被逆变换的区域作为残差信号,以生成当前块的最终残差块。

[0087] 此外,当应用MTS时,逆变换器530通过利用从视频编码装置用信号通知的MTS信息(mts_idx)来确定在水平方向和竖直方向的每个上要应用的变换索引或变换矩阵。逆变换器530还通过利用确定的变换函数在水平方向和竖直方向上对变换块中的变换系数执行逆变换。

[0088] 预测器540可以包括帧内预测器542和帧间预测器544。在当前块的预测类型是帧内预测时,激活帧内预测器542,而在当前块的预测类型是帧间预测时,激活帧间预测器544。

[0089] 帧内预测器542根据从熵解码器510提取的帧内预测模式的语法元素来确定多个帧内预测模式中当前块的帧内预测模式。帧内预测器542还根据帧内预测模式通过利用当前块的相邻参考像素来预测当前块。

[0090] 帧间预测器544通过利用从熵解码器510提取的帧间预测模式的语法元素来确定当前块的运动矢量和运动矢量参考的参考图像。

[0091] 加法器550通过将逆变换器530输出的残差块与从帧间预测器544或帧内预测器542输出的预测块相加来重构当前块。在对后续要被解码的块进行帧内预测时,重构的当前块内的像素用作参考像素。

[0092] 作为环内滤波器的环路滤波单元560可以包括去块滤波器562、SAO滤波器564和ALF 566。去块滤波器562对重构的块之间的边界执行去块滤波,以便去除由于块单元解码而发生的块伪影。SAO滤波器564和ALF 566在去块滤波之后对重构的块执行额外的滤波,以

便补偿由于有损编码而发生的重构的像素与原始像素之间的差异。通过利用关于从比特流解码的滤波器系数的信息来确定ALF的滤波器系数。

[0093] 通过去块滤波器562、SAO滤波器564和ALF 566滤波的重构的块存储在存储器570中。当一个图像中的所有块被重构时,重构的图像可以用作用于对随后要被编码的图像内的块进行帧间预测的参考图像。

[0094] 在一些实施方案中本发明涉及如上所述的编码和解码视频影像。更具体地,本发明提供了这样一种视频编解码方法和装置,其用于当对重构的视频信号应用环内滤波时,通过利用线性模型和非线性模型来改善色度分量。

[0095] 以下实施方案可以由视频编码装置中的环路滤波单元180来执行。以下实施方案也可以由视频解码装置中的环路滤波单元560来执行。

[0096] 视频编码装置在编码当前块时可以在优化率失真方面生成与本实施方案相关联的信令信息。视频编码装置可以利用熵编码器155对信令信息进行编码,并且将编码的信令信息发送到视频解码装置。视频解码装置可以利用熵解码器510从比特流解码与当前块的解码相关联的信令信息。

[0097] 在下面的描述中,术语“目标块”可以与当前块或编码单元(CU)互换利用,或者可以指代编码单元的一些区域。

[0098] 此外,一个标志的值为真(true)指示标志被设置为1的情况。另外,一个标志的值为假(false)指示标志被设置为0的情况。

[0099] 以下实施方案参考视频解码装置进行描述,但是可以在视频编码装置中以相同或相似的方式实现。

[0100] I.环内滤波器(In-loop Filter)

[0101] 如上所述,为了去除压缩后剩余的伪影,使用了包括去块滤波器(182或562)、SAO滤波器(184或564)、ALF(186或566)以及亮度映射和色度采样(Luma mapping and chroma sampling, LMCS)的环内滤波器。在编码和解码环路中,按照LMCS、去块滤波器、SAO滤波器和ALF的顺序对重构的影像应用环内滤波器,并且输出的图像存储在存储器(190或570)中的解码图像缓存器(DPB)中。

[0102] 如上所述,去块滤波器(182或562)和SAO滤波器(184或564)用于去除HEVC中的块伪影和振铃伪影。

[0103] 与HEVC相比,ALF(186或566)和LMCS是添加到VVC的新环内滤波器。ALF(186或566)利用基于维纳-霍普夫(Wiener-Hopf)方程确定的滤波器系数来减小原始样本与重构样本之间的均方误差(MSE)。LMCS调整影像中像素值的动态范围,以提高重构的影像的客观质量。

[0104] II.自适应环路滤波器(Adaptive Loop Filter, ALF)

[0105] VVC的ALF(186或566)利用基于维纳-霍普夫方程的自适应线性滤波器将重构的视频帧近似为原始帧。视频编码装置利用SAO 184的输出样本以基于率失真优化来计算ALF 186的滤波器系数,并且将滤波器系数发送到视频解码装置。如图6所示,ALF(186或566)分别配置为亮度和色度样本的 7×7 菱形和 5×5 菱形。可以通过考虑编解码效率与计算复杂度之间的权衡来确定滤波器形状和大小。例如,通过利用对称FIR滤波器,可以降低ALF(186或566)的计算复杂度。

[0106] 为了推导图6中所示的滤波器系数 c_i ,在它们的相关位置使用样本。当前位置 (x, y) 处的滤波样本 $I(x, y)$ 可以根据7比特的精度运算如等式1所示进行计算。

[0107] [等式1]

$$[0108] \quad \tilde{I}(x, y) = I(x, y) + \left\lfloor \left(\sum_{i=0}^{N-2} c_i r_i + 64 \right) \gg 7 \right\rfloor$$

[0109] 本文中, r_i 是根据等式2计算的当前样本与其相邻样本之间的差值。

[0110] [等式2]

$$[0111] \quad r_i = \min(b_i, \max(-b_i, I(x+x_i, y+y_i) - I(x, y)))$$

$$[0112] \quad + \min(b_i, \max(-b_i, I(x-x_i, y-y_i) - I(x, y)))$$

[0113] 这里, b_i 是剪切参数。

[0114] ALF(186或566)为亮度分量利用多达25组滤波器系数,并且将滤波器系数应用于 4×4 子块。基于利用拉斯(Laplacian)滤波器计算的局部块的梯度信息, 4×4 子块分类为25类中的一个。具体地,一个类的分类索引是由五个方向属性以及子块的五个活动属性的组合推导的,所述五个方向属性表示纹理分量的强度和方向。此外,在滤波之前,例如90度旋转、对角化和垂直化的几何变换可以应用于滤波器系数。通过利用几何变换来考虑不同的方向,更广泛种类的块特征可以通过利用更少组的滤波器系数进行处理。

[0115] 除子块级别外,应用的决策也可能在CTU级别做出。对于色度分量,在CTU级别利用多达八个滤波器。只有当亮度ALF在该级别启用时,色度ALF才能够启用。

[0116] 另一方面,自适应参数集(APS)用于传达ALF滤波器参数,包括一组滤波器系数。如上所述,可以为亮度分量计算多达25组滤波器系数,并且可以为色度分量计算多达8组滤波器系数。如果相同的ALF系数用于不同的切片,则可以用信号发送参考APS的索引,而不是冗余地重新发送相同的ALF系数。

[0117] III. 交叉分量ALF(Cross-Component ALF, CC-ALF)

[0118] 在例如高动态范围(High-Dynamic Range, HDR)和广色域(Wide Color Gamut, WCG)的视频应用中,视频颜色的重构至关重要。交叉分量自适应环路滤波器(CC-ALF)利用当前色度样本与位置相对应的亮度样本之间的相关性,与ALF并行地修改色度样本。

[0119] 图7是示出交叉分量ALF的应用的示意图。

[0120] 如图7所示,为了根据输入的亮度样本生成色度样本的校正值,提供了CC-ALF 702以执行线性滤波操作。线性滤波操作利用亮度样本($R_Y()$)作为输入,以生成与每个色度样本($i \in \{Cb, Cr\}$)的相关值($\Delta R_i()$),如等式3所示。

[0121] [等式3]

$$[0122] \quad \Delta R_i(x, y) = \sum_{(x_0, y_0) \in S_i} R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0) c_i(x_0, y_0)$$

[0123] 这里, (x, y) 是每个色度样本的位置,并且 (x_c, y_c) 是与 (x, y) 相对应的亮度样本的位置。 (x_0, y_0) 表示围绕 (x_c, y_c) 的滤波器支持偏移,并且 $c_i(x_0, y_0)$ 表示滤波器系数。 S_i 表示相对于亮度分量要滤波的目标区域。然后,如图7所示,利用相关值作为校正值来增强色度ALF 566的输出。

[0124] 在一个示例中,如图8所示, 3×4 菱形高通滤波器可以应用于亮度样本以生成校正

值。为了生成每个色度样本的校正值,利用已经通过与每个色度样本位置相对应的SA0滤波器564的亮度样本。

[0125] 视频编码装置可以为每个色度分量确定CC-ALF 702的四组滤波器系数。与典型的ALF不同,CC-ALF滤波器具有不受对称约束的系数,但是这些系数具有以下特点。首先,CC-ALF系数之和为零。其次,CC-ALF系数的绝对值为0或2的幂。

[0126] 视频编码装置以CTU为基础用信号发送每个色度分量的四组中的一组。CC-ALF滤波器系数可以与APS的ALF参数一起发送。为了在序列级别使用CC-ALF 702,ALF 566也需要在该序列中使用。类似地,为了在切片或图像级别使用CC-ALF 702,ALF 566也需要在该切片或图像中使用。

[0127] 另一方面,考虑到亮度和色度ALF 566的滤波器大小,为了节省行缓存器,亮度和色度的虚拟边界分别在CTU边界的上方形成四行和两行。当CC-ALF 702应用于4:2:0色度格式时,基于虚拟边界的位置对齐亮度和色度行缓存器没有困难。然而,当CC-ALF 702应用于4:2:2或4:4:4色度格式时,虚拟边界的位置差异会导致CTU边界的上方第三行和第四行处的亮度和色度行缓存器之间不对齐。因此,对于4:2:2和4:4:4色度格式,CC-ALF 702不应用于CTU边界的上方第三行和第四行的样本。

[0128] 以下实施方案参照视频解码装置进行描述,但是可以在视频编码装置中以相同或相似的方式实现。

[0129] IV. 根据本发明的实施方案

[0130] 交叉分量线性模型预测(Cross-component Linear Model prediction,CCLM)是通过识别亮度分量与色度分量之间的相关性来预测色度样本的技术。

[0131] 当CCLM模式应用于当前色度块的帧内预测时,视频解码装置确定亮度影像中与当前色度块相对应的区域,其中,这种亮度影像在下文中称为“对应亮度区域”。用于线性模型的预测可以是对应亮度区域的左参考像素和上参考像素,以及目标色度块的左参考像素和上参考像素。在下文中,左参考像素和上参考像素通常称为参考像素、相邻像素或邻近像素。此外,色度通道中的参考像素表示为色度参考像素,并且亮度通道中的参考像素表示为亮度参考像素。

[0132] 在CCLM预测中,通过推导出对应亮度区域中的参考像素与色度块中的参考像素之间的线性模型,然后将线性模型应用于对应亮度区域中的重构像素来生成目标色度块的预测值的预测块。例如,可以通过线性最小均方误差(Linear Minimum Mean Square Error,LMMSE)方法根据当前块中相邻行的样本来推导线性模型参数 α 和 β 。替选地,用于线性模型的推导可以是与对应亮度区域中的像素组合的、来自当前色度块的相邻像素行中的像素的四对像素。视频解码装置可以根据四对像素推导出表示线性模型的 α 和 β ,如等式4所示。

[0133] [等式4]

$$[0134] \quad \alpha = \frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a}, \quad \beta = Y_a - \alpha \cdot X_a$$

[0135] 这里,对于四对像素的对应亮度像素, X_a 和 X_b 分别表示两个最小值的平均值和两个最大值的平均值。此外,对于色度像素, Y_a 和 Y_b 分别表示两个最小值的平均值和两个最大值的平均值。然后,视频解码装置可以利用线性模型来根据对应亮度区域的像素值 $rec'_L(i)$,

j) 生成当前色度块的预测值 $\text{pred}_c(i, j)$, 如等式5所示。

[0136] [等式5]

$$[0137] \quad \text{pred}_c(i, j) = \alpha \cdot \text{rec}'_L(i, j) + \beta$$

[0138] 如上所述, 根据线性模型的推导中使用的相邻像素的位置, CCLM模式分为三种模式, CCLM_LT、CCLM_L和CCLM_T。CCLM_LT模式在每个方向上利用来自与当前色度块的左侧和上侧相邻的相邻像素的两个像素。CCLM_L模式利用来自与当前色度块的左侧相邻的相邻像素的四个像素。最后, CCLM_T模式利用来自与当前色度块的上侧相邻的相邻像素的四个像素。

[0139] 如上所述, CCLM预测假设亮度分量与色度分量之间存在线性相关性。本发明描述了亮度分量与色度分量之间的相关性, 其中除了线性模型之外还添加了非线性模型。

[0140] 除了线性模型之外, 通过利用亮度样本来预测色度样本的非线性模型的使用示例可以如等式6所示来表示。

[0141] [等式6]

$$[0142] \quad \text{pred}_c(i, j) = \alpha_0 \cdot (((\text{rec}'_L(i, j))^2 + \text{midValue}) \gg \text{bitDepth}) + \alpha_1 \cdot \text{rec}'_L(i, j) + \alpha_2 \cdot \text{midValue}$$

[0143] 这里, 非线性模型的参数 α_0 、 α_1 和 α_2 可以根据相邻的重构样本推导。例如, 对于使用10比特的视频, 比特深度 (bitDepth) 设置为10, 并且中值 (midValue) 设置为512。

[0144] 如上所述, 如图7所示, CC-ALF 702通过以下来进行滤波: 基于亮度分量与色度分量之间的关联来推导校正 ΔR , 并且通过将推导出的校正 ΔR 与传统的色度ALF 566的输出相加。

[0145] CC-ALF 702通过利用当前色度样本与该位置处的亮度样本之间的相关性, 与ALF并行地校正色度样本。如图7所示, 为了根据输入的亮度样本生成色度样本的校正 ΔR , CC-ALF 702执行线性滤波操作。线性滤波操作利用亮度样本 ($R_Y()$) 作为输入来生成与每个色度样本 ($i \in \{\text{Cb}, \text{Cr}\}$) 的相关值 ($\Delta R_i()$), 如等式7所示。

[0146] [等式7]

$$[0147] \quad \Delta R_i(x, y) = \sum_{(x_0, y_0) \in S_i} R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0) c_i(x_0, y_0)$$

[0148] 这里, (x, y) 是每个色度样本的位置, 并且 (x_c, y_c) 是与 (x, y) 相对应的亮度样本的位置。 (x_0, y_0) 表示围绕 (x_c, y_c) 的滤波器支持偏移, 并且 $c_i(x_0, y_0)$ 表示滤波器系数。 S_i 表示在亮度分量中要滤波的目标区域。

[0149] 为了有效地去除伪影, 根据本实施方案的非线性CC-ALF利用亮度分量的非线性建模 (nonlinear modeling, NM) 来推导校正 ΔR , 如等式8所示。

[0150] [等式8]

$$[0151] \quad \Delta R_i(x, y) = \sum_{(x_0, y_0) \in S_i} \{R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0) \text{ 的 NM} \} c_i(x_0, y_0)$$

[0152] 这里, R_Y 表示亮度分量的重构样本。 (x, y) 是每个色度样本的位置, 并且 (x_c, y_c) 是与 (x, y) 相对应的亮度样本的位置。 (x_0, y_0) 表示围绕 (x_c, y_c) 的滤波器支持偏移, 并且 $c_i(x_0, y_0)$ 表示滤波器系数。 S_i 表示在亮度分量中要滤波的目标区域。

[0153] 非线性CC-ALF对要滤波的目标区域内的亮度样本利用非线性模型来生成亮度样本的非线性建模值。然后,非线性CC-ALF可以基于非线性建模值与非线性CC-ALF的滤波器系数的乘积来生成校正值 ΔR 。

[0154] 非线性建模可以通过以下方法中的一个执行。

[0155] 在一个示例中,非线性建模可以利用多项式模型,如等式9所示。

[0156] [等式9]

[0157] $NM = \alpha_n \cdot (R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0))^n + \alpha_{n-1} \cdot (R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0))^{n-1} + \dots + \alpha_1 \cdot (R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0)) + \alpha_0$

[0158] 作为另一个示例,可以利用Michaelis-Menten双曲线(hyperbolic)模型,如等式10所示。

[0159] [等式10]

[0160]
$$NM = \frac{R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0) + \alpha_0}{1 + \alpha_1 + R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0)}$$

[0161] 作为另一个示例,可以利用基于傅里叶变换的模型,如等式11所示。

[0162] [等式11]

[0163] $NM = \alpha_1 \cos(R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0) + \alpha_0)$

[0164] 作为另一个示例,可以利用指数函数模型,如等式12所示。

[0165] [等式12]

[0166] $NM = e^{R_Y(x_c + x_0, y_c + y_0)} + \alpha_0$

[0167] 在等式9至等式12中, R_Y 表示亮度分量的重构样本。 (x_c, y_c) 是与每个色度样本的位置 (x, y) 相对应的亮度样本的位置。 (x_0, y_0) 表示围绕 (x_c, y_c) 的滤波器支持偏移。此外, α_j 表示亮度分量的非线性模型的系数。

[0168] 在一个示例中,利用结合如上所述的非线性模型,CC-ALF 702可以推导为线性模型和非线性模型的和。换句话说,CC-ALF 702可以是线性模型、非线性模型或线性模型和非线性模型的组合。

[0169] 替代地,可以自适应地利用非线性CC-ALF和线性CC-ALF。例如,在等式9所示的基于多项式的非线性模型中,通过将除了与线性系数相关的 α_1 和 α_0 之外的所有值变为零,非线性CC-ALF可以转换为线性CC-ALF。

[0170] 非线性CC-ALF与传统的CC-ALF一样,可以具有大小为 3×4 的要滤波的菱形目标区域。

[0171] 因此,当非线性CC-ALF应用于4:2:2或4:4:4色度格式时,由于虚拟边界的位置的差异,亮度和色度行缓存器在CTU边界的上方第三行和第四行中彼此不对齐。因此,对于4:2:2和4:4:4色度格式,非线性CC-ALF可以不应用于CTU边界的上方第三行和第四行中的样本。

[0172] 为了指示是否应用非线性CC-ALF,视频编码装置可以向视频解码装置用信号发送标志(在下文中称为“非线性CC-ALF-标志”)。非线性CC-ALF的应用或不应用可以在序列、图像、子图像、切片、瓦片和/或编码树单元(CTU)级别确定。

[0173] 为了在特定应用级别使用非线性CC-ALF,线性CC-ALF 702和ALF 566也需要在该级别使用。例如,为了在切片级别使用非线性CC-ALF,ALF 566也需要在该切片级别使用。就

标志而言,如果指示是否应用ALF 566的标志(在下文中称为“ALF标志”)和指示是否应用线性CC-ALF 702的标志(在下文中称为“CC-ALF标志”)都为真,则可以用信号发送非线性CC-ALF标志并解析。因此,如果非线性CC-ALF标志为真,则可以应用非线性CC-ALF。另一方面,如果非线性CC-ALF标志为假,则CC-ALF标志可以确定是否应用线性CC-ALF。

[0174] 非线性CC-ALF滤波器系数可以以自适应参数集(APS)的形式发送。替选地,可以利用由视频编码装置与视频解码装置之间的协议所预定义的固定滤波器。替选地,可以利用与线性CC-ALF 702使用的滤波器相同的滤波器。

[0175] 作为另一个示例,视频编码装置可以确定要使用的滤波器,是根据APS配置的滤波器还是固定滤波器,然后可以向视频解码装置用信号发送确定的索引以及根据APS的滤波器系数。

[0176] 视频编码装置还可以用信号发送亮度分量的非线性模型的系数以及滤波器系数。在这种情况下,如果 α_n 为零,则 $n < k$ 下的所有 α_k 都可以设置为零。

[0177] 现在参考图9和图10,描述了通过利用非线性CC-ALF对重构帧进行滤波的方法。

[0178] 图9是根据本发明的至少一个实施方案由视频编码装置对重构帧进行滤波的方法的流程图。

[0179] 图9的示例示出了ALF标志设置为真的情况。

[0180] 视频编码装置获得重构帧(S900)。这里,重构帧是SA0滤波器184的输出。

[0181] 视频编码装置将重构帧输入到ALF中来生成ALF输出(S902)。这里,ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。

[0182] 视频编码装置将亮度ALF输出输入到非线性CC-ALF中来生成色度分量的校正值(S904)。

[0183] 视频编码装置通过对要滤波的目标区域内的亮度样本利用非线性模型来生成亮度样本的非线性建模值。然后,视频编码装置可以基于非线性建模值与非线性CC-ALF的滤波器系数的乘积来生成校正值。

[0184] 视频编码装置对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成第一增强色度ALF输出(S906)。

[0185] 视频编码装置将亮度ALF输出输入到线性CC-ALF中来生成色度分量的校正值(S908)。

[0186] 视频编码装置可以基于要滤波的目标区域内的亮度样本与线性CC-ALF的滤波器系数的乘积来生成校正值。

[0187] 视频编码装置对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成第二增强色度ALF输出(S910)。

[0188] 基于色度ALF输出、第一增强色度ALF输出和第二增强色度ALF输出,视频编码装置确定CC-ALF标志(S912)。这里,CC-ALF标志指示是否应用线性CC-ALF。

[0189] 在率失真优化方面,视频编码装置可以确定CC-ALF标志。例如,如果色度ALF输出是最优的,则视频编码装置可以将CC-ALF标志设置为假。另一方面,如果第一增强色度ALF输出或第二增强色度ALF输出是最优的,则视频编码装置可以将CC-ALF标志设置为真。

[0190] 视频编码装置对CC-ALF标志进行编码(S914)。

[0191] 视频编码装置检查CC-ALF标志(S916)。

[0192] 如果CC-ALF标志为真(S916中的是),则视频编码装置基于第一增强色度ALF输出和第二增强色度ALF输出来确定非线性CC-ALF标志(S918)。

[0193] 在率失真优化方面,视频编码装置可以确定非线性CC-ALF标志。例如,如果第一增强色度ALF输出是最优的,则视频编码装置可以将非线性CC-ALF标志设置为真。另一方面,如果第二增强色度ALF输出是最优的,则视频编码装置可以将非线性CC-ALF标志设置为假。

[0194] 视频编码装置对非线性CC-ALF标志进行编码(S920)。

[0195] 如果CC-ALF标志为假(S916中的否),则视频编码装置可以省略确定非线性CC-ALF标志和对非线性CC-ALF标志进行编码的步骤(S918和S920)。

[0196] 图10是根据本发明的至少一个实施方案由视频解码装置对重构帧进行滤波的方法的流程图。

[0197] 图10的示例描绘了ALF标志和CC-ALF标志都为真的情况。

[0198] 视频解码装置获得重构帧(S1000)。这里,重构帧是SAO滤波器564的输出。

[0199] 视频解码装置将重构帧输入到ALF中来生成ALF输出(S1002)。这里,ALF输出包括亮度ALF输出和色度ALF输出。

[0200] 视频解码装置从比特流中对非线性CC-ALF标志进行解码(S1004)。这里,非线性CC-ALF标志指示非线性CC-ALF是启用还是禁用。

[0201] 视频解码装置检查非线性ALF标志(S1006)。

[0202] 如果非线性ALF标志为真(S1006中的是),则视频解码装置执行以下步骤(S1008和S1010)。

[0203] 视频解码装置将亮度ALF输出输入到非线性CC-ALF中来生成色度分量的校正值(S1008)。

[0204] 视频解码装置通过对要滤波的目标区域内的亮度样本利用非线性模型来生成亮度样本的非线性建模值。然后,视频解码装置可以基于非线性建模值和非线性CC-ALF的滤波器系数的乘积来生成校正值。

[0205] 视频解码装置对色度分量的校正值和色度ALF输出求和来生成增强色度ALF输出(S1010)。

[0206] 另一方面,如果非线性ALF标志为假(S1006中的否),则视频解码装置将亮度ALF输出输入到线性CC-ALF中来生成色度分量的校正值(S1020)。

[0207] 视频解码装置可以基于要滤波的目标区域内的亮度样本与线性CC-ALF 702的滤波器系数的乘积来生成校正值。

[0208] 尽管描述了顺序执行的各个流程图中的步骤,但这些步骤仅仅例示了本发明的一些实施方案的技术思想。因此,本发明所属领域的普通技术人员可以通过改变在各个附图中描述的顺序或通过并行地执行两个或更多个步骤来执行步骤。因此,各个流程图中的步骤不限于所示的按发生时间排列的顺序。

[0209] 应当理解,上述描述呈现了可以以各种其他方式实现的说明性实施方案。在一些实施方案中描述的功能可以通过硬件、软件、固件和/或它们的组合来实现。还应当理解,本发明中描述的功能组件标记为“……单元”,以突出强调它们独立实现的可能性。

[0210] 另一方面,在一些实施方案中描述的各种方法或功能可以实现为存储在非易失性记录介质中的指令,所述指令可以由一个或更多个处理器读取和执行。非易失性记录介质

可以包括例如以计算机系统可读取的形式存储数据的各种类型的记录装置。例如,非易失性记录介质可以包括存储介质,例如可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、闪存驱动器、光盘驱动器、磁性硬盘驱动器和固态驱动器 (SSD) 等等。

[0211] 尽管出于说明的目的描述了本发明的实施方案,但是本发明所属领域的普通技术人员应当理解,在不脱离本发明的思想和范围的情况下,可以进行各种修改、添加和替换。因此,出于简洁和清楚起见描述了本发明的实施方案。本发明的实施方案的技术思想的范围不受例示的限制。相应地,本发明所属领域的普通技术人员应当理解,本发明的范围不应受上述明确描述的实施方案的限制,而是受权利要求及其等同形式的限制。

[0212] 附图标记

[0213] 180:环路滤波单元

[0214] 186:ALF

[0215] 560:环路滤波单元

[0216] 566:ALF

[0217] 702:CC-ALF

[0218] 相关申请的交叉引用

[0219] 本申请要求2022年8月18日提交的韩国专利申请No.10-2022-0103224和2023年7月18日提交的韩国专利申请No.10-2023-0093234的优先权和权益,其全部内容通过引用合并于本文中。

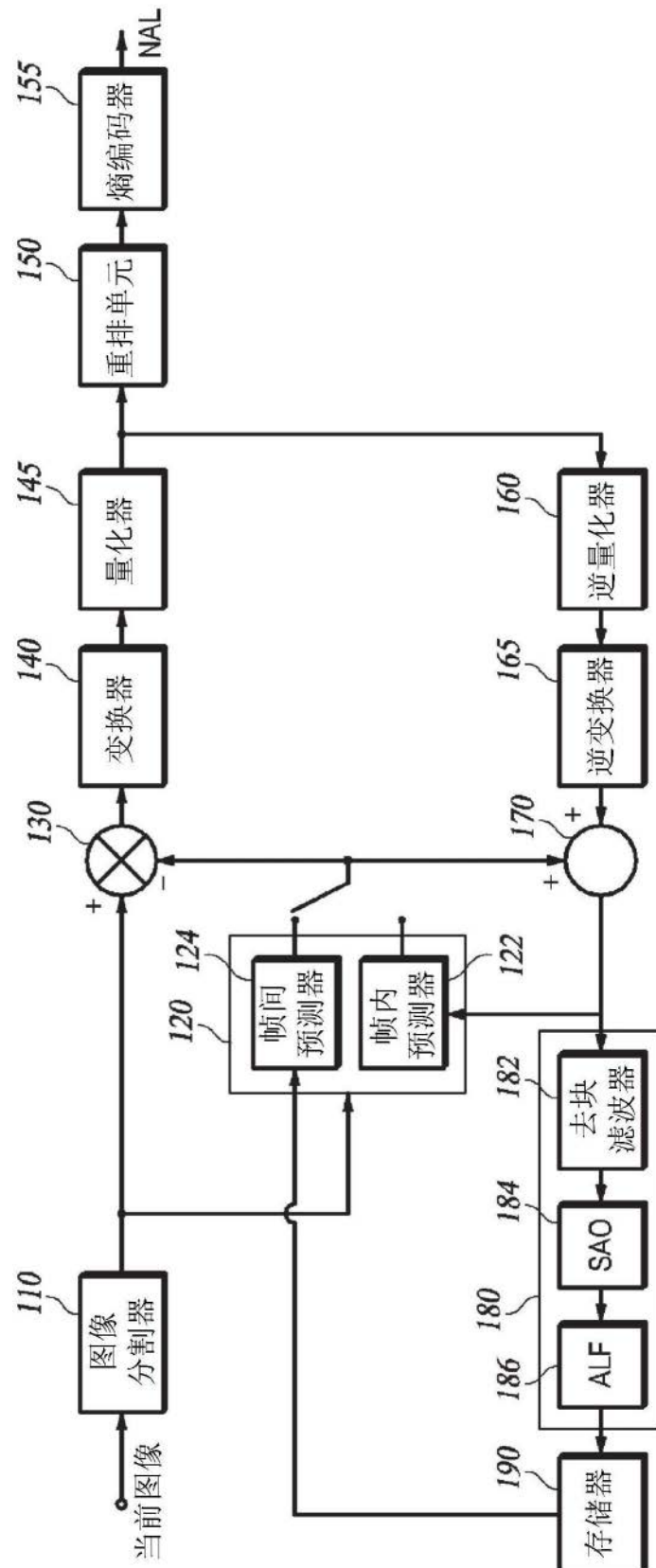


图1

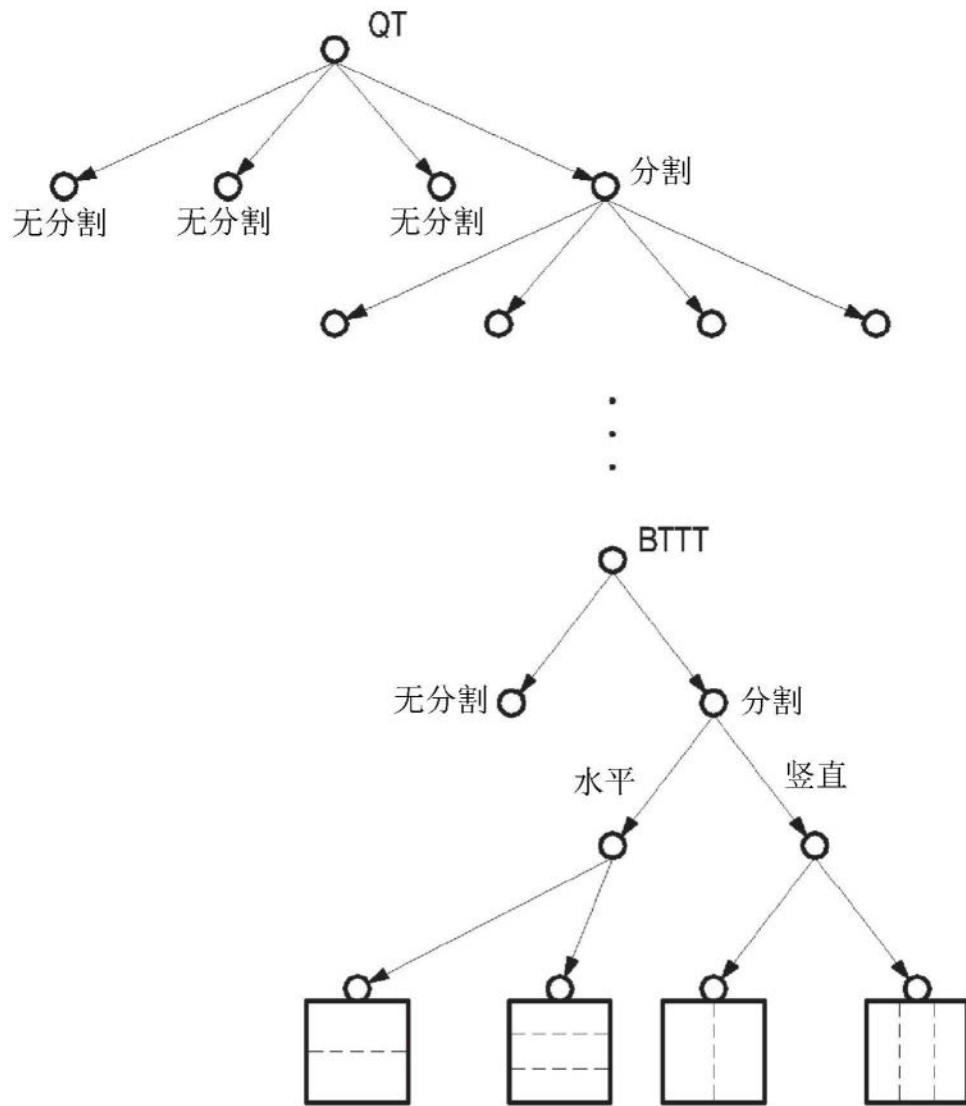


图2

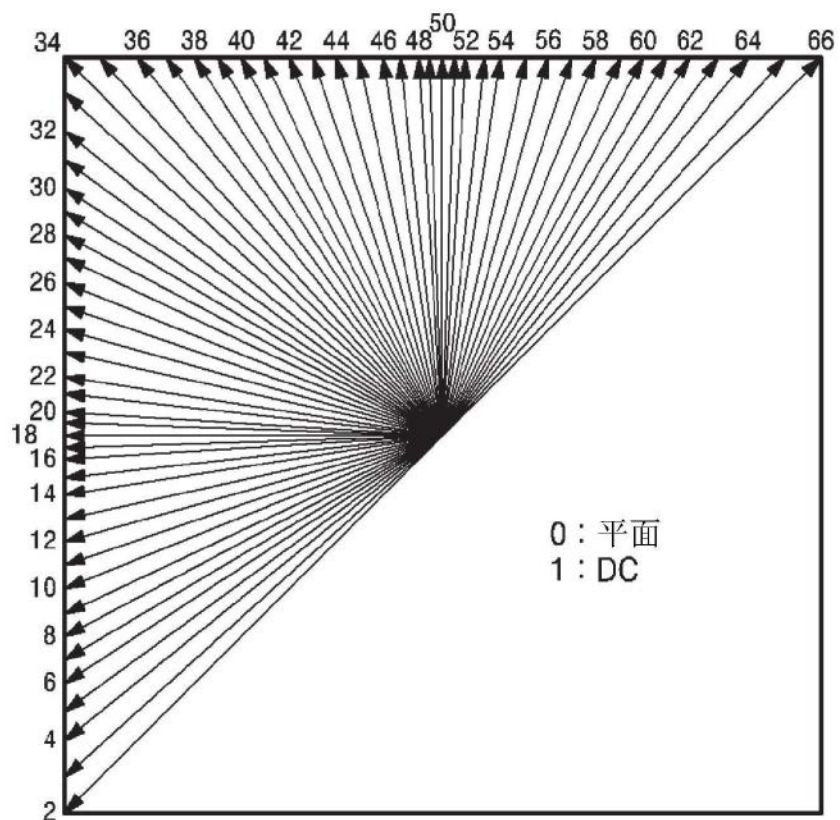


图3a

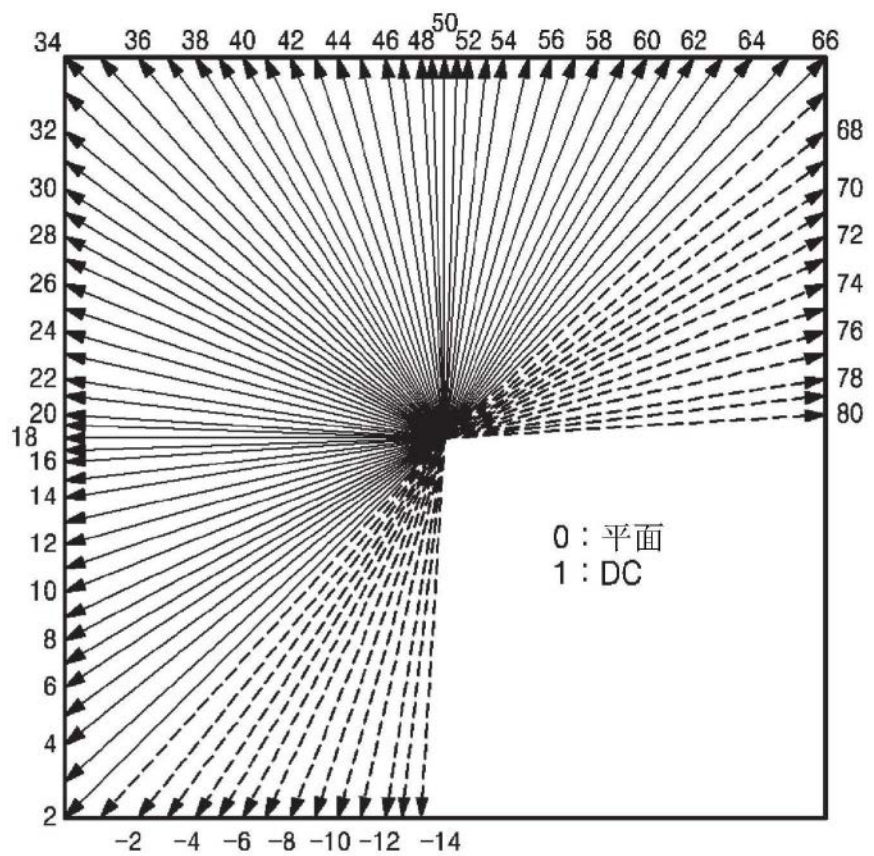


图3b

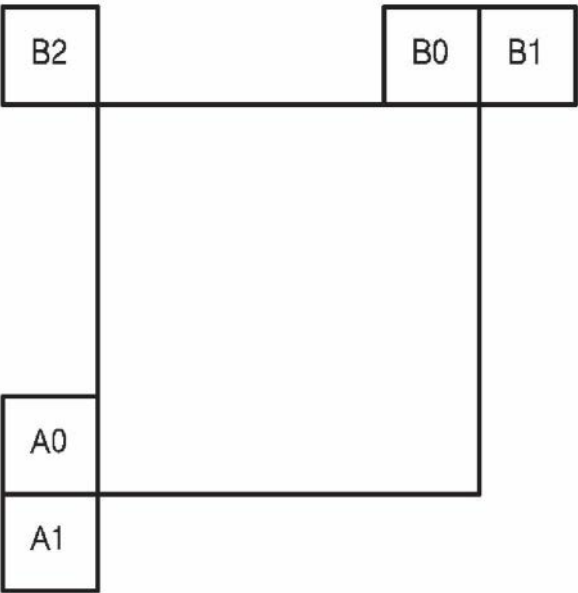


图4

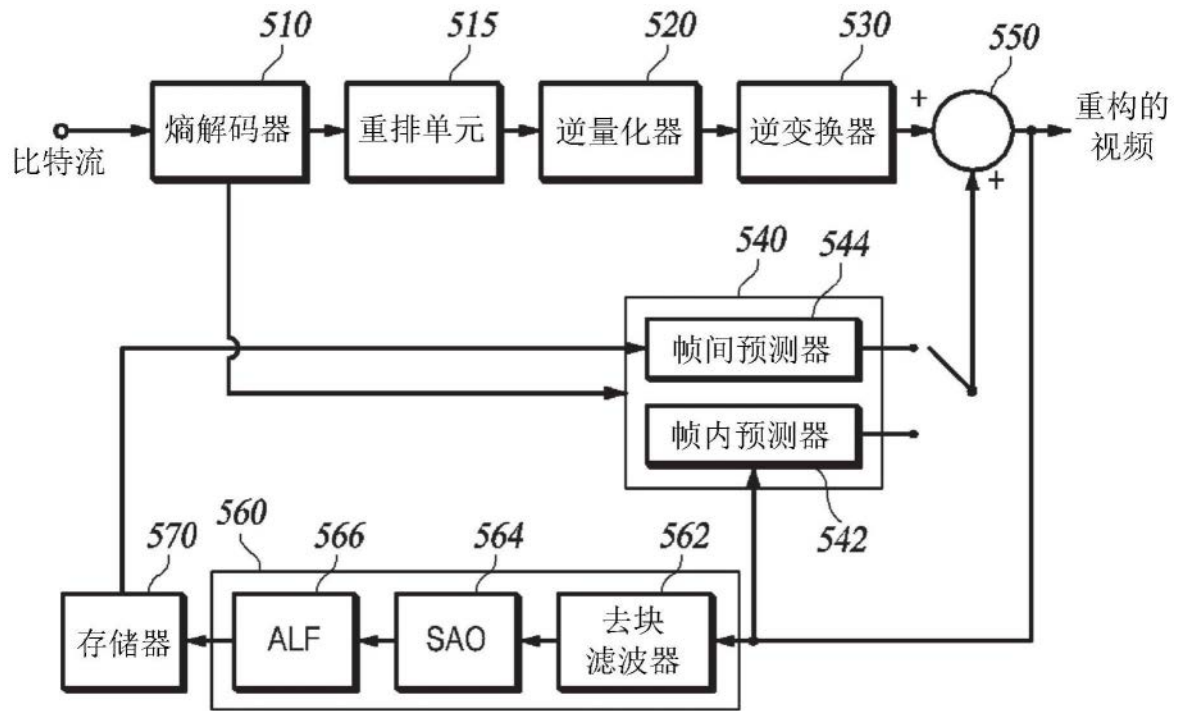


图5

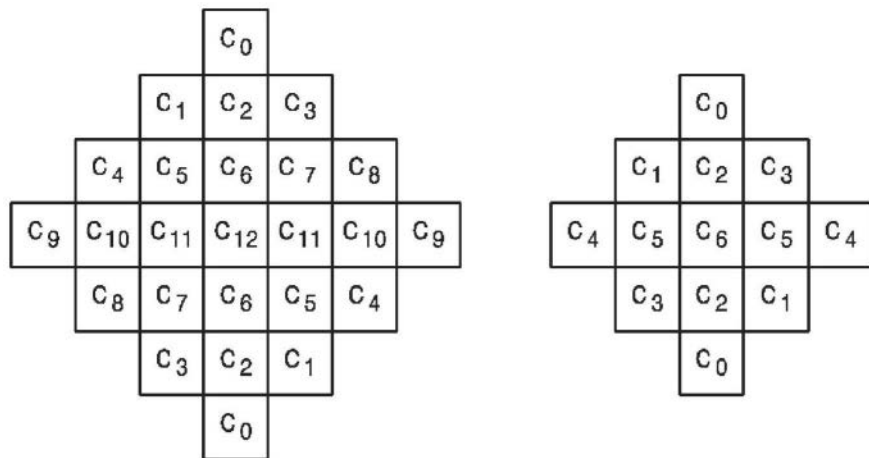


图6

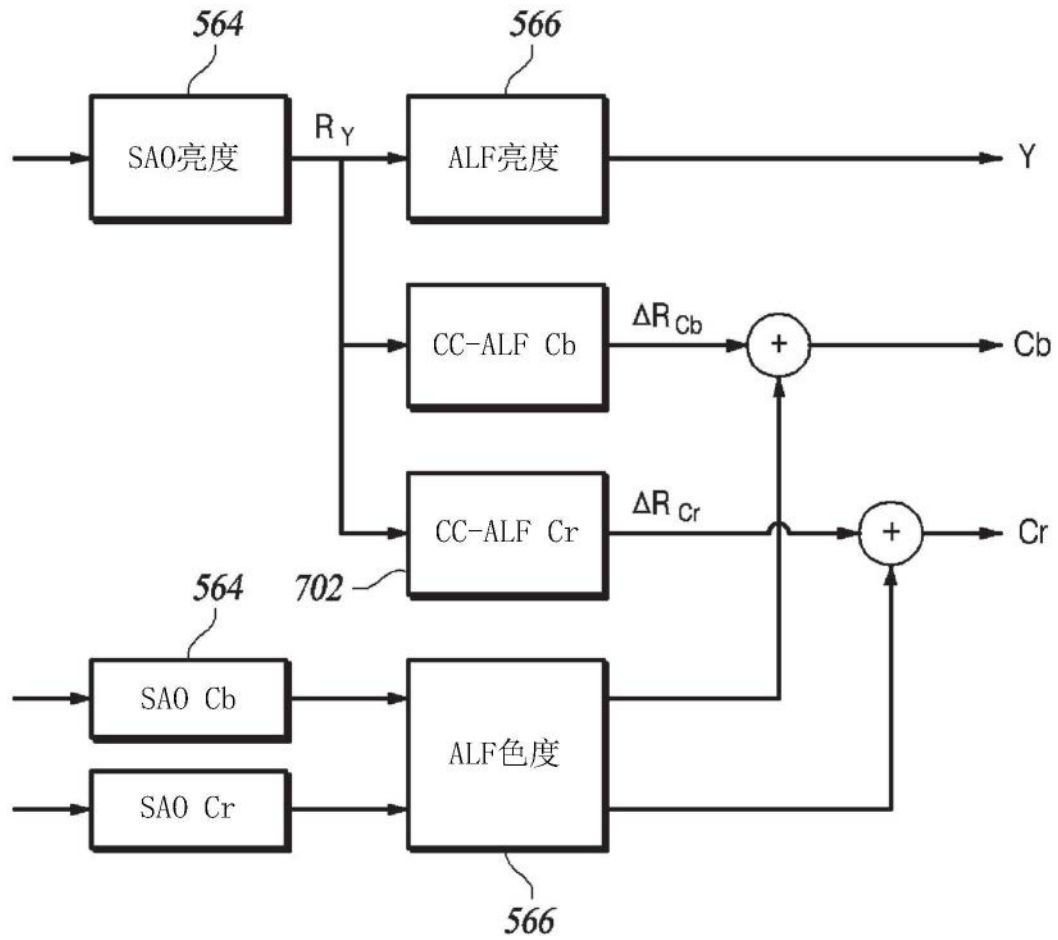
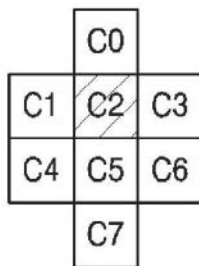


图7



要增强的与色度样本的位置相对应的亮度样本

图8

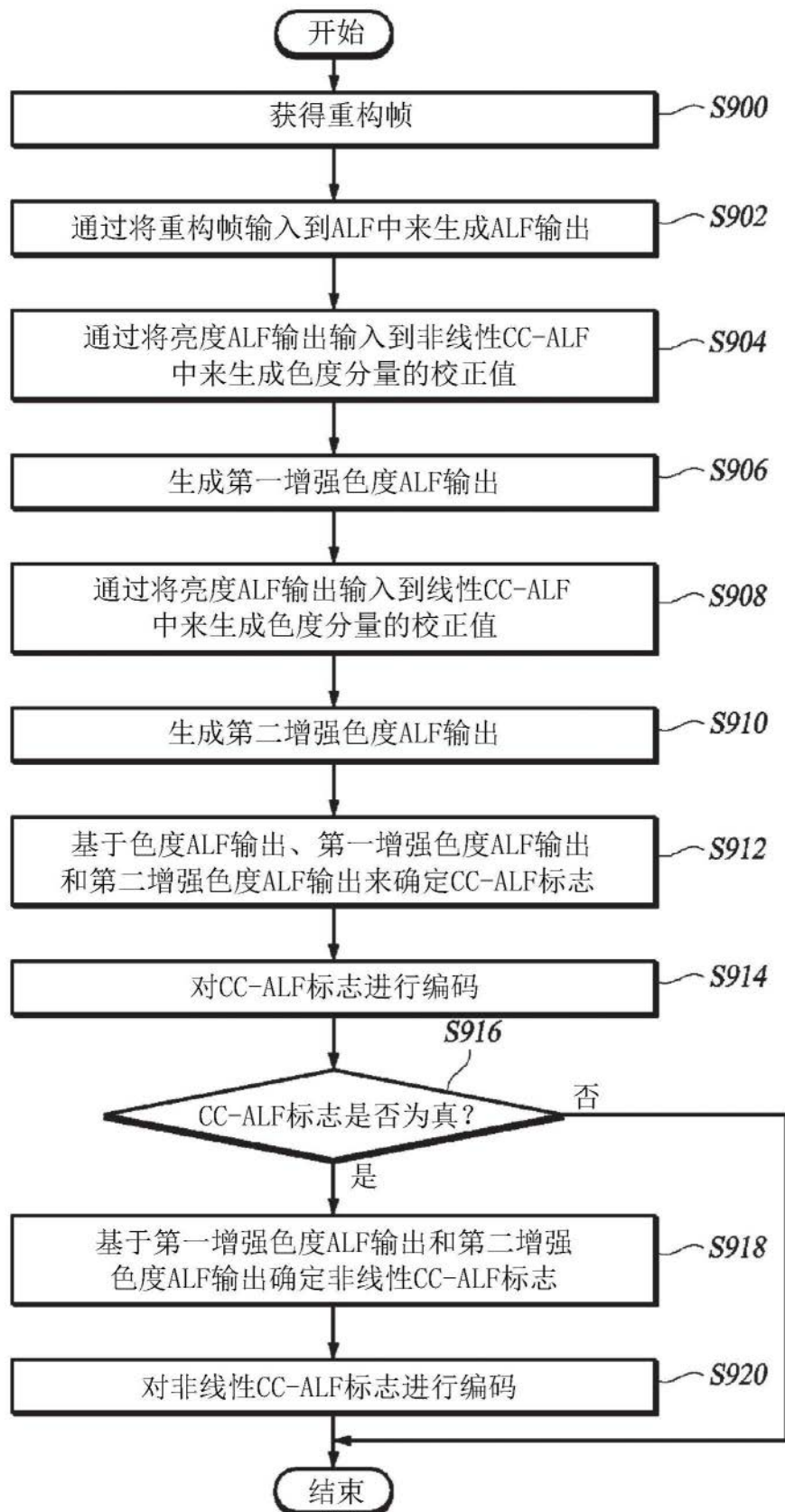


图9

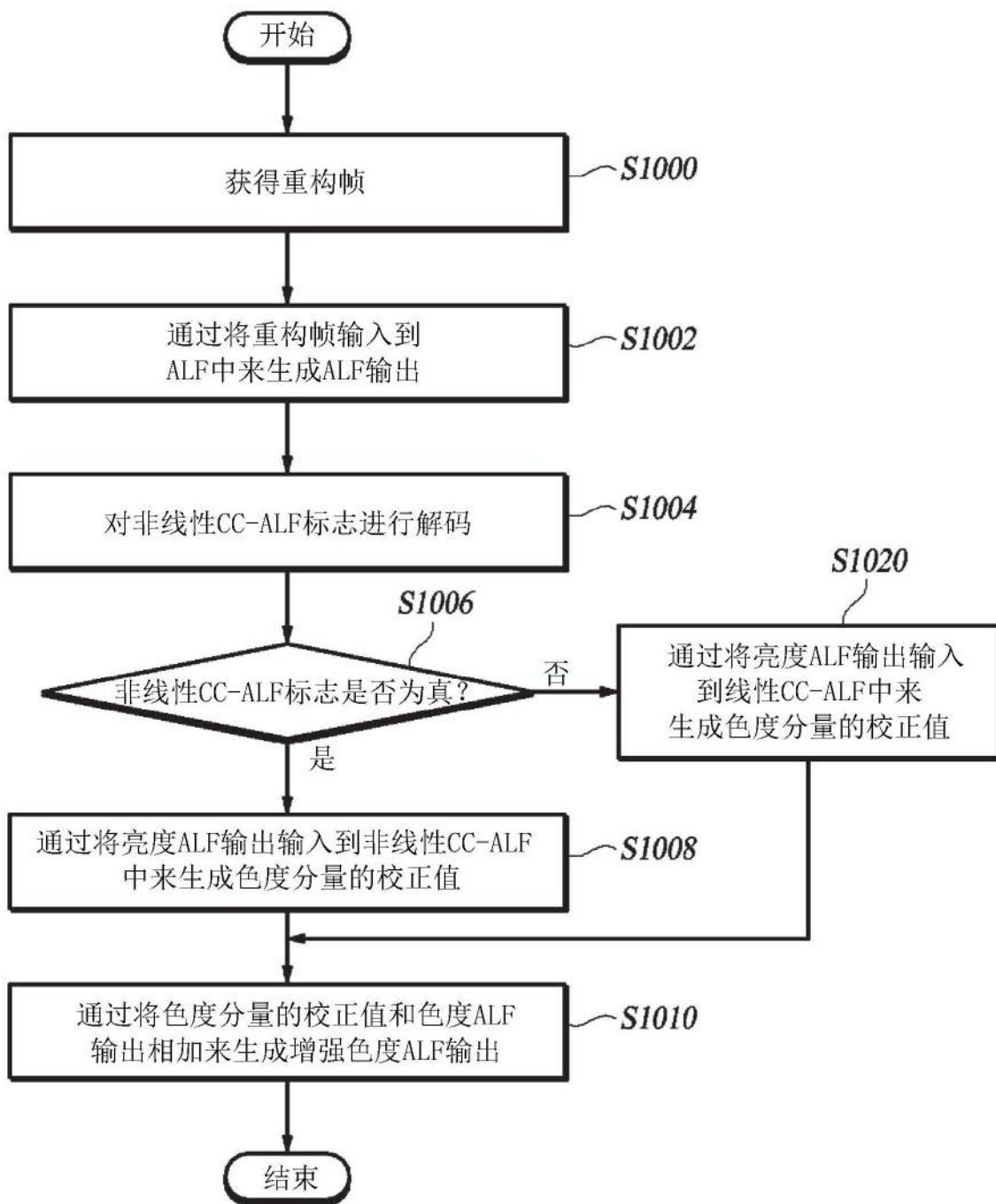


图10