(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118042165 A
(43)申请公布日 2024.05.14

(21)申请号 202410167902.8
(22)申请日 2019.03.29
(30)优先权数据
62/650,252 2018.03.29 US
(62)分案原申请数据
201980032089.0 2019.03.29
(71)申请人 艾锐势有限责任公司
地址 美国佐治亚州
(72)发明人 大卫·M·贝隆 阿杰伊·卢特拉
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
专利代理师 韩峰 孙志湧
(51)Int.Cl.
H04N 19/82(2014.01)
H04N 19/176(2014.01)
H04N 19/117(2014.01)
H04N 19/86(2014.01)

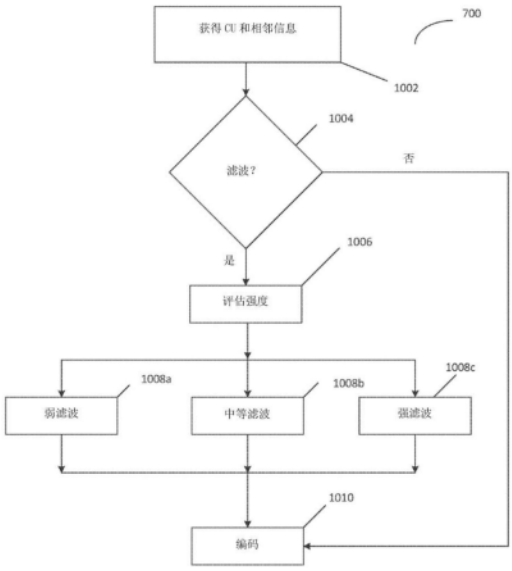
权利要求书2页 说明书15页 附图12页

(54)发明名称

用于对HDR内容进行去方块的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于对HDR内容进行去方块的系统和方法。一种用于编码视频的系统和方法,其中通过使用至少部分地基于与编码单元相关联的像素强度的经修改的滤波来减少去方块伪影,使得随着像素强度的增加来增加滤波级别。在一些实施方案中,用于与去方块滤波器参数相关联的参数的偏移值或偏移值的指示可以与至少部分地基于强度值的滤波级别相关联。



CN 118042165 A

1.一种解码视频的方法,包括:

(a)基于编码树单元接收编码视频的比特流,其中,所述编码树单元被根据分割结构分割为编码单元,所述分割结构包括正方形父块,所述正方形父块以四叉树分割方式来被划分,所述四叉树分割方式在水平方向和垂直方向上将所述正方形父节点一分为二以将四个块定义为形状为正方形的叶节点,每个块具有相同尺寸,其中,作为四叉树分割的结果的第一正方形叶节点被用二进制分割方式来划分,该二进制分割方式在水平方向上将所述第一正方形叶节点一分为二;

(b)解码所述编码视频的所述比特流;

(c)确定所述编码视频的比特流内的多个矩形编码单元,所述多个矩形编码单元是被利用量化来编码的,被编码作为亮度分量块和色度分量块,每个矩形编码单元具有宽度和高度,其中,对于所述多个矩形编码单元中的各个矩形编码单元,每个所述宽度不同于所述高度,其中,所述编码单元中的每个不是预测单元,其中,所述编码单元中的每个不是变换单元;

(d)选择性地沿着每个所述矩形编码单元的所述高度或者沿着每个所述矩形编码单元的所述宽度,来确定与每个所述矩形编码单元的垂直边界或者水平边界相关联的像素的强度信息;

(e)至少部分地基于与所述矩形编码单元中的各个矩形编码单元相关联的所述强度信息对所述多个矩形编码单元中的每个矩形编码单元应用去方块滤波,其中,各自被应用的所述去方块滤波是基于对边界滤波进行指定的滤波参数β和t_C,所述滤波参数β和t_C是基于量化参数的偏移而被选择性地修改的,其中,所述偏移至少部分地基于被确定的与各自所述边界相关联的所述像素的强度信息。

2.一种存储用于被解码器解码的编码视频数据的比特流的方法,所述方法通过计算机可读存储介质存储有所述编码视频数据,其中:

(a)所述比特流包含以下数据,该数据指示出所述编码视频如何基于编码树单元来被编码,其中,所述编码树单元被根据分割结构分割为编码单元,所述分割结构包括正方形父块,所述正方形父块以四叉树分割方式来被划分,所述四叉树分割方式在水平方向和垂直方向上将所述正方形父节点一分为二以将四个块定义为形状为正方形的叶节点,每个块具有相同尺寸,其中,作为四叉树分割的结果的第一正方形叶节点被用二进制分割方式来划分,该二进制分割方式在水平方向上将所述第一正方形叶节点一分为二;

(b)所述比特流包含以下数据,该数据指示出如何解码所述编码视频的所述比特流;

(c)所述比特流包含以下数据,该数据指示出如何确定所述编码视频的比特流内的多个矩形编码单元,所述多个矩形编码单元是被利用量化来编码的,被编码作为亮度分量块和色度分量块,每个矩形编码单元具有宽度和高度,其中,对于所述多个矩形编码单元中的各个矩形编码单元,每个所述宽度不同于所述高度,其中,所述编码单元中的每个不是预测单元,其中,所述编码单元中的每个不是变换单元;

(d)所述比特流包含以下数据,该数据指示出如何选择性地沿着每个所述矩形编码单元的所述高度或者沿着每个所述矩形编码单元的所述宽度,来确定与所述矩形编码单元的垂直边界或者水平边界相关联的像素的强度信息;

(e)所述比特流包含以下数据,该数据指示出如何至少部分地基于与所述矩形编码单

元中的各个矩形编码单元相关联的各自所述强度信息对所述多个所述矩形编码单元中的每个矩形编码单元应用去方块滤波;

(f)其中,各自被应用的所述去方块滤波是基于对边界滤波进行指定的滤波参数β和t_C,所述滤波参数β和t_C是基于量化参数的偏移而被选择性地修改的,其中,所述偏移至少部分地基于被确定的与所述边界相关联的所述像素的强度信息。

3.一种通过编码器对视频进行编码的方法,所述方法包括:

(a)提供基于编码树单元所编码的编码视频的比特流,其中,所述编码树单元被根据分割结构分割为编码单元,所述分割结构包括正方形父块,所述正方形父块以四叉树分割方式来被划分,所述四叉树分割方式在水平方向和垂直方向上将所述正方形父节点一分为二以将四个块定义为形状为正方形的叶节点,每个块具有相同尺寸,其中,作为四叉树分割的结果的第一正方形叶节点被用二进制分割方式来划分,该二进制分割方式在水平方向上将所述第一正方形叶节点一分为二;

(b)对所述比特流进行编码;

(c)其中,所述编码是基于:确定被编码的所述比特流内的多个矩形编码单元,所述多个矩形编码单元是被利用量化来编码的,被编码作为亮度分量块和色度分量块,每个矩形编码单元具有宽度和高度,其中,对于所述多个矩形编码单元中的各个矩形编码单元,每个所述宽度不同于所述高度,其中,所述编码单元中的每个不是预测单元,其中,所述编码单元中的每个不是变换单元;

(d)其中,所述编码是基于:选择性地沿着每个所述矩形编码单元的所述高度或者沿着每个所述矩形编码单元的所述宽度,来确定与每个所述矩形编码单元的垂直边界或者水平边界相关联的像素的强度信息;

(e)其中,所述编码是基于:至少部分地基于与所述矩形编码单元中的各个矩形编码单元相关联的各自所述强度信息对各个所述多个矩形编码单元中的每个矩形编码单元应用去方块滤波;

(f)其中,各自被应用的所述去方块滤波是基于对边界滤波进行指定的滤波参数β和t_C,所述滤波参数β和t_C是基于量化参数的偏移而被选择性地修改的,其中,所述偏移至少部分地基于被确定的与所述边界相关联的所述像素的强度信息。

用于对HDR内容进行去方块的系统和方法

[0001] 本申请是分案申请,其针对的原案申请是申请日为2019年3月29日、申请人为艾锐势有限责任公司、发明名称为“用于对HDR内容进行去方块的系统和方法”、申请号为201980032089.0的中国发明专利申请。

[0002] 优先权要求

[0003] 本申请根据35 U.S.C.§119(e)要求于2018年3月29日提交的序列号为62/650,252的较早提交的美国临时申请的优先权,其全部内容据此以引用方式并入本文。

技术领域

[0004] 本公开涉及视频编码领域,尤其涉及用于高效且有效地对HDR内容进行去方块和滤波的系统和方法。

背景技术

[0005] 不断发展的视频编码标准的技术改进说明了提高编码效率以实现更高的比特率、更高的分辨率和更好的视频质量的趋势。联合视频探索小组开发了一种被称为JVET的新视频编码方案并正在开发一种被称为多功能视频编码(VVC)的较新视频编码方案——2018年10月1日发布的标题为“通过JVET的多功能视频编码(草案2)”的标准草案2的第7版VVC的完整内容通过引用合并于此。类似于像HEVC(高效视频编码)的其他视频编码方案,JVET和VVC都是基于块的混合空域和时域预测编码方案。然而,相对于HEVC,JVET和VVC包括对比特流结构、语法、约束条件以及用于生成解码图片的映射的很多修改。JVET已经在联合探索模型(JEM)编码器和解码器中实施,但VVC预计要到2020年初才能实现。

[0006] 当前的视频编码方案在不考虑图像强度的情况下实现去方块和滤波,并且因此在所有内容上以统一的方式实现内容滤波。然而,数据表明,内容的强度会影响为了减少显示问题而期望或必须滤波的程度或级别。因此,需要一种至少部分地基于编码单元的像素强度的去方块的系统和方法。

发明内容

[0007] 一种一个或多个计算机的系统可以被配置为通过在系统上安装软件、固件、硬件或它们的组合来执行特定的操作或动作,这些软件、固件、硬件或它们的组合会在操作中使系统执行动作。一个或多个计算机程序可被配置为通过包括指令来执行特定操作或动作,所述指令当由数据处理装置执行时使该装置执行所述动作。这样的一般方面包括:确定编码单元;确定与所述编码单元的边界相关联的像素的强度信息;至少部分地基于与所述编码单元相关联的强度信息,在编码之前将去方块滤波应用于所述编码单元;以及对所述编码单元进行编码以进行传输。该方面的其他实施方案包括相应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,它们中的每一个都被配置为执行方法的动作。

[0008] 实施方式还可以包括以下特征中的一项或多项:编码视频的方法,其中将较强去

方块滤波应用于与具有大于阈值的值的强度信息相关联的编码单元。编码视频的方法,其中所述阈值是预定值。编码视频的方法,还包括:标识与所述编码单元邻近的相邻编码单元;确定与所述相邻编码单元的边界相关联的像素的强度信息;以及将与所述编码单元的边界相关联的像素的所述强度信息和与所述相邻编码单元相关联的像素的所述强度信息进行比较;其中所述滤波至少部分地基于与所述编码单元的边界相关联的像素的所述强度信息和与所述相邻编码单元相关联的像素的所述强度信息的所述比较。编码视频的方法,其中将较强去方块滤波应用于与具有大于阈值的值的强度信息相关联的编码单元。编码视频的方法,其中所述阈值是预定值。所描述技术的实施方式可包括硬件、方法或过程,或计算机可访问介质上的计算机软件。

[0009] 一个一般方面可以包括一种解码视频的方法,包括:接收编码视频的比特流;解码所述比特流;确定编码单元;确定与所述编码单元的边界相关联的像素的强度信息;至少部分地基于与所述编码单元相关联的强度信息,在编码之前将去方块滤波应用于所述编码单元;以及对所述编码单元进行编码以进行传输。该方面的其他实施方案包括相应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,它们中的每一个都被配置为执行方法的动作。

[0010] 实施方式还可以包括与解码过程相同或相似的特征。此外,所描述的技术的实施方式可以包括硬件、方法或过程、或者计算机可访问介质上的计算机软件。

附图说明

[0011] 借助于附图解释本发明的更多细节,其中:

[0012] 图1描绘了将帧划分为多个编码树单元(CTU)。

[0013] 图2a-2c描绘了将CTU示例性划分为编码单元(CU)。

[0014] 图3描绘了图2的CU划分的四叉树加二叉树(QTBT)表示。

[0015] 图4描绘了用于JVET或VVC编码器中的CU编码的简化框图。

[0016] 图5描绘了VVC的JVET中的亮度分量的可能的帧内预测模式。

[0017] 图6描绘了用于VVC解码器的JVET中的CU编码的简化框图。

[0018] 图7描绘了HDR编码器/解码器系统的框图。

[0019] 图8描绘了归一化的PQ相对于归一化的强度曲线的实施方案。

[0020] 图9描绘了JND相对于归一化的强度曲线的实施方案。

[0021] 图10描绘了至少部分地基于强度的编码系统的框图的实施方案。

[0022] 图11描绘了至少部分地基于强度的解码系统的框图的实施方案。

[0023] 图12a-12c描绘了一系列示例性β和tc相对于QP曲线,其以图形方式表示了在图10和11中描述和描绘的系统。

[0024] 图13描绘了计算机系统的实施方案,该计算机系统适于并配置为提供用于模板匹配的可变模板大小。

[0025] 图14描绘了视频编码器/解码器的实施方案,其适于并配置为提供用于模板匹配的可变模板大小。

具体实施方式

[0026] 图1描绘了将帧划分为多个编码树单元(CTU)100。帧可以是视频序列中的图像。帧可以包括矩阵或矩阵的集合,以像素值表示图像中的强度度量。因此,这些矩阵的集合可以生成视频序列。可以定义像素值以表示全色视频编码中的颜色和亮度,其中像素被划分成三个通道。例如,在YCbCr颜色空间中,像素可以具有表示图像中的灰度水平强度的亮度值Y,以及表示颜色从灰色到蓝色和红色的差异程度的两个色度值Cb和Cr。在其他实施方案中,可以用不同颜色空间或模型中的值来表示像素值。视频的分辨率可以确定帧中的像素的数量。更高的分辨率可能表示更多像素和更好的图像清晰度,但也可能导致更高的带宽、存储和传输需求。

[0027] 可以使用JVET对视频序列的帧进行编码和解码。JVET是联合视频探索团队开发的视频编码方案。已经在JEM(联合探索模型)编码器和解码器中实施了多个版本的JVET。类似于像HEVC(高效视频编码)的其他视频编码方案,JVET是一种基于块的混合空域和时域预测编码方案。在利用JVET进行编码期间,首先将帧分成被称为CTU 100的正方形块,如图1所示。例如,CTU 100可以是128×128像素的块。

[0028] 图2a描绘了将CTU 100示例性划分为CU 102。帧中的每个CTU 100可以被分割成一个或多个CU(编码单元)102。如下所述,CU 102可以用于预测和变换。与HEVC不同的是,在JVET中,CU 102可以是矩形或正方形,并可以被编码而无需进一步分割成预测单元或变换单元。CU 102可以与其根CTU 100一样大,或者是与4×4块一样小的根CTU 100的更小细分。

[0029] 在JVET中,可以根据四叉树加二叉树(QTBT)方案将CTU 100划分为CU 102,其中可以根据四叉树将CTU 100递归地划分为正方形块,然后可以根据二叉树将这些正方形块递归地水平或垂直划分。可以设置参数以根据QTBT控制划分,这些参数是例如CTU尺寸、四叉树和二叉树叶节点的最小尺寸、二叉树根节点的最大尺寸,以及二叉树的最大深度。在VVC中,也可以利用三叉树划分将CTU 100分割成CU。

[0030] 图2a通过非限制性示例示出了被划分为CU 102的CTU 100,其中实线指示四叉树划分,而虚线指示二叉树划分。如图所示,二叉树划分允许水平划分和垂直划分以定义CTU及其细分成CU的结构。图2b和2c描绘了CU的三叉树划分的替代非限制性示例,其中CU的细分是不均等的。

[0031] 图3描绘了图2的划分的QTBT表示。四叉树根节点代表CTU 100,其中四叉树部分中的每个子节点代表从正方形父块划分的四个正方形块中的一个。然后可以使用二叉树将四叉树叶节点代表的正方形块划分零次或多次,其中四叉树叶节点为二叉树的根节点。在二叉树部分的每个层级,可以垂直或水平地对块进行划分。设置为“0”的标志表示水平划分块,而设置为“1”的标志表示垂直划分块。

[0032] 在四叉树划分和二叉树划分之后,由QTBT的叶节点表示的块表示要编码的最终CU 102,例如使用帧间预测或帧内预测的编码。对于用帧间预测编码的条带或完整帧,可以为亮度和色度分量使用不同的分割结构。例如,对于帧间条带,CU 102可以具有用于不同颜色分量的编码块(CB),例如一个亮度CB和两个色度CB。对于用帧内预测编码的条带或完整帧,对于亮度和色度分量,分割结构可以是相同的。

[0033] 图4描绘了用于JVET编码器中的CU编码的简化框图。视频编码的主要阶段包括:如上所述的分割以标识CU 102,接着在404或406处使用预测对CU 102编码,在408处生成残差

CU 410,在412处进行变换,在416处进行量化,以及在420处进行熵编码。图4中所示的编码器和编码过程还包括下文更详细描述的解码过程。

[0034] 鉴于当前的CU 102,编码器可以在404处在空间上使用帧内预测或在406处在时间上使用帧间预测来获得预测CU 402。预测编码的基本理念是在初始信号与针对初始信号的预测之间传输差分或残差信号。在接收机侧,可以通过将残差和预测相加来重构初始信号,如下文将描述的。因为差分信号的相关性低于原始信号,所以其传输所需的比特更少。

[0035] 切片(例如整个图片或图片的一部分)完全由帧内预测的CU编码,可以是I切片,无需参考其他切片即可对其进行解码,因此可以是开始解码的可能点。用至少一些帧间预测CU编码的条带可以是可以基于一个或多个参考图片解码的预测(P)或双向预测(B)条带。P条带可以与先前编码的条带一起使用帧内预测和帧间预测。例如,可以使用帧间预测对P条带进行比I条带更进一步的压缩,但需要先前编码的条带的编码来对它们进行编码。B条带可以使用帧内预测或帧间预测,使用来自两个不同帧的插值预测,来使用来自先前和/或后续条带的数据进行其编码,从而提高运动估计过程的精确度。在一些情况下,也可以或可以替代地使用帧内块复制来对P条带和B条带进行编码,其中使用来自相同条带的其他部分的数据。

[0036] 如下文将讨论的,可以基于来自先前编码的CU 102(例如参考图片中的相邻CU 102或CU 102)的重构CU 434来执行帧内预测或帧间预测。

[0037] 当在404处使用帧内预测对CU 102进行空间编码时,可以找到帧内预测模式,该模式基于来自图片中的相邻CU 102的样本来最好地预测CU 102的像素值。

[0038] 在编码CU的亮度分量时,编码器可以生成候选帧内预测模式的列表。尽管HEVC对于亮度分量具有35种可能的帧内预测模式,但在JVET中,对于亮度分量有67种可能的帧内预测模式,在VVC中,有85种预测模式。这些模式包括平面模式、DC模式、图5中所示的65种定向模式,以及18种宽角预测模式,平面模式使用从相邻像素生成的值的三维平面,DC模式使用相邻像素的平均值,定向模式使用沿实线指示的方向从相邻像素复制的值,宽角预测模式可以与非正方形块一起使用。

[0039] 在为CU的亮度分量生成候选帧内预测模式列表时,列表上的候选模式的数量可以取决于CU的大小。候选列表可以包括:具有最低SATD(绝对变换差之和)成本的HEVC的35种模式的子集;为JVET添加的与从HEVC模式发现的候选相邻的新定向模式;以及来自基于用于先前编码的相邻块的帧内预测模式标识的CU 102的六个最可能模式(MPM)的集合以及默认模式列表中的模式。

[0040] 在编码CU的色度分量时,还可以生成候选帧内预测模式的列表。候选模式的列表可以包括从亮度样点利用跨分量线性模型投影生成的模式、为亮度CB,尤其是色度块中的共位位置发现的帧内预测模式,以及先前为相邻块发现的色度预测模式。编码器可以找到列表上具有最低速率失真成本的候选模式,并在对CU的亮度和色度分量编码时使用那些帧内预测模式。可以在指示用于对每个CU 102进行编码的帧内预测模式的比特流中对语法进行编码。

[0041] 在为CU 102选择最佳帧内预测模式之后,编码器可以使用这些模式生成预测CU 402。当选定模式是定向模式时,可以使用4抽头滤波器来提高定向精确度。可以利用边界预测滤波器,例如2抽头或3抽头滤波器调节预测块的顶部或左侧的列或行。

[0042] 可以使用位置相关的帧内预测组合(PDPC)过程进一步平滑预测CU 402,该过程使用相邻块的未滤波样本来调整基于相邻块的滤波样本生成的预测CU 402,或者使用3抽头或5抽头低通滤波器调整自适应参考样本平滑以处理参考样本。

[0043] 当在406处使用帧间预测对CU 102进行时间编码时,可以找到一组运动矢量(MV),其指向参考图片中最佳预测CU 102的像素值的样本。帧间预测通过表示条带中像素块的位移来利用条带之间的时间冗余性。通过称为运动补偿的过程,根据先前或之后条带中的像素值确定位移。可以在比特流中向解码器提供表示相对于特定参考图片的像素位移的运动矢量和关联的参考索引,连带提供初始像素与经运动补偿的像素之间的残差。解码器可以使用残差和信令通知的运动矢量和参考索引来在重构条带中重构像素块。

[0044] 在JVET中,运动矢量的精度可以存储为1/16像素,并且运动矢量和CU的预测运动矢量之间的差可以用四分之一像素分辨率或整数像素分辨率进行编码。

[0045] 在JVET中,可以使用诸如高级时间运动矢量预测(ATMVP)、时空运动矢量预测(STMVP)、仿射运动补偿预测、模式匹配运动矢量推导(PMMVD)和/或双向光流(BIO)之类的技术为CU 102内的多个子CU找到运动矢量。

[0046] 使用ATMVP,编码器可以找到CU 102的时间矢量,该时间矢量指向参考图片中的对应块。可以基于为先前编码的相邻CU 102找到的运动矢量和参考图片找到时域矢量。使用整个CU 102的时域矢量指向的参考块,可以为CU 102内的每个子CU找到运动矢量。

[0047] STMVP可以通过缩放和平均为先前用帧间预测编码的相邻块找到的运动矢量以及时间矢量来找到子CU的运动矢量。

[0048] 仿射运动补偿预测可以基于为块的顶部拐角找到的两个控制运动向量来预测块中每个子CU的运动向量场。例如,可以基于为CU 102内的每个4×4块找到的顶角运动矢量,导出子CU的运动矢量。

[0049] PMMVD可以使用双边匹配或模板匹配为当前CU 102找到初始运动矢量。双边匹配可以沿运动轨迹查看两个不同参考图片中的当前CU 102和参考块,而模板匹配可以查看当前CU 102和参考图片中由模板标识的对应块。然后可以针对每个子CU逐个细化为CU 102找到的初始运动矢量。

[0050] BIO可以在利用基于较早和较晚参考图片的双向预测执行帧间预测时被使用,并允许基于两个参考图片之间差异的梯度为子CU找到运动矢量。

[0051] 在某些情况下,可以基于当前CU 102附近的样本以及候选运动矢量标识的参考块附近的对应样本,在CU级别上使用局部照明补偿(LIC)来找到缩放系数参数和偏移参数的值。在JVET中,LIC参数可以变化并在CU级别被信令通知。

[0052] 对于上述某些方法,可以将为每个CU的子CU找到的运动矢量信令通知给CU级别的解码器。对于其他方法,例如PMMVD和BIO,不在比特流中信令通知运动信息以节省开销,并且解码器可以通过相同过程导出运动矢量。

[0053] 在为CU 102找到运动矢量后,编码器可以使用这些运动矢量生成预测CU 402。在一些情况下,在已经为各个子CU找到了运动矢量时,在通过组合那些运动矢量与先前为一个或多个相邻子CU找到的运动矢量来生成预测CU 402时,可以使用重叠块运动补偿(OBMC)。

[0054] 在使用双向预测时,JVET可以使用解码器侧运动矢量细化(DMVR)来查找运动矢

量。DMVR允许使用双向模板匹配过程,基于为双向预测找到的两个运动矢量来找到运动矢量。在DMVR中,可以找到利用两个运动矢量中的每个运动矢量生成的预测CU 402的加权组合,并且可以通过用最佳地指向组合的预测CU 402的新运动矢量替换这两个运动矢量来细化这两个运动矢量。可以使用两个细化的运动矢量来生成最终预测CU 402。

[0055] 在408处,如上所述,一旦在404处使用帧内预测或在406处使用帧间预测找到预测CU 402,编码器便可以从当前CU 102中减去预测CU 402来找到残差CU 410。

[0056] 编码器可以在412处使用一个或多个变换操作将残差CU 410转换为在变换域中表示残差CU 410的变换系数414,例如使用离散余弦块变换(DCT变换)将数据转换为转换域。与HEVC相比,JVET允许更多类型的变换操作,包括DCT-II、DST-VII、DST-VII、DCT-VIII、DST-I和DCT-V操作。可以将允许的变换操作分组成子集,并可以由编码器信令通知使用了哪些子集以及那些子集中的哪些特定操作的指示。在一些情况下,可以使用大块尺寸变换来将大于某个尺寸的CU 102中的高频变换系数归零,使得仅为那些CU 102保持低频变换系数。

[0057] 在某些情况下,在前向核心变换之后,可以将与模式相关的不可分二次变换(MDNSST)应用于低频变换系数414。MDNSST操作可以使用基于旋转数据的Hypercube-Givens变换(HyGT)。在使用时,可以由编码器信令通知标识特定MDNSST操作的索引值。

[0058] 在416处,编码器可以将变换系数414量化为量化的变换系数416。可以通过将系数值除以量化步长来计算每个系数的量化,该量化步长是从量化参数(QP)导出的。在一些实施方案中,Qstep被定义为$2^{(QP-4)/6}$。因为可以将高精度变换系数414转换成具有有限数量的可能值的量化变换系数416,所以量化可以有助于数据压缩。于是,变换系数的量化可以限制变换过程生成和发送的比特量。不过,尽管量化是有损操作,并且量化的损失不能恢复,但量化过程在重构序列的质量与表示该序列所需的信息量之间进行权衡。例如,较低的QP值可以产生质量更好的解码视频,尽管需要更大量的数据才能表示和传输。相反,高QP值可以产生质量较低的重构视频序列,但数据和带宽需求较低。

[0059] JVET可以利用基于方差的自适应量化技术,该技术允许每一个CU 102对其编码过程使用不同的量化参数(而不是在帧的每一个CU 102的编码中使用相同的帧QP)。基于方差的自适应量化技术自适应地降低某些块的量化参数,同时在其他块中增大量化参数。为了为CU 102选择特定QP,计算该CU的方差。简而言之,如果CU的方差高于帧的平均方差,可以为该CU 102设置比帧的QP更高的QP。如果CU 102呈现出比帧的平均方差更低的方差,则可以分配更低的QP。

[0060] 在420处,编码器可以通过对量化的变换系数418进行熵编码来找到最终压缩位422。熵编码旨在消除要传输的信息的统计冗余。在JVET中,可以使用CABAC(上下文自适应二进制算术编码)对量化变换系数418编码,该技术使用概率度量来消除统计冗余。对于具有非零量化变换系数418的CU 102,可以将量化变换系数418转换成二进制。然后可以使用上下文模型对二进制表示的每个比特(“二进制位”)编码。CU 102可以被分解成三个区域,每个区域具有其自己的一组上下文模型以用于该区域内的像素。

[0061] 可以执行多次扫描通过以对二进制位进行编码。在对前三个二进制位(bin0、bin1和bin2)编码的轮次期间,可以通过找到该二进制位在多达五个由模板标识的先前编码的相邻量化变换系数418中的位置之和,来找到指示为该二进制位使用哪个上下文模型的索

引值。

[0062] 上下文模型可以基于二进制位的值为‘0’或‘1’的概率。在对值进行编码时,可以基于遇到值‘0’和‘1’的实际数量来更新上下文模型中概率。尽管HEVC使用固定表格来针对每个新图片对上下文模型进行重新初始化,但在JVET中,可以基于为先前编码的帧间预测图片开发的上下文模型对用于新帧间预测图片的上下文模型的概率进行初始化。

[0063] 编码器可以产生:比特流,其包含残差CU 410的熵编码位422;预测信息(例如选定的帧内预测模式或运动矢量);如何根据QTBT结构从CTU 100划分CU 102的指示;和/或有关编码视频的其他信息。比特流可以由解码器解码,如下所述。

[0064] 除了使用量化的变换系数418查找最终压缩位422外,编码器还可以通过遵循与解码器用来生成重构的CU 434相同的解码过程来使用量化的变换系数418以生成重构的CU 434。于是,一旦变换系数已经被编码器计算并量化,就可以将量化变换系数418传输到编码器中的解码环路。在量化CU的变换系数之后,解码环路允许编码器生成与解码器在解码过程中生成的相同的重构的CU 434。因此,在对新CU 102执行帧内预测或帧间预测时,编码器可以使用解码器会用于相邻CU 102或参考图片的相同的重构的CU 434。重构的CU 102、重构条带或完整的重构帧可以充当其他预测阶段的参考。

[0065] 在编码器的解码循环处(对于解码器中的相同操作,参见下文),为获取重构图像的像素值,可以执行去量化过程。为了对帧进行去量化,例如,将帧的每个像素的量化值乘以量化步长,例如上述(Qstep),以获得重构的去量化变换系数426。例如,在图4中所示的解码过程中,在编码器中,可以在424处对残差CU 410的量化变换系数418进行去量化以找到去量化变换系数426。如果在编码期间执行MDNSST操作,则在去量化之后可以对该操作进行反向操作。

[0066] 在428处,可以对去量化的变换系数426进行反向变换,以找到重构的残差CU 430,例如通过将DCT应用于这些值以获得重构的图像。在432处,可以将重构的残差CU 430添加到在404处利用帧内预测或在406处利用帧间预测找到的对应预测CU 402,以便找到重构的CU 434。

[0067] 在436处,可以在图片级别或CU级别的解码过程中(在编码器中,或如下所述,在解码器中)将一个或多个滤波器应用于重构的数据。例如,编码器可以应用去方块滤波器、样点自适应偏移(SAO)滤波器和/或自适应环形滤波器(ALF)。编码器的解码过程可以实现滤波器,以估计可以解决重构图像中的潜在伪影的最佳滤波器参数并将其传输到解码器。这样的改进提高了重构视频的客观和主观质量。在去方块滤波中,可以修改子CU边界附近的像素,而在SAO中,可以使用边缘偏移或频带偏移分类修改CTU 100中的像素。JVET的ALF可以使用对于每个2×2块具有圆形对称形状的滤波器。可以信令通知用于每个2×2块的滤波器的尺寸和身份的指示。

[0068] 如果重构的图片是参考图片,则可以将它们存储在参考缓冲器438中,以在406处对将来的CU 102进行帧间预测。

[0069] 在上述步骤中,JVET允许使用内容自适应裁剪操作来调整颜色值以适合上下裁剪边界。裁剪边界可以针对每个条带改变,并且可以在比特流中信令通知标识边界的参数。

[0070] 图6描绘了用于JVET解码器中的CU编码的简化框图。JVET解码器可以接收包含关于已编码CU 102的信息的比特流。比特流可以指示如何根据QTBT结构从CTU 100分割出图

片的CU 102,CU 102的预测信息(例如,帧内预测模式或运动矢量),以及表示熵编码残差CU的比特602。

[0071] 在604处,解码器可以使用编码器在比特流中信令通知的CABAC上下文模型对熵编码的位602进行解码。解码器可以使用编码器信令通知的参数,来以与在编码期间更新上下文模型的概率相同的方式更新上下文模型的概率。

[0072] 在604处反向操作熵编码以找到量化的变换系数606之后,解码器可以在608处将其去量化以找到去量化的变换系数610。如果在编码期间执行MDNSST操作,则在去量化之后可以由解码器对该操作进行逆操作。

[0073] 在612处,可以对去量化的变换系数610进行反向变换以找到重构的残差CU 614。在616处,可以将重构的残差CU 614添加到在622处利用帧内预测或在624处利用帧间预测找到的对应预测CU 626,以便找到重构的CU 618。

[0074] 在620处,可以在图片级别或CU级别将一个或多个滤波器应用于重构的数据。例如,解码器可以应用去方块滤波器、样点自适应偏移(SAO)滤波器和/或自适应环形滤波器(ALF)。如上所述,可以使用位于编码器的解码环路中的环内滤波器来估计最优滤波器参数,以提高帧的客观和主观质量。这些参数被传输到解码器以在620处对重构帧滤波,以与编码器中的经滤波的重构帧。

[0075] 在通过找到重构的CU 618并应用信令通知滤波器来生成重构的图片之后,解码器可以将重构的图片作为输出视频628输出。如果重构图片要被用作参考图片,可以将它们存储在参考缓冲器630中,以在624处对将来的CU 102进行帧间预测。

[0076] 图7描绘了HDR编码702和解码704的框图700。一种常见的HDR视频格式使用线性光RGB域,其中每个信道均以高比特深度格式指定;作为非限制性示例,EXR文件格式为半浮点格式。由于当前的视频压缩算法无法直接处理HDR视频格式,因此对HDR视频进行编码的一种方法是先将其转换为视频编码器可以接受的格式。然后可以将解码器视频转换回HDR格式。这种系统的一个示例在图7中示出,其中编码702和解码704模块对应于本文描述的用于SDR内容的JVET编码的过程。

[0077] 图7的顶部系统示出了将输入HDR视频格式转换为可以使用JVET编码器(或主10HEVC编码器等)进行编码的10位4:2:0视频格式的示例。为了准备将高位深度输入转换为较低位深度,首先使编码传递函数(TF)706通过输入HDR视频中的每个RGB信道。然后将输出R'G'B'转换为更适合视频编码的色彩空间Y'CbCr 708。然后在步骤710中执行感知映射,然后在步骤712中将每个信道量化为10位。在步骤712中将每个信道均匀量化为10位之后,在步骤714中将色度Cb和Cr信道子采样为4:2:0格式。然后,在步骤716中,编码器例如使用主10HEVC编码器来压缩10位4:2:0视频。

[0078] 图7中的底部系统从输入比特流重构输出HDR视频。在一个示例中,在步骤817中对比特流进行解码,并且在步骤720中,JVET解码器(或主10HEVC解码器,或其他已知的、方便的和/或期望的解码器)重构10位4:2:0视频,并且重构的视频被上采样为4:4:4格式。在步骤722中对10位数据进行反向量化重新映射之后,在步骤724中应用反向感知映射以生成Y'CbCr值。然后可以在步骤726中将Y'CbCr数据转换为R'G'B'色彩空间,并且在输出HDR视频数据之前在步骤728中对信道进行反向编码TF操作。

[0079] 方块伪影在很大程度上是基于块的视频编码中对相邻单元进行独立编码的结果。

当相邻块的帧内/帧间编码类型不同时,并且在空间活动较低的区域中,它们倾向于以低比特率出现并可见。结果是由引入的人工不连续或边界引起的视觉伪影。

[0080] 去方块化滤波器(诸如HEVC[1]和当前JVET中的那些)试图通过在PU/TU或CU边界上进行平滑或低通滤波来减少视觉伪影。在一些实施方案中,首先对垂直边界滤波,然后对水平边界滤波。在边界两侧的4x4区域中可以使用最多四个重构的亮度像素值来滤波边界两侧的三个像素。在普通或弱滤波中,可以滤波两侧的最多两个像素,而在强滤波中,可以滤波两侧的三个像素。可以基于相邻块的帧内/帧间模式决定、运动信息和残差信息来决定是否对像素进行滤波以生成0、1或2的边界强度值B。如果B>0,则可以在垂直(或水平)边界任一侧的4x4区域的第一行和最后一行(或列)上检查平滑度条件。这些条件可以确定与给定边界上的坡道的偏差程度。通常,如果偏差小于参数β指定的阈值,则可以在整个4x4区域上应用去方块滤波,并且大偏差可以指示真实或预期边界的存在,因此可以不执行去方块滤波。β参数是块QP值的非递减函数,因此,较大的QP值对应于较大的阈值。在一些实施方案中,如果B＞0并且满足平滑度条件,则可以基于附加的平滑度条件和也是QP的非递减函数的另一个参数tc在强滤波和弱滤波之间做出决定。通常,对较平滑区域应用强滤波,因为在这样的区域中不连续在视觉上更明显。

[0081] 在某些实施方案中,去方块滤波器操作实际上是4抽头或5抽头滤波操作,但是其中输入和滤波后的输出之间的差首先被裁剪,然后加回到输入中(或从中减去)。裁剪试图限制过度平滑,并且裁剪级别可以由tc和QP确定。对于色度去方块,当对至少一个块进行帧内编码时,可以将4抽头滤波器应用于边界两侧的一个像素。

[0082] 去方块伪影可能是由于块边界(例如CU、预测、变换边界和/或其他分段边界)处的不匹配导致的。这些差异可以是DC电平、对准、相位和/或其他数据。这样,边界差可以被认为是添加到信号的噪声。如图7所示,尽管原始输入HDR信号经过编码TF和反向编码TF,但是去方块噪声仅经过反向编码TF。传统的SDR去方块伪影没有考虑这个附加的TF,并且其在图7中观察到解码器的输出的情况下得到发展。在HDR的情况下,去方块噪声经过反向编码TF,并且伪影的可见性可以被改变。这样,在反向编码TF操作之后,亮区域或暗区域中的相同不连续性跳跃可导致较大或较小的不连续性跳跃。

[0083] 典型的反向编码TF(通常称为EOTF)——诸如PQ、HLG和Gamma——具有单调增加强度函数的特性,图8描绘了相对于强度(I)802绘制的归一化的PQ EOTF曲线800。例如,在图8中描绘了归一化的PQ EOTF曲线800。由于PQ EOTF曲线800的斜率增加,因此与较暗区域相比,在较亮区域不连续性跳跃将被EOTF放大,从而潜在地使去方块伪影更加可见。根据韦伯定律,可以理解,JND(最小可觉差)越大,观看者可以容忍的较亮区域中的差异越大。然而,图9描绘了针对强度802绘制的JND 902的归一化曲线900,其示出,即使考虑韦伯定律,对于PQ EOTF,JND在高强度下也会减小。图9是基于α＝8％韦伯定律JND阈值计算得出的,并且示出,峰值JND似乎对很多PQ阈值都不十分敏感。实际上,PQ的峰值JND似乎出现在图8中的PQ EOTF的单位斜率附近,并且出现在大约I＝78％(归一化)峰值强度处。替代测试表明,对于HLG EOTF的情况,峰值JND强度似乎在大约I＝50％(归一化)处出现,而单位斜率出现在大约70％(归一化)。

[0084] 基于此分析和相关的视觉观察,很明显,取决于强度的去方块滤波器操作将产生改进的性能。也就是说,作为非限制性示例,去方块化滤波器系数、所应用的滤波强度(正常

与弱)、已使用或受影响的输入和输出像素的数量、开/关滤波的决定以及其他滤波标准都可能受到影响并因此基于强度。强度可以用于亮度和/或色度,并且可以基于非线性或线性强度。在一些实施方案中,可以基于局部强度来计算强度,诸如基于CU强度或块边界周围的像素邻域。在一些实施方案中,强度可以是基于邻域像素亮度/色度值的最大值、最小值、平均值或某些其他统计量或度量。在替代实施方案中,去方块滤波可以基于每个场景、序列或其他帧间或帧内单元值的帧或帧组的强度。

[0085] 在一些实施方案中,可以基于在编码器和/或解码器中计算出的强度运算来确定去方块操作,或者可以在比特流中将参数发送到解码器,以用于进行去方块决定或滤波操作。可以以CU、切片、图片、PPS、SPS级别和/或任何其他已知的、方便的和/或期望的级别发送参数。

[0086] 基于强度的去方块也可以应用于SDR内容,然而,由于应用于HDR的反向编码TF,预计基于强度的去方块将对HDR内容产生较大的影响。在一些实施方案中,去方块可以基于反向编码TF(或编码TF)。TF信息可以在比特流中被信令通知并由去方块操作使用。通过非限制性示例,可以基于强度(局部的或聚集的)大于还是小于某个阈值来使用不同的去方块策略,并且该阈值可以基于TF。另外,在一些实施方案中,多于一个的阈值可以被标识并且与滤波操作的多个级别相关联。在一些实施方案中,示例性去方块策略可以包括滤波与不滤波、强滤波与弱滤波和/或基于各种强度水平触发值的各种滤波级别。在一些实施方案中,可以确定在反向编码TF之后不需要去方块滤波,因为伪影可能不那么可见(或者不再可见),从而减少了计算需求。I*值(归一化强度值)可以基于TF被信令通知、计算或指定并用作确定滤波的阈值。在一些实施方案中,可以使用多于一个的阈值来修改去方块滤波器操作。

[0087] 可以对HEVC或JVET中的现有SDR去方块进行修改,以合并HDR的基于强度的去方块。通过非限制性示例,在HEVC中,可以基于强度来修改去方块参数β(和tc)以增加或减少强/正常滤波或开/关滤波,并且可以基于强度值或强度值的范围为HDR定义不同的β(和tc)参数曲线。替代地,可以基于边界、CU、区域或帧组的邻域中的强度将移位或偏移应用于参数和曲线。通过非限制性示例,可以应用移位,从而在较亮的区域中应用较强的滤波。

[0088] 图10描绘了编码系统1000的框图,其中出于确定滤波的目的考虑了强度。在步骤1002中,可以获得关于编码单元和邻近/相邻编码单元的信息。然后在步骤1004中,可以确定是否要应用滤波。如果在步骤1004中确定要应用滤波,则在步骤1006中,可以评估与编码单元和/或邻近/相邻编码单元相关联的强度值。基于在步骤1006中对强度值的评估,可以在步骤1008a-1008c之一中将期望的滤波级别应用于编码单元。在一些实施方案中,滤波级别的选择可以基于编码单元的强度值和/或与编码单元相关联的强度值和与一个或多个邻近编码单元相关联的强度值的比较。在一些实施方案中,这可以基于一个或多个所建立的阈值强度值。在步骤1008a-1008c之一中应用了滤波之后,可以在步骤1010中对编码单元进行编码以进行传输。然而,如果在步骤1004中确定不应该应用滤波,则可以绕过1006-1008c,使得未滤波的编码单元可以直接进行步骤1010中的编码。

[0089] 在替代实施方案中,步骤1006可以在步骤1004之前,并且强度的评估可以用于确定步骤1006中的滤波,并且紧接在步骤1004之后,可以在步骤1010中进行编码(如果不期望滤波)或进行步骤1008a-1008c中的一个步骤(如果期望滤波)。

[0090] 图11描绘了解码系统的框图,其中强度是在滤波以进行显示时考虑的因素。在图11所示的实施方案中,可以在步骤1102中接收和解码比特流。在一些实施方案中,在步骤1104中,可以确定适当和/或期望的去方块级别。然而,在一些替代实施方案中,在步骤1104中,可以确定在编码阶段期间是否应用了滤波。如果在步骤1104中确定期望滤波(或者在一些实施方案中在编码阶段期间被应用),则在步骤1106中确定滤波级别。在一些实施方案中,这可以是用于建立与滤波相关联的一个或多个因素的偏移值,和/或可以是在编码阶段期间应用的滤波级别的指示。至少部分地基于步骤1106中的确定,在步骤1110中将应用滤波级别1108a-1108c来渲染要显示的图像。如果在步骤1104中未在编码阶段应用任何滤波,则可以在步骤1110中渲染图像以进行显示。

[0091] 图12a-12c描绘了一系列示例性β和tc相对于QP曲线1200,其以图形方式表示图10和11中所描述和描绘的系统。在图12a所描绘的实施方案中,呈现了示例性的一对β和tc相对于QP曲线1202、1204,如果强度低于x的期望阈值1206,则可以对其进行采用。因此,在强度值低于x的期望值1202的情况下,可以使用β和tc的正常或标准值来确定要应用的去方块级别。图12b和12c描绘了替代β和tc相对于QP曲线1212、1214、1222、1224,如果确定强度大于等于x的期望值1208,则可以对其进行采用。图12b表示与图12a所示相同但向左移位的一组曲线1212、1214,而图12c表示与图12a所示相同但向上移位的一组曲线1222、1224。因此,在强度值达到或超过(或超过)x的期望值的情况下,可以使用偏移、β和tc的非标准或修改值来确定所应用的去方块级别。因此,当强度值增加时,将选择增加的β和tc值,并且将增加应用的滤波级别。虽然图12b-12c描绘了强度(I)大于或大于等于x的单个值的变型,但是应该很好地理解,该系统可以扩展为涵盖具有多组β和tc相对于QP曲线(每组与各种边界相关联)的系统。也就是说,设想了可能存在诸如I<x、x≤I≤y和I>y的条件和/或采用多个边界或区域的系统的条件。另外,应当注意,<、>、≤和≥的使用是任意的,并且可以采用任何逻辑边界条件。最后,应该很好地理解,图12a-12c中所呈现的曲线本质上是示例性的,并且相同或相似的技术、方法和逻辑可以应用于任何已知的、方便的和/或期望的曲线集。

[0092] 实践实施方案所需的指令序列的执行可以由如图13所示的计算机系统1300执行。在实施方案中,指令序列的执行由单个计算机系统1300执行。根据其他实施方案,通过通信链路1315耦合的两个或更多个计算机系统1300可以彼此协调地执行指令序列。尽管下面将呈现对仅一个计算机系统1300的描述,但是应该理解,可以采用任何数量的计算机系统1300来实践实施方案。

[0093] 现在将参照图13描述根据实施方案的计算机系统1300,该图是计算机系统1300的功能部件的框图。如本文所使用的,术语“计算机系统1300”被广泛地用于描述可以存储并独立运行一个或多个程序的任何计算装置。

[0094] 每个计算机系统1300可以包括耦合到总线1306的通信接口1314。通信接口1314提供计算机系统1300之间的双向通信。相应计算机系统1300的通信接口1314发送和接收电、电磁或光信号,其包括表示各种类型的信号信息(例如,指令、消息和数据)的数据流。通信链路1315将一个计算机系统1300与另一计算机系统1300链接。例如,通信链路1315可以是LAN,在这种情况下通信接口1314可以是LAN卡,或者通信链路1315可以是PSTN,在这种情况下通信接口1314可以是集成服务数字网络(ISDN)卡或调制解调器,或者通信链路1315可以是因特网,在这种情况下通信接口1314可以是拨号、电缆或无线调制解调器。

[0095] 计算机系统1300可以通过其相应的通信链路1315和通信接口1314传输和接收消息、数据和指令(包括程序,即应用程序、代码)。接收到的程序代码可以在其被接收到时由相应的处理器1307执行和/或存储在存储装置1310或其他关联的非易失性介质中,以供以后执行。

[0096] 在实施方案中,计算机系统1300与数据存储系统1331(例如,数据存储系统1331)结合操作,该数据存储系统包含易于由计算机系统1300访问的数据库1332。计算机系统1300通过数据接口1333与数据存储系统1331通信。耦合到总线1306的数据接口1333传输和接收电、电磁或光信号,其包括表示各种类型的信号信息(例如,指令、消息和数据)的数据流。在实施方案中,数据接口1333的功能可以由通信接口1314执行。

[0097] 计算机系统1300包括总线1306或其他用于传送指令、消息和数据(统称为信息)的通信机制,以及与总线1306耦合以处理信息的一个或多个处理器1307。计算机系统1300还包括主存储器1308,诸如随机存取存储器(RAM)或其他动态存储装置,其耦合到总线1306,用于存储动态数据和要由处理器1307执行的指令。主存储器1308还可用于在处理器1307执行指令期间存储临时数据(即变量)或其他中间信息。

[0098] 计算机系统1300还可以包括只读存储器(ROM)1309或耦合到总线1306的其他静态存储装置,其用于存储静态数据和处理器1307的指令。还可以提供存储装置1310(诸如磁盘或光盘),并将其耦合到总线1306以存储用于处理器1307的数据和指令。

[0099] 计算机系统1300可以通过总线1306耦合到用于向用户显示信息的显示装置1311(诸如但不限于阴极射线管(CRT)或液晶显示器(LCD)监视器)。输入装置1312(例如,字母数字键和其他键)耦合到总线1306,用于将信息和命令选择传送到处理器1307。

[0100] 根据一个实施方案,单独的计算机系统1300通过其相应的处理器1307执行包含在主存储器1308中的一个或多个指令的一个或多个序列来执行特定操作。可以从另一计算机可用介质(诸如ROM 1309或存储装置1310)将这样的指令读入主存储器1308。执行包含在主存储器1308中的指令序列使处理器1307执行本文所述的处理。在替代实施方案中,硬连线电路可以取代或结合软件指令使用。因此,实施方案不限于硬件电路和/或软件的任何特定组合。

[0101] 本文使用的术语“计算机可用介质”是指提供信息或可由处理器1307使用的任何介质。这样的介质可以采取很多形式,包括但不限于,非易失性介质、易失性介质和传输介质。非易失性介质(即可以在没有电源的情况下保留信息的介质)包括ROM 1309、CD ROM、磁带和磁盘。易失性介质(即在没有电源的情况下不能保留信息的介质)包括主存储器1308。传输介质包括同轴电缆、铜线和光纤,包括构成总线1306的电线。传输介质还可以采取载波(即,可以在频率、幅度或相位方面被调制以传输信息信号的电磁波)的形式。此外,传输介质可以采取声波或光波(诸如,在无线电波和红外线数据通信期间产生的那些)的形式。

[0102] 在前面的说明中,已参考实施方案的特定元素对其进行了描述。但是,将显而易见的是,在不脱离实施方案的更广泛的实质和范围的情况下,可对其进行各种修改和变更。例如,读者要理解,本文所述的过程流程图中所示的过程动作的具体排序和组合仅仅是示例性的,并且可以使用不同或额外的过程动作或过程动作的不同组合或排序来实践这些实施方案。因此,说明书和附图应被视为是示例性的而非限制性的。

[0103] 还应该注意,本发明可以在各种计算机系统中实现。本文所述的各种技术可以在

硬件或软件或两者的组合中实现。优选地,在可编程计算机上执行的计算机程序中实施这些技术,所述可编程计算机各自包括处理器、可由处理器读取的存储介质(包括易失性和非易失性存储器和/或存储元件)、至少一个输入设备和至少一个输出设备。可以向使用输入设备输入的数据应用程序代码以执行上文描述的功能并产生输出信息。输出信息被应用到一个或多个输出设备。优选地以高阶程序编程语言或面向对象的编程语言实现每个程序,以与计算机系统通信。然而,如果需要的话,可以用汇编语言或机器语言来实现程序。在任何情况下,该语言可以是编译或解释语言。每个这样的计算机程序优选地存储在可由通用或专用可编程计算机读取的存储介质或设备(例如,ROM或磁盘)上,以在计算机读取存储介质或设备时配置并操作计算机以执行上述程序。还可以考虑将该系统实现为配置有计算机程序的计算机可读存储介质,其中如此配置的存储介质使计算机以特定的预定义方式运行。此外,示例性计算应用的存储元件可以是关系型或顺序(平坦文件)型计算数据库,其能够以各种组合和配置存储数据。

[0104] 图14是可以结合本文描述的系统和装置的特征的源装置1412和目的地装置1410的高级视图。如图14所示,示例性视频编码系统1410包括源装置1412和目的地装置1414,其中在该示例中,源装置1412生成编码的视频数据。因此,源装置1412可以被称为视频编码装置。目的地装置1414可以对由源装置1412生成的编码的视频数据进行解码。因此,目的地装置1414可以被称为视频解码装置。源装置1412和目的地装置1414可以是视频编码装置的示例。

[0105] 目的地装置1414可以通过信道1416从源装置1412接收编码的视频数据。信道1416可以包括能够将编码的视频数据从源装置1412移动到目的地装置1414的一种类型的介质或装置。在一个示例中,信道1416可以包括通信介质,该通信介质使源装置1412能够将编码的视频数据实时地直接传输到目的地装置1414。

[0106] 在该示例中,源装置1412可以根据通信标准(诸如无线通信协议)来调制编码的视频数据,并且可以将调制的视频数据发送到目的地装置1414。通信介质可以包括无线或有线通信介质,例如射频(RF)频谱或一个或多个物理传输线。通信介质可以形成诸如局域网、广域网的基于分组的网络或诸如因特网的全球网络的一部分。通信介质可以包括路由器、交换机、基站或有助于从源装置1412到目的地装置1414的通信的其他设备。在另一个示例中,信道1416可以对应于存储由源装置1412生成的编码的视频数据的存储介质。

[0107] 在图14的示例中,源装置1412包括视频源1418、视频编码器1420和输出接口1422。在一些情况下,输出接口1428可以包括调制器/解调器(调制解调器)和/或发射机。在源装置1412中,视频源1418可以包括:源,(诸如视频捕获装置,例如摄像机);包含先前捕获的视频数据的视频档案;从视频内容提供商接收视频数据的视频馈送接口;和/或用于生成视频数据的计算机图形系统;或这样的源的组合。

[0108] 视频编码器1420可以对捕获的、预先捕获的或计算机生成的视频数据进行编码。输入图像可以由视频编码器1420接收并被存储在输入帧存储器1421中。通用处理器1423可以从此处加载信息并执行编码。用于驱动通用处理器的程序可以从存储装置加载,诸如图14所描绘的示例性存储器模块。通用处理器可以使用处理存储器1422来执行编码,并且通用处理器的编码信息的输出可以存储在缓冲器中,诸如输出缓冲器1426。

[0109] 视频编码器1420可以包括重采样模块1425,其可以被配置为以定义至少一个基本

层和至少一个增强层的可伸缩视频编码方案来编码(例如,编码)视频数据。重采样模块1425可以对至少一些视频数据进行重采样作为编码过程的一部分,其中可以使用重采样滤波器以自适应方式执行重采样。

[0110] 编码的视频数据(例如编码的比特流)可以通过源装置1412的输出接口1428直接传输到目的地装置1414。在图14的示例中,目的地装置1414包括输入接口1438、视频解码器1430和显示装置1432。在某些情况下,输入接口1428可以包括接收机和/或调制解调器。目的地装置1414的输入接口1438通过信道1416接收编码的视频数据。编码的视频数据可以包括由视频编码器1420生成的代表视频数据的各种语法元素。这样的语法元素可以与通信介质上传输的编码视频数据一起被包括,存储在存储介质上或存储在文件服务器上。编码的视频数据也可以存储到存储介质或文件服务器上,以供以后由目的地装置1414访问以进行解码和/或回放。例如,编码的比特流可以被临时存储在输入缓冲器1431中,然后被加载到通用处理器1433中。可以从存储设备或存储器加载用于驱动通用处理器的程序。通用处理器可以使用处理存储器1432来执行解码。视频解码器1430还可以包括与视频编码器1420中采用的重采样模块1425相似的重采样模块1435。

[0111] 图14描绘了与通用处理器1433分开的重采样模块1435,但是本领域技术人员将认识到,重采样功能可以由通用处理器执行的程序来执行,并且视频编码器中的处理可以使用一个或多个处理器来完成。解码的图像可以被存储在输出帧缓冲器1436中,然后被发送到输入接口1438。

[0112] 显示装置1438可以与目的地装置1414集成在一起或位于该目的地装置外部。在一些示例中,目的地装置1414可以包括集成显示装置,并且还可以被配置为与外部显示装置接口。在其他示例中,目的地装置1414可以是显示装置。通常,显示装置1438将解码的视频数据显示给用户。

[0113] 视频编码器1420和视频解码器1430可以根据视频压缩标准运行。ITU-T VCEG(Q6/16)和ISO/IEC MPEG(JTC 1/SC 29/WG 11)正在研究对未来视频编码技术的标准化的潜在需求,该技术的压缩能力显著地超过当前的高效视频编码HEVC标准(包括其对屏幕内容编码和高动态范围编码的当前扩展和近期扩展)。各工作组正在共同努力一起开展这项探索活动(被称为联合视频探索团队(JVET)),以评估这个领域中其专家提出的压缩技术设计。在作者为J.Chen,E.Alshina,G.Sullivan,J.Ohm,J.Boyce的“Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 5(JEM 5)”,JVET-E1001-V2中描述了JVET开发的最近情况。

[0114] 附加地或替代地,视频编码器1420和视频解码器1430可以根据具有利用所公开的JVET特征起作用的其他专有或行业标准来运行。因而,其他标准是例如ITU-T H.264标准,或称为MPEG-4,部分10,高级视频编码(AVC)或此类标准的扩展。因此,尽管是为JVET新开发的,但本公开的技术不限于任何特定的编码标准或技术。视频压缩标准和技术的其他示例包括MPEG-2、ITU-T H.263和专有或开源压缩格式和相关格式。

[0115] 视频编码器1420和视频解码器1430可以用硬件、软件、固件或其任意组合来实现。例如,视频编码器1420和解码器1430可以采用一个或多个处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、离散逻辑或其任意组合。当视频编码器1420和解码器1430部分地以软件实现时,装置可以将用于该软件的指令存储在合适的非暂

时性计算机可读存储介质中,并且可以使用一个或多个处理器以硬件方式执行指令以执行本公开的技术。视频编码器1420和视频解码器1430中的每一个可以被包括在一个或多个编码器或解码器中,这两者中的任一个可以被集成为相应装置中的组合的编码器/解码器(CODEC)的一部分。

[0116] 本文所述主题的各个方面可以在计算机可执行指令(诸如程序模块)的一般性上下文中描述,所述计算机可执行指令由计算机(诸如上述通用处理器1423和1433)执行。通常,程序模块包括执行特定任务或实施特定抽象数据类型的例程、程序、对象、部件、数据结构等。也可以在分布式计算环境中实践本文所述的主题的各方面,其中任务是由通过通信网络链接的远程处理设备执行的。在分布式计算环境中,程序模块可位于包括存储设备的本地和远程计算机存储介质。

[0117] 存储器的示例包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)或两者兼有。存储器可以存储指令,例如,源代码或二进制代码,以用于执行上文所述的技术。存储器还可用于在执行由处理器(诸如处理器1423和1433)执行的指令期间存储变量或其他中间信息。

[0118] 存储装置还可以存储用于执行上述技术的指令、指令,诸如源代码或二进制代码。存储设备可以额外地存储由计算机处理器使用和操控的数据。例如,视频编码器1420或视频解码器1430中的存储装置可以是由计算机系统1423或1433访问的数据库。存储设备的其他示例包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬盘驱动器、磁盘、光盘、CD-ROM、DVD、闪存存储器、USB存储卡或任何其他计算机可以读取的介质。

[0119] 存储器或存储装置可以是供视频编码器和/或解码器使用或与其结合使用的非暂时性计算机可读存储介质的示例。非暂态计算机可读存储介质包含用于控制计算机系统的指令,所述计算机系统要被配置为执行特定实施方案描述的功能。所述指令在由一个或多个计算机处理器执行时,可以被配置成执行在特定实施方案中描述的功能。

[0120] 而且,应当注意,一些实施方案已被描述为可以描述为流程图或框图的过程。虽然每者可将操作描述为顺序的过程,但是这些操作中的多个操作可并行执行或同时执行。此外,操作的顺序可被重新布置。过程可以具有附图中未包括的额外步骤。

[0121] 特定实施方案可以在非暂时性计算机可读存储介质中实现,以供指令执行系统、装置、系统或机器使用或与其结合使用。计算机可读存储介质包含用于控制计算机系统以执行特定实施方案描述的方法的指令。计算机系统包括一个或多个计算设备。指令在由一个或多个计算机处理器执行时,可以被配置成执行在特定实施方案中描述的功能。

[0122] 除非上下文中另有明确规定,否则本文说明书和整个所附权利要求书中使用的“一(a)”、“一(an)”和“该”包括复数引用。而且,如本文中的说明书和随后的整个权利要求书中所使用的,“在……中”的含义包括“在……中”和“在……上”,除非上下文明确指出其他表述。

[0123] 尽管已经用以上结构特征和/或方法动作专用的语言详细描述了本发明的示例性实施方案,但是应该理解,本领域技术人员将容易理解,在不实质上脱离本发明的新颖的教导和优点的情况下,可以在示例性实施方案中进行许多附加的修改。此外,应当理解,所附权利要求中定义的主题未必限于上述具体特征或动作。因此,这些和所有这样的修改都意在包括在根据所附权利要求的宽度和范围解释的本发明的范围内。

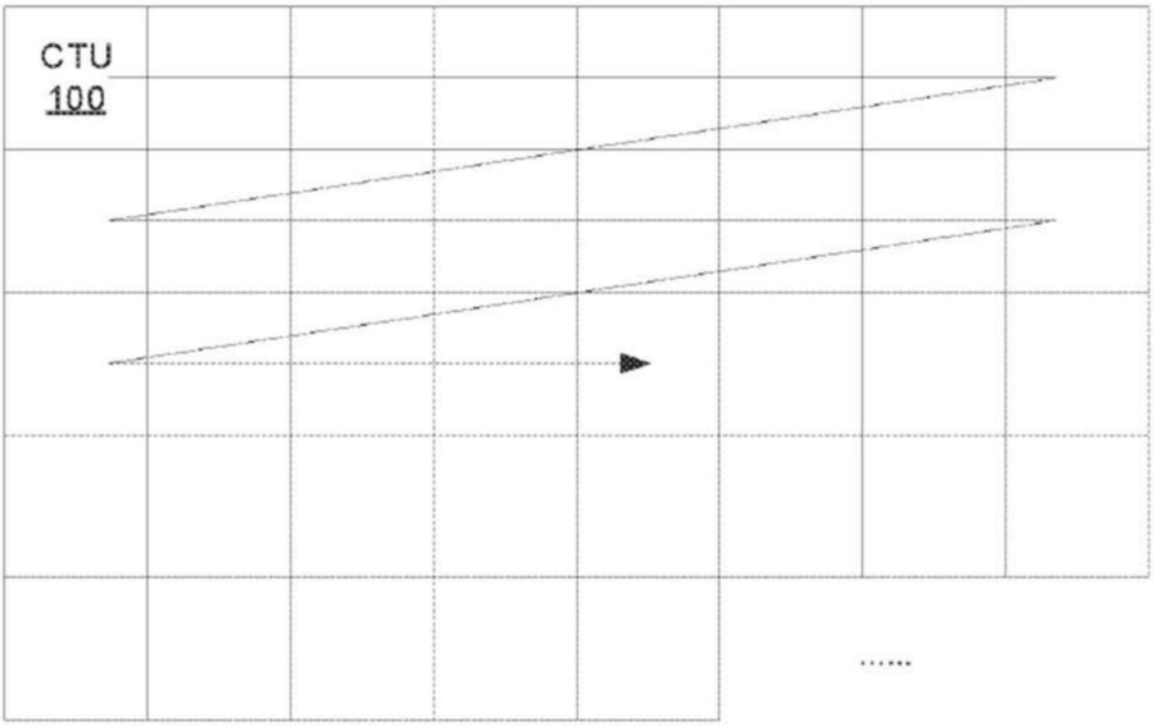


图1

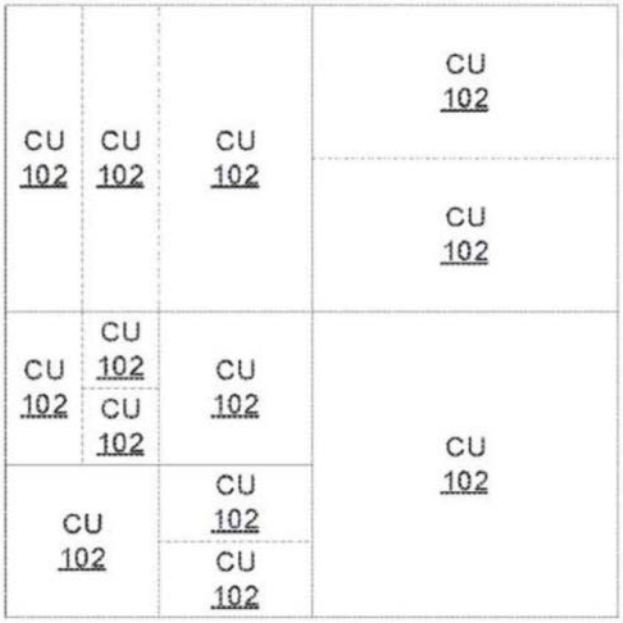


图2a

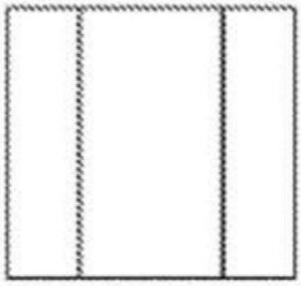


图2b

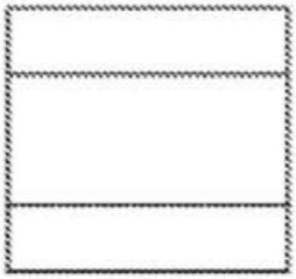


图2c

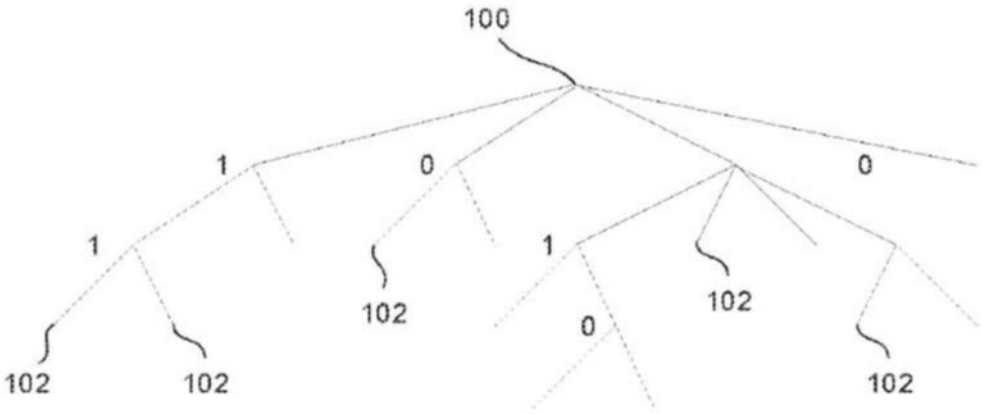


图3

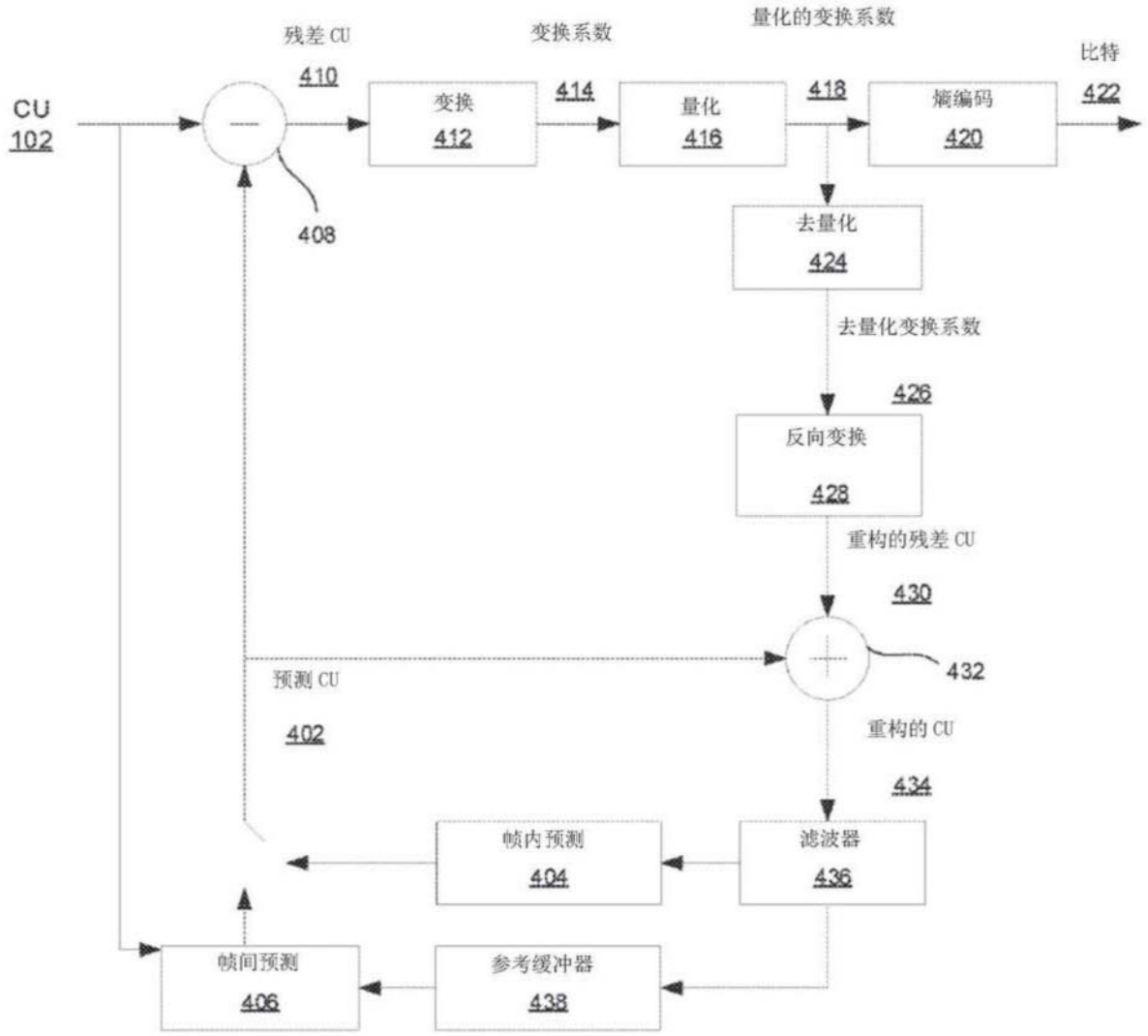

CU
102
残差 CU
410
变换
412
变换系数
414
量化
416
量化的变换系数
418
熵编码
420
比特
422
408
去量化
424
去量化变换系数
426
反向变换
428
重构的残差 CU
430
432
预测 CU
402
重构的 CU
434
帧内预测
404
滤波器
436
帧间预测
406
参考缓冲器
438

图4

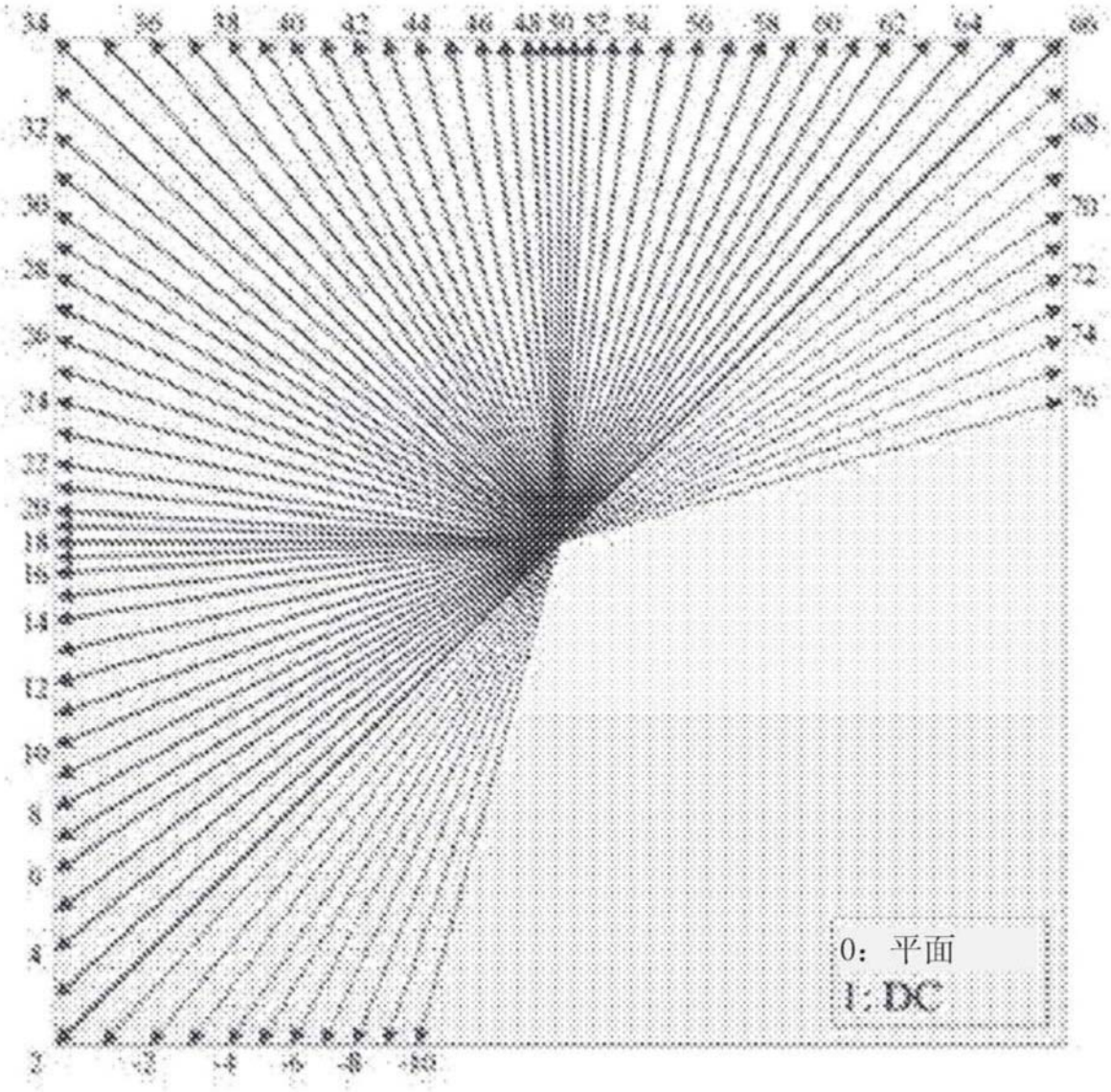


图5

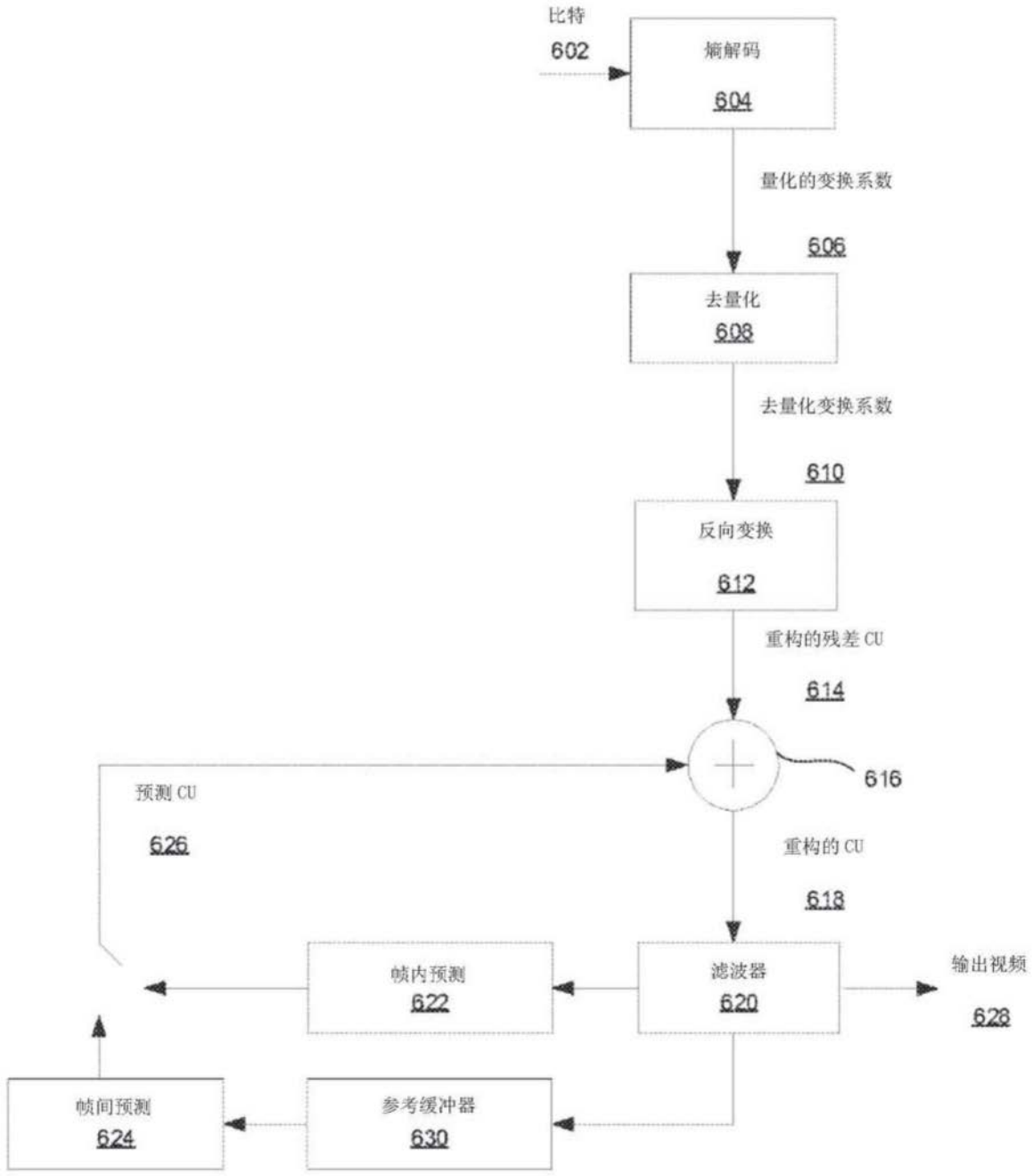

比特
602
熵解码
604
量化的变换系数
606
去量化
608
去量化变换系数
610
反向变换
612
重构的残差 CU
614
616
预测 CU
626
重构的 CU
618
帧内预测
622
滤波器
620
输出视频
628
帧间预测
624
参考缓冲器
630

图6

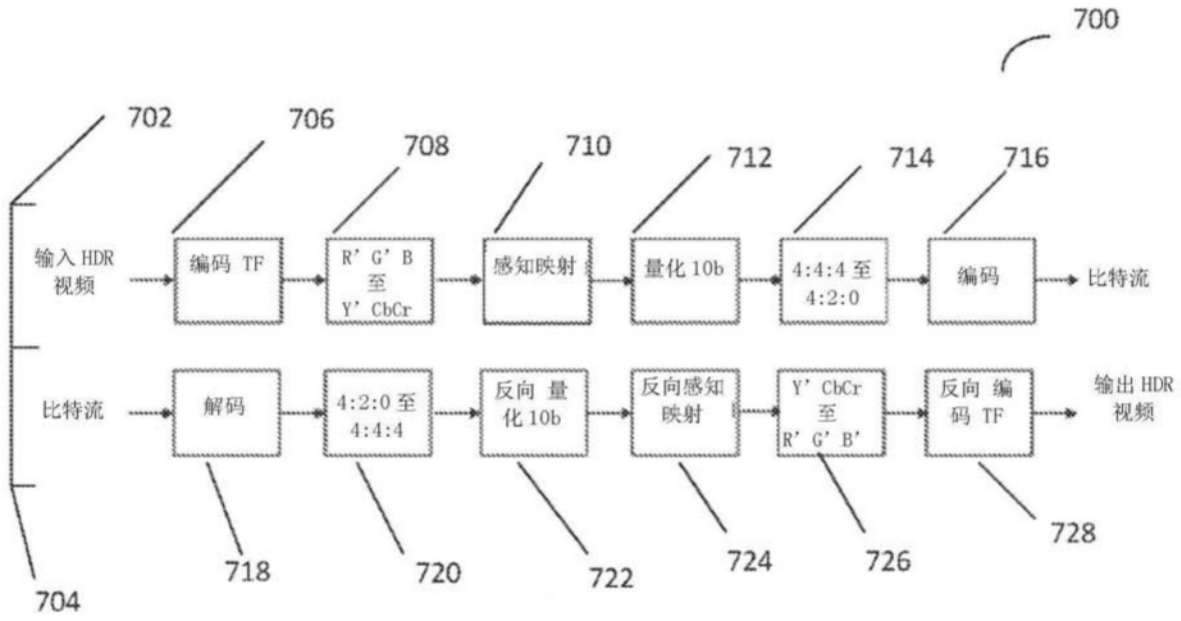

700
702
706
708
710
712
714
716
输入 HDR 视频
编码 TF
R' G' B 至 Y' CbCr
感知映射
量化 10b
4:4:4 至 4:2:0
编码
比特流
比特流
解码
4:2:0 至 4:4:4
反向 量化 10b
反向感知映射
Y' CbCr 至 R' G' B'
反向 编码 TF
输出 HDR 视频
704
718
720
722
724
726
728

图7

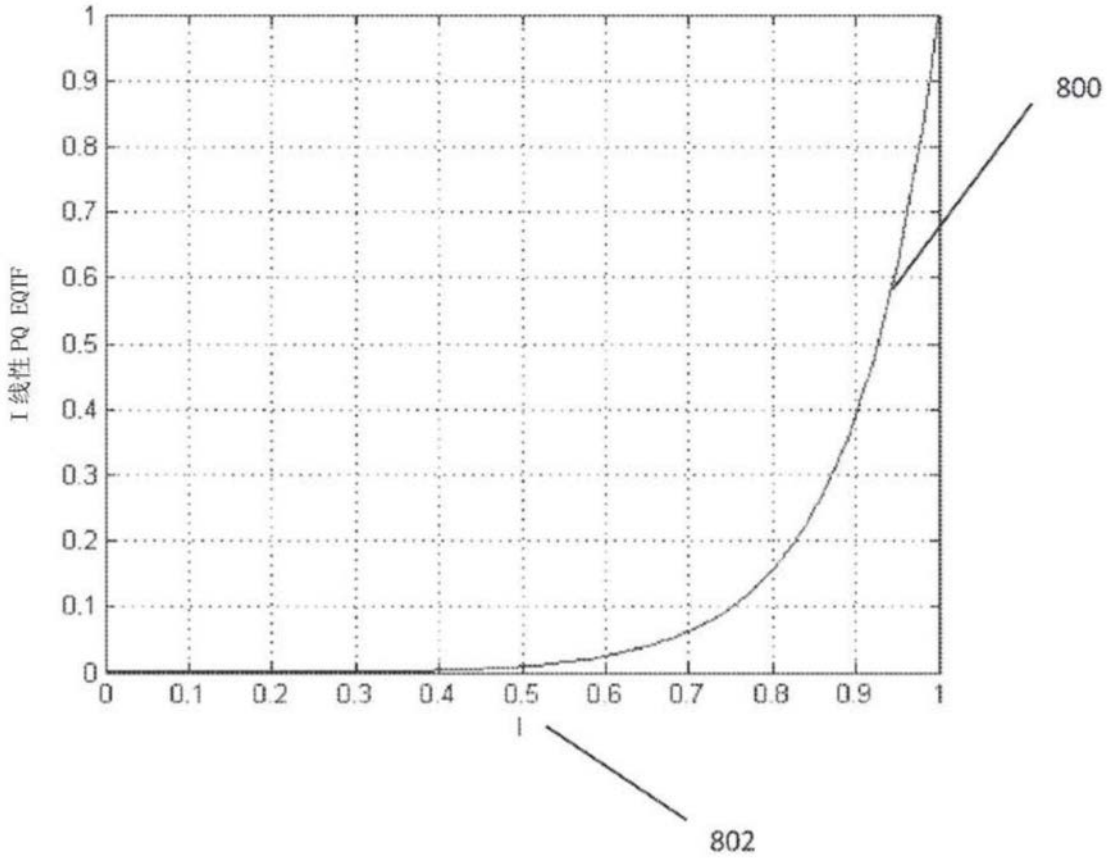

I 线性 PQ EOTF
I
800
802
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

图8

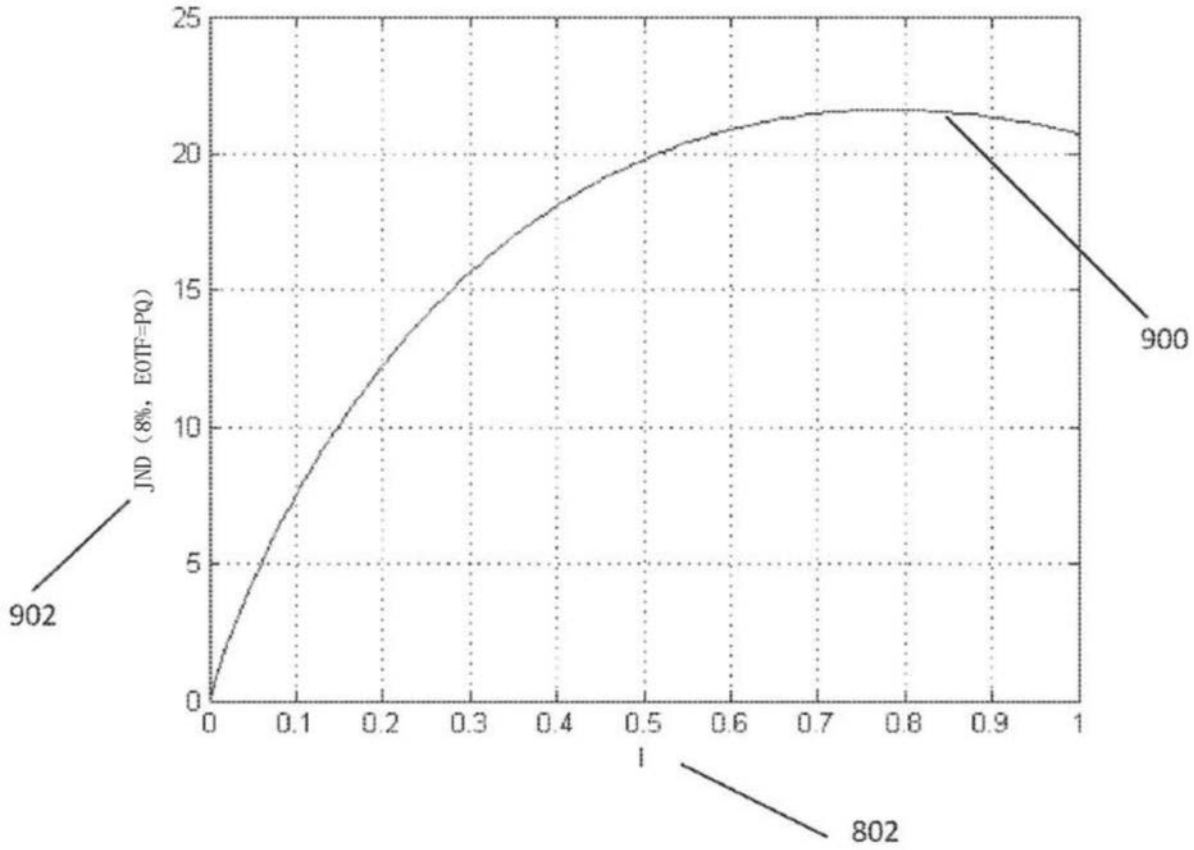

25
20
15
10
5
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
I
JND (8%, EOTF=PQ)
900
902
802

图9

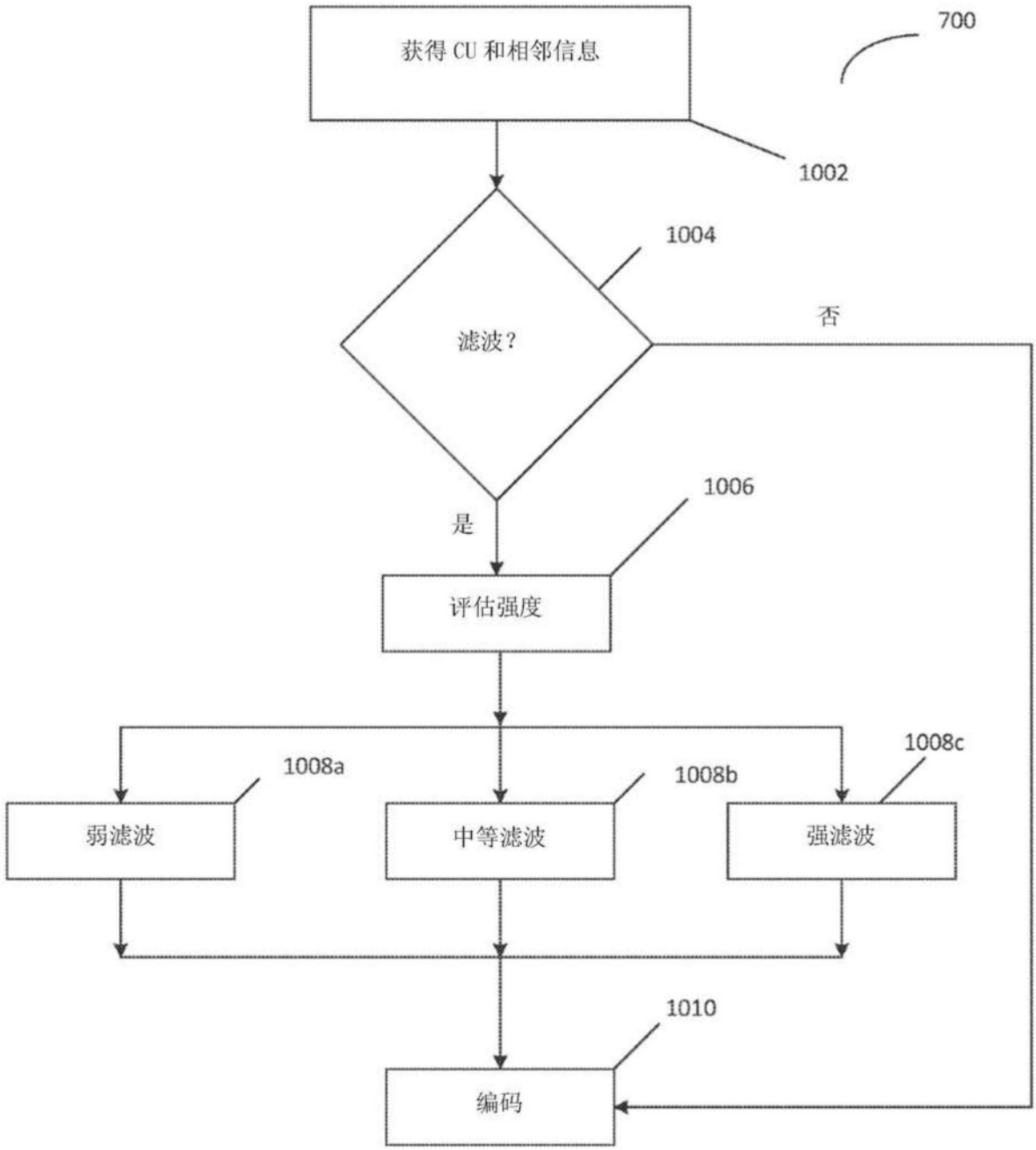

700
获得 CU 和相邻信息
1002
1004
滤波?
否
是
1006
评估强度
1008a
1008b
1008c
弱滤波
中等滤波
强滤波
1010
编码

图10

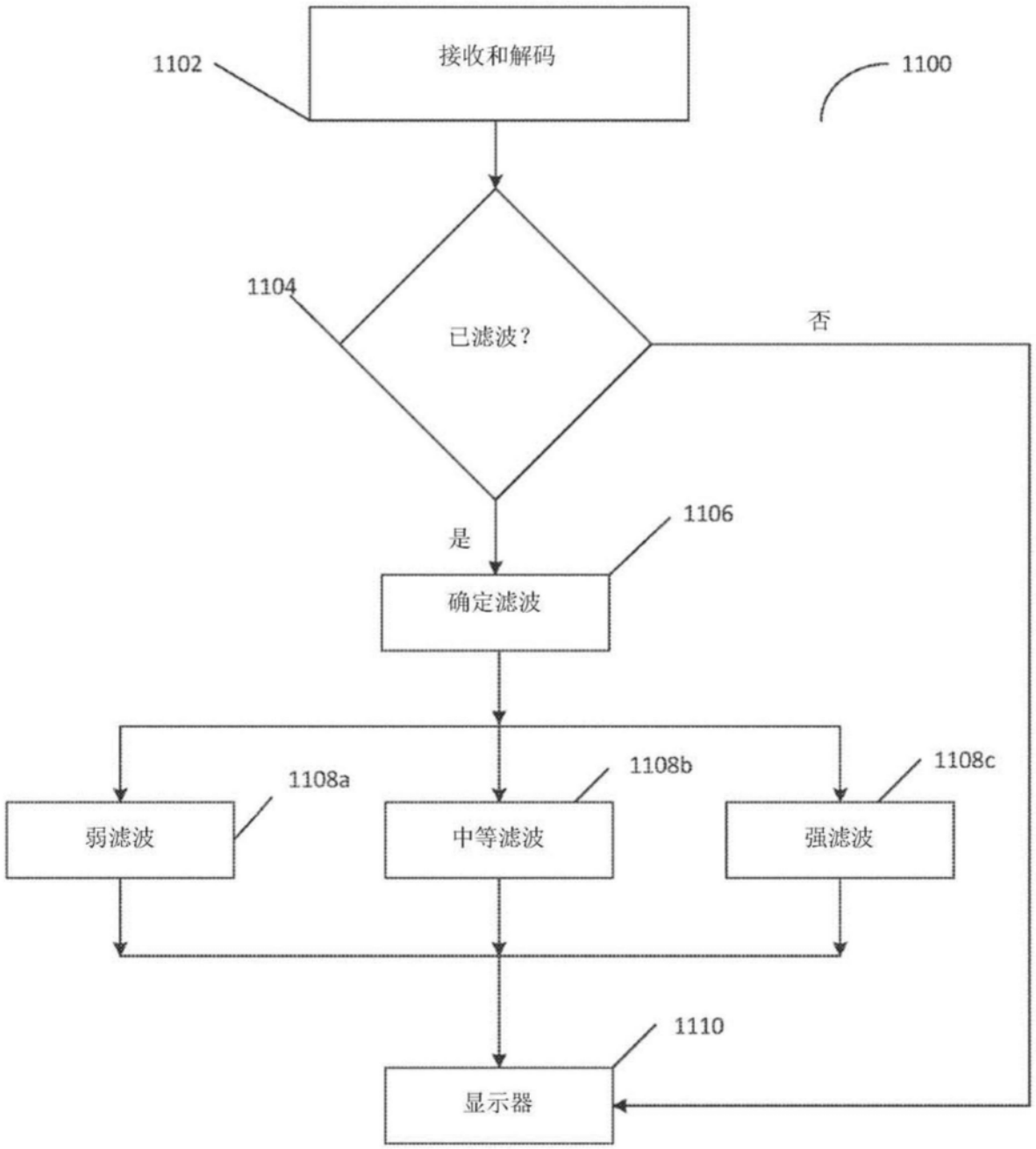

接收和解码
1102
1100
1104
已滤波?
否
是
1106
确定滤波
1108a
1108b
1108c
弱滤波
中等滤波
强滤波
1110
显示器

图11

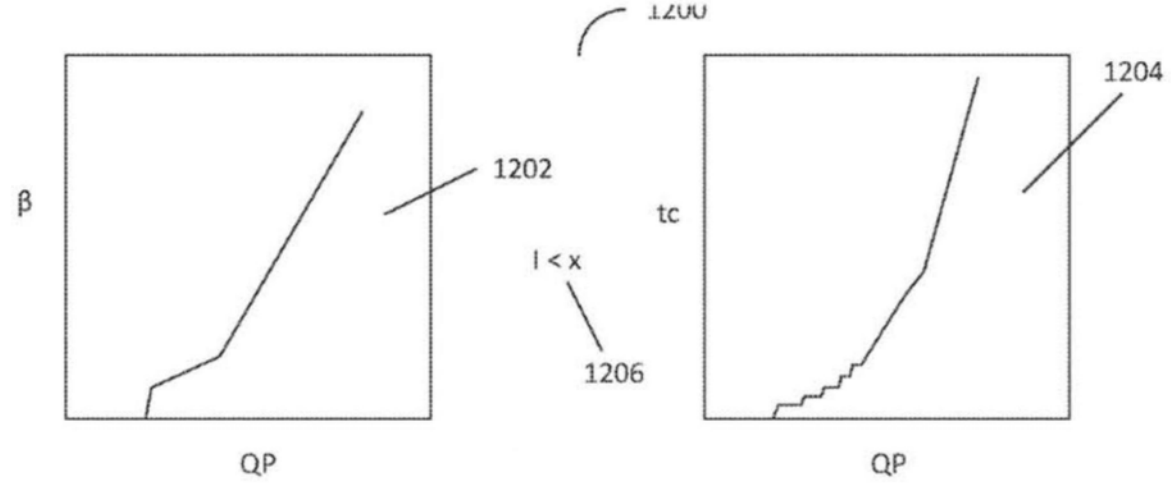


图12a

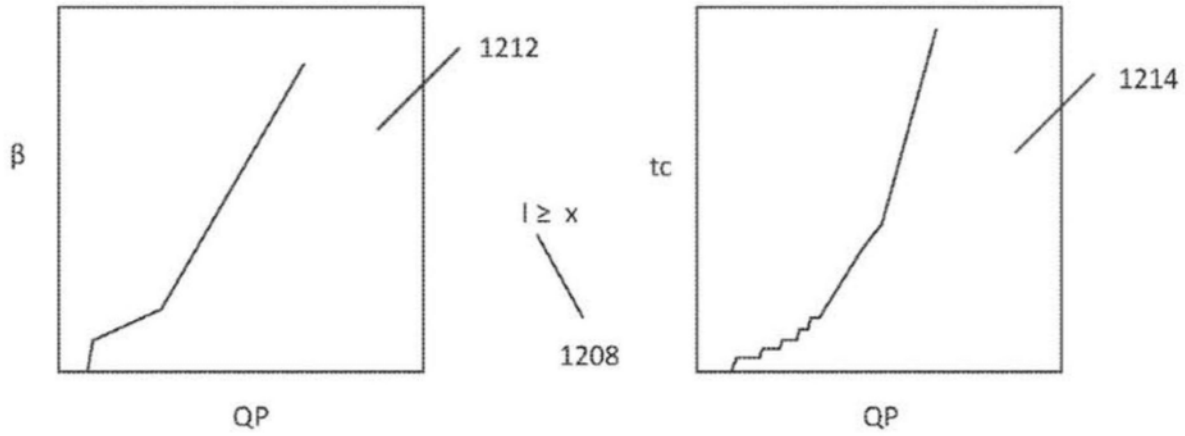


图12b

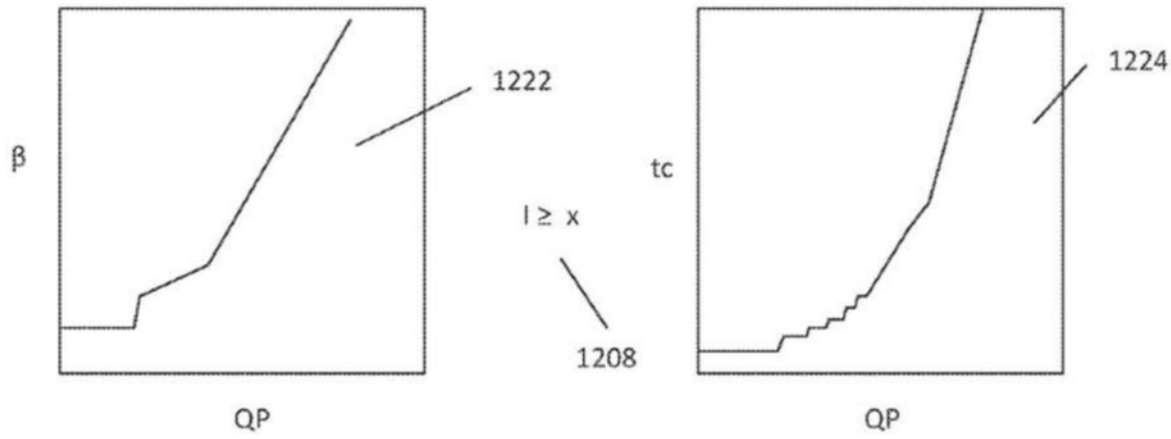


图12c

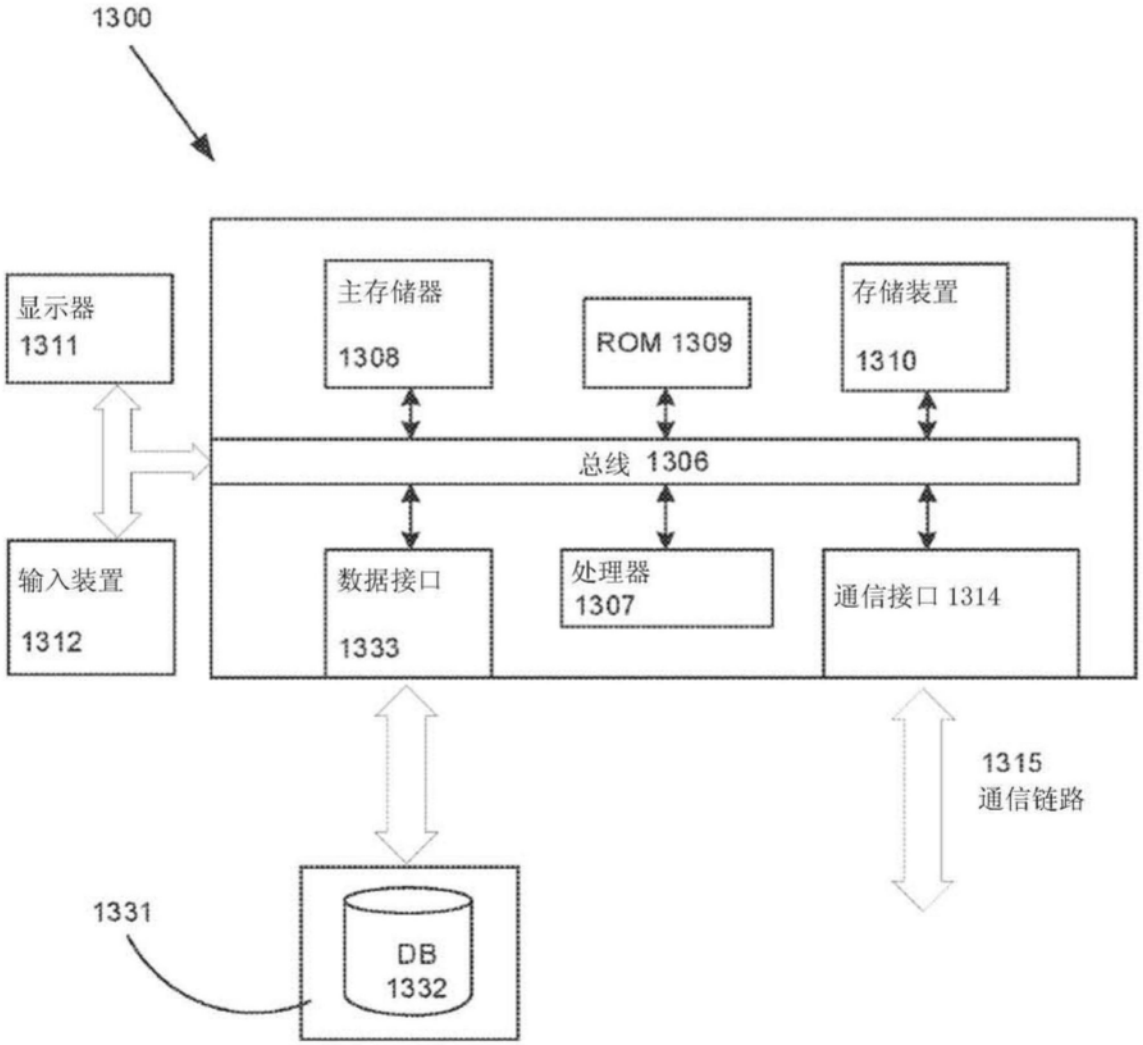

1300
显示器
1311
主存储器
1308
ROM 1309
存储装置
1310
总线 1306
输入装置
1312
数据接口
1333
处理器
1307
通信接口 1314
1315
通信链路
1331
DB
1332

图13

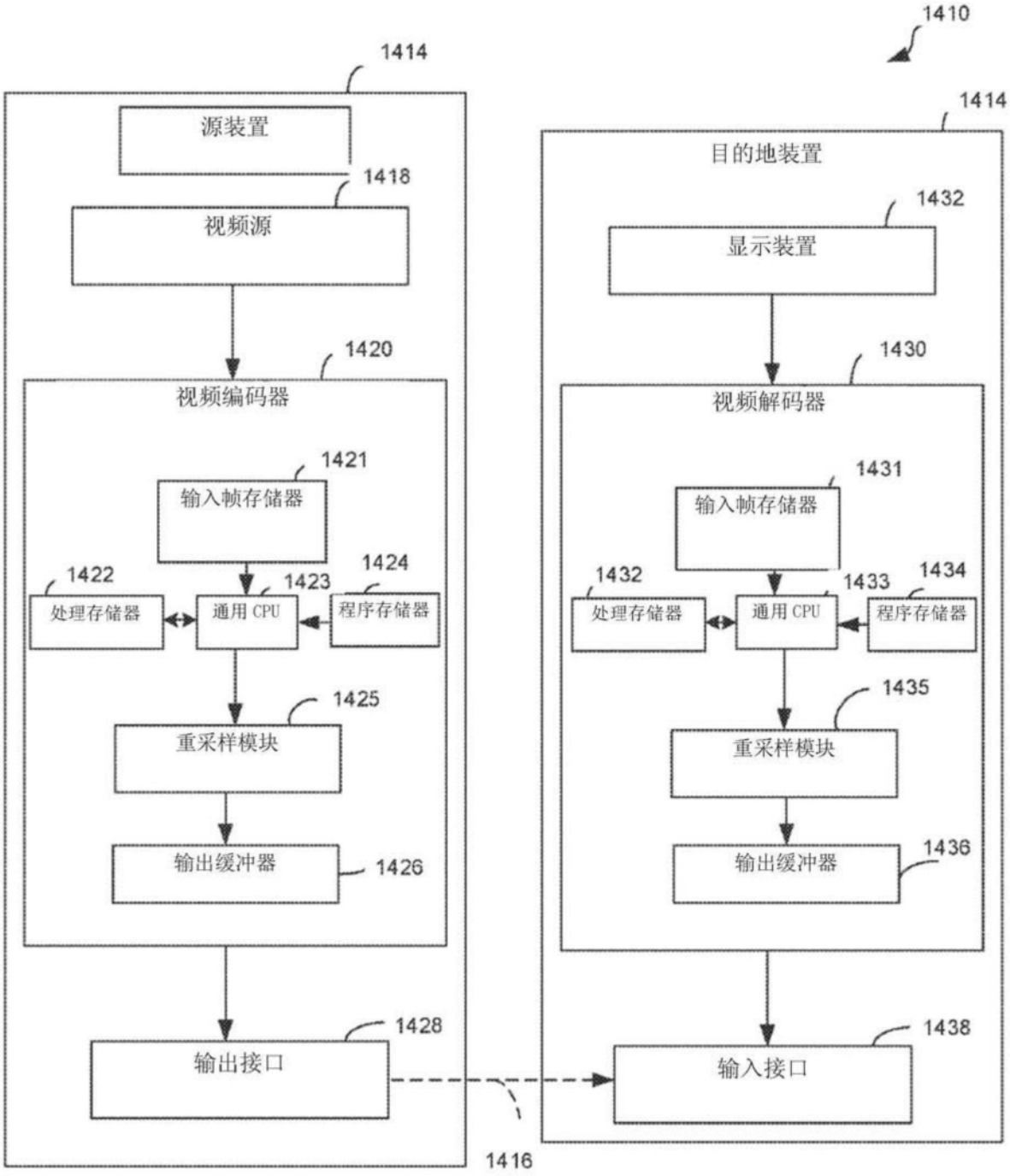

1410
1414
源装置
1418
视频源
1420
视频编码器
1421
输入帧存储器
1422
处理存储器
1423
通用 CPU
1424
程序存储器
1425
重采样模块
输出缓冲器
1426
1428
输出接口
1416
1414
目的地装置
1432
显示装置
1430
视频解码器
1431
输入帧存储器
1432
处理存储器
1433
通用 CPU
1434
程序存储器
1435
重采样模块
输出缓冲器
1436
1438
输入接口

图14