



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111836056 B

(45) 授权公告日 2024.06.07

(21) 申请号 202010283918.7
(22) 申请日 2020.04.13
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111836056 A

(43) 申请公布日 2020.10.27
(30) 优先权数据
62/834,901 2019.04.16 US
16/838,503 2020.04.02 US

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

(72) 发明人 赵亮 赵欣 李翔 刘杉

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

(51) Int.Cl.
H04N 19/593 (2014.01)
H04N 19/44 (2014.01)
H04N 19/11 (2014.01)

(56) 对比文件
CN 104823449 A, 2015.08.05
CN 107409207 A, 2017.11.28
Santiago De-Luxán-Hernández等.Non-CE3: ISP with independent sub-partitions for certain block sizes, JVET-N0372-v1. Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 14th Meeting. 2019, 摘要, 第1和2节.

审查员 吕薇

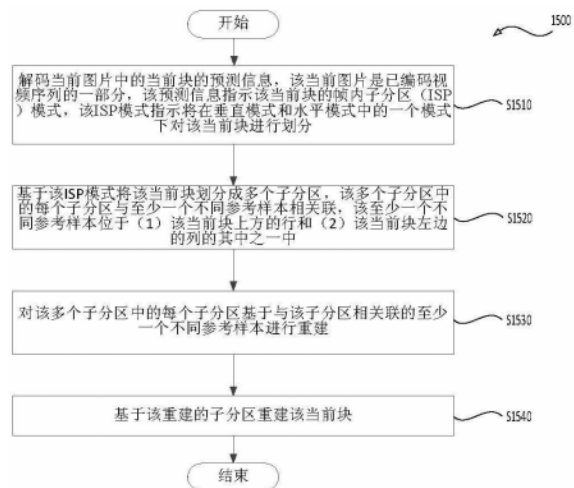
权利要求书2页 说明书26页 附图11页

(54) 发明名称

视频编解码的方法和装置、计算机设备和存储介质

(57) 摘要

本申请的实施例提供了视频编解码的方法和装置、计算机设备和存储介质。该方法包括:解码当前图片中的当前块的预测信息,所述当前图片是已编码视频序列的一部分,所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区(ISP)模式,所述ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分;基于所述ISP模式将所述当前块划分成多个子分区,所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行和所述当前块左边的列的其中之一中;对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的至少一个不同参考样本进行重建;以及基于所述重建的子分区重建所述当前块。



1. 一种视频解码的方法,其特征在于,接收视频码流,包括:

解码当前图片中的当前块的预测信息,所述当前图片是已编码视频序列的一部分,所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区ISP模式,所述ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分,并且所述预测信息指示所述当前块是以平面帧内预测模式或DC帧内预测方式之一进行编码;

基于所述ISP模式将所述当前块划分成多个子分区,所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行或所述当前块左边的列的其中之一中;

响应于在平面帧内预测模式中对所述当前块进行编码,

对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本和所述至少一个共享参考样本进行重建,其中,所述至少一个共享参考样本包括:在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的左下角相邻的参考样本,或在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的右上角相邻的参考样本;

响应于在DC帧内预测模式中对所述当前块进行编码,

对所述多个子分区中的每个子分区基于相应的DC值进行重建,所述相应的DC值是根据与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本计算得到的;以及

基于所述重建的子分区重建所述当前块。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本包括:在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述子分区的右上角相邻的参考样本,或在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述子分区的左下角相邻的参考样本。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

在所述垂直模式下对所述当前块进行划分,以及

与所述多个子分区中的、与所述当前块的左侧不相邻的一个子分区相关联的所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的所述行中。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

在所述水平模式下对所述当前块进行划分,以及

与所述多个子分区中的、与所述当前块的顶侧不相邻的一个子分区相关联的所述至少一个不同参考样本位于所述当前块左边的所述列中。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述多个子分区中的每个子分区进行重建包括:

对所述多个子分区中的每个子分区基于所述多个子分区中被重建的另一个子分区进行重建。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多个子分区中的每个子分区的所述至少一个不同参考样本包括:与所述子分区相邻的参考样本。

7. 一种视频编码的方法,其特征在于,用于产生视频码流,包括:

设置当前图片中的当前块的预测信息,所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区ISP模式,所述ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划

分,并且所述预测信息指示所述当前块是以平面帧内预测模式或DC帧内预测方式之一进行编码的所述预测信息;

基于所述ISP模式将所述当前块划分成多个子分区,所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行或所述当前块左边的列的其中之一中;

在平面帧内预测模式中对所述当前块进行编码时,对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本和所述至少一个共享参考样本,生成所述多个子分区中的每个子分区的残差信息,其中,所述至少一个共享参考样本包括:在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的左下角相邻的参考样本,或在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的右上角相邻的参考样本;

在DC帧内预测模式中对所述当前块进行编码时,对所述多个子分区中的每个子分区基于相应的DC值,生成所述多个子分区中的每个子分区的残差信息,所述相应的DC值是根据与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本计算得到的;

基于所确定的预测信息和所生成的多个子分区的残差信息对当前块进行编码。

8. 一种视频解码的装置,其特征在于,包括:

解码模块,用于解码当前图片中的当前块的预测信息,所述当前图片是已编码视频序列的一部分,所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区ISP模式,所述ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分,并且所述预测信息指示所述当前块是以平面帧内预测模式或DC帧内预测方式之一进行编码;

划分模块,用于基于所述ISP模式将所述当前块划分成多个子分区,所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行或所述当前块左边的列的其中之一中;

第一重建模块,用于响应于在平面帧内预测模式中对所述当前块进行编码,对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本和所述至少一个共享参考样本进行重建,其中,所述至少一个共享参考样本包括:在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的左下角相邻的参考样本,或在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的右上角相邻的参考样本;

响应于在DC帧内预测模式中对所述当前块进行编码,

对所述多个子分区中的每个子分区基于相应的DC值进行重建,所述相应的DC值是根据与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本计算得到的;以及

第二重建模块,用于基于所述重建的子分区重建所述当前块。

9. 一种非易失性计算机可读存储介质,其特征在于,用于存储程序指令,当所述程序指令被用于视频编码/解码的计算机执行时,使得所述计算机执行所述权利要求1-6任一项所述的视频解码的方法或执行所述权利要求7所述的视频编码方法。

10. 一种计算机设备,其特征在于,包括一个或多个处理器和一个或多个存储器,所述一个或多个存储器中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令由所述一个或多个处理器加载并执行,以实现所述权利要求1-6任一项所述的视频解码的方法或执行所述权利要求7所述的视频编码方法。

视频编解码的方法和装置、计算机设备和存储介质

[0001] 优先权信息

[0002] 本申请要求于2019年4月16日递交的、申请号为62/834,901、发明名称为“用于帧内子分区编码模式的改进的平面帧内预测模式”的美国临时申请、以及于2020年4月2日递交的、申请号为16/838,503、发明名称为“视频解码的方法和装置”的美国申请的优先权,其全部内容通过引用并入本申请中。

技术领域

[0003] 本申请涉及视频编解码技术。具体地,本申请涉及视频解码的方法和装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

[0004] 通过具有运动补偿的帧间图片预测技术,可以进行视频编码和解码。未压缩的数字视频可包括一系列图片,每个图片具有例如 1920×1080 亮度样本及相关色度样本的空间维度。所述系列图片具有固定的或可变的图片速率(也非正式地称为帧率),例如每秒60个图片或60Hz。未压缩的视频具有非常大的比特率要求。例如,每个样本8比特的1080p604:2:0的视频(1920x1080亮度样本分辨率,60Hz帧率)要求接近1.5Gbit/s带宽。一小时这样的视频就需要超过600GB的存储空间。

[0005] 视频编码和解码的一个目的,是通过压缩减少输入视频信号的冗余信息。视频压缩可以帮助降低对上述带宽或存储空间的要求,在某些情况下可降低两个或更多数量级。无损和有损压缩,以及两者的组合均可采用。无损压缩是指从压缩的原始信号中重建原始信号精确副本的技术。当使用有损压缩时,重建信号可能与原始信号不完全相同,但是原始信号和重建信号之间的失真足够小,使得重建信号可用于预期应用。有损压缩广泛应用于视频。容许的失真量取决于应用。例如,相比于电视应用的用户,某些消费流媒体应用的用户可以容忍更高的失真。可实现的压缩比反映出:较高的允许/容许失真可产生较高的压缩比。

[0006] 视频编码器和解码器可利用几大类技术,例如包括:运动补偿、变换、量化和熵编码。

[0007] 视频编解码器技术可包括已知的帧内编码技术。在帧内编码中,在不参考先前重建的参考图片的样本或其它数据的情况下表示样本值。在一些视频编解码器中,图片在空间上被细分为样本块。当所有的样本块都以帧内模式编码时,该图片可以为帧内图片。帧内图片及其衍生(例如独立解码器刷新图片)可用于复位解码器状态,并且因此可用作编码视频比特流和视频会话中的第一图片,或用作静止图像。帧内块的样本可用于变换,且可在熵编码之前量化变换系数。帧内预测可以是使预变换域中的样本值最小化的技术。在某些情形下,变换后的DC值越小,且AC系数越小,则在给定的量化步长尺寸下需要越少的比特来表示熵编码之后的块。

[0008] 如同从诸如MPEG-2代编码技术中所获知的,传统帧内编码不使用帧内预测。然而,

一些较新的视频压缩技术包括：试图从例如周围样本数据和/或元数据中得到数据块的技术，其中周围样本数据和/或元数据是在空间相邻的编码/解码期间、且在解码顺序之前获得的。这种技术后来被称为“帧内预测”技术。需要注意的是，至少在某些情形下，帧内预测仅使用正在重建的当前图片的参考数据，而不使用参考图片的参考数据。

[0009] 可以存在许多不同形式的帧内预测。当在给定的视频编码技术中可以使用超过一种这样的技术时，所使用的技术可以按帧内预测模式进行编码。在某些情形下，模式可具有子模式和/或参数，且这些模式可单独编码或包含在模式码字中。将哪个码字用于给定模式/子模式/参数组合会通过帧内预测影响编码效率增益，因此用于将码字转换成比特流的熵编码技术也会出现这种情况。

发明内容

[0010] 本申请的实施例提供了视频解码的方法和装置、计算机设备和存储介质，旨在解决在一些相关技术中，对于平面帧内预测，当编码块被水平划分成多个子分区时，一个或多个子分区的右上相邻样本不可用，而当编码块被垂直划分成多个子分区时，一个或多个子分区的左下相邻样本不可用的问题。

[0011] 根据本申请的实施例，提供了一种视频解码的方法。所述方法包括：

[0012] 解码当前图片中的当前块的预测信息，所述当前图片是已编码视频序列的一部分，所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区 (ISP) 模式，所述 ISP 模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分；

[0013] 基于所述 ISP 模式将所述当前块划分成多个子分区，所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联，所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行和所述当前块左边的列的其中之一中；

[0014] 对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本进行重建；以及

[0015] 基于所述重建的子分区重建所述当前块。

[0016] 本申请的实施例提供了一种视频解码的装置，所述装置包括：

[0017] 解码模块，用于解码当前图片中的当前块的预测信息，所述当前图片是已编码视频序列的一部分，所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区 (ISP) 模式，所述 ISP 模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分；

[0018] 划分模块，用于基于所述 ISP 模式将所述当前块划分成多个子分区，所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联，所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行和所述当前块左边的列的其中之一中；

[0019] 第一重建模块，用于对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本进行重建；

[0020] 第二重建模块，用于基于所述重建的子分区重建所述当前块。

[0021] 本申请的实施例还提供了一种非易失性计算机可读介质，用于存储程序指令，当所述程序指令被用于视频编码/解码的计算机执行时，使得所述计算机执行所述视频解码的方法。

[0022] 本申请的实施例还提供了一种计算机设备，包括一个或多个处理器和一个或多个

存储器,所述一个或多个存储器中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令由所述一个或多个处理器加载并执行,以实现所述视频解码的方法。

[0023] 通过本申请的实施例,对于平面帧内预测,当编码块被水平或垂直划分成多个子分区时,该多个子分区中的一个子分区可以基于该多个子分区中重建的另一个子分区来重建。这样,当编码块被水平划分成多个子分区时,一个或多个子分区的右上相邻样本可用于相应子分区的重建,而当编码块被垂直划分成多个子分区时,一个或多个子分区的左下相邻样本也可用于相应子分区的重建,从而提高了视频解码的效率。

附图说明

[0024] 根据以下详细描述和附图,所公开的主题的其他特征、性质和各种优点将进一步明确,其中:

[0025] 图1A示出了帧内预测模式的示例性子集的示意图;

[0026] 图1B示出了示例性帧内预测方向的示意图;

[0027] 图1C示出了一个示例中的当前块及其周围的空间合并候选的示意图;

[0028] 图2示出了根据一实施例的通信系统的简化框图的示意图;

[0029] 图3示出了根据另一实施例的通信系统的简化框图的示意图;

[0030] 图4示出了根据一实施例的解码器的简化框图的示意图;

[0031] 图5示出了根据一实施例的编码器的简化框图的示意图;

[0032] 图6示出了根据另一实施例的编码器的框图;

[0033] 图7示出了根据另一实施例的解码器的框图;

[0034] 图8A和8B示出了使用四叉树加二叉树(QTBT)分区结构和对应的QTBT结构的块分区的示例;

[0035] 图9A示出了垂直中心侧TT分区的示例;

[0036] 图9B示出了水平中心侧TT分区的示例;

[0037] 图10A和10B示出了一些实施例中的示例性帧内预测方向和对应的帧内预测角度;

[0038] 图11A和11B示出了示例性平面帧内预测;

[0039] 图12A示出了根据本申请实施例的以ISP模式编码的编码块的示例性水平ISP模式和示例性垂直ISP模式;

[0040] 图12B示出了根据本申请实施例的以ISP模式编码的另一编码块的示例性水平ISP模式和示例性垂直ISP模式;

[0041] 图13A和13B示出了根据本申请实施例的以垂直ISP模式编码的示例性编码块;

[0042] 图13C和13D示出了根据本申请实施例的以水平ISP模式编码的另一示例性编码块;

[0043] 图14A示出了根据本申请实施例的以垂直ISP模式和DC模式编码的示例性编码块;

[0044] 图14B示出了根据本申请实施例的以水平ISP模式和DC模式编码的另一示例性编码块;

[0045] 图15示出了根据本申请实施例的概述示例性过程的流程图;以及

[0046] 图16示出了根据实施例的计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0047] H.264引入了一种帧内预测模式,其在H.265中进行了改进,且在诸如联合开发模型(JEM)、通用视频编码(VVC)和基准集合(BMS)的更新的编码技术中进一步被改进。通过使用属于已经可用的样本的相邻样本值可以形成预测块。将相邻样本的样本值按照某一方向复制到预测块中。对所使用方向的引用可以被编码在比特流中,或者本身可以被预测。

[0048] 参照图1A,右下方描绘了来自H.265的33个可能的预测方向(对应于35个帧内模式的33个角模式)中已知的九个预测方向的子集。箭头会聚的点(101)表示正在被预测的样本。箭头表示样本正在被预测的方向。例如,箭头(102)表示根据右上方与水平方向成45度角的一个或多个样本,预测样本(101)。类似地,箭头(103)表示根据左下方与水平方向成22.5度角的一个或多个样本,预测样本(101)。

[0049] 仍然参考图1A,在左上方示出了一个包括 4×4 个样本的正方形块(104)(由粗虚线表示)。正方形块(104)包括16个样本,每个样本用“S”、以及其在Y维度上的位置(例如,行索引)和在X维度上的位置(例如,列索引)来标记。例如,样本S21是Y维度上的第二个样本(从顶部开始)和X维度上的第一个样本(从左侧开始)。类似地,样本S44在Y维度和X维度上都是块(104)中的第四个样本。由于该块为 4×4 大小的样本,因此S44位于右下角。还示出了遵循类似编号方案的参考样本。参考样本用R、以及其相对于块(104)的Y位置(例如,行索引)和X位置(例如,列索引)来标记。在H.264与H.265中,预测样本与正在重建的块相邻,因此不需要使用负值。

[0050] 通过从信号通知的预测方向所占用的相邻样本来复制参考样本值,可以进行帧内图片预测。例如,假设编码视频比特流包括信令,对于该块,该信令指示与箭头(102)一致的预测方向,即,根据右上方与水平方向成45度角的一个或多个预测样本来预测样本。在这种情况下,根据同一参考样本R05来预测样本S41、S32、S23和S14。然后,根据参考样本R08来预测样本S44。

[0051] 在某些情况下,例如通过内插,可以合并多个参考样本的值,以便计算参考样本,尤其是当方向不能被45度整除时。

[0052] 随着视频编码技术的发展,可能的方向的数量已经增加了。在H.264(2003年)中,可以表示九种不同的方向。在H.265(2013年)和JEM/VVC/BMS中增加到了33个,而在此申请时,可以支持多达93个方向。已经进行了实验来识别最可能的方向,并且熵编码中的某些技术被用于使用少量比特来表示那些可能的方向,对于较不可能的方向则接受某些代价。此外,有时可以根据在相邻的、已经解码的块中所使用的相邻方向来预测方向本身。

[0053] 图1B示出了一种示意图(105),其描述了根据JEM的65种帧内预测方向,以说明随着时间的推移预测方向的数量增加。

[0054] 表示方向的已编码视频比特流中的帧内预测方向比特的映射可以因视频编码技术的不同而不同,并且,例如可以从对帧内预测模式到码字的预测方向的简单直接映射,到包括最可能的模式和类似技术的复杂的自适应方案。然而,在所有情况下,视频内容中可能存在某些方向,其在统计学上比其它方向更不可能出现。由于视频压缩的目的是减少冗余,所以在运行良好的视频编码技术中,与更可能的方向相比,那些不太可能的方向将使用更多数量的比特来表示。

[0055] 运动补偿可以是一种有损压缩技术,且可涉及如下技术:来自先前重建的图片或

重建图片一部分(参考图片)的样本数据块在空间上按运动矢量(下文称为MV)指示的方向移位后,用于新重建的图片或图片部分的预测。在某些情况下,参考图片可与当前正在重建的图片相同。MV可具有两个维度X和Y,或者三个维度,其中第三个维度表示使用中的参考图片(后者间接地可为时间维度)。

[0056] 在一些视频压缩技术中,应用于某个样本数据区域的MV可根据其它MV来预测,例如根据与正在重建的区域空间相邻的另一个样本数据区域相关的、且按解码顺序在该MV前面的那些MV。这样做可以大大减少编码MV所需的数据量,从而消除冗余信息并增加压缩量。MV预测可以有效地进行,例如,当对从相机导出的输入视频信号(称为自然视频)进行编码时,存在一种统计上的可能性,即面积大于单个MV适用区域的区域,会朝着类似的方向移动,因此,在某些情况下,可以用邻近区域的MV导出的相似运动矢量进行预测。这导致针对给定区域发现的MV与根据周围MV预测的MV相似或相同,并且在熵编码之后,又可以用比直接编码MV时使用的比特数更少的比特数来表示。在某些情况下,MV预测可以是对从原始信号(即样本流)导出的信号(即MV)进行无损压缩的示例。在其它情况下,MV预测本身可能是有损的,例如由于根据几个周围MV计算预测值时产生的取整误差。

[0057] H.265/HEVC (ITU-T H.265建议书,“高效视频编解码(High Efficiency Video Coding)”,2016年12月)中描述了各种MV预测机制。在H.265提供的多种MV预测机制中,本申请描述的是下文称作“空间合并”的技术。

[0058] 请参考图1C,当前块(111)包括在运动搜索过程期间已由编码器发现的样本,根据已产生空间偏移的相同大小的先前块,可预测所述样本。另外,可从一个或多个参考图片相关联的元数据中导出所述MV,而非对MV直接编码。例如,使用关联于A0、A1和B0、B1、B2(分别对应112到116)五个周围样本中的任一样本的MV,(按解码次序)从最近的参考图片的元数据中导出所述MV。在H.265中,MV预测可使用相邻块也正在使用的相同参考图片的预测值。

[0059] 视频编码器和解码器

[0060] 图2是根据本申请公开的实施例的通信系统(200)的简化框图。通信系统(200)包括多个终端装置,所述终端装置可通过例如网络(250)彼此通信。举例来说,通信系统(200)包括通过网络(250)互连的第一终端装置(210)和第二终端装置(220)。在图2的实施例中,第一终端装置(210)和第二终端装置(220)执行单向数据传输。举例来说,第一终端装置(210)可对视频数据(例如由终端装置(210)采集的视频图片流)进行编码以通过网络(250)传输到第二终端装置(220)。已编码的视频数据以一个或多个已编码视频码流形式传输。第二终端装置(220)可从网络(250)接收已编码视频数据,对已编码视频数据进行解码以恢复视频数据,并根据恢复的视频数据显示视频图片。单向数据传输在媒体服务等应用中是较常见的。

[0061] 在另一实施例中,通信系统(200)包括执行已编码视频数据的双向传输的第三终端装置(230)和第四终端装置(240),所述双向传输可例如在视频会议期间发生。对于双向数据传输,第三终端装置(230)和第四终端装置(240)中的每个终端装置可对视频数据(例如由终端装置采集的视频图片流)进行编码,以通过网络(250)传输到第三终端装置(230)和第四终端装置(240)中的另一终端装置。第三终端装置(230)和第四终端装置(240)中的每个终端装置还可接收由第三终端装置(230)和第四终端装置(240)中的另一终端装置传输的已编码视频数据,且可对所述已编码视频数据进行解码以恢复视频数据,且可根据恢

复的视频数据在可访问的显示装置上显示视频图片。

[0062] 在图2的实施例中,第一终端装置(210)、第二终端装置(220)、第三终端装置(230)和第四终端装置(240)可为服务器、个人计算机和智能电话,但本申请公开的原理可不限于此。本申请公开的实施例适用于膝上型计算机、平板电脑、媒体播放器和/或专用视频会议设备。网络(250)表示在第一终端装置(210)、第二终端装置(220)、第三终端装置(230)和第四终端装置(240)之间传送已编码视频数据的任何数目的网络,包括例如有线(连线的)和/或无线通信网络。通信网络(250)可在电路交换和/或分组交换信道中交换数据。该网络可包括电信网络、局域网、广域网和/或互联网。出于本申请的目的,除非在下文中有所解释,否则网络(250)的架构和拓扑对于本申请公开的操作来说可能是无关紧要的。

[0063] 作为实施例,图3示出视频编码器和视频解码器在流式传输环境中的放置方式。本申请所公开主题可同等地适用于其它支持视频的应用,包括例如视频会议、数字TV、在包括CD、DVD、存储棒等的数字介质上存储压缩视频等等。

[0064] 流式传输系统可包括采集子系统(313),所述采集子系统可包括数码相机等视频源(301),所述视频源创建未压缩的视频图片流(302)。在实施例中,视频图片流(302)包括由数码相机拍摄的样本。相较于已编码的视频数据(304)(或已编码的视频码流),视频图片流(302)被描绘为粗线以强调高数据量的视频图片流,视频图片流(302)可由电子装置(320)处理,所述电子装置(320)包括耦接到视频源(301)的视频编码器(303)。视频编码器(303)可包括硬件、软件或软硬件组合以实现或实施如下文更详细地描述的所公开主题的各方面。相较于视频图片流(302),已编码的视频数据(304)(或已编码的视频码流(304))被描绘为细线以强调较低数据量的已编码的视频数据(304)(或已编码的视频码流(304)),其可存储在流式传输服务器(305)上以供将来使用。一个或多个流式传输客户端子系统,例如如图3中的客户端子系统(306)和客户端子系统(308),可访问流式传输服务器(305)以检索已编码的视频数据(304)的副本(307)和副本(309)。客户端子系统(306)可包括例如电子装置(330)中的视频解码器(310)。视频解码器(310)对已编码的视频数据的传入副本(307)进行解码,且产生可在显示器(312)(例如显示屏)或另一呈现装置(未描绘)上呈现的输出视频图片流(311)。在一些流式传输系统中,可根据某些视频编码/压缩标准对已编码的视频数据(304)、视频数据(307)和视频数据(309)(例如视频码流)进行编码。这些标准的实施例包括ITU-TH.265。在实施例中,正在开发的视频编码标准非正式地称为下一代视频编码(Versatile Video Coding,VVC),本申请可用于VVC标准的上下文中。

[0065] 应注意,电子装置(320)和电子装置(330)可包括其它组件(未示出)。举例来说,电子装置(320)可包括视频解码器(未示出),且电子装置(330)还可包括视频编码器(未示出)。

[0066] 图4是根据本申请公开的实施例的视频解码器(410)的框图。视频解码器(410)可设置在电子装置(430)中。电子装置(430)可包括接收器(431)(例如接收电路)。视频解码器(410)可用于代替图3实施例中的视频解码器(310)。

[0067] 接收器(431)可接收将由视频解码器(410)解码的一个或多个已编码视频序列;在同一实施例或另一实施例中,一次接收一个已编码视频序列,其中每个已编码视频序列的解码独立于其它已编码视频序列。可从信道(401)接收已编码视频序列,所述信道可以是通向存储已编码的视频数据的存储装置的硬件/软件链路。接收器(431)可接收已编码的视频

数据以及其它数据,例如,可转发到它们各自的使用实体(未标示)的已编码音频数据和/或辅助数据流。接收器(431)可将已编码视频序列与其它数据分开。为了防止网络抖动,缓冲存储器(415)可耦接在接收器(431)与熵解码器/解析器(420)(此后称为“解析器(420)”)之间。在某些应用中,缓冲存储器(415)是视频解码器(410)的一部分。在其它情况下,所述缓冲存储器(415)可设置在视频解码器(410)外部(未标示)。而在其它情况下,视频解码器(410)的外部设置缓冲存储器(未标示)以例如防止网络抖动,且在视频解码器(410)的内部可配置另一缓冲存储器(415)以例如处理播出定时。而当接收器(431)从具有足够带宽和可控性的存储/转发装置或从等时同步网络接收数据时,也可能不需要配置缓冲存储器(415),或可以将所述缓冲存储器做得较小。当然,为了在互联网等业务分组网络上使用,也可能需要缓冲存储器(415),所述缓冲存储器可相对较大且可具有自适应性大小,且可至少部分地实施于操作系统或视频解码器(410)外部的类似元件(未标示)中。

[0068] 视频解码器(410)可包括解析器(420)以根据已编码视频序列重建符号(421)。这些符号的类别包括用于管理视频解码器(410)的操作的信息,以及用以控制显示装置(412)(例如,显示屏)等显示装置的潜在信息,所述显示装置不是电子装置(430)的组成部分,但可耦接到电子装置(430),如图4中所示。用于显示装置的控制信息可以是辅助增强信息(Supplemental Enhancement Information,SEI消息)或视频可用性信息(Video Usability Information,VUI)的参数集片段(未标示)。解析器(420)可对接收到的已编码视频序列进行解析/熵解码。已编码视频序列的编码可根据视频编码技术或标准进行,且可遵循各种原理,包括可变长度编码、霍夫曼编码(Huffman coding)、具有或不具有上下文灵敏度的算术编码等等。解析器(420)可基于对应于群组的至少一个参数,从已编码视频序列提取用于视频解码器中的像素的子群中的至少一个子群的子群参数集。子群可包括图片群组(Group of Pictures,GOP)、图片、图块、切片、宏块、编码单元(Coding Unit,CU)、块、变换单元(Transform Unit,TU)、预测单元(Prediction Unit,PU)等等。解析器(420)还可从已编码视频序列提取信息,例如变换系数、量化器参数值、运动矢量等等。

[0069] 解析器(420)可对从缓冲存储器(415)接收的视频序列执行熵解码/解析操作,从而创建符号(421)。

[0070] 取决于已编码视频图片或一部分已编码视频图片(例如:帧间图片和帧内图片、帧间块和帧内块)的类型以及其它因素,符号(421)的重建可涉及多个不同单元。涉及哪些单元以及涉及方式可由解析器(420)从已编码视频序列解析的子群控制信息控制。为了简洁起见,未描述解析器(420)与下文的多个单元之间的此类子群控制信息流。

[0071] 除已经提及的功能块以外,视频解码器(410)可在概念上细分成如下文所描述的数个功能单元。在商业约束下运行的实际实施例中,这些单元中的许多单元彼此紧密交互并且可以彼此集成。然而,出于描述所公开主题的目的,概念上细分成下文的功能单元是适当的。

[0072] 第一单元是缩放器/逆变换单元(451)。缩放器/逆变换单元(451)从解析器(420)接收作为符号(421)的量化变换系数以及控制信息,包括使用哪种变换方式、块大小、量化因子、量化缩放矩阵等。缩放器/逆变换单元(451)可输出包括样本值的块,所述样本值可输入到聚合器(455)中。

[0073] 在一些情况下,缩放器/逆变换单元(451)的输出样本可属于帧内编码块;即:不使

用来自先前重建的图像的预测性信息,但可使用来自当前图像的先前重建部分的预测性信息的块。此类预测性信息可由帧内图片预测单元(452)提供。在一些情况下,帧内图片预测单元(452)采用从当前图片缓冲器(458)提取的已重建信息生成大小和形状与正在重建的块相同的周围块。举例来说,当前图片缓冲器(458)缓冲部分重建的当前图片和/或完全重建的当前图片。在一些情况下,聚合器(455)基于每个样本,将帧内预测单元(452)生成的预测信息添加到由缩放器/逆变换单元(451)提供的输出样本信息中。

[0074] 在其它情况下,缩放器/逆变换单元(451)的输出样本可属于帧间编码和潜在运动补偿块。在此情况下,运动补偿预测单元(453)可访问参考图片存储器(457)以提取用于预测的样本。在根据符号(421)对提取的样本进行运动补偿之后,这些样本可由聚合器(455)添加到缩放器/逆变换单元(451)的输出(在这种情况下被称作残差样本或残差信号),从而生成输出样本信息。运动补偿预测单元(453)从参考图片存储器(457)内的地址获取预测样本可受到运动矢量控制,且所述运动矢量以所述符号(421)的形式而供运动补偿预测单元(453)使用,所述符号(421)例如是包括X、Y和参考图片分量。运动补偿还可包括在使用子样本精确运动矢量时,从参考图片存储器(457)提取的样本值的内插、运动矢量预测机制等等。

[0075] 聚合器(455)的输出样本可在环路滤波器单元(456)中被各种环路滤波技术采用。视频压缩技术可包括环路内滤波器技术,所述环路内滤波器技术受控于包括在已编码视频序列(也称作已编码视频码流)中的参数,且所述参数作为来自解析器(420)的符号(421)可用于环路滤波器单元(456)。然而,在其他实施例中,视频压缩技术还可响应于在解码已编码图片或已编码视频序列的先前(按解码次序)部分期间获得的元信息,以及响应于先前重建且经过环路滤波的样本值。

[0076] 环路滤波器单元(456)的输出可以是样本流,所述样本流可输出到显示装置(412)以及存储在参考图片存储器(457),以用于后续的帧间图片预测。

[0077] 一旦完全重建,某些已编码图片就可用作参考图片以用于将来预测。举例来说,一旦对应于当前图片的已编码图片被完全重建,且已编码图片(通过例如解析器(420))被识别为参考图片,则当前图片缓冲器(458)可变为参考图片存储器(457)的一部分,且可在开始重建后续已编码图片之前重新分配新的当前图片缓冲器。

[0078] 视频解码器(410)可根据例如ITU-T H.265标准中的预定视频压缩技术执行解码操作。在已编码视频序列遵循视频压缩技术或标准的语法以及视频压缩技术或标准中记录的配置文件的意义下,已编码视频序列可符合所使用的视频压缩技术或标准指定的语法。具体地说,配置文件可从视频压缩技术或标准中可用的所有工具中选择某些工具作为在所述配置文件下可供使用的仅有工具。对于合规性,还要求已编码视频序列的复杂度处于视频压缩技术或标准的层级所限定的范围内。在一些情况下,层级限制最大图片大小、最大帧率、最大重建取样率(以例如每秒兆(mega)个样本为单位进行测量)、最大参考图片大小等。在一些情况下,由层级设定的限制可通过假想参考解码器(Hypothetical Reference Decoder,HRD)规范和已在已编码视频序列中用信号表示的HRD缓冲器管理的元数据来进一步限定。

[0079] 在实施例中,接收器(431)可连同已编码视频一起接收附加(冗余)数据。所述附加数据可以是已编码视频序列的一部分。所述附加数据可由视频解码器(410)用以对数据进

行适当解码和/或较准确地重建原始视频数据。附加数据可呈例如时间、空间或信噪比 (signal noise ratio, SNR) 增强层、冗余切片、冗余图片、前向纠错码等形式。

[0080] 图5是根据本申请公开的实施例的视频编码器 (503) 的框图。视频编码器 (503) 设置于电子装置 (520) 中。电子装置 (520) 包括传输器 (540) (例如传输电路)。视频编码器 (503) 可用于代替图3实施例中的视频编码器 (303)。

[0081] 视频编码器 (503) 可从视频源 (501) (并非图5实施例中的电子装置 (520) 的一部分) 接收视频样本, 所述视频源可采集将由视频编码器 (503) 编码的视频图像。在另一实施例中, 视频源 (501) 是电子装置 (520) 的一部分。

[0082] 视频源 (501) 可提供将由视频编码器 (503) 编码的呈数字视频样本流形式的源视频序列, 所述数字视频样本流可具有任何合适位深度 (例如: 8位、10位、12位……)、任何色彩空间 (例如 BT.601Y CrCb、RGB……) 和任何合适取样结构 (例如 Y CrCb 4:2:0、Y CrCb 4:4:4)。在媒体服务系统中, 视频源 (501) 可以是存储先前已准备的视频的存储装置。在视频会议系统中, 视频源 (501) 可以是采集本地图像信息作为视频序列的相机。可将视频数据提供为多个单独的图片, 当按顺序观看时, 这些图片被赋予运动。图片自身可构建为空间像素阵列, 其中取决于所用的取样结构、色彩空间等, 每个像素可包括一个或多个样本。所属领域的技术人员可以很容易理解像素与样本之间的关系。下文侧重于描述样本。

[0083] 根据实施例, 视频编码器 (503) 可实时或在由应用所要求的任何其它时间约束下, 将源视频序列的图片编码且压缩成已编码视频序列 (543)。施行适当的编码速度是控制器 (550) 的一个功能。在一些实施例中, 控制器 (550) 控制如下文所描述的其它功能单元且在功能上耦接到这些单元。为了简洁起见, 图中未标示耦接。由控制器 (550) 设置的参数可包括速率控制相关参数 (图片跳过、量化器、率失真优化技术的 λ 值等)、图片大小、图片群组 (group of pictures, GOP) 布局, 最大运动矢量搜索范围等。控制器 (550) 可用于具有其它合适的功能, 这些功能涉及针对某一系统设计优化的视频编码器 (503)。

[0084] 在一些实施例中, 视频编码器 (503) 在编码环路中进行操作。作为简单的描述, 在实施例中, 编码环路可包括源编码器 (530) (例如, 负责基于待编码的输入图片和参考图片创建符号, 例如符号流) 和嵌入于视频编码器 (503) 中的 (本地) 解码器 (533)。解码器 (533) 以类似于 (远程) 解码器创建样本数据的方式重建符号以创建样本数据 (因为在本申请所考虑的视频压缩技术中, 符号与已编码视频码流之间的任何压缩是无损的)。将重建的样本流 (样本数据) 输入到参考图片存储器 (534)。由于符号流的解码产生与解码器位置 (本地或远程) 无关的位精确结果, 因此参考图片存储器 (534) 中的内容在本地编码器与远程编码器之间也是按比特位精确对应的。换句话说, 编码器的预测部分“看到”的参考图片样本与解码器将在解码期间使用预测时所“看到”的样本值完全相同。这种参考图片同步性基本原理 (以及在例如因信道误差而无法维持同步性的情况下产生的漂移) 也用于一些相关技术。

[0085] “本地”解码器 (533) 的操作可与例如已在上文结合图4详细描述视频解码器 (410) 的“远程”解码器相同。然而, 另外简要参考图4, 当符号可用且熵编码器 (545) 和解析器 (420) 能够无损地将符号编码/解码为已编码视频序列时, 包括缓冲存储器 (415) 和解析器 (420) 在内的视频解码器 (410) 的熵解码部分, 可能无法完全在本地解码器 (533) 中实施。

[0086] 此时可以观察到, 除存在于解码器中的解析/熵解码之外的任何解码器技术, 也必定以基本上相同的功能形式存在于对应的编码器中。出于此原因, 本申请侧重于解码器操

作。可简化编码器技术的描述,因为编码器技术与全面地描述的解码器技术互逆。仅在某些区域中需要更详细的描述,并且在下文提供。

[0087] 在操作期间,在一些实施例中,源编码器(530)可执行运动补偿预测编码。参考来自视频序列中被指定为“参考图片”的一个或多个先前已编码图片,所述运动补偿预测编码对输入图片进行预测性编码。以此方式,编码引擎(532)对输入图片的像素块与参考图片的像素块之间的差异进行编码,所述参考图片可被选作所述输入图片的预测参考。

[0088] 本地视频解码器(533)可基于源编码器(530)创建的符号,对可指定为参考图片的已编码视频数据进行解码。编码引擎(532)的操作可为有损过程。当已编码视频数据可在视频解码器(图5中未示)处被解码时,重建的视频序列通常可以是带有一些误差的源视频序列的副本。本地视频解码器(533)复制解码过程,所述解码过程可由视频解码器对参考图片执行,且可使重建的参考图片存储在参考图片高速缓存(534)中。以此方式,视频编码器(503)可在本地存储重建的参考图片的副本,所述副本与将由远端视频解码器获得的重建参考图片具有共同内容(不存在传输误差)。

[0089] 预测器(535)可针对编码引擎(532)执行预测搜索。即,对于将要编码的新图片,预测器(535)可在参考图片存储器(534)中搜索可作为所述新图片的适当预测参考的样本数据(作为候选参考像素块)或某些元数据,例如参考图片运动矢量、块形状等。预测器(535)可基于样本块逐像素块操作,以找到合适的预测参考。在一些情况下,根据预测器(535)获得的搜索结果,可确定输入图片可具有从参考图片存储器(534)中存储的多个参考图片取得的预测参考。

[0090] 控制器(550)可管理源编码器(530)的编码操作,包括例如设置用于对视频数据进行编码的参数和子群参数。

[0091] 可在熵编码器(545)中对所有上述功能单元的输出进行熵编码。熵编码器(545)根据例如霍夫曼编码、可变长度编码、算术编码等技术对各种功能单元生成的符号进行无损压缩,从而将所述符号转换成已编码视频序列。

[0092] 传输器(540)可缓冲由熵编码器(545)创建的已编码视频序列,从而为通过通信信道(560)进行传输做准备,所述通信信道可以是通向将存储已编码的视频数据的存储装置的硬件/软件链路。传输器(540)可将来自视频编码器(503)的已编码视频数据与要传输的其它数据合并,所述其它数据例如是已编码音频数据和/或辅助数据流(未示出来源)。

[0093] 控制器(550)可管理视频编码器(503)的操作。在编码期间,控制器(550)可以为每个已编码图片分配某一已编码图片类型,但这可能影响可应用于相应的图片的编码技术。例如,通常可将图片分配为以下任一种图片类型:

[0094] 帧内图片(I图片),其可以是不将序列中的任何其它图片用作预测源就可被编码和解码的图片。一些视频编解码器容许不同类型的帧内图片,包括例如独立解码器刷新(Independent Decoder Refresh,“IDR”)图片。所属领域的技术人员了解I图片的变体及其相应的应用和特征。

[0095] 预测性图片(P图片),其可以是可使用帧内预测或帧间预测进行编码和解码的图片,所述帧内预测或帧间预测使用至多一个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本值。

[0096] 双向预测性图片(B图片),其可以是可使用帧内预测或帧间预测进行编码和解码的图片,所述帧内预测或帧间预测使用至多两个运动矢量和参考索引来预测每个块的样本

值。类似地,多个预测性图片可使用多于两个参考图片和相关联元数据以用于重建单个块。

[0097] 源图片通常可在空间上细分成多个样本块(例如,4×4、8×8、4×8或16×16个样本的块),且逐块进行编码。这些块可参考其它(已编码)块进行预测编码,根据应用于块的相应图片的编码分配来确定所述其它块。举例来说,I图片的块可进行非预测编码,或所述块可参考同一图片的已经编码的块来进行预测编码(空间预测或帧内预测)。P图片的像素块可参考一个先前编码的参考图片通过空间预测或通过时域预测进行预测编码。B图片的块可参考一个或两个先前编码的参考图片通过空间预测或通过时域预测进行预测编码。

[0098] 视频编码器(503)可根据例如ITU-T H.265建议书的预定视频编码技术或标准执行编码操作。在操作中,视频编码器(503)可执行各种压缩操作,包括利用输入视频序列中的时间和空间冗余的预测编码操作。因此,已编码视频数据可符合所用视频编码技术或标准指定的语法。

[0099] 在实施例中,传输器(540)可在传输已编码的视频时传输附加数据。源编码器(530)可将此类数据作为已编码视频序列的一部分。附加数据可包括时间/空间/SNR增强层、冗余图片和切片等其它形式的冗余数据、SEI消息、VUI参数集片段等。

[0100] 采集到的视频可作为呈时间序列的多个源图片(视频图片)。帧内图片预测(常常简化为帧内预测)利用给定图片中的空间相关性,而帧间图片预测则利用图片之间的(时间或其它)相关性。在实施例中,将正在编码/解码的特定图片分割成块,正在编码/解码的特定图片被称作当前图片。在当前图片中的块类似于视频中先前已编码且仍被缓冲的参考图片中的参考块时,可通过称作运动矢量的矢量对当前图片中的块进行编码。所述运动矢量指向参考图片中的参考块,且在使用多个参考图片的情况下,所述运动矢量可具有识别参考图片的第三维度。

[0101] 在一些实施例中,双向预测技术可用于帧间图片预测中。根据双向预测技术,使用两个参考图片,例如按解码次序都在视频中的当前图片之前(但按显示次序可能分别是过去和将来)第一参考图片和第二参考图片。可通过指向第一参考图片中的第一参考块的第一运动矢量和指向第二参考图片中的第二参考块的第二运动矢量对当前图片中的块进行编码。具体来说,可通过第一参考块和第二参考块的组合来预测所述块。

[0102] 此外,合并模式技术可用于帧间图片预测中以改善编码效率。

[0103] 根据本申请公开的一些实施例,帧间图片预测和帧内图片预测等预测的执行以块为单位。举例来说,根据HEVC标准,将视频图片序列中的图片分割成编码树单元(coding tree unit,CTU)以用于压缩,图片中的CTU具有相同大小,例如64×64像素、32×32像素或16×16像素。一般来说,CTU包括三个编码树块(coding tree block,CTB),所述三个编码树块是一个亮度CTB和两个色度CTB。更进一步的,还可将每个CTU以二叉树拆分为一个或多个编码单元(coding unit,CU)。举例来说,可将64×64像素的CTU拆分为一个64×64像素的CU,或4个32×32像素的CU,或16个16×16像素的CU。在实施例中,分析每个CU以确定用于CU的预测类型,例如帧间预测类型或帧内预测类型。此外,取决于时间和/或空间可预测性,将CU拆分为一个或多个预测单元(prediction unit,PU)。通常,每个PU包括亮度预测块(prediction block,PB)和两个色度PB。在实施例中,编码(编码/解码)中的预测操作以预测块为单位来执行。以亮度预测块作为预测块为例,预测块包括像素值(例如,亮度值)的矩阵,例如8×8像素、16×16像素、8×16像素、16×8像素等等。

[0104] 图6是根据本申请公开的另一实施例的视频编码器(603)的图。视频编码器(603)用于接收视频图片序列中的当前视频图片内的样本值的处理块(例如预测块),且将所述处理块编码到作为已编码视频序列的一部分的已编码图片中。在本实施例中,视频编码器(603)用于代替图3实施例中的视频编码器(303)。

[0105] 在HEVC实施例中,视频编码器(603)接收用于处理块的样本值的矩阵,所述处理块为例如 8×8 样本的预测块等。视频编码器(603)使用例如率失真(rate-distortion, RD)优化来确定是否使用帧内模式、帧间模式或双向预测模式来编码所述处理块。当在帧内模式中编码处理块时,视频编码器(603)可使用帧内预测技术以将处理块编码到已编码图片中;且当在帧间模式或双向预测模式中编码处理块时,视频编码器(603)可分别使用帧间预测或双向预测技术将处理块编码到已编码图片中。在某些视频编码技术中,合并模式可以是帧间图片预测子模式,其中,在不借助预测值外部的已编码运动矢量分量的情况下,从一个或多个运动矢量预测值导出运动矢量。在某些其它视频编码技术中,可存在适用于主题块的运动矢量分量。在实施例中,视频编码器(603)包括其它组件,例如用于确定处理块模式的模式决策模块(未示出)。

[0106] 在图6的实施例中,视频编码器(603)包括如图6所示的耦接到一起的帧间编码器(630)、帧内编码器(622)、残差计算器(623)、开关(626)、残差编码器(624)、通用控制器(621)和熵编码器(625)。

[0107] 帧间编码器(630)用于接收当前块(例如处理块)的样本、比较所述块与参考图片中的一个或多个参考块(例如先前图片和后来图片中的块)、生成帧间预测信息(例如根据帧间编码技术的冗余信息描述、运动矢量、合并模式信息)、以及基于帧间预测信息使用任何合适的技术计算帧间预测结果(例如已预测块)。在一些实施例中,参考图片是基于已编码的视频信息解码的已解码参考图片。

[0108] 帧内编码器(622)用于接收当前块(例如处理块)的样本、在一些情况下比较所述块与同一图片中已编码的块、在变换之后生成量化系数、以及在一些情况下还(例如根据一个或多个帧内编码技术的帧内预测方向信息)生成帧内预测信息。在实施例中,帧内编码器(622)还基于帧内预测信息和同一图片中的参考块计算帧内预测结果(例如已预测块)。

[0109] 通用控制器(621)用于确定通用控制数据,且基于所述通用控制数据控制视频编码器(603)的其它组件。在实施例中,通用控制器(621)确定块的模式,且基于所述模式将控制信号提供到开关(626)。举例来说,当所述模式是帧内模式时,通用控制器(621)控制开关(626)以选择供残差计算器(623)使用的帧内模式结果,且控制熵编码器(625)以选择帧内预测信息且将所述帧内预测信息添加在码流中;以及当所述模式是帧间模式时,通用控制器(621)控制开关(626)以选择供残差计算器(623)使用的帧间预测结果,且控制熵编码器(625)以选择帧间预测信息且将所述帧间预测信息添加在码流中。

[0110] 残差计算器(623)用于计算所接收的块与选自帧内编码器(622)或帧间编码器(630)的预测结果之间的差(残差数据)。残差编码器(624)用于基于残差数据操作,以对残差数据进行编码以生成变换系数。在实施例中,残差编码器(624)用于将残差数据从时域转换到频域,且生成变换系数。变换系数接着经由量化处理以获得量化的变换系数。在各种实施例中,视频编码器(603)还包括残差解码器(628)。残差解码器(628)用于执行逆变换,且生成已解码残差数据。已解码残差数据可适当地由帧内编码器(622)和帧间编码器(630)使

用。举例来说,帧间编码器(630)可基于已解码残差数据和帧间预测信息生成已解码块,且帧内编码器(622)可基于已解码残差数据和帧内预测信息生成已解码块。适当处理已解码块以生成已解码图片,且在一些实施例中,所述已解码图片可在存储器电路(未示出)中缓冲并用作参考图片。

[0111] 熵编码器(625)用于将码流格式化以产生已编码的块。熵编码器(625)根据HEVC标准等合适标准产生各种信息。在实施例中,熵编码器(625)用于获得通用控制数据、所选预测信息(例如帧内预测信息或帧间预测信息)、残差信息和码流中的其它合适的信息。应注意,根据所公开的主题,当在帧间模式或双向预测模式的合并子模式中对块进行编码时,不存在残差信息。

[0112] 图7是根据本申请公开的另一实施例的视频解码器(710)的图。视频解码器(710)用于接收作为已编码视频序列的一部分的已编码图像,且对所述已编码图像进行解码以生成重建的图片。在实施例中,视频解码器(710)用于代替图3实施例中的视频解码器(310)。

[0113] 在图7实施例中,视频解码器(710)包括如图7中所示耦接到一起的熵解码器(771)、帧间解码器(780)、残差解码器(773)、重建模块(774)和帧内解码器(772)。

[0114] 熵解码器(771)可用于根据已编码图片来重建某些符号,这些符号表示构成所述已编码图片的语法元素。此类符号可包括例如用于对所述块进行编码的模式(例如帧内模式、帧间模式、双向预测模式、后两者的合并子模式或另一子模式)、可分别识别供帧内解码器(772)或帧间解码器(780)用以进行预测的某些样本或元数据的预测信息(例如帧内预测信息或帧间预测信息)、呈例如量化的变换系数形式的残差信息等等。在实施例中,当预测模式是帧间或双向预测模式时,将帧间预测信息提供到帧间解码器(780);以及当预测类型是帧内预测类型时,将帧内预测信息提供到帧内解码器(772)。残差信息可经由逆量化并提供到残差解码器(773)。

[0115] 帧间解码器(780)用于接收帧间预测信息,且基于所述帧间预测信息生成帧间预测结果。

[0116] 帧内解码器(772)用于接收帧内预测信息,且基于所述帧内预测信息生成预测结果。

[0117] 残差解码器(773)用于执行逆量化以提取解量化的变换系数,且处理所述解量化的变换系数,以将残差从频域转换到空间域。残差解码器(773)还可能某些控制信息(用以获得量化器参数QP),且所述信息可由熵解码器(771)提供(未标示数据路径,因为这仅仅是低量控制信息)。

[0118] 重建模块(774)用于在空间域中组合由残差解码器(773)输出的残差与预测结果(可由帧间预测模块或帧内预测模块输出)以形成重建的块,所述重建的块可以是重建的图片的一部分,所述重建的图片继而可以是重建的视频的一部分。应注意,可执行解块操作等其它合适的操作来改善视觉质量。

[0119] 应注意,可使用任何合适的技术来实施视频编码器(303)、视频编码器(503)和视频编码器(603)以及视频解码器(310)、视频解码器(410)和视频解码器(710)。在实施例中,可使用一个或多个集成电路来实施视频编码器(303)、视频编码器(503)和视频编码器(603)以及视频解码器(310)、视频解码器(410)和视频解码器(710)。在另一实施例中,可使用执行软件指令的一个或多个处理器来实施视频编码器(303)、视频编码器(503)和视频编

码器 (603) 以及视频解码器 (310)、视频解码器 (410) 和视频解码器 (710)。

[0120] 使用QTBT的块分区结构

[0121] 在HEVC中,使用表示为编码树的四叉树(QT)结构将编码树单元(CTU)分割成多个编码单元(CU),以适应各种局部特性。在CU级别作出使用帧间图片(时间)预测还是帧内图片(空间)预测来编码图片区域的决定。根据预测单元(PU)分割类型,每个CU可以被进一步分割成一个、两个或四个PU。在一个PU内,应用相同的预测过程,并基于PU将相关信息发送给解码器。通过应用基于PU分割类型的预测过程而获得残差块之后,可以根据与CU的编码树类似的另一种QT结构将CU划分成多个变换单元(TU)。

[0122] HEVC结构的一个关键特征是它具有多个分区概念,包括CU、PU和TU。四叉树加二叉树(QTBT)结构消除了多个分区类型的概念,即消除了CU、PU和TU概念的分离,并且支持更灵活的CU分区形状。

[0123] 在QTBT块结构中,CU可以具有正方形或矩形形状。如图8A和8B所示,首先用QT结构对CTU进行分区。进一步采用二叉树(BT)结构对QT叶节点进行分区。在BT分割中有对称水平分割和对称垂直分割两种分割类型。BT叶节点是CU,并且两个CU之间的分割用于预测和变换处理而无需任何进一步的分区。因此,CU、PU和TU在QTBT结构中可以有相同的块尺寸。

[0124] 在一些相关示例中,CU有时可以包括不同颜色分量的编码块(CB),例如,在4:2:0色度格式的P条带和B条带的情况下,一个CU可以包含一个亮度CB和两个色度CB。可替换地,CU可以包括单个分量的CB,例如,在I条带的情况下,一个CU可以仅包含一个亮度CB或两个色度CB。

[0125] 为QTBT分区方案定义了以下参数:

[0126] -CTU size:QT的根节点尺寸,例如与HEVC中的概念相同,

[0127] -MinQTSIZE:允许的最小QT叶节点尺寸,

[0128] -MaxBTSIZE:允许的最大BT根节点尺寸,

[0129] -MaxBTDepth:允许的最大BT深度,以及

[0130] -MinBTSIZE:允许的最小BT叶节点尺寸。

[0131] 在QTBT分区结构的一个示例中,CTU size设置为具有两个相应的 64×64 色度样本块的 128×128 亮度样本。MinQTSIZE设置为 16×16 ,MaxBTSIZE设置为 64×64 ,MinBTSIZE(对于宽度和高度)设置为 4×4 ,MaxBTDepth设置为4。QT分区首先应用于CTU以生成QT叶节点。QT叶节点可以具有从 16×16 (即MinQTSIZE)到 128×128 (即CTU尺寸)的尺寸。如果QT叶节点是 128×128 ,则由于其尺寸超过MaxBTSIZE(即 64×64),因此不会采用BT做进一步分割。否则,QT叶节点可以采用BT做进一步分割。因此,QT叶节点也是BT的根节点,它的BT深度为0。当BT深度达到MaxBTDepth(即4)时,不考虑进一步的分割。当BT节点的宽度等于MinBTSIZE(即4)时,不考虑进一步的水平分割。类似地,当BT节点的高度等于MinBTSIZE时,不考虑进一步的垂直分割。通过预测和变换过程进一步处理BT的叶节点,而无需任何进一步的分区。在一些情况下,最大CTU尺寸是 256×256 亮度样本。

[0132] 此外,QTBT方案支持亮度和色度具有单独的QTBT结构的灵活性。当前,对于P条带和B条带,一个CTU中的亮度和色度编码树块(CTB)共享相同的QTBT结构。然而,对于I条带,亮度CTB通过QTBT结构划分为CU,色度CTB通过另一个QTBT结构划分为色度CU。因此,I条带中的CU包括亮度分量的编码块或两个色度分量的编码块,而P条带或B条带中的CU包括所有

三个颜色分量的编码块。

[0133] 在HEVC中,用于小块的帧间预测受到限制以减少运动补偿的存储器访问,这使得 4×8 块和 8×4 块不支持双向预测,而 4×4 块不支持帧间预测。在QTBT结构中,这些限制被消除了。

[0134] 图8A示出了使用QTBT分区结构(8200)的块分区(8100)的示例,并且图8B示出了对应的QTBT结构(8200)。实线指示QT分割,虚线指示二叉树BT分割。在每个非叶BT分割节点中,用信号通知一个标志,以指示分割类型(即,对称水平分割或对称垂直分割)。例如,在图8B的示例中,“0”指示对称水平分割,“1”指示对称垂直分割。然而,对于QT分割,因为其水平地和垂直地分割非叶节点以产生具有相同大小的4个较小块,因此不指示分割类型标志或用信号通知分割类型标志。

[0135] 参照图8B,在QTBT结构(8200)中,首先通过QT结构将根节点(8201)划分成QT节点(8211-8214)。因此,如图8A所示,通过实线将编码树块(8101)划分成四个相等大小的块(8111-8114)。

[0136] 返回参照图8B,分别通过两个BT分割对QT节点(8211)和(8212)进一步分割。如上所述,BT分割包括两种分割类型,即,对称水平分割和对称垂直分割。非叶QT节点(8211)被指示为“1”,因此可以通过对称垂直分割将其分割成两个节点(8221)和(8222)。非叶QT节点(8212)被指示为“0”,因此可以通过对称水平分割将其分割成两个节点(8223)和(8224)。通过另一QTBT结构,将非叶QT节点(8213)进一步分割成四个节点(8225-8228)。节点(8214)未被进一步分割,因此是叶节点。因此,如图8A所示,块(8111)被垂直划分成两个相等大小的块(8121)和(8122),块(8112)被水平划分成两个相等大小的块,块(8113)被划分成四个相等大小的块,并且块(8114)未被进一步划分。

[0137] 返回参照图8B,在更深的级别上,节点(8221-8228)中的一些节点被进一步分割而其它节点未被分割。例如,非叶BT节点(8221)通过对称垂直分割被进一步分割成两个叶节点(8231)和(8232),而叶节点(8222)未被进一步分割。因此,如图8A所示,块(8121)被划分成两个相等大小的块(8131)和(8132),而块(8122)未被进一步划分。

[0138] 在完成QTBT结构(8200)的分割之后,未被进一步分割的叶节点是CU,其被用于预测和变换处理。因此,CU、与CU相关联的PU以及与CU相关联的TU在QTBT结构中可以有相同的块大小。另外,在QTBT结构中,CU可以包括不同颜色分量的CB。例如,在 $4:2:0$ 格式下,在P条带或B条带中,一个CU可以包括一个亮度CB和两个色度CB。然而,在一些其它实施例中,CU可以包括单一分量的CB。例如,在I条带中,一个CU可包括一个亮度CB或两个色度CB。也就是说,QTBT结构支持亮度和色度具有不同分区结构的能力。

[0139] 使用三叉树的块分区结构

[0140] 除了上述的QTBT结构之外,在VVC中还提出了另一种被称为多类型树(MTT)结构的分割结构,它比QTBT结构更灵活。在MTT结构中,除了四叉树和二叉树以外,还引入了水平和垂直中心侧三叉树(TT),如图9A和图9B所示。三叉树分区也可以称为三元树分区(ternary tree partitioning)。

[0141] 图9A示出了垂直中心侧TT分区的示例。例如,块(910)被垂直分割成三个子块(911-913),其中子块(912)位于块(910)的中间。

[0142] 图9B示出了水平中心侧TT分区的示例。例如,块(920)被水平分割成三个子块

(921-923),其中子块(922)位于块(920)的中间。

[0143] 类似于BT分割,在TT分割中,用信号通知一个标志以指示分割类型(即,对称水平分割或对称垂直分割)。在示例中,“0”表示对称水平分割,而“1”表示对称垂直分割。

[0144] 包括四叉树、二叉树和三元树分割类型的MTT结构被称为QTBT结构。类似于QTBT结构,QTBT结构也支持具有不同结构的亮度和色度。例如,在I条带中,用于对亮度CTB进行分区的QTBT结构可以不同于用于对色度CTB进行分区的QTBT结构。因此,当启用分离的树结构时,CU包括一个亮度CB或两个色度CB。然而,在P条带或B条带中,亮度CTB可以在一个CTU中与色度CTB共享相同的QTBT结构。因此,当禁用分离的树结构时,CU包括所有三个CB,即,一个亮度CB和两个色度CB。

[0145] VVC中的帧内预测

[0146] 图10A示出了一些示例(例如,VVC)中的示例性帧内预测方向和对应的帧内预测模式的示意图。在图10A中,总共有95种帧内预测模式(模式-14~80),其中模式0是平面模式(称为INTRA_PLANAR),模式1是DC模式(称为INTRA_DC),其它模式(模式-14~-1和模式2~80)是角度(或方向)模式(也称为INTRA_ANGULAR)。在角度(或方向)模式中,模式18(称为INTRA_ANGULAR18)是水平模式,模式50(称为INTRA_ANGULAR50)是垂直模式,模式2(称为INTRA_ANGULAR2)是指向左下方的对角线模式,模式34(称为INTRA_ANGULAR34)是指向左上方的对角线模式,模式66(称为INTRA_ANGULAR66)是指向右上方的对角线模式。模式-14~-1和模式67~80被称为宽角度帧内预测(WAIP)模式。

[0147] 另外,垂直类(vertical-like)帧内预测方向被定义为与落入(V-Thr,V+Thr)范围内的预测角度相关联的帧内预测方向,其中V是垂直模式的预测角度,Thr是给定阈值。类似地,水平类帧内预测方向被定义为与落入(H-Thr,H+Thr)范围内的预测角度相关联的帧内预测方向,其中H是水平模式的预测角度,Thr是给定阈值。

[0148] 图10B示出了示例性角度帧内预测模式及其对应的帧内预测角度。

[0149] preModeIntra表示帧内预测模式,intraPredAngle表示帧内预测模式的帧内预测角度。帧内预测角度的精度为1/32。对于一个帧内预测模式,如果它的关联角度为X,那么它的实际角度为X/32。例如,对于模式66,它的关联角度为32,则它的实际角度为32/32。

[0150] 平面帧内预测

[0151] 图11A和11B示出了示例性平面帧内预测。利用两个线性插值(即,水平和垂直插值)的平均值来生成平面帧内预测。例如,通过分别复制与当前块相邻的右上像素和左下像素来生成当前块的右列和底行。在图11A和11B中,像素(1110)和(1120)与当前块(1100)的右上角和左下角相邻。右上像素(1110)被复制到位于当前块(1110)的右列中的像素(1130)。左下像素(1120)被复制到位于当前块(1110)的底行中的像素(1140)。因此,可基于像素(1130)和(1140)重建当前块(1100)内的像素(1150)。应注意,像素(1150)和像素(1130)位于当前块(1100)的同一行中。另外,像素(1150)和像素(1140)位于当前块(1100)的同一列中。

[0152] 帧内子分区(ISP)编码模式

[0153] 以帧内子分区(ISP)编码模式编码的亮度编码块可以被垂直(在垂直ISP模式下)或水平(在水平ISP模式下)划分成多个子分区(例如,2个或4个),这取决于该块的块大小,如表1中所示。例如,所有子分区均满足至少有16个样本的条件。对于色度分量,可以不应用

ISP模式。

[0154] 表1:取决于块大小的子分区的数目

[0155] 块大小	子分区的数目
4x4	未被划分
4x8和8x4	2
所有其它情况	4

[0156] 在一些实施例中,可以仅利用作为最可能模式(MPM)列表的一部分的帧内模式来测试ISP模式。因此,如果以ISP模式对编码块进行编码,则MPM列表的MPM标志可被推断为,例如一个或为真。在一些情况下,可以修改MPM列表以排除DC模式,并确定用于水平ISP模式的水平帧内预测模式和用于垂直ISP模式的垂直帧内预测模式的优先级。

[0157] 另外,因为可对编码块的每个子分区分别执行变换和重建,因此可以将每个子分区视为子TU。

[0158] 图12A示出了根据本申请实施例的以ISP模式编码的编码块(1200)的示例性水平ISP模式和示例性垂直ISP模式。在图12A的示例中,编码块(1200)的块大小是 $W_1 \times H_1$,例如是4x8或8x4样本。因此,编码块(1200)被划分成2个子分区。如图12A所示,编码块(1200)可以被水平划分成两个子分区(1211-1212),其中每个子分区具有用于水平ISP模式的 $W_1 \times H_1/2$ 样本的大小,或者被垂直划分成两个子分区(1221-1222),其中每个子分区具有用于垂直ISP模式的 $W_1/2 \times H_1$ 样本的大小。

[0159] 图12B示出了根据本申请实施例的以ISP模式编码的另一编码块(1250)的示例性水平ISP模式和示例性垂直ISP模式。在图12B的示例中,编码块(1250)的块大小是 $W_2 \times H_2$,例如高于4x8或8x4样本。因此,编码块(1250)被划分成4个子分区。如图12B所示,编码块(1250)可以被水平划分成四个子分区(1261-1264),其中每个子分区具有 $W_2 \times H_2/4$ 样本的大小,或者被垂直划分成四个子分区(1271-1274),其中每个子分区具有 $W_2/4 \times H_2$ 样本的大小。

[0160] 对于这些子分区中的每个子分区,可以通过对编码器发送的系数进行熵解码、然后通过对这些系数进行逆量化和逆变换来生成残差信号。然后,对于子分区中的一个(其可称为当前子分区),可以通过对当前子分区执行帧内预测来生成预测信号。最后,可以通过将残差信号和预测信号相加来获得当前子分区重建样本。

[0161] 当前子分区重建样本可以用于预测另一个子分区,例如,紧接当前子分区的另一个子分区。由于所有子分区可以共享相同的帧内预测模式,因此可以对其它子分区重复该过程。

[0162] 在一些相关示例中,对于平面帧内预测,当编码块被水平划分时,一个或多个子分区的右上相邻样本(例如,图11A中的右上像素1110)可能不可用。例如,当编码块如图12B所示被水平划分成四个子分区时,第二、第三和第四子分区(1272-1274)的右上相邻样本被标记为不可用。类似地,当编码块被垂直划分时,一个或多个子分区的左下相邻样本(例如,图11A中的左下像素1120)可能不可用。例如,当编码块如图12B所示被垂直划分成四个子分区时,第二、第三和第四子分区(1262-1264)的左下相邻样本被标记为不可用。

[0163] 针对ISP模式的改进的帧内预测

[0164] 本申请的实施例提供了方法、装置和非易失性计算机可读存储介质,用于改进以ISP模式编码的CU的帧内预测。例如,本申请的实施例可以解决子分区的一个或多个相邻样

本不可用的情况。这些方法可以单独使用或以任何顺序组合使用。此外,术语“块”可以被解释为PB、编码块或CU。相邻参考线是最接近当前块并与参考线索引0相关联的参考线。

[0165] 根据本申请的实施例,对于以ISP模式编码的编码块,当启用ISP模式时,可以基于ISP模式将当前块划分成多个子分区,并且该多个子分区中的每个子分区都与至少一个不同参考样本相关联。所述至少一个不同参考样本可以位于当前块上方的行中,也可以位于当前块左边的列中。

[0166] 在实施例中,该多个子分区中的每个子分区的至少一个不同参考样本包括:与该子分区相邻的参考样本。在本申请实施例中,所述不同参考样本是指,用于重建该多个子分区中的一个子分区的参考样本与用于重建该多个子分区中的另一个子分区的参考样本不是同一个参考样本。

[0167] 根据本申请的实施例,对于以ISP模式编码的编码块,当启用ISP模式并将平面模式用于编码块时,除了与每个子分区相关联的至少一个不同参考样本之外,编码块的多个子分区与至少一个共享参考样本相关联。因此,该多个子分区中的每个子分区可以基于与该子分区相关联的至少一个不同参考样本和至少一个共享参考样本来重建。

[0168] 图13A和13B示出了根据本申请实施例的以垂直ISP模式编码的示例性编码块(1300)。编码块(1300)的ISP模式是垂直模式。因此,编码块(1300)被垂直划分成多个子分区(1301-1304)。

[0169] 在实施例中,一个子分区(例如,子分区1301)的重建可以先于一个或多个后续子分区(例如,子分区1302)的重建,并且子分区(例如,子分区1301)的重建样本可以用于一个或多个后续子分区(例如,子分区1302)。子分区的至少一个相邻参考样本(例如,左和/或左下相邻参考样本)可以用于剩余的子分区,并且当以平面模式对编码块(1300)进行编码时,不同的子分区可以使用至少一个不同的相邻参考样本(例如,上和/或右上相邻参考样本)进行平面预测。

[0170] 在实施例中,可以使用与编码块(1300)相邻的重建样本来预测编码块(1300)内的一个或多个子分区。在一个示例中,该一个或多个子分区包括所有子分区(1301-1304)。当以平面模式对编码块(1300)进行编码时,所有子分区(1301-1304)可以共享相同的至少一个左和/或左下相邻参考样本,但是使用至少一个不同的上和/或右上相邻参考样本进行平面预测。

[0171] 在一些实施例中,与多个子分区中的每个子分区相关联的至少一个不同参考样本可以位于编码块(1300)上方的行中。如图13A所示,上相邻参考样本(1311-1314)可以分别包括子分区(1301-1304)的参考样本。应注意,上相邻参考样本(1311-1314)位于编码块(1300)上方的同一行中。另外,应注意,在其它实施例中,多个子分区中的每个子分区的一个参考样本而非多个参考样本可以用于执行帧内预测。

[0172] 在一些实施例中,与多个子分区中的每个子分区相关联的至少一个不同参考样本包括与该子分区的右上角或顶侧相邻的参考样本。如图13B所示,右上相邻参考样本(1321-1324)可以分别与子分区(1301-1304)相关联。右上相邻参考样本(1321-1324)中的每一个都与相应子分区的右上角相邻。例如,右上相邻参考样本(1322)与子分区(1302)的右上角相邻。

[0173] 在一些实施例中,当以平面模式对编码块(1300)进行编码时,可以在子分区

(1301-1304) 中共享至少一个参考样本以用于平面预测。在实施例中,如图13A所示,当以平面模式对编码块(1300)进行编码时,所有子分区(1301-1304)可以共享编码块(1300)左边的相同的左相邻参考样本(1315),但是使用不同的上相邻参考样本(1311-1314)进行平面预测。在另一实施例中,如图13B所示,当以平面模式对编码块(1300)进行编码时,所有子分区(1301-1304)可以共享与编码块(1300)的左下角或底侧相邻的相同的左下参考样本(1325),但是使用不同的右上相邻参考样本(1321-1324)进行平面预测。

[0174] 在实施例中,多个子分区(1301-1304)中的一个子分区可以基于该多个子分区(1301-1304)中的另一个子分区来重建。例如,当编码块(1300)的块大小为 $8 \times N$ ($N > 4$)时,第三子分区(1303)和/或第四子分区(1304)可以使用第二子分区(1302)的重建样本进行帧内预测,可以在图13B中示出用于平面预测的每个子分区的右上相邻参考样本。此外,在一些实施例中,所有子分区(1301-1304)可以共享与编码块(1300)的左下角或底侧相邻的相同的左下参考样本(1325)。

[0175] 图13C和13D示出了根据申请实施例的以水平ISP模式编码的另一示例性编码块(1340)。编码块(1340)的ISP模式是水平模式。因此,编码块(1340)被水平划分成多个子分区(1351-1354)。

[0176] 在实施例中,子分区(例如,子分区1351)的重建可以先于一个或多个后续子分区(例如,子分区1352)的重建,并且子分区(例如,子分区1351)的重建样本可以用于一个或多个后续子分区(例如,子分区1352)。子分区的至少一个相邻参考样本(例如,上和/或右上相邻参考样本)可以用于剩余的子分区,并且当以平面模式对编码块(1340)进行编码时,不同的子分区可以使用至少一个不同的相邻参考样本(例如,左和/或左下相邻参考样本)进行平面预测。

[0177] 在实施例中,可以使用与编码块(1340)相邻的重建样本来预测编码块(1340)内的一个或多个子分区。在一个示例中,该一个或多个子分区包括所有子分区(1351-1354)。当以平面模式对编码块(1340)进行编码时,所有子分区(1351-1354)可以共享相同的至少一个上和/或右上相邻参考样本,但是使用至少一个不同的左和/或左下相邻参考样本进行平面预测。

[0178] 在一些实施例中,与多个子分区中的每个子分区相关联的至少一个不同参考样本可以位于编码块(1340)左边的列中。如图13C所示,左相邻参考样本(1361-1364)可以分别包括子分区(1351-1354)的参考样本。应注意,左相邻参考样本(1361-1364)位于编码块(1340)左边的同一列中。另外,应注意,在其它实施例中,多个子分区中的每个子分区的一个参考样本而非多个参考样本可以用于执行帧内预测。

[0179] 在一些实施例中,与多个子分区中的每个子分区相关联的至少一个不同参考样本包括与该子分区的左下角或左侧相邻的参考样本。如图13D所示,左下相邻参考样本(1371-1374)可以分别与子分区(1351-1354)相关联。左下相邻参考样本(1371-1374)中的每一个都与相应子分区的左下角相邻。例如,左下参考样本(1372)与子分区(1352)的左下角相邻。

[0180] 在一些实施例中,当以平面模式对编码块(1340)进行编码时,可以在子分区(1351-1354)中共享至少一个参考样本以用于平面预测。在实施例中,如图13C所示,当以平面模式对编码块(1340)进行编码时,所有子分区(1351-1354)可以共享编码块(1340)上方的相同的上相邻参考样本(1365),但是使用不同的左相邻参考样本(1361-1364)进行平面

预测。在另一实施例中,如图13D所示,当以平面模式对编码块(1340)进行编码时,所有子分区(1351-1354)可以共享与编码块(1340)的右上角或顶侧相邻的相同的右上参考样本(1375),但是使用不同的左下相邻参考样本(1371-1374)进行平面预测。

[0181] 在实施例中,多个子分区(1351-1354)中的一个子分区可以基于该多个子分区(1351-1354)中的另一个子分区来重建。例如,当编码块(1340)的块大小为 $N \times 8$ ($N > 4$)时,第三子分区(1353)和/或第四子分区(1354)可以使用第二子分区(1352)的重建样本进行帧内预测,可以在图13D中示出用于平面预测的每个子分区的左下相邻参考样本。此外,在一些实施例中,所有子分区(1351-1354)可以共享与编码块(1340)的右上角或顶侧相邻的相同的左下参考样本(1375)。

[0182] 根据本申请实施例,对于以ISP模式编码的编码块,当启用ISP模式并且将DC模式用于该编码块时,多个子分区中的每个子分区可以基于相应的DC值来重建,其中该DC值是根据(或使用)与该子分区相关联的至少一个不同参考样本计算得到的。

[0183] 图14A示出了根据申请实施例的以垂直ISP模式和DC模式编码的示例性编码块(1400)。在图14A的示例中,编码块(1400)的ISP模式是垂直模式。因此,编码块(1400)被垂直划分成多个子分区(1401-1404)。

[0184] 在实施例中,对于与编码块(1400)的左侧相邻的第一子分区(1401),左相邻参考样本(1415)或上相邻参考样本(1411)可以用于计算在DC模式中使用的对应DC值。左相邻参考样本(1415)与编码块(1400)的左侧相邻。上相邻参考样本(1411)位于编码块(1400)上方的行中。对于剩余的子分区(1402-1404),仅上相邻参考样本(1412-1414)可以用于计算在DC模式中使用的对应DC值。例如,仅上相邻参考样本(1413)可以用于计算第三子分区(1403)的DC值。应注意,上相邻参考样本(1411-1414)位于编码块(1400)上方的同一行中。另外,应注意,在其它实施例中,多个子分区中的每个子分区的一个参考样本而非多个参考样本可以用于计算在DC模式中使用的对应DC值。

[0185] 在一个实施例中,当编码块(1400)的大小为 $4 \times N$ 或 $8 \times N$ ($N > 4$)时,仅左相邻样本(1415)可以用于计算第一子分区(1401)的DC值,并且仅上相邻样本(1412-1414)可以用于计算剩余的子分区(1402-1404)的DC值。

[0186] 图14B示出了根据本申请实施例的以水平ISP模式和DC模式编码的另一示例性编码块(1440)。在图14B的示例中,编码块(1440)的ISP模式是水平模式。因此,编码块(1440)被水平划分成多个子分区(1451-1454)。

[0187] 在实施例中,对于与编码块(1440)的顶侧相邻的第一子分区(1451),左相邻参考样本(1461)或上相邻参考样本(1465)可以用于计算在DC模式中使用的对应DC值。上相邻参考样本(1465)与编码块(1440)的顶侧相邻。左相邻参考样本(1461)位于编码块(1440)左边的列中。对于剩余的子分区(1452-1454),仅左相邻参考样本(1462-1464)可以用于计算在DC模式中使用的对应DC值。例如,仅左相邻参考样本(1463)可以用于计算第三子分区(1453)的DC值。应注意,左相邻参考样本(1461-1464)位于编码块(1440)左边的同一列中。另外,应注意,在其它实施例中,多个子分区中的每个子分区的一个参考样本而非多个参考样本可以用于计算对应DC值。

[0188] 在一个实施例中,当编码块(1440)的大小为 $N \times 4$ 或 $N \times 8$ ($N > 4$)时,仅上相邻样本(1465)可以用于计算第一子分区(1451)的DC值,并且仅左相邻样本(1462-1464)可以用于

计算剩余的子分区(1452-1454)的DC值。

[0189] 流程图

[0190] 图15示出了根据本申请实施例的概述示例性过程(1500)的流程图。在各种实施例中,过程(1500)由处理电路执行,例如终端装置(210)、(220)、(230)和(240)中的处理电路、执行视频编码器(303)的功能的处理电路、执行视频解码器(310)的功能的处理电路、执行视频解码器(410)的功能的处理电路、执行帧内预测模块(452)的功能的处理电路、执行视频编码器(503)的功能的处理电路、执行预测器(535)的功能的处理电路、执行帧内编码器(622)的功能的处理电路、执行帧内解码器(772)的功能的处理电路等等。在一些实施例中,过程(1500)用软件指令实现,因此当处理电路执行软件指令时,处理电路执行过程(1500)。

[0191] 过程(1500)通常可以在步骤(S1510)开始。在步骤(S1510),解码当前图片中的当前块的预测信息,该当前图片是已编码视频序列的一部分,该预测信息指示该当前块的帧内子分区(ISP)模式,该ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对该当前块进行划分。然后过程(1500)进入步骤(S1520)。

[0192] 在步骤(S1520),基于该ISP模式将该当前块划分成多个子分区,该多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,该至少一个不同参考样本位于(1)该当前块上方的行和(2)该当前块左边的列的其中之一中。然后过程(1500)进入步骤(S1530)。

[0193] 在步骤(S1530),对该多个子分区中的每个子分区基于与该子分区相关联的至少一个不同参考样本进行重建。然后过程(1500)进入步骤(S1540)。

[0194] 在步骤(S1540),基于该重建的子分区重建该当前块。

[0195] 在重建该当前块之后,过程(1500)结束。

[0196] 在实施例中,该多个子分区中的每个子分区的至少一个不同参考样本包括与该子分区相邻的参考样本。

[0197] 在实施例中,在过程(1500)中,该多个子分区中的一个子分区基于该多个子分区中被重建的另一个子分区来重建。

[0198] 根据本申请的实施例,预测信息指示该当前块的平面帧内预测模式,该多个子分区与至少一个共享参考样本相关联,并且在过程(1500)中,该多个子分区中的每个子分区基于与该子分区相关联的至少一个不同参考样本和至少一个共享参考样本来重建。

[0199] 在实施例中,与各个子分区相关联的至少一个不同参考样本包括:(1)在垂直模式下对当前块进行划分的情况下,与各个子分区的右上角相邻的参考样本,或(2)在水平模式下对当前块进行划分的情况下,与各个子分区的左下角相邻的参考样本。

[0200] 在实施例中,至少一个共享参考样本包括:(1)在垂直模式下对当前块进行划分的情况下,与当前块的左下角相邻的参考样本,或(2)在水平模式下对当前块进行划分的情况下,与当前块的右上角相邻的参考样本。

[0201] 根据本申请的实施例,预测信息指示该当前块的DC帧内预测模式,并且在过程(1500)中,该多个子分区中的每个子分区基于相应的DC值来重建,该相应的DC值是根据与该子分区相关联的至少一个不同参考样本计算得到的。

[0202] 在实施例中,在垂直模式下对该当前块进行划分,并且与该多个子分区中的、与该当前块的左侧不相邻的一个子分区相关联的至少一个不同参考样本位于该当前块上方的行中。

[0203] 在实施例中,在水平模式下对该当前块进行划分,并且与该多个子分区中的、与该当前块的顶侧不相邻的一个子分区相关联的至少一个不同参考样本位于该当前块左边的列中。

[0204] 本申请实施例还提供了一种视频解码的装置,包括:

[0205] 解码模块,用于解码当前图片中的当前块的预测信息,所述当前图片是已编码视频序列的一部分,所述预测信息指示所述当前块的帧内子分区 (ISP) 模式,所述ISP模式指示将在垂直模式和水平模式中的一个模式下对所述当前块进行划分;

[0206] 划分模块,用于基于所述ISP模式将所述当前块划分成多个子分区,所述多个子分区中的每个子分区与至少一个不同参考样本相关联,所述至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的行和所述当前块左边的列的其中之一中;

[0207] 第一重建模块,用于对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的所述至少一个不同参考样本进行重建;以及

[0208] 第二重建模块,用于基于所述重建的子分区重建所述当前块。

[0209] 在本申请实施例中,所述预测信息指示所述当前块的平面帧内预测模式,所述多个子分区与至少一个共享参考样本相关联,并且所述第一重建模块具体用于,对所述多个子分区中的每个子分区基于与所述子分区相关联的至少一个不同参考样本和所述至少一个共享参考样本进行重建。

[0210] 在本申请实施例中,与所述子分区相关联的至少一个不同参考样本包括:(1)在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述子分区的右上角相邻的参考样本,或(2)在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述子分区的左下角相邻的参考样本。

[0211] 在本申请实施例中,所述至少一个共享参考样本包括:(1)在所述垂直模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的左下角相邻的参考样本,或(2)在所述水平模式下对所述当前块进行划分的情况下,与所述当前块的右上角相邻的参考样本。

[0212] 在本申请实施例中,所述预测信息指示所述当前块的DC帧内预测模式,并且所述第一重建模块具体用于,对所述多个子分区中的每个子分区基于相应的DC值进行重建,所述相应的DC值是根据与所述子分区相关联的至少一个不同参考样本计算得到的。

[0213] 在本申请实施例中,在所述垂直模式下对所述当前块进行划分,并且与所述多个子分区中的、与所述当前块的左侧不相邻的一个子分区相关联的至少一个不同参考样本位于所述当前块上方的所述行中。

[0214] 在本申请实施例中,在所述水平模式下对所述当前块进行,并且与所述多个子分区中的、与所述当前块的顶侧不相邻的一个子分区相关联的至少一个不同参考样本位于所述当前块左边的所述列中。

[0215] 在本申请实施例中,所述第二重建模块具体用于,对所述多个子分区中的每个子分区基于所述多个子分区中被重建的另一个子分区进行重建。

[0216] 在本申请实施例中,所述多个子分区中的每个子分区的至少一个不同参考样本包括:与所述子分区相邻的参考样本。

[0217] 本申请实施例还提供了一种非易失性计算机可读存储介质,用于存储程序指令,当所述程序指令被用于视频编码/解码的计算机执行时,使得所述计算机执行上述的视频

解码的方法。

[0218] 本申请实施例还提供了一种计算机设备,包括一个或多个处理器和一个或多个存储器,所述一个或多个存储器中存储有至少一条程序指令,所述至少一条程序指令由所述一个或多个处理器加载并执行,以实现上述的视频解码的方法。

[0219] 计算机系统

[0220] 上述技术可以通过计算机可读指令实现为计算机软件,并且物理地存储在一个或多个计算机可读介质中。例如,图16示出了计算机系统(1600),其适于实现所公开主题的某些实施例。

[0221] 所述计算机软件可通过任何合适的机器代码或计算机语言进行编码,通过汇编、编译、链接等机制创建包括指令的代码,所述指令可由一个或多个计算机中央处理单元(CPU),图形处理单元(GPU)等直接执行或通过译码、微代码等方式执行。

[0222] 所述指令可以在各种类型的计算机或其组件上执行,包括例如个人计算机、平板电脑、服务器、智能手机、游戏设备、物联网设备等。

[0223] 图16所示的用于计算机系统(1600)的组件本质上是示例性的,并不用于对实现本申请实施例的计算机软件的使用范围或功能进行任何限制。也不应将组件的配置解释为与计算机系统(1600)的示例性实施例中所示的任一组件或其组合具有任何依赖性 or 要求。

[0224] 计算机系统(1600)可以包括某些人机界面输入设备。这种人机界面输入设备可以通过触觉输入(如:键盘输入、滑动、数据手套移动)、音频输入(如:声音、掌声)、视觉输入(如:手势)、嗅觉输入(未示出),对一个或多个人类用户的输入做出响应。所述人机界面设备还可用于捕获某些媒体,气与人类有意识的输入不必直接相关,如音频(例如:语音、音乐、环境声音)、图像(例如:扫描图像、从静止影像相机获得的摄影图像)、视频(例如二维视频、包括立体视频的三维视频)。

[0225] 人机界面输入设备可包括以下中的一个或多个(仅绘出其中一个):键盘(1601)、鼠标(1602)、触控板(1603)、触摸屏(1610)、数据手套(未示出)、操纵杆(1605)、麦克风(1606)、扫描仪(1607)、照相机(1608)。

[0226] 计算机系统(1600)还可以包括某些人机界面输出设备。这种人机界面输出设备可以通过例如触觉输出、声音、光和嗅觉/味觉来刺激一个或多个人类用户的感受。这样的人机界面输出设备可包括触觉输出设备(例如通过触摸屏(1610)、数据手套(未示出)或操纵杆(1605)的触觉反馈,但也可以有不用作输入设备的触觉反馈设备)、音频输出设备(例如,扬声器(1609)、耳机(未示出))、视觉输出设备(例如,包括阴极射线管屏幕、液晶屏幕、等离子屏幕、有机发光二极管屏的屏幕(1610),其中每一个都具有或没有触摸屏输入功能、每一个都具有或没有触觉反馈功能——其中一些可通过诸如立体画面输出的手段输出二维视觉输出或三维以上的输出;虚拟现实眼镜(未示出)、全息显示器和放烟箱(未示出))以及打印机(未示出)。这些视觉输出设备(例如屏幕(1610))可以通过图形适配器(1650)连接到系统总线(1648)。

[0227] 计算机系统(1600)还可以包括人可访问的存储设备及其相关介质,如包括具有CD/DVD的高密度只读/可重写式光盘(CD/DVD ROM/RW)(1620)或类似介质(1621)的光学介质、拇指驱动器(1622)、可移动硬盘驱动器或固体状态驱动器(1623),诸如磁带和软盘(未示出)的传统磁介质,诸如安全软件保护器(未示出)等的基于ROM/ASIC/PLD的专用设备,等

等。

[0228] 本领域技术人员还应当理解,结合所公开的主题使用的术语“计算机可读介质”不包括传输介质、载波或其它瞬时信号。

[0229] 计算机系统(1600)还可以包括通往一个或多个通信网络(1655)的网络接口(1654)。例如,该一个或多个通信网络(1655)可以是无线的、有线的、光学的。该一个或多个通信网络(1655)还可为局域网、广域网、城域网、车载网络和工业网络、实时网络、延迟容忍网络等等。该一个或多个通信网络(1655)还包括以太网、无线局域网、蜂窝网络(GSM、3G、4G、5G、LTE等)等局域网、电视有线或无线广域数字网络(包括有线电视、卫星电视、和地面广播电视)、车载和工业网络(包括CANBus)等等。某些网络通常需要外部网络接口适配器,用于连接到某些通用数据端口或外围总线(1649)(例如,计算机系统(1600)的USB端口);其它系统通常通过连接到如下所述的系统总线集成到计算机系统(1600)的核心(例如,以太网接口集成到PC计算机系统或蜂窝网络接口集成到智能电话计算机系统)。通过使用这些网络中的任何一个,计算机系统(1600)可以与其它实体进行通信。所述通信可以是单向的,仅用于接收(例如,无线电视),单向的仅用于发送(例如CAN总线到某些CAN总线设备),或双向的,例如通过局域或广域数字网络到其它计算机系统。上述的每个网络和网络接口可使用某些协议和协议栈。

[0230] 上述的人机界面设备、人可访问的存储设备以及网络接口可以连接到计算机系统(1600)的核心(1640)。

[0231] 核心(1640)可包括一个或多个中央处理单元(CPU)(1641)、图形处理单元(GPU)(1642)、以现场可编程门阵列(FPGA)(1643)形式的专用可编程处理单元、用于特定任务的硬件加速器(1644)等。这些设备以及只读存储器(ROM)(1645)、随机存取存储器(1646)、内部大容量存储器(例如内部非用户可存取硬盘驱动器、固态硬盘等)(1647)等可通过系统总线(1648)进行连接。在某些计算机系统中,可以以一个或多个物理插头的形式访问系统总线(1648),以便可通过额外的中央处理单元、图形处理单元等进行扩展。外围装置可直接附接到核心的系统总线(1648),或通过外围总线(1649)进行连接。外围总线的体系结构包括外部控制器接口PCI、通用串行总线USB等。

[0232] CPU(1641)、GPU(1642)、FPGA(1643)和加速器(1644)可以执行某些指令,这些指令组合起来可以构成上述计算机代码。该计算机代码可以存储在ROM(1645)或RAM(1646)中。过渡数据也可以存储在RAM(1646)中,而永久数据可以存储在例如内部大容量存储器(1647)中。通过使用高速缓冲存储器可实现对任何存储器设备的快速存储和检索,高速缓冲存储器可与一个或多个CPU(1641)、GPU(1642)、大容量存储器(1647)、ROM(1645)、RAM(1646)等紧密关联。

[0233] 所述计算机可读介质上可具有计算机代码,用于执行各种计算机实现的操作。介质和计算机代码可以是为本申请的目的而特别设计和构造的,也可以是计算机软件领域的技术人员所熟知和可用的介质和代码。

[0234] 作为实施例而非限制,具有体系结构(1600)的计算机系统,特别是核心(1640),可以作为处理器(包括CPU、GPU、FPGA、加速器等)提供执行包含在一个或多个有形的计算机可读介质中的软件的功能。这种计算机可读介质可以是与上述的用户可访问的大容量存储器相关联的介质,以及具有非易失性的核心(1640)的特定存储器,例如核心内部大容量存储

器(1647)或ROM(1645)。实现本申请的各种实施例的软件可以存储在这种设备中并且由核心(1640)执行。根据特定需要,计算机可读介质可包括一个或一个以上存储设备或芯片。该软件可以使得核心(1640)特别是其中的处理器(包括CPU、GPU、FPGA等)执行本文所述的特定过程或特定过程的特定部分,包括定义存储在RAM(1646)中的数据结构以及根据软件定义的过程来修改这种数据结构。另外或作为替代,计算机系统可以提供逻辑硬连线或以其它方式包含在电路(例如,加速器(1644))中的功能,该电路可以代替软件或与软件一起运行以执行本文所述的特定过程或特定过程的特定部分。在适当的情况下,对软件的引用可以包括逻辑,反之亦然。在适当的情况下,对计算机可读介质的引用可包括存储执行软件的电路(如集成电路(IC)),包含执行逻辑的电路,或两者兼备。本申请包括任何合适的硬件和软件组合。

[0235] 虽然本申请已对多个示例性实施例进行了描述,但实施例的各种变更、排列和各种等同替换均属于本申请的范围内。因此应理解,本领域技术人员能够设计多种系统和方法,所述系统和方法虽然未在本文中明确示出或描述,但其体现了本申请的原则,因此属于本申请的精神和范围之内。

[0236] 附录A:首字母缩略词

[0237] AMVP:高级运动矢量预测(Advanced Motion Vector Prediction)

[0238] ASIC:专用集成电路(Application-Specific Integrated Circuit)

[0239] ATMVP:可选/高级时域运动矢量预测(Alternative/Advanced Temporal Motion Vector Prediction)

[0240] BDOF:双向光流(Bi-directional Optical Flow)

[0241] BIO:双向光流(Bi-directional Optical Flow)

[0242] BMS:基准集合(Benchmark Set)

[0243] BV:块矢量(Block Vector)

[0244] CANBus:控制器局域网络总线(Controller Area Network Bus)

[0245] CB:编码块(Coding Block)

[0246] CBF:已编码块标志(Coded Block Flag)

[0247] CCLM:跨组件线性模式/模型(Cross-Component Linear Mode/Model)

[0248] CD:光盘(Compact Disc)

[0249] CPR:当前图片参考(Current Picture Referencing)

[0250] CPUs:中央处理单元(Central Processing Units)

[0251] CRT:阴极射线管(Cathode Ray Tube)

[0252] CTBs:编码树块(Coding Tree Blocks)

[0253] CTUs:编码树单元(Coding Tree Units)

[0254] CU:编码单元(Coding Unit)

[0255] DPB:解码器图片缓冲区(Decoder Picture Buffer)

[0256] DVD:数字化视频光盘(Digital Video Disc)

[0257] FPGA:现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Areas)

[0258] GOPs:图片群组(Groups of Pictures)

[0259] GPUs:图形处理单元(Graphics Processing Units)

- [0260] GSM:全球移动通信系统(Global System for Mobile communications)
- [0261] HDR:高动态范围图像(High Dynamic Range)
- [0262] HEVC:高效视频编码(High Efficiency Video Coding)
- [0263] HRD:假想参考解码器(Hypothetical Reference Decoder)
- [0264] IBC:帧内块复制(Intra Block Copy)
- [0265] IC:集成电路(Integrated Circuit)
- [0266] ISP:帧内子分区(Intra Sub-Partitions)
- [0267] JEM:联合开发模型(Joint Exploration Model)
- [0268] JVET:联合视频开发组(Joint Video Exploration Team)
- [0269] LAN:局域网(Local Area Network)
- [0270] LCD:液晶显示器(Liquid-Crystal Display)
- [0271] LTE:长期演进(Long-Term Evolution)
- [0272] MPM:最可能模式(Most Probable Mode)
- [0273] MTS:多变换选择(Multiple Transform Selection)
- [0274] MV:运动矢量(Motion Vector)
- [0275] OLED:有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode)
- [0276] PBs:预测块(Prediction Blocks)
- [0277] PCI:外围设备互连(Peripheral Component Interconnect)
- [0278] PDPC:位置决定的联合预测(Position Dependent Prediction Combination)
- [0279] PLD:可编程逻辑设备(Programmable Logic Device)
- [0280] PU:预测单元(Prediction Unit)
- [0281] RAM:随机存取存储器(Random Access Memory)
- [0282] ROM:只读存储器(Read-Only Memory)
- [0283] SBT:子块变换(Sub-block Transform)
- [0284] SCC:屏幕内容编码(Screen Content Coding)
- [0285] SDR:标准动态范围(Standard Dynamic Range)
- [0286] SEI:辅助增强信息(Supplementary Enhancement Information)
- [0287] SNR:信噪比(Signal Noise Ratio)
- [0288] SSD:固态驱动器(Solid-state Drive)
- [0289] TUs:变换单元(Transform Units)
- [0290] USB:通用串行总线(Universal Serial Bus)
- [0291] VPDU:可视化过程数据单元(Visual Process Data Unit)
- [0292] VUI:视频可用性信息(Video Usability Information)
- [0293] VVC:通用视频编码(Versatile Video Coding)
- [0294] WAIP:宽角度帧内预测(Wide-Angle Intra Prediction)

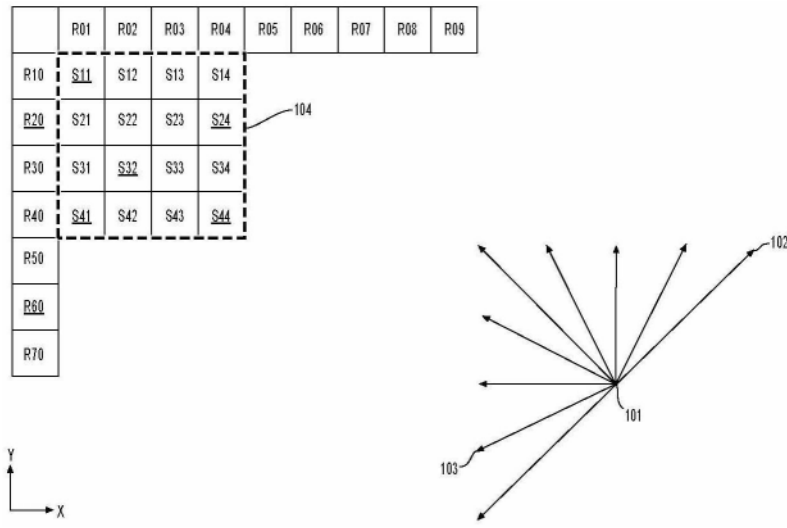


图1A

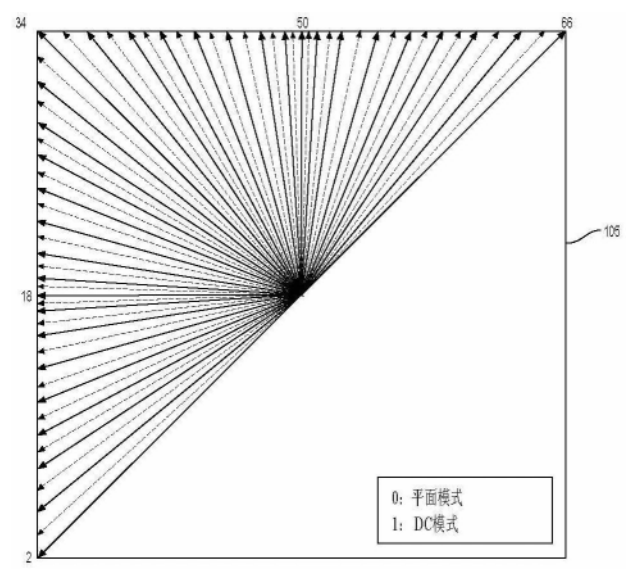


图1B

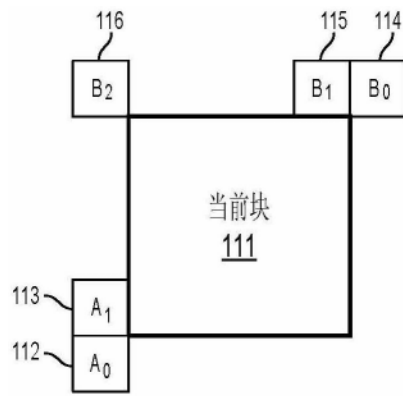


图1C

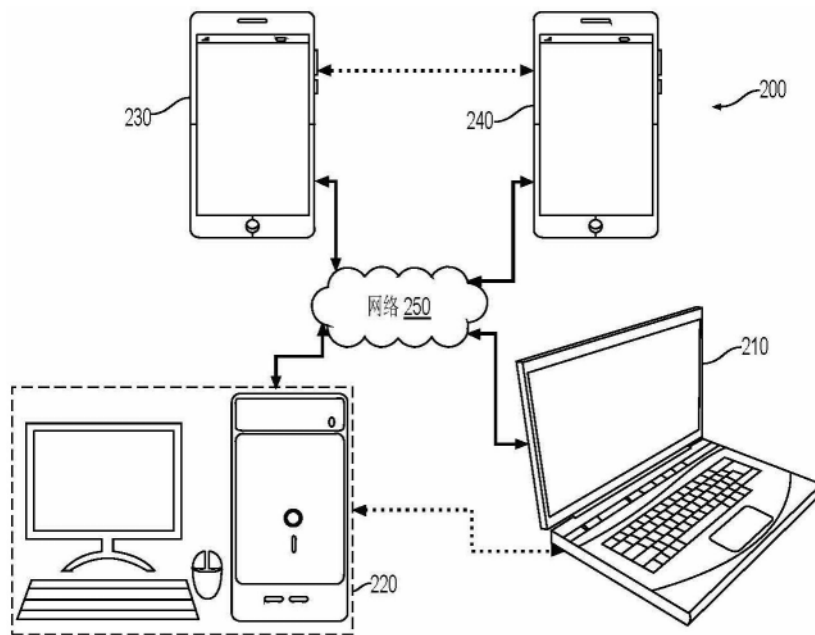


图2

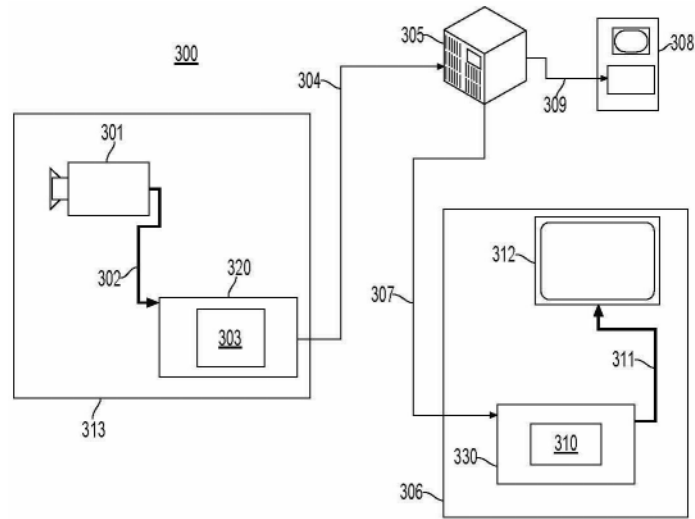


图3

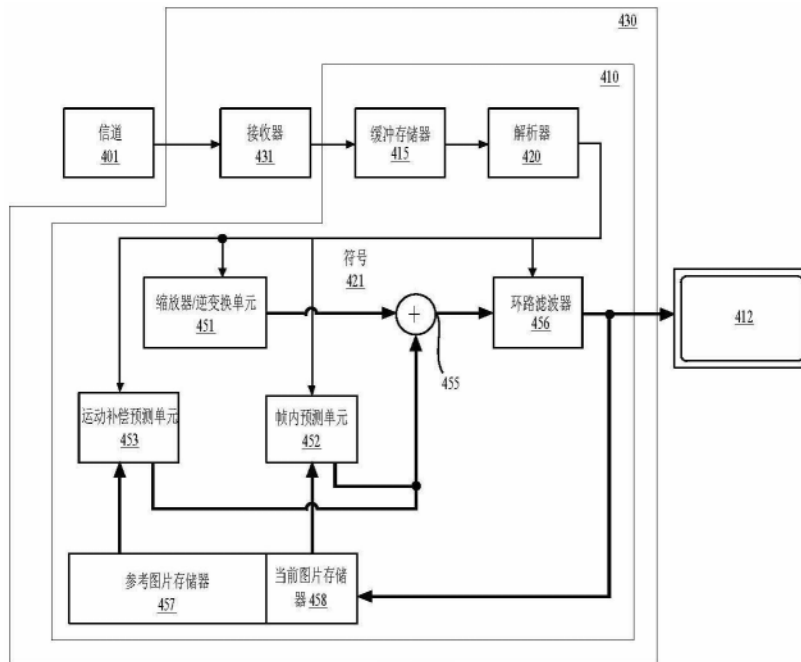


图4

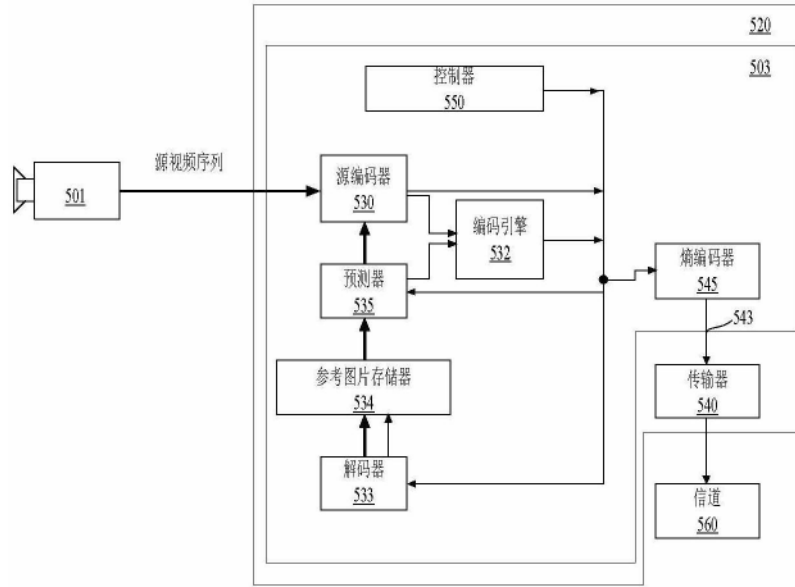


图5

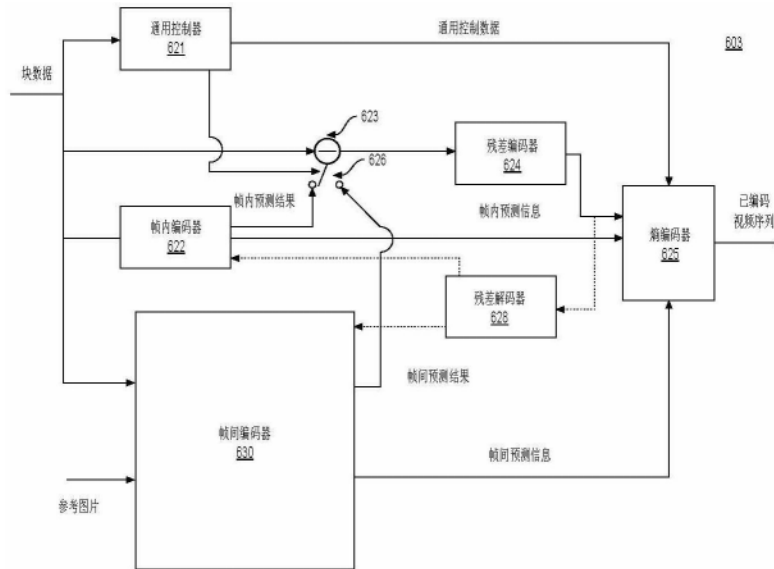


图6

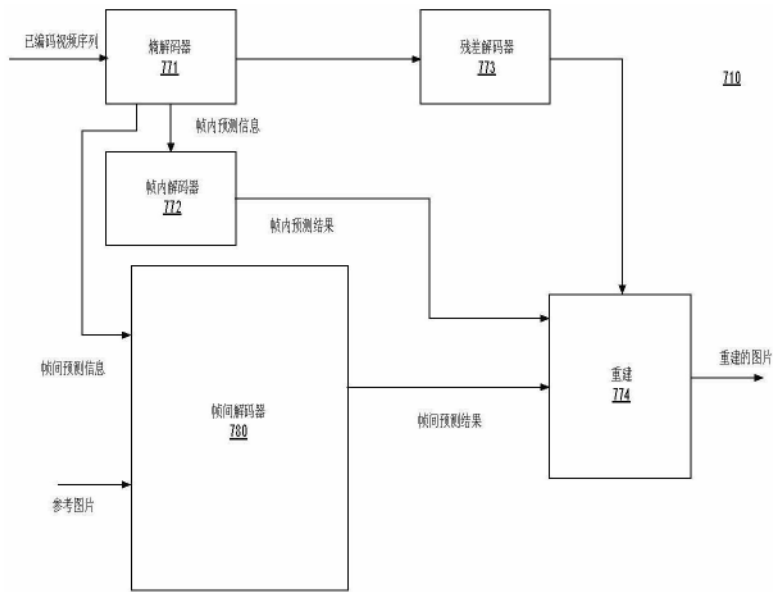


图7

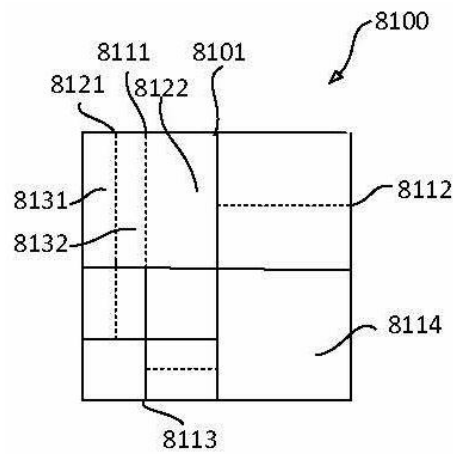


图8A

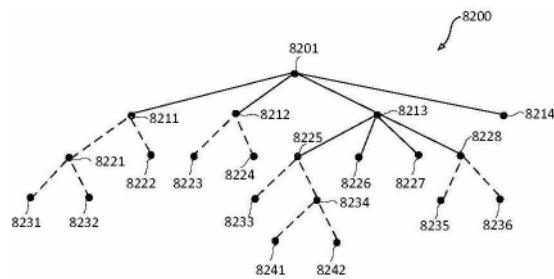


图8B

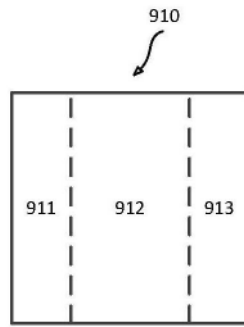


图9A

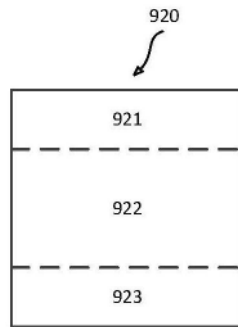


图9B

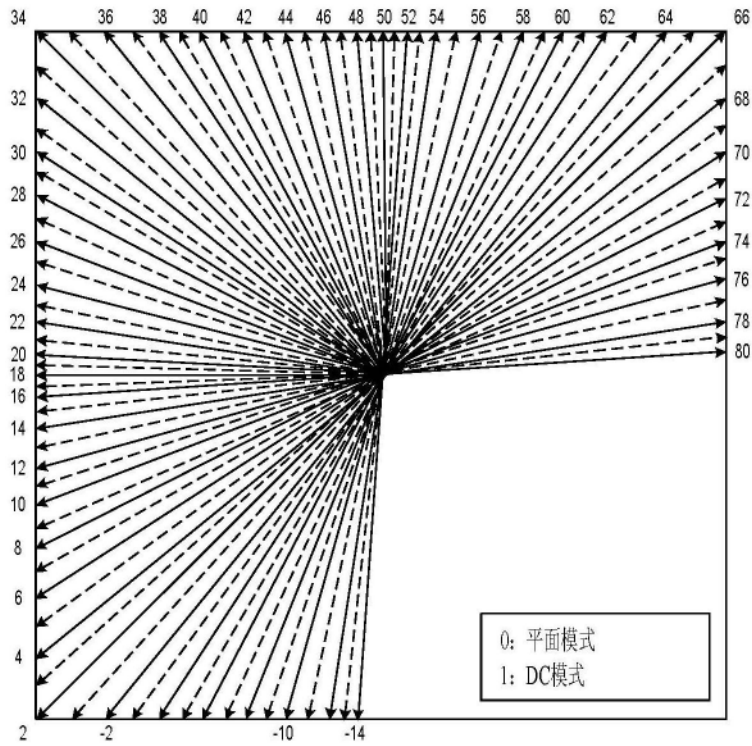


图10A

predModeIntra	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4
intraPredAngle	512	341	256	171	128	$\frac{10}{2}$	86	73	64	57	51	45	39	35	32	29	26
predModeIntra	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
intraPredAngle	23	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
predModeIntra	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
intraPredAngle	-4	-6	-8	-10	-12	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{6}$	$-\frac{1}{8}$	$-\frac{2}{0}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{6}$	$-\frac{2}{9}$	$-\frac{3}{2}$	$-\frac{2}{9}$	$-\frac{2}{6}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{0}$
predModeIntra	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
intraPredAngle	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	6
predModeIntra	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
intraPredAngle	8	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35	39	45	51	57	64
predModeIntra	73	74	75	76	77	78	79	80									
intraPredAngle	73	86	102	128	171	$\frac{25}{6}$	$\frac{34}{1}$	$\frac{51}{2}$									

图10B

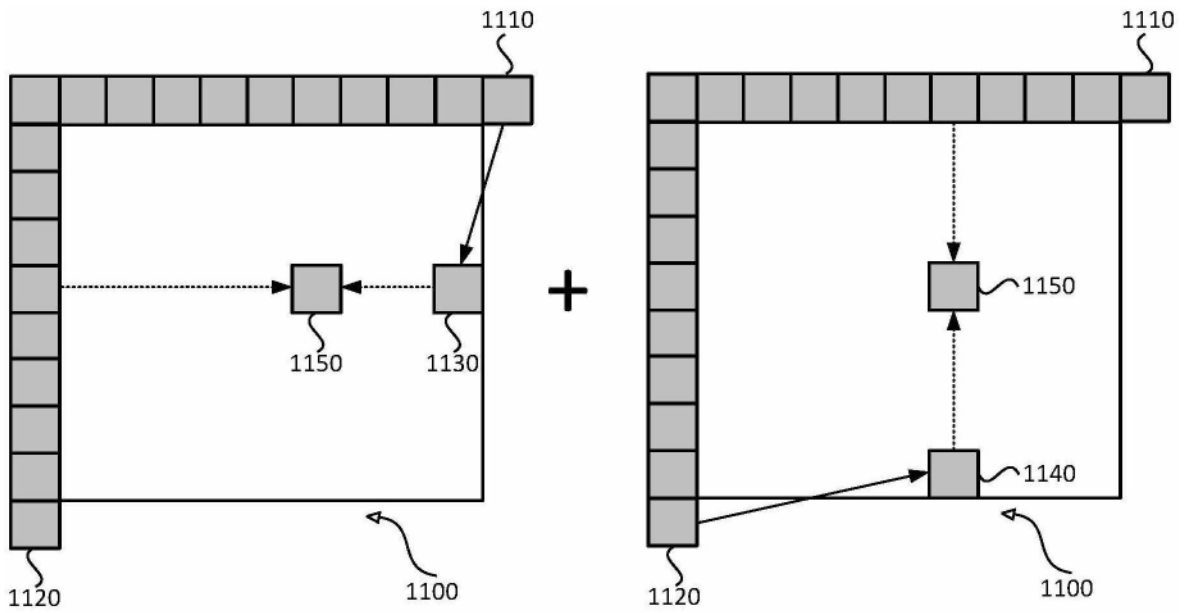


图 11A

图 11B

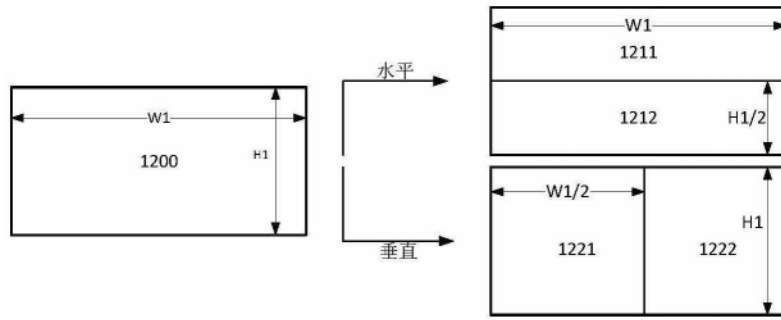


图12A

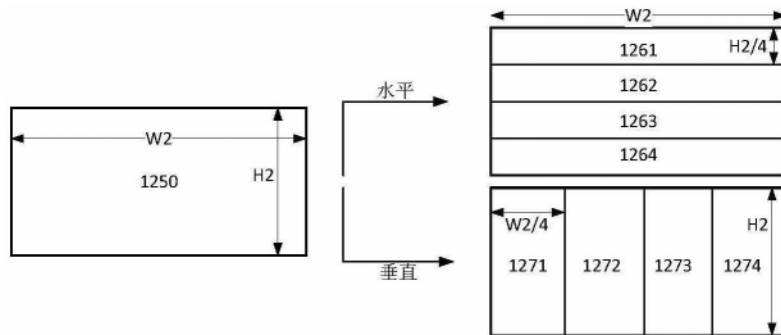


图12B

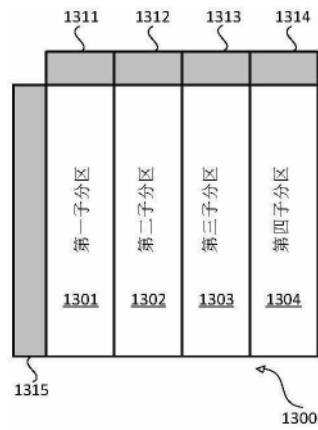


图13A

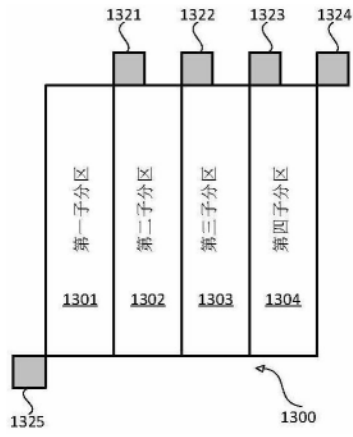


图13B

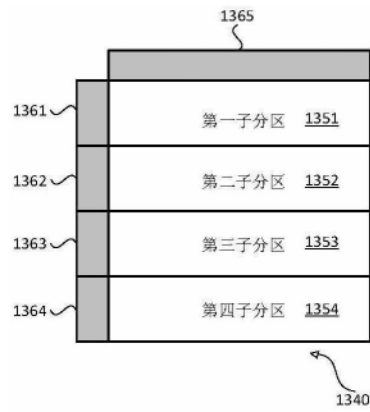


图13C

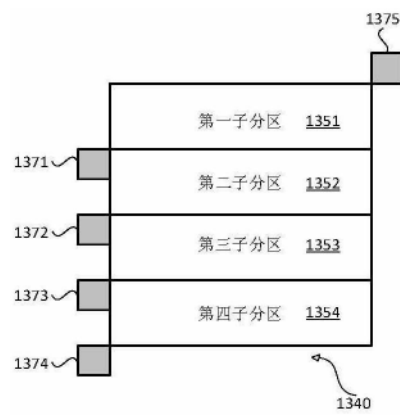


图13D

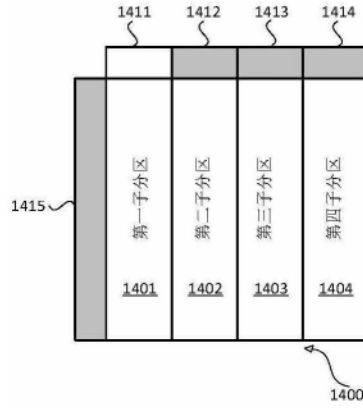


图14A

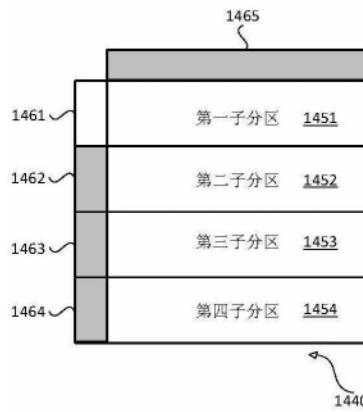


图14B

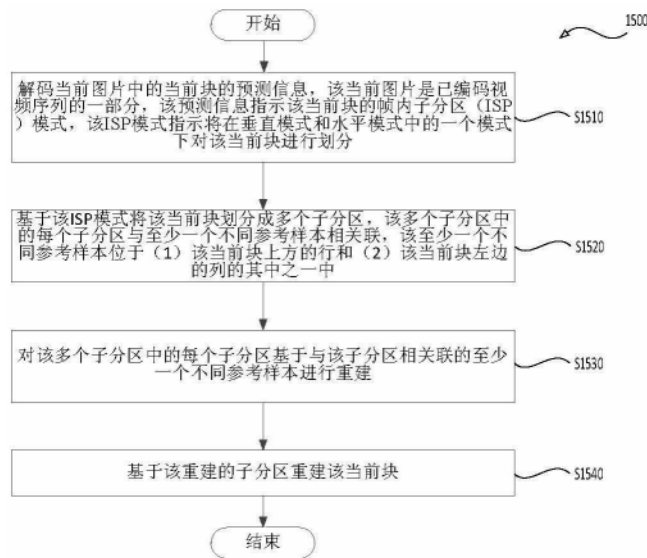


图15

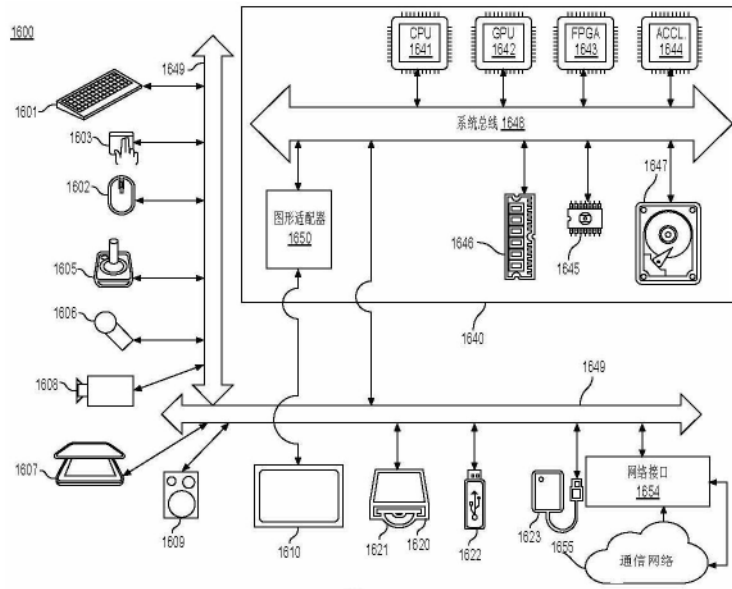


图16