



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119996659 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202510161102.X

(22) 申请日 2022.01.18

(30) 优先权数据

63/222,376 2021.07.15 US

17/564,607 2021.12.29 US

(62) 分案原申请数据

202280006553.0 2022.01.18

(71) 申请人 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 刘杉

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

专利代理师 董亚莉 张颖玲

(51) Int.Cl.

H04N 19/105 (2014.01)

H04N 19/11 (2014.01)

H04N 19/159 (2014.01)

H04N 19/176 (2014.01)

H04N 19/463 (2014.01)

H04N 19/70 (2014.01)

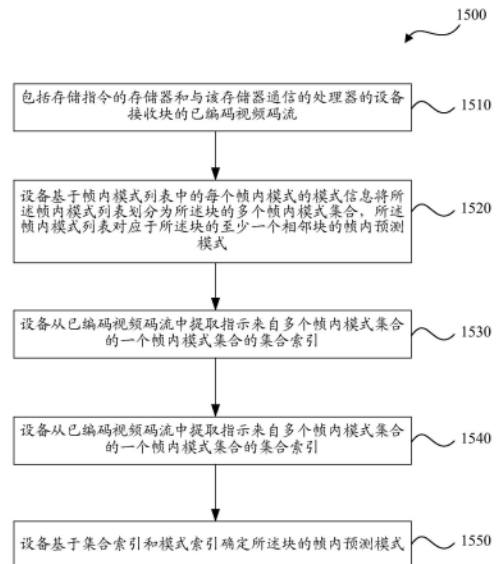
权利要求书3页 说明书26页 附图14页

(54) 发明名称

视频码流编码、解码的方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本申请提供了一种视频码流编码、解码的方法、装置及存储介质,方法包括:由一设备接收帧内预测模式的块的视频码流,设备包括存储指令的存储器和与存储器通信的处理器;设备基于帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将帧内模式列表划分为用于块的多个帧内模式集合,帧内模式列表对应于块的至少一个相邻块的帧内预测模式;设备从视频码流中提取指示来自多个帧内模式集合的一个帧内模式集合的集合索引;设备从视频码流中提取指示来自一个帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及设备基于集合索引和模式索引将视频码流编码为已编码视频码流。



1. 一种视频码流编码方法,其特征在于,所述方法包括:

由一设备接收帧内预测模式的块的视频码流,所述设备包括存储指令的存储器和与所述存储器通信的处理器;

所述设备基于帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将所述帧内模式列表划分为用于所述块的多个帧内模式集合,所述帧内模式列表对应于所述块的至少一个相邻块的帧内预测模式;

所述设备从所述视频码流中提取指示来自所述多个帧内模式集合的一个帧内模式集合的集合索引;

所述设备从所述视频码流中提取指示来自所述一个帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及

所述设备基于所述集合索引和所述模式索引将所述视频码流编码为已编码视频码流。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述帧内模式列表包括预定数量的帧内预测模式。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:

所述预定数量为61。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一帧内模式集合位于所述帧内模式列表的顶部,所述第一帧内模式集合包括所有非定向帧内预测模式和一个或多个基于偏移的帧内预测细化(ORIP)模式。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于:

响应于所述块的使用定向帧内预测模式的相邻块:

所述帧内模式列表包括紧邻所述帧内模式列表中的第一帧内模式集合的第二帧内模式集合;

所述第二帧内模式集合包括基于所述相邻块的定向帧内预测模式的多个导出的帧内预测模式。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:

通过将偏移量[0, -1, +1, -2, +2, -3, +3, -4, +4]添加到所述相邻块的定向帧内预测模式,所述多个导出的帧内预测模式包括9个定向帧内预测模式。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:

所述帧内模式列表包括紧邻所述帧内模式列表中的所述第二帧内模式集合的第三帧内模式集合;以及

所述第三帧内模式集合包括至少一个默认的帧内预测模式。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于:

所述至少一个默认的帧内预测模式包括具有零增量角的至少一个标称的定向帧内预测模式。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于:

响应于所述块的使用非定向帧内预测模式的相邻块:

所述帧内模式列表包括紧邻所述帧内模式列表中的第一帧内模式集合的第二帧内模式集合;以及

所述第二帧内模式集合包括具有零增量角的多个标称的定向帧内预测模式。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述多个帧内模式集合包括N个帧内模式集合和M个帧内模式集合,其中:

所述N个帧内模式集合按照集合索引从小到大的顺序在所述M个帧内模式集合之前,
N为正整数,

M是正整数;以及

所述M个帧内模式集合中的每一个帧内模式集合中的帧内预测模式的数量等于2的幂。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于:

N为1,M为4;

所述多个帧内模式集合按照帧内模式集合索引从小到大的顺序包括第一帧内模式集合、第二帧内模式集合、第三帧内模式集合、第四帧内模式集合和第五帧内模式集合;

第一帧内模式集合中的帧内预测模式的数量是以下之一:5或7;

所述第二帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为8;

所述第三帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16;

所述第四帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16;以及

所述第五帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16。

12. 一种视频码流解码的方法,其特征在于,所述方法包括:

由一设备接收用于块的已编码视频码流,所述设备包括存储指令的存储器和与所述存储器通信的处理器;

所述设备基于帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将所述帧内模式列表划分为用于所述块的多个帧内模式集合,所述帧内模式列表对应于所述块的至少一个相邻块的帧内预测模式;

所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述多个帧内模式集合的一个帧内模式集合的集合索引;

所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述一个帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及

所述设备基于所述集合索引和所述模式索引来确定所述块的所述帧内预测模式。

13. 一种视频码流编码的装置,其特征在于,所述装置包括:

存储指令的存储器;以及

与所述存储器通信的处理器,其中,当所述处理器执行所述指令时,所述处理器被配置成使得所述装置执行权利要求1至11任一项所述的视频码流编码的方法。

14. 一种视频码流解码的装置,其特征在于,所述装置包括:

存储指令的存储器;以及

与所述存储器通信的处理器,其中,当所述处理器执行所述指令时,所述处理器被配置成使得所述装置执行权利要求12所述的视频码流解码的方法。

15. 一种存储指令的非暂时性计算机可读存储介质,其特征在于,当所述指令由处理器执行时,所述指令被配置为使得所述处理器执行权利要求12所述的视频码流解码的方法,或者执行权利要求1至11任一项所述的视频码流编码的方法。

16. 一种存储或发送视频码流的方法,其特征在于,所述视频码流基于权利要求12所述的视频码流解码的方法进行解码,或者所述视频码流基于权利要求1至11任一项所述的视

频码流编码的方法产生。

视频码流编码、解码的方法、装置及存储介质

[0001] 本申请是申请日为2022年01月18日、中国专利申请号为202280006553.0、发明名称为“用于帧内预测模式解码的方法、装置及存储介质”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及视频编码和/或解码技术,特别地,涉及帧内预测模式编码的改进的设计和写入,更具体地涉及用于帧内预测模式编码的方法、装置及存储介质。

背景技术

[0003] 本文所提供的背景技术说明以对本申请实施例的内容作一般性说明为目的。发明人的某些工作(即已在此背景技术部分中作出描述的工作)以及说明书中关于某些尚未成为申请日之前的现有技术的内容,无论是以明确或隐含的方式均不被视为相对于本申请实施例的现有技术。

[0004] 可以使用具有运动补偿的帧间图片预测来执行视频编码和解码。未压缩的数字视频可以包括一系列图片,每个图片具有例如为 1920×1080 的亮度样本及相关的全采样或子采样的色度样本的空间大小。该一系列图片可具有例如每秒60幅图片或每秒60帧的固定或可变的图片速率(替代地,称为帧率)。未压缩的视频对流式传输或数据处理具有特定比特率要求。例如,具有 1920×1080 的像素分辨率、60帧/秒的帧率、以及每个颜色通道每个像素8位的4:2:0的色度子采样的视频需要接近1.5Gbit/s的带宽。一小时的此类视频需要600GB以上的存储空间。

[0005] 视频编码和解码的一个目的可以是通过压缩来减少未压缩的输入视频信号中的冗余。压缩可有助于减小上述带宽和/或存储空间需求,在某些情况下可减小两个数量级或大于两个数量级。可以采用无损压缩和有损压缩,以及它们的组合。无损压缩指的是可通过解码过程从已压缩的原始信号中重建原始信号的精确副本的技术。有损压缩指的是如下编码/解码过程,在该编码/解码过程中,在编码期间未完全保留原始视频信息,以及在解码期间未完全恢复原始视频信息。当使用有损压缩时,已重建的信号可能与原始信号不同,但是原始信号和已重建的信号之间的失真足够小,以使已重建的信号可用于预期的应用,尽管丢失一些信息。在视频的情况下,在许多应用中广泛使用有损压缩。可容忍的失真量取决于应用。例如,某些消费视频流式应用的用户相比电影或电视广播应用的用户来说可以容忍更高的失真。可以选择或调节可通过特定的编码算法达到的压缩率,以反映各种失真容忍度:更高的可容忍的失真通常允许编码算法产生更高的损失和更高的压缩率。

[0006] 视频编码器和解码器可利用来自多个类别和步骤的技术,这些技术包括例如运动补偿、傅里叶变换、量化和熵编码。

[0007] 视频编解码器技术可以包括称为帧内编码的技术。在帧内编码中,在不参考来自先前重建的参考图片的样本或其他数据的情况下表示样本值。在某些视频编解码器中,图片在空间上细分为样本块。当所有样本块都以帧内模式编码时,该图片可称为帧内图片。帧内图片及其派生物(例如,独立解码器刷新图片)可用于重置解码器状态,因此可用作已编

码视频码流和视频会话中的第一张图片,或者用作静止图像。然后,帧内预测之后的块的样本可进行变换而处于频域中,且可在熵编码之前对如此生成的变换系数进行量化。帧内预测表示一种使预变换域中的样本值最小化的技术。在某些情况下,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就需要越少的比特来表示熵编码后的块。

[0008] 例如从诸如MPEG-2代编码技术已知的传统帧内编码不使用帧内预测。然而,一些更新的视频压缩技术包括基于例如在空间相邻的编码和/或解码期间获得的、按照解码顺序在帧内编码或解码的数据块之前的周围样本数据和/或元数据来尝试对块进行编码/解码的技术。此类技术此后称为“帧内预测”技术。应注意,至少在一些情况下,帧内预测仅使用来自正在重建的当前图片的参考数据,而不使用来自其它参考图片的参考数据。

[0009] 帧内预测可以有許多不同的形式。当在给定的视频编码技术中可使用不止一种这样的技术时,使用中的技术可称为帧内预测模式。可以在特定的编解码器中提供一种或多种帧内预测模式。在一些情况下,模式可具有子模式,和/或可与各种参数相关联,且用于视频块的模式/子模式信息和帧内编码参数可单独编码或共同包含在模式码字中。对于给定模式、子模式和/或参数组合使用哪个码字可能会对通过帧内预测的编码效率增益产生影响,且用于将码字转换为码流的熵编码技术同样对其也可以产生影响。

[0010] H.264引入了某种帧内预测模式,并在H.265中对其进行了改进,并在诸如联合探索模型(Joint Exploration Model, JEM)、下一代视频编码(Versatile Video Coding, VVC)、基准集(Benchmark Set, BMS)等新的编码技术中进一步进行了改进。通常,对于帧内预测,可使用已经变成可用的相邻样本值来形成预测块。例如,相邻样本的特定集的可用值可沿着一些方向和/或线复制到预测块中。对所使用方向的参考可以编码在码流中,或者可以对其本身进行预测。

[0011] 参考图1A,在右下方描绘了H.265的33种可能的帧内预测方向(对应于H.265中指定的35个帧内模式的33个角模式)中指定的9个预测方向的子集。箭头收敛的点(101)表示正在被预测的样本。箭头表示相邻样本用于预测101处的样本所沿的方向。例如,箭头(102)指示从在右上方、与水平方向成45度角的一个或多个相邻样本预测样本(101)。类似地,箭头(103)指示从在样本(101)的左下方、与水平方向成22.5度角的一个或多个相邻样本预测样本(101)。

[0012] 仍然参考图1,在左上方描绘了4×4个样本的正方形块(104)(用粗体虚线表示)。正方形块(104)包含16个样本,每个样本使用“S”及其在Y维度上的位置(例如,行索引)和其在X维度上的位置(例如列索引)来标记。例如,样本S21是Y维度上(从顶部开始)的第二个样本,以及X维度上(从左侧开始)的第一个样本。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。由于块的大小为4×4个样本,因此S44在右下角。还示出了遵循类似编号方案的示例参考样本。参考样本用R及其相对于块(104)的Y位置(例如行索引)和X位置(列索引)来标记。在H.264和H.265中,使用与正在重建的块相邻的预测样本。

[0013] 块104的帧内图片预测可通过根据用信号通知的预测方向从相邻样本复制参考样本值来开始。例如,假设已编码视频码流包括信令,该信令针对该块104指示箭头(102)的预测方向,即从在右上方、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,从同一个参考样本R05预测样本S41、S32、S23和S14。然后,根据参考样本R08预测样本S44。

[0014] 在某些情况下,可以例如通过插值来组合多个参考样本的值,以便计算参考样本,尤其是当方向不能被45度整除时。

[0015] 随着视频编码技术继续发展,可能的方向的数量增加。例如,在H.264(2003年)中,九个不同的方向可用于帧内预测。在H.265(2013年)中,增加到33个方向,以及在本申请实施例时,JEM/VVC/BMS可支持多达65个方向。已进行实验研究来帮助识别最合适的帧内预测方向,且熵编码中的一些技术可用于以少量比特对那些最合适的方向进行编码,对于方向,接受一定的比特代价。此外,有时可以从已经解码的相邻块的帧内预测中使用的相邻方向来预测方向本身。

[0016] 图1B示出了示意图(180),其描绘了根据JEM的65个帧内预测方向,以说明随着时间的推移,开发出来的各种编码技术中的预测方向的数量增加。

[0017] 已编码视频码流中表示帧内预测方向的比特映射到预测方向的方式可能因视频编码技术而不同;例如,其范围可以从预测方向简单直接映射到帧内预测模式,映射到码字,映射到涉及最可能模式的复杂自适应方案,以及类似技术。然而,在所有情况下,对于帧内预测,可存在某些方向,这些方向与某些其它方向相比,在统计上在视频内容中出现的可能性较小。由于视频压缩的目标是减少冗余,因此在一种设计良好的视频编码技术中,那些不太可能的方向相比可能出现的方向将由更多的位数表示。

[0018] 帧间图片预测或帧间预测可基于运动补偿。在运动补偿中,来自先前重建的图片或其部分(参考图片)的样本数据在沿着由运动矢量(此后称为MV)指示的方向上空间偏移之后,可用于预测新重建的图片或图片部分(例如,块)。在某些情况下,参考图片可以与当前正在重建的图片相同。MV可具有X和Y两个维度,或具有三个维度,第三个维度指示正在使用的参考图片(类似于时间维度)。

[0019] 在一些视频压缩技术中,可根据其它MV,例如根据在空间上与正在重建的区域相邻的样本数据的其它区域相关的、且按解码顺序在当前MV之前的其它MV来预测适用于样本数据的某个区域的当前MV。这样做可通过消除相关MV中的冗余,而大大减少对MV进行编码所需的数据的总量,从而增加压缩效率。MV预测可有效地工作,例如,由于在对从相机获得的输入视频信号(称为自然视频)进行编码时,存在以下统计可能性:在视频序列中,比适用单个MV的区域更大的区域沿着相似的方向移动,因此,在某些情况下,可使用从相邻区域的MV导出的相似运动矢量来预测该更大的区域。这使得用于给定区域的实际MV与根据周围MV所预测的MV相似或相同。进而在熵编码之后,该MV可以用比直接对MV进行编码(而非根据相邻MV来预测MV)时使用的位数更少的位数来表示。在一些情况下,MV预测可以是无损压缩从原始信号(即样本流)中导出的信号(即MV)的示例。在其他情况下,例如由于根据多个周围MV计算预测值时出现舍入误差,MV预测本身可以是有损的。

[0020] 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指定的多种MV预测机制中,本文描述的是下文称为“空间合并”的技术。

[0021] 具体地,参考图2,当前块(201)包括在运动搜索过程期间已由编码器发现的样本,可以根据已产生空间偏移的相同大小的先前块来预测该样本。另外,可从一个或多个参考图片相关联的元数据中导出该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202到206)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

元数据中导出该MV。在H.265中,MV预测可使用来自相邻块正在使用的相同参考图片的预测值。

发明内容

[0022] 本申请实施例描述了用于视频编码和/或解码的方法、装置和计算机可读存储介质的各种实施例。

[0023] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种视频码流编码方法,所述方法包括:

[0024] 由一设备接收帧内预测模式的块的视频码流,所述设备包括存储指令的存储器和与所述存储器通信的处理器;

[0025] 所述设备基于帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将所述帧内模式列表划分为用于所述块的多个帧内模式集合,所述帧内模式列表对应于所述块的至少一个相邻块的帧内预测模式;

[0026] 所述设备从所述视频码流中提取指示来自所述多个帧内模式集合的一个帧内模式集合的集合索引;

[0027] 所述设备从所述视频码流中提取指示来自所述一个帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及

[0028] 所述设备基于所述集合索引和所述模式索引将所述视频码流编码为已编码视频码流。

[0029] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种视频码流解码的方法,所述方法包括:

[0030] 由一设备接收用于块的已编码视频码流,所述设备包括存储指令的存储器和与所述存储器通信的处理器;

[0031] 所述设备基于帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将所述帧内模式列表划分为用于所述块的多个帧内模式集合,所述帧内模式列表对应于所述块的至少一个相邻块的帧内预测模式;

[0032] 所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述多个帧内模式集合的一个帧内模式集合的集合索引;

[0033] 所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述一个帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及

[0034] 所述设备基于所述集合索引和所述模式索引来确定所述块的所述帧内预测模式。

[0035] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种视频码流编码的装置,所述装置包括:

[0036] 存储指令的存储器;以及

[0037] 与所述存储器通信的处理器,其中,当所述处理器执行所述指令时,所述处理器被配置成使得所述装置执行本申请实施例所述的视频码流编码的方法。

[0038] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种视频码流解码的装置,所述装置包括:

[0039] 存储指令的存储器;以及

[0040] 与所述存储器通信的处理器,其中,当所述处理器执行所述指令时,所述处理器被配置成使得所述装置执行本申请实施例所述的视频码流解码的方法。

[0041] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种存储指令的非暂时性计算机可读存储介质,当所述指令由处理器执行时,所述指令被配置为使得所述处理器执行本申请实施例

所述的视频码流解码的方法,或者执行本申请实施例所述的视频码流编码的方法。

[0042] 在一些实施例中,本申请实施例提供了一种存储或发送视频码流的方法,所述视频码流基于本申请实施例所述的视频码流解码的方法进行解码,或者所述视频码流基于本申请实施例所述的视频码流编码的方法产生。

附图说明

[0043] 通过下面的具体实施方式和附图,本申请实施例主题的进一步特征、性质和各种优点将更加明显。

[0044] 图1A示出了帧内预测方向模式的示例性子集的示意图。

[0045] 图1B示出了示例性的帧内预测方向的说明。

[0046] 图2示出了一个示例中的用于运动向量预测的当前块及其周围空间合并的候选块的示意图。

[0047] 图3示出了根据一个示例实施例的通信系统的简化框图的示意图。

[0048] 图4示出了根据一个示例实施例的视频流式传输系统的简化框图的示意图。

[0049] 图5示出了根据一个示例实施例的视频解码器的简化框图的示意图。

[0050] 图6示出了根据一个示例实施例的视频编码器的简化框图的示意图。

[0051] 图7示出了根据另一示例实施例的视频编码器的框图。

[0052] 图8示出了根据另一示例实施例的视频解码器的框图。

[0053] 图9示出了根据本申请实施例示例实施例的定向帧内预测模式。

[0054] 图10示出了根据本申请实施例示例实施例的非定向帧内预测模式。

[0055] 图11示出了根据本申请实施例示例实施例的递归帧内预测模式。

[0056] 图12示出了根据本申请实施例示例实施例的基于不同参考线的帧内预测方案。

[0057] 图13示出了根据本申请实施例示例实施例的用于帧内预测的基于偏移的细化。

[0058] 图14A示出了根据本申请实施例示例实施例的用于帧内预测的基于偏移的细化的另一示意图。

[0059] 图14B示出了根据本申请实施例示例实施例的用于帧内预测的基于偏移的细化的另一示意图。

[0060] 图15示出了根据本申请实施例示例实施例的方法的流程图。

[0061] 图16示出了根据本申请实施例示例实施例的计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0062] 下面将参考附图详细描述本发明,这些附图构成本发明的一部分,并且通过图示的方式示出了实施例的具体示例。然而,请注意,本发明可以以各种不同的形式实施,因此,所涵盖或要求保护的主题旨在被解释为不限于下面阐述的任何实施例。还请注意,本发明可以体现为方法、设备、组件或系统。因此,本发明的实施例可以例如采取硬件、软件、固件或其任意组合的形式。

[0063] 在整个说明书和权利要求书中,术语可以具有在上下文中暗示或隐含的超出明确陈述的含义的细微含义。本文中使用的短语“在一个实施例中”或“在一些实施例中”不一定指相同的实施例,并且本文中使用的短语“在另一个实施例中”或“在其他实施例中”不一定

指不同的实施例。同样地,本文中使用的短语“在一个实施方式中”或“在一些实施方式中”不一定指相同的实施方式,本文中使用的短语“在另一个实施方式中”或“在其他实施方式中”不一定指不同的实施方式。例如,所要求保护的主体包括全部或部分示例性实施例/实施方式的组合。

[0064] 一般来说,术语可以至少部分地从上下文中的用法来理解。例如,这里使用的诸如“和”、“或”或“和/或”的术语可以包括各种含义,这些含义可以至少部分取决于使用这些术语的上下文。通常,“或”如果用于关联诸如A、B或C之类的列表,则意在表示A、B和C(此处用于包含意义)以及A、B或C(此处用于排斥意义)。此外,在此使用的术语“一个或多个”或“至少一个”,至少部分取决于上下文,可用于以单数意义描述任何特征、结构或特性,或可用于以复数意义描述特征、结构或特性的组合。类似地,诸如“一”、“一个”或“该”的术语也可以被理解为传达单数用法或传达复数用法,这至少部分取决于上下文。此外,术语“基于”或“由...确定”可被理解为不一定意在传达一组排他性因素,而是可能允许存在不一定明确描述的其他因素,这也至少部分取决于上下文。

[0065] 图3示出了根据本申请实施例的一个实施例的通信系统(300)的简化框图。通信系统(300)包括多个终端设备,该终端设备可通过例如网络(350)彼此通信。举例来说,通信系统(300)包括通过网络(350)互连的第一终端设备对(310)和(320)。在图3的示例中,第一终端设备对(310)和(320)可执行单向数据传输。例如,终端设备(310)可以对视频数据(例如,由终端设备(310)采集的视频图片流的数据)进行编码,以通过网络(350)传输到另一终端设备(320)。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。终端设备(320)可以从网络(350)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图片,以及根据恢复的视频数据显示视频图片。单向数据传输可以在媒体服务等应用中实现。

[0066] 在另一示例中,通信系统(300)包括执行已编码视频数据的双向传输的第二终端设备对(330)和(340),该双向传输可例如在视频会议应用期间实现。对于双向数据传输,在一个示例中,终端设备(330)和(340)中的每个终端设备可以对视频数据(例如,由终端设备采集的视频图片流的数据)进行编码,以通过网络(350)传输到终端设备(330)和(340)中的另一终端设备。终端设备(330)和(340)中的每个终端设备还可接收由终端设备(330)和(340)中的另一终端设备传输的已编码视频数据,且可以对已编码视频数据进行解码以恢复视频图片,且可根据所恢复的视频数据在可访问的显示设备上显示视频图片。

[0067] 在图3的示例中,终端设备(310)、终端设备(320)、终端设备(330)和终端设备(340)可实现为服务器、个人计算机和智能电话,但是本申请实施例的基本原理的适用性可不限于此。本申请实施例的实施例可以在台式计算机、膝上型计算机、平板电脑、媒体播放器、可穿戴式计算机、专用视频会议设备、和/或类似物上实现。网络(350)表示在终端设备(310)、终端设备(320)、终端设备(330)和终端设备(340)之间传送已编码视频数据的任何数量或类型的网络,包括例如有线(连线的)和/或无线通信网络。通信网络(350)可以在电路交换信道、分组交换信道、和/或其它类型的信道中交换数据。代表性的网络包括电信网络、局域网、广域网和/或互联网。出于本讨论的目的,除非在本文中明确说明,否则网络(350)的架构和拓扑对于本申请实施例的操作来说可能是无关紧要的。

[0068] 作为用于所公开的主题的应用的示例,图4是根据一个示例实施例的视频流式传输系统的简化框图的示意图。图4示出了视频编码器和视频解码器在视频流式传输环境中

的放置方式。所公开的主题可同等地适用于其它视频应用,包括例如视频会议、数字TV广播、游戏、虚拟现实、在包括CD、DVD、存储棒等的数字介质上存储压缩视频等等。

[0069] 视频流式传输系统可包括视频采集子系统(413),视频采集子系统(413)可包括例如数码相机(401),视频源(401)创建未压缩的视频图片流或图像(402)。在一个示例中,视频图片流(402)包括由视频源401的数码相机记录的样本。相较于已编码的视频数据(404)(或已编码的视频码流),视频图片流(402)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)可由电子设备(420)处理,该电子设备(320)包括耦接到视频源(401)的视频编码器(403)。视频编码器(403)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。相较于未压缩的视频图片流(402),被描绘为细线以强调较低数据量的已编码视频数据(404)(或已编码视频码流(404))可存储在流式传输服务器(405)上以供将来使用,或者直接存储于下游视频设备(未示出)。一个或多个流式客户端子系统,例如图4中的客户端子系统(406)和客户端子系统(408)可以访问流式服务器(405)以检索编码视频数据(404)的副本(407)和副本(409)。客户端子系统(406)可包括例如电子设备(430)中的视频解码器(410)。视频解码器(410)对已编码视频数据的传入副本(407)进行解码,且产生可以在显示器(412)(例如,显示屏)或其它呈现设备(未描绘)上呈现的未压缩的输出视频图片流(411)。视频解码器410可配置成执行本申请实施例所描述的各种功能中的一些或全部功能。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(404)、视频数据(407)和视频数据(409)(例如视频码流)进行编码。该些标准的示例包括ITU-T H.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)。所公开的主题可用于VVC的上下文中,且可用于其它视频编码标准。

[0070] 应注意,电子设备(420)和电子设备(430)可包括其它组件(未示出)。举例来说,电子设备(420)可包括视频解码器(未示出),且电子设备(430)还可包括视频编码器(未示出)。

[0071] 在下文中,图5示出了根据本申请实施例的任意实施例的视频解码器(510)的框图。视频解码器(510)可设置在电子设备(530)中。电子设备(530)可包括接收器(531)(例如接收电路)。视频解码器(510)可用于代替图4的示例中的视频解码器(410)。

[0072] 接收器(531)可接收将由视频解码器(510)解码的一个或多个已编码视频序列。在同一实施例或另一实施例中,一次可以对一个已编码视频序列进行解码,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。每个视频序列可与多个视频帧或图像相关联。可以从信道(501)接收已编码视频序列,信道(501)可以是硬件/软件链路,其通向存储已编码视频数据的存储设备或者发送已编码视频数据的流式传输源。接收器(531)可接收可转发到它们各自的处理电路(未描绘)的已编码视频数据和其它数据,例如已编码音频数据和/或辅助数据流。接收器(531)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(515)可设置在接收器(531)和熵解码器/解析器(520)(此后称为“解析器(520)”)之间。在某些应用中,缓冲存储器(515)可实现为视频解码器(510)的一部分。在其它应用中,缓冲存储器(515)可位于视频解码器(510)的外部且与视频解码器(510)分开(未描绘)。而在另一些其它应用中,视频解码器(510)的外部设置缓冲存储器(未描绘)以例如防止网络抖动,且在视频解码器(510)的内部可设置另一附加的缓冲存储器(515)以例如处

理播出定时。而当接收器(531)从具有足够带宽和可控性的存储/转发设备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(515),或可以将该缓冲存储器做得较小。为了在诸如互联网等业务分组网络上使用,可能需要足够大小的缓冲存储器(515),缓冲存储器(515)的大小可相对较大。这种缓冲存储器可实现为具有自适应大小,且可至少部分地在操作系统或视频解码器(510)外部的类似元件(未描绘)中实现。

[0073] 视频解码器(510)可包括解析器(520)以根据已编码视频序列重建符号(521)。这些符号的类别包括用于管理视频解码器(510)的操作的信息,以及用于控制诸如显示器(512)(例如,显示屏)的呈现设备的潜在信息,该呈现设备可以是或者不是电子设备(530)的整体部分,但是可耦接到电子设备(530),如图5所示。用于呈现设备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)参数集片段(未描绘)的形式。解析器(520)可以对由解析器(520)接收到的已编码视频序列进行解析/熵解码。已编码视频序列的熵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(Huffman)编码、具有或不具有上下文敏感度的算术编码等。解析器(520)可基于对应于子群的至少一个参数,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。解析器(520)还可以从已编码视频序列提取信息,例如变换系数(例如,傅里叶变换系数),量化器参数值,运动矢量等。

[0074] 解析器(520)可对从缓冲存储器(515)接收的视频序列执行熵解码/解析操作,从而创建符号(521)。

[0075] 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(521)的重建可涉及多个不同的处理或功能单元。涉及哪些单元以及涉及方式可由解析器(520)通过从已编码视频序列解析的子群控制信息来控制。为了简单起见,未描绘解析器(520)与下文的多个处理或功能单元之间的此类子群控制信息流。

[0076] 除已经提及的功能块以外,视频解码器(510)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现方式中,这些功能单元中的许多功能单元彼此紧密交互且可至少部分地彼此集成。然而,出于清楚地描述所公开的主题的各种功能的目的,在本申请实施例的下文中采用在概念上细分成多个功能单元。

[0077] 第一单元可包括缩放器/逆变换单元(551)。缩放器/逆变换单元(551)可以从解析器(520)接收作为符号(521)的量化变换系数以及控制信息,包括指示要使用哪种类型的逆变换、块大小、量化因子/参数、量化缩放矩阵等的信息。缩放器/逆变换单元(551)可输出包括样本值的块,样本值可输入到聚合器(555)中。

[0078] 在一些情况下,缩放器/逆变换(551)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片的预测信息,但是可使用来自当前图片的先前重建部分的预测信息的块。此类预测性信息可由帧内图片预测单元(552)提供。在一些情况下,帧内图片预测单元(552)可使用已重建且存储在当前图片缓冲器(558)中的周围块信息来生成大小和形状与正在重建的块相同的块。举例来说,当前图片缓冲器(558)缓冲部分重建的当前图片和/或

完全重建的当前图片。在一些实现方式中,聚合器(555)可基于每个样本,将帧内预测单元(552)生成的预测信息添加到由缩放器/逆变换单元(551)提供的输出样本信息中。

[0079] 在其它情况下,缩放器/逆变换单元(551)的输出样本可属于帧间编码和潜在运动补偿块。在这种情况下,运动补偿预测单元(553)可访问参考图片存储器(557)以提取用于帧间图片预测的样本。在根据属于块的符号(521)对所提取的样本进行运动补偿之后,这些样本可由聚合器(555)添加到缩放器/逆变换单元(551)的输出(单元551的输出可称为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(553)从参考图片存储器(557)内的地址提取预测样本可受到运动矢量控制,且该运动矢量可以以符号(521)的形式提供给运动补偿预测单元(553)使用,符号(521)可具有例如X分量、Y分量(偏移)和参考图片分量(时间)。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(557)提取的样本值的内插,且还可与运动矢量预测机制等相关联。

[0080] 聚合器(555)的输出样本可在环路滤波器单元(556)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,该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,且该参数作为来自解析器(520)的符号(521)可用于环路滤波器单元(556)。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。可以以各种顺序包括多种类型的环路滤波器,作为环路滤波器单元556的一部分,如将在下文进一步详细描述。

[0081] 环路滤波器单元(556)的输出可以是样本流,该样本流可输出到呈现设备(512)以及存储在参考图片存储器(557)中以用于未来的帧间图片预测。

[0082] 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的帧间图片预测。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(520))被识别为参考图片,则当前图片缓冲器(558)可变为参考图片存储器(557)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。

[0083] 视频解码器(510)可根据诸如ITU-T H.265建议书的标准中采用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上,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。具体而言,配置文件可以从视频压缩技术或标准中可用的所有工具中选择某些工具作为在该配置文件下可供使用的仅有工具。为了符合标准,已编码视频序列的复杂度可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。

[0084] 在一些示例性实施例中,接收器(531)可连同已编码视频一起接收附加(冗余)数据。该附加数据可以是已编码视频序列的一部分。该附加数据可由视频解码器(510)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。

[0085] 图6是根据本申请公开的一个示例性实施例的视频编码器(603)的框图。视频编码

器(603)可包括在电子设备(620)中。电子设备(620)可进一步包括传输器(640)(例如,传输电路)。视频编码器(603)可用于代替图4的示例中的视频编码器(403)。

[0086] 视频编码器(603)可以从视频源(601)(并非图6的示例中的电子设备(620)的一部分)接收视频样本,视频源(601)可采集将由视频编码器(603)编码的视频图像。在另一示例中,视频源(601)可实现为电子设备(620)的一部分。

[0087] 视频源(601)可提供将由视频编码器(603)编码的呈数字视频样本流形式的源视频序列,该数字视频样本流可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.601YCrCb,RGB,XYZ.....)和任何合适的采样结构(例如YCrCb 4:2:0,YCrCb 4:4:4)。在媒体服务系统中,视频源(601)可以是能够存储先前已准备的视频的存储设备。在视频会议系统中,视频源(601)可以是采集本地图像信息作为视频序列的相机。视频数据可作为多个单独的图片或图像来提供,当按顺序观看时,这些图片或图像被赋予运动。图片本身可构建为空间像素阵列,其中取决于所使用的采样结构、色彩空间等,每个像素可包括一个或多个样本。本领域的普通技术人员可容易地理解像素和样本之间的关系。下文侧重于描述样本。

[0088] 根据一些示例性实施例,视频编码器(603)可实时地或在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并压缩成已编码视频序列(643)。施行适当的编码速度构成了控制器(650)的一个功能。在一些实施例中,控制器(650)可以在功能上耦接到如下文所描述的其它功能单元,且控制所述的其它功能单元。为了简单起见,图中未描绘耦接。由控制器(650)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.....)、图片大小、图片群组(GOP)布局、最大运动矢量搜索范围等。控制器(650)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(603)。

[0089] 在一些示例性实施例中,视频编码器(603)可配置成在编码环路中进行操作。作为过于简化的描述,在一个示例中,编码环路可包括源编码器(630)(例如,负责基于待编码的输入图片和参考图片来创建符号,例如符号流)和嵌入于视频编码器(603)中的(本地)解码器(633)。解码器(633)重建符号以用类似于(远程)解码器创建样本数据的方式创建样本数据,即使嵌入式解码器633通过不具有熵编码的源编码器630来处理已编码视频流(因为在所公开的主题中考虑的视频压缩技术中,熵编码中的符号与已编码视频码流之间的任何压缩可以是无损的)。将重建的样本流(样本数据)输入到参考图片存储器(634)。由于符号流的解码产生与解码器位置(本地或远程)无关的位精确结果,因此参考图片存储器(634)中的内容在本地编码器与远程编码器之间也是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)用于改善编码质量。

[0090] “本地”解码器(633)的操作可与例如已在上文结合图5详细描述视频解码器(510)的“远程”解码器相同。然而,另外简要参考图5,由于符号可用且熵编码器(645)和解析器(520)能够无损地将符号编码/解码成已编码视频序列,因此包括缓冲存储器(515)和解析器(520)的视频解码器(510)的熵解码部分可能无法完全在本地解码器(633)中、在编码器中实现。

[0091] 此时可以观察到,除了可能仅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,所公开的主题有时侧重于解码器操作,解码器操作与编码器的解码部分协作。因此,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。下面只对编码器的某些领域或方面进行了更详细的描述。

[0092] 在操作期间,在一些示例性实现方式中,源编码器(630)可执行运动补偿预测编码,通过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,该运动补偿预测编码对输入图片进行预测性编码。以这种方式,编码引擎(632)对输入图片的像素块和参考图片的像素块之间的颜色通道中的差异(或残差)进行编码,该参考图片可被选作该输入图片的预测参考。

[0093] 本地视频解码器(633)可基于源编码器(630)创建的符号,对可指定为参考图片的图片的已编码视频数据进行解码。编码引擎(632)的操作可为有损过程。当已编码的视频数据可以在视频解码器(图6中未示出)上解码时,重建的视频序列通常可能是带有一些误差的源视频序列的副本。本地视频解码器(633)复制解码过程,该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(634)中。以这种方式,视频编码器(603)可以在本地存储已重建参考图片的副本,该副本与将由远端(远程)视频解码器获得的已重建参考图片具有共同内容(不存在传输误差)。

[0094] 预测器(635)可针对编码引擎(632)执行预测搜索。即,对于将要编码的新图片,预测器(635)可在参考图片存储器(634)中搜索可作为该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(635)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(635)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(634)中存储的多个参考图片取得的预测参考。

[0095] 控制器(650)可管理源编码器(630)的编码操作,包括例如设置用于对视频数据进行编码的参数和子群参数。

[0096] 可在熵编码器(645)中对所有上述功能单元的输出进行熵编码。熵编码器(645)根据诸如霍夫曼编码、可变长度编码、算术编码等的技术来对各种功能单元生成的符号进行无损压缩,从而将该符号转换成已编码视频序列。

[0097] 传输器(640)可缓冲由熵编码器(645)创建的已编码视频序列,从而为通过通信信道(660)进行传输做准备,该通信信道可以是通向将存储已编码的视频数据的存储设备的硬件/软件链路。传输器(640)可将来自视频编码器(603)的已编码视频数据与要传输的其它数据合并,该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)。

[0098] 控制器(650)可管理视频编码器(603)的操作。在编码期间,控制器(650)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:

[0099] 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。本领域的普通技术人员了解I图片的变体及其相应的应用和特征。

[0100] 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,该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。

[0101] 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,该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。

[0102] 源图片通常可以在空间上细分成多个样本编码块(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)块进行预测性编码,其它(已编码)块由应用于块的相应图片的编码分配来确定。举例来说,I图片的块可进行非预测编码,或该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。出于其它目的,源图片或中间处理后的图片可细分成其它类型的块。编码块和其它类型的块的划分可遵循或者可以不遵循相同的方式,如下文进一步详细描述。

[0103] 视频编码器(603)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(603)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。

[0104] 在一种示例性实施例中,传输器(640)可在传输已编码的视频时传输附加数据。源编码器(630)可以包括这样的数据作为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。

[0105] 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(通常缩写为帧内预测)利用给定图片中的空间相关性,而帧间预测利用图片之间的(时间或其他)相关性。例如,可以将正在编码/解码的特定图片分成块,正在编码/解码的特定图片被称为当前图片。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,可通过被称为运动矢量的矢量对当前图片中的块进行编码。该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,该运动矢量可具有识别参考图片的第三维度。

[0106] 在一些示例性实施例中,双向预测技术可用于帧间图片预测。根据这种双向预测技术,使用两个参考图片,例如按解码次序在视频中的当前图片之前(但是按显示次序可能分别是过去和将来)的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。可通过第一参考块和第二参考块的组合来共同预测该块。

[0107] 此外,合并模式技术可用于帧间图片预测以改善编码效率。

[0108] 根据本申请实施例的一些示例性实施例,诸如帧间图片预测和帧内图片预测的预测以块为单位来执行。例如,将视频图片序列中的图片分成编码树单元(coding tree unit,CTU)以用于压缩,图片中的CTU可具有相同大小,例如64×64像素、32×32像素或16×16像素。通常,CTU可包括三个并行的编码树块(coding tree block,CTB),这三个并行的编码树块是一个亮度CTB和两个色度CTB。可以将每个CTU递归地以二叉树划分成一个或多个编码单元(CU)。例如,可以将64×64像素的CTU划分成一个64×64像素的CU,或4个32×32像素的CU。一个或多个32×32块中的每个块可进一步划分成4个16×16像素的CU。在一些示例

性实施例中,可以在编码期间分析每个CU以确定各种预测类型中、用于CU的预测类型,各种预测类型例如是帧间预测类型或帧内预测类型。根据时间和/或空间可预测性,可以将CU划分成一个或多个预测单元(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。可以以各种空间模式执行将CU划分成PU(或者不同颜色通道的PB)。例如,亮度或色度PB可包括针对样本的值(例如,亮度值)的矩阵,所述的样本例如是 8×8 像素、 16×16 像素、 8×16 像素、 16×8 样本等。

[0109] 图7示出了根据本申请实施例的另一示例性实施例的视频编码器(703)的图。视频编码器(703)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),且将该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。示例性视频编码器(703)可用于代替图4的示例中的视频编码器(403)。

[0110] 例如,视频编码器(703)接收用于处理块的样本值的矩阵,该处理块例如是 8×8 样本的预测块等。然后,视频编码器(703)使用例如率失真优化(rate-distortion optimization,RDO)来确定是否使用帧内模式、帧间模式或双向预测模式来最佳地对处理块进行编码。当确定在帧内模式中对处理块进行编码时,视频编码器(703)可使用帧内预测技术以将处理块编码到已编码图片中;且当确定在帧间模式或双向预测模式中对处理块进行编码时,视频编码器(703)可分别使用帧间预测或双向预测技术以将处理块编码到已编码图片中。在一些示例性实施例中,合并模式可用作帧间图片预测子模式,其中,在不借助预测器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器导出运动矢量。在一些其它示例性实施例中,可存在适用于主题块的运动矢量分量。因此,视频编码器(703)可包括未在图7中明确示出的组件,例如用于确定处理块的预测模式的模式决策模块。

[0111] 在图7的示例中,视频编码器(703)包括如图7的示例性布置所示的耦接在一起的帧间编码器(730)、帧内编码器(722)、残差计算器(723)、开关(726)、残差编码器(724)、通用控制器(721)和熵编码器(725)。

[0112] 帧间编码器(730)配置成接收当前块(例如,处理块)的样本、将该块与参考图片中的一个或多个参考块(例如,按显示次序的先前图片和后来图片中的块)进行比较、生成帧间预测信息(例如,根据帧间编码技术的冗余信息描述、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来计算帧间预测结果(例如,已预测块)。在一些示例中,参考图片是基于已编码视频信息,使用解码单元633解码的已解码参考图片,解码单元633嵌入在图6的示例性编码器620中(其示出为图7的残差解码器728,如下文进一步详细描述)。

[0113] 帧内编码器(722)配置成接收当前块(例如,处理块)的样本、将该块与同一图片中已编码的块进行比较、在变换之后生成量化系数、以及在一些情况下还生成帧内预测信息(例如,根据一个或多个帧内编码技术的帧内预测方向信息)。帧内编码器(722)可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)。

[0114] 通用控制器(721)可配置成确定通用控制数据,且基于该通用控制数据控制视频编码器(703)的其它组件。在一个示例中,通用控制器(721)确定块的预测模式,且基于该预测模式将控制信号提供给开关(726)。例如,当该预测模式是帧内模式时,通用控制器(721)

控制开关 (726) 以选择供残差计算器 (723) 使用的帧内模式结果,且控制熵编码器 (725) 以选择帧内预测信息并将帧内预测信息包括在码流中;以及当块的预测模式是帧间模式时,通用控制器 (721) 控制开关 (726) 以选择供残差计算器 (723) 使用的帧间预测结果,且控制熵编码器 (725) 以选择帧间预测信息并将帧间预测信息包括在码流中。

[0115] 残差计算器 (723) 可配置成计算所接收的块与从帧内编码器 (722) 或帧间编码器 (730) 选择的块预测结果之间的差 (残差数据)。残差编码器 (724) 可配置成对残差数据进行编码来生成变换系数。例如,残差编码器 (724) 可配置成将残差数据从空间域变换到频域,以生成变换系数。变换系数接着经由量化处理以获得量化的变换系数。在各种示例性实施例中,视频编码器 (703) 还包括残差解码器 (728)。残差解码器 (728) 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 (722) 和帧间编码器 (730) 使用。举例来说,帧间编码器 (730) 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 (722) 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,且已解码图片可以在存储器电路 (未示出) 中缓冲并用作参考图片。

[0116] 熵编码器 (725) 可配置成将码流格式化以包括已编码块且执行熵编码。熵编码器 (725) 配置成将各种信息包括在码流中。例如,熵编码器 (725) 可配置成将通用控制数据、所选预测信息 (例如,帧内预测信息或帧间预测信息)、残差信息和其它合适的信息包括在码流中。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,可以不存在残差信息。

[0117] 图8示出了根据本申请实施例的另一实施例的示例性视频解码器 (810) 的图。视频解码器 (810) 用于接收作为已编码视频序列的一部分的已编码图像,且对该已编码图像进行解码以生成重建的图片。在一个示例中,视频解码器 (810) 可用于代替图4的示例中的视频解码器 (410)。

[0118] 在图8的示例中,视频解码器 (810) 包括如图8的示例性布置所示的耦接在一起的熵解码器 (871)、帧间解码器 (880)、残差解码器 (873)、重建模块 (874) 和帧内解码器 (872)。

[0119] 熵解码器 (871) 可用于根据已编码图片来重建某些符号,这些符号表示构成该已编码图片的语法元素。此类符号可包括例如对块进行编码的模式 (例如,帧内模式、帧间模式、双向预测模式、合并子模式或另一子模式)、可识别分别供帧内解码器 (872) 或帧间解码器 (880) 使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)、呈例如量化变换系数形式的残差信息等。在一个示例中,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给帧间解码器 (880);以及当预测类型是帧内预测类型时,将帧内预测信息提供给帧内解码器 (872)。残差信息可经由逆量化并提供到残差解码器 (873)。

[0120] 帧间解码器 (880) 可配置成接收帧间预测信息,且基于该帧间预测信息生成帧间预测结果。

[0121] 帧内解码器 (872) 可配置成接收帧内预测信息,且基于该帧内预测信息生成预测结果。

[0122] 残差解码器 (873) 可配置成执行逆量化以提取解量化的变换系数,且处理该解量化的变换系数,以将残差从频域变换到空间域。残差解码器 (873) 还可使用某些控制信息 (用以包括量化器参数 (quantizer parameter, QP)), 该信息可由熵解码器 (871) 提供 (未描

绘数据路径,因为这仅仅是低数据量控制信息)。

[0123] 重建模块(874)可配置成在空间域中组合由残差解码器(873)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,视情况而定)以形成已重建块,已重建块形成已重建图片的一部分,已重建图片作为已重建视频的一部分。应注意,还可执行诸如去块操作等其它合适的操作来改善视觉质量。

[0124] 应注意,可使用任何合适的技术来实施视频编码器(403)、视频编码器(603)和视频编码器(703)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。在一些示例性实施例中,可使用一个或多个集成电路来实现视频编码器(403)、视频编码器(603)和视频编码器(703)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。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(403)、视频编码器(603)和视频编码器(603)以及视频解码器(410)、视频解码器(510)和视频解码器(810)。

[0125] 返回到帧内预测过程,在该过程中,块(例如,亮度或色度预测块,或者编码块,如果没有被进一步分割成预测块)中的样本通过相邻线、下一个相邻线、或其他一条或多条线或其组合的样本来预测,以生成预测块。然后通过变换和随后的量化来处理预测块和被编码的实际块之间的残差。可以使各种帧内预测模式可用,与帧内模式选择相关的参数和其他参数可以被写入码流。例如,各种帧内预测模式可以涉及用于预测样本的一个或多个线位置、从一条或多条预测线中选择预测样本的方向以及其他特殊的帧内预测模式。

[0126] 例如,一组帧内预测模式(可互换地称为“多个帧内模式”)可以包括预定数量的定向帧内预测模式。如上面关于图1的示例实施方式所描述的,这些帧内预测模式可以对应于预定数量的方向,沿着这些方向,块外的样本被选择作为对特定块中被预测的样本的预测。在另一个特定的示例实施方式中,可以支持和预定义对应于相对于水平轴从45度到207度的角度的8个主方向模式。

[0127] 在帧内预测的一些其他实施方式中,为了进一步利用定向纹理中更多种类的空间冗余,定向帧内模式可以进一步扩展到具有更精细粒度的角度集。例如,如图9所示,上面的8个角度的实施方式可以被配置为提供八个标称角度,称为V_PRED、H_PRED、D45_PRED、D135_PRED、D113_PRED、D157_PRED、D203_PRED和D67_PRED,并且对于每个标称角度,可以添加预定数量(例如7)的更精细角度。有了这样的扩展,与相同数量的预定定向帧内模式相对应的更大总数(例如,在本例中为56)的定向角可以用于帧内预测。预测角度可以由标称帧内角度加上角度增量来表示。对于以上每个标称角度有7个更精细的角度方向的特定示例,角度增量可以是-3~3乘以3度的步长。

[0128] 上述定向帧内预测也可以被称为单向帧内预测,其不同于在本申请实施例的后面部分中描述的双向帧内预测(也称为双向帧内预测)。

[0129] 在一些实施方式中,替代或除了上述定向帧内模式之外,预定数量的非定向帧内预测模式也可以被预定义并可用。例如,可以指定称为平滑帧内预测模式的5个非定向帧内模式。这些非定向帧内模式预测模式可以具体地称为DC、PAETH、SMOOTH、SMOOTH_V和SMOOTH_H帧内模式。图10中示出了在这些示例性非定向模式下特定块的样本的预测。作为示例,图10示出了由来自上方相邻线和/或左侧相邻线的样本进行预测的4×4的块1002。块1002中的特定样本1010可以对应于该样本1010的在块1002的上方相邻线的正上方样本1004、该样本1010的在上方和左侧相邻线的交叉点的左上方样本1006以及该样本1010的在

块1002的左侧相邻线的正左侧样本1008。对于示例性DC帧内预测模式,左侧相邻样本1008和上方相邻样本1004的平均值可用作样本1010的预测器。对于示例PAETH帧内预测模式,可以提取上方、左侧和左上方参考样本1004、1008和1006,然后将这三个参考样本中最接近(上方+左侧-左上方)的值设置为样本1010的预测值。对于示例性SMOOTH_V帧内预测模式,样本1010可以通过左上方相邻样本1006和左侧相邻样本1008的垂直方向上的二次插值来预测。对于示例性SMOOTH_H帧内预测模式,样本1010可以通过左上方相邻样本1006和上方相邻样本1004的水平方向上的二次插值来预测。对于示例性平滑帧内预测模式,样本1010可以通过垂直和水平方向上的二次插值的平均值来预测。上面的非定向帧内模式的实施方式仅仅作为非限制性示例来示出。还考虑了用于预测预测块中的特定样本的其他相邻线和其他非定向样本选择,以及组合预测样本的方式。

[0130] 编码器在各种编码级别(图片、切片、块、单元等)从上面的定向或非定向模式中选择特定的帧内预测模式可以被写入码流。在一些示例性实施方式中,示例性的8个标称定向模式连同5个非角度平滑模式(总共13个选项)可以首先被写入。然后,如果写入的模式是8个标称角度的帧内模式之一,则进一步将索引写入以向对应的写入的标称角度指示所选择的角度的增量。在一些其它示例实施方式中,所有帧内预测模式可以一起被添加索引(例如,56个定向模式加上5个非定向模式以产生61个帧内预测模式)以用于写入。

[0131] 在一些示例实施方式中,示例的56或其他数量的定向帧内预测模式可以采用统一定向预测器来实现,该统一定向预测器将块的每个样本投影到参考子样本位置,并通过2抽头双线性滤波器对参考样本进行内插。

[0132] 在一些实施方式中,为了捕获边缘上的参考的衰减空间相关性,可以设计附加的滤波器模式,称为滤波器帧内模式。对于这些模式,除了块外的样本之外,块内的预测样本可以用作块内的一些子块的帧内预测参考样本。例如,这些模式可被预定义并可用于至少亮度块(或仅亮度块)的帧内预测。可以预先设计预定数量(例如,五个)的滤波器帧内模式,每个模式由反映例如 4×2 子块和与其相邻的 n 个邻块中的样本之间的相关性的 n 抽头滤波器(例如,7抽头滤波器)的集合表示。换句话说, n 抽头滤波器的加权因子可以是位置相关的。以 8×8 块、 4×2 子块和7抽头滤波器为例,如图11所示, 8×8 块1102可以被分割成八个 4×2 子块。这些子块在图11中由B0、B1、B2、B3、B4、B5、B6和B7表示。对于每个子块,可以用它的7个邻块(图11中的R0~R7)来预测当前子块中的样本。对于子块B0,所有的邻块可能已经重建。但是对于其他子块,由于部分邻块在当前块内,可能还没有被重建,则以近邻块的预测值作为参考。例如,如图11所示的子块B7的所有邻块都没有被重建,因此替代地使用邻居块的预测样本,例如B4、B5和/或B6的一部分。

[0133] 在帧内预测的一些实施方式中,可以使用一个或多个其他颜色分量来预测一个颜色分量。颜色分量可以是YCrCb、RGB、XYZ颜色空间等中的任何一个分量。例如,可以实现从亮度分量(例如,亮度参考样本)预测色度分量(例如,色度块),称为从亮度预测色度(Chroma from Luma, CfL)。在一些示例实施方式中,交叉颜色预测可能仅允许从亮度预测色度。例如,色度块中的色度样本可以被建模为重合的重建亮度样本的线性函数。CfL预测可以如下实现:

$$[0134] \quad \text{CfL}(\alpha) = \alpha \times L^{\text{AC}} + \text{DC} \quad (1)$$

[0135] 其中, L^{AC} 表示亮度分量的AC贡献, α 表示该线性模型的参数,以及DC表示色度分量

的DC贡献。例如,对于块的每个样本获得AC分量,而对于整个块获得DC分量。具体地说,重建的亮度样本可以被二次采样到色度分辨率中,然后可以从每个亮度值中减去平均亮度值(亮度的DC),以形成亮度的AC贡献。然后在等式(1)的线性模式中使用亮度的AC贡献以预测色度分量的AC值。为了根据亮度AC贡献来近似或预测色度AC分量,代替需要解码器计算缩放参数,示例性CfL实施方式可以基于原始色度样本确定参数 α 并写入码流。这降低了解码器的复杂度,并产生了更精确的预测。至于色度分量的DC贡献,在一些示例实施方式中,可以使用色度分量内的帧内DC模式来计算。

[0136] 返回到帧内预测,在一些示例实施方式中,编码块或预测块中的样本的预测可以基于一组参考线中的一个。换言之,可提供多个参考线作为用于帧内预测的选择的选项,而不是总是使用最近的邻线(例如,如上面图1所示的预测块的紧邻顶部的相邻线或紧邻左侧的相邻线)。这种帧内预测实施方式可被称为多参考线选择(multiple reference line selection, MRLS)。在这些实施方式中,编码器决定多条参考线中的哪条参考线用于生成帧内预测器并将其写入。在解码器侧,在解析了参考线索索引之后,可以通过根据帧内预测模式(例如定向、非定向和其他帧内预测模式)查找指定的参考线来识别重建的参考样本,从而生成当前帧内预测块的帧内预测。在一些实施方式中,可以将参考线索索引写入编码块级别中,并且可以仅选择多个参考线中的一个并将其用于一个编码块的帧内预测。在一些示例中,可以一起选择多条参考线用于帧内预测。例如,可以组合、平均、内插或以任何其他方式将多条参考线进行加权或不加权,以生成预测。在一些示例实施方式中,MRLS可以仅应用于亮度分量,而可以不应用于色度分量。

[0137] 在图12中,描绘了4-参考线(4-reference line)MRLS的示例。如图12的示例所示,可以基于4条水平参考线1204、1206、1208和1210以及4条垂直参考线1212、1214、1216和1218中的一条来预测帧内编码块1202。在这些参考线中,1210和1218是紧邻的参考线。参考线可以根据它们与编码块的距离进行索引。例如,参考线1210和1218可以被称为零参考线,而其他参考线可以被称为非零参考线。具体地,参考线1208和1216可以作为第一参考线来参考;参考线1206和1214可以作为第二参考线来参考;并且参考线1204和1212可以作为第三参考线来参考。

[0138] 在一些实施例中,对于被帧内编码的特定编码块、编码单元、预测块或预测单元,其帧内模式需要由一个或多个语法元素写入码流中。如上所述,可能的帧内预测模式的数量可以是巨大的,并且可以有62个帧内预测模式可用:56个定向帧内预测模式、5个非定向模式和一个来自亮度的色度模式(例如,仅用于色度分量)。为了写入这些帧内预测模式,可以将第一语法写入以指示哪个标称角度或非定向模式等于当前块的标称模式。然后,如果当前块的模式是定向模式,则可以将第二语法写入以指示哪个增量角(delta angle)等于当前块的增量角。在视频编码和/或解码期间的一些情况下,当前块的帧内预测模式与其相邻块之间可能存在强相关性。

[0139] 在各种实施例中,可以利用这种相关性来设计用于帧内模式编码的更有效的语法。在一些实施方式中,当前块的可用帧内预测模式可以根据其相邻块的帧内预测模式被拆分成多个帧内预测模式集合。为了获得当前块的帧内预测模式,首先,可以将集合索引写入以指示当前块的帧内预测模式的集合索引;第二,可以将模式索引写入以指示模式集合内的帧内预测模式的索引。

[0140] 在本申请实施例的各种实施例中,“XYZ被写入”可以指在编码过程中XYZ被编码成已编码码流;和/或,在已编码码流从一个设备发送到另一个设备之后,“XYZ被写入”可以指在解码过程期间从已编码码流解码/提取XYZ。

[0141] 例如,在上面描述的一些实施方式中,可用帧内预测模式的数量可以包括62种不同的模式,包括例如56种定向帧内预测模式(例如,8个标称方向,在每个标称方向上具有7个精细角度)、5种非定向模式和一种从亮度到色度的模式(仅用于色度分量)。一旦在特定编码块、编码单元、预测块或预测的编码过程期间选择了帧内模式,对应于所选择的帧内模式的信令需要包括在码流中。写入语法必须能够以某种方式区分所有这62种模式。例如,这62个模式可以使用针对62个索引的单一语法被写入,每个索引对应于一个模式。在一些其他示例实施方式中,可以将一种语法写入以指示哪个标称角度或非定向模式被用作当前块中的标称模式,然后,如果当前块的标称模式是定向模式,则可以另外将另一种语法写入以指示为当前块选择哪个增量角。

[0142] 由于与帧内编码有关的各种语法通常占据码流的大部分,并且帧内模式选择必须例如在各种编码级别频繁地写入,因此减少用于帧内模式写入的比特数在提高视频编码效率方面变得至关重要。在实践中,各种帧内预测模式的使用可以遵循某些统计模式,并且这种使用模式可以用于设计帧内模式和写入语法的索引,从而提高写入效率。此外,平均而言,在块与块之间的帧内模式选择之间可能存在一些相关性。这种相关性可以在统计基础上离线获得,并在用于写入帧内模式的选择的语法设计中被考虑。目标是平均减少已编码码流中写入语法元素的比特数。例如,一些一般的统计数据可以表明,当前块的最佳帧内预测模式与其相邻块之间可能存在很强的相关性。当设计用于帧内模式编码的语法时,可以利用这种相关性。

[0143] 在一些实施例中,为了改进视频编码/解码性能,可以在生成帧内预测样本之后使用基于偏移的帧内预测细化(offset-based refinement for intra prediction,ORIP)。当应用ORIP时,通过添加偏移值来细化预测样本。

[0144] 如图13所示,基于参考样本执行帧内预测(1330)。参考样本可包括来自一个或多个左侧参考线(1312)和/或一个或多个顶部参考线(1310)的样本。基于偏移的帧内预测细化(ORIP)(1350)可以使用相邻参考样本来生成偏移值。在一些实施方式中,用于ORIP的相邻参考样本可以是与用于帧内预测的参考样本相同的集合。在一些其他实施方式中,用于ORIP的相邻参考样本可以是与用于帧内预测的参考样本不同的集合。

[0145] 在参考图14A和图14B的一些实施方式中,ORIP可以在 4×4 子块级别中执行。对于每个 4×4 子块(1471、1472、1473和/或1474),偏移量是从其相邻样本中生成的。例如,对于第一子块(1471),从其顶部相邻样本(1420中的P1、P2、P3和P4)、左侧相邻样本(1410中的P5、P6、P7和P8)和/或左上方相邻样本(P0)(1401)生成偏移量。在一些实施方式中,顶部相邻样本可以包括顶部相邻样本(1420中的P1、P2、P3和P4)和左上方相邻样本(P0)(1401)。在一些其他实施方式中,左侧相邻样本可以包括左侧相邻样本(1410中的P5、P6、P7和P8)和左上方相邻样本(P0)(1401)。

[0146] 第一子块(1471)包括 4×4 像素,并且 4×4 像素中的每个像素对应于predN,该predN为细化之前的第N个相邻预测样本。比如pred0,pred1,pred2,...pred16。

[0147] 在各种实施例中,可以根据公式基于相邻样本来计算给定子块的每个像素的偏移

值。该公式可以是预定义的公式,或者由已编码码流中编码的参数指示的公式。

[0148] 在参考图14B的一些实施方式中,可以如下生成给定子块的第k个位置的偏移值(offset(k)):

$$[0149] \quad offset(k) = \left(\sum_{n=0}^8 W_{kn} * \{P_n - pred_k\} + 32 \gg 6 \right) \quad (2)$$

$$[0150] \quad pred_refined_k = clip3(pred_k + offset(k)) \quad (3)$$

[0151] W_{kn} 是用于偏移计算的预定义权重。 P_n 是相邻样本的值(例如, $P_0, P_1, P_2, \dots, P_8$)。 $pred_k$ 是在应用帧内预测或其它预测(例如,帧间预测)之后像素的预测值。 $pred_refined_k$ 是应用ORIP后像素的细化值。 $clipP3()$ 是clip 3数学函数。 n 是从0到8的整数, k 是从0到15的整数。

[0152] 在一些实施方式中, W_{kn} 可以是预定义的,并且可以根据表1获得。

[0153] 表1用于偏移量计算的预定义权重

[0154]

k	W_{k0}	W_{k1}	W_{k2}	W_{k3}	W_{k4}	W_{k5}	W_{k6}	W_{k7}	W_{k8}
0	4	16	4	0	0	16	4	0	0
1	2	4	16	4	0	8	2	0	0
2	1	0	4	16	4	4	1	0	0
3	0	0	2	4	16	2	0	0	0
4	2	8	2	0	0	4	16	4	0
5	0	2	8	2	0	2	8	2	0
6	0	0	2	8	2	1	4	1	0
7	0	0	0	2	8	1	2	0	0
8	0	4	0	0	0	0	4	16	4
9	0	0	4	0	0	0	2	8	2
10	0	0	1	4	1	0	1	4	1
11	0	0	0	2	4	0	0	4	0
12	0	0	1	0	0	0	2	4	16
13	0	0	0	1	0	0	1	2	8
14	0	0	1	2	1	0	0	1	4
15	0	0	0	1	2	0	0	1	2

[0155] 在一些其他实施方式中,基于子块的ORIP可仅应用于预定义的帧内预测模式集合和/或亮度和色度可能不同,这取决于帧内预测模式。表2示出了根据各种帧内预测模式和亮度或色度通道的基于子块的ORIP的一种实施方式。以亮度通道为例:当预测模式为DC或SMOOTH时,ORIP始终开启,不需要额外的信令;当预测模式为HOR/VER且delta角度(angle_delta)等于0时,需要块级信令来使能/禁用ORIP;和/或当帧内预测模式是其他模式时,ORIP总是关闭并且不需要额外的信令。

[0156] 表2所提出的方法中模式取决于开/关

	帧内预测模式	ORIP	
		亮度	色度
[0157]	DC	开 (ON)	关 (OFF)
	SMOOTH	开	开
	HOR/VER 且 $\text{angle_delta} == 0$	开/关 (信号)	开
	其他模式	关	关

[0158] 回到第二 4×4 子块 (1473), 由于其与第一 4×4 子块 (1471) 的相对位置, 第二子块的顶部相邻样本可以是第一子块的一些像素: 第二子块的P1可以是第一块的pred12, 第二子块的P2可以是第一子块的pred13, 第二子块的p3可以是第一子块的pred14, 第二子块的p4可以是第一子块的pred15。第二子块的左上方相邻样本 (P0) 可以是第一子块的左侧相邻样本 (P8)。

[0159] 在各种实施例中, 用于正在编码的当前块的可用帧内预测模式或模式选项可以被分成多个帧内预测模式集合。每个集合可以分配一个集合索引。集合的集合索引是一个整数, 表示该集合在多个帧内预测模式集合中的索引。在一些实施方式中, 集合索引可以是等于或大于0的整数; 或者在一些其他实施方式中, 集合索引可以是等于或大于1的整数。每个集合可以包含多个帧内模式预测模式。帧内模式预测模式的模式索引是表示多个帧内模式预测模式中的该帧内模式预测模式的索引的整数。在一些实施方式中, 模式索引可以是等于或大于0的整数; 或者在一些其他实施方式中, 模式索引可以是等于或大于1的整数。基于块之间的帧内预测模式之间的相关性, 可以至少部分地根据其相邻块所使用的帧内预测模式来确定可用帧内预测模式被拆分和排序以及帧内预测模式在每个模式集合中被排序的方式。相邻块使用的帧内预测模式可以被称为“参考帧内预测模式”或“参考模式”。可以确定和选择特定单元的帧内预测模式。帧内预测模式的选择可以被写入。首先, 可以将集合索引写入以指示包含所选帧内预测模式的帧内预测模式集合的集合索引。其次, 模式索引 (可替换地称为集合内的模式位置索引) 可被写入以指示模式集合内所选帧内预测模式的索引。

[0160] 上面的帧内预测模式划分和排序的一般实现以及下面的具体示例利用统计效应和相邻相关性来对这些模式进行动态索引, 使得将它们的选择写入已编码视频码流中的语法设计可以被优化以提高编码效率。例如, 这些实施方式有助于减少写入的语法数量, 并有助于更有效地生成熵编码的上下文。

[0161] 本申请实施例中描述的各种实施例和/或实施方式可以以任何顺序单独使用或组合使用。此外, 这些实施例和/或实施方式的一部分、全部或任何部分或全部组合可以体现为编码器和/或解码器的一部分, 并且可以用硬件和/或软件来实现。例如, 它们可以在专用处理电路 (例如, 一个或多个集成电路) 中被硬编码。在另一个示例中, 它们可以由一个或多个处理器执行存储在非暂时性计算机可读介质中的程序来实现。

[0162] 当应用ORIP时, 可能存在一些与帧内模式编码相关的问题/难题。例如, 在ORIP设计中, 如果标称模式是HOR/VER, 则可以添加一个附加的增量角来指示ORIP的使用; 在帧内模式编码设计中, 标称模式和增量角的写入可以被修改, 导致至少一个问题/难题, 即无法直接将ORIP和帧内模式编码合并在一起。

[0163] 本申请实施例描述了用于视频编码和/或解码中的帧内预测模式编码的各种实施例, 解决了上面讨论的问题/难题中的至少一个, 实现了ORIP和改进的帧内模式编码的有效

组合。

[0164] 在各种实施例中,图15示出了用于视频解码中的帧内预测模式编码的方法1500,该方法1500可以包括以下步骤的部分或全部:步骤1510,通过包括存储指令的存储器和与
所述存储器通信的处理器和设备接收用于块的已编码视频码流;步骤1520,所述设备基于
帧内模式列表中的每个帧内模式的模式信息将所述帧内模式列表划分为用于所述块的多个
帧内模式集合,所述帧内模式列表对应于所述块的至少一个相邻块的帧内预测模式;步
骤1530,所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述多个帧内模式集合的一个帧
内模式集合的集合索引;步骤1540,所述设备从所述已编码视频码流中提取指示来自所述
帧内模式集合的帧内预测模式的模式索引;以及步骤1550,所述设备基于所述集合索引和
所述模式索引来确定所述块的所述帧内预测模式。

[0165] 在一些实施方式中,帧内模式的模式信息可以包括以下至少一个:定向模式、定向
模式的标称角度、定向模式的偏移角度、非定向模式、平滑模式(例如,smooth、smooth_v、
smooth_h)、DC模式、PAETH模式和/或根据给定预测方向生成预测样本的模式。在一些其他
实施方式中,在一个不严谨的分类中,定向模式可以广泛地包括:不是平滑模式(smooth、
smooth_v、smooth_h)、DC或PAETH模式的任何模式;以及根据给定预测方向生成预测样本的
任何模式。在一些其它实施方式中,非定向模式可包括平滑模式(例如,smooth、smooth_v、
smooth_h)、DC模式、PAETH模式和亮度-色度(luma-for-chroma)模式。在一些其他实施方式
中,在一个不严谨的分类中,非定向模式可以广泛地包括不是定向模式的任何模式。

[0166] 在本申请实施例的各种实施例中,块(例如但不限于编码块、预测块或变换块)的
大小可以指块的宽度或高度。块的宽度或高度可以是以像素为单位的整数。在本申请实施
例的各种实施例中,块的大小可以指块的面积大小。块的面积大小可以是以像素为单位的
块的宽度乘以块的高度计算的整数。在本申请实施例的一些不同实施例中,块的大小可以
指块的宽度或高度的最大值、块的宽度或高度的最小值或块的纵横比。块的纵横比可以由
块的宽度除以高度来计算,或者可以由块的高度除以宽度来计算。

[0167] 在一些实施方式中,当前块的可用帧内预测模式可以根据其相邻块的帧内预测模
式被划分/拆分成多个帧内预测模式集合。为了获得当前块的帧内预测模式,首先,可以将
集合索引写入以指示当前块的帧内预测模式的集合索引;其次,可以将模式索引写入以指
示模式集合内的帧内预测模式的索引。在一些实施方式中,所有非定向模式可以包括在第
一模式集合中。集合的集合索引是表示多个集合中的集合的索引的整数;和/或模式的模式
索引是表示模式集合中的模式的索引的整数。在一些实施方式中,集合索引和/或模式索引
可以是等于或大于0的整数。在一些其它实施方式中,集合索引和/或模式索引可以是等于
或大于1的整数。

[0168] 在本申请实施例的各种实施例中,“第一”模式集合不仅指“一个”模式集合,而且
指具有最小集合索引的“第一”模式集合,“第二”模式集合不仅指“另一个”模式集合,而且
指具有第二最小集合索引的“第二”模式集合,等等。例如,多个帧内预测模式集合可以由M
指示,并且集合索引可以在例如1到M或0到M-1的范围内。当集合索引范围从1到M时,“第一”
模式集合是集合索引为1的“第一”模式集合,“第二”模式集合是集合索引为2的“第二”模式
集合,依此类推。当集合索引范围从0到M-1时,“第一”模式集合是集合索引为0的“第一”模
式集合,“第二”模式集合是集合索引为1的“第二”模式集合,依此类推。

[0169] 在本申请实施例的各种实施例中，“XYZ被写入”可以指在编码过程中XYZ被编码成已编码码流；和/或，在已编码码流从一个设备发送到另一个设备之后，“XYZ被写入”可以指在解码过程期间从已编码码流解码/提取XYZ。

[0170] 参考步骤1510，设备可以是图5中的电子设备(530)或图8中的视频解码器(810)。在一些实施方式中，设备可以是图6中的编码器(620)中的解码器(633)。在其他实施方式中，该设备可以是图5中的电子设备(530)的一部分、图8中的视频解码器(810)的一部分或图6中的编码器(620)中的解码器(633)的一部分。已编码视频码流可以是图8中的已编码视频序列，或者是图6或图7中的中间编码数据。该块可以指编码块或已编码块。

[0171] 参考步骤1520，设备可以基于帧内模式列表中每个帧内模式的模式信息将帧内模式列表划分为用于块的多个帧内模式集合。在一些实施方式中，步骤1520可以包括由设备基于一个或多个因素来确定多个帧内模式集合，该一个或多个因素例如但不限于每个帧内模式的模式类型、定向帧内模式的定向角和/或块的相邻块的帧内模式。帧内模式的模式类型可以包括该帧内模式是定向模式还是非定向模式，和/或该帧内模式是ORIP模式还是非ORIP模式。在一些其他实施方式中，该帧内模式列表可以对应于该块的相邻块的至少一个帧内预测模式；和/或该帧内模式列表可用于导出该块的帧内预测模式。

[0172] 在各种实施例中，帧内模式列表可以包括预定数量的帧内预测模式。例如，预定数量为61。

[0173] 在一些实施方式中，帧内模式列表包括位于该帧内模式列表顶部的第一子列表；并且该第一子列表包括所有非定向帧内预测模式。例如，当将帧内模式列表划分为多个帧内模式集合时，由于非定向帧内预测模式位于该帧内模式列表的顶部，所以可将非定向帧内预测模式划分为第一帧内模式集合。

[0174] 在一些其他实施方式中，响应于使用定向帧内预测模式的相邻块，该帧内模式列表包括紧邻该帧内模式列表中的第一子列表的第二子列表；并且第二子列表包括基于相邻块的定向帧内预测模式的多个导出的帧内预测模式。例如，当帧内模式列表被划分为多个帧内模式集合时，因为多个导出的帧内预测模式从该帧内模式列表的顶部紧邻非定向帧内预测模式，所以基于相邻块的定向帧内预测模式的多个导出的帧内预测模式可能被划分为第一帧内模式集合或第二帧内模式集合。在一些实施方式中，当前块的相邻块可以包括当前块的顶部(上方)块、当前块的左侧块、或者当前块的顶部(上方)块和左侧块两者。

[0175] 在一些其他实施方式中，通过将偏移量[0, -1, +1, -2, +2, -3, +3, -4, +4]添加到相邻块的定向帧内预测模式，多个导出的帧内预测模式包括九个定向帧内预测模式。例如，当相邻块的定向帧内预测模式具有特定的定向角度(x度)并且定向角度的步长为3度时，多个导出的帧内预测模式可以包括9个定向帧内预测模式，定向角度为x度、 $x \pm 3$ 度、 $x \pm 6$ 度、 $x \pm 9$ 度和 $x \pm 12$ 度。

[0176] 在一些其它实施方式中，帧内模式列表包括紧邻该帧内模式列表中的第二子列表的第三子列表；并且第三子列表包括至少一个默认的帧内预测模式。在一些其它实施方式中，该默认的帧内预测模式包括具有零增量角的至少一个标称的定向帧内预测模式。例如，默认的帧内预测模式可以包括具有零增量角的所有其他标称的定向帧内预测模式，其还没有包括在基于相邻块的定向帧内预测模式的上述导出的帧内预测模式中。

[0177] 在一些其他实施方式中，响应于使用非定向帧内预测模式的相邻块：帧内模式列

表包括位于紧邻该帧内模式列表中的第一个子列表的第二子列表;第二子列表包括具有零增量角的多个标称的定向帧内预测模式。例如,当两个相邻块都是非定向模式时,具有零增量角的所有定向帧内预测模式将被添加到第二子列表中。在一些其他实施方式中,响应于使用非定向帧内预测模式的所有相邻块:帧内模式列表包括位于紧邻该帧内模式列表中的第一个子列表的第二子列表;第二子列表包括具有零增量角的多个标称的定向帧内预测模式。所有相邻块可以包括顶部相邻块(即,位于当前块上方的相邻块)和左侧相邻块(即,位于当前块左侧的相邻块);并且所有相邻块可以不包括右侧相邻块(即,位于当前块右侧的相邻块)或下方相邻块(即,位于当前块下方的相邻块)。

[0178] 例如,首先,可以将所有非定向帧内预测模式添加到帧内模式列表中。其次,可以将偏移量添加到相邻块的定向帧内预测模式以导出帧内预测模式,并且可以将导出的帧内预测模式添加到帧内模式列表。最后,在添加了所有导出的帧内预测模式之后,如果帧内预测模式列表仍然未满足,则可以使用默认模式来填充帧内模式列表中的剩余位置。

[0179] 在另一示例中,当前块的可用帧内预测模式是61,包括5个非定向模式和56个定向模式。当当前块的相邻块中只有一个用定向帧内预测模式编码时,首先将5个非定向模式添加到模式列表中;其次,通过将偏移量[0, -1, +1, -2, +2, -3, +3, -4, +4]添加到相邻块的定向模式,导出9个定向帧内预测模式。之后,仅14个模式被添加到模式列表中,并且帧内模式列表中的47(61-14=47)个位置没有被填充。然后,默认模式被添加到模式列表中。在一些实施方式中,如果帧内模式列表未满足,则增量角等于零的标称角度首先被用作默认模式来填充帧内模式列表。

[0180] 在各种实施例中,多个帧内模式集合包括第一帧内模式集合;并且第一帧内模式集合包括所有非定向帧内预测模式。例如,非定向模式总是包含在第一模式集合中。非定向模式可包括平滑模式(例如,smooth、smooth_v、smooth_h)、DC模式、PAETH模式和亮度-色度模式。在一些其他实施方式中,在一个不严谨的分类中,非定向模式可以广泛地包括不是定向模式的任何模式。

[0181] 在各种实施例中,多个帧内模式集合包括第一帧内模式集合;并且第一帧内模式集合由所有非定向帧内预测模式组成。例如,第一模式集合仅包括非定向帧内预测模式。

[0182] 在各种实施例中,多个帧内模式集合包括第一帧内模式集合;并且第一帧内模式集合包括所有非定向帧内预测模式和一个或多个基于偏移的帧内预测细化(offset based refinement for intra prediction,ORIP)模式。在一些实施方式中,一个或多个ORIP模式包括垂直ORIP模式和水平ORIP模式。例如,指定两个附加模式VER_ORIP和HOR_ORIP,以指示在增量角等于0的VER和HOR模式上使用ORIP。这两个模式可以被标记为非定向模式并被划分为第一模式集合。

[0183] 在各种实施例中,一个或多个ORIP模式包括所有ORIP模式。例如,应用ORIP的所有帧内预测模式都被视为非定向模式。

[0184] 在各种实施例中,多个帧内模式集合包括N个帧内模式集合和M个帧内模式集合,其中:N个帧内模式集合按集合索引从小到大的顺序在M个帧内模式集合之前,N是正整数,M是正整数;并且M个帧内模式集合中的每一个帧内模式集合中的帧内预测模式的数量等于2的幂。在一些实施方式中,N例如但不限于1或2。比如N为1,M为4;该多个帧内模式集合按照帧内模式集合索引从小到大的顺序包括第一帧内模式集合、第二帧内模式集合、第三帧内

模式集合、第四帧内模式集合和第五帧内模式集合；第一帧内模式集合中的帧内预测模式的数量是以下之一：5或7；该第二帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为8；该第三帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16；该第四帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16；并且第五帧内模式集合中的帧内预测模式的数量为16。

[0185] 对于另一个例子，除了前N个帧内模式集合之外，每个模式集合中的模式数量等于2的幂；N是正整数，比如1或者2。当N为1时，可能意味着只有第一模式集合中的模式数量不等于2的幂。

[0186] 在一个示例中，可用的帧内预测模式被分成5个模式集合；并且每个模式集合中的模式数量是(5, 8, 16, 16, 16)。第一模式集合的数量为5，等于非定向模式的数量。

[0187] 在另一示例中，可用的帧内预测模式被分成5个模式集合。每个模式集合中的模式数量是(7, 8, 16, 16, 16)。第一模式集合的数量为7，等于非定向模式的数量加上VER_ORIP和HOR_ORIP。

[0188] 本申请实施例中的实施例可以单独使用或以任何顺序组合使用。此外，每个方法（或实施例）、编码器和解码器可以通过处理电路（例如，一个或多个处理器或一个或多个集成电路）来实现。在一个示例中，一个或多个处理器执行存储在非暂时性计算机可读介质中的程序。本申请实施例中的实施例可以应用于亮度块或色度块。并且在色度块中，实施例可以单独地应用于一个以上的颜色分量，或者可以一起应用于一个以上的颜色分量。

[0189] 可以将上述技术实现为计算机软件，该计算机软件使用计算机可读指令，并且物理存储在一个或多个计算机可读介质中。例如，图16示出了适合于实施所公开的主题的某些实施例的计算机系统(2600)。

[0190] 作为非限制性示例，可以由于一个或多个处理器（包括CPU、GPU、FPGA、加速器等）执行包含在一种或多种有形的计算机可读介质中的软件而使得具有架构(2600)，特别是内核(2640)的计算机系统可以提供功能。此类计算机可读介质可以是与如上所述的用户可访问的大容量存储相关联的介质，以及某些非暂时性的内核(2640)的存储器，例如内核内部大容量存储器(2647)或ROM(2645)。可以将实施本申请实施例的各种实施例的软件存储在此类设备中并由内核(2640)执行。根据特定需要，计算机可读介质可以包括一个或多个存储设备或芯片。软件可以使得内核(2640)，特别是其中的处理器（包括CPU、GPU、FPGA等）执行本文所描述的特定过程或特定过程的特定部分，包括定义存储在RAM中的数据结构(2646)以及根据由软件定义的过程来修改此类数据结构。附加地或替换地，可以由于硬连线或以其他方式体现在电路（例如，加速器(2644)）中的逻辑中而使得计算机系统提供功能，该电路可以替换软件或与软件一起运行以执行本文描述的特定过程或特定过程的特定部分。在适当的情况下，提及软件的部分可以包含逻辑，反之亦然。在适当的情况下，提及计算机可读介质的部分可以包括存储用于执行的软件的电路（例如集成电路(IC)）、体现用于执行的逻辑的电路或包括两者。本申请实施例包括硬件和软件的任何适当组合。

[0191] 可以使用任何合适的机器代码或计算机语言对计算机软件进行编码，任何合适的机器代码或计算机语言可以经受汇编、编译、链接或类似的机制以创建包括指令的代码，该指令可以由一个或多个计算机中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)等直接执行或通过解释码、微码等执行。

[0192] 指令可以在各种类型的计算机或其组件上执行，例如包括个人计算机、平板计算

机、服务器、智能电话、游戏设备、物联网设备等。

[0193] 图16示出的用于计算机系统(2600)的组件在本质上是示例性的,并不旨在对实现本申请实施例的计算机软件的使用范围或功能提出任何限制。组件的配置也不应被解释为具有与计算机系统(2600)的示例性实施例中所示的组件中的任何一个组件或组件的组合有关的任何依赖或要求。

[0194] 计算机系统(2600)可以包括某些人机接口输入设备。此类人机接口输入设备可以响应于一个或多个人类用户通过例如下述的输入:触觉输入(例如:击键、划动,数据手套移动)、音频输入(例如:语音、拍手)、视觉输入(例如:手势)、嗅觉输入(未描绘出)。人机接口设备还可以用于捕获不一定与人的意识输入直接相关的某些媒介,例如音频(例如:语音、音乐、环境声音)、图像(例如:扫描的图像、从静止图像相机获取摄影图像)、视频(例如二维视频、包括立体视频的三维视频)等。

[0195] 输入人机接口设备可以包括下述中的一项或多项(每种中仅示出一个):键盘(2601)、鼠标(2602)、触控板(2603)、触摸屏(2610)、数据手套(未示出)、操纵杆(2605)、麦克风(2606)、扫描仪(2607)、相机(2608)。

[0196] 计算机系统(2600)也可以包括某些人机接口输出设备。这样的人机接口输出设备可以例如通过触觉输出、声音、光和气味/味道来刺激一个或多个人类用户的感官。此类人机接口输出设备可以包括触觉输出设备(例如触摸屏(2610)、数据手套(未示出)或操纵杆(2605)的触觉反馈,但是也可以是不作为输入设备的触觉反馈设备)、音频输出设备(例如:扬声器(2609)、耳机(未示出))、视觉输出设备(例如包括CRT屏幕、LCD屏幕、等离子屏幕、OLED屏幕的屏幕(2610),每种屏幕有或没有触摸屏输入功能,每种屏幕都有或没有触觉反馈功能-其中的一些屏幕能够通过诸如立体图像输出、虚拟现实眼镜(未描绘出)、全息显示器和烟箱(未描绘出)以及打印机(未描绘出)之类的设备来输出二维视觉输出或超过三维输出。

[0197] 计算机系统(2600)也可以包括人类可访问存储设备及其关联介质:例如包括具有CD/DVD等介质(2621)的CD/DVD ROM/RW(2620)的光学介质、指状驱动器(2622)、可拆卸硬盘驱动器或固态驱动器(2623)、诸如磁带和软盘之类的传统磁性介质(未示出)、诸如安全软件狗之类的基于专用ROM/ASIC/PLD的设备(未示出)等。

[0198] 本领域技术人员还应理解,结合当前公开的主题使用的所术语“计算机可读介质”不涵盖传输介质、载波或其他暂时性信号。

[0199] 计算机系统(2600)还可以包括到一个或多个通信网络(2655)的接口(2654)。网络可以例如是无线网络、有线网络、光网络。网络可以进一步地是本地网络、广域网络、城域网络、车辆和工业网络、实时网络、延迟容忍网络等。网络的示例包括诸如以太网之类的局域网、无线LAN、包括GSM、3G、4G、5G、LTE等的蜂窝网络、包括有线电视、卫星电视和地面广播电视的电视有线或无线广域数字网络、包括CAN Bus的车辆和工业用电视等等。某些网络通常需要连接到某些通用数据端口或外围总线(2649)的外部网络接口适配器(例如计算机系统(2600)的USB端口);如下所述,其他网络接口通常通过连接到系统总线而集成到计算机系统(2600)的内核中(例如,连接PC计算机系统以太网接口或连接到智能手机计算机系统蜂窝网络接口)。计算机系统(2600)可以使用这些网络中的任何一个网络与其他实体通信。此类通信可以是仅单向接收的(例如,广播电视)、仅单向发送的(例如,连接到某些

CANbus设备的CANbus)或双向的,例如,使用局域网或广域网数字网络连接到其他计算机系统。如上所述,可以在那些网络和网络接口的每一个上使用某些协议和协议栈。

[0200] 上述人机接口设备、人机可访问的存储设备和网络接口可以附接到计算机系统(2600)的内核(2640)。

[0201] 核心(2640)可以包括一个或多个中央处理单元(CPU)(2641)、图形处理单元(GPU)(2642)、以现场可编程门区域(FPGA)形式的专用可编程处理单元(2643)、用于某些任务的硬件加速器(2644)、图形适配器(2650)等。这些设备以及只读存储器(ROM)(2645)、随机存取存储器(2646)、诸如内部非用户可访问的硬盘驱动器、SSD等之类的内部大容量存储器(2647)可以通过系统总线(2648)连接。在一些计算机系统中,可以以一个或多个物理插头的形式访问系统总线(2648),以能够通过附加的CPU、GPU等进行扩展。外围设备可以直接连接到内核的系统总线(2648)或通过外围总线(2649)连接到内核的系统总线(1848)。在一个示例中,屏幕(2610)可以连接到图形适配器(2650)。外围总线的体系结构包括PCI、USB等。

[0202] CPU(2641)、GPU(2642)、FPGA(2643)和加速器(2644)可以执行某些指令,这些指令可以组合来构成上述计算机代码。该计算机代码可以存储在ROM(2645)或RAM(2646)中。过渡数据也可以存储在RAM(2646)中,而永久数据可以存储在例如内部大容量存储器(2647)中。可以通过使用高速缓冲来进行对任何存储设备的快速存储及检索,该高速缓冲可以与下述紧密关联:一个或多个CPU(2641)、GPU(2642)、大容量存储(2647)、ROM(2645)、RAM(2646)等。

[0203] 计算机可读介质可以在其上具有用于执行各种由计算机实现的操作的计算机代码。介质和计算机代码可以是出于本申请实施例的目的而专门设计和构造的介质和计算机代码,或者介质和计算机代码可以是计算机软件领域的技术人员公知且可用的类型。

[0204] 尽管已经参照说明性实施例描述了特定发明,但是该描述并不意味着是限制性的。根据本描述,本发明的说明性实施例和附加实施例的各种修改对于本领域普通技术人员来说将是显而易见的。本领域技术人员将容易认识到,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对本文中所说明和所描述的示例性实施例进行这些和各种其他修改。因此,预期所附权利要求将覆盖任何这样的修改和替代实施例。附图中的某些比例可能被夸大,而其他比例可能被最小化。因此,本申请实施例和附图应被视为说明性的,而不是限制性的。

	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09
R10	S11	S12	S13	S14					
R20	S21	S22	S23	S24					
R30	S31	S32	S33	S34					
R40	S41	S42	S43	S44					
R50									
R60									
R70									

104

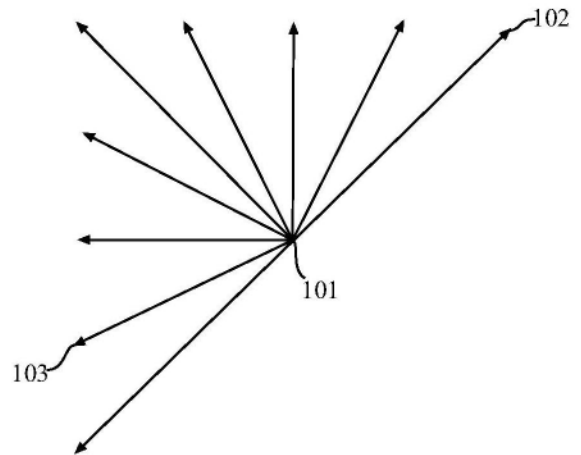
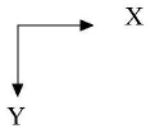


图1A

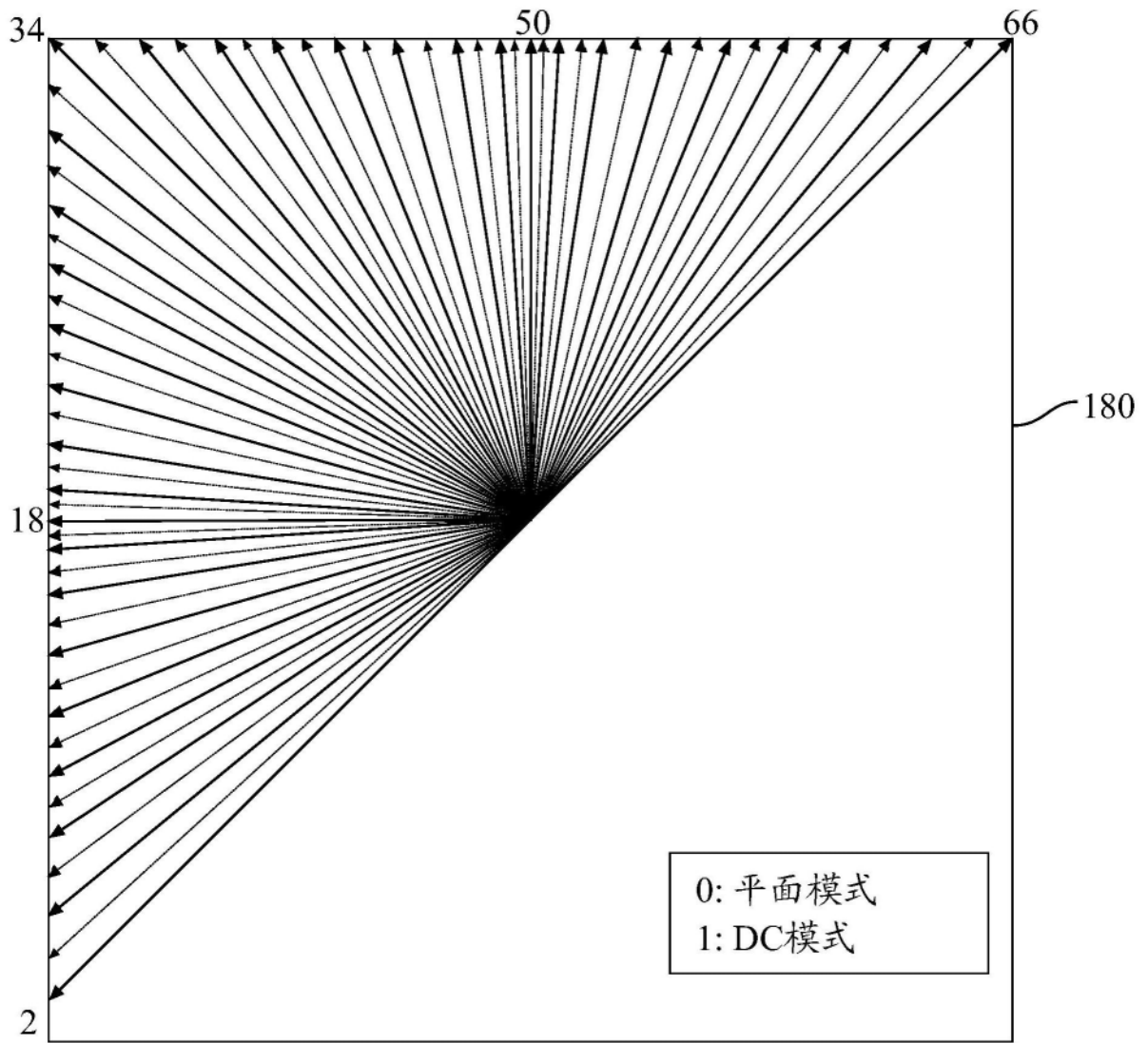


图1B

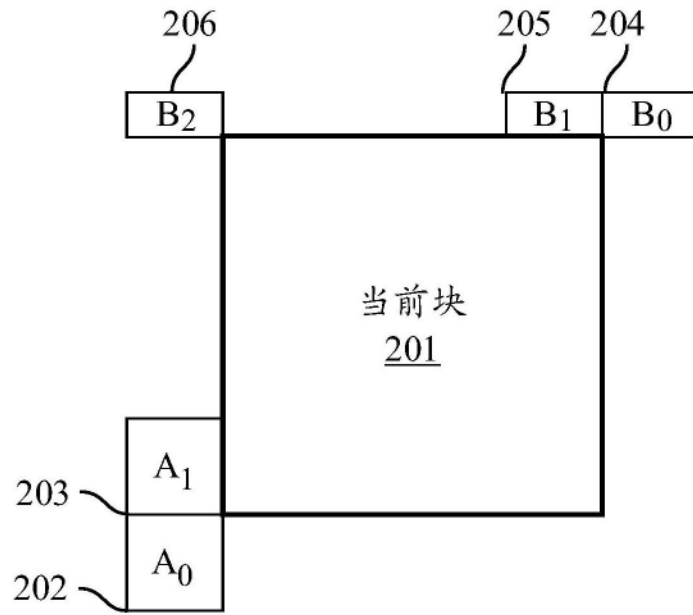


图2

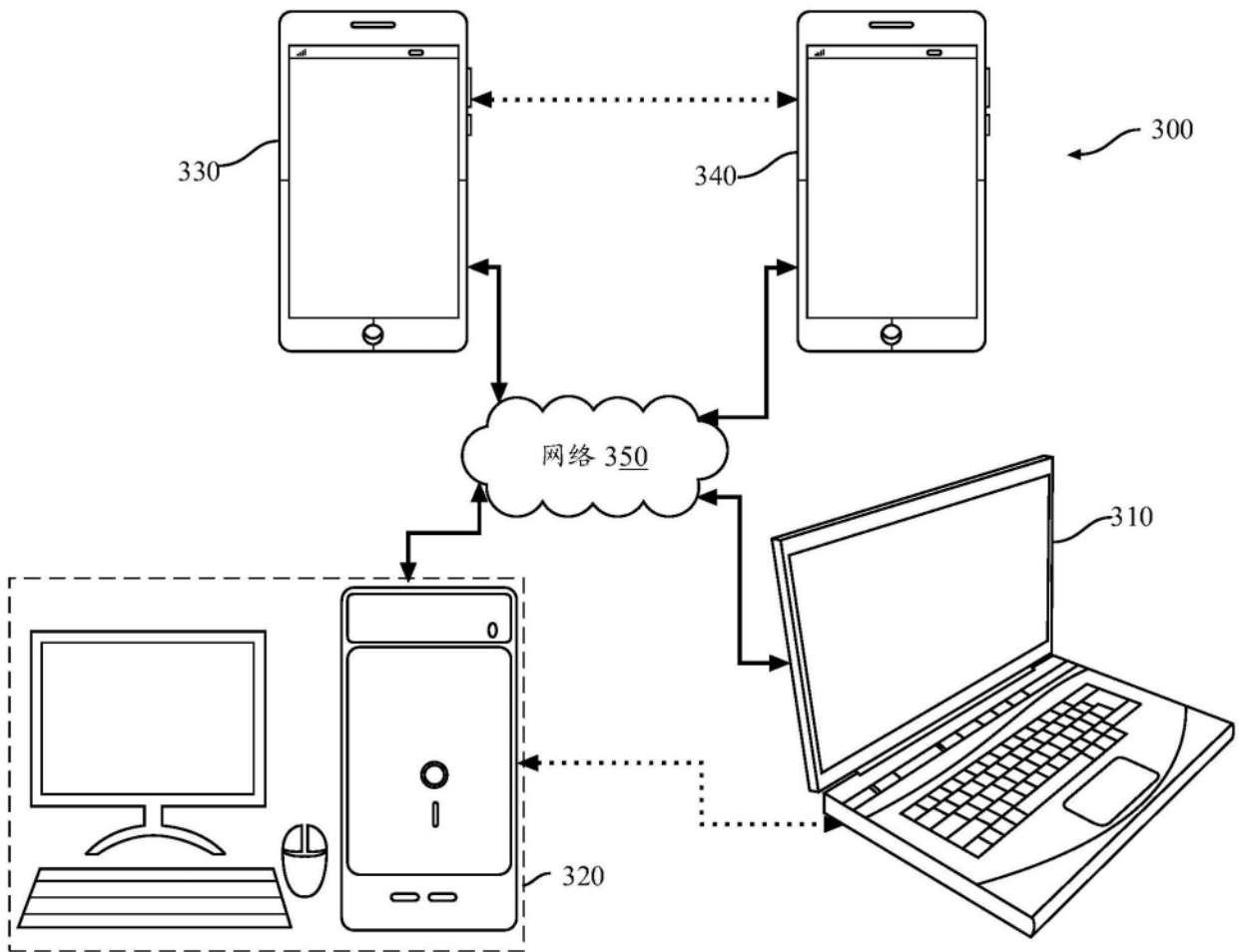


图3

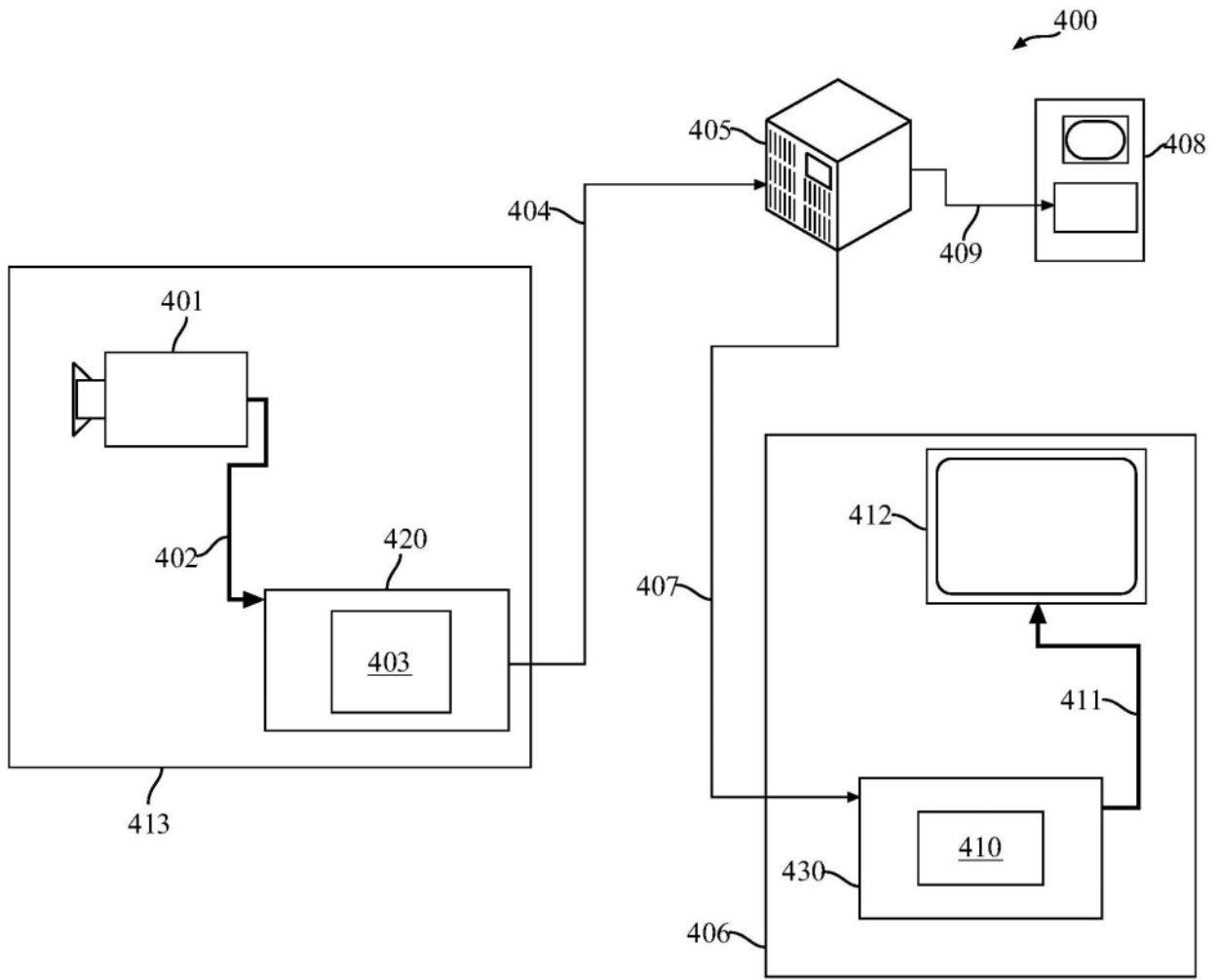


图4

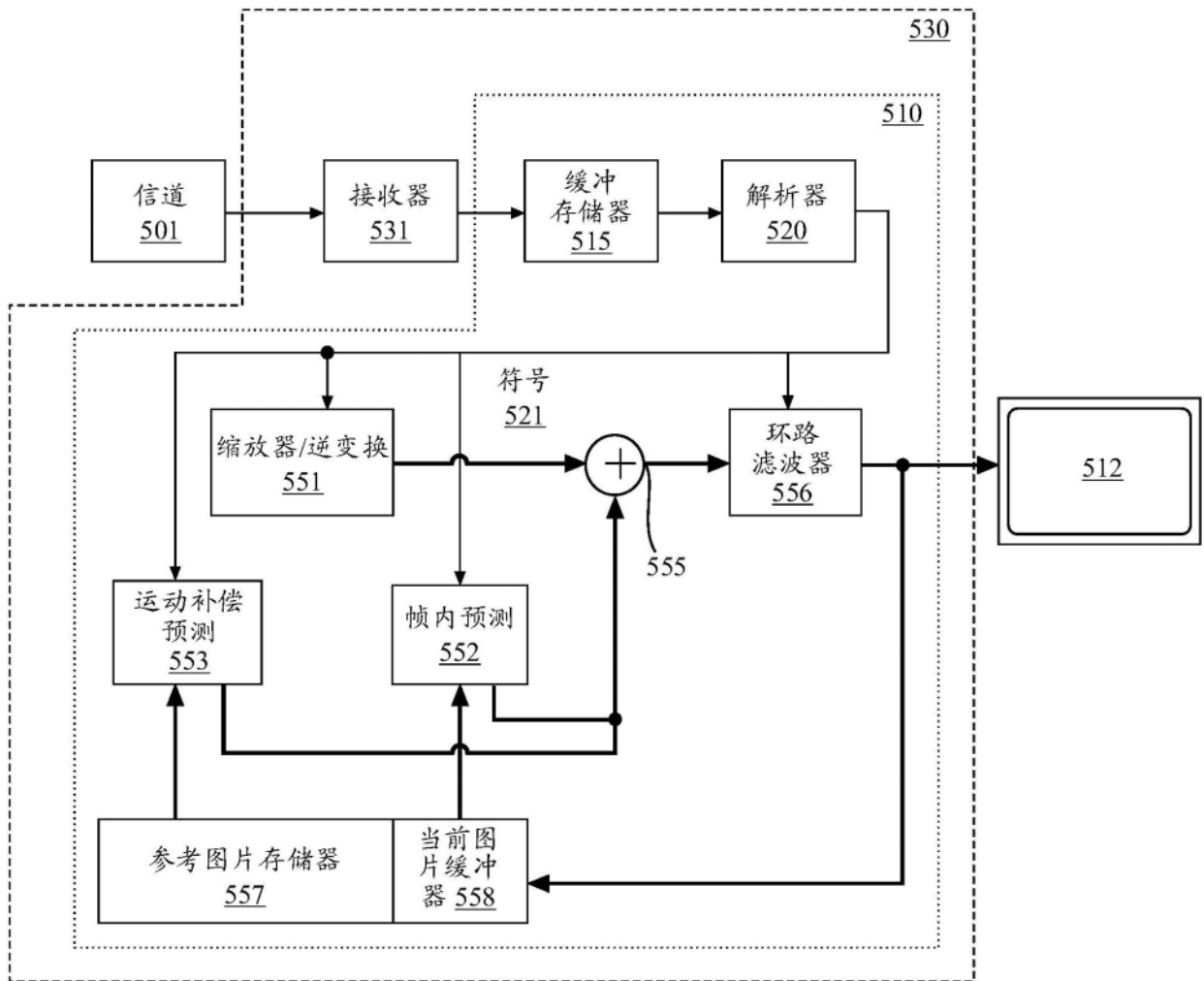


图5

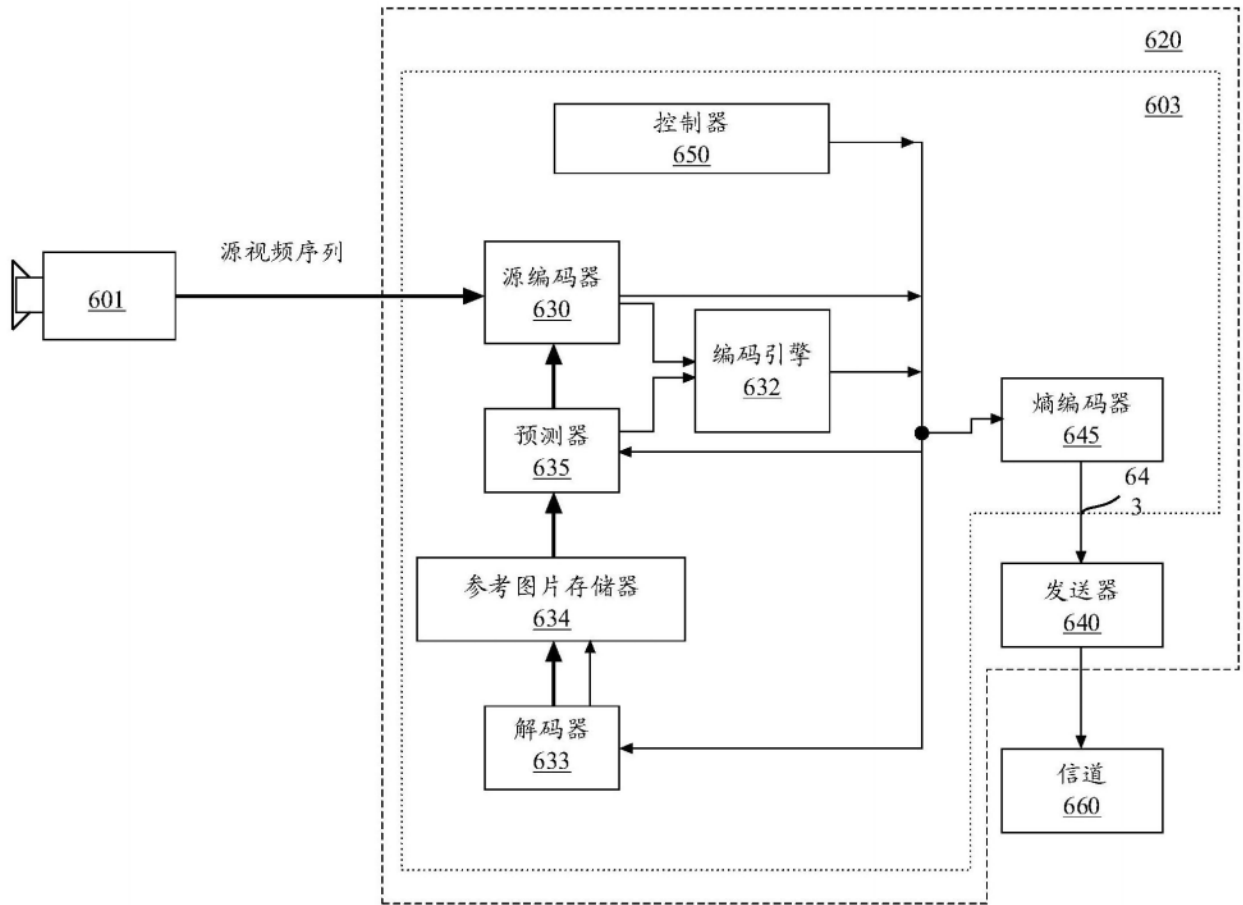


图6

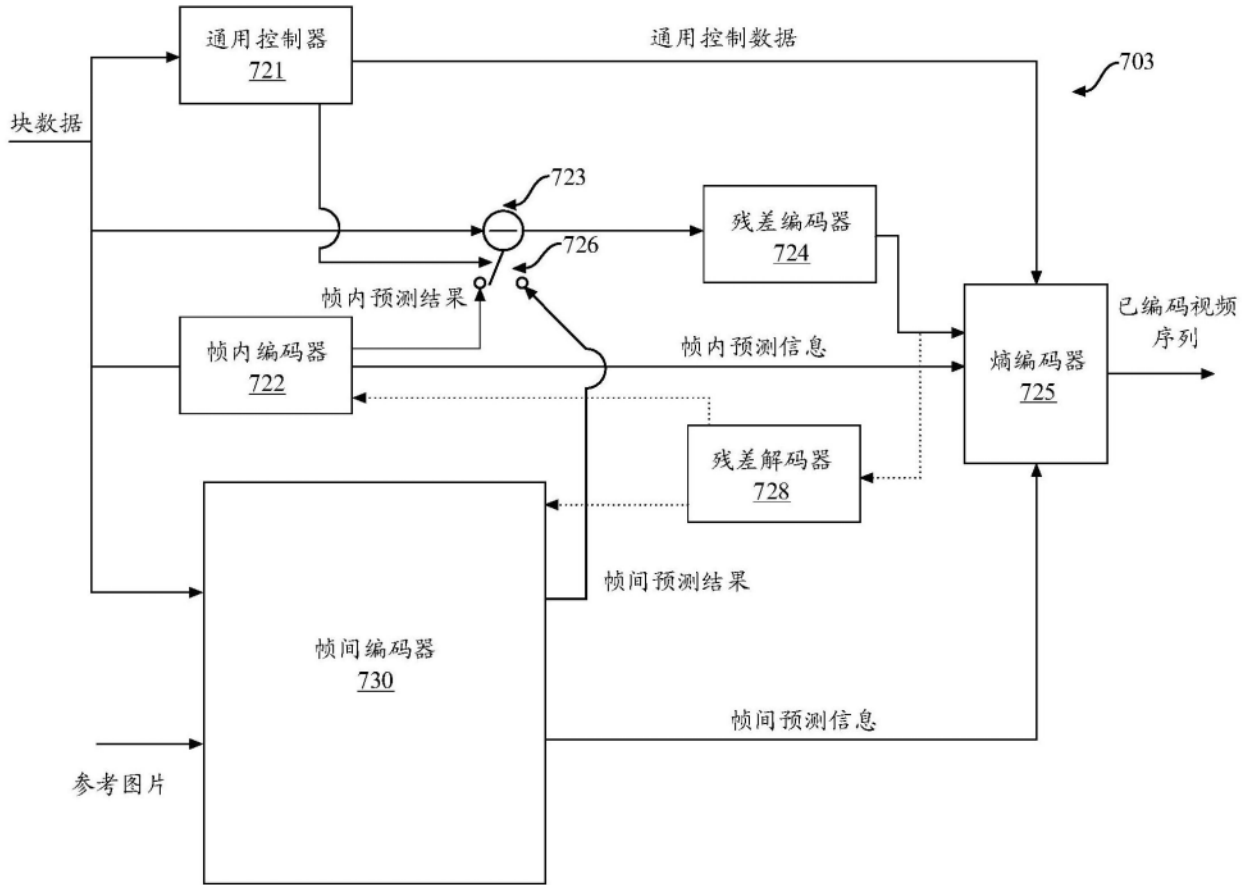


图7

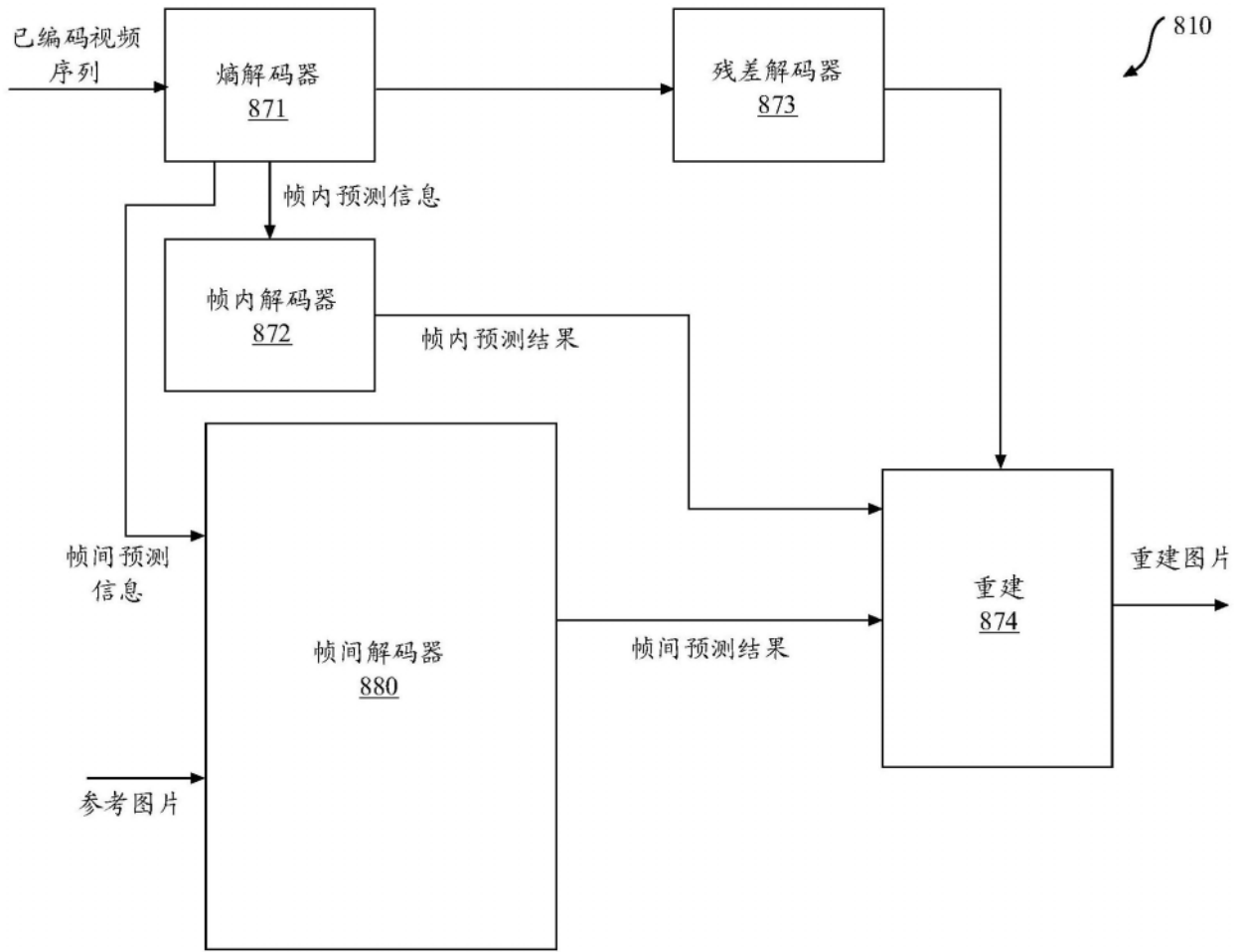


图8

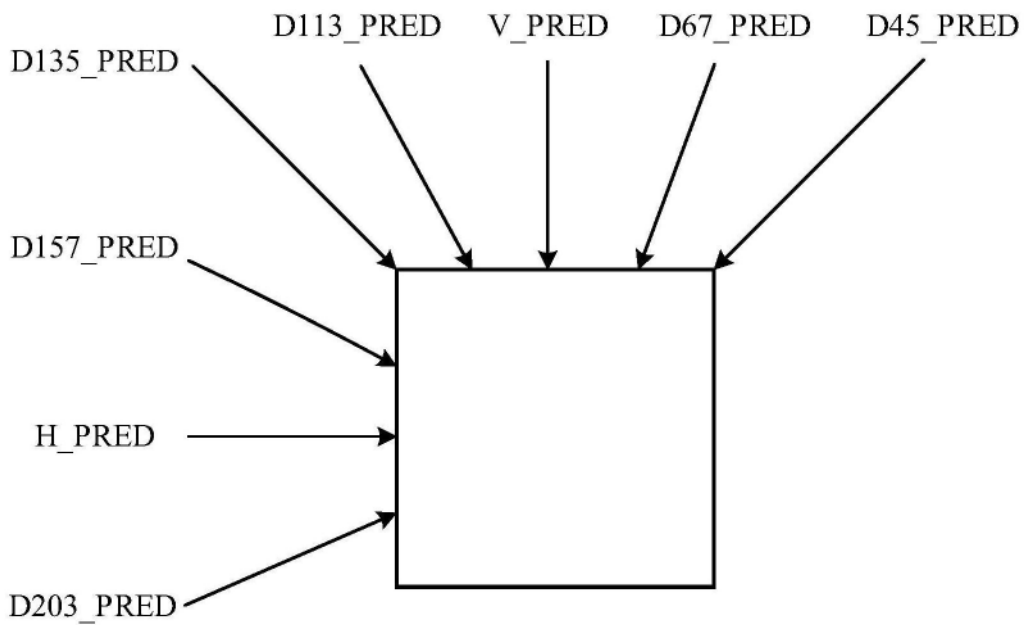


图9

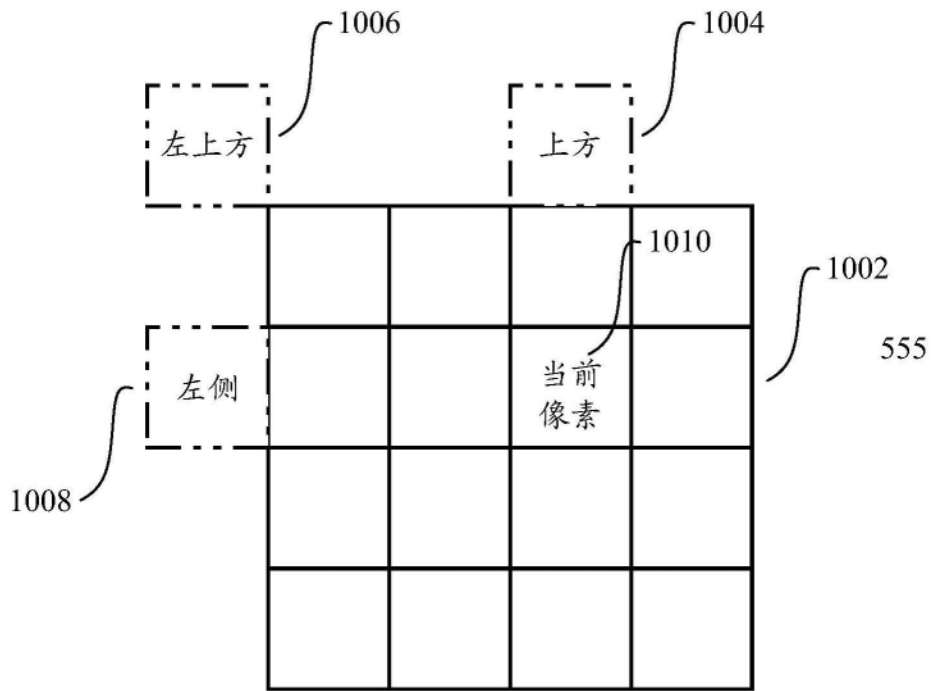


图10

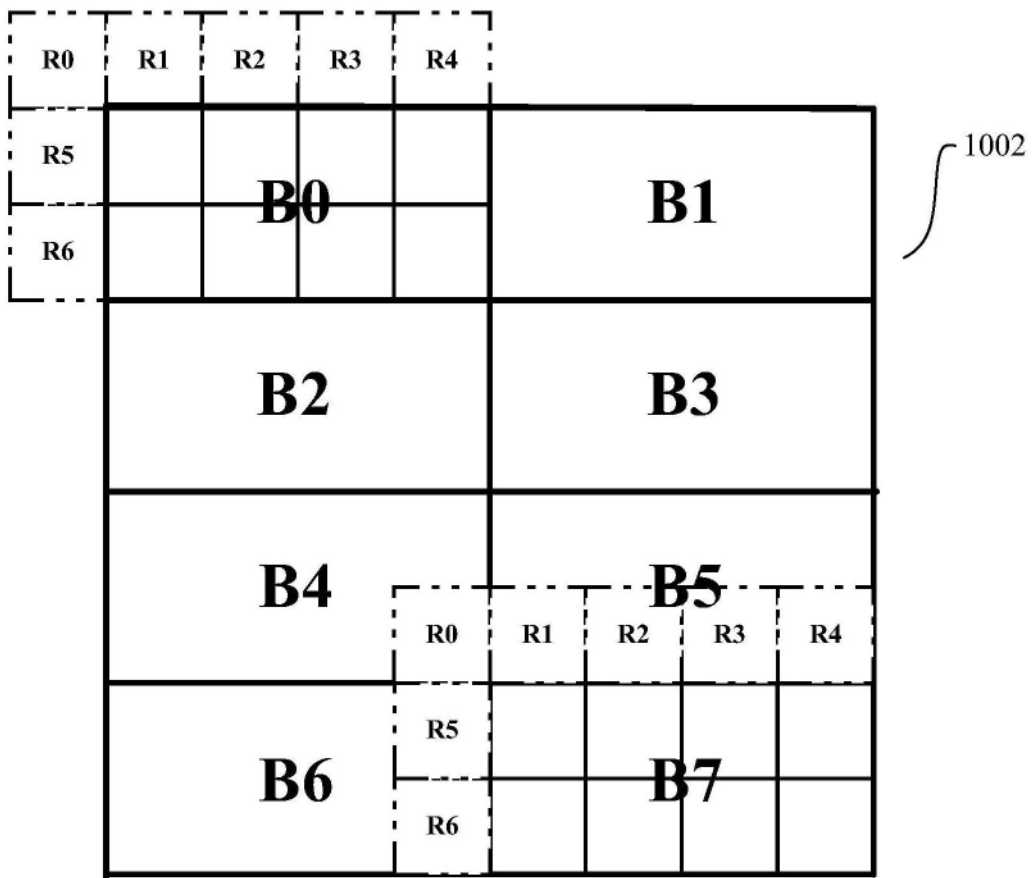


图11

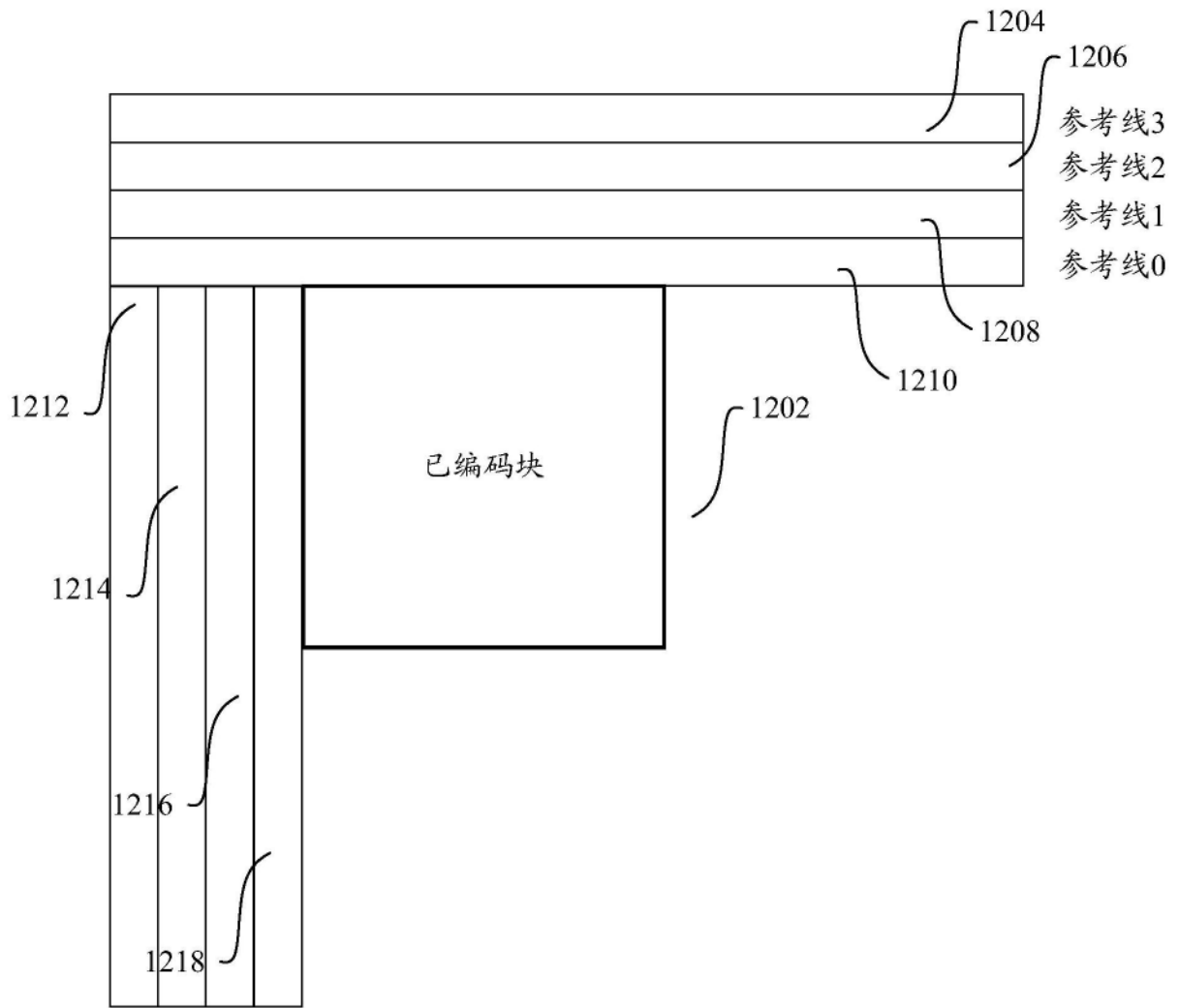


图12

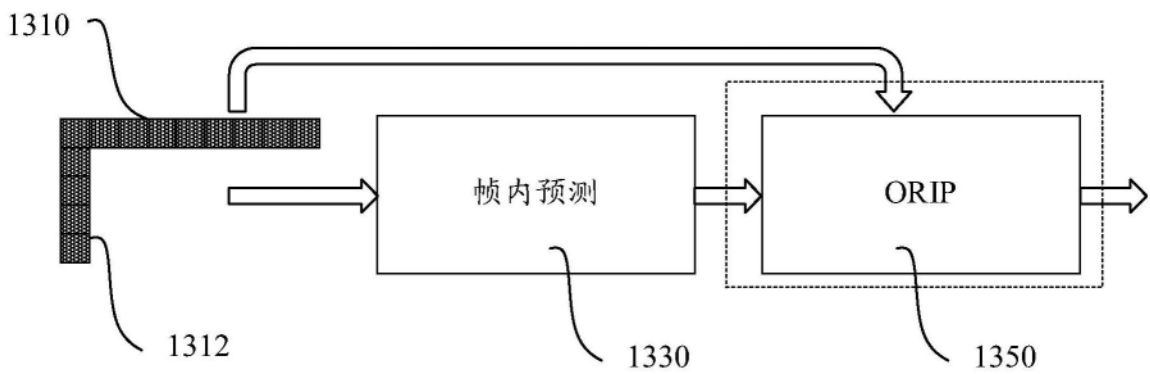


图13

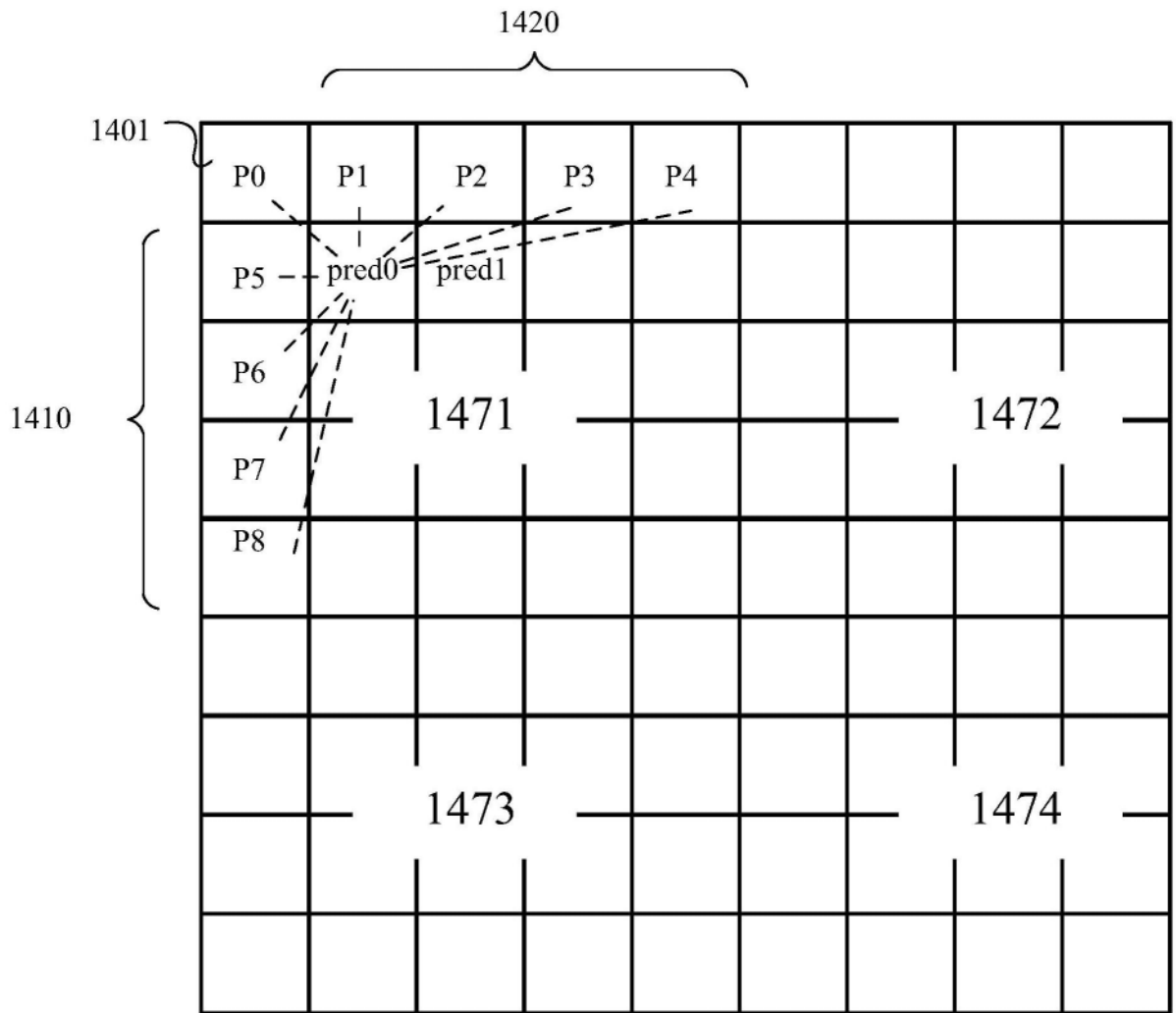


图14A

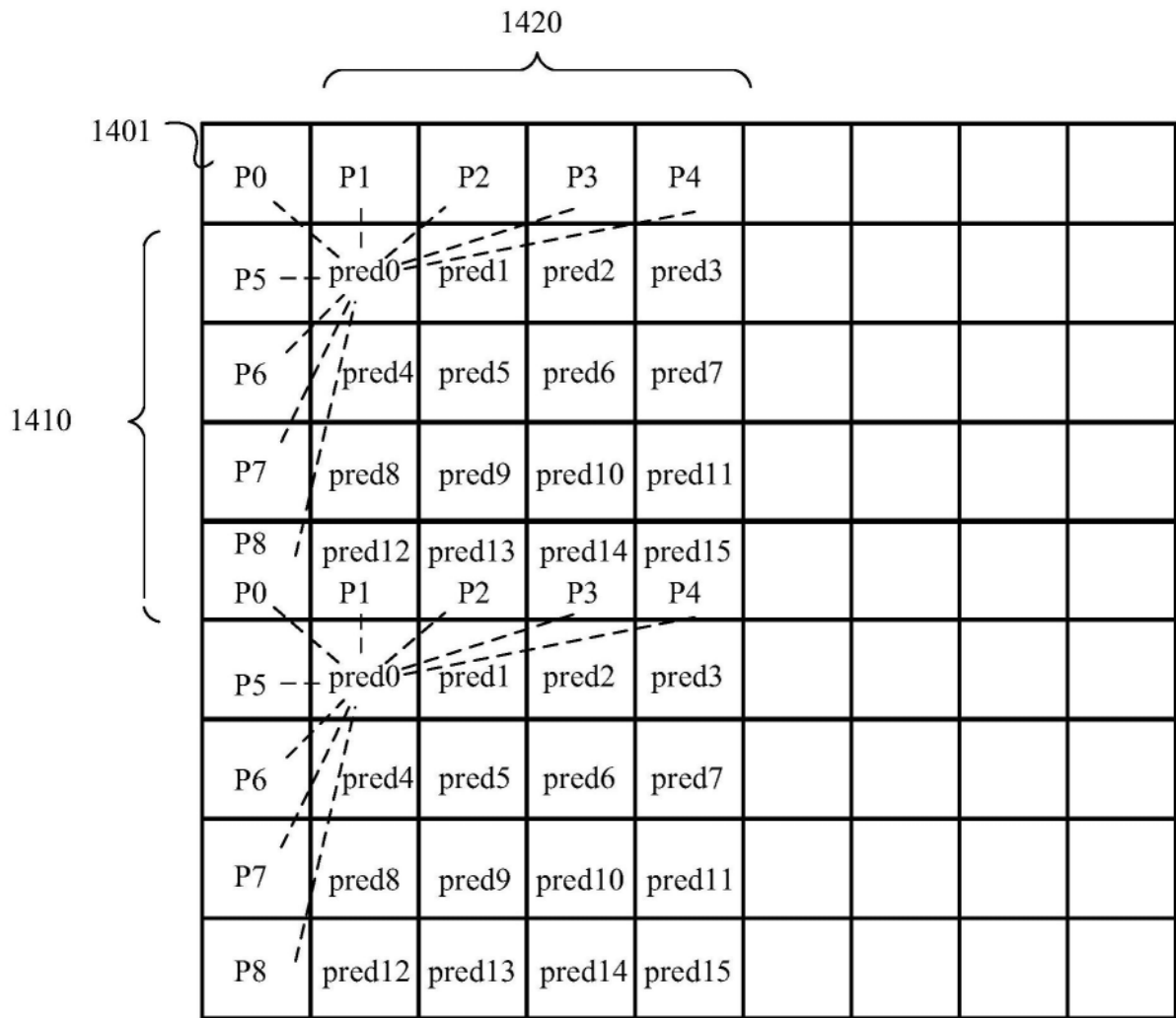


图14B

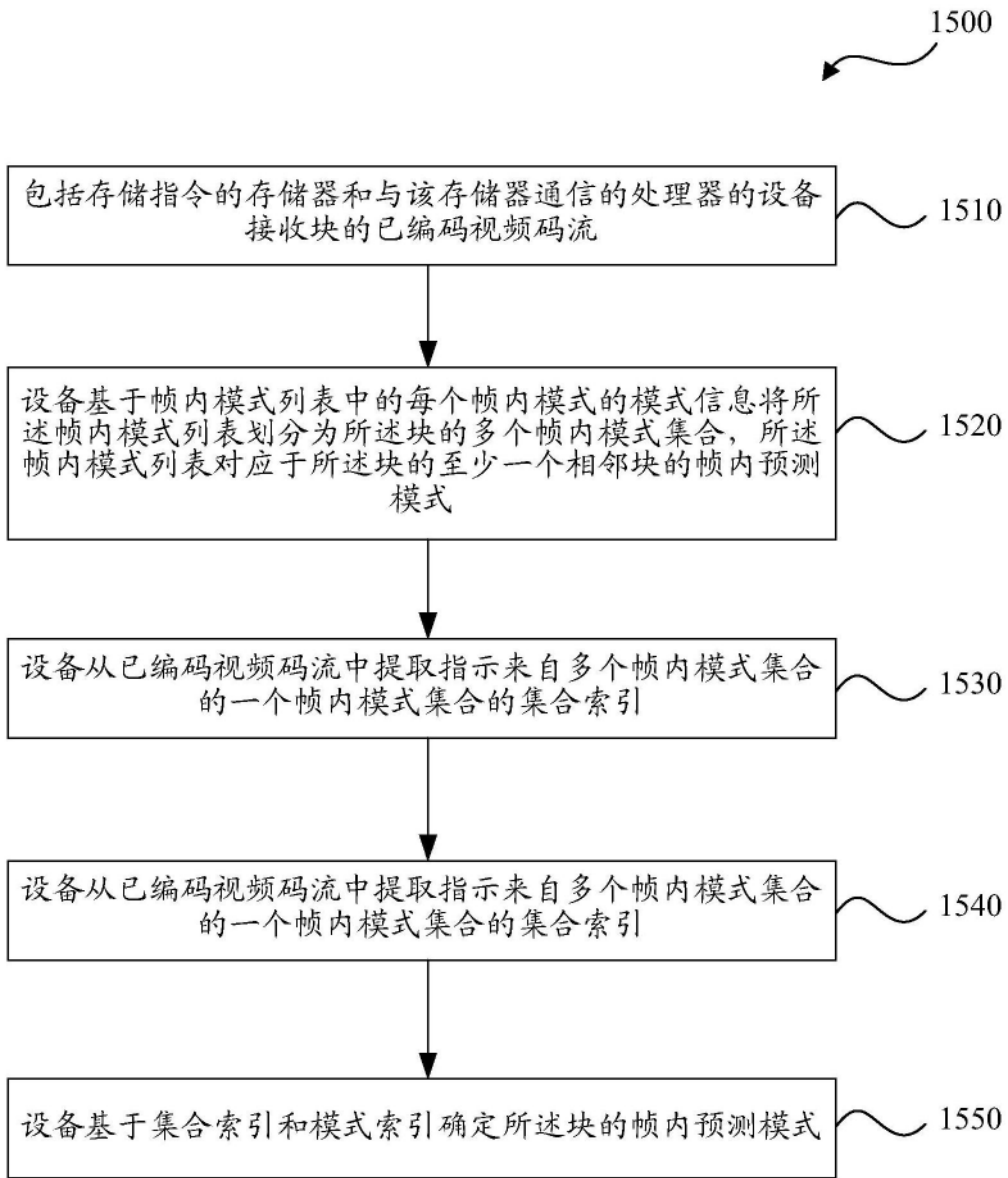


图15

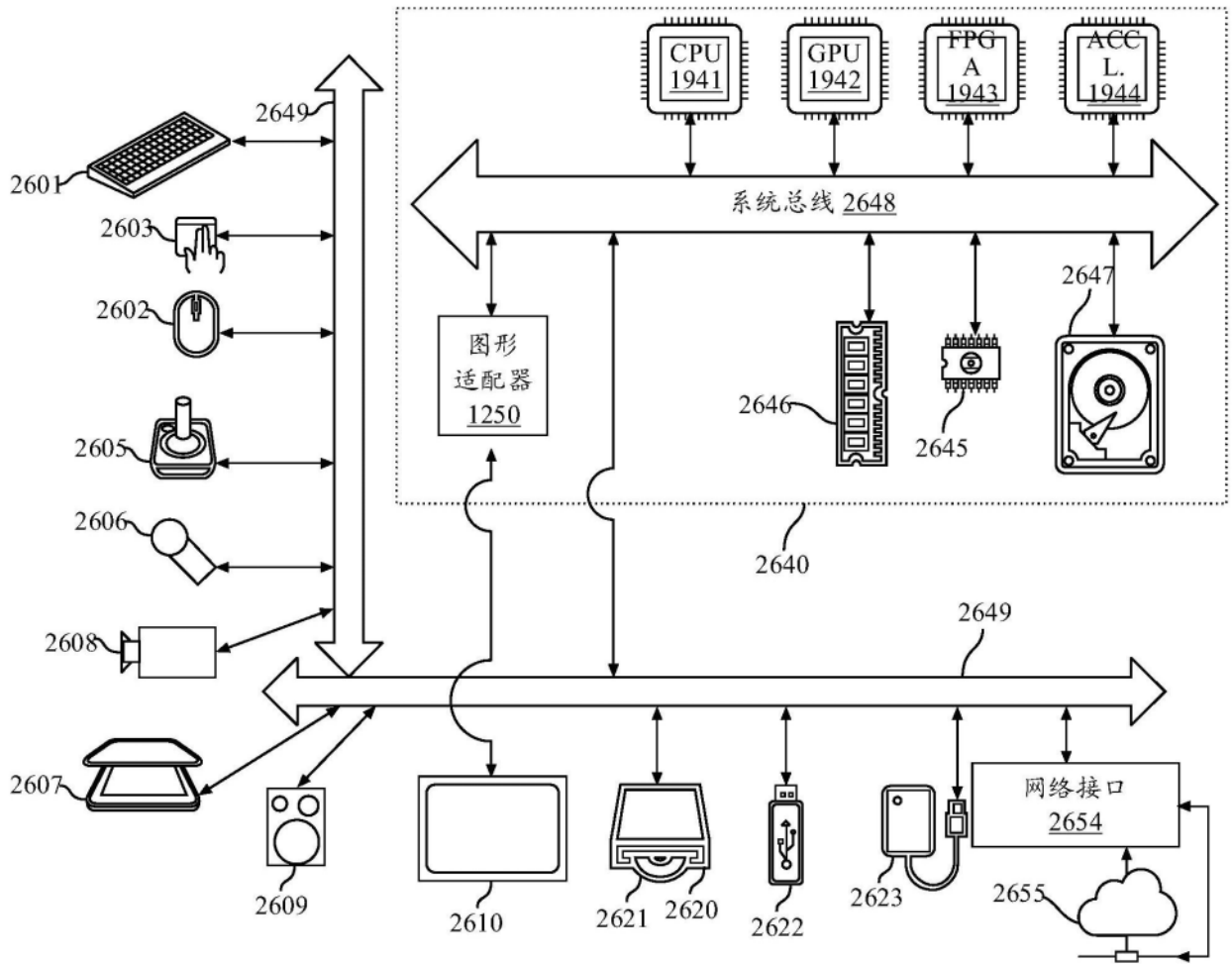


图16