



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104205843 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201380016655. 1

H04N 19/91 (2014. 01)

(22) 申请日 2013. 04. 19

(30) 优先权数据

61/636, 409 2012. 04. 20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/037376 2013. 04. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/158998 EN 2013. 10. 24

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为  
总部办公楼

(72) 发明人 高文 姜明强 于浩平

(51) Int. Cl.

H04N 19/503 (2014. 01)

H04N 19/182 (2014. 01)

H04N 19/13 (2014. 01)

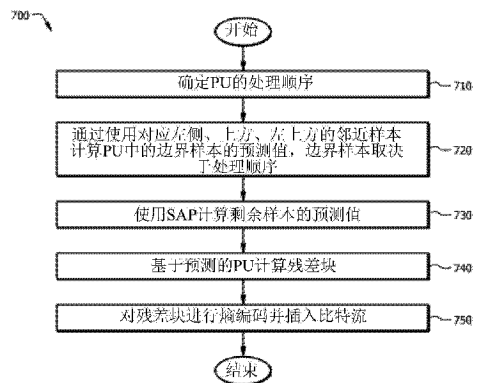
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

HEVC 中无损编码中的改进帧内预测

(57) 摘要

一种方法包括使用预测单元 (PU) 中对应左侧、上方以及左上方相邻的邻近像素计算所述 PU 中多个边界像素的预测值, 以及使用基于样本的角预测 (SAP) 计算所述 PU 中第二多个像素的预测值, 其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述 PU 中所有其他像素。



1. 一种方法,其特征在于,包括:

使用预测单元 (PU) 中对应左侧、上方以及左上方相邻的邻近像素计算所述 PU 中多个边界像素的预测值;以及

使用基于样本的角预测 (SAP) 计算所述 PU 中第二多个像素的预测值,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述 PU 中所有其他像素。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,计算所述多个边界像素的预测值包括:

基于对应左侧、上方和左上方相邻的邻近像素值计算所述多个边界像素中每个像素的所述预测值。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,计算所述第二多个像素的预测值包括:

根据预测角计算所述第二多个像素中每个像素的所述预测值为对应相邻像素值的线性组合。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,基于所述对应左侧、上方和左上方邻近相邻像素值计算所述预测值包括计算所述预测值为:

$$P(X) = \begin{cases} \min(A, B) & \text{if } C \geq \max(A, B) \\ \max(A, B) & \text{if } C \leq \min(A, B) , \\ A + B - C & \text{else} \end{cases}$$

其中 P(X) 表示像素 X 的所述预测值,A 表示所述对应左侧像素值,B 表示所述对应上方像素值,以及 C 表示所述对应左上方像素值。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述多个边界像素的所述预测值和所述第二多个像素的所述预测值形成所述 PU 的预测块,其中所述方法进一步包括:

从原始块中减去所述预测块以生成残差块;以及

通过熵编码所述残差块对所述残差块进行无损编码以生成一部分比特流。

6. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,进一步包括:

选择扫描处理顺序为水平扫描处理顺序或垂直扫描处理顺序;

选择所述预测角,

其中所述对应相邻像素值包括对应的两个像素值;所述线性组合包括取决于所述预测角的所述两个像素值的权重。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,进一步包括:

格式化所述部分比特流进行传输;以及

传输所述格式化的部分比特流。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,进一步包括基于所述扫描处理顺序选择所述多个边界像素。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,如果所述处理顺序为所述水平扫描处理顺序,所述多个边界像素位于所述 PU 的右侧边界;如果所述扫描处理顺序为所述垂直扫描处理顺序,所述多个边界像素位于所述 PU 的下方边界。

10. 一种装置,其特征在于,包括:处理器,用于:

使用预测单元 (PU) 中对应左侧、上方以及左上方相邻的邻近像素计算所述 PU 中多个

边界像素的预测值；以及

使用基于样本的角预测 (SAP) 计算所述 PU 中第二多个像素的预测值，其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述 PU 中所有其他像素。

11. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征不在于，计算所述多个边界像素的预测值包括：基于对应左侧、上方和左上方相邻的邻近像素值计算所述多个边界像素中每个像素的所述预测值。

12. 根据权利要求 11 所述的装置，其特征不在于，计算所述第二多个像素的预测值包括：根据预测角计算所述第二多个像素中每个像素的所述预测值为对应相邻像素值的线性组合。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征不在于，基于所述对应左侧、上方和左上方邻近的相邻像素值计算所述预测值包括计算所述预测值为：

$$P(X) = \begin{cases} \min(A, B) & \text{if } C \geq \max(A, B) \\ \max(A, B) & \text{if } C \leq \min(A, B) \\ A + B - C & \text{else} \end{cases}$$

其中 P(X) 表示像素 X 的所述预测值，A 表示所述对应左侧像素值，B 表示所述对应上方像素值，以及 C 表示所述对应左上方像素值。

14. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征不在于，所述多个边界像素的所述预测值和所述第二多个像素的所述预测值形成所述 PU 的预测块，其中所述处理器进一步包括：

从原始块中减去所述预测块以生成残差块；以及熵编码所述残差块以生成一部分比特流。

15. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征不在于，所述处理器进一步用于：

选择扫描处理顺序为水平扫描处理顺序或垂直扫描处理顺序；

选择所述预测角，

其中所述对应相邻像素值包括对应的两个像素值；所述线性组合包括取决于所述预测角的所述两个像素值的权重。

16. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征不在于，所述处理器进一步包括格式化所述部分比特流进行传输；以及所述装置进一步包括发射器，用于传输所述格式化的部分比特流。

17. 一种方法，其特征不在于，包括：

熵解码一部分比特流以生成残差块；

通过以下方式重建对应于所述残差块的预测块：

使用对应左侧、上方和左上方邻近的相邻重建像素值重建多个边界像素；以及

使用基于样本的角预测 (SAP) 重建第二多个像素，其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述预测块中的所有其他像素；以及所述第二多个像素和所述多个边界像素形成所述预测块；以及

将所述预测块添加到所述残差块以生成视频帧中原始块的估计。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中重建所述多个边界像素包括：基于所述对应左侧、上方和左上方相邻的邻近重建的像素值计算所述多个边界像素中每个像素的所述预测值。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其特征在于,重建所述第二多个像素包括:根据预测角计算所述第二多个像素中每个像素位置的预测值为对应相邻重建像素值对的线性组合。

20. 根据权利要求 17 所述的方法,其特征在于,进一步包括:确定所述扫描处理顺序;以及

根据所述扫描处理顺序确定所述多个边界像素。

21. 一种装置,其特征在于,包括:处理器,用于:

熵解码一部分比特流以生成残差块;

通过以下方式重建对应于所述残差块的预测块:

使用对应左侧、上方和左上方邻近的相邻重建像素值重建多个边界像素;以及

使用基于样本的角预测(SAP)重建第二多个像素,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述预测块中的所有其他像素;以及所述第二多个像素和所述多个边界像素形成所述预测块;以及

将所述预测块添加到所述残差块以生成视频帧中原始块的估计。

## HEVC 中无损编码中的改进帧内预测

[0001] 相关申请案交叉申请

[0002] 本发明要求 2012 年 4 月 20 日由高文 (Wen Gao) 等人递交的发明名称为“用于帧内预测残差的二值化方案和 HEVC 中无损编码中的改进帧内预测 (Binarization Scheme for Intra Prediction Residuals and Improved Intra Prediction in Lossless Coding in HEVC)”的第 61/636409 号美国临时专利申请案的在先申请优先权,该在先申请的内容以引用的方式并入本文本中,如全文再现一般

[0003] 关于联邦赞助的研究或开发的声明

[0004] 不适用。

[0005] 缩微平片附件的引用

[0006] 不适用。

### 背景技术

[0007] 即使在影片相对较短的情况下也需要对大量的视频数据进行描述,当数据要在带容量受限的通信网络中流过或以其他方式传送时,这样可能会造成困难。因此,视频数据通常要先压缩然后在现代电信网络中传送。当视频存储在存储设备中时,视频大小也可能成为一个问题,因为内存资源很有限。视频压缩设备通常在源处使用软件和 / 或硬件,以在传送或存储之前对视频数据进行编码,从而减少用来表示数字视频图像所需的数据量。接着,压缩的数据在目的地由视频解压设备接收,该视频解压设备用于对视频数据进行解码。在有限的网络资源以及对更高视频质量的需求不断增加的情况下,需要改进压缩和解压技术,所述改进的技术几乎无需以比特率的增加为代价就可以改进图像质量。

[0008] 例如,视频压缩可使用帧内预测,在帧内预测中可从相同时频帧或切片中的参考像素中预测像素。当在有损模式下使用帧内预测时,变换和量化操作可逐块发生,这样可限制给定块的帧内预测使用相邻块中的参考样本用于预测给定块中的像素。然而,国际电信联盟电信标准化部门 (ITU-T) 中的视频编码联合协作小组 (JCT-VC) 负责下一代视频编码标准 (称为高性能视频编码 (HEVC)),并基于块中的相邻像素考虑预测用于在帧内预测模式下进行无损编码。这些预测技术可称为逐像素、逐样本或基于像素的帧内预测。然而,由于用于预测沿着某些边界的边界像素的相邻像素不可用,对于沿着正被预测的块的某些边界的像素,使用逐像素帧内预测存在问题。

### 发明内容

[0009] 在一项实施例中,本发明包括一种方法,包括使用预测单元 (PU) 中对应左侧、上方以及左上方相邻的邻近像素计算所述 PU 中多个边界像素的预测值,以及使用基于样本的角预测 (SAP) 计算所述 PU 中第二多个像素的预测值,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述 PU 中所有其他像素。

[0010] 在一项实施例中,本发明包括一种装置,包括处理器,用于使用 PU 中对应左侧、上方以及左上方相邻的邻近像素计算所述 PU 中多个边界像素的预测值,以及使用 SAP 计算所

述 PU 中第二多个像素的预测值,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述 PU 中所有其他像素。

[0011] 在又一项实施例中,本发明包括一种方法,包括熵解码一部分比特流以生成残差块;通过使用对应左侧、上方和左上方相邻的邻近重建的像素值重建多个边界像素来重建对应于所述残差块的预测块;使用 SAP 重建第二多个像素,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述预测块中的所有其他像素,以及所述第二多个像素和所述多个边界像素形成所述预测块;以及将所述预测块添加到所述残差块中以在视频帧中生成原始块的估计。

[0012] 在又一项实施例中,本发明包括一种装置,包括处理器,用于熵解码一部分比特流以生成残余块;通过使用对应左侧、上方和左上方相邻的邻近重建的像素值重建多个边界像素来重建对应于所述残差块的预测块;使用基于样本的角预测(SAP)重建第二多个像素,其中所述第二多个像素除了包括所述多个边界像素还包括所述预测块中的所有其他像素,以及所述第二多个像素和所述多个边界像素形成所述预测块;以及将所述预测块添加到所述残差块中以在视频帧中生成原始块的估计。

[0013] 结合附图和权利要求书,可从以下的详细描述中更清楚地理解这些和其它特征。

#### 附图说明

[0014] 为了更完整地理解本发明,现在参考以下结合附图和详细描述进行的简要描述,其中相同参考标号表示相同部分。

[0015] 图 1 是视频编码器的实施例的功能图。

[0016] 图 2A 示出了用于垂直 SAP 的水平扫描处理顺序,以及图 2B 示出了用于水平 SAP 的垂直扫描处理顺序。

[0017] 图 3A 示出了具有正角的垂直 SAP,以及图 3B 示出了具有正角的水平 SAP。

[0018] 图 4 示出了  $4 \times 4$  的 PU 的实施例。

[0019] 图 5 示出了 PU 的样本矩阵的实施例。

[0020] 图 6 示出了基于像素的预测方案中的样本之间的关系。

[0021] 图 7A 示出了使用正角(表示为  $\alpha$ )的垂直 SAP,以及图 7B 示出了使用正角的水平 SAP。

[0022] 图 8 是用于在无损模式下对 PU 进行编码的方法的实施例的流程图。

[0023] 图 9 是无损解码模式下解码方法的实施例的流程图。

[0024] 图 10 是网络节点的实施例的示意图。

#### 具体实施方式

[0025] 最初应理解,尽管下文提供一个或多个实施例的说明性实施方案,但可使用任意数目的当前已知或现有的技术来实施所公开的系统 and / 或方法。本发明决不应限于下文所说明的所述说明性实施方案、图式和技术,包含本文所说明并描述的示范性设计和实施方案,而是可以在所附权利要求书的范围以及其均等物的完整范围内修改。

[0026] 颜色空间可由三个分量表示,包括一个亮度(luma 或者 Y)分量和两个表示为 Cb 和 Cr(或者有时为 U 和 V)的色度(chroma)分量。亮度或者色度整数值通常使用比特以二

进制形式存储和处理。在 YUV 或者 YcbCr 色彩空间中,每个亮度 (Y) 块对应于两个色度块:Cb 块和 Cr 块。Cb 块和 Cr 块同样互相对应。色度块及其对应的亮度块可以位于视频帧、切片或者区域的同一相对位置。所讨论的方法还可应用于任意其他色彩空间 (例如, RGB、YCoCg 等) 中的视频。

[0027] 在视频编码中,各种采样率均可用于对 YCbCr 分量进行编码。根据采样率,Cb 块、其对应的 Cr 块、和 / 或其对应的 Y 块的尺寸可以相同或者不同。例如,采样率为 4:2:0 时,每个  $N \times N$  色度 (Cb 或者 Cr) 块可对应于一个  $2N \times 2N$  亮度块。在这种情况下,色度块的宽度或者高度为对应亮度块的一半。由于人眼对色度分量的敏感度不及亮度分量,色度分量被下采样或者降采样。又例如,采样率为 4:4:4 时,每个  $N \times N$  色度 (Cb 或者 Cr) 块可对应于一个  $N \times N$  亮度块。在这种情况下,可以保留更高的视频保真度,但可能需要对更多的数据进行编码。也可以使用其他采样率,例如 4:2:2 和 4:2:1 等。

[0028] 在 HEVC 中,已经引入了新的块概念。例如,编码单元 (CU) 可以指将视频帧分为相等大小或不同大小的正方形块的子分区。在 HEVC 中,CU 可以取代先前标准的宏块结构。根据帧间预测或帧内预测的模式,一个 CU 可以包括一个或多个预测单元 (PU),每个预测单元可用作预测的基本单元。例如,就帧内预测而言,一个  $64 \times 64$  的 CU 可以被对称地分为四个  $32 \times 32$  的 PU。又例如,就帧间预测而言,一个  $64 \times 64$  的 CU 可以被非对称地分为一个  $16 \times 64$  的 PU 以及一个  $48 \times 64$  的 PU。

[0029] HEVC 仍然处于委员会草案阶段,并且已为具有 4:2:0 格式的视频序列定义了主流画质。在 HEVC 主流画质中,可通过简单地绕过变换、量化和环内滤波器 (即,去块滤波器、样本自适应偏移 (SAO) 和自适应环路滤波器 (ALF)) 实现无损编码模式。该设计旨在提供无损编码,而不会对 HEVC 主流画质编码器和解码器的实施造成负担。以下将详细介绍与 HEVC 中的有损编码相对的无损编码。

[0030] 图 1 是视频编码器 100 的实施例的功能图。编码器 100 可在 HEVC 中使用。可将包含输入块的视频帧或图像输送到编码器 100 中。为了对输入块进行编码,可基于一个或多个先前已经编码的参考块生成预测块。输入块可为亮度或色度 CU 或 PU。预测块可以是输入块的估计版本。如图所示,可通过从输入块中减去预测块 (反之亦然) 生成残差块。残差块可表示输入块和预测块之间的差值,换句话说,表示预测残差或误差。由于表示预测残差所需的数据量通常小于表示输入块所需的数据量,因此可对残差块进行编码以实现更高的压缩比。

[0031] 根据是否使用有损或无损编码,编码器 100 中至少存在两种可能路径。首先探讨的是有损模式。如图 1 所示,在有损模式下,可将包含残差像素的残差块输送到变换模块 102 中。因此,空间域中的残差像素可以通过应用变换矩阵转换成频域中的变换系数。该转换可以通过二维变换,例如与离散余弦变换 (DCT) 十分类似或相同的变换来实现。此外,在变换模块 102 之后的量化模块 104 中,高索引变换系数的数量可以减少为零,从而可以在随后的熵编码步骤中被跳过。在进行量化之后,熵编码器 150 可对量化的变换系数进行熵编码。熵编码器 150 可以采用任何熵编码方案,例如,上下文自适应二进制算术编码 (CABAC) 编码方案,指数哥伦布编码方案,或者固定长度编码方案,或其任意组合。在进行熵编码之后,经编码的块可以作为比特流的一部分由编码器 100 传输。比特流可通过任意可用的网络协议进行包化、封装及传输。

[0032] 在编码器 100 中,残差块可在经过一系列操作(例如,所示的变换、量化、去量化以及逆变换)之后转换成残差块 II。由于一些或所有操作可能无法完全可逆,在转换过程期间可能引起信息损失。因此,残差块 II 可能只是对应的残差块的近似,并且通常为了较高压缩效率而包括较少的非零残差像素。进一步地,残差块 II 可以与对应的预测块合并以例如通过将两个块相加形成重建块。除非另有说明,对应的块可指示位于图像的另一位置的块。在这种方式下,由于重建块可以是输入块的有损版本,编码器 100 可实施有损编码模式。

[0033] 重建块可用作参考块来生成预测块。根据重建块的位置,预测可分为帧之间的预测和帧之内的预测(分别简称为帧间预测和帧内预测)。在使用中,连续的视频帧或切片可以很大程度上相互关联,使得帧中的块与先前编码的帧中的对应块不会有很大差异。帧间预测可利用一系列帧或图像中的时间冗余,例如,连续帧的对应块之间的相似度来减少压缩数据。帧间预测可由运动估计(ME)模块 140 实施,ME 模块之后为运动补偿(MC)模块 142。在帧间预测中,可实施运动补偿算法以基于位于当前帧之前的一个或多个参考帧中的对应块根据编码顺序计算当前帧中的当前块的运动矢量。

[0034] 为了提高重建视频帧(例如通过减少块伪影)的质量,在预测之前可以执行环内滤波步骤。例如,在帧间预测中,去块滤波器 120 可以应用到位于重建块边缘的像素上去除或减少块伪影。在实施去块滤波器 120 之后,环内滤波步骤有时可进一步包括样本自适应偏移(SAO)模块 122,其还可用于修改重建像素的值。可在 SAO 模块 122 之后应用自适应环路滤波器(ALF) 124,并且所得到的处理块可在帧缓冲器 126 中存储以便在帧间预测补偿中使用。

[0035] 类似地,在视频帧内,像素可与同一帧内的其他像素相关,使得一个块内的像素值或一些块内的像素值可仅仅略有不同和/或呈现出重复的纹理(texture)。为了利用同一帧中的邻近块之间的空间相关性,帧内预测可由帧内预测估计(IPE)模块 130 实施,以根据一个或多个先前编码的邻近块(包括重建块)插入预测块,IPE 模块 130 之后为帧内预测(IP)模块 132。编码器和解码器可以独立地插入预测块,从而使得帧和/或图像的绝大部分能够根据相对少量的参考块的通信进行重建,所述参考块是例如,位于帧的左上角(并从此处延伸)的块。选择模块 134 可在帧间和帧内预测之间选择输入块的最佳预测模式。通常,所述领域的普通技术人员理解到,使用率失真优化(RDO)可确定最佳预测模式,RDO 挑选出产生例如预测块和原始块之间的最小决定误差和的预测模式。

[0036] 接着探讨的是无损编码。如图 1 所示,在无损编码模式下,绕过变换 102、量化 104、逆量化 106 以及逆变换 108 模块以及环内滤波器(去块 120、SAO122 以及 ALF 滤波器 124)。变换 102 和量化 104 模块可使用基于块的处理,这意味着对于使用帧内预测的有损编码模式,块中的像素预测仅基于邻近块中的参考像素。块中的参考像素不可用于块中的像素值预测。相比而言,对于使用帧内预测的无损编码模式,块中的像素预测可基于块中的其他像素,因为绕过了变换和量化模块。为此,可使用基于样本的角预测(SAP)用于无损编码。

[0037] 在 SAP 中,PU 中的所有样本可共享同一预测角,如 B. Bross 等人在“高性能视频编码(HEVC)文本规范草案 6”JCT-VC 文档,JCTVC-H1003,圣何塞,加利福尼亚,2012 年 2 月(下文称为“HEVC 草案 6”)中所定义,该文档以引用的方式并入本文本中,如全文再现一般。另外,预测角的传输可能与 HEVC 草案 6 中的相同。差别可能在于在本文所公开的方法中为



PU 逐样本进行角预测以实现更好的帧内预测精确度。也就是说,可通过使用同一预测角逐样本进行 SAP 样本来生成当前 PU 的预测块。

[0038] 在 SAP 方法中,可以预定义的顺序处理 PU 中的样本,这样当 PU 中的当前样本根据其直接相邻样本预测时,邻居样本可用。图 2A 示出了用于垂直 SAP 的水平扫描处理顺序,以及图 2B 示出了用于水平 SAP 的垂直扫描处理顺序。如图 2A 和 2B 所示,可将水平扫描和垂直扫描处理顺序分别应用到垂直和水平的角预测。当前 PU 的上方和左侧 PU 界限周围的参考样本的处理与 HEVC 草案 6 中定义的相同,而当前 PU 的右侧和下方 PU 界限周围的参考样本简单地从当前 PU 的最近边界样本处开始填充(参见图 2A 和 2B 中的填充样本)。

[0039] 图 3A 示出了具有正角的垂直 SAP,以及图 3B 示出了具有正角的水平 SAP。应注意,分别如图 3A 和 3B 所示,在具有正角的垂直或水平 SAP 期间,可能需要当前 PU 的右侧和下方 PU 边界周围的填充样本。在图 3A 和 3B 中,  $x$  表示待预测的像素,  $a$  和  $b$  表示(实际或预测的)邻近样本值。

[0040] 以具有正角的垂直 SAP 和  $4 \times 4$  的 PU 为例。图 4 示出了  $4 \times 4$  的 PU 的实施例,其中样本(像素值)表示为  $S(i, j)$ ,  $i = 0, 1, 2, 3$  且  $j = 0, 1, 2, 3$ 。  $Pad(i)$ , 其中  $i = 0, 1, 2$  表示利用最近样本使用常规技术获取的填充参考样本,意味着填充参考样本可表示为:

[0041]  $Pad(i) = S(i, 3)$ , 其中  $i = 0, 1, 2$ 。

[0042] 就具有正预测角的垂直 SAP 而言,  $S(i, 3)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$  的预测值(表示为  $P(i, 3)$ ) 由下式给出,该预测值独立于预测角的值:

[0043]  $P(i, 3) = S(i-1, 3)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$ . (1)

[0044] 因此,实际上,样本的垂直预测角  $P(i, 3)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$  可能总为 0 度,而其他样本可使用不同的预测角。换句话说,预测值  $P(i, 3)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$  的预测角为 0。结果与水平 SAP 的相同。基于这些观察,可能需要使用边界样本对应的邻近样本或像素预测各个边界样本,像素不仅包括垂直 SAP 中紧靠上方的像素还包括水平 SAP 中紧靠左侧的像素。

[0045] 本文公开的是在基于像素的预测中用于 PU 中的边界样本的改进预测的方法和装置。边界样本是相邻样本的副本并呈现了冗余信息,使用邻近样本而不使用填充样本预测边界样本。可将边界样本的改进预测与 PU 中的其他像素的 SAP 结合以提供无损编码模式下的有效的基于像素的预测方案。

[0046] 基于上述观察,可能需要使用边界样本对应的邻近像素预测各个边界样本,像素不仅包括垂直 SAP 中紧靠上方的像素还包括水平 SAP 中紧靠左侧的像素,例如,对于  $4 \times 4$  的 PU 的垂直 SAP,边界样本为  $S(i, 3)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$ ; 对于  $4 \times 4$  的 PU 的水平 SAP,边界样本为  $S(3, i)$ , 其中  $i = 1, 2, 3$ 。图 5 示出了大小为  $N \times N$  的 PU 的样本矩阵的实施例。考虑垂直 SAP 为例。为了预测粗线框中的边界样本,即  $S(i, N-1)$ ,  $i = 1, \dots, N-1$ , 可使用以下自适应预测因子。假设  $X$  表示一个边界样本,即  $X = S(i, N-1)$ ,  $1 < i < (N-1)$ 。假设  $P(x)$  表示样本  $X$  的预测值。 $X$  的左侧、上方、左上方相邻的邻近样本分别表示为  $A$ 、 $B$  和  $C$ 。图 6 示出了样本  $A$ 、 $B$ 、 $C$  和  $X$  之间的关系。如下预测样本  $X$ :

$$[0047] \quad P(X) = \begin{cases} \min(A, B) & \text{if } C \geq \max(A, B) \\ \max(A, B) & \text{if } C \leq \min(A, B) \\ A + B - C & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

[0048] 为了示出使用等式 (2) 用于垂直 SAP 的水平扫描顺序,假设需要预测样本

$S(1, N-1)$  (即,  $X = S(1, N-1)$ )。已使用图 2A 的水平扫描顺序预测邻近样本  $S(1, N-2)$ 、 $S(0, N-1)$  和  $S(0, N-2)$ , 从而产生  $P(S(1, N-2))$ 、 $P(S(0, N-1))$  和  $P(S(0, N-2))$ 。使用等式 (2) 的符号和图 6, 在确定  $P(X = S(1, N-1))$  中  $A = P(S(1, N-2))$ 、 $B = P(S(0, N-1))$  和  $C = P(S(0, N-2))$ 。

[0049] 为了示出使用等式 (2) 用于水平 SAP 的垂直扫描顺序, 假设需要预测样本  $S(N-1, 1)$  (即,  $X = S(N-1, 1)$ )。对于 SAP 预测  $S(N-1, 1)$  下方不存在可用的邻近样本, 所以使用了等式 (2)。已使用图 2B 的垂直扫描顺序预测邻近样本  $S(N-1, 0)$ 、 $S(N-2, 0)$  和  $S(N-2, 1)$ , 从而产生  $P(S(N-1, 0))$ 、 $P(S(N-2, 0))$  和  $P(S(N-2, 1))$ 。使用等式 (2) 的符号和图 6, 在使用等式 (2) 确定  $P(X = S(N-1, 1))$  中  $A = P(S(N-1, 0))$ 、 $B = P(S(N-2, 1))$  和  $C = P(S(N-2, 0))$ 。一般而言, 当使用水平 SAP 时, 在等式 (2) 中使用自适应预测因子的边界样本可能是  $S(N-1, i)$ ,  $i = 1, \dots, N-1$ 。为了预测上述边界样本中的一个样本, 可使用如等式 (2) 中所述的同一预测因子。

[0050] 等式 (2) 是一种基于某些边界样本  $S(i, N-1)$  或  $S(N-1, i)$  (其中  $i = 1, \dots, N-1$ ) 的邻近样本值预测样本值的可能方式。其他可能方式包括计算中值或值 A、B 和 C 的平均值。

[0051] 如果样本不属于边界样本  $S(i, N-1)$  (垂直 SAP) 或  $S(N-1, i)$  (水平 SAP) 中的任一者, 其中  $i = 1, 2, \dots, N-1$ , 那么可使用任意常规 SAP 技术。图 7A 示出了使用正角 (表示为  $\alpha$ ) 的垂直 SAP, 以及图 7B 示出了使用正角 (也表示为  $\alpha$ ) 的水平 SAP。在图 7A 和 7B 中,  $X$  表示待预测的像素值, A 和 B 表示邻近像素的实际或预测像素值。在这两种情况下,  $X$  可为 A 和 B 的加权 (或线性) 组合。例如,  $X$  可表示为:

$$[0052] \quad X = (1 - s) * A + s * B, \quad (3)$$

[0053] 其中  $s$  是范围为  $[0, 1]$  的加权因子。当  $\alpha$  很小时, 加权因子应当给予 A 更大的权重, 随着  $\alpha$  增大, 给予 B 的权重应当增加。加权因子  $s$  可例如等于  $\tan(\alpha)$ , 其中  $0 < \alpha < 45$  度。HEVC 中指定的帧内预测方法是计算这些加权因子的可能方式之一。

[0054] 图 8 是用于在无损耗模式下对 PU 进行编码的方法 700 的实施例的流程图。该方法从方框 710 开始。在方框 710 中, 确定 PU 的处理顺序。处理顺序可为水平处理顺序, 例如如图 2A 所示, 或垂直处理顺序, 例如如图 2B 所示。接着, 在方框 720 中, 计算 PU 中的边界样本的预测值。对于水平处理顺序 (即, 垂直 SAP 用于其他样本), 待预测的边界样本可表示为  $S(i, N-1)$ , 其中  $i = 1, 2, \dots, N-1$ ; 对于垂直处理顺序 (即, 水平 SAP 用于其他样本), 可表示为  $S(N-1, i)$ , 其中  $i = 1, 2, \dots, N-1$ 。也就是说, 待预测的特定边界样本取决于扫描或处理顺序。PU 可如图 5 所示布置。可基于例如如图 6 所示的对应左侧、上方和左上方的邻近样本并使用等式 (2) 计算边界样本的预测值。接着, 在方框 730 中, 使用 SAP 计算 PU 中的剩余样本 (即, PU 中除上述边界样本之外的所有样本) 的预测值。可使用任意常规 SAP 技术, 该技术将样本预测为两个邻近样本的线性组合, 其中该组合取决于预测角。等式 (3) 示出了 SAP 技术的一个示例。可以任意顺序或并行执行方框 720 和 730。在方框 740 中, 在确定了 PU 中的所有样本的预测值以提供预测 PU 或预测块之后, 可如图 1 所示计算残差块, 该残差块可为输入块和计算的预测块之间的差值。最后, 在方框 750 中, 可使用熵编码对残差块进行编码, 例如如图 1 所示。回想到变换 102 和量化 104 模块在无损耗模式下被绕过, 所以残差块可直接提供给熵编码器 150。熵编码后的值可插入比特流中。PU 可包括亮度或色度样本。方法 700 可应用到亮度样本、色度样本或亮度样本和色度样本。

[0055] 图 9 是无损解码模式下解码方法 760 的实施例的流程图。鉴于本文所述的视频编解码方案的详情,本领域的普通技术人员可以制定解码来逆转或“撤销”本文所述的编码。然而,方法 760 用于说明性和便利目的。方法 760 从方框 765 开始,在方框 765 中,使用熵解码对一部分比特流进行解码以生成残差块。在方框 770 中,基于一个或多个先前解码的邻近块中的残差块之外的多个参考像素重建预测块。可使用对应左侧、上方以及左上方邻近重建的样本重建基于处理顺序识别的边界样本。可使用 SAP(水平处理顺序为垂直 SAP,垂直处理顺序为水平 SAP)重建预测块中的剩余样本。在方框 775 中,预测块可添加到残差块中以在视频帧中获取原始块(例如,输入 PU)的估计。原始块可为亮度或色度样本。

[0056] 上述方案可以在网络部件上实施,例如计算机或网络部件,其具有足够的处理能力、存储资源以及网络吞吐能力来处理其上的必要工作量。图 10 是网络部件或节点 800 的实施例的示意图,所述网络部件或节点 800 适用于实施本文所公开的视频编解码器或方法的一项或多项实施例,例如,编码器 100、用于编码 PU 的方法 700,以及用于解码 PU 的方法 760。网络节点 800 包括处理器 802,其与包括辅助存储器 804、只读存储器 (ROM) 806、随机存取存储器 (RAM) 808、输入 / 输出 (I/O) 设备 810,以及发射器 / 接收器 (或收发器) 812 的存储设备进行通信。I/O 设备 810 和 / 或发射器 / 接收器 812 是可选的,并且如果不包含 I/O 设备 810 和 / 或发射器 / 接收器 812,则网络节点 800 称为计算设备,在这种情况下,编码的比特流或解码的视频流可存储在存储器中。处理器 802 可以实施为一个或多个中央处理单元 (CPU) 芯片、核(例如,多核处理器)、现场可编程门阵列 (FPGA)、专用集成电路 (ASIC),和 / 或数字信号处理器 (DSP)。处理器 802 可以使用硬件或软硬件的组合来实施。

[0057] 辅助存储器 804 通常由一个或多个磁盘驱动器或磁带驱动器组成,用于数据的非易失性存储,且如果 RAM808 的大小不足以保存所有工作数据,那么所述辅助存储器还用作溢流数据存储设备。辅助存储器 804 可以用于存储程序,当选择执行这些程序时,所述程序将加载到 RAM808 中。ROM806 用于存储在程序执行期间读取的指令以及可能读取的数据。ROM806 为非易失性存储设备,其存储容量相对于辅助存储器 804 的较大存储容量而言通常较小。RAM808 用于存储易失性数据,并且可能用于存储指令。ROM806 和 RAM808 两者的存取速度通常比辅助存储器 804 的存取速度快。

[0058] 发射器 / 接收器 812 可用作网络节点 800 的输出和 / 或输入设备。例如,如果发射器 / 接收器 812 用作发射器,则其可将数据传出网络节点 800。如果发射器 / 接收器 812 用作接收器,其可将数据传入网络节点 800。发射器 / 接收器 812 可采用以下形式:调制解调器,调制解调器组,以太网卡,通用串行总线 (USB) 接口卡,串行接口,令牌环卡,光纤分布式数据接口 (FDDI) 卡,无线局域网 (WLAN) 卡,无线收发器卡例如码分多址 (CDMA),全球移动通信系统 (GSM),长期演进 (LTE),全球微波接入互操作性 (WiMAX),和 / 或其他空中接口协议无线收发器卡,以及其他公知的网络设备。发射器 / 接收器 812 可提供一种途径给处理器 802 以与互连网或一个或多个内网进行通信。如果网络节点 800 用作视频编码器,则处理器 802 可编码比特流。处理器 802 还可包化和封装(即,格式化)比特流进行传输并提供格式化的比特流给发射器 / 接收器 812。发射器 / 接收器 812 随后将传输该格式化的比特流。

[0059] I/O 设备 810 可包括视频监控器,液晶显示器 (LCD),触屏显示器,或用于显示视频的其他类型的视频显示器,和 / 或可包括捕获视频的视频录像设备。I/O 设备 810 可包括一

个或多个键盘、鼠标、轨迹球或其他公知的输入设备。如果网络节点 800 用作视频编码器，则待编码的视频流可以由 I/O 设备 810 提供或通过其他方式提供。类似地，如果网络节点 800 用作视频解码器，则待解码的视频流可通过发射器/接收器 812 接收或通过其他方式提供。

[0060] 应理解，通过将可执行指令编程和/或加载至网络节点 800，处理器 802、辅助存储器 804、RAM808 和 ROM806 中的至少之一被改变，从而将网络节点 800 的一部分转换成特定机器或装置（如，本发明宣扬的拥有功能的视频编解码器）。可执行指令可存储在辅助存储器 804、ROM806 和/或 RAM808 上，并加载至处理器 802 中进行执行。加载可执行软件至计算机所实现的功能可以通过公知设计规则转换成硬件实施，这在电力工程和软件工程领域是很基础的。决定使用软件还是硬件来实施一个概念通常取决于对设计稳定性及待生产的单元数量的考虑，而不是从软件领域转换至硬件领域中所涉及的任何问题。一般来说，经常变动的设计更适于在软件中实施，因为重新编写硬件实施比重新编写软件设计更为昂贵。通常，稳定及大规模生产的设计更适于在如专用集成电路（ASIC）这样的硬件中实施，因为运行硬件实施的大规模生产比软件实施更为便宜。设计通常可以以软件形式进行开发和测试，之后通过公知设计规则转变成专用集成电路中等同的硬件实施，该集成电路硬线软件指令。由新 ASIC 控制的机器是一特定的机器或装置，同样地，编程和/或加载有可执行指令的电脑可视为特定的机器或装置。

[0061] 本发明公开至少一项实施例，且所属领域的普通技术人员对所述实施例和/或所述实施例的特征作出的变化、组合和/或修改均在本发明公开的范围内。因组合、合并和/或省略所述实施例的特征而得到的替代性实施例也在本发明的范围内。在明确陈述数值范围或限制的情况下，应将此类表达范围或限制理解为包含属于明确陈述的范围或限制内的类似量值的迭代范围或限制（例如，从约为 1 到约为 10 包含 2、3、4 等；大于 0.10 包含 0.11、0.12、0.13 等）。例如，每当公开具有下限  $R_l$  和上限  $R_u$  的数值范围时，具体是公开落入所述范围内的任何数字。具体而言，特别公开所述范围内的以下数字： $R = R_l + k * (R_u - R_l)$ ，其中  $k$  是从 1% 到 100% 以 1% 增量递增的变量，即， $k$  是 1%、2%、3%、4%、5%……50%、51%、52%……95%、96%、97%、98%、99% 或 100%。此外，还特此公开了，上文定义的两个  $R$  值所定义的任何数值范围。除非另有说明，否则术语“约”是指其后数字的  $\pm 10\%$ 。相对于权利要求的某一要素，术语“可选择”使用表示该要素可以是需要的，或者也可以是不需要的，二者均在所述权利要求的范围内。例如包括、包含和具有等较广义的术语，应被理解为用于支持较狭义的术语，例如“由……组成”、“基本上由……组成”、以及“大体上由……组成”等。因此，保护范围不受上文所述的限制，而是由所附权利要求书定义，所述范围包含所附权利要求书的标的物的所有等效物。每项和每条权利要求作为进一步公开的内容并入说明书中，且权利要求书是本发明的实施例。所述揭示内容中的参考的论述并不是承认其为现有技术，尤其是具有在本申请案的在先申请优先权日期之后的公开日期的任何参考。本发明中所引用的所有专利、专利申请案和公开案的揭示内容特此以引用的方式并入本文中，其提供补充本发明的示例性、程序性或其它细节。

[0062] 虽然本发明多个具体实施例，但应当理解，所公开的系统和方法也可通过其他多种具体形式体现，而不会脱离本发明的精神或范围。本发明的实例应被视为说明性而非限制性的，且本发明并不限于本文本所给出的细节。例如，各种元件或部件可以在另一系统中

组合或合并,或者某些特征可以省略或不实施。

[0063] 此外,在不脱离本发明的范围的情况下,各种实施例中描述和说明为离散或单独的技术、系统、子系统和方法可以与其它系统、模块、技术或方法进行组合或合并。展示或论述为彼此耦合或直接耦合或通信的其它项也可以采用电方式、机械方式或其它方式通过某一接口、设备或中间部件间接地耦合或通信。其他变更、替换、更替示例对本领域技术人员而言是显而易见的,均不脱离此处公开的精神和范围。

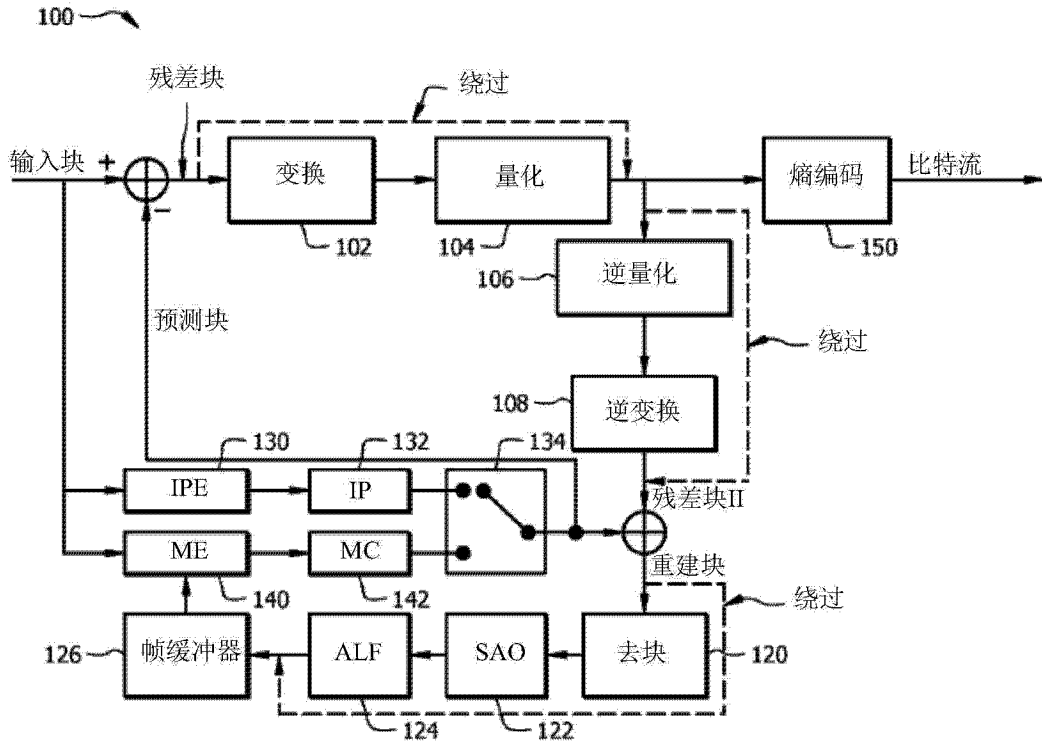


图 1

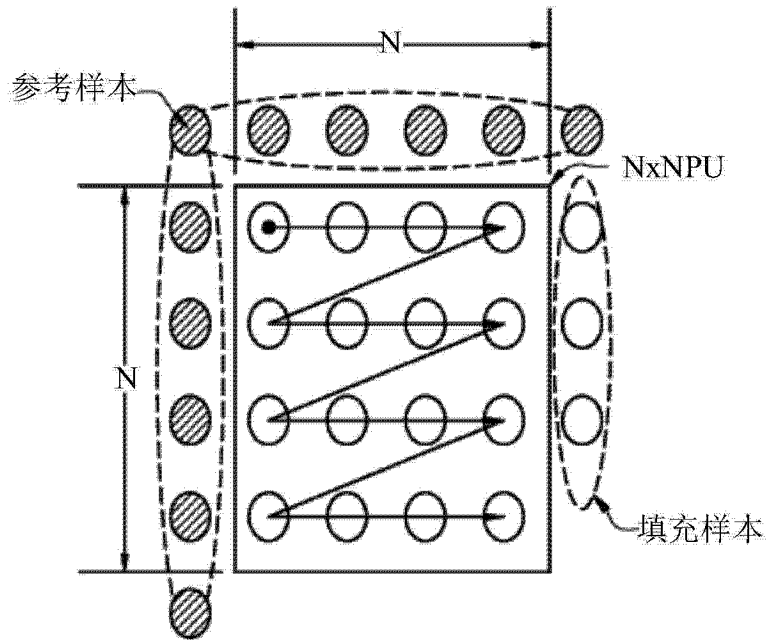


图 2A

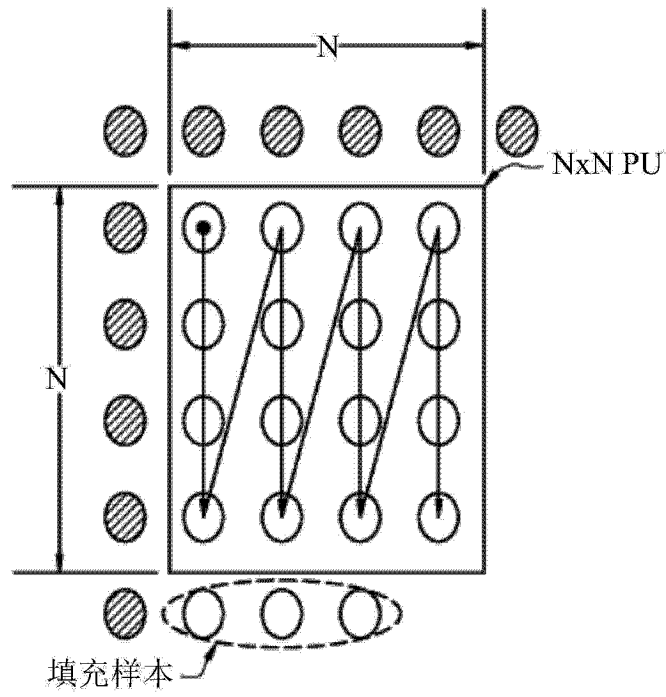


图 2B

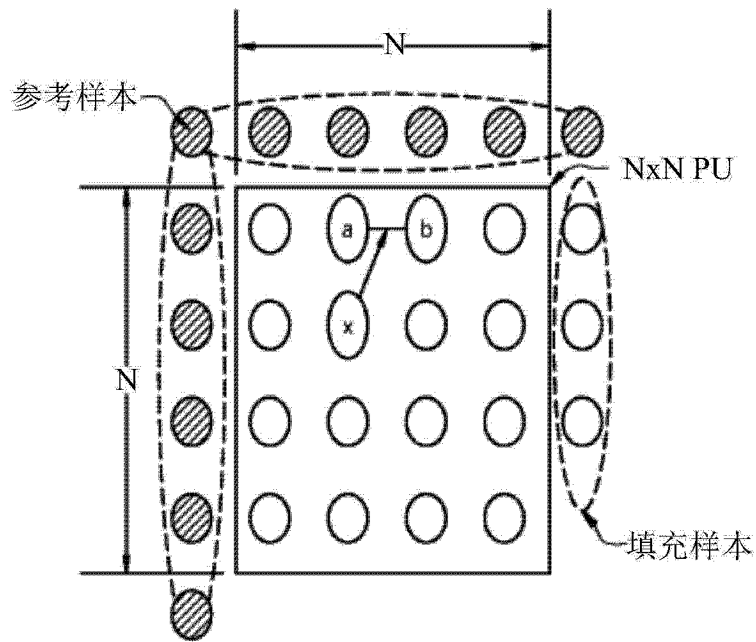


图 3A

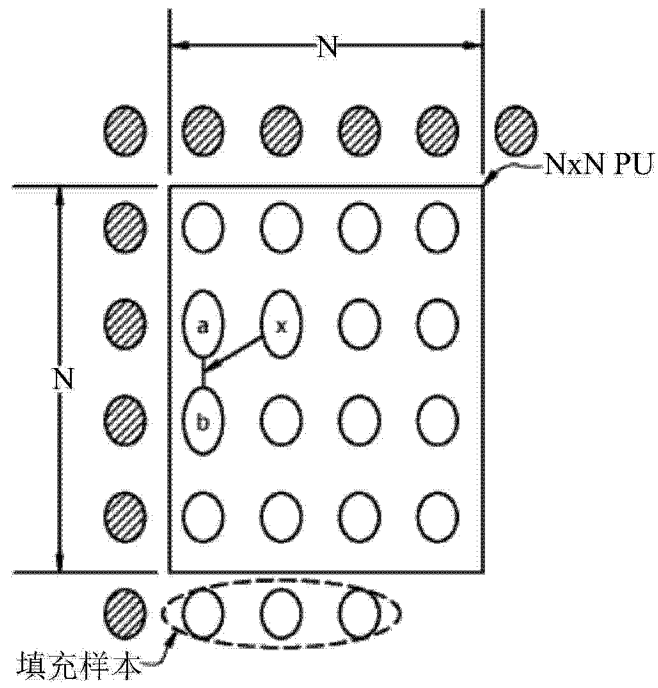


图 3B

S(0,0)	S(0,1)	S(0,2)	S(0,3)	Pad(0)
S(1,0)	S(1,1)	S(1,2)	S(1,3)	Pad(1)
S(2,0)	S(2,1)	S(2,2)	S(2,3)	Pad(2)
S(3,0)	S(3,1)	S(3,2)	S(3,3)	

图 4



$S(0,0)$	$S(0,1)$	...	$S(0,N-2)$	$S(0,N-1)$
$S(1,0)$	$S(1,1)$	...	$S(1,N-2)$	$S(1,N-1)$
...	...	...	...	...
$S(N-2,0)$	$S(N-2,1)$	...	$S(N-2,N-2)$	$S(N-2,N-1)$
$S(N-1,0)$	$S(N-1,1)$	...	$S(N-1,N-2)$	$S(N-1,N-1)$

C	B
A	X

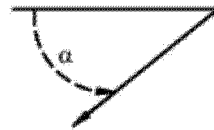
图 6

图 5



A	B
X	

图 7A



A	X
B	

图 7B

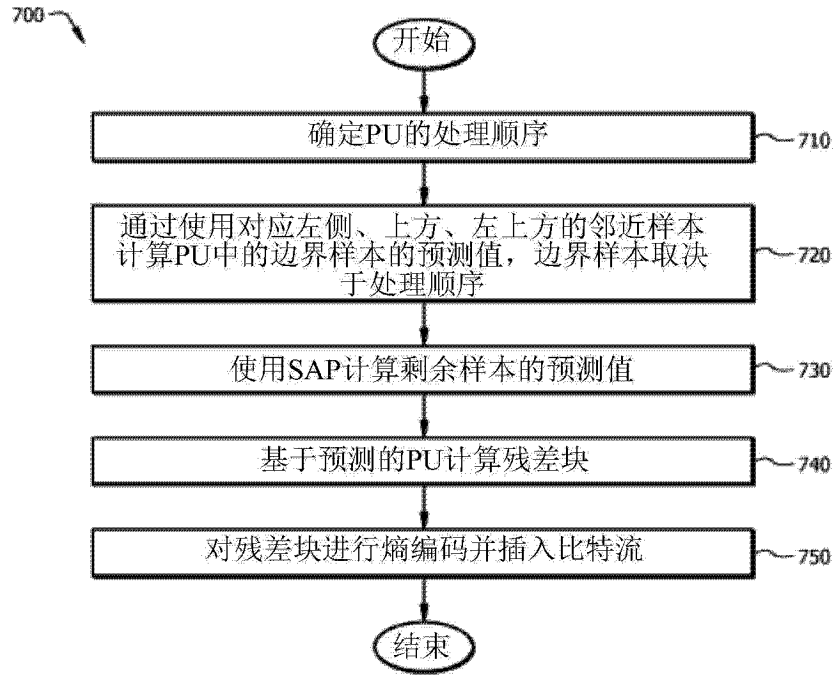


图 8

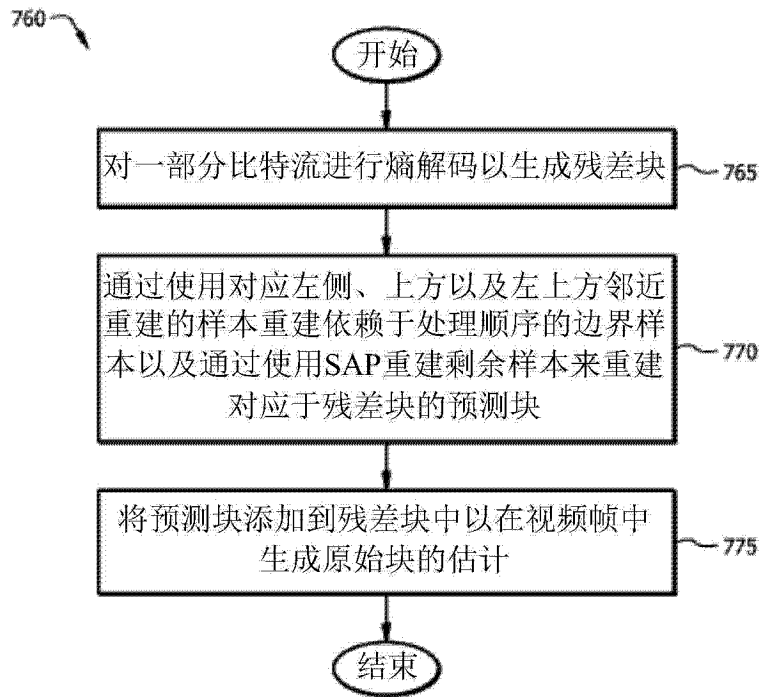


图 9

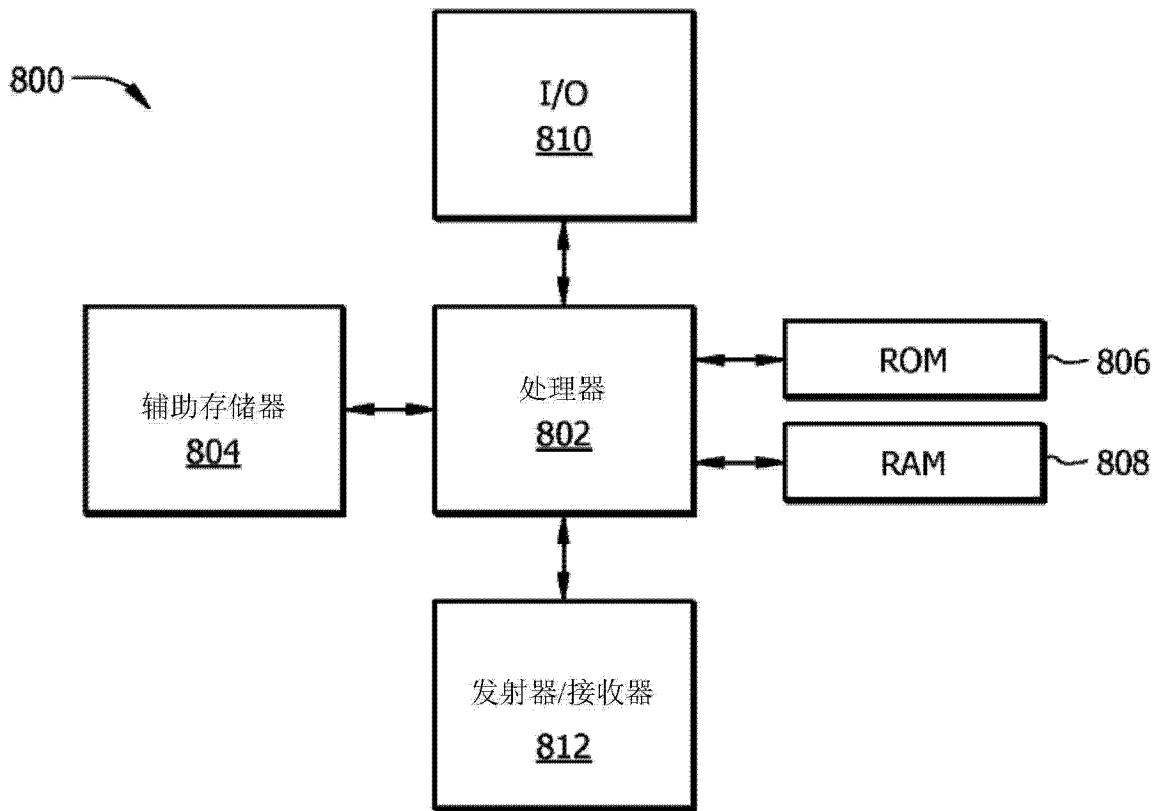


图 10