



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116998154 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 03

(21) 申请号 202280022116.8

(22) 申请日 2022.03.16

(30) 优先权数据

63/162,791 2021.03.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/020504 2022.03.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/197772 EN 2022.09.22

(71) 申请人 VID拓展公司

地址 美国特拉华州威明顿市

(72) 发明人 F·拉卡佩 J·贝盖特

S·费尔特曼 A·普什帕拉贾

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 张榆萱 臧建明

(51) Int.Cl.

H04N 19/537 (2006.01)

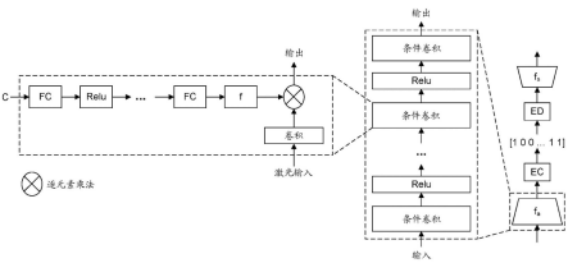
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

(54) 发明名称

用于视频压缩的基于时间结构的条件卷积神经网络

(57) 摘要

视频编码和解码是通过自编码器实现的,该自编码器使用亮度信息来导出用于色度预测的运动信息。在一个实施方案中,条件卷积用于对运动流信息进行编码。当前条件(例如,GOP结构)用作对一系列完全连接的层的输入,以实现条件卷积。在相关实施方案中,使用多于一个参考帧来对运动流信息进行编码。



1. 一种方法,所述方法包括:
接收到条件卷积层的输入,所述输入包括当前参考块和至少一个参考块的级联张量;
基于表示当前条件的数据,对所述输入执行至少一个条件卷积,所述条件卷积包括一系列完全连接的层;
使用来自所述至少一个条件卷积的输出对运动流进行编码,其中所述当前条件是基于GOP结构的;以及
生成包括所编码的运动流的比特流。
2. 一种装置,所述装置包括:
处理器,所述处理器被配置为:
接收到条件卷积层的输入,所述输入包括当前参考块和至少一个参考块的级联张量;
基于表示当前条件的数据,对所述输入执行至少一个条件卷积,所述条件卷积包括一系列完全连接的层;
使用来自所述至少一个条件卷积的输出对运动流进行编码,其中所述当前条件是基于GOP结构的;以及
生成包括所编码的运动流的比特流。
3. 一种方法,所述方法包括:
对包括视频数据的当前块的运动流数据的比特流进行熵解码;
对所述比特流执行至少一个条件去卷积,以生成重构残差,所述条件去卷积包括一系列完全连接的层;以及
将所述重构残差与所述当前块的预测组合,以生成解码块。
4. 一种装置,所述装置包括:
处理器,所述处理器被配置为:
对包括视频数据的当前块的运动流数据的比特流进行熵解码;
对所述比特流执行至少一个条件去卷积,以生成重构的残差,所述条件去卷积包括一系列完全连接的层;以及
将所述重构残差与所述当前块的预测组合,以生成解码块。
5. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,使用自编码器来实现。
6. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,其中所述运动流是基于亮度的。
7. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,其中所述当前条件包括分离两个参考块的帧的数量以及包括所述块的获取的视频的帧速率。
8. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,还包括使用运动信息将所述参考块扭曲到所述当前块上,以生成预测器。
9. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,其中所述条件卷积或所述条件去卷积还包括非线性函数。
10. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,其中所述条件卷积还包括至少一个缩放函数。
11. 根据权利要求1或3所述的方法或者根据权利要求2或4所述的装置,其中所述比特

流是熵编码的。

12. 一种设备,所述设备包括:

根据权利要求1所述的装置;以及

以下项中的至少一者:(i) 天线,所述天线被配置为接收信号,所述信号包括视频块;(ii) 频带限制器,所述频带限制器被配置为将所接收的信号限制为包括所述视频块的频带;和(iii) 显示器,所述显示器被配置为显示表示视频块的输出。

13. 一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质包含根据权利要求1中的任一项所述的方法或者由根据权利要求2所述的装置生成的用于使用处理器回放的数据内容。

14. 一种信号,所述信号包括根据权利要求1所述的方法或者由根据权利要求2所述的装置生成的用于使用处理器回放的视频数据。

15. 一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括指令,所述指令在程序由计算机执行时,使得所述计算机执行根据权利要求1所述的方法。

用于视频压缩的基于时间结构的条件卷积神经网络

技术领域

[0001] 本实施方案中的至少一个实施方案大体上涉及一种用于使用基于人工神经网络(ANN)的工具来压缩图像和视频的方法或装置。

背景技术

[0002] ISO/MPEG与ITU之间的联合视频探索小组(JVET)目前正在研究取代最新标准H.266/VVC的一些模块的工具以及通过端对端自编码器方法取代整个结构的工具。

发明内容

[0003] 本实施方案中的至少一个实施方案大体上涉及一种在使用新颖的基于人工神经网络(ANN)的工具来压缩图像和视频的背景下的方法或装置。

[0004] 根据第一方面,提供了一种方法。该方法包括以下步骤:接收到条件卷积层的输入,所述输入包括当前参考块和至少一个参考块的级联张量;基于表示当前条件的数据,对输入执行至少一个条件卷积,该条件卷积包括一系列完全连接的层;使用来自至少一个条件卷积的输出对运动流进行编码,其中当前条件是基于GOP结构的;以及生成包括所编码的运动流的比特流。

[0005] 根据第二方面,提供了一种方法。该方法包括以下步骤:对包括视频数据的当前块的运动流数据的比特流进行熵解码;对比特流执行至少一个条件去卷积,以生成重构残差,该条件去卷积包括一系列完全连接的层;以及将重构残差与当前块的预测组合,以生成解码块。

[0006] 根据另一方面,提供了一种装置。该装置包括处理器。处理器可以被配置为通过执行所描述方法中的任一者来实施一般方面。

[0007] 根据至少一个实施方案的另一个一般方面,提供了一种设备,该设备包括:根据解码实施方案中的任一实施方案的装置;以及以下项中的至少一者:(i)天线,该天线被配置为接收信号,该信号包括视频块;(ii)频带限制器,该频带限制器被配置为将所接收的信号限制为包括该视频块的频带;和(iii)显示器,该显示器被配置为显示表示视频块的输出。

[0008] 根据至少一个实施方案的另一个一般方面,提供了一种非暂态计算机可读介质,该非暂态计算机可读介质包括根据所描述的编码实施方案或变体中的任一者生成的数据内容。

[0009] 根据至少一个实施方案的另一个一般方面,提供了一种信号,该信号包括根据所描述的编码实施方案或变体中的任一者生成的视频数据。

[0010] 根据至少一个实施方案的另一个一般方面,比特流被格式化以包括根据所描述的编码实施方案或变体中的任一者生成的数据内容。

[0011] 根据至少一个实施方案的另一个一般方面,提供了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括指令,当由计算机执行程序时,该指令使计算机执行所描述的解码实施方案或变体中的任一者。

[0012] 通过将结合附图阅读的示例性实施方案的以下详细描述,一般方面的这些和其他方面、特征和优点将变得显而易见。

附图说明

- [0013] 图1示出了基本自编码器链。
- [0014] 图2示出了具有八个帧的图片组(GOP)的随机存取结构。
- [0015] 图3示出了Agustsson等人的用于压缩视频帧的架构。
- [0016] 图4示出了所提出的使用条件卷积的架构。
- [0017] 图5示出了用于使用本发明原理来对视频进行编码的方法的一个实施方案。
- [0018] 图6示出了用于使用本发明原理来对视频进行解码的方法的一个实施方案。
- [0019] 图7示出了用于使用本发明原理来编码或解码的装置的一个实施方案。
- [0020] 图8示出了标准的通用视频压缩方案。
- [0021] 图9示出了标准的通用视频解压缩方案。
- [0022] 图10示出了根据一般描述的方面的用于编码/解码的基于处理器的系统。

具体实施方式

[0023] 近年来,基于神经网络的新型图像和视频压缩方法已被开发。与应用手工预测模式和变换的传统方法相反,基于ANN的方法依赖于在训练期间通过迭代地最小化损失函数而在大数据集上学习的参数。在压缩情况下,损失函数描述了编码比特流的比特率的估计和解码内容的目标函数。传统上,经重构的图像的质量例如基于对信号失真或人感知的视觉质量的近似的度量而被优化。

[0024] 在图1中示出了示例性端到端的压缩系统。网络的编码器部分的输入X可由以下项组成:

- [0025] - 视频的图像或帧,
- [0026] - 图像的一部分
- [0027] - 表示一组图像/帧的张量
- [0028] - 表示一组图像/帧的一部分(裁切)的张量。
- [0029] -

[0030] 在每种情况下,输入可以具有一个或多个颜色分量,例如,单色分量、RGB分量或YCbCr (YUV) 分量。

[0031] 1. 输入张量X被馈送到编码器网络中。编码器网络通常是具有非线性激活函数的一系列卷积层。卷积或空间到深度¹操作中的大步幅可用于降低空间分辨率,同时增加信道数量。编码器网络可以被看作是学习分析变换。

¹ 再成形和置换,例如,大小为(N, H, W)的张量被再成形和置换为(N*2*2, H//2, W//2)

[0032] 2. 编码器网络的输出,即“特征图”或“潜”Z被量化和熵编码(EC)为二进制流(比特流),以用于存储或传输。

[0033] 3. 对比特流进行熵解码(ED)以获得 \hat{Z} ,即Z的量化版本。

[0034] 4. 解码器网络生成 \hat{X} ,即通过潜 \hat{Z} 的原始X张量的近似。解码器网络通常是一系列

上采样卷积序列(例如:“去卷积”或卷积后的上采样滤波器)或深度到空间的操作。解码器网络可以被看作是学习型逆变换,或者是去噪和生成变换。

[0035] 应当注意,存在更为复杂的架构,例如,向网络添加“超先验自编码器”(超先验),以便共同学习潜在分布的参数,以进行有效的压缩。本发明不限于使用自编码器。任何端到端的可区分编解码器都可以考虑。

[0036] 视频编码

[0037] 传统的视频压缩

[0038] 为了去除视频序列的帧之间的冗余,传统的视频编码方法包括帧间预测工具。将图像分割成块。

[0039] 对于要编码的每个块,运动估计器尝试在先前重构的参考图片中找到预测器。传统上考虑纯平移,运动估计器解析与当前块位于同一位置的窗口内的相同形状的块,以进行预测。当找到最佳匹配时,运动矢量(即,当前块的位置与其预测器之间的水平和垂直坐标差)进行译码,并且在位流中与参考图片的索引一起传输。源块与预测器之间的差值(也称为残差)通常在位流中变换、量化和熵译码。

[0040] 在解码器处,对运动信息以及残差进行解码。使用所解码的运动矢量,在用信号通知的参考帧中访问预测器。然后,通过将所解码的残差添加到预测器,来构造解码块。

[0041] 在该方案中,编码器执行复杂的任务,即在参考帧的窗口内查找最佳匹配块,以当前块的位置为中心。解码器仅需要解析运动信息。

[0042] 时间结构

[0043] 前面的部分描述了要预测的当前帧与参考图片之间的运动矢量的搜索和传输。若干时间结构使得编码器能够在先前解码的图片当中选择参考帧。

[0044] 在广播生态系统中使用的典型结构被称为随机接入结构。该结构由周期性的图片组(GOP)组成,这些图片组由重复的最小时间帧结构组成。

[0045] 图2示出了在8帧的GOP的情况下的这种结构。第一帧是帧内帧或I帧,这说明第一帧不依赖于要解码的其它帧。然后可以将其用作随机接入点,其中解码器可以开始对序列进行解码。在广播中,这些帧通常被第二视频分开,这使得TV观众能够切换频道并开始解码他们所选择的新频道,并且不要等待太长时间才能开始显示视频。然而,这些帧通常花费大量比特来传输,因为这些帧不是使用先前解码的内容来预测的。在I帧之间,使用先前解码的帧来预测其它帧。在图2的结构中,可以注意到编码顺序与显示顺序不同。这使得编码器能够使用过去和未来的先前重构的图片来预测帧。这些帧因此被称为用于双向预测的B帧。然后,该结构遵循具有 B_0 、 B_1 、 B_2 和 B_3 类型帧的分层模式。每个GOP的 B_0 是要编码的第一帧,该第一帧是使用来自先前GOP的最后关键帧(I或 B_0)来预测的,例如,显示顺序中的第8帧是根据第0帧预测的。可以使用过去和未来帧来预测编码顺序中的后续帧,如箭头所描绘。帧 B_1 可以使用类型I、 B_0 的帧,帧 B_2 可以根据帧I、 B_0 和 B_1 等来预测。然后,当前帧与参考帧之间的距离根据编码器所做出的决定而变化。

[0046] 存在其它GOP结构,选择该示例是为了显示参考与预测之间不同距离的帧之间可能的依赖关系,这极大地提高了译码效率。在上面的示例中,当场景中的运动不太快和不稳定并且没有场景切换时, B_3 图片花费很少的比特,因为这些图片大部分是从相邻帧内插的。

[0047] 使用人工神经网络的视频压缩

[0048] 本部分详细描述了基于人工神经网络的现有技术视频压缩方法,该人工神经网络用作本发明的描述的基础模型。这些方法依赖于自编码器架构来对不同的元素进行编码并且通过计算光流来解决帧间冗余的去除,该光流估计帧之间的密集运动流,即,每个像素位置被分配不同的2d运动矢量(水平和垂直)。

[0049] 与传统的基于块的帧间预测和残差译码相结合,光流迄今为止未能以合理的复杂度显示出优于先前描述的基于块的方法的优势。然而,最近使用自编码器对运动场进行编码的工作已经显示出有希望的结果。

[0050] 图3示出了现有方法中呈现的一般架构。左侧的I帧表示被独立(帧内)编码的关键帧的编码。该块由简单的自编码器组成,由卷积分析和合成模块组成,如针对基于ANN的图像压缩所开发的。在推断时,使用熵译码器(EC)和熵解码器(ED)来算术上去除冗余。

[0051] 预测帧(P)按照右侧的过程进行编码。在编码器处,输入是当前帧 x_{cur} 以及先前重构的参考帧 \hat{x}_{ref} 。这两个图像都用于导出和编码运动信息。这两个图像级联,作为唯一张量,该唯一张量是运动流自编码器(f_a, f_s)的输入,该运动流自编码器产生重构流 \hat{f}_{ref} 。重构流用于将参考帧 \hat{x}_{ref} 扭曲到当前帧上,因为解码器将仅访问重构流。这产生当前帧 \bar{x}_{pred} 的预测器。对应于 $x_{cur} - \bar{x}_{pred}$ 的残差随后由(r_a, r_s)编码。重构残差最终被添加到重构预测,以形成解码的图像 \hat{x}_{cur} 。

[0052] 在图3中由[1 0 0 ... 1 1]表示的比特流则由二进制码组成,该二进制码表示I帧的潜在表示,或者在预测帧的情况下表示运动场和残差的潜在表示。

[0053] 本发明旨在解决通过使用基于光流估计和编码的运动补偿来优化视频压缩的问题。可以在2个图片之间建模的依赖关系高度依赖于2个帧之间的时间距离。该距离由2个主要参数产生:分离2个参考帧的帧的数量和获取视频的帧速率。

[0054] 基于ANN的光流估计器通常依赖于卷积层来捕获与帧之间的纹理的运动和变形相关的特征。流量幅度和准确性根据场景中的动作、摄像机移动以及定义两帧之间的时间距离的上述参数而显著变化。因此,卷积模型的设计需要能够捕获用于不同时间译码结构的大量位移。在本发明中,我们提出通过利用参考帧之间的距离调节光流自编码器的卷积层来提高联合流估计和压缩的性能。

[0055] 传统的视频编码方法依赖于基于块的运动估计,如部分1中详细描述。此设计依赖于可通过针对每一块的简单转换来对帧之间的运动进行建模的假设。编码器选择使残差最小化的块分割,需要发送这些残差,以校正由该建模产生的误差。对于要编码的每个块,编码器在先前解码的参考图片中找到最佳匹配预测器。为了捕获大运动并且能够估计远处帧之间的运动,传统编解码器定义最大运动矢量。最近的工作已经示出了使用深度神经网络来估计和编码视频帧之间的密集运动流的前景。然而,现有方法通常依赖于简单的时间结构,例如,低延迟结构的最简单的可能变体,其中每个帧仅取决于显示顺序中紧邻的前一帧。与上述部分中给出的随机接入相反,显示和编码顺序是相同的,这解决了预测帧与参考帧之间的距离问题,但是限制了编码效率,因为基于深度学习的运动模型也可以利用复杂的双向时间结构。

[0056] 在最近的工作中,提出了一种利用双向预测的基于深度运动流估计的框架。这依

赖于循环模型来按编码顺序保留紧邻帧中的每个帧的状态。然而,随着模型针对整组图片的学习,该方法似乎无法扩展。如果需要使用另一个GOP结构,则需要调整并重新训练模型。

[0057] 在本发明中,提出了通过根据时间结构专门化运动流估计器来改进基于人工神经网络的视频压缩。整体架构类似于图3中所描绘的架构,其中可通过如图2中所示的结构来确定参考图片。

[0058] 特别地,我们提出在网络模块中使用条件(解)卷积(而不是标准(解)卷积),来训练能够处理复杂GOP结构的通用网络,其中参考帧之间的距离变化。

[0059] 所提出的通用方法

[0060] 在该文献中,建议通过使用取决于GOP结构中的相互依赖性的条件卷积来调整模型。下面的段落描述了本发明可以应用于其上的运动流估计和编码的上下文和设计。

[0061] 用于对运动流进行编码的自编码器通常基于将当前和参考帧像素值作为输入的卷积层。如图3中所示,帧沿着分量轴级联,以进入卷积模型(f_a, f_s)。例如,如果图像以RGB格式表示,则这些图像可以被成形为大小为 $3 \times h \times w$ 的张量,其中 h 和 w 分别表示帧的高度和宽度。流自编码器的输入则包括 $6 \times h \times w$ 。连续的卷积层导致要编码较低维度和可压缩的潜在表示。通常,潜在表示是包含更多信道(在我们的RGB示例中, $N > 6$)但空间维度更小(例如, $128 \times \left(\frac{h}{16}\right) \times \left(\frac{w}{16}\right)$)的张量。当对以YUV颜色格式表示的视频进行编码时,可以像RGB那样处理YUV内容,特别是当Y、U和V具有相同大小时。仅使用亮度(Y)信道来导出运动也可能是相关的。在这种情况下,仅考虑每个输入的一个分量,并且输入张量具有形状 $2 \times h \times w$ 。在解码器处,转置卷积用于生成包含矢量形式的运动信息的输出,即,垂直和水平运动分量,因此,生成形状 $2 \times h \times w$ 的张量,这将于将参考图片扭曲到当前帧上。

[0062] 注意,可以估计额外的分量,如在现有方法中提出的尺度空间流方案中那样,其中,使用额外的信道来识别和模糊运动估计失败的区域,例如,当发生遮挡并且在参考图片中没有找到匹配纹理时。这些技术与下述所提出的发明兼容。

[0063] 需要训练这样的自编码器,即,在大的视频数据集上优化卷积的权重和熵瓶颈。如先前部分中所述,有效的GOP结构导致在彼此不同距离处的帧之间以及在不同上下文中发生预测:过去、未来内容类型等。

[0064] 解决这个问题的第一种简单方法是学习和编码给定GOP结构中的每个可能的映射。然而,这将显著地增加整个编码器/解码器模型的大小,因为将需要多个流自编码器。另外,当使用新类型或大小的GOP时,这将难以缩放和适应。例如,在传统的视频译码中,由于运动估计和编码改进,标准化中考虑的随机接入GOP现在包括16或32个帧,而在过去仅具有8个帧,如图2所示。

[0065] 解决该问题的另一种方式将是仅学习用于不同帧间预测上下文的一个模型。然而,由于在不同条件下使用相同的权重,这种解决方案导致次优的运动流构造。

[0066] 在该文献中,建议通过使用取决于GOP结构中的相互依赖性的条件卷积来调整模型。图4示出了整体架构。在右侧,运动流自编码器(f_a, f_s)如图3所示。然而,分别在 f_a 和 f_s 中使用的卷积和去卷积分别被条件卷积和去卷积代替。对当前条件 c 进行译码的矢量用作一系列层的输入,例如:图4中的全连接(FC)层,这些层产生大小对应于卷积的输出张量的信道数量的矢量。然后,将卷积输出的每个信道乘以传播该条件的小型网络的矢量输出中的

对应值。函数 f 可以是任何缩放函数，例如，指数函数。

[0067] 注意，建议替换至少一层。例如，可以替换所有的卷积，但也可以设想仅替换几个层，以在模型大小和压缩效率之间找到适当的平衡。

[0068] 在示例性图4中，表示类型relu的非线性。本发明不限于使用relu激活，可以在条件卷积之间以及在条件模块内部考虑任何类型的非线性。

[0069] 该条件可以被编码为独热编码。例如，如果考虑参考之间的3个可能距离，则条件矢量将具有长度3，并且这3个值可以被编码为： $[0,0,1]$ 、 $[0,1,0]$ 、 $[1,0,0]$ 。尽管可以考虑其他方案，但事实证明，条件模块的独热编码在深度学习应用中非常有效。

[0070] 变型

[0071] 在该部分中，我们呈现所提出的方法的不同变型、示例和实施方案。

[0072] 扩展条件

[0073] 在不同变型中可以修改的第一参数是作为卷积模块的输入的实际条件参数。 C 可以是单个值，例如：预测帧与参考帧之间的距离，但是也可以是包含若干参数的矢量。还可以单独地或组合地考虑以下条件：

[0074] -当前帧与参考帧之间的距离，

[0075] -参考是在显示顺序中当前帧的过去帧还是未来帧，

[0076] -使用多少帧来预测当前帧，

[0077] -拍摄该序列的帧速率，

[0078] -内容类型：游戏、VR360内容、屏幕内容。

[0079] 更多条件模块

[0080] 尽管该提议的主要实施方案集中于将联合光流估计/压缩调节到不同的预测结构，因为这是逻辑上受影响的主要模块，但是可以调整该模型的其他部分。

[0081] 例如，残差译码或恢复滤波器可用于改善预测。如上所述，这些模块还可以基于“ C ”来调节，以基于当前预测类型来学习不同行为。

[0082] 仿射条件函数

[0083] 主要实施方案描述了使用函数来修改卷积的输出：

[0084] $Y=f(s(c) \cdot (W \cdot X))$

[0085] 其中， X 是输入， W 是卷积权重， f （在图4中也表示为 f ）是任何激活函数（例如：指数、softplus）， s 是在条件 c 下学习的函数的缩放集合。

[0086] 在该变型中，建议在输出的计算中包括偏差，作为：

[0087] $Y=f(s(c) \cdot (W \cdot X))+b(c)$

[0088] 其中， $b(c)$ 是包含与输出张量的信道数量一样多的元素的偏置矢量。

[0089] 语法

[0090] 条件 c 是使用向不同元素发信号的元数据得出的，例如，用于计算帧之间的距离以及预测时间方向的参考和当前帧图片次序计数(POC)。

[0091] 可以添加语法元素，以激活所提出的条件模块。

[0092] 另外，可能需要一些元数据来优化编码。例如，可以使用视频的帧速率来导出 c 。帧速率通常仅用于传统视频压缩中，并且不是发送到解码器的基本高级语法的一部分，因为帧速率不干扰解码过程。在该变型中，如果需要导出 c ，则应当发送该元数据。

[0093] 在另一变型中,信息c可以作为高级语法的一部分发送到解码器。在序列或帧/切片级。编码器可以根据内容或时间结构做出一些决定,并相应地调整条件c。在解码器处,使用所发送的c来导出适当的条件去卷积。

[0094] 图5中示出了用于编码的方法500的一个实施方案。该方法开始于开始框501,并且进行到框510,用于接收到条件卷积层的输入,所述输入包括当前和至少一个参考块的级联张量。控制从框510进行到框520,用于基于表示当前条件的数据,对所述输入执行至少一个条件卷积,所述条件卷积包括一系列完全连接的层。控制从框520进行到框530,用于使用来自至少一个条件卷积的输出对运动流进行编码,其中当前条件是基于GOP结构的。控制从框530进行到框540,用于生成包括所述编码的运动流的比特流。

[0095] 图6中示出了用于对视频数据进行解码的方法600的一个实施方案。该方法开始于框601,并且进行到框610,用于对包括视频数据的当前块的运动流数据的比特流进行熵解码。控制从框610进行到框620,用于对所述比特流执行至少一个条件去卷积,以生成重构残差,所述条件去卷积包括一系列完全连接的层。控制从框620进行到框630,用于将所述重构残差与所述当前块的预测组合,以生成解码块。

[0096] 图7示出了用于使用上述方法对视频进行压缩、编码或解码的装置700的一个实施方案。该装置包括处理器710并且可以通过至少一个端口互连到存储器720。处理器710和存储器720两者还可以具有与外部连接的一个或多个附加的互连。

[0097] 处理器710还被配置为在比特流中插入或接收信息,或者使用上述方法进行压缩、编码或解码。

[0098] 本文所述的实施方案包括各个方面,包括工具、特征、实施方案、模型、方法等。具体描述了这些方面中的许多方面,并且至少示出各个特性,通常以可能听起来具有限制性的方式描述。然而,这是为了描述清楚,并不限制这些方面的应用或范围。实际上,所有不同的方面可组合和互换以提供进一步的方面。此外,这些方面也可与先前提交中描述的方面组合和互换。

[0099] 本专利申请中描述和设想的方面可以许多不同的形式实现。图8、图9和图10提供了一些实施方案,但是设想了其他实施方案,并且图8、图9和图10的讨论不限制具体实施的广度。这些方面中的至少一个方面通常涉及视频编码和解码,并且至少一个其他方面通常涉及发射生成或编码的比特流。这些和其他方面可实现为方法、装置、其上存储有用于根据所述方法中任一种对视频数据编码或解码的指令的计算机可读存储介质,和/或其上存储有根据所述方法中任一种生成的比特流的计算机可读存储介质。

[0100] 在本申请中,术语“重构”和“解码”可以互换使用,术语“像素”和“样本”可以互换使用,术语“图像”、“图片”和“帧”可以互换使用。通常,但不必然,术语“重构”在编码器侧使用,而“解码”在解码器侧使用。

[0101] 本文描述了各种方法,并且每种方法包括用于实现方法的一个或多个步骤或动作。除非正确操作方法需要特定顺序的步骤或动作,否则可修改或组合特定步骤和/或动作的顺序和/或用途。此外,术语诸如“第一”、“第二”等可用于各种实施方案以修改元件、分量、步骤、操作等,诸如“第一解码”和“第二解码”。除非具体要求,否则使用此类术语并不暗示对修改操作的排序。因此,在这个示例中,第一解码不需要在第二解码之前执行,并且可例如在第二解码之前、期间或在重叠的时间段中发生。

[0102] 本专利申请中所述的各种方法和其他方面可用于修改视频编码器100和解码器200的模块(例如,帧内预测、熵编码和/或解码模块(160,360,145,330)),如图8和图9所示。此外,本发明方面不限于VVC或HEVC,并且可应用于例如其他标准和推荐(无论是预先存在的还是未来开发的)以及任何此类标准和推荐的扩展(包括VVC和HEVC)。除非另外指明或技术上排除在外,否则本申请中所述的方面可单独或组合使用。

[0103] 在本申请中使用各种数值。具体值是为了示例目的,并且所述方面不限于这些具体值。

[0104] 图8示出了编码器100。设想了该编码器100的变型,但是为了清楚起见,下文描述了编码器100而不描述所有预期的变型。

[0105] 在进行编码之前,视频序列可经过预编码处理(101),例如,将颜色变换应用于输入彩色图片(例如,从RGB 4:4:4到YCbCr 4:2:0的转换),或执行输入图片分量的重新映射,以便获得对于压缩更有弹性的信号分布(例如,使用颜色分量中的一个颜色分量的直方图均衡化)。元数据可与预处理相关联并且附接到比特流。

[0106] 在编码器100中,由编码器元件对图片进行编码,如下所述。在例如CU的单元中对待编码的图片进行分区(102)和处理。例如,使用帧内模式或帧间模式对每个单元进行编码。当在帧内模式中对单元进行编码时,该编码器执行帧内预测(160)。在帧间模式中,执行运动估计(175)和运动补偿(170)。编码器决定(105)使用帧内模式或帧间模式中的哪一个模式对该单元进行编码,并且通过例如预测模式标记来指示帧内/帧间决定。例如,通过从原始图像块减去(110)预测块来计算预测残差。

[0107] 然后,对预测残差进行变换(125)和量化(130)。对量化的变换系数以及运动矢量和其他语法元素进行熵编码(145)以输出比特流。该编码器可跳过变换,并对未变换的残差信号直接应用量化。该编码器可绕过变换和量化两者,即,在不应用变换或量化过程的情况下直接对残差进行编码。

[0108] 该编码器对编码块进行解码以提供进一步预测的参考。对量化的变换系数进行解量化(140)和逆变换(150)以对预测残差进行解码。组合(155)所解码的预测残差和预测块,重构图像块。将环内滤波器(165)应用于重构的图片以执行例如解块/SAO(样本自适应偏移)滤波,从而减少编码伪影。将经滤波的图像存储在参考图片缓冲器(180)处。

[0109] 图9示出了视频解码器200的框图。在解码器200中,由解码器元件对比特流进行解码,如下所述。视频解码器200通常执行与如图8所述的编码道次互逆的解码道次。编码器100通常还执行视频解码作为对视频数据进行编码的一部分。

[0110] 具体地,解码器的输入包括视频比特流,该视频比特流可由视频编码器100生成。首先,对比特流进行熵解码(230)以获得变换系数、运动矢量和其他所译码的信息。图片分区信息指示如何对图片进行分区。因此,解码器可根据所解码的图片分区信息来划分(235)图片。对变换系数进行解量化(240)和逆变换(250)以对预测残差进行解码。组合(255)所解码的预测残差和预测块,重构图像块。可从帧内预测(260)或运动补偿预测(即,帧间预测)(275)获得(270)预测块。将环内滤波器(265)应用于重构的图像。将经滤波的图像存储在参考图片缓冲器(280)处。

[0111] 所解码的图片还可经过解码后处理(285),例如,逆颜色变换(例如,从YcbCr 4:2:0到RGB 4:4:4的变换)或执行在预编码过程(101)中执行的重新映射的逆过程的逆重新映

射。解码后处理可使用在预编码处理中导出并且在比特流中有信号通知的元数据。

[0112] 图10示出了在其中实现各个方面和实施方案的系统的示例的框图。系统1000可实施为包括下文所述的各个部件的设备,并且被配置为执行本文档中所述的方面中的一个或多个方面。此类设备的示例包括但不限于各种电子设备,诸如个人计算机、膝上型计算机、智能电话、平板电脑、数字多媒体机顶盒、数字电视机接收器、个人视频录制系统、连接的家用电器和服务。系统1000的元件可单独地或组合地具体体现在单个集成电路(IC)、多个IC和/或分立的部件中。例如,在至少一个实施方案中,系统1000的处理和编码器/解码器元件跨多个IC和/或分立的部件分布。在各种实施方案中,系统1000经由例如通信总线或通过专用输入端口和/或输出端口通信地耦接到一个或多个其他系统或其他电子设备。在各种实施方案中,系统1000被配置成实现本文档中描述的方面中的一个或多个方面。

[0113] 系统1000包括至少一个处理器1010,该至少一个处理器被配置为执行加载在其中的指令以用于实现例如本文档中所述的各个方面。处理器1010可包括嵌入式存储器、输入输出接口以及如在本领域中是已知的各种其他电路。系统1000包括至少一个存储器1020(例如,易失性存储器设备和/或非易失性存储器设备)。系统1000包括存储设备1040,该存储设备可包括非易失性存储器和/或易失性存储器,包括但不限于电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、随机存取存储器(RAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、闪存、磁盘驱动器和/或光盘驱动器。作为非限制性示例,存储设备1040可包括内部存储设备、附接的存储设备(包括可拆卸和不可拆卸的存储设备)和/或网络可访问的存储设备。

[0114] 系统1000包括编码器/解码器模块1030,该编码器/解码器模块被配置为例如处理数据以提供编码的视频或解码的视频,并且编码器/解码器模块1030可包括其自身的处理器和存储器。编码器/解码器模块1030表示可包括在设备中以执行编码和/或解码功能的模块。众所周知,设备可包括编码模块和解码模块中的一者或两者。另外,编码器/解码器模块1030可实现为系统1000的独立元件,或者可结合在处理器1010内作为本领域的技术人员已知的硬件和软件的组合。

[0115] 待加载到处理器1010或编码器/解码器1030上以执行本文档中所述的各个方面的程序代码可存储在存储设备1040中,并且随后加载到存储器1020上以供处理器1010执行。根据各种实施方案,处理器1010、存储器1020、存储设备1040和编码器/解码器模块1030中的一者或多者可在本文档中所述的过程的执行期间存储各种项目中的一个或多个项目。此类存储项目可包括但不限于输入视频、解码的视频或部分解码的视频、比特流、矩阵、变量以及处理等式、公式、运算和运算逻辑的中间或最终结果。

[0116] 在一些实施方案中,在处理器1010和/或编码器/解码器模块1030内部的存储器用于存储指令以及提供在编码或解码期间所需的用于处理的工作存储器。然而,在其他实施方案中,处理设备(例如,处理设备可以是处理器1010或编码器/解码器模块1030)外部的存储器用于这些功能中的一个或多个功能。外部存储器可以是存储器1020和/或存储设备1040,例如动态易失性存储器和/或非易失性闪存存储器。在若干实施方案中,外部非易失性闪存存储器用于存储例如电视机的操作系统。在至少一个实施方案中,快速外部动态易失性存储器诸如RAM用作视频编码和解码操作的工作存储器,诸如MPEG-2(MPEG是指运动图片专家组,MPEG-2也称为ISO/IEC 13818,并且13818-1也称为H.222,13818-2也称为

H.262)、HEVC(HEVC是指高效视频编码,也称为H.265和MPEG-H部分2)或VVC(通用视频编码,由联合视频专家小组(JVET)开发的新标准)。

[0117] 可通过如块1130中所指示的各种输入设备来提供对系统1000的元件的输入。此类输入设备包括但不限于:(i)射频(RF)部分,其接收例如由广播器通过空中传输的RF信号;(ii)分量(COMP)输入端子(或一组COMP输入端子);(iii)通用串行总线(USB)输入端子;和/或(iv)高清晰度多媒体接口(HDMI)输入端子。图10中未示出的其他示例包括复合视频。

[0118] 在各种实施方案中,块1130的输入设备具有如本领域中已知的相关联的相应的输入处理元件。例如,RF部分可与适用于以下的元件相关联:(i)选择所需的频率(也称为选择信号,或将信号频带限制到一个频带),(ii)下变频选择的信号,(iii)再次频带限制到更窄频带以选择(例如)在某些实施方案中可称为信道的信号频带,(iv)解调下变频和频带限制的信号,(v)执行纠错,以及(vi)解复用以选择所需的数据包流。各种实施方案的RF部分包括用于执行这些功能的一个或多个元件,例如频率选择器、信号选择器、频带限制器、信道选择器、滤波器、下变频器、解调器、纠错器和解复用器。RF部分可包括执行这些功能中的各种功能的调谐器,这些功能包括例如下变频接收信号至更低频率(例如,中频或近基带频率)或至基带。在一个机顶盒实施方案中,RF部分及其相关联的输入处理元件接收通过有线(例如,电缆)介质发射的RF信号,并且通过滤波、下变频和再次滤波至所需的频带来执行频率选择。各种实施方案重新布置上述(和其他)元件的顺序,移除这些元件中的一些元件,和/或添加执行类似或不同功能的其他元件。添加元件可包括在现有元件之间插入元件,例如,插入放大器和模数变换器。在各种实施方案中,RF部分包括天线。

[0119] 另外,USB和/或HDMI端子可包括用于跨USB和/或HDMI连接将系统1000连接到其他电子设备的相应的接口处理器。应当理解,输入处理的各个方面(例如Reed-Solomon错误校正)可在必要时例如在独立的输入处理IC内或在处理器1010内实现。类似地,USB或HDMI接口处理的各个方面可以根据需要在单独的接口IC内或在处理器1010内实现。经解调、纠错和解复用的流被提供给各种处理元件,包括例如处理器1010和编码器/解码器1030,该编码器/解码器与存储器和存储元件结合操作以根据需要处理数据流以供在输出设备上呈现。

[0120] 系统1000的各种元件可设置在集成外壳内,在该集成外壳内,各种元件可使用合适的连接布置(例如,如本领域已知的内部总线,包括IC间(I2C)总线、布线和印刷电路板)互连并且在其间发射数据。

[0121] 系统1000包括通信接口1050,该通信接口允许经由通信信道1060与其它设备的通信。通信接口1050可包括但不限于收发器,该收发器被配置为通过通信信道1060传输和接收数据。通信接口1050可包括但不限于调制解调器或网卡,并且通信信道1060可例如在有线和/或无线介质内实现。

[0122] 在各种实施方案中,使用无线网络诸如Wi-Fi网络例如IEEE 802.11(IEEE是指电气电子工程师学会)将数据流式传输或以其他方式提供给系统1000。这些实施方案的Wi-Fi信号是通过适于Wi-Fi通信的通信信道1060和通信接口1050来接收。这些实施方案的通信信道1060通常连接到接入点或路由器,该接入点或路由器提供对外部网络(包括互联网)的访问,以用于允许流式传输应用和其他越过运营商的通信。其它实施方案使用机顶盒向系统1000提供流式传输的数据,该机顶盒通过输入块1130的HDMI连接来递送数据。还有其它实施方案使用输入块1130的RF连接向系统1000提供流式传输的数据。如上所述,各种实施

方案以非流式的方式提供数据。另外,各种实施方案使用除了Wi-Fi以外的无线网络,例如蜂窝网络或蓝牙网络。

[0123] 系统1000可向各种输出设备(包括显示器1100、扬声器1110和其他外围设备1120)提供输出信号。各种实施方案的显示器1100包括例如触摸屏显示器、有机发光二极管(OLED)显示器、曲面显示器和/或可折叠显示器中的一个或多个显示器。显示器1100可用于电视机、平板电脑、笔记本电脑、蜂窝电话(移动电话)或另外的设备。显示器1100还可与其他部件集成(例如,如在智能电话中),或可以是独立的显示器(例如,用于膝上型电脑的外部监视器)。在实施方案的各种示例中,其他外围设备1120包括独立数字视频光盘(或数字多功能光盘)(DVR,可表示这两个术语)、碟片播放器、立体声系统和/或照明系统中的一者或多者。各种实施方案使用一个或多个外围设备1120,该一个或多个外围设备基于系统1000的输出来提供功能。例如,碟片播放器执行播放系统1000的输出的功能。

[0124] 在各种实施方案中,使用信令诸如AV.Link、消费电子控制(CEC)或允许带有或不带有用户干预的设备到设备控制的其他通信协议,在系统1000与显示器1100、扬声器1110或其他外围设备1120之间发送控制信号。可通过相应的接口1070、1080和1090经由专用连接将输出设备通信地耦接到系统1000。另选地,可经由通信接口1050使用通信信道1060将输出设备连接到系统1000。在电子设备(诸如例如电视)中,显示器1100和扬声器1110可与系统1000的其他部件集成在单个单元中。在各种实施方案中,显示器接口1070包括显示驱动器,诸如例如定时控制器(T Con)芯片。

[0125] 例如,如果输入1130的RF部分是独立机顶盒的一部分,则显示器1100和扬声器1110可另选地相对于其他部件中的一个或多个部件而独立。在其中显示器1100和扬声器1110为外部部件的各种实施方案中,可经由专用输出连接(包括例如HDMI端口、USB端口或COMP输出)来提供输出信号。

[0126] 该实施方案可由处理器1010实现的计算机软件,或由硬件,或由硬件和软件的组合来进行。作为非限制性示例,这些实施方案可由一个或多个集成电路实现。作为非限制性示例,存储器1020可以是适于技术环境的任何类型,并且可使用任何适当的数据存储技术(诸如光存储器设备、磁存储器设备、基于半导体的存储器设备、固定存储器和可移动存储器)来实现。作为非限制性示例,处理器1010可以是适于技术环境的任何类型,并且可涵盖微处理器、通用计算机、专用计算机和基于多核架构的处理器中的一者或多者。

[0127] 各种具体实施参与解码。如本申请中所用,“解码”可包括例如对所接收的编码序列执行以产生适于显示的最终输出的过程的全部或部分。在各种实施方案中,此类过程包括通常由解码器执行的一个或多个过程,例如熵解码、逆量化、逆变换和差分解码。在各种实施方案中,此类过程还包括或另选地包括由本应用中所述的各种具体实施的解码器执行的过程。

[0128] 作为进一步的示例,在实施方案中,“解码”仅是指熵解码,在另一个实施方案中,“解码”仅是指差分解码,并且在又一个实施方案中,“解码”是指熵解码和差分解码的组合。短语“解码过程”旨在具体地指代操作的子集还是广义地指代更广泛的解码过程基于具体描述的上下文将是清楚的,并且被认为会被本领域的技术人员很好地理解。

[0129] 各种具体实施参与编码。以与上面关于“解码”的讨论类似的方式,如在本申请中使用的“编码”可涵盖例如对输入视频序列执行以产生编码比特流的过程的全部或部分。在

各种实施方案中,此类过程包括通常由编码器执行的一个或多个过程,例如,分区、差分编码、变换、量化和熵编码。在各种实施方案中,此类过程还包括或另选地包括由本应用中所述的各种具体实施的编码器执行的过程。

[0130] 作为进一步的示例,在实施方案中,“编码”仅是指熵编码,在另一个实施方案中,“编码”仅是指差分编码,并且在又一个实施方案中,“编码”是指差分编码和熵编码的组合。短语“编码过程”是具体地指代操作的子集还是广义地指代更广泛的编码过程基于具体描述的上下文将是清楚的,并且据信将被本领域的技术人员很好地理解。

[0131] 注意,本文所用的语法元素是描述性术语。因此,它们不排除使用其他语法元素名称。

[0132] 当附图呈现为流程图时,应当理解,其还提供了对应装置的框图。类似地,当附图呈现为框图时,应当理解,其还提供了对应的方法/过程的流程图。

[0133] 各种实施方案可以指参数模型或速率失真优化。具体地,在编码过程期间,通常考虑速率和失真之间的平衡或权衡,这常常考虑到计算复杂性的约束。可以通过速率失真优化(RDO)度量或通过最小均方(LMS)、绝对误差平均值(MAE)或其他此类测量值来测量。速率失真优化通常表述为使速率失真函数最小化,该速率失真函数是速率和失真的加权和。存在不同的方法解决速率失真优化问题。例如,这些方法可基于对所有编码选项(包括所有考虑的模式或编码参数值)的广泛测试,并且完整评估其编码成本以及重构信号在编码和解码之后的相关失真。更快的方法还可用于降低编码复杂性,特别是对基于预测或预测残差信号而不是重构的残差信号的近似失真的计算。也可使用这两种方法的混合,诸如通过针对可能的编码选项中的仅一些编码选项使用近似失真,而针对其他编码选项使用完全失真。其他方法仅评估可能的编码选项的子集。更一般地,许多方法采用各种技术中任一种来执行优化,但是优化不一定是对编码成本和相关失真两者的完整评估。

[0134] 本文所述的具体实施和方面可在例如方法或过程、装置、软件程序、数据流或信号中实现。即使仅在单个形式的具体实施的上下文中讨论(例如,仅作为方法讨论),讨论的特征的具体实施也可以其他形式(例如,装置或程序)实现。装置可在例如适当的硬件、软件和固件中实现。方法可在例如一般是指处理设备的处理器中实现,该处理设备包括例如计算机、微处理器、集成电路或可编程逻辑设备。处理器还包括通信设备,诸如例如,计算机、蜂窝电话、便携式/个人数字助理(“PDA”)以及有利于最终用户之间信息的通信的其他设备。

[0135] 提及“一个实施方案”或“实施方案”或“一个具体实施”或“具体实施”以及它们的其他变型,意味着结合实施方案描述的特定的特征、结构、特性等包括在至少一个实施方案中。因此,短语“在一个实施方案中”或“在实施方案中”或“在一个具体实施中”或“在具体实施中”的出现以及出现在本申请通篇的各个地方的任何其他变型不一定都是指相同的实施方案。

[0136] 另外,本申请可涉及“确定”各种信息。确定信息可包括例如估计信息、计算信息、预测信息或从存储器检索信息中的一者或多者。

[0137] 此外,本申请可涉及“访问”各种信息。访问信息可包括例如接收信息、检索信息(例如,从存储器)、存储信息、移动信息、复制信息、计算信息、确定信息、预测信息或估计信息中的一者或多者。

[0138] 另外,本申请可涉及“接收”各种信息。与“访问”一样,接收旨在为广义的术语。接

收信息可包括例如访问信息或检索信息(例如,从存储器)中的一者或多者。此外,在诸如例如存储信息、处理信息、发射信息、移动信息、复制信息、擦除信息、计算信息、确定信息、预测信息或估计信息的操作期间,“接收”通常以一种方式或另一种方式参与。

[0139] 应当理解,例如,在“A/B”、“A和/或B”以及“A和B中的至少一者”的情况下,使用以下“/”、“和/或”和“至少一种”中的任一种旨在涵盖仅选择第一列出的选项(A),或仅选择第二列出的选项(B),或选择两个选项(A和B)。作为进一步的示例,在“A、B和/或C”和“A、B和C中的至少一者”的情况下,此类短语旨在涵盖仅选择第一列出的选项(A),或仅选择第二列出的选项(B),或仅选择第三列出的选项(C),或仅选择第一列出的选项和第二列出的选项(A和B),或仅选择第一列出的选项和第三列出的选项(A和C),或仅选择第二列出的选项和第三列出的选项(B和C),或选择所有三个选项(A和B和C)。如对于本领域和相关领域的普通技术人员显而易见的是,这可扩展到所列出的尽可能多的项目。

[0140] 而且,如本文所用,词语“发信号通知”是指(除了别的以外)向对应解码器指示某物。例如,在某些实施方案中,编码器向多个变换、编码模式或标志中的特定一者发信号通知。这样,在一个实施方案中,在编码器侧和解码器侧均使用相同的变换、参数或模式。因此,例如,编码器可将特定参数发射(显式信令)到解码器,使得解码器可使用相同的特定参数。相反,如果解码器已具有特定参数以及其他,则可在不发射(隐式信令)的情况下使用信令,以简单允许解码器知道和选择特定参数。通过避免传输任何实际功能,在各种实施方案中实现了比特节省。应当理解,信令可以各种方式实现。例如,在各种实施方案中,使用一个或多个语法元素、标志等将信息发信号通知至对应解码器。虽然前面涉及词语“signal(发信号通知)”的动词形式,但是词语“signal(信号)”在本文也可用作名词。

[0141] 对于本领域的普通技术人员将显而易见的是,具体实施可产生格式化为携带例如可存储或可传输的信息的各种信号。信息可包括例如用于执行方法的指令或由所述具体实施中的一个具体实施产生的数据。例如,可格式化信号以携带所述实施方案的比特流。可格式化此类信号例如为电磁波(例如,使用频谱的射频部分)或基带信号。格式化可包括例如对数据流编码并且用编码的数据流调制载体。信号携带的信息可以是例如模拟或数字信息。已知的是,信号可通过各种不同的有线或无线链路发射。信号可存储在处理器可读介质上。

[0142] 前面部分描述了多个实施方案,跨各种权利要求类别和类型。这些实施方案的特征可以单独提供或以任何组合形式提供。此外,实施方案可包括以下特征、设备或方面中的一个或多个,单独地或以任何组合,跨各种权利要求类别和类型:

- [0143] • 使用条件卷积的视频信息的编码和解码。
- [0144] • 利用基于GOP结构的条件编码的上述编码和解码。
- [0145] • 使用辉度来确定运动流的上述编码和解码。
- [0146] • 利用一系列完全连接的层实现上述编码和解码。
- [0147] • 使用转置卷积来生成运动信息的上述编码和解码。
- [0148] • 上述编码和解码还包括使用运动信息将参考帧扭曲到当前帧上,以产生针对当前帧的预测器。
- [0149] • 包括所描述的语法元素中的一个或多个语法元素或其变型的比特流或信号。
- [0150] • 包括传递根据所述实施方案中任一项生成的信息的语法的比特流或信号。

- [0151] • 根据所述实施方案中任一项所述的创建和/或发射和/或接收和/或解码。
- [0152] • 根据所述实施方案中任一项所述的方法、过程、装置、存储指令的介质、存储数据的介质或信号。
- [0153] • 在信令中插入语法元素,该语法元素使得解码器能够以与编码器所使用的方式相对应的方式确定解码信息。
- [0154] • 对包括所描述的语法元素中的一个或多个语法元素或其变型的比特流或信号进行创建和/或传输和/或接收和/或解码。
- [0155] • 根据所描述的实施方案中的任一实施方案执行变换方法的电视、机顶盒、蜂窝电话、平板电脑或其他电子设备。
- [0156] • 根据所描述的实施方案中的任一实施方案执行变换方法确定并显示所得图像(例如,使用监视器、屏幕或其他类型的显示器)的电视、机顶盒、蜂窝电话、平板电脑或其他电子设备。
- [0157] • 根据所描述的实施方案中的任一实施方案选择、频带限制或调谐(例如,使用调谐器)信道以接收包括所编码的图像的信号的信号并执行变换方法的电视、机顶盒、蜂窝电话、平板电脑或其他电子设备。
- [0158] • 通过空中接收(例如,使用天线)包括所编码的图像的信号的信号并且执行变换方法的电视机、机顶盒、蜂窝电话、平板电脑或其他电子设备。

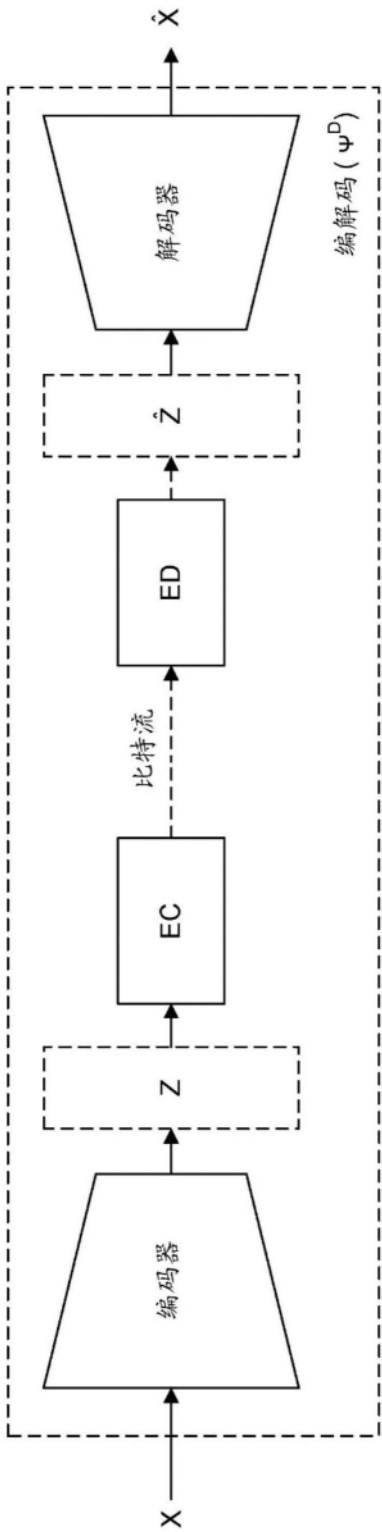


图1

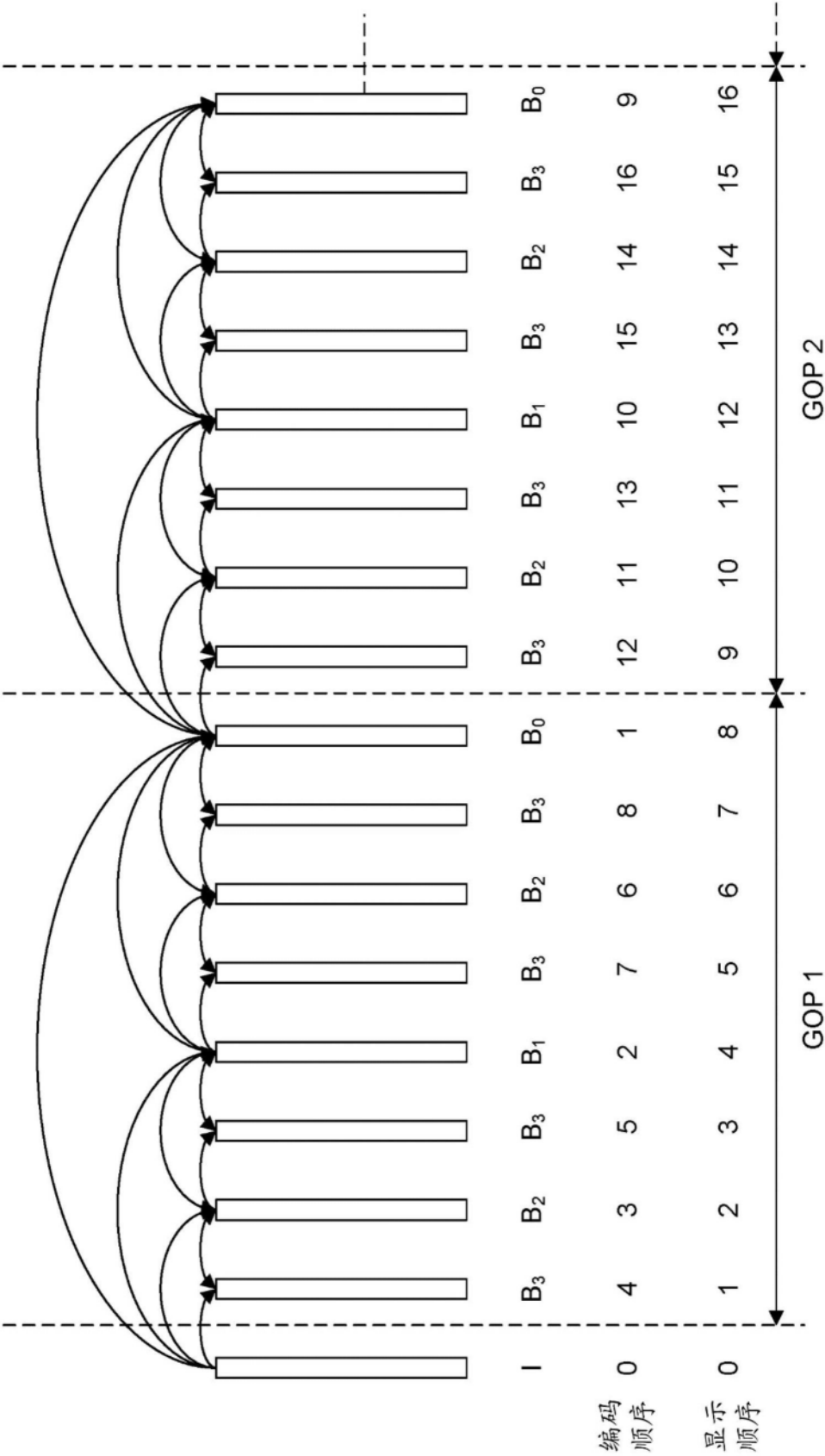


图2

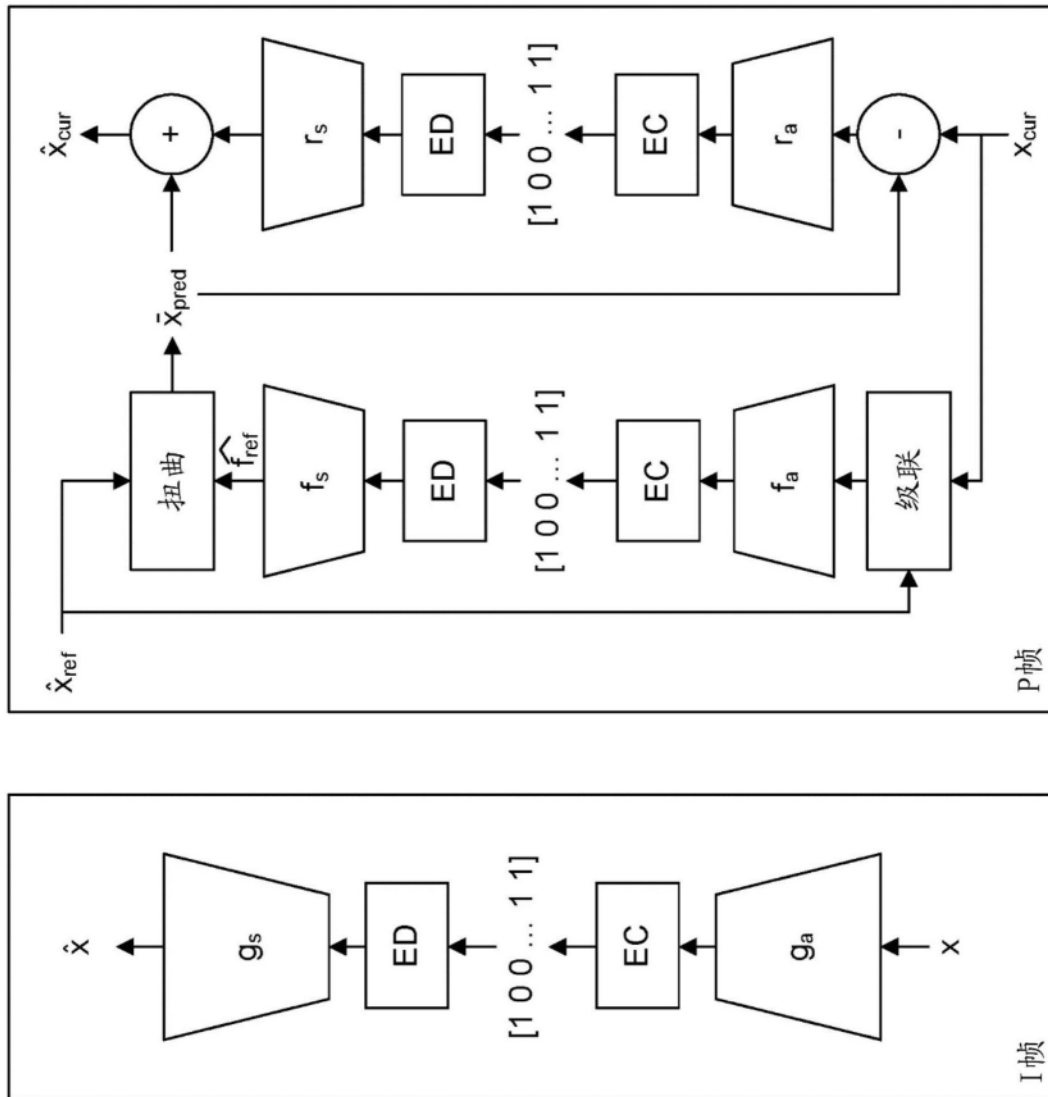


图3

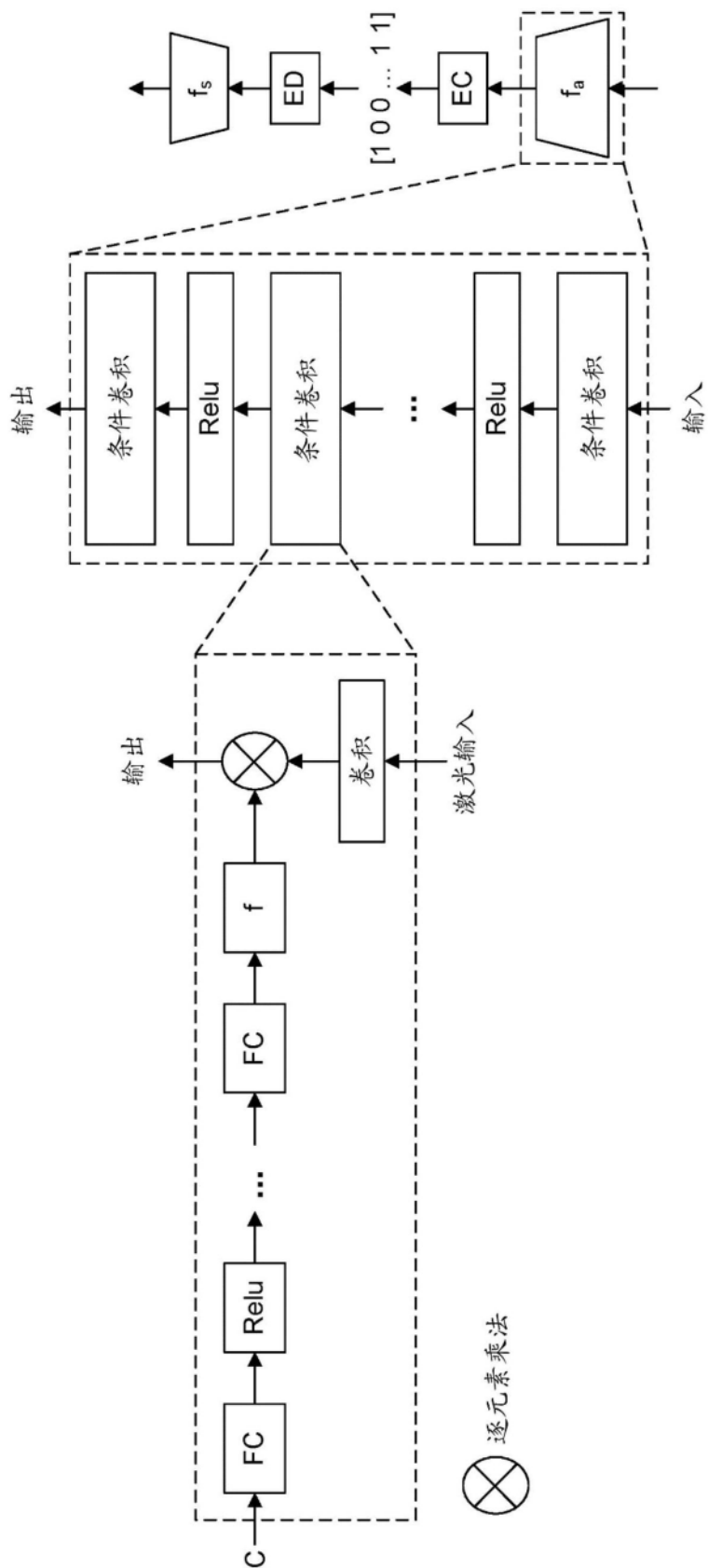


图4

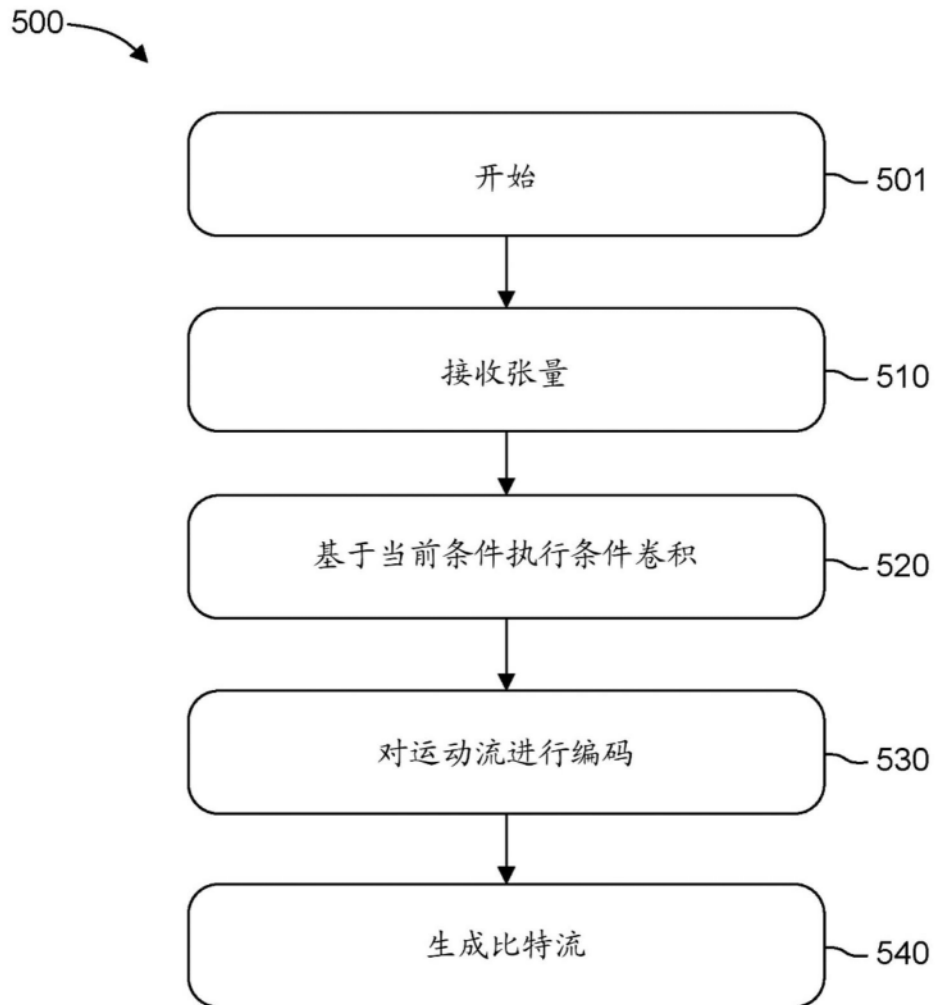


图5

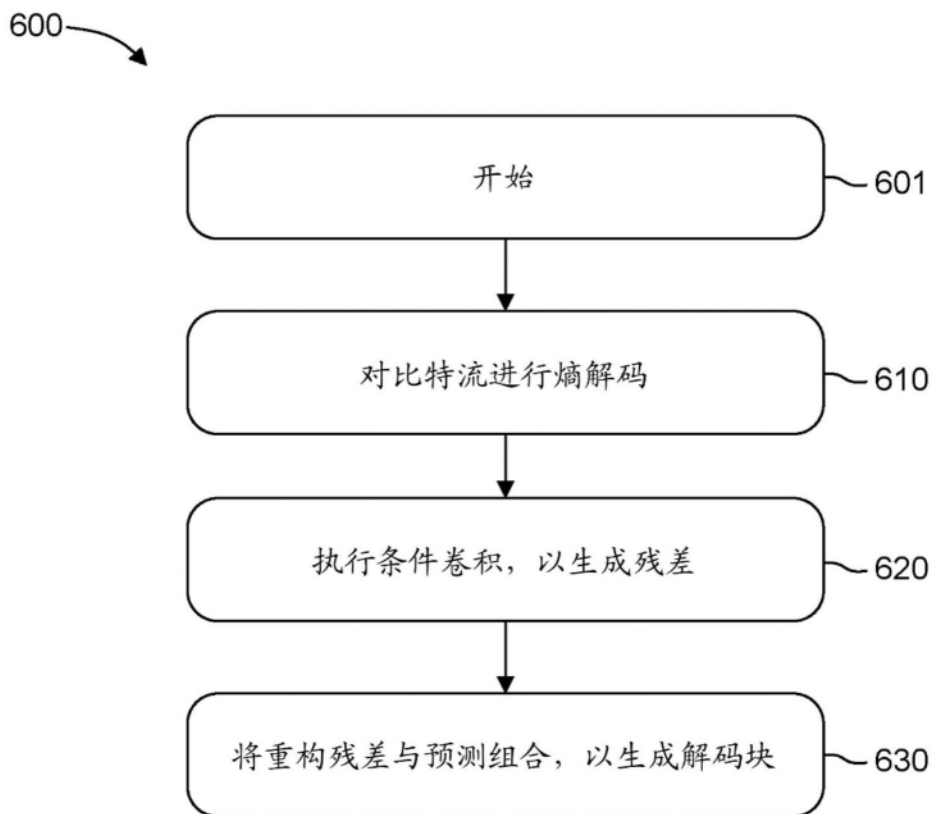


图6

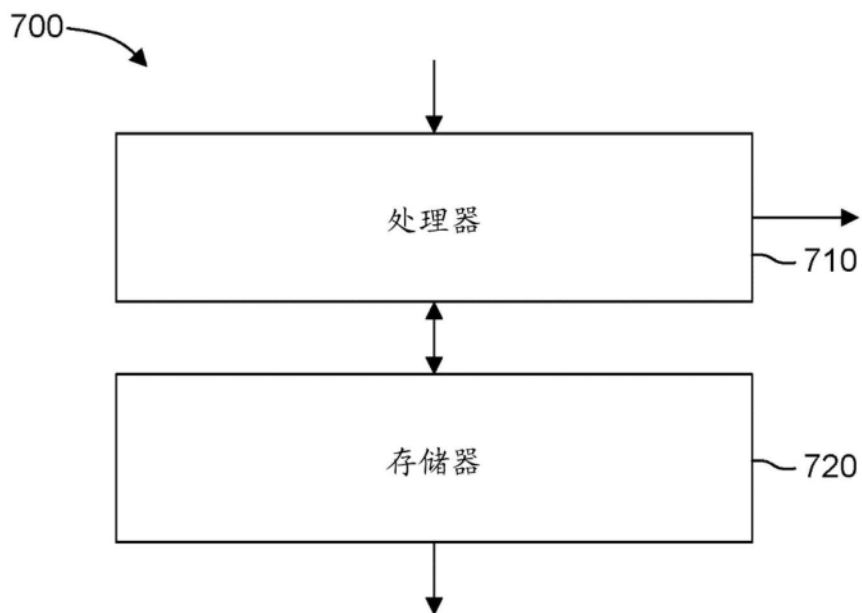


图7

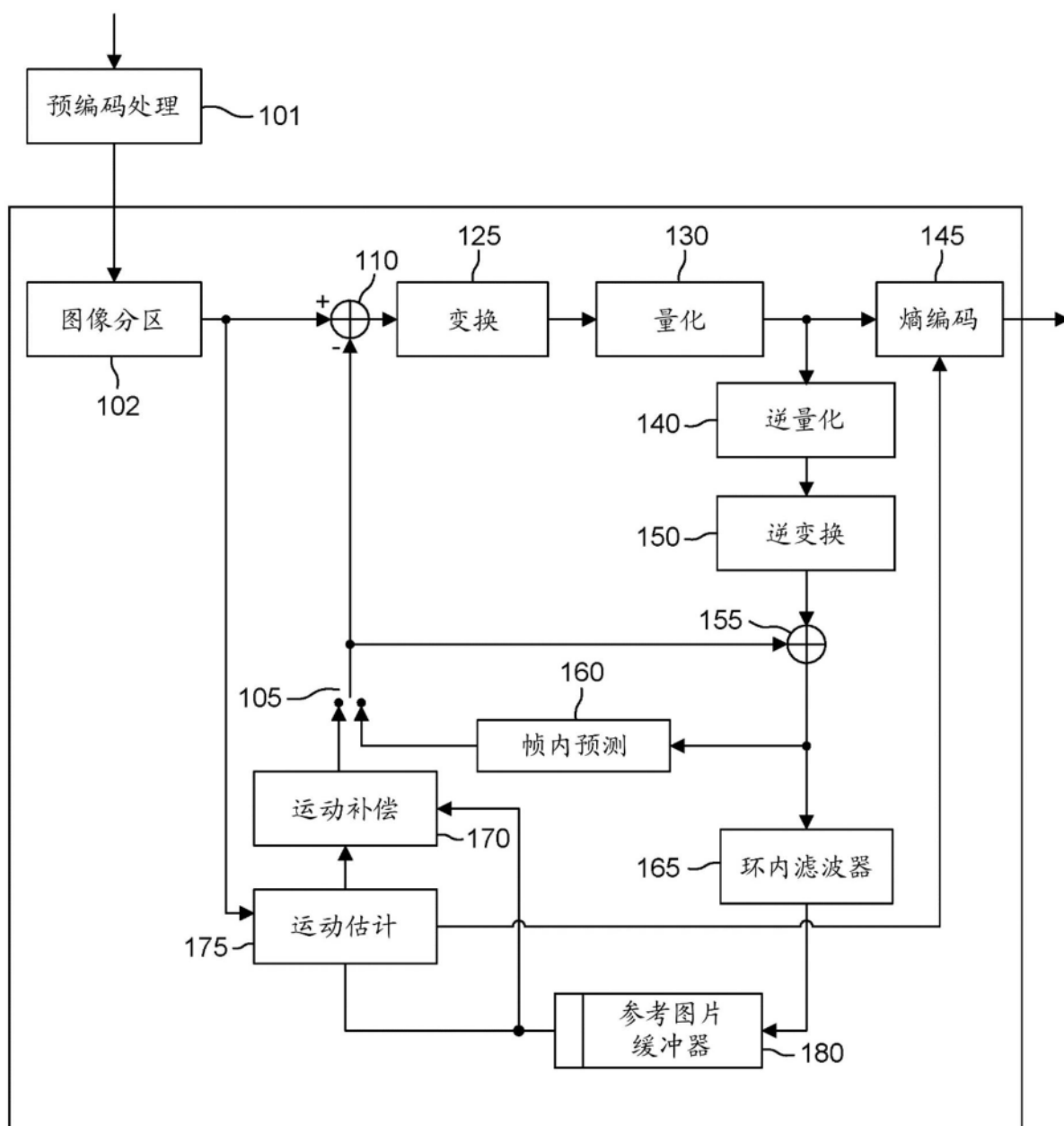


图8

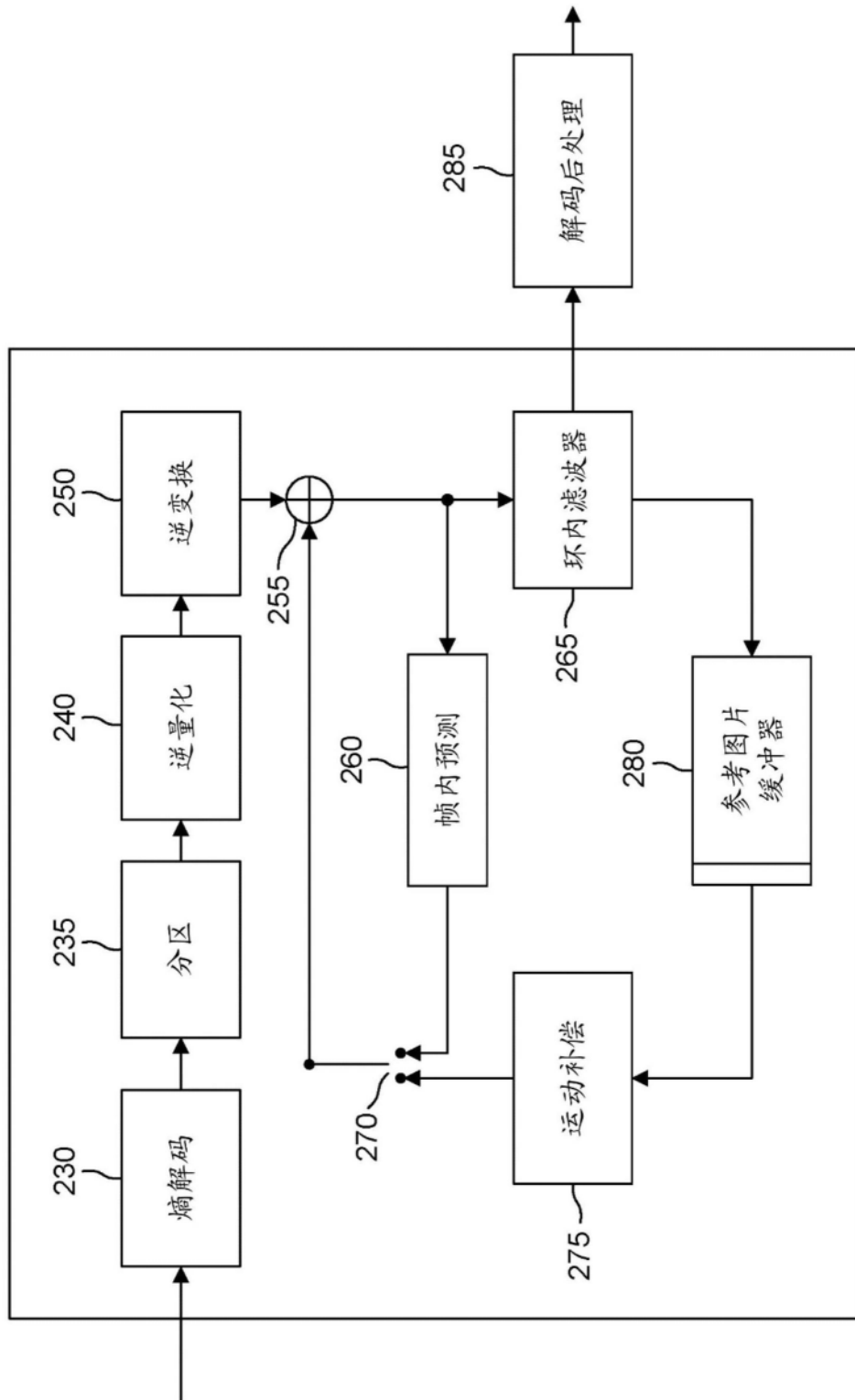


图9

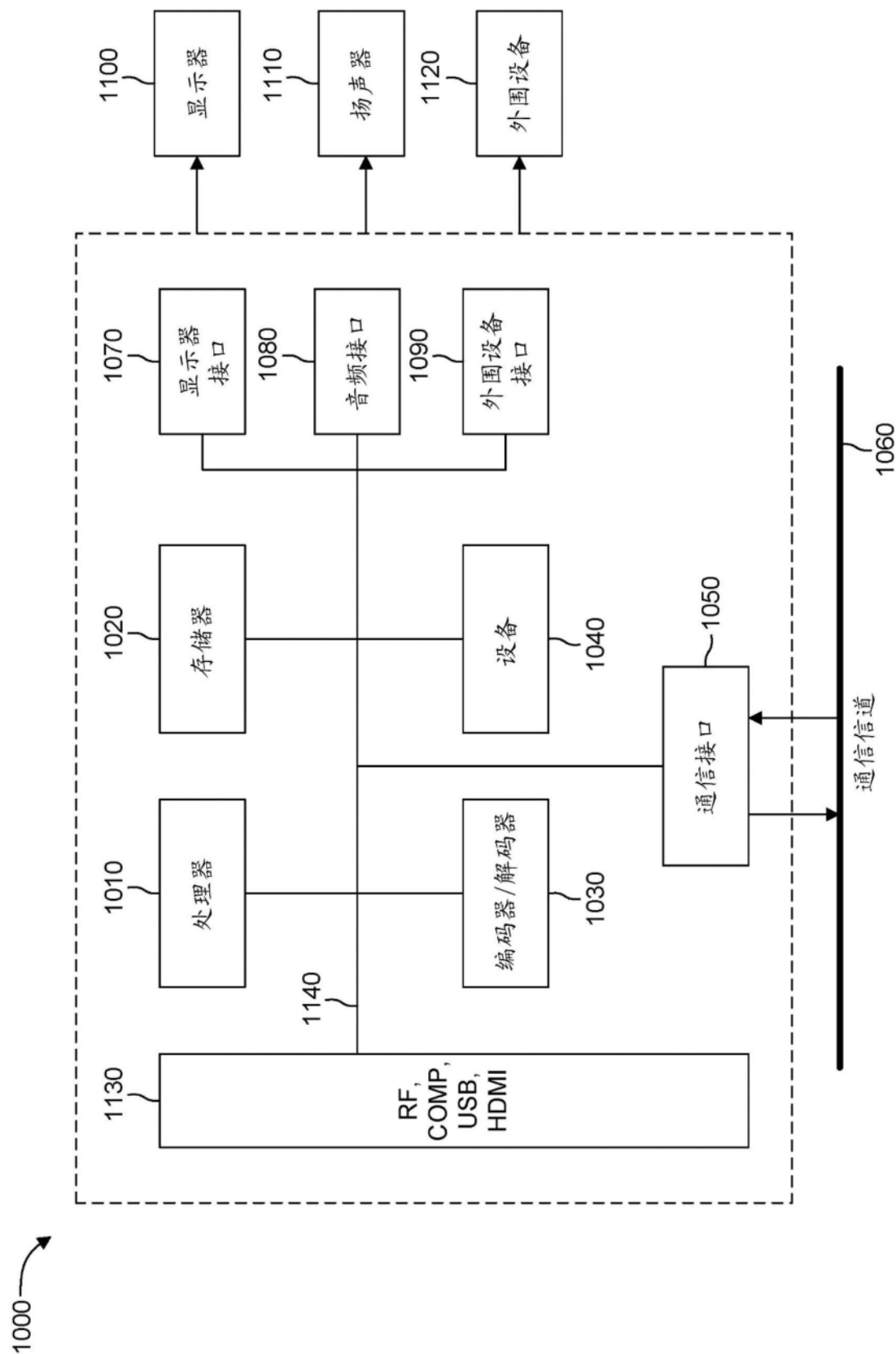


图10