



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105230020 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201480027019. 3

(22) 申请日 2014. 07. 15

(30) 优先权数据

61/846, 130 2013. 07. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 11. 12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2014/082221 2014. 07. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/007200 EN 2015. 01. 22

(71) 申请人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业园区新竹市笃行一路一号

(72) 发明人 向时达 黄毓文

(74) 专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 白华胜 王蕊

(51) Int. Cl.

H04N 19/50(2006. 01)

权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

用于视频编码的采样自适应偏移处理的方法

(57) 摘要

本发明提供一种在视频编码系统中用于已重建图片的改进的采样自适应偏移处理的方法,以改善性能。在一个示例中,采样自适应偏移的符号阈值被引入以确定在当前已重建像素和相邻已重建像素之间的符号差值。大于负的采样自适应偏移的符号阈值并小于正的采样自适应偏移的符号阈值的差值范围被分配的符号值为0。在另一个示例中,采样自适应偏移的偏移值通过将采样自适应偏移的偏移符号与一个结果相乘而得到,该结果自采样自适应偏移的比特偏移值应用左偏移至绝对采样自适应偏移的偏移值而得到。在又一实施方式中,绝对采样自适应偏移的偏移值通过截断 Rice 编码来编码并且最大的截断 Rice 值由语法元素来指示。

slice_segment_header{ 1 }	符号	} 910
.....		
if (sample_adaptive_offset_enabled_flag) {		
slice_sao_luma_flag	u(1)	
if (ChromaArrayType > 0) {		
slice_sao_chroma_flag	u(1)	
}		
if (slice_sao_bypass_flag && adaptive_sao_bit_shift_active_flag) {		
sao_luma_bit_shift	ue(v)	
if (slice_sao_chroma_flag && adaptive_sao_bit_shift_active_flag) {		
sao_chroma_bit_shift	ue(v)	
}		
.....		
}		

1. 一种用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该方法包括:

接收与已重建图片相关的输入数据;

确定在当前已重建像素和第一相邻已重建像素之间的第一差值和在该当前已重建像素和第二相邻已重建像素之间的第二差值;

基于该第一差值和采样自适应偏移符号阈值,确定第一采样自适应偏移符号;其中若该第一差值大于或等于该采样自适应偏移的符号阈值,则该第一采样自适应偏移符号等于 1;若该第一差值小于或等于负采样自适应偏移的符号阈值,则该第一采样自适应偏移符号等于 -1;以及若该第一差值的绝对值小于该采样自适应偏移的符号阈值,则该第一采样自适应偏移符号等于 0;

基于该第二差值和该采样自适应偏移符号阈值,确定第二采样自适应偏移符号;其中若该第二差值大于或等于该采样自适应偏移的符号阈值,则该第二采样自适应偏移符号等于 1;若该第二差值小于或等于负采样自适应偏移的符号阈值,则该第二采样自适应偏移符号等于 -1;以及若该第一差值的绝对值小于该采样自适应偏移的符号阈值,则该第一采样自适应偏移符号等于 0;

根据该第一采样自适应偏移符号和该第二采样自适应偏移符号,确定用于该当前已重建像素的边缘偏移归类索引;以及

通过将与该边缘偏移归类索引相关的采样自适应偏移的偏移值与该当前已重建像素相加,来补偿该当前已重建像素。

2. 根据权利要求 1 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该第一相邻已重建像素、该当前已重建像素、和该第二相邻已重建像素对应于在水平的方向、垂直方向、45 度角方向或 135 度角方向上的三个连续的像素。

3. 根据权利要求 1 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的符号阈值的语法元素在比特流中被发送。

4. 根据权利要求 3 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的符号阈值的该语法元素在比特流中的切片头中被发送。

5. 根据权利要求 1 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,根据率失真优化过程,该采样自适应偏移的符号阈值在该视频编码系统的编码端被确定。

6. 根据权利要求 1 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,根据采样自适应偏移偏移符号、绝对采样自适应偏移偏移值和采样自适应偏移的比特偏移值,与用于该当前已重建像素的该边缘偏移归类索引相关的该采样自适应偏移的偏移值被确定;以及该采样自适应偏移的偏移值由该采样自适应偏移的偏移符号和一个结果相乘来得到,将该采样自适应偏移的比特偏移值应用左偏移至该绝对采样自适应偏移的偏移值而得到该结果。

7. 根据权利要求 6 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的比特偏移值的语法元素在比特流中被发送。

8. 根据权利要求 7 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方

法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的比特偏移值的该语法元素在比特流的切片头中被发送。

9. 根据权利要求 6 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该绝对采样自适应偏移的偏移值由截断 Rice 编码来编码,以及最大截断 Rice 值由语法元素指示。

10. 根据权利要求 1 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该采样自适应偏移的偏移值的绝对采样自适应偏移的偏移值由截断 Rice 编码来编码以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示。

11. 一种用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该方法包括:
接收与已重建的图片相关的输入数据;

基于该当前已重建像素和相邻已重建像素,确定用于当前已重建像素的边缘偏移归类索引或带偏移起始带位置;

根据采样自适应偏移的偏移符号、绝对采样自适应偏移的偏移值、和采样自适应偏移的比特偏移值,确定与用于该当前已重建像素的该边缘偏移归类索引或该带偏移起始带位置相关的采样自适应偏移的偏移值;该采样自适应偏移的偏移值通过将该采样自适应偏移的偏移符号和一个结果相乘来得到,将该采样自适应偏移的比特偏移值应用左偏移至该绝对采样自适应偏移的偏移值来得到该结果;以及

通过将与该边缘偏移归类索引或该带偏移起始带位置相关的该采样自适应偏移的偏移值和该当前已重建像素相加,来补偿该当前已重建像素。

12. 根据权利要求 11 所述的用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,当与该当前已重建像素相关的量化参数小于第一阈值,以及该第一阈值依赖于视频数据的比特深度时,该采样自适应偏移的比特偏移值被设置为 0。

13. 根据权利要求 11 所述的用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的比特偏移值的语法元素在比特流中被发送。

14. 根据权利要求 13 所述的用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,对应于该采样自适应偏移的比特偏移值的语法元素在比特流中的序列级、图片级、或切片级被发送。

15. 根据权利要求 11 所述的用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该绝对采样自适应偏移的偏移值由截断 Rice 编码来编码以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示。

16. 根据权利要求 15 所述的用于视频编码系统的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该语法元素在比特流的切片头中被发送。

17. 一种用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,
其特征在于,该方法包括:

接收与已重建图片相关的输入数据;

确定与边缘偏移归类索引相关的采样自适应偏移的偏移值,其中每一个采样自适应偏移的偏移值的绝对值由截断 Rice 编码来编码以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示;

基于该当前已重建像素和相邻已重建像素,确定用于当前已重建像素的当前边缘偏移归类索引;以及

将对应于该边缘偏移归类索引的该采样自适应偏移的偏移值与该当前已重建像素相加,来补偿该当前已重建像素。

18. 根据权利要求 17 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,分离的最大截断 Rice 值用于该视频编码系统的视频数据的不同颜色组分。

19. 根据权利要求 17 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,该语法元素在比特流的图片级、切片级被发送。

20. 根据权利要求 17 所述的用于视频编码系统的边缘偏移的采样自适应偏移处理的方法,其特征在于,根据率失真优化过程,该最大截断 Rice 值在该视频编码系统的编码器端被确定。

用于视频编码的采样自适应偏移处理的方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本发明主张在 2013 年 7 月 15 日提出的申请号为 61/846,130、标题为“Method and Apparatus for Image and Video Coding with Modified Sample-Adaptive Offset Processing”的美国临时专利申请案的优先权。因此在全文中合并参考该美国临时专利申请案。

技术领域

[0003] 本发明是有关于采样自适应偏移 (sample adaptive offset, SAO) 处理,特别是有关于改善采样自适应偏移处理的性能的改进的采样自适应偏移处理。

背景技术

[0004] 运动估计是有效的帧间编码技术,该帧间 (inter-frame) 编码技术利用在视频序列中的时间冗余 (redundancy)。运动补偿帧间编码已广泛地用于各种国际编码标准中。在各种编码标准中采用的运动估计通常为基于块的技术,其中运动信息,例如编码模式和运动向量,被确定以用于每一个宏块或相似的块配置。此外,帧内编码 (intra-coding) 也可以自适应地应用,其中,被处理的图片不需要参考其他任意图片。帧间预测或帧内预测残差 (residues) 通常由变换、量化,和熵编码来做进一步的处理,以产生已压缩的视频比特流。在编码过程中,编码伪影 (artifacts) 被引入,特别是在量化过程中。为减轻编码伪影,额外的 (additional) 处理已应用于已重建的视频,以提高在新的编码系统中的图片品质。额外的处理通常被配置为在环 (in-loop) 操作,以使得编码器和解码器可得到相同的参考图片,以改善系统的性能。高效率视频编码 (HEVC) 为视频编码联合组 (JCT-VC) 开发的新一代国际视频编码标准。

[0005] 图 1 描述了基于高效率视频编码的利用自适应帧间 / 帧内预测的视频编码器的系统方框图。在系统中,图片被分为多个非重叠的最大编码单元,或称为编码树区块 (CTBs)。对于帧间预测来说,基于来自其他图片的视频数据,运动估计 / 运动补偿 (在图中表示为 ME/MC) 112 提供预测数据。开关 114 自帧内预测 110 选择帧内预测数据或自运动估计 / 运动补偿 112 选择帧间预测数据。选择的预测数据 136 被提供至加法器 116,使得输入视频数据减去选择的预测数据 136,以便形成预测误差 (也称为残差)。然后,预测误差由变换 (在图中表示为 T) 118 和随后的量化 (在图中表示为 Q) 120 处理。然后,已变换和已量化的残差由熵编码器 122 编码,以形成对应于已压缩的视频数据的视频比特流。然后,与变换系数相关的比特流与边信息 (side information) (例如,运动、模式、以及与图像区域相关的其他信息) 一起包装。边信息也可经过熵编码以降低需要的带宽。相应地,如图 1 所示,与边信息相关的数据被提供至熵编码器 122。当帧间预测模式被使用时,参考图片也需要在编码器端重建。同时,已变换和已量化的残差由逆量化 (在图中表示为 IQ) 124 和逆变换 (在图中表示为 IT) 126 来处理,以恢复残差。然后,残差在重建 128 处与预测数据 136 相加以重建视频数据。重建的视频数据可被存储于参考图片缓冲器 134 中,并用于其他帧的预测。

[0006] 如图 1 所示,输入的视频数据经过编码系统中的一系列处理。由于一系列的处理,自重建 128 的已重建的视频数据受到各种减损 (impairments)。相应地,为改善视频质量,在已重建的视频数据被存储于参考图片缓冲器 134 之前,各种在环处理被应用于已重建的视频数据。在正开发的高效率视频编码标准中,解区块滤波器 (Deblocking Filter) (在图中表示为 DF) 130 和采样自适应偏移 (在图中表示为 SAO) 131 已被开发来提高图片质量。在环滤波器信息可包括于比特流中,以使得解码器可适当地恢复需要的信息。因此,自采样自适应偏移的在环滤波器信息被提供于熵编码器 122,以包括于比特流中。

[0007] 当前高效率视频编码标准可仅支持 4:0:0 和 4:2:0 图片采样格式,该图片采样格式用于每一个颜色组分的像素深度等于 8 比特或 10 比特。然而,HEVC 的扩展版本被开发以用于高保真度类别 (level) (例如超高清电视) 的新兴视频编码应用。扩展的 HEVC 标准能够进一步支持 YUV4:2:2, YUV4:4:4 和 RGB4:4:4 图片格式,以及用于每一个颜色组分的像素深度可进一步支持 12 比特和 16 比特。

[0008] 在 HEVC 标准中,采样自适应偏移 (sample-adaptive offset, SAO) 处理用于降低已重建的图片的失真。采样自适应偏移处理在解区块滤波之后处理,并作为非解区块滤波操作的一部分。图 2 描述了基于 HEVC 的包括解区块滤波器和采样自适应偏移的解码器的系统方框图。由于编码器也可包括本地解码器以用于重建视频数据,一些解码器组分也被用于编码器中。对于解码器来说,熵解码器 222 用于解析并恢复与残差、运动信息、及其他控制数据相关的已编码的语法元素。开关 214 选择帧内预测或帧间预测以及选择的预测数据被提供至重建 228,以与已重建的残差合并。除对已压缩的视频数据执行熵解码之外,熵解码 222 也负责熵解码边信息并提供边信息至各自的区块。举例来说,帧内模式信息被提供至帧内预测和重建图片缓冲器 210,帧间模式信息被提供至运动补偿 212,采样自适应偏移信息被提供至采样自适应偏移 232,以及残差被提供至逆量化 224。残差由逆量化 224、逆变换 226 和随后的重建 228 处理过程来处理,以重建视频数据。此外,自重建 228 的已重建的数据经过一系列的处理并受到强度偏移 (intensity shift),该处理包括如图 2 所示的逆量化 224 和逆变换 226。已重建的视频数据进一步由解区块滤波器 230 和采样自适应偏移 232 来处理。

[0009] 采样自适应偏移的概念为根据已重建像素的相邻像素值,归类已重建像素至多个分类 (category) 中。然后每一个分类被分配比特流中已编码的偏移值,以及已重建信号的失真通过将偏移加至每一个分类中的已重建像素中来降低。在 HEVC 标准中,采样自适应偏移工具支持两种像素分类方法:带偏移 (band offset, BO) 和边缘偏移 (edge offset, EO)。

[0010] 如图 3 所示,对于带偏移来说,已重建的像素通过量化像素值 (magnitude) 被归类于带中。然后,偏移值被得到以用于每一个带,来降低带中已重建的像素的失真。通过起始带位置识别的一组偏移被选择并被编码于比特流中。对于每一颜色组分 (亮度或色度组分),采样自适应偏移算法可将一个图片分割为非重叠区域,以及每一个区块可在 (具有起始带位置的) 带偏移、四个边缘偏移类型 (类别),以及不处理 (关闭 OFF) 之间选择一个采样自适应偏移类型。采样自适应偏移分割可与编码树区块边界对齐以促进基于编码树区块的处理。在一个图片中的偏移值的总数取决于区域分割的数目和每一个区域选择的采样自适应偏移类型。

[0011] 对于边缘偏移来说,已重建的像素通过将当前像素与其相邻像素在如图 4 所示的

边缘偏移类型识别的方向上来归类于分类中。表 1 列举了根据 HEVC 的用于边缘偏移像素分类的决策,其中“c”表示要被归类的当前像素。根据现有的 HEVC 标准,用于当前像素“c”的分类索引 cat_idx 由以下内容确定:

[0012] $\text{cat_idx} = \text{sign}(c-c_1) + \text{sign}(c-c_{-1}) + 2$, 以及 (1)

$$[0013] \quad \text{sign}(x) = \begin{cases} 1 & ; x > 0 \\ 0 & ; x = 0 \\ -1 & ; x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

[0014] 其中,如图 4 所示,“c₁”和“c₋₁”为对应于给定边缘偏移类型的相邻像素。具有用于不同方向的相邻像素的选择的四种边缘偏移类型也如图 4 所示。偏移值被得到以用于每一个类型的所有像素。分别对应于分类索引 1~4 的 4 个偏移值被编码以用于在 HEVC 中的一个编码树区块 (CTB)。

[0015] Table 1.

[0016]

分类	条件
1	C< 两个相邻像素
2	C< 一个相邻像素 && C == 一个相邻像素
3	C> 一个相邻像素 && C == 一个相邻像素
4	C> 两个相邻像素
0	以上都不是

[0017] 边缘偏移归类 (classification) 的分类 (category) 具有与三个连续采样相关的一些物理意义。如图 5 所示,显示的三个相邻像素的场景用于对应的分类。举例来说,分类 1 对应于谷值 (valley) 以及分类 4 对应于峰值 (peak)。

[0018] 在 HEVC 中,图片被分割为多个非重叠编码树单元 (CTU),每一个编码树单元由多个编码树区块构成,以及每一个编码树区块用于一个颜色组分。每一个编码树区块可选择 不处理 (no processing) (SA0-off) 或应用采样自适应偏移类型或类别 (即,具有起始带位置索引的带偏移、0 度边缘偏移、90 度边缘偏移、135 度边缘偏移、以及 45 度边缘偏移) 中的一个。如图 6 所示,为进一步降低边信息,当前编码树区块的采样自适应偏移参数可通过利用合并语法 (Merge syntax),重使用其上端或左端的编码树区块。采样自适应偏移语法由语法 sao_merge_left_flag,语法 sao_merge_up_flag,语法 sao_type_idx_luma,语法 sao_type_idx_chroma,语法 sao_eo_class_luma,语法 sao_eo_class_chroma,语法 sao_band_position,语法 sao_offset_abs,和语法 sao_offset_sign 构成。语法 sao_merge_left_flag 指示当前编码树区块重使用左侧编码树区块的参数。语法 sao_merge_up_flag 表示当前编码树区块重使用上端编码树区块的参数。语法 sao_type_idx 表示已选择的采样自适应偏移类型 (即,分别用于亮度组分和色度组分的语法 sao_type_idx_luma 和语法 sao_type_idx_chroma)。语法 sao_eo_class_luma 和语法 sao_eo_class_chroma 分别表示用于

亮度和色度的已选择的边缘偏移类型。语法 `sao_band_position` 表示已选择的带的起始带位置。`cIdx` 指示三个颜色组分中的一个。进一步,采样自适应偏移处理被分别应用于视频数据的不同颜色组分。颜色组分可对应于 (Y, Cb, Cr), (Y, U, V) 或 (R, G, B)。

[0019] 语法 `sao_offset_abs` 表示偏移量 (magnitude) 以及语法 `sao_offset_sign` 表示偏移信号。根据以下内容,确定偏移值采样自适应偏移 `OffsetVal` :

[0020] $SaoOffsetVal =$

[0021] $offsetSign * Sao_offset_abs \ll (bitDepth - \text{Min}(bitDepth, 10)), \quad (3)$

[0022] 其中, `bitDepth` 为用于原始像素 (raw pixel) 的每一个组分的比特数,当 `sao_offset_sign` 为 1 时, `offsetSign` 等于 -1, 否则等于 1。根据现有的 HEVC 标准利用由如下公式得到的参数的截断 Rice (truncated Rice, TR) 二进制过程,语法 `sao_offset_abs` 被熵编码:

[0023] $cMax = (1 \ll (\text{Min}(bitDepth, 10) - 5)) - 1, \quad (4)$

[0024] 其中, Rice 参数 `cRiceParam` 等于 0。截断 Rice 编码在视频编码领域是公知的。TR 编码包括由已截断一元 (truncated unary, TU) 编码表示的前缀部分 (prefix part) 以及由没有截断的固定长度编码字表示的剩余部分。

[0025] 图 7 描述了当前编码树单元没有与左侧或上端编码树单元合并时用于编码树单元级采样自适应偏移信息的编码过程。请注意,边缘偏移类别和带位置为一种子类别 (sub-class) 或子类型以描述采样自适应偏移类型信息。

[0026] 如图 7 所示,在步骤 710 中,采样自适应偏移类型决策被做出。若为边缘偏移类型,则在比特流中无符号的亮度偏移 (步骤 712) 和亮度边缘偏移类别 (步骤 714) 被编码。若采样自适应偏移类型为带偏移,则在比特流中有符号的亮度偏移 (步骤 716) 和亮度带位置 (步骤 718) 被编码。若采样自适应偏移类型被关闭,则没有其他采样自适应偏移信息被发送以及流程进入步骤 720。用于色度组分的相似的采样自适应偏移信息如下所示。若色度组分选择边缘偏移,则无符号的色度组分 Cb 偏移 (步骤 722)、色度边缘偏移类别 (步骤 724) 和无符号的色度组分 Cr 偏移 (步骤 726) 被发送。若色度组分选择带偏移,则有符号的色度组分 Cb 偏移 (步骤 732)、色度组分 Cb 带位置 (步骤 734)、有符号的色度组分 Cr 偏移 (步骤 736) 和色度组分 Cb 带位置 (步骤 738) 被发送。采样自适应偏移类型被关闭以用于色度组分,没有其他采样自适应偏移信息被发送以及流程进入步骤 740。

[0027] 尽管在现有的 HEVC 标准中的采样自适应偏移过程能够通过自适应地补偿本地强度偏移来改善性能,但是需要进一步尽可能提高性能以实现总体效率目标。

发明内容

[0028] 本发明提供一种在视频编码系统中用于已重建图片的改进的采样自适应偏移处理的方法,以改善性能。在一个示例中,采样自适应偏移的符号阈值被引入以确定在当前已重建像素和相邻已重建像素之间的符号差值。大于负的采样自适应偏移的符号阈值并小于正的采样自适应偏移的符号阈值的差值范围被分配的符号值为 0。两个采样自适应偏移符号被确定以用于在当前已重建像素和两个对应的相邻已重建像素之间的两个差值。然后,基于两个采样自适应偏移符号,用于当前已重建像素的边缘偏移归类索引被确定。然后,当前已重建像素被相应地采样自适应偏移补偿。当前已重建像素和两个对应的相邻已重建像

素对应于水平方向、垂直方向、45 度角方向或 135 度角方向的三个连续像素。对应于采样自适应偏移的符号阈值的语法元素可在比特流（例如，切片头）中被发送。根据率失真优化过程，采样自适应偏移的符号阈值可在视频编码系统的编码器端被确定

[0029] 在另一示例中，根据采样自适应偏移的偏移符号、绝对采样自适应偏移的偏移值和采样自适应偏移的比特偏移值，与用于当前已重建像素的边缘偏移归类索引或带偏移的起始带位置相关的采样自适应偏移的偏移值可被确定。其中，采样自适应偏移的偏移值通过将采样自适应偏移的偏移符号与一结果相乘而得到，该结果自采样自适应偏移的比特偏移值应用左偏移至绝对采样自适应偏移的偏移值而得到。当与当前已重建像素相关量化参数小于第一阈值以及第一阈值依赖于视频数据的比特深度时，采样自适应偏移的比特偏移值可被设置为 0。对应于采样自适应偏移的比特偏移值的语法元素在比特流中被发送，例如，切片头。

[0030] 在又一实施方式中，绝对采样自适应偏移的偏移值通过截断 Rice 编码来编码以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示。分离的最大截断 Rice 值可用于视频编码系统的视频数据的不同颜色组分。用于最大截断 Rice 值的语法元素可在比特流的图片级、切片级中被发送。根据率失真优化过程，最大截断 Rice 值在视频编码系统的编码器端被确定。

[0031] 上述独立的改进的采样自适应偏移过程也可以组合。

附图说明

[0032] 图 1 描述了基于高效率视频编码标准的包括采样自适应偏移处理的示范性视频编码系统的方框图。

[0033] 图 2 描述了基于高效率视频编码标准的包括采样自适应偏移处理的示范性视频解码系统的方框图。

[0034] 图 3 描述了根据由高效率视频编码标准使用的带偏移的通过将强度分区为多个带的采样自适应偏移处理的示意图。

[0035] 图 4 描述了对应于高效率视频编码标准使用的 0 度、90 度、135 度、和 45 度的四个边缘偏移类型的示意图。

[0036] 图 5 描述了对应于各种边缘偏移分类的示范性相邻像素特征的示意图。

[0037] 图 6 描述了共用相邻区块的采样自适应偏移信息的示意图，其中当前编码树单元可重使用左侧或上端编码树单元的采样自适应偏移参数。

[0038] 图 7 描述了当当前编码树单元不与左侧或上端编码树单元合并时传输编码树单元级采样自适应偏移信息的编码处理的示意图。

[0039] 图 8 描述了根据本发明实施方式的包括在序列级的采样自适应偏移的比特偏移标志的示范性语法设计的示意图。

[0040] 图 9 描述了根据本发明实施方式的在切片头中用于亮度和色度组分的采样自适应偏移的比特偏移值的示范性语法设计的示意图。

[0041] 图 10 描述了根据本发明实施方式的在序列级用于亮度和色度组分的采样自适应偏移的比特偏移值的示范性语法设计的示意图。

[0042] 图 11 描述了根据本发明实施方式的包括采样自适应偏移的符号阈值的改进的采样自适应偏移处理的示范性流程图。

[0043] 图 12 描述了根据本发明实施方式的包括改进的采样自适应偏移处理的改进的采样自适应偏移处理的示范性流程图,其中采样自适应偏移的偏移值通过将采样自适应偏移的偏移符号与一个结果相乘得到,该结果通过将采样自适应偏移的比特偏移值左偏移至绝对采样自适应偏移的偏移值来得到。

[0044] 图 13 描述了根据本发明实施方式的包括改进的采样自适应偏移处理的改进采样自适应偏移处理的示范性流程图,其中绝对采样自适应偏移的偏移值由截断 Rice 编码来编码以及最大截断 Rice 编码值由语法元素来指示。

具体实施方式

[0045] 为改善现有的高效率视频编码标准中采样自适应偏移处理的性能,本发明揭示了一种改进的采样自适应偏移处理方法。改进的采样自适应偏移处理方法涉及引入新语法元素的改进处理。

[0046] 根据本发明的实施方式,介绍了改进的采样自适应偏移的符号确定方法。根据现有 HEVC 标准,采样自适应偏移的符号为在公式 (1) 和公式 (2) 中直接描述的当前采样值 (c) 和相邻采样值 (c_1 或 c_{-1}) 之间的根本差值 (underlying difference) 的符号。因此,根本差值等于 0 时,对应的 *sao_sign* 为 0。本发明的实施方式通过引入采样自适应偏移的符号阈值 *sao_sign_thre*, 扩展要被分配 0 值的根本差值的数值范围。根据本发明实施方式的根本差值的采样自适应偏移符号根据如下公式来确定:

$$[0047] \quad \text{sao_sign}(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x \geq \text{saoSignThre} \\ 0 & ; \quad |x| < \text{saoSignThre} \\ -1 & ; \quad x \leq -\text{saoSignThre}, \end{cases} \quad (5)$$

[0048] 其中,变量 *saoSignThre* 由语法元素 *sao_sign_thre* 来指定。

[0049] 相应地,大于 $-\text{saoSignThre}$ 小于 *saoSignThre* 的根本差值将具有分配为 0 值的 *sao_sign*。与此同时,与 *sao_sign* 值 (1 和 -1) 相关的数据范围将被减少。语法元素 *sao_sign_thre* 被利用于改进的采样自适应偏移处理中,以用于边缘偏移类型的像素归类。适当的 *sao_sign_thre* 值被选择以用于序列、图片、切片、或其他图片单元以获得改善的性能。举例来说,编码器可使用率失真 (rate-distortion) 过程以确定获得最佳性能的 *sao_sign_thre* 值。根据改进的采样自适应偏移处理过程的用于当前像素“c”的分类索引 *cat_idx* 以与 HEVC 标准相同的方式来确定,即:

$$[0050] \quad \text{cat_idx} = \text{sao_sign}(c - c_1) + \text{sao_sign}(c - c_{-1}) + 2 \quad (6)$$

[0051] 在另一实施方式中,对现有的 HEVC 标准的采样自适应偏移处理过程的第二改进与采样自适应偏移的偏移值 *SaoOffsetVal* 的表示相关。语法元素 *sao_bit_shift* 被利用于表示偏移值 *SaoOffsetVal* 的改进的采样自适应偏移处理过程中,如下所示:

$$[0052] \quad \text{SaoOffsetVal} =$$

$$[0053] \quad \text{offsetSign} * (\text{sao_offset_abs} \ll \text{saoBitShift}), \quad (7)$$

[0054] 其中变量 *saoBitShift* 由语法元素 *sao_bit_shift* 来指示。此外,根据现有的 HEVC 标准,用于左移操作以获得 *SaoOffsetVal* 的值为 $(\text{bitDepth} - \text{Min}(\text{bitDepth}, 10))$ 。伴随得到采样自适应偏移的偏移值与新语法元素 *sao_bit_shift* 的改进的采样自适应偏移操作能够改善性能,特别是高采样比特深度的性能。采样自适应偏移处理的第二改进可应用于边

缘偏移、带偏移,及其组合。

[0055] 根据本发明实施方式的发送 `sao_bit_shift` 的采样语法设计如图 8 和图 9 所示。在图 8 中,当采样自适应偏移由采样自适应偏移使能标志 `sample_adaptive_offset_enabled_flag` 指示而被使能时,采样自适应偏移的比特偏移标志 (`bit shift flag`) `adaptive_sao_bit_shift_active_flag` 包括于序列参数集原始字节序列载荷 (`raw byte sequence payload, RBSP`) 语法中。相关的语法元素由图 8 中的参考号 (`reference number`) 810 指示。若采样自适应偏移的比特偏移标志的值为 1,则意味着 `sao_luma_bit_shift` 和 `sao_chroma_bit_shift` 将出现在切片分片 (`segment`) 头中。若采样自适应偏移的比特偏移标志的值为 0,则意味着 `sao_luma_bit_shift` 和 `sao_chroma_bit_shift` 将不出现在切片分片头中。当不出现时,采样自适应偏移的比特偏移标志的值被推断为 0。语法元素 `sao_luma_bit_shift` 指示用于得到采样自适应偏移的偏移值以用于亮度采样的参数。在一个实施方式中,`sao_luma_bit_shift` 的值可从 0 (含) 到 BitDepth_y-6 (含)。当不出现时,`sao_luma_bit_shift` 的值被推断为 $\text{bitDepth}_y-\text{Min}(\text{bitDepth}_y, 10)$ 。语法元素 `sao_chroma_bit_shift` 指示用于得到色度采样的采样自适应偏移的偏移值的参数。`sao_chroma_bit_shift` 的值可从 0 (含) 到 BitDepth_c-6 (含)。当不出现时,`sao_chroma_bit_shift` 的值被推断为 $\text{bitDepth}_c-\text{Min}(\text{bitDepth}_c, 10)$ 。在图 9 中,描述了在切片分片头中包括 `sao_luma_bit_shift` 和 `sao_chroma_bit_shift` 的采样语法设计,如参考号 910 所示。

[0056] 图 10 描述了包括本发明实施方式的另一采样语法设计的示意图,其中 `sao_luma_bit_shift` 和 `sao_chroma_bit_shift` 包括于图片参数集 RBSP 中,其由参考号 1010 所示。采样自适应偏移的比特偏移可包括于视频比特流的其他位置中,例如序列级中。

[0057] 在 HEVC 标准中,绝对偏移值利用截断 Rice 码来编码。截断 Rice 码的 Rice 参数 (`cRiceParam`) 被设置为 0,最大可能值 (`cMax`) 根据公式 (4) 设置。根据本发明实施方式的改进的采样自适应偏移处理利用新语法元素 `sao_offset_max` 来直接代表最大偏移值 (`cMax`)。对于如下所示的 `cMax` 和 `cRiceParam`,语法元素 `sao_offset_abs` 可利用相应的截断 Rice 二进制处理而被熵编码。

[0058] $cMax = \text{saoOffsetMax}$, 以及 $cRiceParam = 0$

[0059] 其中,变量 `saoOffsetMax` 由语法元素 `sao_offset_max` 来指示。

[0060] 当与当前已重建像素相关的量化参数 (`quantization parameters, QP`) 小于一个阈值时,采样自适应偏移的比特偏移值可被设置为 0。举例来说,该阈值可依赖于视频数据的比特深度,其中更小的阈值可用于更大的比特深度。

[0061] 如表 2~4 的分别在各种编码层 (主层,高层和超高层) 的所有帧内 (ALL Intra)、随机存取以及低延迟 B 图片编码配置所示,包括本发明实施方式的根据改进的采样自适应偏移处理的视频编码系统的性能与基于 H.264 的现有系统的性能进行比较。描述用于各自的视频组分 (Y, U 和 V) 的 BD 率差异。BD 率中的负值指示本发明具有更佳的性能。如表 2~4 所示,用于包括本发明实施方式的各自组分 (Y, U 和 V) 的 BD 率降低 0.1%~1.6%。

[0062] 表 2

[0063]

	所有帧内主层 (All Intra Main-tier)			所有帧内高层 (All Intra High-tier)			所有帧内超高层 (All Intra Super-High-tier)		
	Y	U	V	Y	U	V	Y	U	V
RGB 4:4:4	-0.3%	-0.2%	-0.3%	-0.2%	-0.1%	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.1%
YCbCr 4:4:4	-0.3%	-0.3%	-0.4%	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.2%	-0.2%	-0.2%
YCbCr 4:2:2	-0.1%	-0.6%	-0.9%	-0.1%	-0.2%	-0.4%	-0.1%	-0.1%	-0.2%
总览	-0.2%	-0.3%	-0.5%	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.1%	-0.1%	-0.2%
编码时间 [%]	106%			105%			105%		
解码时间 [%]	104%			103%			103%		

[0064] 表 3

[0065]

	随机存取主层 (Access Main-tier)			随机存取高层 (Random Access High-tier)		
	Y	U	V	Y	U	V
RGB 4:4:4	-0.7%	-1.2%	-0.6%	-0.6%	-0.9%	-0.5%
YCbCr 4:4:4	-0.4%	-2.3%	-0.2%	-0.5%	-1.6%	0.0%
YCbCr 4:2:2	-0.2%	-1.3%	-1.4%	-0.3%	-1.1%	-0.7%
总览	-0.4%	-1.6%	-0.7%	-0.5%	-1.2%	-0.4%
编码时间 [%]	102%			102%		
解码时间 [%]	102%			103%		

[0066] 表 4

[0067]

	低延迟B主层	低延迟B高层
--	--------	--------

[0068]

	(Low delay B Main-tier)			(Low delay B High-tier)		
	Y	U	V	Y	U	V
RGB 4:4:4	-0.9%	-1.2%	-1.1%	-0.6%	-0.8%	-0.7%
YCbCr 4:4:4	-0.9%	-2.0%	-0.6%	-0.8%	-1.4%	-0.4%
YCbCr 4:2:2	-0.3%	-1.3%	-1.3%	-0.3%	-0.8%	-0.7%
总览	-0.7%	-1.5%	-1.0%	-0.6%	-1.0%	-0.6%
编码时间 [%]	101%			101%		
解码时间 [%]	99%			101%		

[0069] 包括本发明实施方式的具有更高比特深度 (16 比特和 12 比特) 的视频编码系统利用 sa0_luma_bit_shift 和 sa0_chroma_bit_shift。如表 5 和表 6 的分别用于所有帧内和低延迟编码配置所示, 将包括本发明实施方式的视频编码系统的性能与基于 HTM-10.0 的现有系统的性能进行比较。性能比较基于第一列中列举的测试数据的不同集合。如表 5 所示, 对于所有帧内配置, 包括本发明实施方式的用于各自组分 (Y/G, Cb/B 和 Cr/R) 的 BD 率与用于现有的 HEVC 的 BD 率大致相同。然而, 如表 6 所示, 对于低延迟 B 图片配置, 包括本发明实施方式的各自组分 (Y/G, Cb/B 和 Cr/R) 的 BD 率降低 0.1 ~ 3.3%。

[0070] 表 5

[0071]

	平均BD率变化(%)---所有层					
	帧内16比特 (内部比特深度)			帧内12比特 (内部比特深度)		
	Y/G	Cb/B	Cr/R	Y/G	Cb/B	Cr/R
SVT	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
RExt RGB	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%	0.0%	-0.1%
HDR	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
4K from HDR	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%
HDR 4:0:0 Medical	0.2%			0.3%		
4:0:0 Medical	0.0%			0.0%		
Synthetic RGB HDR (+2 MSBs)	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%
Synthetic RGB HDR (+4 MSBs)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Synthetic RGB HDR (+6 MSBs)	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
所有类别	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

[0072] 表 6

[0073]

	平均BD率变化(%)---所有层					
	低延迟16比特 (内部比特深度)			低延迟12比特 (内部比特深度)		
	Y/G	Cb/B	Cr/R	Y/G	Cb/B	Cr/R
SVT	-0.5%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.3%	-0.2%
RExt RGB	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.2%	-0.3%
HDR	-0.3%	-0.4%	-0.3%	-0.2%	-0.3%	-0.3%
4K from HDR						

[0074]

HDR 4:0:0 Medical	-3.2%			-3.3%		
4:0:0 Medical	-0.7%			-0.5%		
Synthetic RGB HDR (+2 MSBs)	-0.1%	-0.3%	-0.2%	-0.1%	-0.3%	-0.2%
Synthetic RGB HDR (+4 MSBs)	0.0%	-0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.2%
Synthetic RGB HDR (+6 MSBs)	-0.8%	0.0%	0.0%	-0.7%	0.1%	0.1%
所有类别	-0.7%	-0.2%	-0.2%	-0.6%	-0.2%	-0.1%

[0075] 图 11 描述了根据本发明实施方式的利用采样自适应偏移的符号阈值的采样自适应偏移处理的示范性流程图。如步骤 1110 所示,系统接收与已重建图片相关的输入数据。已重建图片可自存储器得到,或自处理器接收。如步骤 1120 所示,在当前已重建像素和第一相邻已重建像素之间的第一差值和在当前已重建像素和第二相邻已重建像素之间的第二差值被确定。如步骤 1130 所示,基于第一差值和采样自适应偏移的符号阈值,第一采样自适应偏移符号被确定,其中若第一差值大于或等于采样自适应偏移的符号阈值,则第一采样自适应偏移符号等于 1,以及若第一差值小于或等于负采样自适应偏移的符号阈值,则第一采样自适应偏移符号等于 -1,以及若第一差值的绝对值小于采样自适应偏移的符号阈值,则第一采样自适应偏移符号等于 0。如步骤 1140 所示,基于第二差值和采样自适应偏移的符号阈值,第二采样自适应偏移符号被确定。其中若第二差值大于或等于采样自适应

偏移的符号阈值,则第二采样自适应偏移符号等于 1,若第二差值小于或等于负采样自适应偏移的符号阈值,则第二采样自适应偏移符号等于 -1,以及若第一差值的绝对值小于采样自适应偏移的符号阈值,则第一采样自适应偏移符号等于 0。如步骤 1150 所示,根据第一采样自适应偏移符号和第二采样自适应偏移符号,用于当前已重建像素的边缘偏移归类索引(classification index) 被确定。如步骤 1160 所示,然后,通过将边缘偏移归类索引相关的采样自适应偏移的偏移值与当前已重建像素相加,来补偿当前已重建的像素。

[0076] 图 12 描述了根据本发明实施方式的包括改进的采样自适应偏移处理的改进的采样自适应偏移处理的示范性流程图,其中,采样自适应偏移的偏移值通过将采样自适应偏移的偏移符号与一个结果相乘而得到,该结果将采样自适应偏移的比特偏移值应用左偏移至绝对采样自适应偏移的偏移值而得到。在步骤 1210 中,与已重建图片相关的输入数据被接收。如步骤 1220 所示,基于当前已重建像素和相邻已重建像素,对于当前已重建像素的边缘偏移归类索引或带偏移的起始带位置被确定。如步骤 1230 所示,根据采样自适应偏移的偏移符号、绝对采样自适应偏移的偏移值和采样自适应偏移的比特偏移值,与用于当前已重建像素的边缘偏移归类索引或带偏移起始带位置相关的采样自适应偏移的偏移值被确定。采样自适应偏移的偏移值通过将采样自适应偏移的偏移符号与一个结果相乘而得到,将采样自适应偏移的比特偏移值左偏移至绝对采样自适应偏移的偏移值而得到该结果。如步骤 1240 所示,然后,当前已重建像素通过将边缘偏移归类索引或带偏移的起始带位置相关的采样自适应偏移的偏移值与当前已重建的像素相加而补偿。

[0077] 图 13 描述了根据本发明实施方式的包括改进的采样自适应偏移处理的改进的采样自适应偏移处理的示范性流程图。其中绝对采样自适应偏移的偏移值通过截断 Rice 编码来编码,以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示。如步骤 1310 所示,与已重建图片相关的输入数据被接收。如步骤 1320 所示,与边缘偏移归类索引相关的采样自适应偏移的偏移值被确定,其中每一个采样自适应偏移的偏移值的绝对值通过截断 Rice 编码来编码,以及最大截断 Rice 值由语法元素来指示。如步骤 1330 所示,基于当前已重建像素和相邻已重建像素,用于当前已重建像素的当前边缘偏移归类索引被确定。如步骤 1340 所示,当前已重建像素通过将边缘偏移归类索引相关的采样自适应偏移的偏移值与当前已重建像素相加而补偿。

[0078] 如上所示流程图用于解释根据本发明的改进的采样自适应偏移处理的示例。本领域技术人员可修改每一个步骤、重新排列步骤、差分步骤、或合并步骤以在不脱离本发明精神的范围内实现本发明。

[0079] 在提供特定应用和其需求的情况下,以上描述使得本领域技术人员能够实现本发明。对本领域技术人员来说,各种修饰是清楚的,以及在此定义的基本原理可以应用与其他实施方式。因此,本发明并不限于描述的特定实施方式,而应与在此公开的原则和新颖性特征相一致的最广范围相符合。在上述详细描述中,为全面理解本发明,描述了各种特定细节。然而,本领域技术人员能够理解本发明可以实现。

[0080] 以上描述的本发明的实施方式可在各种硬件、软件编码或两者组合中进行实施。例如,本发明的实施方式可为集成入视频压缩芯片的电路或集成入视频压缩软件以执行上述过程的程序代码。本发明的实施方式也可为在数据信号处理器(Digital Signal Processor, DSP) 中执行上述程序的程序代码。本发明也可涉及计算机处理器、数字信号处

理器、微处理器或现场可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, FPGA) 执行的多种功能。可根据本发明配置上述处理器执行特定任务,其通过执行定义了本发明揭示的特定方法的机器可读软件代码或固件代码来完成。可将软件代码或固件代码发展为不同的程序语言与不同的格式或形式。也可为了不同的目标平台编译软件代码。然而,根据本发明执行任务的软件代码与其他类型配置代码的不同代码样式、类型与语言不脱离本发明的精神与范围。

[0081] 在不脱离本发明精神或本质特征的情况下,可以其他特定形式实施本发明。描述示例被认为仅在所有方面进行说明并且不是限制性的。因此,本发明的范围由权利要求书指示,而非前面描述。所有在权利要求等同的方法与范围中的变化都属于本发明的涵盖范围。

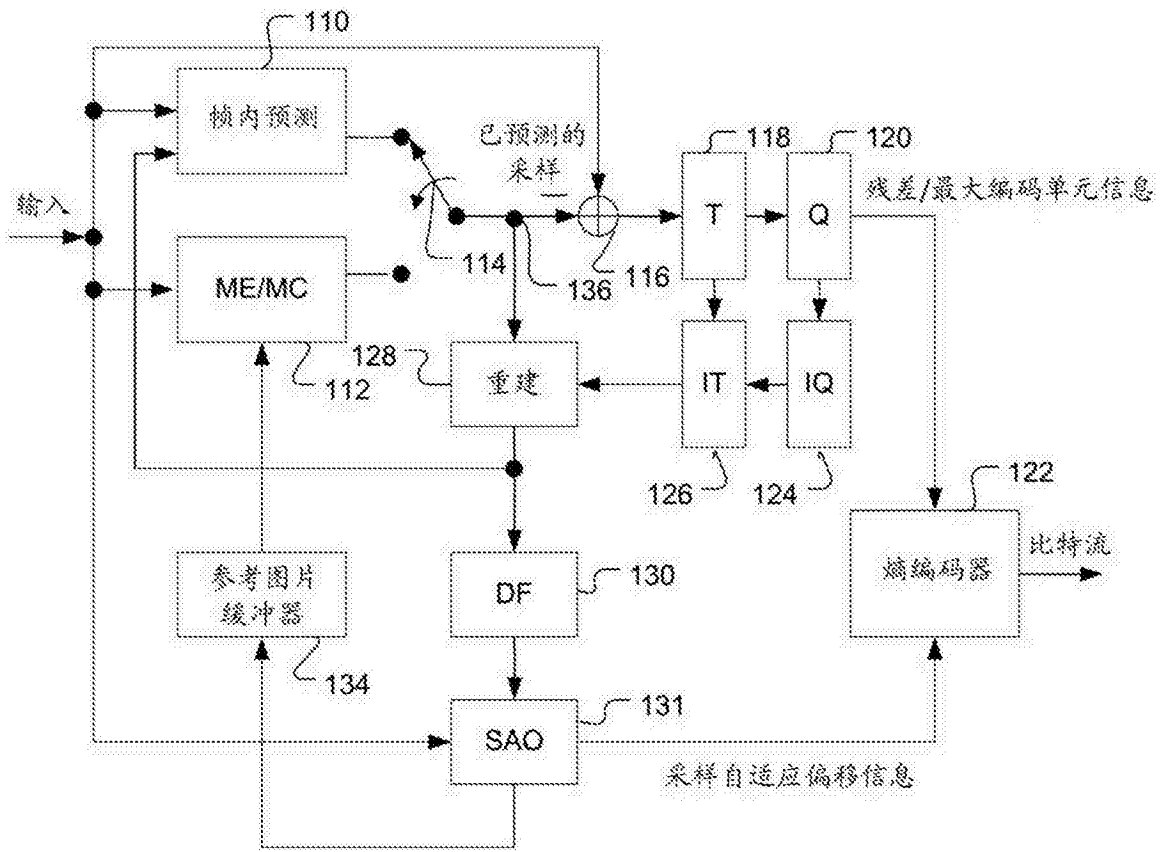


图 1

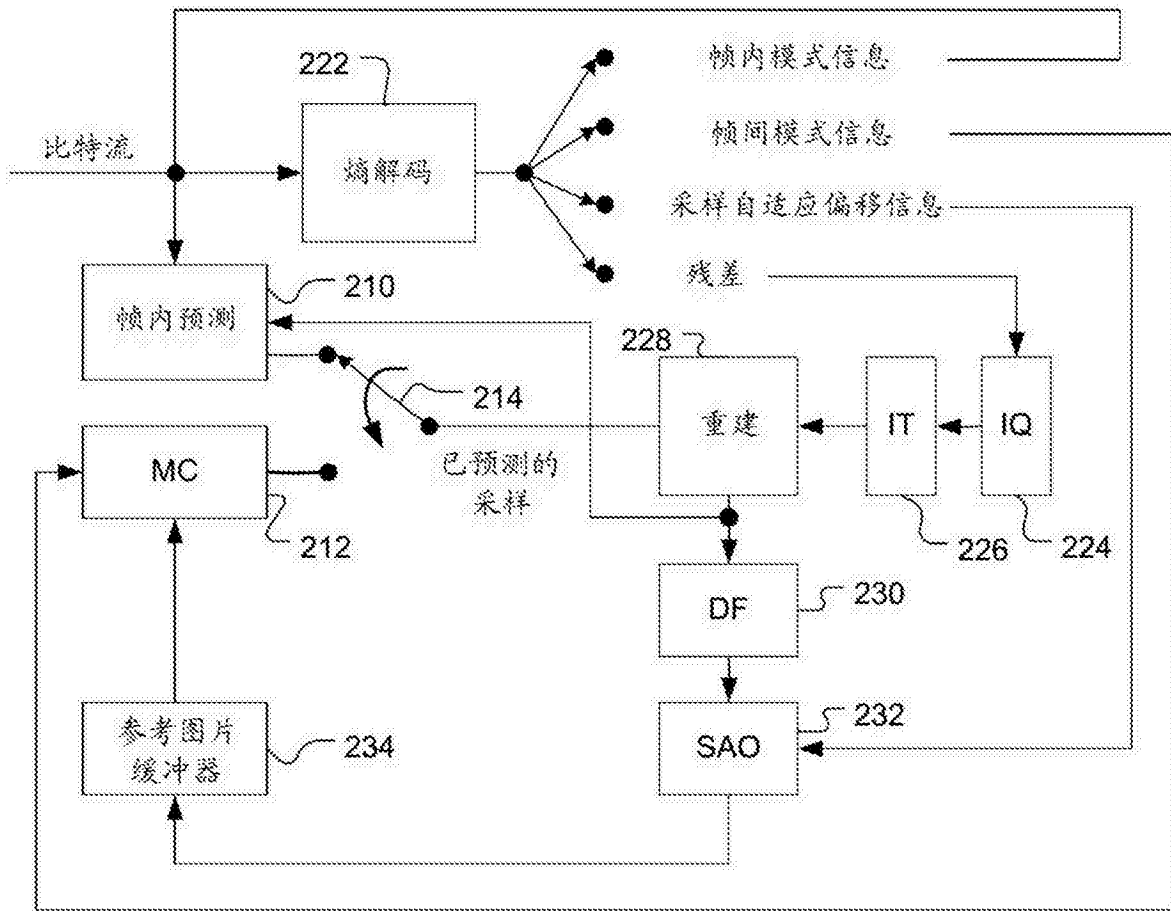


图 2

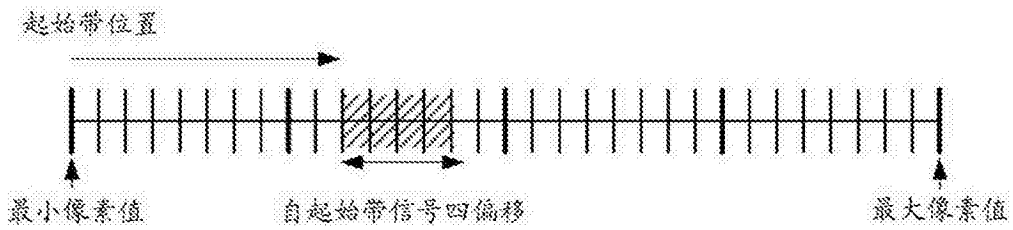


图 3

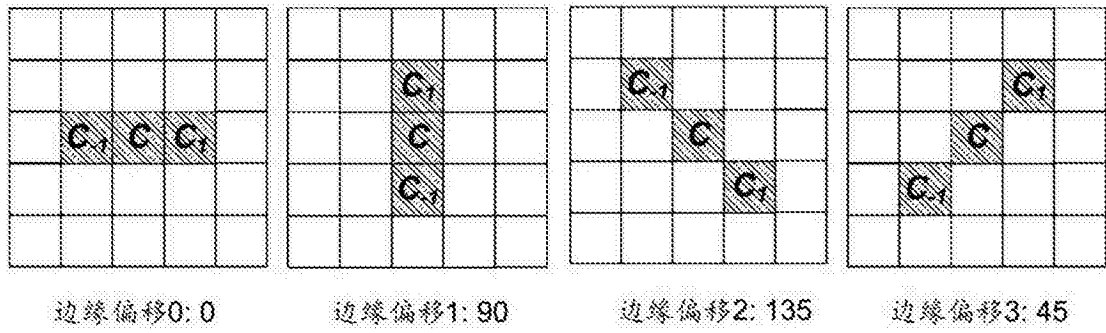


图 4

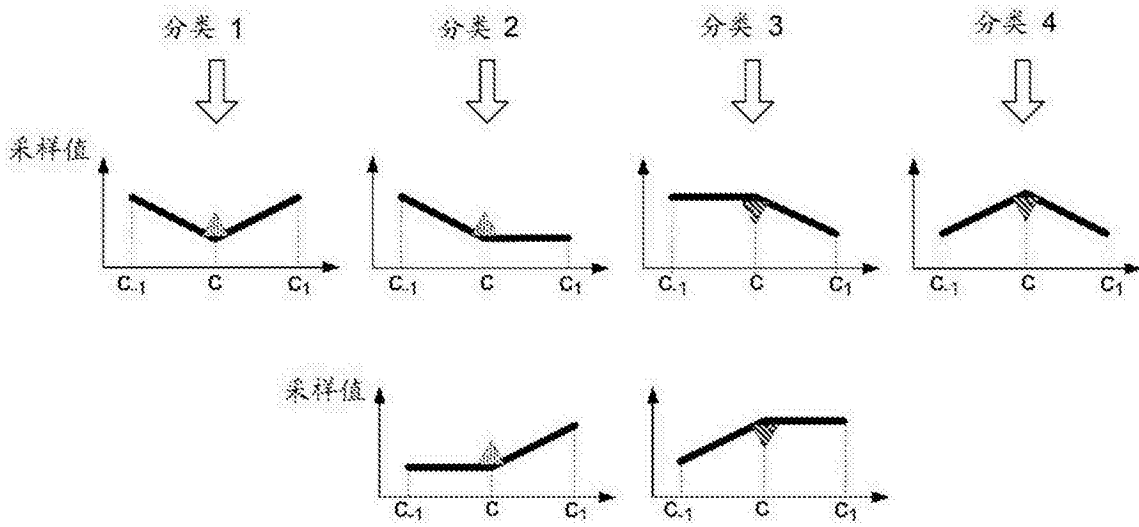


图 5

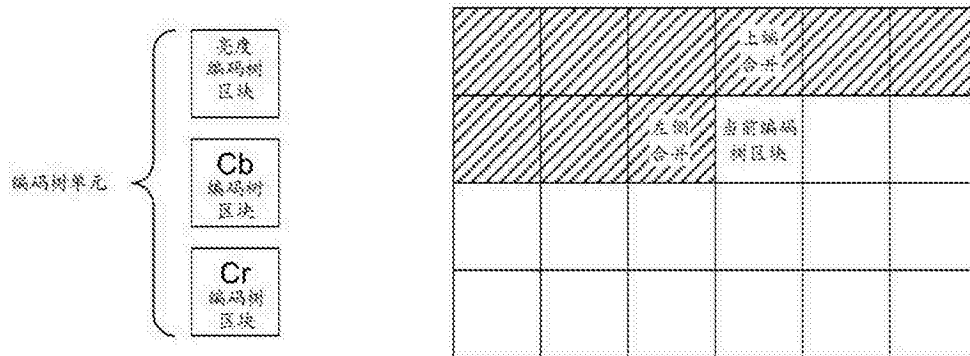


图 6

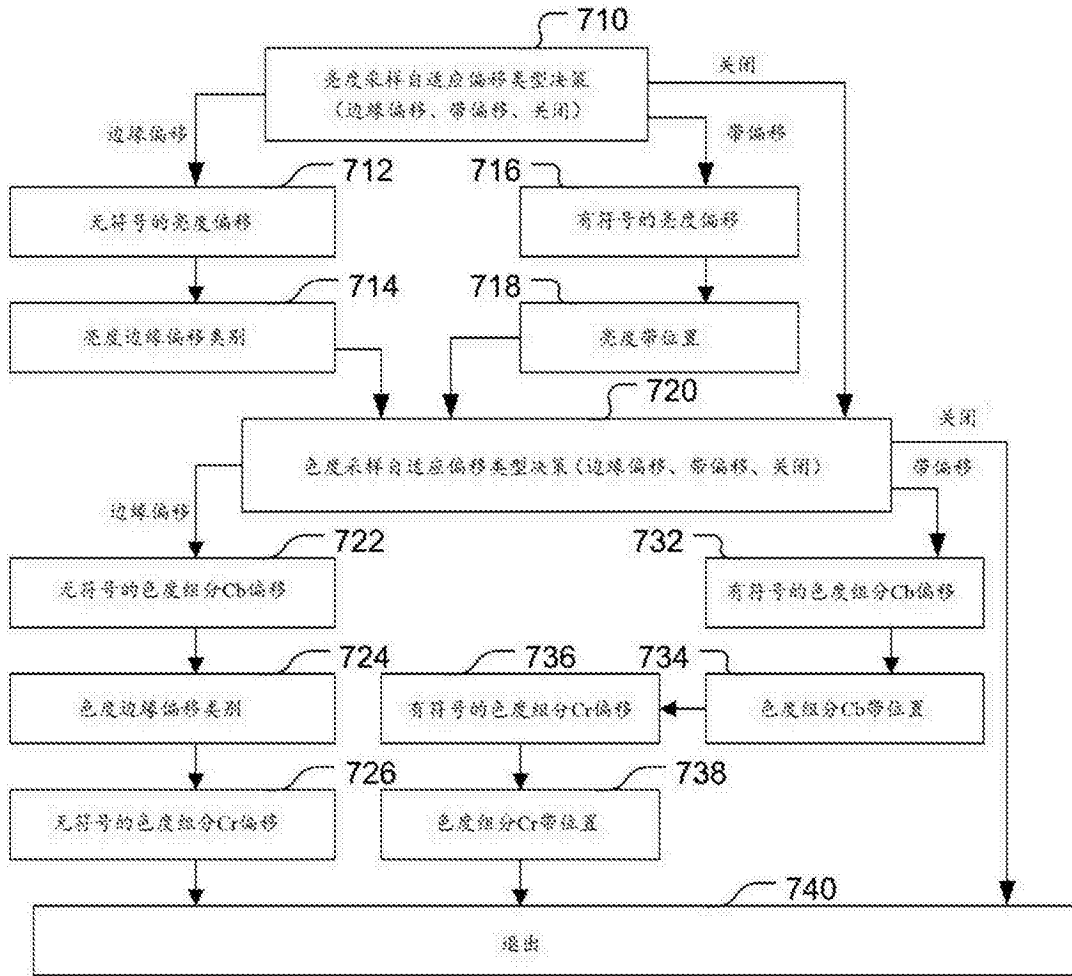


图 7

if(sps_extension_flag[0]) {	描述符	} 810
...		
if(sample_adaptive_offset_enabled_flag)		
adaptive_sao_bit_shift_active_flag	u(1)	
}		

图 8

slice_segment_header() {	描述符	
.....		
if(sample_adaptive_offset_enabled_flag) {		
slice_sao_luma_flag	u(1)	
if(ChromaArrayType > 0)		
slice_sao_chroma_flag	u(1)	
}		
if(slice_sao_luma_flag && adaptive_sao_bit_shift_active_flag)		} 910
sao_luma_bit_shift	ue(v)	
if(slice_sao_chroma_flag && adaptive_sao_bit_shift_active_flag)		
sao_chroma_bit_shift	ue(v)	
.....		
}		

图 9

pic_parameter_set_rbsp() {	描述符	
...		
if(pps_extension1_flag) {		
.....		
sao_luma_bit_shift	ue(v)	} 1010
sao_chroma_bit_shift	ue(v)	
pps_extension2_flag	u(1)	
}		
if(pps_extension2_flag)		
while(more_rbsp_data())		
pps_extension_data_flag	u(1)	
rbsp_trailing_bits()		
}		

图 10

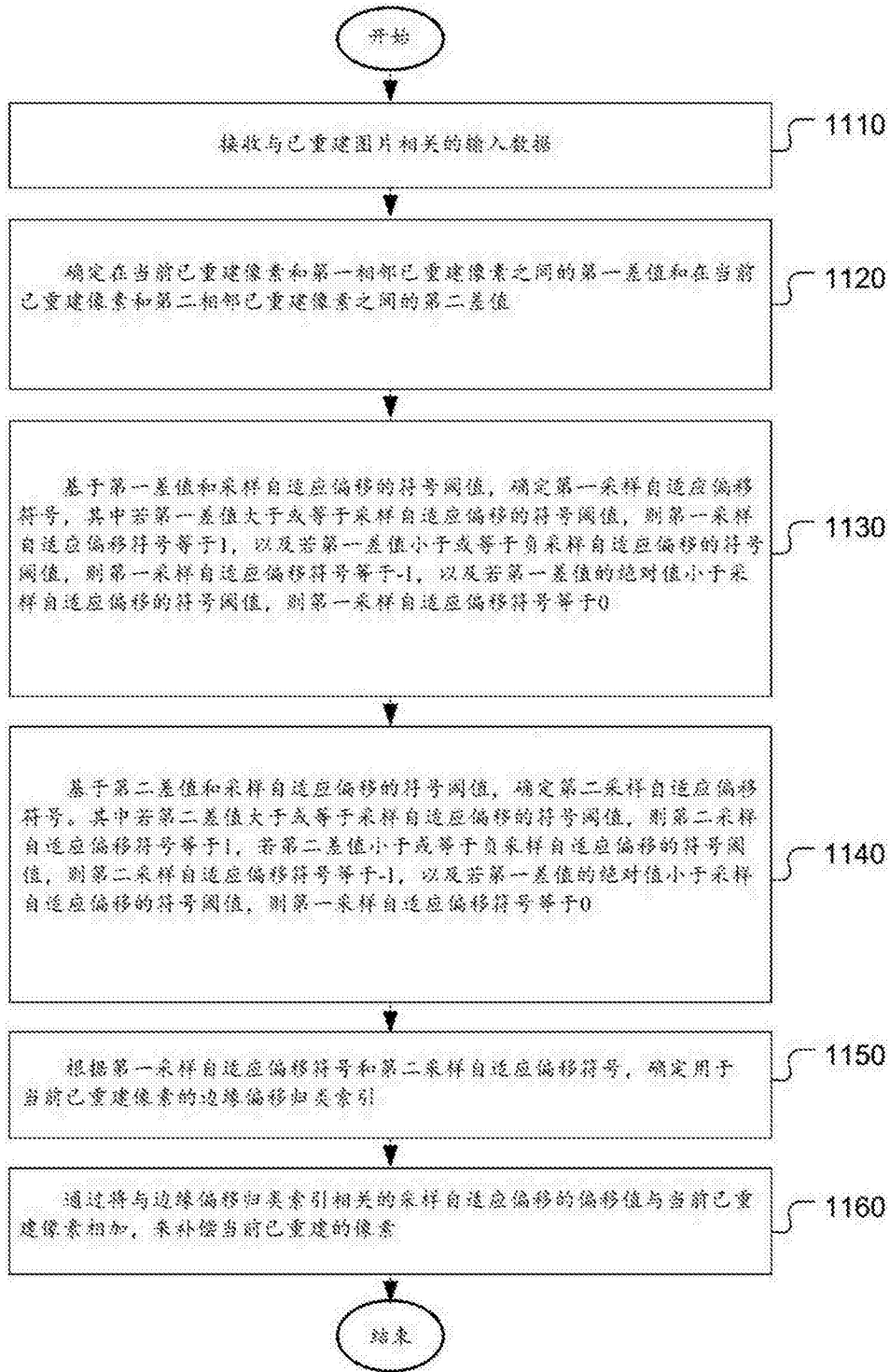


图 11

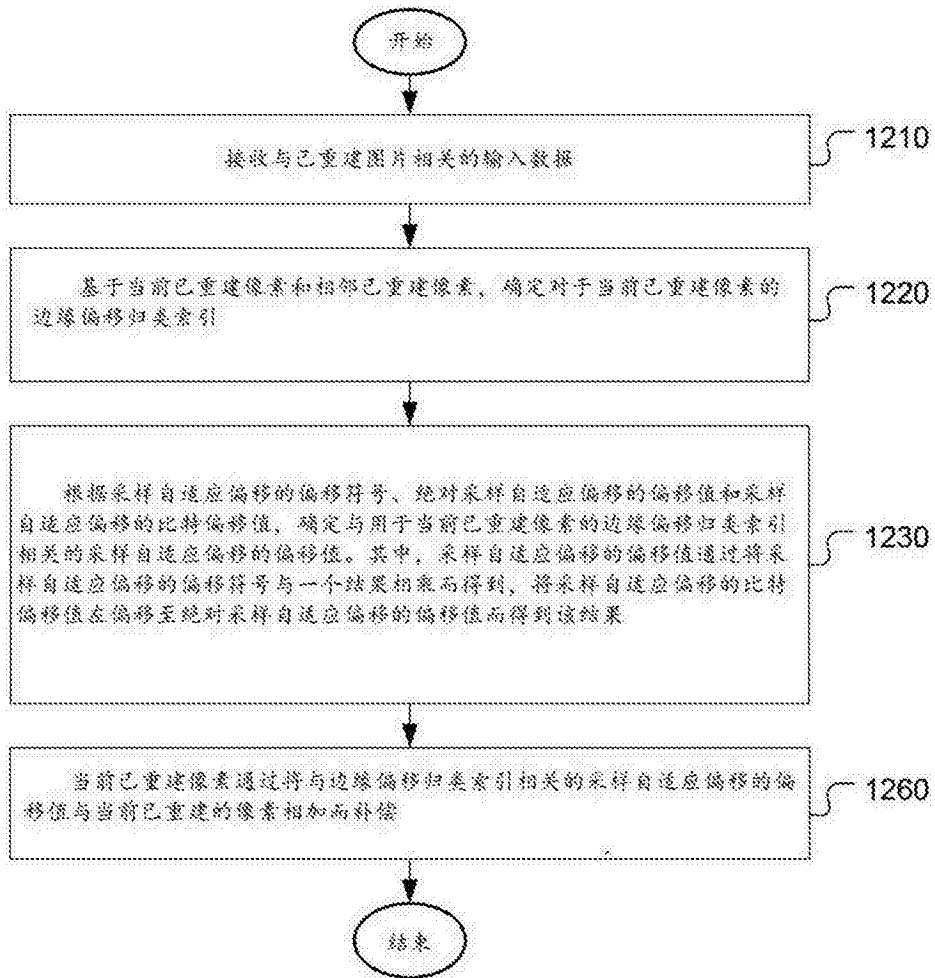


图 12

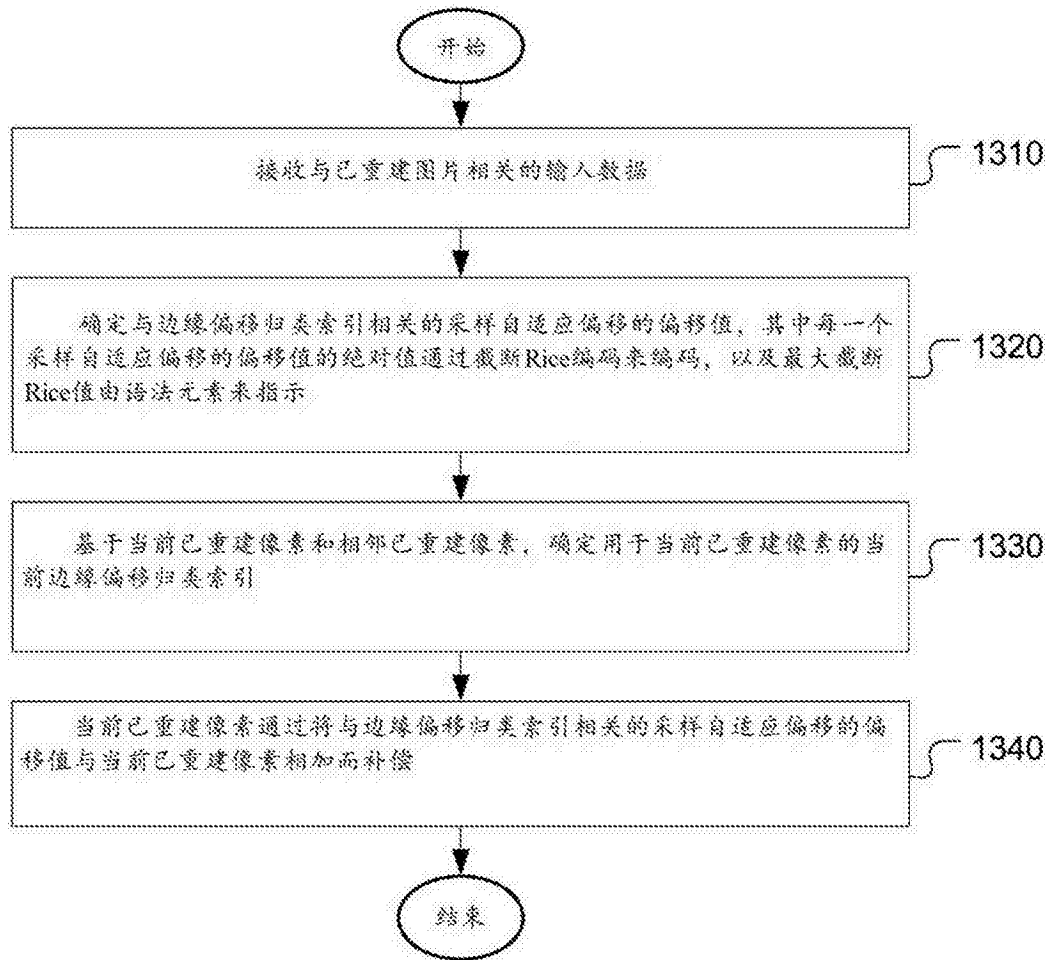


图 13