



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118402231 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 26

(21) 申请号 202280086566.3

(22) 申请日 2022.12.21

(30) 优先权数据

63/266,389 2022.01.04 US

63/316,102 2022.03.03 US

63/324,926 2022.03.29 US

63/343,980 2022.05.19 US

18/068,809 2022.12.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/082146 2022.12.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/133047 EN 2023.07.13

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 黄晗 V·塞雷金 M·卡尔切维茨

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 安之斐

(51) Int.Cl.

H04N 19/105 (2006.01)

H04N 19/136 (2006.01)

H04N 19/176 (2006.01)

H04N 19/51 (2006.01)

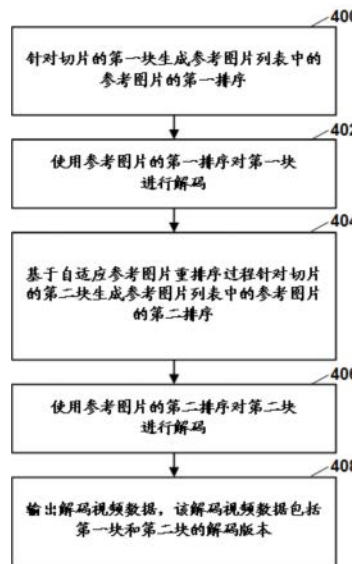
权利要求书5页 说明书32页 附图7页

(54) 发明名称

用于视频译码的块级参考图片自适应

(57) 摘要

一种视频解码器可被配置为针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对该第一块生成该参考图片的该第一排序包括将索引指派给该参考图片;以及基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序,并且针对该第二块生成参考图片的该第二排序包括将该索引中的至少一些索引指派给与该第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用该参考图片的该第一排序对该第一块进行解码;以及使用该参考图片的该第二排序对该第二块进行解码。



1. 一种对视频数据进行解码的方法,所述方法包括:

针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;

使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码;

基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;

使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码;以及

输出解码视频数据,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程,所述方法还包括:

确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本;以及

基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二块包括双向预测的块,并且所述参考图片列表是第一参考图片列表,所述方法还包括:

维护第二参考图片列表;以及

使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。

7. 根据权利要求1所述的方法,

其中使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码包括:

基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;以及

基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;

其中使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码包括:

基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;以及

基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

8. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

9. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

接收标识运动向量预测因子的第一语法元素;

接收标识运动向量差值的第二语法元素;

- 接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素；  
基于所述索引和所述参考图片的所述第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图片；  
基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块；以及  
使用所述预测块对所述第二块进行解码。
10. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:  
确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中进行解码的所述方法作为视频编码过程的一部分来执行。
12. 一种用于对视频数据进行解码的设备,所述设备包括:  
存储器,所述存储器被配置为存储视频数据;  
一个或多个处理器,所述一个或多个处理器在电路中实现,并且被配置为:  
针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;  
基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;  
使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码;  
使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码;以及  
输出解码视频数据,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。
13. 根据权利要求12所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程,并且所述一个或多个处理器被进一步配置为:  
确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本;以及  
基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序。
14. 根据权利要求12所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。
15. 根据权利要求12所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。
16. 根据权利要求12所述的设备,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。
17. 根据权利要求12所述的设备,其中所述第二块包括双向预测的块,并且所述参考图片列表是第一参考图片列表,并且所述一个或多个处理器被进一步配置为:  
维护第二参考图片列表;以及  
使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。
18. 根据权利要求12所述的设备,

其中为了使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码,所述一个或多个处理器被进一步配置为:

基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;以及  
基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;

其中为了使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码,所述一个或多个处理器被进一步配置为:

基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;以及  
基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

19. 根据权利要求12所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:

基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

20. 根据权利要求12所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:

接收标识运动向量预测因子的第一语法元素;

接收标识运动向量差值的第二语法元素;

接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素;

基于所述索引和所述参考图片的所述第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图片;

基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块;以及

使用所述预测块对所述第二块进行解码。

21. 根据权利要求12所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:

确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。

22. 根据权利要求12所述的设备,其中所述设备包括无线通信设备,还包括被配置为接收编码视频数据的接收器。

23. 根据权利要求22所述的设备,其中所述无线通信设备包括手持电话,并且其中所述接收器被配置为根据无线通信标准来对包括所述编码视频数据的信号进行解调。

24. 根据权利要求12所述的设备,所述设备还包括:

显示器,所述显示器被配置为显示解码视频数据。

25. 根据权利要求12所述的设备,其中所述设备包括相机、计算机、移动设备、广播接收器设备或机顶盒中的一者或多者。

26. 根据权利要求12所述的设备,其中所述设备包括相机。

27. 一种存储指令的计算机可读存储介质,所述指令在由一个或多个处理器执行时使得所述一个或多个处理器:

针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;

基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;

使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码；  
使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码；以及  
输出解码视频数据，所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

28. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程，并且所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本；以及  
基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序。

29. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。

30. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。

31. 根据权利要求27所述计算机可读存储介质，其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。

32. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述第二块包括双向预测的块，并且所述参考图片列表是第一参考图片列表，并且所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

维护第二参考图片列表；以及  
使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。

33. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，  
其中为了使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码，所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片；以及  
基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测；

其中为了使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码，所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片；以及  
基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

34. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

35. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质，其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器：

接收标识运动向量预测因子的第一语法元素；  
接收标识运动向量差值的第二语法元素；  
接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素；  
基于所述索引和所述参考图片的第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图

片;

基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块;以及

使用所述预测块对所述第二块进行解码。

36. 根据权利要求27所述的计算机可读存储介质,其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:

确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。

37. 一种用于对视频数据进行解码的装置,所述装置包括:

用于针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序的部件,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;

用于使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码的部件;

用于基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序的部件,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且用于针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序的所述部件包括用于将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片的部件;

用于使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码的部件;和

用于输出解码视频数据的部件,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

## 用于视频译码的块级参考图片自适应

[0001] 本申请要求于2022年1月4日提交的美国临时专利申请63/266,389、2022年3月3日提交的美国临时专利申请63/316,102、2022年3月29日提交的美国临时专利申请63/324,926、2022年5月19日提交的美国临时专利申请63/343,980和2022年12月20日提交的美国专利申请18/068,809的优先权。美国专利申请18/068,809要求美国临时专利申请63/266,389、美国临时专利申请63/316,102、美国临时专利申请63/324,926和美国临时专利申请63/343,980的权益,这些专利申请各自的全部内容通过引用方式并入本文。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及视频编码和视频解码。

### 背景技术

[0003] 数字视频能力可以被并入到各种各样的设备中,包括数字电视机、数字直播系统、无线广播系统、个人数字助理(PDA)、膝上型计算机或台式计算机、平板计算机、电子书阅读器、数字相机、数字记录设备、数字媒体播放器、视频游戏设备、视频游戏控制台、蜂窝或卫星无线电话(所谓的“智能电话”)、视频电话会议设备、视频流式传输设备等。数字视频设备实现视频译码技术,诸如在由MPEG-2、MPEG-4、ITU-T H.263、ITU-T H.264/MPEG-4(第10部分,高级视频译码(AVC))、ITU-T H.265/高效率视频译码(HEVC)、ITU-T H.266/多功能视频译码(VVC)定义的标准及此类标准的扩展以及诸如由开放媒体联盟开发的AOMedia Video 1(AV1)等专有视频编解码器/格式中描述的视频译码技术。通过实现此类视频译码技术,视频设备可以更加高效地发送、接收、编码、解码和/或存储数字视频信息。

[0004] 视频译码技术包括空间(图片内)预测和/或时间(图片间)预测以减少或去除在视频序列中固有的冗余。对于基于块的视频译码,视频切片(slice)(例如,视频图片或视频图片的一部分)可以被划分为视频块,视频块还可以被称为译码树单元(CTU)、译码单元(CU)和/或译码节点。图片的经帧内译码(I)的切片中的视频块是使用相对于同一图片中的相邻块中的参考样本的空间预测来编码的。图片的经帧间译码(P或B)的切片中的视频块可以使用相对于同一图片中的相邻块中的参考样本的空间预测或者相对于其它参考图片中的参考样本的时间预测。图片可称为帧,并且参考图片可称为参考帧。

### 发明内容

[0005] 本公开的技术涉及视频编解码器中的帧间预测,更具体来说,涉及针对经帧间译码的块用信号通知参考图片并管理参考图片列表。利用现有技术,视频解码器使用高级信令(诸如在图片级或切片级)来维护用于帧间预测的参考图片列表。然而,这些技术不包括对参考图片列表的块级自适应,诸如重排序。包括附加信令以启用此类块级自适应可能是不期望的,因为增加的信令开销超过由参考图片列表自适应实现的译码增益。本公开描述用于执行块级参考图片列表自适应而不增加信令开销的技术。具体来说,视频解码器可被配置为执行自适应参考图片重排序过程以生成参考图片列表中的参考图片的新排序,而没

有信令开销。通过使用自适应参考图片列表重排序过程对该参考图片列表中的该参考图片进行重排序,可以减少用信号通知该参考图片列表中的哪个参考图片将用于帧间预测所需的比特,而不增加失真。

[0006] 根据本公开的示例,一种对视频数据进行解码的方法包括:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对该第一块生成该参考图片的该第一排序包括将索引指派给该参考图片;使用该参考图片的该第一排序对该第一块进行解码;基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序,并且针对该第二块生成参考图片的该第二排序包括将该索引中的至少一些索引指派给与该第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用该参考图片的该第二排序对该第二块进行解码;以及输出解码视频数据,该解码视频数据包括该第一块和该第二块的解码版本。

[0007] 根据本公开的示例,一种用于对视频数据进行解码的设备包括:存储器,该存储器被配置为存储视频数据;和一个或多个处理器,该一个或多个处理器在电路中实现,并且被配置为:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对该第一块生成该参考图片的该第一排序包括将索引指派给该参考图片;基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序,并且针对该第二块生成参考图片的该第二排序包括将该索引中的至少一些索引指派给与该第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用该参考图片的该第一排序对该第一块进行解码;使用该参考图片的该第二排序对该第二块进行解码;以及输出解码视频数据,该解码视频数据包括该第一块和该第二块的解码版本。

[0008] 根据本公开的示例,一种计算机可读存储介质存储指令,该指令在由一个或多个处理器执行时使得该一个或多个处理器:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对该第一块生成该参考图片的该第一排序包括将索引指派给该参考图片;基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序,并且针对该第二块生成参考图片的该第二排序包括将该索引中的至少一些索引指派给与该第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用该参考图片的该第一排序对该第一块进行解码;使用该参考图片的该第二排序对该第二块进行解码;以及输出解码视频数据,该解码视频数据包括该第一块和该第二块的解码版本。

[0009] 根据本公开的示例,一种用于对视频数据进行解码的装置包括:用于针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序的部件,其中针对该第一块生成该参考图片的该第一排序包括将索引指派给该参考图片;用于使用该参考图片的该第一排序对该第一块进行解码的部件;用于基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序的部件,其中该第一排序不同于该第二排序,并且用于针对该第二块生成参考图片的该第二排序的该部件包括用于将该索引中的至少一些索引指派给与该第一排序中的参考图片不同的参考图片的部件;用于使用该参考图片的该第二排序对该第二块进行解码的部件;和用于输出解码视频数据的部件,该解码视频数据包括该第一块和该第二块的解码版本。

[0010] 在附图和以下描述中阐述一个或多个示例的细节。根据描述、附图以及权利要求

书,其它特征、目的和优点将是显而易见的。

### 附图说明

- [0011] 图1是例示可执行本公开的技术的示例视频编码和解码系统的框图。
- [0012] 图2示出了可结合本文中所描述的技术使用的模板的示例。
- [0013] 图3是例示可执行本公开的技术的示例视频编码器的框图。
- [0014] 图4是例示可执行本公开的技术的示例视频解码器的框图。
- [0015] 图5是例示根据本公开的技术的用于对当前块进行编码的示例过程的流程图。
- [0016] 图6是例示根据本公开的技术的用于对当前块进行解码的示例过程的流程图。
- [0017] 图7是例示根据本公开的技术的用于对当前块进行解码的示例过程的流程图。

### 具体实施方式

[0018] 视频译码(例如,视频编码和/或视频解码)通常涉及根据同一图片中的已经译码的视频数据块来预测视频数据块(例如,帧内预测)或者根据不同图片中的已经译码的视频数据块来预测视频数据块(例如,帧间预测)。在一些情况下,视频编码器还通过将预测块与原始块进行比较来计算残差数据。因此,残差数据表示预测块与原始块之间的差异。为了减少用信号通知残差数据所需的比特数量,视频编码器对残差数据进行变换和量化,并且在编码比特流中用信号通知经变换和量化的残差数据。通过变换和量化过程实现的压缩可能是有损耗的,这意味着变换和量化过程可能会在解码视频数据中引入失真。

[0019] 视频解码器对残差数据进行解码并且将其与预测块相加,以产生与单独的预测块相比更紧密地匹配原始视频块的重构视频块。由于由残差数据的变换和量化引入的损失,第一重构块可能具有失真或伪影。一种常见类型的伪影或失真被称为块效应,其中用于对视频数据进行译码的块的边界是可见的。

[0020] 为了进一步提高解码视频的质量,视频解码器可以对重构视频块执行一个或多个滤波操作。这些滤波操作的示例包括去块滤波、样本自适应偏移(SAO)滤波和自适应环路滤波(ALF)。这些滤波操作的参数可以由视频编码器确定并且在编码视频比特流中显式地用信号通知,或者可以由视频解码器隐式地确定,而不需要在编码视频比特流中显式地用信号通知。

[0021] 本公开的技术涉及视频编解码器中的帧间预测,更具体来说,涉及针对经帧间译码的块用信号通知参考图片并管理参考图片列表。利用现有技术,视频解码器使用高级信令(诸如在图片级或切片级)来维护用于帧间预测的参考图片列表。然而,这些技术不包括对参考图片列表的块级自适应,诸如重排序。包括附加信令以启用此类块级自适应可能是不期望的,因为增加的信令开销超过由参考图片列表自适应实现的译码增益。本公开描述用于执行块级参考图片列表自适应而不增加信令开销的技术。具体来说,视频解码器可被配置为执行自适应参考图片重排序过程以生成参考图片列表中的参考图片的新排序,而没有信令开销。通过使用自适应参考图片列表重排序过程来对参考图片列表中的参考图片进行重排序,可以减少用信号通知该参考图片列表中的哪个参考图片将用于帧间预测所需的比特,而不增加失真。

[0022] 如本公开中所用,术语“视频译码”一般是指视频编码或视频解码。类似地,术语

“视频译码器”一般可以指视频编码器或视频解码器。此外,本公开中关于视频解码所描述的某些技术也可适用于视频编码,反之亦然。例如,视频编码器和视频解码器常常被配置为执行相同过程或相反过程。而且,视频编码器通常执行视频解码(也称为重构)作为确定如何对视频数据进行编码的过程的一部分。例如,本公开中所描述的块级参考图片列表管理技术可由视频编码器和视频解码器两者执行,使得视频编码器和视频解码器两者在有极少信令开销或没有信令开销的情况下维护相同的参考图片列表。

[0023] 图1是示出可执行本公开的技术的示例视频编码和解码系统100的框图。本公开的技术通常涉及对视频数据进行译码(编码和/或解码)。通常,视频数据包括用于处理视频的任何数据。因此,视频数据可以包括未编码的原始视频、编码视频、解码(例如,重构)视频和视频元数据,诸如信令数据。

[0024] 如图1中所示,在该示例中,系统100包括源设备102,该源设备提供要被目标设备116解码并显示的编码视频数据。具体地,源设备102经由计算机可读介质110来将视频数据提供给目标设备116。源设备102和目标设备116可以包括各种各样的设备中的任何设备,包括台式计算机、笔记本(即膝上型)计算机、移动设备、平板计算机、机顶盒、诸如智能手机的手持电话、电视机、相机、显示设备、数字媒体播放器、视频游戏控制台、视频流式传输设备、广播接收器设备等。在一些情况下,源设备102和目标设备116可以配备成用于无线通信,因此可以称为无线通信设备。

[0025] 在图1的示例中,源设备102包括视频源104、存储器106、视频编码器200以及输出接口108。目标设备116包括输入接口122、视频解码器300、存储器120和显示设备118。根据本公开,源设备102的视频编码器200和目标设备116的视频解码器300可以被配置为应用如本文中所述的块级参考图片列表自适应技术。因此,源设备102表示视频编码设备的示例,而目标设备116表示视频解码设备的示例。在其它示例中,源设备和目标设备可以包括其它组件或布置方式。例如,源设备102可以从诸如外部相机之类的外部视频源接收视频数据。同样,目标设备116可以与外部显示设备对接,而不是包括集成的显示设备。

[0026] 如图1中所示的系统100仅是一个示例。通常,任何数字视频编码和/或解码设备都可执行如本文中所描述的块级参考图片列表自适应技术。源设备102和目标设备116仅是此类译码设备的示例,其中,源设备102生成译码视频数据以用于发送给目标设备116。本公开将“译码”设备称为执行对数据的译码(例如,编码和/或解码)的设备。因此,视频编码器200和视频解码器300表示译码设备的示例,具体地,分别表示视频编码器和视频解码器。在一些示例中,源设备102和目标设备116可以以基本上对称的方式进行操作,使得源设备102和目标设备116中的每一者包括视频编码和解码组件。因此,系统100可以支持在源设备102与目标设备116之间的单向或双向视频传输,例如,以用于视频流式传输、视频播放、视频广播或视频电话。

[0027] 通常,视频源104表示视频数据的源(例如,未编码的原始视频数据),并且将视频数据的顺序的一系列图片(也被称为“帧”)提供给视频编码器200,该视频编码器对图片的数据进行编码。源设备102的视频源104可以包括视频捕获设备,诸如摄像机、包含先前捕获的原始视频的视频存档、和/或用于从视频内容提供者接收视频的视频馈送接口。作为另外的替代方式,视频源104可以生成基于计算机图形的数据作为源视频,或者生成实时视频、存档视频和计算机-生成的视频的组合。在每种情况下,视频编码器200对所捕获的、预捕获

的或计算机生成的视频数据进行编码。视频编码器200可以将图片从所接收的次序(有时被称为“显示次序”)重新排列为用于译码的译码次序。视频编码器200可以生成包括编码视频数据的比特流。然后,源设备102可以经由输出接口108将编码视频数据输出到计算机可读介质110上,以由例如目标设备116的输入接口122接收和/或检索。

[0028] 源设备102的存储器106和目标设备116的存储器120表示通用存储器。在一些示例中,存储器106、120可以存储原始视频数据,例如,来自视频源104的原始视频以及来自视频解码器300的原始解码视频数据。附加地或另选地,存储器106、120可分别存储可由例如视频编码器200和视频解码器300执行的软件指令。尽管存储器106和存储器120在该示例中是与视频编码器200和视频解码器300分开显示的,但是应当理解的是,视频编码器200和视频解码器300也可以包括用于在功能上类似或等同目的的内部存储器。此外,存储器106、120可以存储编码视频数据,例如,来自视频编码器200的输出以及到视频解码器300的输入。在一些示例中,存储器106、120的各部分可以被分配为一个或多个视频缓冲器,例如,以存储原始的解码和/或编码视频数据。

[0029] 计算机可读介质110可以表示能够将编码视频数据从源设备102传送到目标设备116的任何类型的介质或设备。在一个示例中,计算机可读介质110表示通信介质,其使得源设备102能够例如经由射频网络或基于计算机的网络向目标设备116实时地直接发送编码视频数据。根据诸如无线通信协议之类的通信标准,输出接口108可以对包括编码视频数据的发送信号进行调制,并且输入接口122可以对所接收的发送信号进行解调。通信介质可以包括任何无线或有线通信介质,诸如射频(RF)频谱或一条或多条物理传输线。通信介质可以形成诸如以下各项的基于分组的网络的一部分:局域网、广域网、或全球网络诸如互联网。通信介质可以包括路由器、交换机、基站、或对于促进从源设备102到目标设备116的通信而言可以是有用的任何其它装备。

[0030] 在一些示例中,源设备102可以将编码数据从输出接口108输出到存储设备112。类似地,目标设备116可以经由输入接口122从存储设备112访问编码数据。存储设备112可以包括各种分布式或本地访问的数据存储介质中的任何数据存储介质,诸如硬盘驱动器、蓝光光盘、DVD、CD-ROM、闪存存储器、易失性或非易失性存储器、或用于存储编码视频数据的任何其它合适的数字存储介质。

[0031] 在一些示例中,源设备102可以将编码视频数据输出到文件服务器114或可以存储由源设备102生成的编码视频数据的另一个中间存储设备。目标设备116可以经由流式传输或下载来从文件服务器114访问所存储的视频数据。

[0032] 文件服务器114可以是能够存储编码视频数据并且将该编码视频数据发送到目标设备116的任何类型的服务器设备。文件服务器114可以表示web服务器(例如,用于网站)、被配置成提供文件传输协议服务(例如文件传输协议(FTP)或基于单向传送的文件传递(FLUTE)协议)的服务器、内容分发网络(CDN)设备、超文本传输协议(HTTP)服务器、多媒体广播多播服务(MBMS)或增强型MBMS(eMBMS)服务器、和/或网络附加存储(NAS)设备。文件服务器114可以附加地或另选地实现一个或多个HTTP流式传输协议,诸如基于HTTP的动态自适应流式传输(DASH)、HTTP实况流式传输(HLS)、实时流式传输协议(RTSP)、HTTP动态流式传输等。

[0033] 目标设备116可以通过任何标准数据连接(包括互联网连接)访问来自文件服务器

114的编码视频数据。这可以包括适于访问被存储在文件服务器114上的编码视频数据的无线信道(例如,Wi-Fi连接)、有线连接(例如,数字订户线(DSL)、电缆调制解调器等)、或这两者的组合。输入接口122可以被配置成根据上文讨论的用于从文件服务器114检索或接收媒体数据的各种协议中的任一者或多者或用于检索媒体数据的其它此类协议来进行操作。

[0034] 输出接口108和输入接口122可以表示无线发送器/接收器、调制解调器、有线联网组件(例如,以太网卡)、根据各种IEEE 802.11标准中的任何一种标准进行操作的无线通信组件、或其它物理组件。在其中输出接口108和输入接口122包括无线组件的示例中,输出接口108和输入接口122可以被配置成根据蜂窝通信标准(诸如4G、4G-LTE(长期演进)、高级LTE、5G等)来传输数据(诸如编码视频数据)。在其中输出接口108包括无线发送器的一些示例中,输出接口108和输入接口122可以被配置成根据其它无线标准(诸如IEEE 802.11规范、IEEE 802.15规范(例如,ZigBee™)、Bluetooth™标准等)来传输数据(诸如编码视频数据)。在一些示例中,源设备102和/或目标设备116可以包括相应的片上系统(SoC)器件。例如,源设备102可以包括用于执行属于视频编码器200和/或输出接口108的功能性的SoC器件,并且目标设备116可以包括用于执行属于视频解码器300和/或输入接口122的功能性的SoC器件。

[0035] 本公开的技术可以应用于视频译码,以支持各种多媒体应用中的任何多媒体应用,诸如空中电视广播、有线电视传输、卫星电视传输、互联网流式视频传输(诸如基于HTTP的动态自适应流式传输(DASH))、被编码到数据存储介质上的数字视频、对存储在数据存储介质上的数字视频的解码、或其它应用。

[0036] 目标设备116的输入接口122从计算机可读介质110(例如,通信介质、存储设备112、文件服务器114等)接收编码视频比特流。编码视频比特流可以包括由视频编码器200定义的并且还由视频解码器300使用的信令信息,诸如具有描述视频块或其它译码单元(例如,切片、图片、图片组、序列等)的特性和/或处理的值的语法元素。显示设备118向用户显示解码视频数据的解码图片。显示设备118可以表示各种显示设备中的任一者,诸如液晶显示器(LCD)、等离子体显示器、有机发光二极管(OLED)显示器、或另一种类型的显示设备。

[0037] 尽管在图1中未示出,但是在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300均可以与音频编码器和/或音频解码器集成,并且可以包括适当的MUX-DEMUX单元或其它硬件和/或软件,以处理在公共数据流中包括音频和视频两者的复用流。

[0038] 视频编码器200和视频解码器300均可以被实现为各种合适的编码器和/或解码器电路中的任一者,诸如一个或多个微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、分立逻辑、软件、硬件、固件、或它们的任何组合。当技术部分地在软件中实现时,设备可以将用于软件的指令存储在适当的非暂态计算机可读介质中,并且使用一个或多个处理器在硬件中执行指令以执行本公开的技术。视频编码器200和视频解码器300中的每一者可以被包括在一个或多个编码器或解码器中,该编码器或解码器中的任一者可以被集成为相应设备中的组合的编码器/解码器(编解码器)的一部分。包括视频编码器200和/或视频解码器300的设备可以包括集成电路、微处理器、和/或无线通信设备(诸如蜂窝电话)。

[0039] 视频编码器200和视频解码器300可以根据视频译码标准(诸如ITU-T H.265(也被称为高效率视频译码(HEVC))或对其的扩展(诸如多视图和/或可缩放视频译码扩展))进行

操作。另选地,视频编码器200和视频解码器300可以根据其它专有或行业标准(诸如ITU-T H.266,也被称为多功能视频译码(VVC))进行操作。在其它示例中,视频编码器200和视频解码器300可根据专有视频编解码器/格式(诸如,AOMedia Video 1(AV1)、AV1的扩展和/或AV1的后续版本(例如,AV2))来操作。在其它示例中,视频编码器200和视频解码器300可根据其它专有格式或行业标准来操作。然而,本公开的技术不限于任何特定译码标准或格式。通常,视频编码器200和视频解码器300可被配置为结合使用参考图片列表进行帧间预测的任何视频译码技术来执行本公开的技术。

[0040] 通常,视频编码器200和视频解码器300可执行图片的基于块的译码。术语“块”通常指代包括要被处理的(例如,在编码和/或解码过程中要被编码、解码或以其它方式使用的)数据的结构。例如,块可以包括亮度和/或色度数据的样本的二维矩阵。通常,视频编码器200和视频解码器300可以对以YUV(例如,Y、Cb、Cr)格式表示的视频数据进行译码。也就是说,视频编码器200和视频解码器300不是对用于图片的样本的红色、绿色和蓝色(RGB)数据进行译码,而是可以对亮度分量和色度分量进行译码,其中,色度分量可以包括红色色相色度分量和蓝色色相色度分量两者。在一些示例中,视频编码器200在编码之前将接收到的RGB格式数据转换为YUV表示,并且视频解码器300将该YUV表示转换为RGB格式。或者,预处理和后处理单元(未示出)可以执行这些转换。

[0041] 本公开通常可以涉及对图片的译码(例如,编码和解码)以包括对图片的数据进行编码或解码的过程。类似地,本公开可以涉及对图片的块的译码以包括对用于块的数据进行编码或解码(例如,预测和/或残差译码)的过程。编码视频比特流通常包括用于表示译码决策(例如,译码模式)以及图片到块的划分的语法元素的一系列值。因此,对图片或块的译码的引用一般应被理解为形成图片或块的语法元素的译码值。

[0042] HEVC定义各种块,包括译码单元(CU)、预测单元(PU)和变换单元(TU)。根据HEVC,视频译码器(诸如视频编码器200)根据二叉树结构来将译码树单元(CTU)划分为CU。也就是说,视频译码器将CTU和CU划分为四个相等的、不重叠的正方形,并且二叉树的每个节点具有零个或四个子节点。没有子节点的节点可以被称为“叶节点”,并且此类叶节点的CU可以包括一个或多个PU和/或一个或多个TU。视频译码器可进一步划分PU和TU。例如,在HEVC中,残差二叉树(RQT)表示TU的划分。在HEVC中,PU表示帧间预测数据,而TU表示残差数据。经帧内预测的CU包括帧内预测信息,诸如帧内模式指示。

[0043] 作为另一示例,视频编码器200和视频解码器300可以被配置成根据VVC来操作。根据VVC,视频译码器(诸如视频编码器200)将图片划分为多个译码树单元(CTU)。视频编码器200可以根据树结构(诸如二叉树-二叉树(QTBT)结构或多类型树(MTT)结构)来划分CTU。QTBT结构去除多种分区类型的概念,诸如HEVC的CU、PU和TU之间的分隔。QTBT结构包括两个层级:根据二叉树分区进行划分的第一层级、以及根据二叉树分区进行划分的第二层级。QTBT结构的根节点对应于CTU。二叉树的叶节点对应于译码单元(CU)。

[0044] 在MTT分区结构中,可以使用二叉树(QT)分区、二叉树(BT)分区以及一种或多种类型的三叉树(TT)(也被称为三元树(TT))分区来对块进行划分。三叉树或三元树分区是其中块被分为三个子块的分区。在一些示例中,三叉树或三元树分区将块划分为三个子块,而不划分通过中心的原始块。MTT中的分区类型(例如,QT、BT和TT)可以是对称的或不对称的。

[0045] 当根据AV1编解码器操作时,视频编码器200和视频解码器300可被配置成以块为

单位对视频数据进行译码。在AV1中,能够处理的最大译码块被称为超级块。在AV1中,超级块可以是128x128亮度样本或64x64亮度样本。然而,在后续视频译码格式(例如,AV2)中,超级块可由不同(例如,更大)的亮度样本大小来定义。在一些示例中,超级块是块二叉树的顶层。视频编码器200可进一步将超级块划分成较小的译码块。视频编码器200可使用正方形或非正方形分区将超级块和其它译码块划分成较小的块。非正方形块可包括 $N/2 \times N$ 块、 $N \times N/2$ 块、 $N/4 \times N$ 块和 $N \times N/4$ 块。视频编码器200和视频解码器300可对每个译码块执行单独的预测和变换处理。

[0046] AV1还定义了视频数据的图块。图块是可独立于其它图块进行译码的超级块的矩形阵列。即,视频编码器200和视频解码器300可在不使用来自其它图块的视频数据的情况下分别对图块内的译码块进行编码和解码。然而,视频编码器200和视频解码器300可跨图块边界执行滤波。图块的大小可以是均匀的或不均匀的。基于图块的译码可实现编码器和解码器具体实施的并行处理和/或多线程。

[0047] 在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可以使用单个QTBT或MTT结构来表示亮度分量和色度分量中的每一者,而在其它示例中,视频编码器200和视频解码器300可以使用两个或更多个QTBT或MTT结构,诸如用于亮度分量的一个QTBT/MTT结构以及用于两个色度分量的另一QTBT/MTT结构(或者用于相应色度分量的两个QTBT/MTT结构)。

[0048] 视频编码器200和视频解码器300可以被配置成使用二叉树分区、QTBT分区、MTT分区、超级块分区或其它分区结构。

[0049] 在一些示例中,CTU包括亮度样本的译码树块(CTB)、具有三个样本阵列的图像的色度样本的两个对应CTB、或单色图片或使用三个单独的颜色平面和用于对样本进行译码的语法结构进行译码的图像的样本的CTB。CTB可以是某个N值的 $N \times N$ 样本块,使得一种分区为将分量划分为CTB。分量是来自构成4:2:0、4:2:2或4:4:4颜色格式图片的三个阵列(亮度和两个色度)中的一个阵列的阵列或单个样本,或者是构成单色格式图片的阵列或阵列的单个样本。在一些示例中,译码块是一些M值和N值的 $M \times N$ 样本块,使得一种分区为将CTB划分成译码块。

[0050] 可以以各种方式在图片中对块(例如,CTU或CU)进行分组。作为一个示例,砖块(brick)可以指图片中特定图块内的CTU行的矩形区域。图块可以是图片中特定图块列和特定图块行内的CTU的矩形区域。图块列指代CTU的具有与图片的高度相等的高度以及由语法元素(例如,诸如在图片参数集中)指定的宽度的矩形区域。图块行指代CTU的具有由语法元素(例如,诸如在图片参数集中)指定的高度以及与图片的宽度相等的宽度的矩形区域。

[0051] 在一些示例中,可以将图块划分为多个砖块,每个砖块可以包括图块内的一个或多个CTU行。未被划分成多个砖块的图块也可以被称为砖块。然而,作为图块的真实子集的砖块不可以被称为图块。图片中的砖块也可以被布置在切片中。切片可以是图片的整数个砖块,其可以唯一地包含在单个网络抽象层(NAL)单元中。在一些示例中,切片包括多个完整图块或仅包括一个图块的完整砖块的连续序列。

[0052] 本公开可以互换地使用“ $N \times N$ ”和“ $N$ 乘 $N$ ”来指代块(诸如CU或其它视频块)在垂直维度和水平维度方面的样本尺寸,例如,16x16个样本或16乘16个样本。通常,16x16 CU在垂直方向上将具有16个样本( $y = 16$ ),并且在水平方向上将具有16个样本( $x = 16$ )。同样地, $N \times N$  CU通常在垂直方向上将具有N个样本,并且在水平方向上将具有N个样本,其中N表示非负整

数值。CU中的样本可以按行和列布置。此外, CU不一定需要在水平方向上具有与在垂直方向上相同数量的样本。例如, CU可以包括 $N \times M$ 个样本, 其中 $M$ 不一定等于 $N$ 。

[0053] 视频编码器200对用于CU的表示预测和/或残差信息以及其它信息的视频数据进行编码。预测信息指示要如何预测CU以便形成CU的预测块。残差信息通常表示编码之前的CU的样本与预测块之间的逐样本差异。

[0054] 为了预测CU, 视频编码器200通常可以通过帧间预测或帧内预测形成CU的预测块。帧间预测通常是指从先前译码的图片的数据预测CU, 而帧内预测通常是指从同一图片的先前译码的数据预测CU。为了执行帧间预测, 视频编码器200可使用一个或多个运动向量来生成预测块。视频编码器200通常可执行运动搜索以标识与CU紧密匹配的参考块, 例如, 根据CU与参考块之间的差异。视频编码器200可以使用绝对差之和(SAD)、平方差之和(SSD)、平均绝对差(MAD)、均方差(MSD)、或其它此类差计算来计算差度量, 以确定参考块是否与当前CU紧密匹配。在一些示例中, 视频编码器200可使用单向预测或双向预测来预测当前CU。

[0055] VVC的一些示例还提供仿射运动补偿模式, 其可以被认为是帧间预测模式。在仿射运动补偿模式下, 视频编码器200可以确定表示非平移运动(诸如放大或缩小、旋转、透视运动或其它不规则运动类型)的两个或更多个运动向量。

[0056] 为了执行帧内预测, 视频编码器200可选择帧内预测模式来生成预测块。VVC的一些示例提供了六十七种帧内预测模式, 包括各种方向性模式, 以及平面模式和DC模式。通常, 视频编码器200选择描述当前块(例如, CU的块)的相邻样本的帧内预测模式, 从中预测当前块的样本。假设视频编码器200以光栅扫描次序(从左到右、从上到下)对CTU和CU进行译码, 则此类样本通常可以在与当前块相同的图片中位于当前块的上方、左上方或左侧。

[0057] 视频编码器200对表示当前块的预测模式的数据进行编码。例如, 对于帧间预测模式, 视频编码器200可对表示使用各种可用帧间预测模式中的哪一者的数据以及对应模式的运动信息进行编码。例如, 对于单向或双向帧间预测, 视频编码器200可以使用高级运动向量预测(AMVP)或合并模式对运动向量进行编码。视频编码器200可以使用类似的模式来对用于仿射运动补偿模式的运动向量进行编码。

[0058] 对于以合并模式译码的块, 视频编码器200和视频解码器300可被配置为维护候选列表, 该列表中的每个候选包括运动信息的完整集合(例如, 运动向量、运动方向和参考图片索引)。对于以AMVP模式译码的块, 视频编码器200和视频解码器300可被配置为类似地维护候选列表, 但该列表中的每个候选仅包括运动向量预测因子(MVP), 而非完整运动信息。视频解码器300可单独接收运动向量差值(MVD)并将用于对块进行预测的运动向量确定为MVP加上MVD。

[0059] AV1包括用于对视频数据的译码块进行编码和解码的两种通用技术。这两种通用技术是帧内预测(例如, 帧内预测或空间预测)和帧间预测(例如, 帧间预测或时间预测)。在AV1的内容中, 当使用帧内预测模式来预测视频数据的当前帧的块时, 视频编码器200和视频解码器300不使用来自视频数据的其它帧的视频数据。对于大多数帧内预测模式, 视频编码器200基于当前块中的样本值与从同一帧中的参考样本生成的预测值之间的差来对当前帧的块进行编码。视频编码器200基于帧内预测模式确定从参考样本生成的预测值。

[0060] 在预测(诸如对块的帧内预测或帧间预测)之后, 视频编码器200可以计算用于块的残差数据。残差数据(诸如残差块)表示在块与用于块的预测块之间的逐样本差异, 该预

测块是使用对应的预测模式来形成的。视频编码器200可以将一个或多个变换应用于残差块,以在变换域中而非在样本域中产生经变换的数据。举例来说,视频编码器200可将离散余弦变换(DCT)、整数变换、小波变换或概念上类似的变换应用于残差视频数据。另外,视频编码器200可以在第一变换之后应用二次变换,诸如模式相关不可分离二次变换(MDNSST)、信号相关变换、Karhunen-Loeve变换(KLT)等。视频编码器200在应用一个或多个变换之后产生变换系数。

[0061] 如上文所指出的,在产生变换系数的任何变换之后,视频编码器200可以执行对变换系数的量化。量化通常指代如下的过程:其中对变换系数进行量化以可能地减少用于表示变换系数的数据量,从而提供进一步的压缩。通过执行量化过程,视频编码器200可以减小与一些或所有变换系数相关联的比特深度。例如,视频编码器200可在量化期间将 $n$ 比特值向下舍入到 $m$ 比特值,其中 $n$ 大于 $m$ 。在一些示例中,为了执行量化,视频编码器200可执行待量化的值的按比特右移。

[0062] 在量化之后,视频编码器200可以对变换系数进行扫描,从而从包括经量化的变换系数的二维矩阵产生一维向量。扫描可以被设计成将较高能量(以及因此较低频率)的变换系数放置在向量的前面并且将较低能量(以及因此较高频率)的变换系数放置在向量的后面。在一些示例中,视频编码器200可利用预定义的扫描次序来扫描经量化的变换系数以产生序列化向量,并且然后对该向量的经量化的变换系数进行熵编码。在其它示例中,视频编码器200可以执行自适应扫描。在扫描经量化的变换系数以形成一维向量之后,视频编码器200可例如根据上下文自适应二进制算术译码(CABAC)对一维向量进行熵编码。视频编码器200还可对描述与编码视频数据相关联的元数据的语法元素的值进行熵编码,该编码视频数据由视频解码器300在对视频数据进行解码时使用。

[0063] 为了执行CABAC,视频编码器200可以将上下文模型内的上下文指派给要发送的符号。上下文可以涉及例如符号的相邻值是否为零值。概率确定可以基于指派给符号的上下文。

[0064] 视频编码器200可以例如在图片报头、块报头、切片报头中进一步向视频解码器300生成语法数据,诸如基于块的语法数据、基于图片的语法数据和基于序列的语法数据,或者生成其它语法数据诸如序列参数集(SPS)、图片参数集(PPS)或视频参数集(VPS)。视频解码器300同样可以对此类语法数据进行解码以确定如何对相应的视频数据进行解码。

[0065] 以这种方式,视频编码器200可以生成包括编码视频数据的比特流,例如,描述图片到块(例如,CU)的划分以及用于块的预测和/或残差信息的语法元素。最终,视频解码器300可以接收比特流并对编码视频数据进行解码。

[0066] 通常,视频解码器300执行与视频编码器200执行的过程相反的过程以对比特流的编码视频数据进行解码。例如,视频解码器300可以使用CABAC以与视频编码器200的CABAC编码过程基本上类似但是相反的方式来对用于比特流的语法元素的值进行解码。语法元素可以定义用于将图片划分成CTU以及根据诸如QTBT结构之类的对应分区结构划分每个CTU以定义CTU的CU的分区信息。语法元素可进一步定义视频数据块(例如,CU)的预测和残差信息。

[0067] 残差信息可以由例如经量化的变换系数来表示。视频解码器300可以对块的经量化的变换系数进行逆量化和逆变换以再现用于块的残差块。视频解码器300使用用信号通

知的预测模式(帧内预测或帧间预测)和相关的预测信息(例如,用于帧间预测的运动信息)来形成用于块的预测块。视频解码器300然后可以组合预测块和残差块(在逐样本的基础上)以再现原始块。视频解码器300可以执行附加处理,诸如执行去块过程以减少沿着块的边界的视觉伪影。

[0068] 本公开通常可能涉及“用信号通知”某些信息(诸如语法元素)。术语“用信号通知”通常可以指代对用于对编码视频数据进行解码的语法元素的值和/或其它数据的传达。也就是说,视频编码器200可以用信号通知比特流中语法元素的值。通常,用信号通知是指在比特流中生成值。如上文所指出的,源设备102可以基本上实时地或不实时地(诸如可能在将语法元素存储到存储设备112以供目标设备116稍后检索时发生)将比特流传送到目标设备116。

[0069] 诸如HEVC和VVC等视频编解码器使用帧间预测来从除了当前译码的图片之外的参考图片推导预测信号。这些参考图片被组织在一个或两个参考图片列表中。这两个列表被表示为列表0和列表1。每个参考图片列表可包括一个或多个参考图片。视频编码器200对指示帧间预测方向的语法元素进行编码,该语法元素标识列表0、列表1还是两个列表用于当前译码的块的帧间预测。视频编码器200还对指示参考索引(针对每个使用的参考列表)的另一语法元素进行编码以标识该列表中的参考图片中的哪个参考图片用于帧间预测。在合并模式中,视频解码器300根据所选择的合并候选推导帧间预测方向和参考索引以及运动向量信息。在AMVP模式中,在经帧间译码的块的比特流中用信号通知指示帧间预测方向和参考索引的附加语法元素。

[0070] 当用信号通知帧间预测方向时,视频编码器200用信号通知第一二进制数以指示帧间预测模式(例如,预测方向)是双向预测模式还是单向预测模式。如果该模式是单向预测,那么用信号通知第二二进制数以指示使用列表0还是列表1。如果该模式是双向预测,则不需要附加的二进制数,因为列表0和列表1都被使用。此后,在比特流中用信号通知相应的参考索引。当使用双向预测时,列表0和列表1两者用于帧间预测,并且需要在比特流中用信号通知这两个列表的参考索引。使用截断一元译码对范围为0到N-1的参考索引进行二值化,其中N是该列表中的参考图片的数量。CABAC可应用于对二进制数中的一些二进制数进行译码。

[0071] HEVC和VVC两者均支持灵活的参考图片结构,这些参考图片结构可作为高级语法的一部分用信号通知,使得每个切片/图片具有不同参考图片列表。即,视频编码器200和视频解码器300被配置为维护具有相同图片和相同排序的相同参考图片列表。为了使得视频编码器200和视频解码器300可维护相同参考图片列表,视频编码器200在比特流中包括某个信令,视频解码器300使用该信令来确定哪些图片以及以哪种次序保持在参考图片列表中。然而,由于针对每个块用信号通知参考图片结构会增加信令开销,在块级不支持该灵活性。

[0072] 在HEVC中,除非使用新SPS的新序列以帧内随机接入点(IRAP)图片开始,否则图片的空间分辨率不能改变。VVC使得在序列中某个位置处改变图片分辨率,而无需对IRAP图片进行编码,该IRAP图片始终进行帧内译码。该特征有时被称为参考图片重采样(RPR),因为当用于帧间预测的参考图片具有与正被解码的当前图片不同的分辨率时,该特征利用该参考图片的重采样。为了避免附加的处理步骤,VVC中的RPR过程被嵌入在运动补偿过程中并

且在块级执行。在运动补偿阶段中,缩放比率与运动信息一起用于定位参考图片中将在内插过程中使用的参考样本。

[0073] 在VVC中,缩放比率被限制为大于或等于1/2(从参考图片到当前图片的2倍下采样)并且小于或等于8(8倍上采样)。指定具有不同频率截止的三组重采样滤波器来处理参考图片与当前图片之间的各种缩放比率。这三组重采样滤波器分别应用于范围为1/2到1/1.75、1/1.75到1/1.25以及1/1.25到8的缩放比率。每组重采样滤波器具有16个亮度相位和32个色度相位,这与运动补偿内插滤波器的情况相同。在一个示例中,在缩放比率范围为1/1.25到8的情况下使用正常MC内插的滤波器组。正常MC内插过程是缩放比率范围为1/1.25到8的重采样过程的特殊情况。除了传统的平移块运动之外,仿射模式具有三组6抽头内插滤波器,这些滤波器用于亮度分量以覆盖RPR中的不同缩放比率。基于图片宽度和高度以及针对参考图片和当前图片指定的左缩放偏移、右缩放偏移、上缩放偏移和下缩放偏移来推导水平和垂直缩放比率。

[0074] 为了支持该特征,在PPS而非SPS中用信号通知图片分辨率和对应的一致性窗口,而在SPS中用信号通知最大图片分辨率。

[0075] 本公开描述了用于块级参考图片自适应的技术。视频编码器200和视频解码器300可被配置为在块级自适应地组织参考图片(例如,在没有信令开销的情况下)。即,每个块可具有参考图片列表内的参考图片的不同排序。通常,参考图片被布置(重排序)成使得较小索引(较小数量的二进制数)被指派给更可能被选择用于当前块的参考图片(或多个参考图片的集合),这可使得用信号通知参考图片索引所需的比特减少,并且因此改善总体译码性能。

[0076] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为基于模板匹配成本来确定特定参考索引的可能性。对于具有较高可能性的参考图片,可指派较小索引。即,对于具有较小模板匹配成本的参考图片假设,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将较小索引指派给产生较小模板匹配成本的相关联参考图片。视频编码器200和视频解码器300可被配置为基于模板中的相邻样本的重构信号与根据参考假设和当前块的对应运动信息生成的预测信号之间的失真来计算模板匹配成本。对于每个参考假设,视频编码器200和视频解码器300可被配置为:

[0077] 1) 给定参考假设和其它运动信息语法元素(例如,MVP、MVD、运动向量分辨率等),推导对应的运动信息。

[0078] 2) 根据步骤(1)中推导的运动信息对模板执行帧间预测,以生成模板的预测信号。

[0079] 3) 获得模板的重构信号(先前解码的相邻样本)。

[0080] 4) 计算重构信号与预测信号之间的失真。

[0081] 关于上文的步骤1,视频解码器300可例如被配置为在执行块级参考图片列表自适应之前接收指示AMVP候选和MVD的语法元素。因此,对于每个参考假设,视频解码器300可确定将用于对块进行预测的实际运动向量,并且使用该运动向量来确定该参考假设。由于不同参考图片可利用不同运动向量缩放或其它基于参考图片的推导过程,因此即使MVP与MVD相同,用于每个参考假设的实际运动向量也可能不同。

[0082] 使用例如上文的步骤1至4,视频编码器200和视频解码器300可被配置为针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序并且针对该切片的第二块生成该参

考图片列表中的该参考图片的第二排序。通过在块级使用此类自适应参考图片重排序过程,视频编码器200和视频解码器300可减少与在某些译码模式(例如,AMVP模式)中用信号通知参考图片索引相关联的信令开销。

[0083] 在一个示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将每个参考列表内的参考图片单独重排序。用于参考图片的语法设计可与HEVC和VVC的语法设计相同,不同之处在于相同参考索引值可指示用于不同块的不同参考图片。

[0084] 在一个示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将两个参考列表内的参考图片一起重排序。在一些示例中,当用信号通知帧间预测方向时,可在比特流中仅对一个二进制数进行译码以指示块的预测模式是双向预测还是单向预测。在单向预测模式的情况下,可在比特流中对索引ref\_idx\_uni进行译码以指示来自参考图片联合列表的所选择的参考图片,该参考图片联合列表包括来自列表0和列表1两者的参考图片。根据模板成本的升序来排列该联合列表中的参考图片。在一些示例中,可能不需要第二二进制数来指示列表0或列表1,而是可通过索引隐式地确定。在双向预测模式的情况下,可在比特流中对索引ref\_idx\_bi进行译码以指示所选择的参考图片对。

[0085] 在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为针对单向预测模式对来自这两个参考列表的参考图片一起重排序,但针对双向预测模式在每个参考列表内进行单独重排序。

[0086] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为确定成本标准。根据本公开的一个示例,成本是预测信号与模板的重构信号之间的失真。失真度量可以是绝对差之和(SAD)、绝对变换差之和(SATD)、平方误差之和(SSE)或另一此类成本确定。

[0087] 在一些示例中,成本可为预测信号和模板的重构信号之间的失真与通过初始列表中的参考图片假设的索引确定的正则项的组合。该正则项可被推导为索引乘以比例。比例值可以是预定的恒定整数,或者可以是取决于块大小的值。

[0088] 在另一示例中,当译码模式为双向预测时,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将成本确定为预测信号和重构信号中的每一者之间的失真的总和。该正则项也可如上所述地应用。

[0089] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为执行索引的二值化。在一些示例中,截断一元码可用于对索引进行译码。在一些示例中,可以使用Golomb-Rice码。Golomb-Rice码是可变长度译码过程,由截断一元译码的前缀码和固定长度译码的后缀码形成。前缀码和后缀码的相应长度由参数(译码除数D)控制,其中D是2的正幂数(例如,1、2、4、8……)并且不大于要译码的符号的总数量。当通过使用具有除数D的Golomb-Rice码来对N个不同符号进行译码时,将这N个不同符号的索引分解为N/D个组,并且每个组具有D个符号。组索引(例如,0、1、2、3……N/D-1)通过使用截断一元码(即前述前缀码)来进行译码。然后,组中的D个符号的索引(例如,0、1、2、3……D-1)通过使用截断二元码(当D是非2的幂时)或固定长度二元码(当D是2的幂数时)(即前述后缀码)来进行译码。在一些示例中,截断一元码用于ref\_idx\_uni,并且Golomb-Rice码用于ref\_idx\_bi。双向预测中的不同参考图片对的组合的数量可能很大,因此使用大量索引值。然而,截断一元码对于相对大的索引值可能并不高效。在一些示例中,是使用截断一元码还是Golomb-Rice码取决于索引值的总数量。如果该数量大于阈值,则使用Golomb-Rice码;否则,使用截断一元码。

[0090] 图2示出了模板的示例。模板通常对应于或定位当前块(例如,图2中的当前块140)的紧邻译码区域。在对当前块进行解码之前对模板的样本进行解码。

[0091] 在一些示例中,模板包括当前块140左侧的左模板142和/或当前块140上方的上模板144,如图2中所例示。如果当前块140的宽度和高度被表示为W和H,则左模板的大小可以是 $N \times H$ ,并且上模板尺寸的大小可以是 $W \times N$ ,其中N是预定义值,诸如1、2、4或某个其它整数值。也可使用其它模板。例如,左模板大小可以是 $N \times 2H$ ,并且上模板大小可以是 $2W \times N$ 。

[0092] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为针对模板执行预测信号生成。如上所述,首先根据参考图片假设和其它相对运动信息推导运动向量,然后执行运动补偿以生成用于模板的预测信号。视频编码器200和视频解码器300可被配置为使用所确定的运动向量来定位参考图片中对应于模板的样本。然后,视频编码器200和视频解码器300可通过将当前图片的模板样本与参考图片中的对应样本进行比较来确定模板匹配成本。

[0093] 在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将用于当前块的运动补偿的内插滤波器应用于模板的运动补偿。在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可应用简化的内插滤波器以降低复杂性。例如,使用双线性内插滤波器来代替典型的较长抽头(例如,6抽头、8抽头、12抽头)滤波器。在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为将运动向量舍入到最接近的整数以用于模板的运动补偿。

[0094] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为执行初始列表生成。现在将描述单向预测的情况。在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为通过将来自列表0和列表1的参考图片进行交织来生成初始参考图片联合列表。当j小于列表0中的参考图片的数量并且还小于列表1中的参考图片的数量时,列表i(i=0、1)中的j参考图片变成该联合列表中的 $2*j+i$ 参考图片。当j大于或等于列表0中的参考图片的数量或者大于或等于列表1中的参考图片的数量时,该联合列表中的索引为 $N+j$ ,其中N为列表0中的参考图片的数量与列表1中的参考图片的数量之间的最小值。

[0095] 在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为通过首先添加列表0中的参考图片并且然后添加列表1中的参考图片来生成该初始参考图片联合列表。或者,在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为通过首先添加列表1中的参考图片并且然后添加列表0中的参考图片来生成该初始参考图片联合列表。在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为根据参考图片与当前图片之间的距离的升序来生成该联合列表中的参考图片。

[0096] 现在将描述双向预测的情况。在一个示例中,对于双向预测,视频编码器200和视频解码器300可被配置为如下生成初始参考图片对列表:

[0097] 在列表0中的参考图片i上循环

[0098] 在列表1中的参考图片j上循环

[0099] 将该(i, j)对插入到列表中。

[0100] 该列表可以根据 $i+j$ 的升序进行重排序。

[0101] 在另一示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为在此后应用排序过程,其中将成本指派给每个参考图片对并基于成本的升序对列表进行排序。在一个示例中,成本被计算为 $\text{abs}(\text{pocDist0}) + \text{abs}(\text{pocDist1}) + \text{abs}(\text{pocDist0} - \text{pocDist1})$ 。pocDist0表示当前图片与参考图片0之间的图片次序计数(POC)的差值。pocDist1表示参考图片1和

当前图片之间的POC的差值,  $\text{abs}()$  是用于计算绝对值的运算符。在另一示例中, 成本可以被计算为  $\text{abs}(\text{pocDist0}) + \text{abs}(\text{pocDist1}) + c$ , 其中如果  $\text{pocDist0}$  和  $\text{pocDist1}$  具有不同的正负号, 则  $c$  被设置为0, 否则被设置为预定义的大正值。这样, 具有两个前向参考图片或两个后向参考图片的参考图片对被指派较大的成本。

[0102] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为处理重复参考图片。可将相同参考图片插入到列表0和列表1两者中。当创建用于对参考图片进行重排序以用于单向预测的联合列表时, 可存在重复参考图片。在一些示例中, 可以将预定义的大成本指派给重复参考图片; 例如, 该成本被设置为最大值。在一些示例中, 重复参考图片的模板成本按预定义值(例如, 2、4、8、16等) 缩放。类似地, 相同过程可应用于双向预测模式中的重复参考图片对。

[0103] 本文中所描述的各种技术可与MVD的正负号预测结合使用。MVD的正负号可基于模板匹配成本来预测, 如在JVET-X0132 (2021年10月6日至15日通过电话会议进行的第24次会议) 和JVET-K0067 (2018年7月10日至18日在斯洛文尼亚卢布尔雅那进行的第11次会议) 中所描述。在一些示例中, 可将参考图片索引和MVD的正负号一起译码为索引, 其中索引值指示参考图片假设和MVD的正负号假设的某种组合。所有可能的组合可以根据上文所讨论的模板匹配成本来排序。

[0104] 在一些示例中, MVD的正负号预测和参考图片自适应可以是互斥的。这两个工具可以由高级语法控制, 并且这两个工具中只有一个工具可以应用于当前译码的图片/切片。

[0105] 在一些示例中, MVD的正负号预测和参考图片自适应在块级是互斥的。这两个工具可由MVD的量值来控制。如果MVD的量值小于某个阈值, 则应用参考图片自适应; 否则, 应用MVD的正负号预测。

[0106] 在另一示例中, 如上文所讨论, 可一起使用MVD的正负号预测和参考图片自适应。当执行参考图片重排序时, 视频编码器200和视频解码器300可被配置为将所有可能的MVD假设当中的最小成本指派给参考图片的假设以用于对参考图片进行重排序。接着, 给定重排序的参考图片列表以及解码的索引, 视频编码器200和视频解码器300可确定所选择的参考图片, 该参考图片之后可用于MVD的正负号预测。可存储在参考图片重排序过程期间计算的成成本, 并且可将与所确定的参考图片相关联的那些成本再次用于正负号预测。

[0107] 在另一示例中, 如上文所讨论, 可一起使用MVD的正负号预测和所提出的参考图片自适应。当执行MVD的正负号预测时, 视频编码器200和视频解码器300可被配置为将所有可能的参考图片假设当中的最小成本指派给MVD的正负号假设。接着, 给定重排序的正负号假设以及解码的正负号索引, 视频编码器200和视频解码器300可确定实际MVD, 该MVD之后可用于参考图片重排序。可存储在正负号预测过程期间计算的成成本, 并且可将与所确定的MVD相关联的那些成本再次用于参考图片重排序。

[0108] 在另一示例中, 如上文所提出, 可一起使用MVD的正负号预测和参考图片自适应。当执行参考图片重排序时, 视频编码器200和视频解码器300可将所有可能的MVD假设当中的最小成本指派给参考图片的假设以用于对参考图片进行重排序。接着, 给定重排序的参考图片列表以及解码的索引, 视频编码器200和视频解码器300可确定所选择的参考图片。当执行MVD的正负号预测时, 视频编码器200和视频解码器300可将所有可能的参考图片假设当中的最小成本指派给MVD的正负号假设。接着, 给定重排序的正负号假设以及解码的正负号索引, 视频编码器200和视频解码器300可确定实际MVD。

[0109] 如上所述的技术可类似地应用于参考图片自适应与其它语法预测的组合。该语法可例如是IMV索引、局部光照补偿(LIC)标志或具有CU级权重的双向预测(BCW)索引等。

[0110] 现在将描述用于简化MVD正负号预测的技术。如上所述,参考图片重排序与MVD正负号预测的组合可能涉及测试不同假设的所有可能组合的成本,这对于其中存在多个MVD的双向预测,尤其对于当在每个方向上存在至多三个MVD时的仿射模式可能会带来显著的计算复杂性。以下技术可用于简化该过程。

[0111] 在一个示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为针对双向预测模式禁用MVD正负号预测。可以针对该禁用设置特定条件。作为示例条件,针对该禁用,该模式不应为SMVD模式,其中列表0和列表1中的MVD是对称的。作为另一示例条件,该模式应为仿射模式。

[0112] 在另一示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为在双向预测的情况下针对这些方向中的一个方向禁用MVD正负号预测。例如,在双向预测的情况下可禁用列表1中的MVD。可以针对该禁用设置特定条件。例如,如果列表0中的MVD是非零,那么禁用列表1的MVD正负号预测。需注意,可以预先对两个方向(列表0和列表1)上的MVD的量值进行译码,然后可以确定是否针对列表中的一个列表禁用MVD正负号预测。

[0113] 在又一示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为限制待预测的MVD正负号的数量。该数量可以是可配置的并且在高级语法中用信号通知。在一个示例中,可针对MVD正负号设置计数器,并且一旦所预测的MVD正负号的数量达到预定义数量,则对其余MVD正负号进行常规译码,例如使用一个二进制数来指示负号或正号,而非对其余MVD正负号进行预测。在另一示例中,基于量值以降序对MVD进行排序。然后,对经排序的列表中的多达N个MVD进行预测,而不进行重置。需注意,在这两个示例中,可以预先对列表0和列表1两者中的MVD的量值进行译码。

[0114] 上文所描述的技术可独立地应用于MVD正负号预测,或者可取决于是否应用了参考重排序技术(或其它语法元素预测技术)。

[0115] 视频编码器200和视频解码器300可被配置为确定双向预测模式的双边匹配成本。在双向预测模式的情况下,可使用双边匹配成本,其中该成本为列表0预测因子与列表1预测因子之间的失真。通过使用列表0中所推导的运动信息(根据参考图片假设)进行运动补偿来获得列表0预测因子,并且通过使用列表1中所推导的运动信息(根据参考图片假设)进行运动补偿来获得列表1预测因子。

[0116] 在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为在双向预测模式中确定双边匹配成本而非模板匹配成本,并且随后使用该双边匹配成本对参考图片列表进行重排序。在一些示例中,视频编码器200和视频解码器300可被配置为在双向预测模式中一起使用双边匹配成本和模板匹配成本。例如,视频编码器200和视频解码器300可被配置为基于双边匹配成本和模板匹配成本的加权和参考图片进行重排序。

[0117] 现在将描述与参考图片重采样相互作用的各方面。如果将RPR应用于参考图片,则通常会禁用解码器侧推导过程。例如,视频解码器300可被配置为在RPR应用于所选择的参考图片的情况下禁用模板匹配模式和线性照度补偿(LIC)。相应地,LIC标志(其指示LIC的开启/关闭)不在比特流中用信号通知,并且被推断为假(关闭)。另一方面,如果将RPR应用于所选择的参考图片,则可以在比特流中用信号通知MVP索引,而不是通过模板匹配隐式地

推导。然而,如果应用块级参考重排序过程,则所选择的参考图片在解析阶段期间可能是未知的(因为参考图片的重排序在构造阶段期间完成,这通常比解析语法元素慢得多,并且因此在相对语法元素的解析之后完成)。因此,当确定LIC标志(或MVP索引)是否存在时,RPR是否被应用于所选择的参考图片可能是未知的。为了解决此类问题,下面描述与参考图片重排序和RPR之间的相互作用有关的技术。

[0118] 在一个示例技术中,视频解码器300可以被配置为使得参考图片重排序和RPR具有排斥性。在一个示例中,如果SPS级RPR使能标志为真,则SPS级参考图片重排序使能标志被推断为假或被约束为假。

[0119] 在另一示例技术中,如果参考图片或参考图片对中的一个参考图片被缩放(例如,应用了RPR),则视频解码器300被配置为将参考图片或参考图片对重排序过程中的相应成本设置为最大值。这样,经缩放的参考图片可始终处于经重排序的列表的后部,例如经缩放的参考图片始终具有比未经缩放的参考图片的索引更大的索引。在切片或图片级,可以预先计算未经缩放的参考图片(或参考图片对)的数量,表示为NumNonScaled。在解析经重排序的列表中的所选择的参考图片的索引之后,视频解码器300可通过将索引值与N进行比较(而不执行重排序过程)来确定所选择的参考图片是否为经缩放的图片。因此,如果该索引大于或等于NumNonScaled,则所选择的参考可以被确定为经缩放的参考图片,否则被确定为未经缩放。

[0120] 图3是例示可执行本公开的技术的示例视频编码器200的框图。图3是出于解释的目的而提供的,并且不应当被认为是在本公开中广泛地举例说明和描述的技术的限制。出于解释的目的,本公开描述了根据VVC (ITU-T H.266,正在开发)和HEVC (ITU-T H.265)技术的视频编码器200。然而,本公开的技术可由被配置成其它视频译码标准和视频译码格式(诸如AV1和AV1视频译码格式的后续格式)的视频编码设备执行。

[0121] 在图3的示例中,视频编码器200包括视频数据存储单元230、模式选择单元202、残差生成单元204、变换处理单元206、量化单元208、逆量化单元210、逆变换处理单元212、重构单元214、滤波器单元216、解码图片缓冲器(DPB) 218和熵编码单元220。视频数据存储单元230、模式选择单元202、残差生成单元204、变换处理单元206、量化单元208、逆量化单元210、逆变换处理单元212、重构单元214、滤波器单元216、DPB 218和熵编码单元220中的任一者或全部可以在一个或多个处理器中或者在处理电路中实现。例如,视频编码器200的单元可以实现为一个或多个电路或逻辑元件作为硬件电路的一部分,或者作为处理器、ASIC或FPGA的一部分。此外,视频编码器200可以包括附加的或另选的处理单元或处理电路来执行这些和其它功能。

[0122] 视频数据存储单元230可以存储要由视频编码器200的组件编码的视频数据。视频编码器200可以从例如视频源104(图1)接收存储在视频数据存储单元230中的视频数据。DPB 218可以充当参考图片存储器,其存储参考视频数据以在由视频编码器200对后续视频数据进行预测时使用。视频数据存储单元230和DPB 218可以由各种存储器设备中的任何存储器设备形成,诸如动态随机存取存储器(DRAM)(包括同步DRAM(SDRAM))、磁阻RAM(MRAM)、电阻性RAM(RRAM)、或其它类型的存储器设备。视频数据存储单元230和DPB 218可以由相同的存储器设备或单独的存储器设备来提供。在各个示例中,视频数据存储单元230可以与视频编码器200的其它组件在片上(如图所示),或者相对于那些组件在片外。

[0123] 在本公开中,对视频数据存储单元230的引用不应当被解释为限于在视频编码器200内部的存储器(除非特别说明)或者在视频编码器200外部的存储器(除非特别说明)。相反,对视频数据存储单元230的引用应当被理解为存储视频编码器200接收以用于编码的视频数据(例如,用于要被编码的当前块的视频数据)的参考存储器。图1的存储器106还可以提供对来自视频编码器200的各种单元的输出的临时存储。

[0124] 例示了图3的各个单元以帮助理解由视频编码器200执行的操作。单元可以被实现为固定功能电路、可编程电路、或它们的组合。固定功能电路是指提供特定功能性并针对可执行的操作进行预先设定的电路。可编程电路指代可以被编程以执行各种任务并且在可以执行的操作上提供灵活功能性的电路。例如,可编程电路可以执行软件或固件,该软件或固件使得可编程电路以由软件或固件的指令所定义的方式进行操作。固定功能电路可以执行软件指令(例如,以接收参数或输出参数),但固定功能电路执行的操作类型通常是不可变的。在一些示例中,单元中的一个或多个单元可以是不同的电路块(固定功能或可编程),并且在一些示例中,单元中的一个或多个单元可以是集成电路。

[0125] 视频编码器200可以包括由可编程电路形成的算术逻辑单元(ALU)、基本功能单元(EFU)、数字电路、模拟电路和/或可编程核心。在使用由可编程电路执行的软件执行视频编码器200的操作的示例中,存储器106(图1)可以存储视频编码器200接收和执行的软件的指令(例如,目标代码),或者视频编码器200内的另一个存储器(未示出)可以存储此类指令。

[0126] 视频数据存储单元230被配置成存储接收到的视频数据。视频编码器200可以从视频数据存储单元230检索视频数据的图片,并且将视频数据提供给残差生成单元204和模式选择单元202。视频数据存储单元230中的视频数据可以是待编码的原始视频数据。

[0127] 模式选择单元202包括运动估计单元222、运动补偿单元224和帧内预测单元226。模式选择单元202可以包括根据其它预测模式来执行视频预测的附加功能单元。作为示例,模式选择单元202可以包括调色板单元、块内复制单元(其可以是运动估计单元222和/或运动补偿单元224的一部分)、仿射单元、线性模型(LM)单元等。

[0128] 模式选择单元202通常协调多个编码通道以测试编码参数的组合和针对此类组合的所得率失真值。编码参数可以包括CTU到CU的划分、用于CU的预测模式、用于CU的残差数据的变换类型、用于CU的残差数据的量化参数等。模式选择单元202可以最终选择具有与其它测试的组合相比更好的率失真值的编码参数组合。

[0129] 视频编码器200可以将来自视频数据存储单元230检索的图片划分成一系列CTU,并且将一个或多个CTU封装在切片内。模式选择单元202可以根据树结构(诸如MTT结构、QTBT结构、超级块结构或上述二叉树结构)来划分图片的CTU。如上所述,视频编码器200可以通过根据树结构划分CTU来形成一个或多个CU。此类CU通常还可以被称为“视频块”或“块”。

[0130] 通常,模式选择单元202还控制其组件(例如,运动估计单元222、运动补偿单元224和帧内预测单元226)生成当前块(例如,当前CU,或者在HEVC中,PU和TU的重叠部分)的预测块。为了对当前块进行帧间预测,运动估计单元222可以执行运动搜索以标识在一个或多个参考图片(例如,存储在DPB 218中的一个或多个先前译码的图片)中的一个或多个紧密匹配的参考块。具体地,运动估计单元222可以例如根据绝对差之和(SAD)、平方差之和(SSD)、平均绝对差(MAD)、均方差(MSD)等来计算表示潜在参考块将与当前块的类似程度的值。运动估计单元222通常可以使用当前块和正在考虑的参考块之间的逐样本差异来执行这些计

算。运动估计单元222可标识具有由这些计算产生的最低值的参考块,以指示与当前块最匹配的参考块。

[0131] 运动估计单元222可以形成一个或多个运动向量(MV),该运动向量定义相对于当前块在当前图片中的位置而言参考块在参考图片中的位置。然后,运动估计单元222可以将运动向量提供给运动补偿单元224。例如,对于单向帧间预测,运动估计单元222可提供单个运动向量,而对于双向帧间预测,运动估计单元222可以提供两个运动向量。运动补偿单元224然后可以使用运动向量生成预测块。例如,运动补偿单元224可以使用运动向量来检索参考块的数据。作为另一示例,如果运动向量具有分数样本精度,则运动补偿单元224可根据一个或多个内插滤波器内插预测块的值。此外,对于双向帧间预测,运动补偿单元224可以检索由相应运动向量标识的两个参考块的数据并且例如通过逐样本平均或加权平均来组合所检索的数据。

[0132] 当根据AV1视频译码格式操作时,运动估计单元222和运动补偿单元224可被配置成使用平移运动补偿、仿射运动补偿、重叠块运动补偿(OBMC)和/或复合帧间-帧内预测来对视频数据的译码块(例如,亮度译码块和色度译码块两者)进行编码。

[0133] 作为确定如何对块进行编码的一部分并且然后作为随后对经编码的块进行解码的一部分,运动估计单元222和运动补偿单元224可被配置为执行本公开的各种技术。例如,运动估计单元222和/或运动补偿单元224可被配置为针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,然后基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的不同的第二排序。运动补偿单元224可被配置为使用参考图片的第一排序对第一块进行解码并使用参考图片的第二排序对第二块进行解码。

[0134] 作为另一示例,对于帧内预测或帧内预测译码,帧内预测单元226可从邻近当前块的样本生成预测块。例如,对于方向性模式,帧内预测单元226通常可以在数学上将相邻样本的值进行组合,并且跨当前块在所定义的方向上填充这些计算的值得以产生预测块。作为另一示例,对于DC模式,帧内预测单元226可计算当前块的相邻样本的平均值并且生成预测块以包含预测块的每个样本的该所得平均值。

[0135] 当根据AV1视频译码格式操作时,帧内预测单元226可被配置为使用方向性帧内预测、非方向性帧内预测、递归滤波器帧内预测、亮度-色度(CFL)预测、块内复制(IBC)和/或调色板模式来对视频数据的译码块(例如,亮度译码块和色度译码块两者)进行编码。模式选择单元202可以包括根据其它预测模式来执行视频预测的附加功能单元。

[0136] 模式选择单元202将预测块提供给残差生成单元204。残差生成单元204从视频数据存储器230接收当前块的未编码的原始版本,并且从模式选择单元202接收预测块。残差生成单元204计算当前块和预测块之间的逐样本差异。所得的逐样本差异定义了当前块的残差块。在一些示例中,残差生成单元204还可以确定残差块中的样本值之间的差异以使用残差差分脉冲译码调制(RDPCM)来生成残差块。在一些示例中,残差生成单元204可以使用执行二进制减法的一个或多个减法器电路来形成。

[0137] 在其中模式选择单元202将CU划分为PU的示例中,每个PU可以与亮度预测单元和对应的色度预测单元相关联。视频编码器200和视频解码器300可支持具有各种大小的PU。如上文所指出的,CU的大小可以指代CU的亮度译码块的大小,而PU的大小可以指代PU的亮度预测单元的大小。假设特定CU的大小是 $2N \times 2N$ ,视频编码器200可支持 $2N \times 2N$ 或 $N \times N$ 的PU大

小用于帧内预测,以及 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 、 $N \times N$ 或类似的对称PU大小用于帧间预测。视频编码器200和视频解码器300还可以支持针对用于帧间预测的 $2N \times nU$ 、 $2N \times nD$ 、 $nL \times 2N$ 和 $nR \times 2N$ 的PU大小的非对称分区。

[0138] 在其中模式选择单元202不将CU进一步划分为PU的示例中,每个CU可以与亮度译码块和对应的色度译码块相关联。如上文,CU的大小可以指代CU的亮度译码块的大小。视频编码器200和视频解码器300可以支持 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 的CU大小。

[0139] 对于其它视频译码技术,例如块内复制模式译码、仿射模式译码和线性模型(LM)模式译码,作为一些示例,模式选择单元202经由与译码技术相关联的相应单元生成正在被编码的当前块的预测块。在一些示例中(诸如调色板模式译码),模式选择单元202可以不生成预测块,而是替代地生成指示以其基于所选择的调色板来重构块的方式的语法元素。在此类模式中,模式选择单元202可将这些语法元素提供给熵编码单元220以进行编码。

[0140] 如上所述,残差生成单元204接收用于当前块和对应的预测块的视频数据。然后,残差生成单元204针对当前块生成残差块。为了生成残差块,残差生成单元204计算预测块和当前块之间的逐样本差异。

[0141] 变换处理单元206将一种或多种变换应用于残差块,以生成变换系数的块(本文中被称为“变换系数块”)。变换处理单元206可将各种变换应用于残差块以形成变换系数块。例如,变换处理单元206可以将离散余弦变换(DCT)、方向变换、Karhunen-Loeve变换(KLT)或概念上类似的变换应用于残差块。在一些示例中,变换处理单元206可以对残差块执行多种变换,例如,初级变换和二次变换(诸如旋转变换)。在一些示例中,变换处理单元206不对残差块应用变换。

[0142] 当根据AV1操作时,变换处理单元206可以将一种或多种变换应用于残差块,以生成变换系数的块(本文中被称为“变换系数块”)。变换处理单元206可将各种变换应用于残差块以形成变换系数块。例如,变换处理单元206可应用水平/垂直变换组合,其可包括离散余弦变换(DCT)、非对称离散正弦变换(ADST)、翻转ADST(例如,按相反次序的ADST)或恒等变换(IDTX)。当使用恒等变换时,在垂直方向或水平方向中的一者上跳过该变换。在一些示例中,可跳过变换处理。

[0143] 量化单元208可以量化变换系数块中的变换系数,以产生经量化的变换系数块。量化单元208可以根据与当前块相关联的量化参数(QP)值来对变换系数块的变换系数进行量化。视频编码器200(例如,经由模式选择单元202)可通过调整与CU相关联的QP值来调整应用于与当前块相关联的变换系数块的量化程度。量化可能引起信息损失,并且因此,经量化的变换系数可能具有与由变换处理单元206所产生的原始变换系数相比较低的精度。

[0144] 逆量化单元210和逆变换处理单元212可以将逆量化和逆变换分别应用于经量化的变换系数块,以根据变换系数块来重构残差块。重构单元214可以基于重构的残差块和由模式选择单元202生成的预测块来产生与当前块相对应的重构块(尽管潜在地具有某种程度的失真)。例如,重构单元214可以将重构的残差块的样本添加到来自模式选择单元202生成的预测块的对应样本以产生重构块。

[0145] 滤波器单元216可以对重构块执行一个或多个滤波操作。例如,滤波器单元216可执行去块操作以减少沿着CU的边缘的块效应伪影。在一些示例中,可以跳过滤波器单元216的操作。

[0146] 当根据AV1操作时,滤波器单元216可以对重构块执行一个或多个滤波操作。例如,滤波器单元216可执行去块操作以减少沿着CU的边缘的块效应伪影。在其它示例中,滤波器单元216可应用约束方向增强滤波器(CDEF),其可在去块之后应用,并且可包括基于所估计的边缘方向的不可分离、非线性、低通方向滤波器的应用。滤波器单元216还可包括在CDEF之后应用的环路恢复滤波器,并且可包括可分离的对称归一化维纳滤波器或双自导滤波器。

[0147] 视频编码器200将重构块存储在DPB 218中。例如,在不执行滤波器单元216的操作的示例中,重构单元214可以将重构块存储到DPB 218中。在执行滤波器单元216的操作的示例中,滤波器单元216可以将经滤波的重构块存储到DPB 218中。运动估计单元222和运动补偿单元224可以从DPB 218检索由经重构的(并且潜在地经滤波的)块形成的参考图片,以对后续编码的图片的块进行帧间预测。另外,帧内预测单元226可以使用在DPB 218中的当前图片的重构块来对当前图片中的其它块进行帧内预测。

[0148] 通常,熵编码单元220可以对从视频编码器200的其它功能组件接收的语法元素进行熵编码。例如,熵编码单元220可以对来自量化单元208的经量化的变换系数块进行熵编码。作为另一示例,熵编码单元220可以对来自模式选择单元202的预测语法元素(例如,用于帧间预测的运动信息或用于帧内预测的帧内模式信息)进行熵编码。熵编码单元220可对语法元素执行一个或多个熵编码操作(该语法元素是视频数据的另一示例),以生成熵编码数据。例如,熵编码单元220可以对数据执行上下文自适应可变长度译码(CAVLC)操作、CABAC操作、可变-可变(V2V)长度译码操作、基于语法的上下文自适应二进制算术译码(SBAC)操作、概率区间划分熵(PIPE)译码操作、指数Golomb编码操作、或另一类型的熵编码操作。在一些示例中,熵编码单元220可以在语法元素未被熵编码的旁路模式下操作。

[0149] 视频编码器200可以输出比特流,该比特流包括重构切片或图片的块所需的熵编码的语法元素。具体地,熵编码单元220可以输出比特流。

[0150] 根据AV1,熵编码单元220可被配置成符号到符号自适应多符号算术译码器。AV1中的语法元素包含N个元素的字母表,并且上下文(例如,概率模型)包含N个概率的集合。熵编码单元220可将概率存储为n比特(例如,15比特)累积分布函数(CDF)。熵编码单元22可使用基于字母表大小的更新因子执行递归缩放,以更新上下文。

[0151] 上文描述的操作是相对于块进行描述的。此类描述应当被理解为用于亮度译码块和/或色度译码块的操作。如上所述,在一些示例中,亮度译码块和色度译码块是CU的亮度分量和色度分量。在一些示例中,亮度译码块和色度译码块是PU的亮度分量和色度分量。

[0152] 在一些示例中,不需要针对色度译码块重复针对亮度译码块执行的操作。作为一个示例,标识亮度译码块的运动向量(MV)和参考图片的操作不需要重复用于标识色度块的MV和参考图片。相反,可以缩放用于亮度译码块的MV以确定用于色度块的MV,并且参考图片可以是相同的。作为另一示例,帧内预测过程对于亮度译码块和色度译码块可以是相同的。

[0153] 视频编码器200表示被配置为对视频数据进行编码的设备的示例,该设备包括:存储器,该存储器被配置为存储视频数据;和一个或多个处理单元,该一个或多个处理单元在电路中实现并且被配置为:针对第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,以及针对第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序。

[0154] 图4是例示可执行本公开的技术的示例视频解码器300的框图。图4是出于解释的目的而提供的,而不是对在本公开中广泛地举例说明和描述的技术的限制。出于解释的目的,本公开描述了根据VVC (ITU-T H.266,正在开发)和HEVC (ITU-T H.265)技术的视频解码器300。然而,本公开的技术可由被配置成其它视频译码标准的视频译码设备来执行。

[0155] 在图4的示例中,视频解码器300包括译码图片缓冲器 (CPB) 存储器320、熵解码单元302、预测处理单元304、逆量化单元306、逆变换处理单元308、重构单元310、滤波器单元312和解码图片缓冲器 (DPB) 314。CPB存储器320、熵解码单元302、预测处理单元304、逆量化单元306、逆变换处理单元308、重构单元310、滤波器单元312和DPB 314中的任一者或全部可以在一个或多个处理器中或者在处理电路中实现。举例来说,视频解码器300的单元可实现为一个或多个电路或逻辑元件作为硬件电路的一部分,或者作为处理器、ASIC或FPGA的一部分。此外,视频解码器300可以包括附加的或另选的处理电路来执行这些和其它功能。

[0156] 预测处理单元304包括运动补偿单元316和帧内预测单元318。预测处理单元304可以包括根据其它预测模式来执行预测的附加单元。作为示例,预测处理单元304可包括调色板单元、块内复制单元(其可形成运动补偿单元316的一部分)、仿射单元、线性模型(LM)单元等。在其它示例中,视频解码器300可以包括更多、更少或不同的功能组件。

[0157] 当根据AV1操作时,运动补偿单元316可被配置为使用平移运动补偿、仿射运动补偿、OBMC和/或复合帧间-帧内预测来对视频数据的译码块(例如,亮度译码块和色度译码块两者)进行解码,如上所述。帧内预测单元318可被配置成使用方向性帧内预测、非方向性帧内预测、递归滤波器帧内预测、CFL、块内复制(IBC)和/或调色板模式来对视频数据的译码块(例如,亮度译码块和色度译码块两者)进行解码,如上所述。

[0158] 运动补偿单元316可被配置为执行本公开的各种技术。例如,运动补偿单元316可被配置为针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,然后基于自适应参考图片重排序过程针对该切片的第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的不同的第二排序。运动补偿单元316可被配置为使用参考图片的第一排序对第一块进行解码并使用参考图片的第二排序对第二块进行解码。

[0159] CPB存储器320可以存储要由视频解码器300的组件解码的视频数据,诸如编码视频比特流。例如,可以从计算机可读介质110(图1)获得被存储在CPB存储器320中的视频数据。CPB存储器320可以包括存储来自编码视频比特流的编码视频数据(例如,语法元素)的CPB。此外,CPB存储器320可以存储除了译码图片的语法元素之外的视频数据,诸如表示来自视频解码器300的各个单元的输出的临时数据。DPB 314通常存储解码图片,视频解码器300可以输出该解码图片,以及/或者在对编码视频比特流的后续数据或图片进行解码时使用该解码图片作为参考视频数据。CPB存储器320和DPB 314可以由各种存储器设备中的任何存储器设备形成,诸如DRAM(包括SDRAM)、MRAM、RRAM或其它类型的存储器设备。CPB存储器320和DPB 314可以由相同的存储器设备或单独的存储器设备来提供。在各种示例中,CPB存储器320可以与视频解码器300的其它组件一起在片上,或者相对于那些组件在片外。

[0160] 附加地或另选地,在一些示例中,视频解码器300可以从存储器120(图1)中检索译码视频数据。也就是说,存储器120可以如上文所讨论地利用CPB存储器320来存储数据。同样,当视频解码器300的一些或全部功能性在要由视频解码器300的处理电路执行的软件中

实现时,存储器120可以存储要由视频解码器300执行的指令。

[0161] 例示了图4中所示的各个单元以帮助理解由视频解码器300执行的操作。单元可以被实现为固定功能电路、可编程电路、或它们的组合。类似于图3,固定功能电路指代提供特定功能性并针对可执行的操作进行预先设定的电路。可编程电路指代可以被编程以执行各种任务并且在可以执行的操作上提供灵活功能性的电路。例如,可编程电路可以执行软件或固件,该软件或固件使得可编程电路以由软件或固件的指令所定义的方式进行操作。固定功能电路可以执行软件指令(例如,以接收参数或输出参数),但固定功能电路执行的操作类型通常是不可变的。在一些示例中,单元中的一个或多个单元可以是不同的电路块(固定功能或可编程),并且在一些示例中,单元中的一个或多个单元可以是集成电路。

[0162] 视频解码器300可以包括由可编程电路形成的ALU、EFU、数字电路、模拟电路和/或可编程核心。在视频解码器300的操作由在可编程电路上执行的软件执行的示例中,片上或片外存储器可以存储视频解码器300接收和执行的软件的指令(例如,目标代码)。

[0163] 熵解码单元302可以从CPB接收编码视频数据并对视频数据进行熵解码以再现语法元素。预测处理单元304、逆量化单元306、逆变换处理单元308、重构单元310和滤波器单元312可以基于从比特流中提取的语法元素来生成解码视频数据。

[0164] 通常,视频解码器300逐块地重构图片。视频解码器300可以单独地对每个块执行重构操作(其中,当前正在被重构(即,被解码)的块可以被称为“当前块”)。

[0165] 熵解码单元302可以对定义经量化的变换系数块的经量化的变换系数的语法元素以及变换信息(诸如量化参数(QP)和/或变换模式指示)进行熵解码。逆量化单元306可以使用与经量化的变换系数块相关联的QP来确定量化程度,并且同样地,确定逆量化单元306要应用的逆量化程度。逆量化单元306可以例如执行按比特左移操作以对经量化的变换系数进行逆量化。逆量化单元306可由此形成包括变换系数的变换系数块。

[0166] 在逆量化单元306形成变换系数块之后,逆变换处理单元308可以对变换系数块应用一个或多个逆变换以生成与当前块相关联的残差块。例如,逆变换处理单元308可以对变换系数块应用逆DCT、逆整数变换、逆Karhunen-Loeve变换(KLT)、逆旋转变换、逆方向变换或另一逆变换。

[0167] 此外,预测处理单元304根据由熵解码单元302进行熵解码的预测信息语法元素来生成预测块。例如,如果预测信息语法元素指示当前块是帧间预测的,则运动补偿单元316可以生成预测块。在这种情况下,预测信息语法元素可以指示在DPB 314中的要从其检索参考块的参考图片、以及标识相对于当前块在当前图片中的位置而言参考块在参考图片中的位置的运动向量。运动补偿单元316通常能够按照与关于运动补偿单元224(图3)所描述的方式基本上类似的方式来执行帧间预测过程。

[0168] 作为另一示例,如果预测信息语法元素指示当前块是帧内预测的,则帧内预测单元318可根据由预测信息语法元素指示的帧内预测模式来生成预测块。同样,帧内预测单元318通常能够按照与关于帧内预测单元226(图3)所描述的方式基本上类似的方式来执行帧内预测过程。帧内预测单元318可以从DPB 314检索当前块的相邻样本的数据。

[0169] 重构单元310可以使用预测块和残差块来重构当前块。例如,重构单元310可以将残差块的样本添加到预测块的对应样本以重构当前块。

[0170] 滤波器单元312可以对重构块执行一个或多个滤波操作。例如,滤波器单元312可

以执行去块操作以减少沿着重构块的边缘的块效应伪影。不一定在所有示例中都执行滤波器单元312的操作。

[0171] 视频解码器300可以将重构块存储在DPB 314中。例如,在其中不执行滤波器单元312的操作的示例中,重构单元310可以将重构块存储到DPB 314中。在其中执行滤波器单元312的操作的示例中,滤波器单元312可以将经滤波的重构块存储到DPB 314中。如上文所讨论的,DPB 314可以将参考信息(诸如用于帧内预测的当前图片以及用于后续运动补偿的先前解码的图片的样本)提供给预测处理单元304。此外,视频解码器300可以从DPB 314输出解码图片(例如,解码视频),以用于在诸如图1的显示设备118之类的显示设备上的后续呈现。

[0172] 这样,视频解码器300表示视频解码设备的示例,该视频解码设备包括:存储器,该存储器被配置为存储视频数据;和一个或多个处理单元,该一个或多个处理单元在电路中实现并且被配置为:针对第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,以及针对第二块生成该参考图片列表中的该参考图片的第二排序,其中该第一排序不同于该第二排序。

[0173] 图5是例示根据本公开的技术的用于对当前块进行编码的示例过程的流程图。当前块可以包括当前CU。尽管相对于视频编码器200(图1和图3)进行了描述,但应当理解,其它设备可被配置为执行与图5的过程类似的过程。

[0174] 在该示例中,视频编码器200最初预测当前块(350)。例如,视频编码器200可形成当前块的预测块。然后,视频编码器200可计算当前块的残差块(352)。为了计算残差块,视频编码器200可计算针对当前块的未编码的原始块与预测块之间的差。然后,视频编码器200可对残差块进行变换并且对残差块的变换系数进行量化(354)。接下来,视频编码器200可扫描残差块的经量化的变换系数(356)。在扫描期间或扫描之后,视频编码器200可对变换系数进行熵编码(358)。例如,视频编码器200可以使用CAVLC或CABAC来对变换系数进行编码。然后,视频编码器200可输出块的熵编码数据(360)。

[0175] 图6是例示根据本公开的技术的用于对视频数据的当前块进行解码的示例过程的流程图。当前块可以包括当前CU。尽管相对于视频解码器300(图1和图4)进行了描述,但应当理解,其它设备可被配置为执行与图6的过程类似的过程。

[0176] 视频解码器300可接收用于当前块的熵编码数据,诸如熵编码预测信息和用于与当前块相对应的残差块的变换系数的熵编码数据(370)。视频解码器300可对熵编码数据进行熵解码以确定用于当前块的预测信息并且再现残差块的变换系数(372)。视频解码器300可例如使用如当前块的预测信息所指示的帧内预测模式或帧间预测模式来预测当前块(374),以计算当前块的预测块。视频解码器300然后可对再现的变换系数进行逆扫描(376),以创建经量化的变换系数的块。视频解码器300然后可对变换系数进行逆量化并将逆变换应用于变换系数以产生残差块(378)。视频解码器300可以通过组合预测块和残差块来最终解码当前块(380)。

[0177] 图7是例示根据本公开的技术的用于对视频数据块进行解码的示例过程的流程图。这些块可包括CU。尽管相对于视频解码器300(图1和图4)进行了描述,但应当理解,其它设备可被配置为执行与图7的过程类似的过程。此外,应当理解,视频编码器(诸如视频编码器200)的视频解码环路也可执行图7的过程。

[0178] 在图7的示例中,视频解码器300针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序(400)。为了针对第一块生成参考图片的第一排序,视频解码器300可将索引指派给该参考图片。

[0179] 视频解码器300使用参考图片的第一排序对第一块进行解码(402)。为了使用参考图片的第一排序对第一块进行解码,视频解码器300可例如基于该参考图片的该第一排序确定用于该第一块的第一参考图片,并且根据该第一参考图片中的块对该第一块进行帧间预测。为了对第一块进行帧间预测,视频解码器300可例如使用AMVP来确定运动向量,然后使用该运动向量来定位该第一参考图片中的预测块。

[0180] 视频解码器300基于自适应参考图片重排序过程针对切片的第二块生成参考图片列表中的参考图片的第二排序(404)。该第一块和该第二块可以例如属于同一图片或切片,并且可以是空间上相邻的块。该第一排序不同于该第二排序。为了针对第二块生成参考图片的第二排序,视频解码器300将该索引中的至少一些索引指派给与第一排序中的参考图片不同的参考图片。在一些示例中,第一块和第二块中的一者或两者可以是双向预测的块,在该情况下,视频解码器300维护用于该块的两个列表并基于来自两个不同参考图片的两个预测块确定最终预测块。

[0181] 如上所述,在一些示例中,该自适应参考图片重排序过程可包括模板匹配过程。在一些示例中,对于双向预测的块,该自适应参考图片重排序过程可包括双边匹配过程。在一些示例中,该自适应参考图片重排序过程可包括将第一参考图片列表中的图片的图片次序计数(POC)与第二参考图片列表中的图片的POC进行比较。

[0182] 视频解码器300使用参考图片的第二排序对第二块进行解码(406)。与第一块一样,为了使用参考图片的第二排序对第二块进行解码,视频解码器300可例如基于参考图片的第二排序确定用于该第二块的第二参考图片,并且根据该第二参考图片中的块对该第二块进行帧间预测。为了对第二块进行帧间预测,视频解码器300可例如使用AMVP来确定运动向量,然后使用该运动向量来定位该第二参考图片中的预测块。

[0183] 为了使用参考图片的第二排序对第二块进行解码,视频解码器300可例如接收标识运动向量预测因子的第一语法元素、标识MVD的第二语法元素;和标识参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素。视频解码器300通过将运动向量预测因子添加到MVD来确定运动向量。视频解码器300可基于该索引和参考图片的第二排序来标识参考图片列表中的参考图片,基于运动向量来定位该参考图片中的预测块,以及使用该预测块对第二块进行解码。

[0184] 视频解码器300输出解码视频数据,该解码视频数据包括第一块和第二块的解码版本(408)。视频解码器300可例如输出解码视频数据的图片以供存储、发送或显示。在图7的过程由视频编码器执行的示例中,视频编码器可输出解码视频数据以存储在解码图片缓冲器中,使得解码图片可用于对视频数据的其它图片进行编码。

[0185] 以下编号条款示出了在本公开中描述的设备和技术的一个或多个方面。

[0186] 条款1A.一种对视频数据进行译码的方法,所述方法包括:针对第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序;以及针对第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序。

[0187] 条款2A.根据条款1A所述的方法,其中所述第一块和所述第二块属于同一切片。

[0188] 条款3A.根据条款1A或2A所述的方法,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。

[0189] 条款4A.根据条款1A至3A中任一项所述的方法,其中:针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片。

[0190] 条款5A.根据条款1A至3A中任一项所述的方法,其中:针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括基于参考图片是否已被缩放将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片。

[0191] 条款6A.根据条款1A所述的方法,其中:针对所述第一块生成所述参考图片列表中的参考图片的所述第一排序包括:基于将模板匹配过程应用于所述参考图片列表中的所述参考图片来生成所述第一排序;并且针对所述第二块生成所述参考图片列表中的参考图片的所述第二排序包括:基于将所述模板匹配过程应用于所述参考图片列表中的所述参考图片来生成所述第二排序。

[0192] 条款7A.根据条款1A至6A中任一项所述的方法,其中所述第二块包括双向预测的块。

[0193] 条款8A.根据条款7A所述的方法,其中所述参考图片列表是第一参考图片列表,所述方法还包括:维护第二参考图片列表。

[0194] 条款9A.根据条款8A所述的方法,其中针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序包括将所述第一参考图片列表中的图片的图片次序计数(POC)与所述第二参考图片列表中的图片的POC进行比较。

[0195] 条款10A.根据条款1A至9A中任一项所述的方法,所述方法还包括:基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

[0196] 条款11A.根据条款10A所述的方法,所述方法还包括:基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

[0197] 条款12A.根据条款1A至10A中任一项所述的方法,所述方法还包括:基于条件禁用正负号预测。

[0198] 条款13A.根据条款1A至10A中任一项所述的方法,所述方法还包括:响应于所预测的正负号的数量超过阈值数量,对后续正负号进行常规译码。

[0199] 条款14A.一种对视频数据进行译码的方法,所述方法包括:针对多个视频数据块确定参考图片重采样被启用;响应于确定参考图片重采样被启用,确定参考图片重排序被禁用。

[0200] 条款15A.根据条款14A所述的方法,其中确定参考图片重采样被启用包括接收语法元素,并且确定参考图片重排序被禁用包括基于所述语法元素的值推断参考图片重排序被禁用。

[0201] 条款16A.根据条款1A至15A中任一项所述的方法,其中译码包括编码。

- [0202] 条款17A.根据条款1A至15A中任一项所述的方法,其中译码包括解码。
- [0203] 条款18A.一种用于对视频数据进行译码的设备,所述设备包括用于执行根据条款1A至17A中任一项所述的方法的一个或多个部件。
- [0204] 条款19A.根据条款18A所述的设备,其中所述一个或多个部件包括在电路中实现的一个或多个处理器。
- [0205] 条款20A.根据条款18A和19A中任一项所述的设备,所述设备还包括:存储器,所述存储器用于存储所述视频数据。
- [0206] 条款21A.根据条款18A至20A中任一项所述的设备,所述设备还包括:显示器,所述显示器被配置为显示解码视频数据。
- [0207] 条款22A.根据条款18A至21A中任一项所述的设备,其中所述设备包括相机、计算机、移动设备、广播接收器设备或机顶盒中的一者或多者。
- [0208] 条款23A.根据条款18A至22A中任一项所述的设备,其中所述设备包括视频解码器。
- [0209] 条款24A.根据条款18A至23A中任一项所述的设备,其中所述设备包括视频编码器。
- [0210] 条款25A.一种在其上存储有指令的计算机可读存储介质,所述指令在被执行时使得一个或多个处理器执行根据条款1A至17A中任一项所述的方法。
- [0211] 条款1B:一种对视频数据进行解码的方法,所述方法包括:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码;基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码;以及输出解码视频数据,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。
- [0212] 条款2B:根据条款1B所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程,所述方法还包括:确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本;以及基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序。
- [0213] 条款3B:根据条款1B或2B所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。
- [0214] 条款4B:根据条款1B至3B中任一项所述的方法,其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。
- [0215] 条款5B:根据条款1B至4B中任一项所述的方法,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。
- [0216] 条款6B:根据条款1B至5B中任一项所述的方法,其中所述第二块包括双向预测的

块,并且所述参考图片列表是第一参考图片列表,所述方法还包括:维护第二参考图片列表;以及使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。

[0217] 条款7B:根据条款1B至6B中任一项所述的方法,其中使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码包括:基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;其中使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码包括:基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

[0218] 条款8B:根据条款1B至7B中任一项所述的方法,所述方法还包括:基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

[0219] 条款9B:根据条款1B至8B中任一项所述的方法,所述方法还包括:接收标识运动向量预测因子的第一语法元素;接收标识运动向量差值的第二语法元素;以及接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素;基于所述索引和所述参考图片的所述第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图片;基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块;使用所述预测块对所述第二块进行解码。

[0220] 条款10B:根据条款1B至9B中任一项所述的方法,所述方法还包括:确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。

[0221] 条款11B:根据条款1B至8B或10B中任一项所述的方法,其中进行解码的所述方法作为视频编码过程的一部分来执行。

[0222] 条款12B:一种用于对视频数据进行解码的设备,所述设备包括:存储器,所述存储器被配置为存储视频数据;一个或多个处理器,所述一个或多个处理器在电路中实现,并且被配置为:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码;使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码;以及输出解码视频数据,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

[0223] 条款13B:根据条款12B所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程,并且所述一个或多个处理器被进一步配置为:确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本;以及基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序。

[0224] 条款14B:根据条款12B或13B所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。

[0225] 条款15B:根据条款12B至14B中任一项所述的设备,其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。

[0226] 条款16B:根据条款12B至15B中任一项所述的设备,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。

[0227] 条款17B:根据条款12B至16B中任一项所述的设备,其中所述第二块包括双向预测的块,并且所述参考图片列表是第一参考图片列表,并且所述一个或多个处理器被进一步配置为:维护第二参考图片列表;以及使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。

[0228] 条款18B:根据条款12B至17B中任一项所述的设备,其中为了使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码,所述一个或多个处理器被进一步配置为:基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;其中为了使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码,所述一个或多个处理器被进一步配置为:基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

[0229] 条款19B:根据条款12B至18B中任一项所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

[0230] 条款20B:根据条款12B至19B中任一项所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:接收标识运动向量预测因子的第一语法元素;接收标识运动向量差值的第二语法元素;以及接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素;基于所述索引和所述参考图片的所述第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图片;基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块;使用所述预测块对所述第二块进行解码。

[0231] 条款21B:根据条款1B至20B中任一项所述的设备,其中所述一个或多个处理器被进一步配置为:确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。

[0232] 条款22B:根据条款12B至21B中任一项所述的设备,其中所述设备包括无线通信设备,还包括被配置为接收编码视频数据的接收器。

[0233] 条款23B:根据条款22B所述的设备,其中所述无线通信设备包括手持电话,并且其中所述接收器被配置为根据无线通信标准来对包括所述编码视频数据的信号进行解调。

[0234] 条款24B:根据条款12B至23B中任一项所述的设备,所述设备还包括:显示器,所述显示器被配置为显示解码视频数据。

[0235] 方面25B:根据条款12B至24B中任一项所述的设备,其中所述设备包括相机、计算机、移动设备、广播接收器设备或机顶盒中的一者或多者。

[0236] 条款26B:根据条款12B至25B中任一项所述的设备,其中所述设备包括相机。

[0237] 条款27B:一种存储指令的计算机可读存储介质,所述指令在由一个或多个处理器执行时使得所述一个或多个处理器:针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序,其中针对所述第一块生成所述参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片;基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序,其中所述第一排序不同于所述第二排序,并且针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序包括将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片;使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行

解码;使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码;以及输出解码视频数据,所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

[0238] 条款28B:根据条款27B所述的计算机可读存储介质,其中所述自适应参考图片重排序过程包括模板匹配过程,并且所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:确定所述参考图片列表中的至少第一参考图片和第二参考图片的模板匹配成本;以及基于所述第一参考图片的模板匹配成本与所述第二参考图片的模板匹配成本的比较针对所述切片的所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序。

[0239] 条款29B:根据条款27B或28B所述的计算机可读存储介质,其中所述自适应参考图片重排序过程包括双边匹配过程。

[0240] 条款30B:根据条款27B至29B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述自适应参考图片重排序过程包括将所述参考图片列表中的第一图片的图片次序计数(POC)与所述参考图片列表中的第二图片的POC进行比较。

[0241] 条款31B:根据条款27B至30B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述第一块和所述第二块属于同一图片并且是空间上相邻的块。

[0242] 条款32B:根据条款27B至31B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述第二块包括双向预测的块,并且所述参考图片列表是第一参考图片列表,并且所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:维护第二参考图片列表;以及使用所述第一参考图片列表和所述第二参考图片列表对所述第二块进行解码。

[0243] 条款33B:根据条款27B至32B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中为了使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码,所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:基于所述参考图片的所述第一排序确定用于所述第一块的第一参考图片;基于所述第一参考图片对所述第一块进行帧间预测;其中为了使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码,所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:基于所述参考图片的所述第二排序确定用于所述第二块的第二参考图片;基于所述第二参考图片对所述第二块进行帧间预测。

[0244] 条款34B:根据条款27B至33B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:基于针对所述第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的所述第二排序确定运动向量差值的正负号预测。

[0245] 条款35B:根据条款27B至34B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:接收标识运动向量预测因子的第一语法元素;接收标识运动向量差值的第二语法元素;以及接收标识所述参考图片列表中的参考图片的索引的第三语法元素;基于所述索引和所述参考图片的所述第二排序来标识所述参考图片列表中的参考图片;基于所述运动向量预测因子和所述运动向量差值来定位所述参考图片中的预测块;使用所述预测块对所述第二块进行解码。

[0246] 条款36B:根据条款27B至35B中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所述指令进一步使得所述一个或多个处理器:确定所述第二块是使用高级运动向量预测因子模式来进行编码的。

[0247] 条款37B:一种用于对视频数据进行解码的装置,所述装置包括:用于针对切片的第一块生成参考图片列表中的参考图片的第一排序的部件,其中针对所述第一块生成所述

参考图片的所述第一排序包括将索引指派给所述参考图片；用于使用所述参考图片的所述第一排序对所述第一块进行解码的部件；用于基于自适应参考图片重排序过程针对所述切片的第二块生成所述参考图片列表中的所述参考图片的第二排序的部件，其中所述第一排序不同于所述第二排序，并且用于针对所述第二块生成参考图片的所述第二排序的所述部件包括用于将所述索引中的至少一些索引指派给与所述第一排序中的参考图片不同的参考图片的部件；用于使用所述参考图片的所述第二排序对所述第二块进行解码的部件；和用于输出解码视频数据的部件，所述解码视频数据包括所述第一块和所述第二块的解码版本。

[0248] 应当认识到，根据示例，本文所描述的任何技术的某些动作或事件可以以不同的顺序来执行，可以被添加、合并或完全省略（例如，并非所描述的所有动作或事件对于实施该技术都是必要的）。此外，在某些示例中，动作或事件可以被并发地执行（例如，通过多线程处理、中断处理或多个处理器）而不是顺序地执行。

[0249] 在一个或多个示例中，所描述的功能可以在硬件、软件、固件或它们的任何组合中实现。如果在软件中实现，则该功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或者通过计算机可读介质进行发送并且由基于硬件的处理单元执行。计算机可读介质可以包括计算机可读存储介质（其对应于有形介质诸如数据存储介质）或者通信介质，该通信介质包括例如根据通信协议来促进计算机程序从一个地方传输到另一个地方的任何介质。以这种方式，计算机可读介质通常可以对应于（1）非暂态的有形计算机可读存储介质，或者（2）通信介质诸如信号或载波。数据存储介质是可以由一个或多个计算机或者一个或多个处理器访问以检索用于实现本公开中所描述的技术的指令、代码和/或数据结构的任何可用介质。计算机程序产品可以包括计算机可读介质。

[0250] 通过示例而非限制的方式，此类计算机可读存储介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁存储设备、闪存存储器，或者能够用于以指令或数据结构形式存储期望的程序代码并且能够由计算机访问的任何其它介质。另外，任何连接被适当地称为计算机可读介质。例如，如果指令是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字订户线（DSL）或者无线技术（诸如，红外线、无线电和微波）从网站、服务器或其它远程源发送的，则同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者无线技术（诸如，红外线、无线电和微波）被包括在介质的定义中。然而，应当理解的是，计算机可读存储介质和数据存储介质不包括连接、载波、信号或其它暂态介质，而是替代地针对非暂态的有形存储介质。如本文所使用的，磁盘和光盘包括压缩光盘（CD）、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘（DVD）、软盘和蓝光光盘，其中，磁盘通常磁性地再现数据，而光盘则利用激光来光学地再现数据。上述的组合应当也被包括在计算机可读介质的范围内。

[0251] 指令可以由一个或多个处理器执行，诸如一个或多个DSP、通用微处理器、ASIC、FPGA或其它等同的集成或分立逻辑电路。因此，如本文所使用的术语“处理器”和“处理电路”可以指代前述结构中的任何一者或者适于实现本文所描述的技术的任何其它结构。另外，在一些方面，本文所描述的功能性可以在被配置用于编码和解码的专用硬件和/或软件模块内提供，或者被并入组合的编解码器中。另外，这些技术可以在一个或多个电路或逻辑元件中被完全实现。

[0252] 本公开的技术可以在各种各样的设备或装置中实现，包括无线手机、集成电路

(IC)或一组IC(例如,芯片组)。在本公开中描述各种组件、模块或单元以强调被配置为执行所公开的技术的设备的功能方面,但是不一定要通过不同的硬件单元来实现。确切而言,如上所述,各种单元可以被组合在编解码器硬件单元中,或者可以由可互操作的硬件单元的集合(包括如上所述的一个或多个处理器)结合适当的软件和/或固件来提供各种单元。

[0253] 已经描述各种示例。这些和其它示例在以下权利要求的范围内。

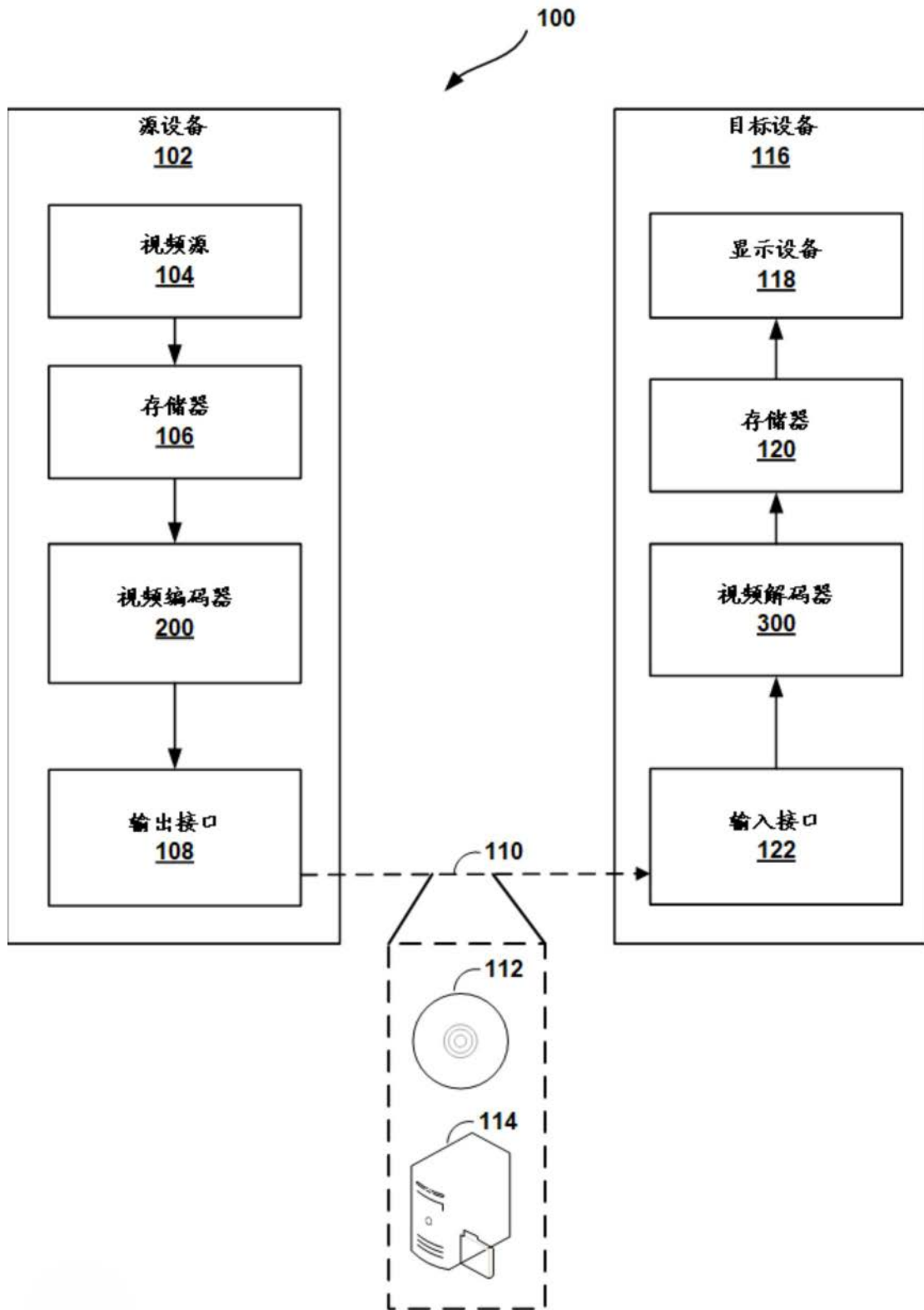


图1

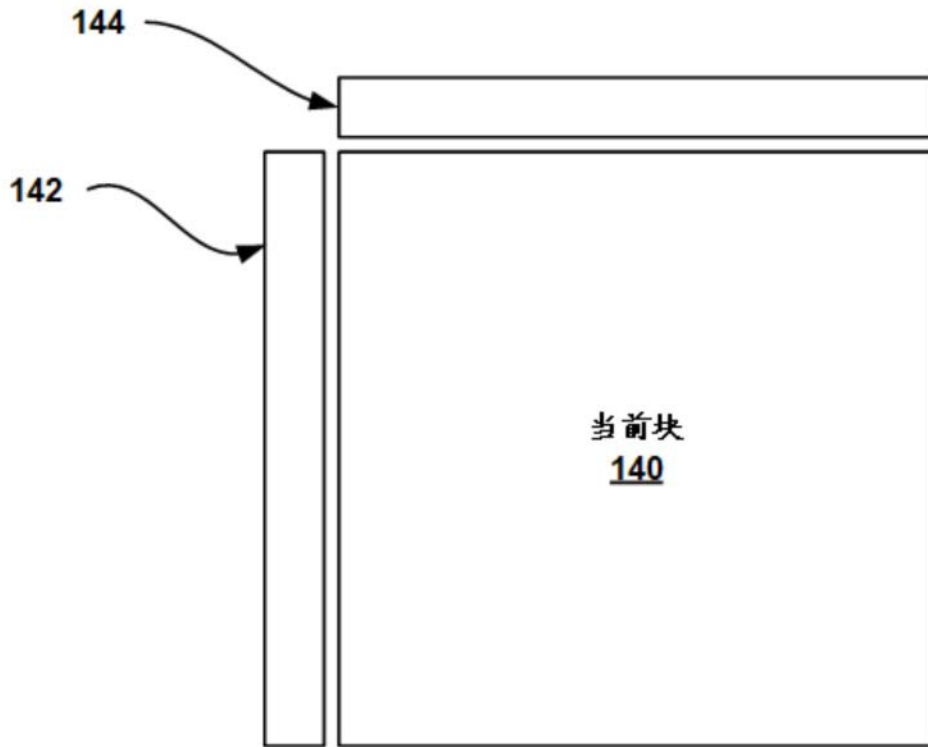


图2

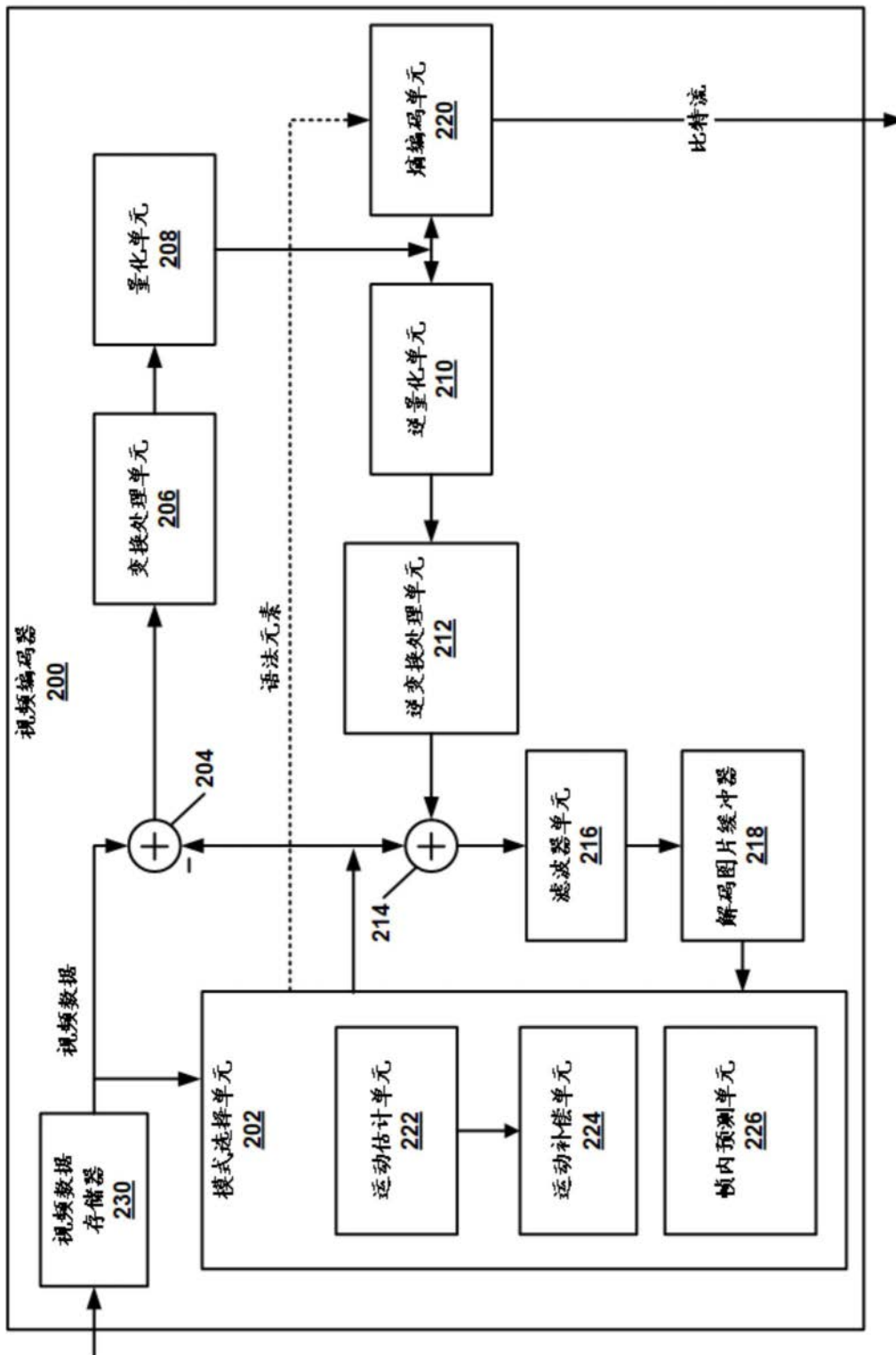


图3

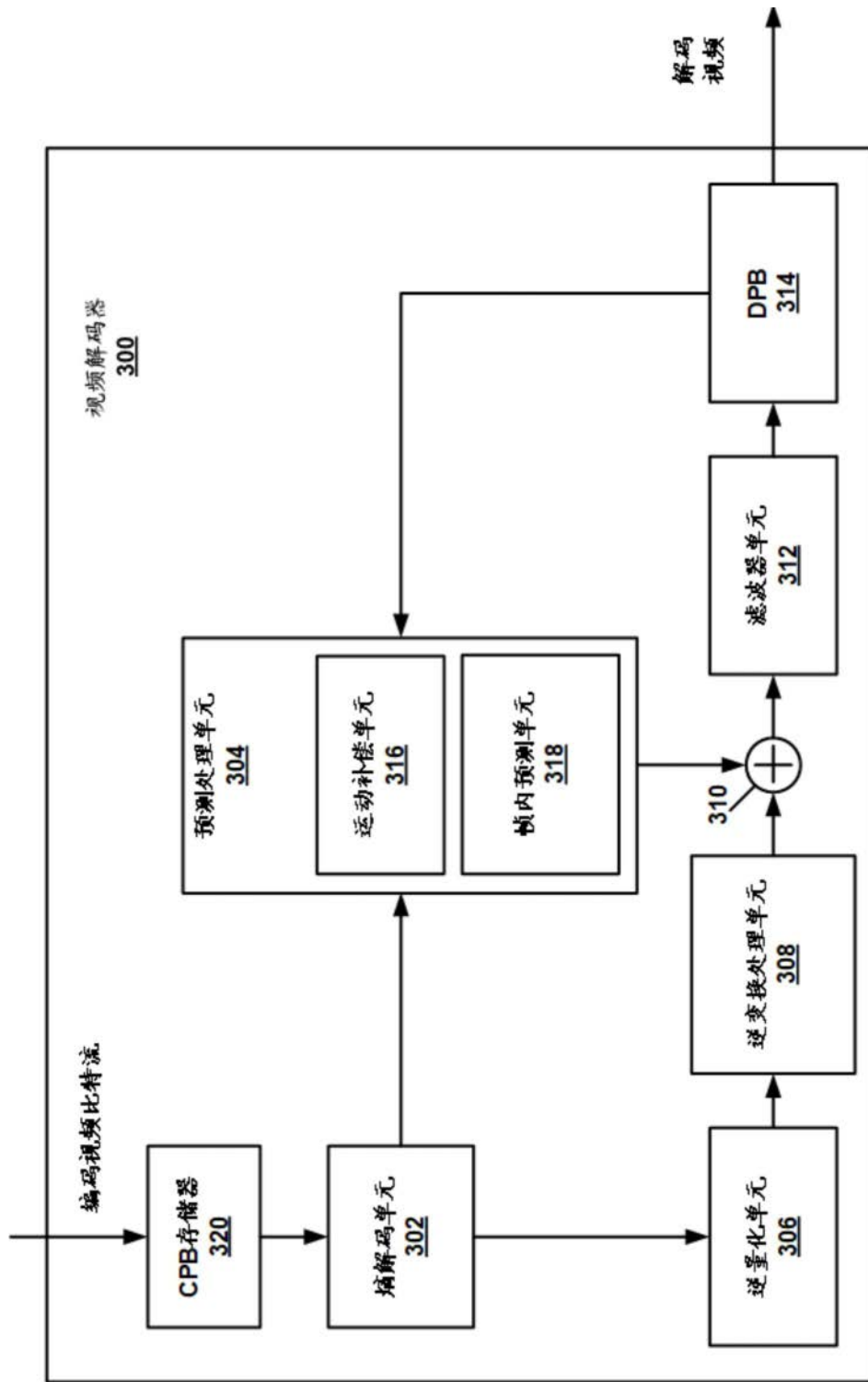


图4

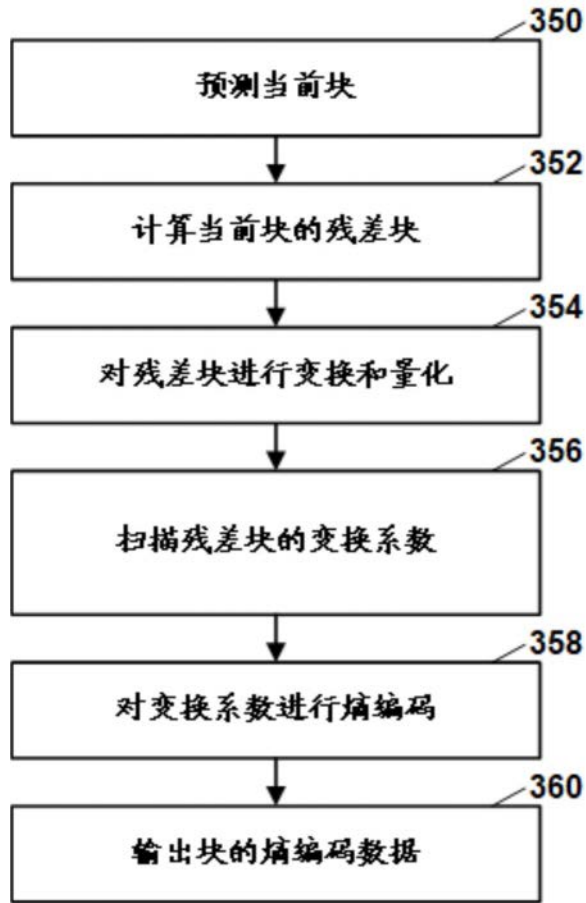


图5

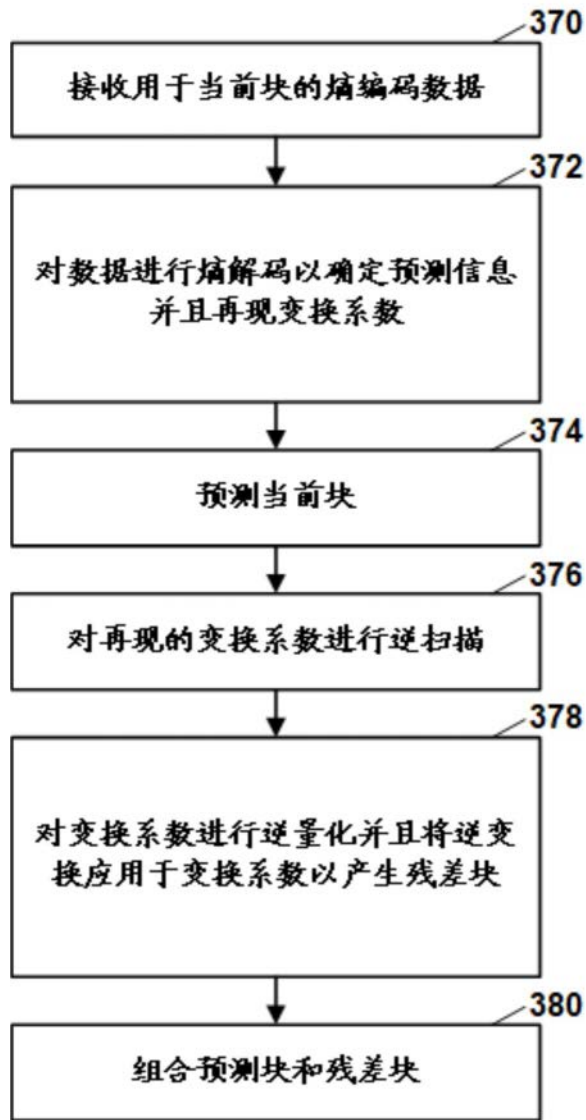


图6

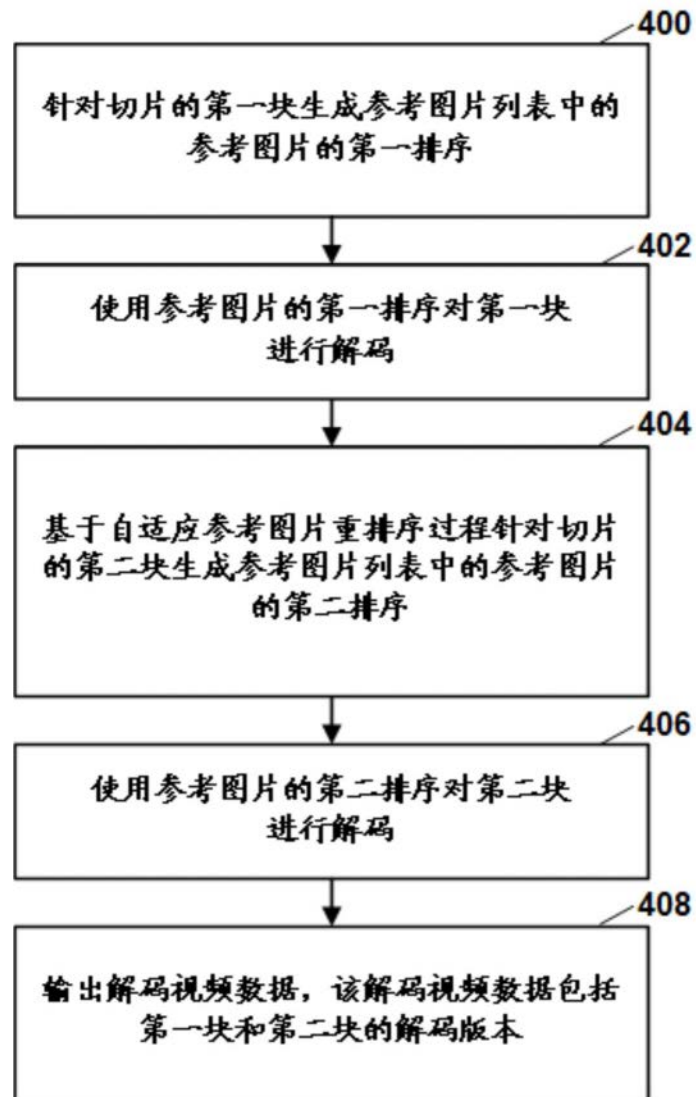


图7