



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109565594 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 29

(21) 申请号 201780046776.9

(22) 申请日 2017.08.02

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109565594 A

(43) 申请公布日 2019.04.02

(30) 优先权数据
62/370,179 2016.08.02 US
15/665,478 2017.08.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/045040 2017.08.02

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/026888 EN 2018.02.08

(73) 专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 张莉 钱威俊 赵欣 陈义文
马尔塔·卡切维奇

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 安之斐

(51) Int.Cl.
H04N 19/117 (2006.01)
H04N 19/176 (2006.01)
H04N 19/186 (2006.01)
H04N 19/82 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2013101018 A1,2013.04.25
CN 103891293 A,2014.06.25
CN 103096057 A,2013.05.08
CN 105791877 A,2016.07.20
US 2015350648 A1,2015.12.03
US 2014098890 A1,2014.04.10
CE8 Subtest 5: Adaptive Loop
Filtering of Luminance and Chromin.Faouzi
Kossentini.《JCTVC-m20447》.2011, (续)

审查员 刁春帆

权利要求书3页 说明书31页 附图25页

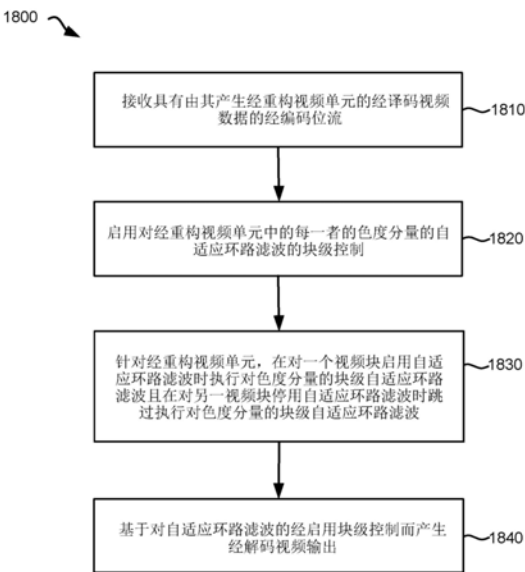
(54) 发明名称

基于几何变换的自适应环路滤波的视频编解码方法及装置

(57) 摘要

本发明提供与自适应环路滤波ALF有关且尤其与基于几何变换的ALF GALF有关的各种技术。在一方面中,一种用于解码视频数据的方法包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;识别对于所述经重构视频单元的多个滤波器支持;及使用所述相应多个滤波器支持对所述经重构视频单元进行滤波以产生经解码视频输出。另一方法包含:启用对所述经重构视频单元的色度分量的ALF的块级控制;针对所述经重构视频单元,在对一个视频块启用ALF时执行对所述色度分量的所述块级ALF且在对另一视频块停用ALF时跳过执行对所述色度分量的所述块级ALF;及基于ALF的所述经启用

块级控制而产生经解码视频输出。本发明还描述相关装置、装置及计算机可读媒体。



[转续页]

CN 109565594 B

[接上页]

(56) 对比文件

Jianle Chen. Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 3.《JCTVC-C1001_v3》.2016,

Elena Alshina. Non-CE1: On SAO Type sharing between color component.《JCTVC-0590》.2011,

1. 一种用于解码视频数据的方法,所述方法包括:

接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;

连同具有所述经译码视频数据的所述经编码位流,接收用于色度分量的基于几何变换的自适应环路滤波 (GALF) 的块级控制的指示,所述指示包含用以启用或停用对第一色度分量 (Cb) 的块级滤波的第一指示以及用以启用或停用对第二色度分量 (Cr) 的块级滤波的第二指示;

连同具有所述经译码视频数据的所述经编码位流,接收与所述经重构视频单元相关联的多个滤波器支持;

监视所述多个滤波器支持中的单个滤波器支持的选择频率;

基于所述选择频率更新所述多个滤波器支持;

从所述多个滤波器支持中识别与所述经重构视频单元的视频块相对应的滤波器支持;

基于所述第一指示或所述第二指示,使用所述滤波器支持对所述视频块的色度分量执行 GALF 的块级控制;及

基于所述执行而产生经解码视频输出。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述 ALF 的块级控制包含:对所述经重构视频单元内的一或多个第一视频块进行滤波及不对所述经重构视频单元内的一或多个第二视频块进行滤波。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述滤波器支持与所述视频块的种类、方向性或者强方向性相关联。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述指示包含经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用的一或多个控制旗标。

6. 根据权利要求1所述的方法,所述方法可在无线通信装置上执行,其中所述装置包括:

存储器,其经配置以存储所述经译码视频数据;

处理器,其经配置以执行用以处理存储在所述存储器中的所述经译码视频数据的指令;及

接收器,其经配置以接收表示具有所述经译码视频数据的所述经编码位流的信息。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述无线通信装置为蜂窝电话,且表示具有所述经译码视频数据的所述经编码位流的所述信息由所述接收器接收且根据蜂窝通信标准调制。

8. 一种用于解码视频数据的装置,所述装置包括:

存储器,其经配置以存储指令;及

处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:

接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;

连同具有所述经译码视频数据的所述经编码位流,接收用于色度分量的基于几何变换的自适应环路滤波 (GALF) 的块级控制的指示,所述指示包含用以启用或停用对第一色度分量 (Cb) 的块级滤波的第一指示以及用以启用或停用对第二色度分量 (Cr) 的块级滤波的第二指示;

连同具有所述经译码视频数据的所述经编码位流,接收与所述经重构视频单元相关联的多个滤波器支持;

监视所述多个滤波器支持中的单个滤波器支持的选择频率;

基于所述选择频率更新所述多个滤波器支持;

从所述多个滤波器支持中识别与所述经重构视频单元的视频块相对应的滤波器支持;

基于所述第一指示或所述第二指示,使用所述滤波器支持对所述视频块的色度分量执行GALF的块级控制;及

基于使用所述滤波器支持对所述视频块的色度分量执行GALF的块级控制而产生经解码视频输出。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中所述经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

10. 根据权利要求8所述的装置,其中所述处理器经进一步配置以执行用以不对所述经重构视频单元内的另一视频块进行滤波的指令。

11. 根据权利要求8所述的装置,其中所述指示包含经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用的一或多个控制旗标。

12. 根据权利要求8所述的装置,其中所述装置为无线通信装置,其进一步包括:

接收器,其经配置以接收表示具有所述经译码视频数据的所述经编码位流的信息。

13. 根据权利要求12所述的装置,其中所述无线通信装置为蜂窝电话,且所述信息由所述接收器接收且根据蜂窝通信标准调制。

14. 一种用于编码视频数据的方法,所述方法包括:

识别与经重构视频单元相对应的多个滤波器支持;

当基于几何变换的自适应环路滤波(GALF)对于所述经重构视频单元的视频块被启用时,使用所述多个滤波器支持中的滤波器支持对色度分量执行GALF的块级控制,其中所述多个滤波器支持中的单个滤波器支持的选择频率由解码器监视以基于所述选择频率更新所述多个滤波器支持;

基于所述执行而产生应用于预测过程的经解码视频输出;

基于所述多个滤波器支持产生滤波器支持信息;

产生用于色度分量的GALF的块级控制的指示,所述指示包含第一色度分量(Cb)的块级滤波被启用或停用的第一指示以及第二色度分量(Cr)的块级滤波被启用或停用的第二指示;及

基于所述预测过程,连同具有经译码视频数据的经编码位流发射所述指示和所述滤波器支持信息。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

16. 根据权利要求14所述的方法,其中所述指示包含:

一或多个控制旗标,其经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用。

17. 一种用于编码视频数据的装置,所述装置包括:

存储器,其经配置以存储指令;及

处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:

识别与经重构视频单元相对应的多个滤波器支持;

当基于几何变换的自适应环路滤波 (GALF) 对于所述经重构视频单元的视频块被启用时,使用所述多个滤波器支持中的滤波器支持对色度分量执行GALF的块级控制,其中所述多个滤波器支持中的单个滤波器支持的选择频率由解码器监视以基于所述选择频率更新所述多个滤波器支持;

基于执行所述GALF的块级控制而产生应用于预测过程的经解码视频输出;

基于所述多个滤波器支持产生滤波器支持信息;

产生用于色度分量的GALF的块级控制的指示,所述指示包含第一色度分量 (Cb) 的块级滤波被启用或停用的第一指示以及第二色度分量 (Cr) 的块级滤波被启用或停用的第二指示;及

基于所述预测过程,连同具有经译码视频数据的经编码位流发射所述指示和所述滤波器支持信息。

18. 根据权利要求17所述的装置,其中所述经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

19. 根据权利要求17所述的装置,其中所述指示包含:

一或多个控制旗标,其经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用。

基于几何变换的自适应环路滤波的视频编解码方法及装置

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本专利申请案主张2017年8月1日申请的标题为“GEOMETRY TRANSFORMATION-BASED ADAPTIVE LOOP FILTERING”的美国非临时申请案第 15/665,478号及2016年8月2日申请的标题为“GEOMETRY TRANSFORMATION-BASED ADAPTIVE LOOP FILTERING”的临时申请案第62/370,179号的优先权,所述申请案被转让给本发明的受让人且出于所有目的而据此以引用的方式明确地并入本文中。

背景技术

[0003] 本发明涉及与自适应环路滤波器(ALF)有关的各种技术,且更具体地说,涉及在高级视频编解码器的上下文中的基于几何变换的ALF(GALF)的改善。

[0004] 用于图像/视频译码的ALF已吸引大量关注,这是因为其可提供译码性能方面的改善。使用ALF来通过使用基于维纳(Wiener)的自适应滤波器来使原始样本与经解码样本之间的均方误差(例如,失真)最小化。图片中的样本被分类成类别且用其相关联自适应滤波器来对每一类别中的样本进行滤波。GALF为ALF提供一些改善,特定来说通过取决于经重构样本的梯度的定向而在滤波器支持中引入待应用于样本的几何变换(在应用自适应环路滤波之前)。

[0005] ALF或GALF的当前实施方案可具有数个限制。举例来说,针对每一帧(例如,针对每一视频单元),当启用ALF或GALF时,通常选择及发信预定义滤波器支持中的仅一者。另外,当前几何变换仅考虑90度改变的换位。此外,分类通常取决于善于捕获方向信息的梯度。然而,在视频单元中的视频块不具有任何明显方向但沿着行具有渐进式改变的情况下,或在视频块具有平滑区域且视频块内的像素具有相当类似样本值时的状况,在当前ALF或GALF设计中无法区分开。最终,在当前ALF或GALF设计中,针对图片中的两个色度分量(例如,Cb、Cr),滤波器支持限于单个(例如,5×5)菱形滤波器支持且亮度分量信息并不用于色度滤波。

[0006] 因此,需要通过解决上文所描述的限制来提供ALF及GALF的性能的进一步增益(例如,译码增益)的技术。

发明内容

[0007] 本发明涉及与自适应环路滤波器(ALF)有关的各种技术,且更具体地说,涉及在高级视频编解码器(例如高效视频译码(HEVC)或下一代视频标准)的上下文中的基于几何变换的ALF(GALF)的改善。这些改善包含几何变换的增强,多个滤波器支持的使用以及改善色度分量的滤波。

[0008] 在一个方面中,描述一种用于解码视频数据的方法,所述方法包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;识别对于所述经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持;及使用所述相应多个滤波器支持对所述经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出。

[0009] 在另一方面中,描述一种用于解码视频数据的装置或设备,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;识别对于所述经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持;及使用所述相应多个滤波器支持对所述经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出。

[0010] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的方法,所述方法包含:识别对于多个经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持;使用所述相应多个滤波器支持对所述经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出;及将所述经解码视频输出应用于预测过程。

[0011] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的装置,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:识别对于所述经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持;使用所述相应多个滤波器支持对所述经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出;及将所述经解码视频输出应用于预测过程。

[0012] 在另一方面中,描述一种用于解码视频数据的方法,所述方法包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;针对所述经重构视频单元中的每一者启用对色度分量的自适应环路滤波(ALF)的块级控制;针对所述经重构视频单元,在对一个视频块启用ALF时执行对所述色度分量的所述块级ALF且在对另一视频块停用ALF时跳过执行对所述色度分量的所述块级ALF;及基于对ALF的所述经启用块级控制而产生经解码视频输出。

[0013] 在另一方面中,描述一种用于解码视频数据的方法,所述方法包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;及使用一或多个亮度分量样本对所述经重构视频单元中的每一者的色度分量样本执行滤波以产生经解码视频输出。

[0014] 在另一方面中,描述用于解码视频数据的装置,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;针对所述经重构视频单元中的每一者启用对色度分量的ALF的块级控制;针对所述经重构视频单元,在对一个视频块启用ALF时执行对所述色度分量的所述块级ALF且在对另一视频块停用ALF时跳过执行对所述色度分量的所述块级ALF;及基于对ALF的所述经启用块级控制而产生经解码视频输出。

[0015] 在另一方面中,描述一种用于解码视频数据的装置,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流;及使用一或多个亮度分量样本对所述经重构视频单元中的每一者的色度分量样本进行滤波以产生经解码视频输出。

[0016] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的方法,所述方法包含:针对所述经重构视频单元中的每一者启用对色度分量的ALF的块级控制;针对所述经重构视频单元,在对一个视频块启用ALF时执行所述块级ALF且在对另一视频块停用ALF时跳过执行对所述色度分量的所述块级ALF;及基于对ALF的所述经启用块级控制而产生应用于预测过程的经解码视频输出。

[0017] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的方法,所述方法包含:使用一或多个

亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本进行滤波以产生经解码视频输出;及将所述经解码视频输出应用于预测过程。

[0018] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的装置,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:针对所述经重构视频单元中的每一者启用对色度分量的自适应环路滤波(ALF)的块级控制;针对所述经重构视频单元,在对一个视频块启用ALF时执行所述块级ALF且在对另一视频块停用ALF时跳过执行对所述色度分量的所述块级ALF;及基于对ALF的所述经启用块级控制而产生应用于预测过程的经解码视频输出。

[0019] 在另一方面中,描述一种用于编码视频数据的装置,所述装置包含:存储器,其经配置以存储指令;及处理器,其经配置以执行用以进行以下操作的所述指令:使用一或多个亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本进行滤波以产生经解码视频输出;及将所述经解码视频输出应用于预测过程。

[0020] 为了实现前述及相关目的,一或多个方面包括下文中充分描述且在权利要求书中特别指出的特征。以下描述及附图详细地阐明一或多个方面的某些说明性特征。然而,这些特征仅指示可使用各种方面的原理的各种方式中的几种,且本描述意欲包含所有这些方面及其等效物。

附图说明

[0021] 所揭示方面将在下文结合附图进行描述,提供附图以说明且并不限制所揭示方面,其中相同指定表示相同元件,且在图中:

[0022] 图1为说明根据本发明的各种方面的源或编码装置及目的地或解码装置的实例的框图。

[0023] 图2A为说明根据本发明的各种方面的视频解码器的实例的框图。

[0024] 图2B为说明根据本发明的各种方面的视频编码器的实例的框图。

[0025] 图3为说明根据本发明的各种方面的包含无线通信装置的网络的实例的图解。

[0026] 图4为说明根据本发明的各种方面的 16×16 图像/视频块的帧内预测的实例的图解。

[0027] 图5为说明根据本发明的各种方面的针对HEVC定义的帧内预测模式的实例的图解。

[0028] 图6为说明根据本发明的各种方面的在HEVC中定义的平面模式的实例的图解。

[0029] 图7为说明根据本发明的各种方面的在HEVC中定义的角度模式的实例的图解。

[0030] 图8A至8C为说明根据本发明的各种方面的ALF滤波器支持的实例的图解。

[0031] 图9为说明根据本发明的各种方面的具有用于滤波器系数发信的3个类别的 7×7 滤波器形状的实例的图解。

[0032] 图10为说明根据本发明的各种方面的 5×5 菱形滤波器支持的实例的图解。

[0033] 图11A至11C为说明根据本发明的各种方面的几何变换的实例的图解。

[0034] 图12A及12B为说明根据本发明的各种方面的用于强对角线方向的几何变换的实例的图解。

[0035] 图13为说明根据本发明的各种方面的45度旋转几何变换的实例的图解。

[0036] 图14A为说明根据本发明的各种方面的4:2:0颜色格式的图片中的亮度及色度样本的采样位置的实例的图解。

[0037] 图14B及14C为说明根据本发明的各种方面的4:2:0颜色格式的对应相交分量像素的产生的实例的图解。

[0038] 图15为说明根据本发明的各种方面的经配置以执行各种ALF及GALF方面的处理系统的实例的框图。

[0039] 图16为说明根据本发明的各种方面的具有多个滤波器支持的解码方法的实例的流程图。

[0040] 图17为说明根据本发明的各种方面的具有多个滤波器支持的编码方法的实例的流程图。

[0041] 图18为说明根据本发明的各种方面的具有色度滤波的块级控制的解码方法的实例的流程图。

[0042] 图19为说明根据本发明的各种方面的具有用于色度滤波的亮度样本的解码方法的实例的流程图。

[0043] 图20为说明根据本发明的各种方面的具有色度滤波的块级控制的编码方法的实例的流程图。

[0044] 图21为说明根据本发明的各种方面的具有用于色度滤波的亮度样本的编码方法的实例的流程图。

具体实施方式

[0045] 下文提供本发明的某些方面及实施例。举例来说,描述与ALF及GALF的增强有关的各种方面,包含扩展几何变换,多个滤波器支持的更灵活使用,以及色度滤波器的改善。ALF及GALF的这些增强意欲在高级视频编解码器(例如HEVC的扩展或下一代视频译码标准)的上下文中提供译码增益。这些方面中的一些可单独地应用且其中的一些可以组合方式应用,如所属领域的技术人员显而易见。在以下描述中,出于阐释的目的,阐明特定细节以便提供对本发明的透彻理解。所属领域的一般技术人员应理解,可在无这些特定细节的情况下实践本发明中所描述的所提议ALF及GALF技术的各方面。举例来说,电路、系统、网络、过程及其它组件可以框图形式展示为组件以免以不必要细节混淆各方面。在其它例子中,众所周知的电路、过程、算法、结构及技术可被展示而无不必要的细节以便避免混淆所描述的各种方面。

[0046] 如上文所描述,ALF或GALF的当前实施方案可具有数个限制。举例来说,针对每一帧(例如,针对每一视频单元),当启用ALF或GALF时,通常选择及发信预定义滤波器支持中的仅一者。如果可基于局部特性而选择更多滤波器支持,那么可预期更高译码增益。另外,当前几何变换仅考虑90度改变的换位。由于针对现有(例如,四个)几何变换不需要发信几何变换索引且仅需要发信一组滤波器系数,因此额外几何变换还可带来额外译码增益。此外,分类通常取决于善于捕获方向信息的梯度。然而,在视频单元中的视频块不具有明显方向但沿着行具有渐进式改变的情况下,或在视频块具有平滑区域且视频块内的像素具有相当类似样本值时的状况在当前ALF或GALF设计中无法区分开。最终,在当前ALF或GALF设计中,针对图片中的两个色度分量(例如,Cb、Cr),滤波器支持限于单个(例如,5×5)菱形滤波

器支持且亮度分量信息并不用于色度滤波。在允许更灵活的滤波器支持时及/或在还考虑亮度分量信息时,针对色度分量可预期更多译码增益。为解决这些限制,且如上文所论述,本发明描述ALF及GALF的各种增强,包含扩展几何变换,多个滤波器支持的更灵活使用,以及色度滤波的改善。

[0047] 图1为说明系统100的实例的框图。系统100的方面可结合本文中针对ALF及GALF所描述的各种技术使用。系统100可包含源或编码装置12及目的地或解码装置14。然而,应理解,一个装置可包含源装置12及目的地装置14两者(例如,参见图3)。源装置12及/或目的地装置14可包含电子装置或可为其部分,例如移动或静止电话手机(例如,智能电话、蜂窝电话等等)、桌上型计算机、膝上型或笔记本计算机、平板计算机、机顶盒、电视、相机、显示装置、数字媒体播放器、视频游戏控制台、视频流式处理装置,或任何其它适合电子装置。在一些实例中,源装置12及目的地装置14可包含用于无线通信的一或多个无线收发器。本文中所描述的各种译码技术适用于各种多媒体应用(包含流式处理视频发射(例如,经由因特网)、电视广播或发射、编码数字视频以供存储在数据存储媒体上、解码经存储在数据存储媒体上的数字视频,或其它应用)中的视频译码。在一些实例中,系统100可支持单向或双向视频发射以支持例如视频会议、视频流式处理、视频回放、视频广播、游戏、虚拟实境及/或视频电话的应用。

[0048] 如上文所描述的源装置12可包含视频源18、视频编码器20、存储装置21及输出接口22。替代地,视频源18可与源装置12分离。如上文所描述的目的地装置14(其也可被称作接收装置)可包含输入接口28、视频解码器30、存储装置31以及显示装置32。替代地,显示装置32可能与目的地装置14分离。如本文中所描述的显示装置32可向用户显示视频数据,且可包括各种显示装置中的任一者,例如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子体显示器、有机发光二极管(OLED)显示器或另一类型的显示装置。

[0049] 源装置12可用于使用视频译码标准或协议来编码视频数据以产生经编码视频位流。视频译码标准包含ITU-T H.261、ISO/IEC MPEG-1Visual、ITU-T H.262或ISO/IEC MPEG-2Visual、ITU-T H.263、ISO/IEC MPEG-4Visual及ITU-T H.264(也被称作ISO/IEC MPEG-4AVC),包含其可缩放视频译码(SVC)及多视图视频译码(MVC)扩展。ITU-T视频译码专家组(VCEG)及ISO/IEC动画专家组(MPEG)的视频译码联合协作团队(JCT-VC)已完成另一译码标准,高效率视频译码(HEVC)。HEVC的各种扩展处理多层视频译码且也由JCT-VC研发,包含HEVC的多视图扩展(被称作MV-HEVC),及HEVC的可缩放扩展(被称作SHVC),或任何其它适合译码协议。此外,已对用于例如运动的文本及图形的屏幕内容材料的新译码工具进行调查,且已提出改善用于屏幕内容的译码效率的技术。H.265/HEVC屏幕内容译码(SCC)扩展经发展以涵盖这些新译码工具。

[0050] 视频源18可将视频数据提供至源装置12。视频源18可为源装置的部分,或可为除源装置12外的装置的部分。视频源18可包含视频捕获装置(例如,视频相机、相机电话、视频电话等等)、含有所存储视频的视频存档、提供视频数据的视频服务器或内容提供者、从视频服务器或内容提供者接收视频的视频馈送接口、用于产生计算机图形视频数据的计算机图形系统、这些源的组合,或任何其它适合视频源。

[0051] 来自视频源18的视频数据可包含一或多个输入图片或帧。图片或帧为是形成视频的图像序列的部分的静止图像。图片或帧或其部分可被称作视频图像或视频单元。源装置

12的视频编码器20(或编码器)编码视频数据以产生经编码视频位流(例如,经编码视频图像序列)。在一些实例中,经编码视频位流(或“位流”)为一系列一或多个经译码视频序列。经译码视频序列(CVS)包含以在基层中具有随机存取点图片且具有某些性质的存取单元(AU)开始直至且不包含在基层中具有随机存取点图片且具有某些性质的下一AU的一系列AU。举例来说,HEVC位流可包含一或多个CVS,包含被称作网络抽象层(NAL)单元的数据单元。

[0052] 视频编码器20通过将每一图片分割成多个切片来产生图片的译码表示。切片可独立于其它切片以使得切片中的信息经译码而不取决于来自相同图片内的其它切片的数据。切片包含一或多个切片段,包含独立切片段,且如果存在,那么包含取决于先前切片段的一或多个相依切片段。接着将切片分割成亮度样本及色度样本的译码树型块(CTB)。亮度通常是指样本的亮度的级别且被认为消色的。另一方面,色度是指颜色级别且携带颜色信息。可使用某一位深度提供特定像素位置的亮度及色度值(例如,像素值)。亮度样本的CTB及色度样本的一或多个CTB连同样本的语法被称作译码树型单元(CTU)。CTU为HEVC编码的基本处理单元。可将CTU分裂成多个不同大小的译码单元(CU)。CU含有被称作译码块(CB)的亮度及色度样本阵列。可将亮度及色度CB进一步分裂成预测块(PB)。PB为使用相同运动参数来进行帧间预测的亮度或色度分量的样本的块。亮度PB及一或多个色度PB连同相关联语法形成预测单元(PU)。一旦将视频数据的图片分割成CU,视频编码器20就使用预测模式预测每一PU。接着将预测从原始视频数据减去以获得残余(下文加以描述)。针对每一CU,可使用语法数据在位流内发信预测模式。预测模式可包含帧内预测(或图片内预测)或帧间预测(或图片间预测)。使用帧内预测,使用(例如)DC预测来发现PU的平均值、平面预测来使平面表面拟合PU、方向预测来由相邻数据外推或任何其它适合类型的预测来由相同图片中的相邻图像数据预测每一PU。使用帧间预测,使用运动补偿预测从一或多个参考图片(按输出次序在当前图片之前或之后)中的图像数据预测每一PU。举例来说,可在CU层级处作出是使用图片间预测还是图片内预测来译码图片区域的决策。

[0053] 在一些实例中,可执行使用单预测的帧间预测,在此状况下每一预测块可使用一个运动补偿预测信号,且产生P个预测单元。在一些实例中,可执行使用双预测的帧间预测,在此状况下每一预测块使用两个运动补偿预测信号,且产生B个预测单元。

[0054] PU可包含与预测过程相关的数据。举例来说,当使用帧内预测编码PU时,PU可包含描述PU的帧内预测模式的数据。作为另一实例,当使用帧间预测编码PU时,PU可包含定义PU的运动向量的数据。源装置12中的视频编码器20可接着执行变换及量化。举例来说,在预测之后,视频编码器20可计算对应于PU的残余值。残余值可包括像素差值。使用块变换来变换在执行预测之后可能剩余的任何残余数据,这可基于离散余弦变换、离散正弦变换、整数变换、小波变换或其它适合的变换函数。在一些状况中,可将一或多个块变换(例如,大小 32×32 、 16×16 、 8×8 、 4×4 等等)应用于每一CU中的残余数据。在一些实施例中,变换单元(TU)可用于由视频编码器20实施的变换及量化过程。具有一或多个PU的给定CU还可包含一或多个TU。如下文进一步详细描述,可使用块变换将残余值变换成变换系数,且接着使用TU将其量化并进行扫描以产生序列化变换系数以供熵译码。

[0055] 在一些实施例中,在使用CU的PU进行帧内预测或帧间预测译码之后,视频编码器20可计算关于CU的TU的残余数据。PU可包括在空间域(或像素域)中的像素数据。TU可在应

用块变换之后包括在变换域中的系数。如先前所述,残余数据可对应于未编码图片的像素与对应于PU的预测值之间的像素差值。视频编码器20可形成包含关于CU的残差数据的TU,且接着可变换TU以产生CU的变换系数。

[0056] 视频编码器20可实施ALF或GALF,且可经配置以执行本文中针对ALF及GALF所描述的增强中的一或多者。举例来说,视频编码器20可实施各种技术,包含扩展几何变换,多个滤波器支持的更灵活使用,以及色度滤波的改善。

[0057] 视频编码器20可执行变换系数的量化。量化通过量化变换系数而提供进一步压缩以减少用于表示系数的数据量。举例来说,量化可减小与系数中的一些或全部相关联的位深度。在一个实例中,具有n位值的系数可在量化期间向下舍入至m位值,其中n大于m。

[0058] 一旦执行量化,经译码位流就包含经量化变换系数、预测信息(例如,预测模式、运动向量等等)、分割信息及任何其它适合数据,例如其它语法数据。可接着由视频编码器20对经译码位流的不同元素进行熵编码。在一些实例中,视频编码器20可利用预定义扫描次序来扫描量化变换系数以产生可经熵编码的串行化向量。在一些实例中,视频编码器20可执行自适应扫描。在扫描经量化变换系数以形成一维向量之后,视频编码器20可对一维向量进行熵编码。举例来说,视频编码器20可使用上下文自适应可变长度译码、上下文自适应二进制算术译码、基于语法的上下文自适应二进制算术译码、概率区间分割熵译码或另一适合熵编码技术。

[0059] 源装置12的输出接口22可经由通信链路40(例如,图3中的通信链路125)将构成经编码或译码视频数据的NAL单元发送至目的地装置14。另外或替代地,输出接口22可将经译码视频数据发送至存储装置26,可将经译码视频数据从存储装置发送至目的地装置14。目的地装置14的输入接口28可接收NAL单元。通信链路40可包含使用无线网络、有线网络或有线与无线网络的组合来发射的信号。无线网络可包含任何无线接口或无线接口的组合且可包含任何适合无线网络(例如,因特网或其它广域网、基于数据包的网络、WiFiTM、射频(RF)、UWB、WiFi直连、蜂窝、长期演进(LTE)、WiMaxTM等等)。无线网络的实例在图3中予以说明。有线网络可包含任何有线接口(例如,光纤、以太网、电力线以太网、经由同轴电缆的以太网、数字信号线(DSL)等等)。可使用各种设备(例如基站、路由器、存取点、网桥、网关、交换机等等)来实施有线及/或无线网络。可根据通信标准(例如无线通信协议)来调制经编码视频数据,并将其发射至接收装置。

[0060] 在一些实例中,源装置12可将经译码视频数据存储在存储装置21中。输出接口22可从视频编码器20或从存储装置21检索经译码视频数据。存储装置21可包含各种分布式或本地存取数据存储媒体中的任一者。举例来说,存储装置21可包含硬盘驱动器、存储磁盘、闪速存储器、易失性或非易失性存储器,或用于存储经编码视频数据的任何其它适合数字存储媒体。尽管经展示为与视频编码器20分离,但存储装置21或存储装置21的至少部分可被实施为视频编码器20的部分。

[0061] 输入接口28接收经译码视频数据且可将视频数据提供至视频解码器30(或解码器)或存储装置31以供视频解码器30稍后使用。视频解码器30可通过熵解码(例如,使用熵解码器)及提取构成经编码视频数据的经译码视频序列的元素来解码经译码视频数据。视频解码器30可接着重新缩放且对经编码视频数据执行逆变换。接着将残余传递至视频解码器30的预测阶段(例如,预测过程)。视频解码器30可接着预测像素块(例如,PU)。在一些实

例中,将预测与逆变换的输出相加。

[0062] 视频解码器30如同视频编码器20可被实施ALF或GALF,且可经配置以执行本文中针对ALF及GALF所描述的增强中的一或多个者。举例来说,视频解码器30可实施各种技术,包含扩展几何变换,多个滤波器支持的更灵活使用,以及色度滤波的改善。就此来说,视频编码器20可执行本文中所描述的ALF及GALF技术中的一些以产生经译码视频数据,且可将有关信息发信至视频解码器30,使得视频解码器30可对经译码视频数据执行对应技术以解码经译码视频数据。

[0063] 目的地装置14可将经解码视频输出至显示装置32以用于向内容的消费者显示经解码视频数据。在一些方面中,显示装置32可为目的地装置14的部分。在一些方面中,视频显示装置32可为除目的地装置14外的单独装置的部分。

[0064] 在一些方面中,源装置12及/或目的地装置14可分别与音频编码装置及音频解码装置集成。源装置12及/或目的地装置14还可包含实施上文所描述的译码技术所必需的其它硬件或软件,例如一或多个微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、离散逻辑、软件、硬件、固件或其任何组合。源装置12及目的地装置14可被集成为相应装置中的组合式编码器/解码器(编解码器)的部分。

[0065] 参考图2A,展示说明图1中的视频编码器20的实例的框图200。视频编码器20可例如执行编码操作且可产生语法结构(例如,语法元素)。视频编码器20可对视频切片内的视频数据(例如,视频块)执行帧内预测及帧间预测译码。帧内译码至少部分地依赖于空间预测以减少或移除给定视频帧或图片内的空间冗余。帧间译码至少部分地依赖于时间预测以减少或移除视频序列的邻近或周围帧内的时间冗余。帧内模式(I模式)可是指数个基于空间的压缩模式中的任一者。帧间模式(例如上文所描述的单向预测(P模式)或双向预测(B模式))可是指数个基于时间的压缩模式中的任一者。

[0066] 视频编码器20包含接收视频数据的视频数据存储器33、分割单元35、预测处理单元41、ALF单元64、解码图片缓冲器(DPB)66、求和器50、变换处理单元52、量化单元54以及熵编码单元56。预测处理单元41包含运动估计单元(MEU)42、运动补偿单元(MCU)44及帧内预测处理单元46。为视频块重构,视频编码器20还包含逆量化单元58、逆变换处理单元60及求和器62。除ALF单元64外,视频编码器20还可包含其它环路滤波器,例如解块滤波器及样本自适应偏移(SAO)滤波器。后处理装置(未展示)可对由视频编码器20产生的经编码或经译码视频数据执行额外处理。本发明的技术可在一些例子中由例如ALF单元64中的视频编码器20实施。

[0067] 如图2A中所展示,视频编码器20接收视频数据,且分割单元35将数据分割成视频块。分割还可包含例如根据最大译码单元(LCU)及CU的四元树结构分割成切片、切片段、图案块或其它较大单元,以及视频块分割。视频编码器20通常说明编码待编码的视频切片内的视频块的组件。可将切片划分成多个视频块(且可能划分成被称作图案块的数组视频块)。预测处理单元41可基于误差结果(例如,译码速率及失真级别等等)针对当前视频块执行预测操作或过程,所述预测操作或过程可包含选择多个可能译码模式中的一者,例如多个帧内预测译码模式中的一者或多个帧间预测译码模式中的一者。预测处理单元41可将所得经帧内或帧间译码块提供至求和器50以产生残余块数据,以及提供至求和器62以重构经编码块以供用作参考图片。

[0068] 预测处理单元41内的帧内预测处理单元46可相对于与待译码的当前块相同的帧或切片中的一或多个相邻块执行当前视频块的帧内预测译码以提供空间压缩。预测处理单元41内的运动估计单元42及运动补偿单元44相对于一或多个参考图片中的一或多个预测块执行对当前视频块的帧间预测译码以提供时间压缩。

[0069] 运动估计单元42可经配置以根据视频序列的预定图案而确定视频切片的帧间预测模式。预定图案可将序列中的视频切片指定为P切片、B切片或GPB切片。运动估计单元42及运动补偿单元44可高度地集成,但出于概念目的而予以单独地说明。由运动估计单元42执行的运动估计为产生运动向量的过程,所述运动向量估计视频块的运动。举例来说,运动向量可指示当前视频帧或图片内的视频块的预测单元(PU)相对于参考图片内预测块的位置。

[0070] 预测块为经发现在像素差方面密切匹配待译码的视频块的PU的块,所述像素差可通过以下各项来确定:绝对差值总和(SAD)、平方差值总和(SSD)或其它差值度量。在一些实例中,视频编码器20可计算存储在DPB 66中的参考图片的子整数像素位置的值。举例来说,视频编码器20可内插参考图片的四分之一像素位置、八分之一像素位置或其它分数像素位置的值。因此,运动估计单元42可相对于全像素位置及分数像素位置执行运动搜索且输出具有分数像素精度的运动向量。

[0071] 运动估计单元42通过将帧间译码切片中的视频块的PU的位置与参考图片的预测块的位置进行比较来计算所述PU的运动向量。参考图片可选自第一参考图片列表(列表0)或第二参考图片列表(列表1),所述列表中的每一者识别存储在DPB 66中的一或多个参考图片。运动估计单元42将所计算运动向量发送至熵编码单元56及运动补偿单元44。

[0072] 由运动补偿单元44执行的运动补偿可涉及:基于由运动估计确定的运动向量而提取或产生预测块,可能对子像素精度执行插值。在接收到当前视频块的PU的运动向量之后,运动补偿单元44可将运动向量指向的预测块定位于参考图片列表中。视频编码器20通过将预测块的像素值从所译码的当前视频块的像素值减去从而形成像素差值来形成残余视频块。像素差值形成块的残余数据,且可包含亮度及色度差分量两者。求和器50表示执行此减法运算的(多个)组件。运动补偿单元44还可产生与在解码视频切片的视频块时供目的地装置14使用的视频块及视频切片相关联的语法元素。

[0073] 帧内预测处理单元46可帧内预测当前块,作为由运动估计单元42及运动补偿单元44执行的帧间预测的替代方案,如上文所描述。特定来说,帧内预测处理单元46可确定帧内预测模式以用于编码当前块。在一些实例中,帧内预测处理单元46可(例如)在单独编码步骤期间使用各种帧内预测模式来编码当前块,且帧内预测处理单元46可从所测试模式选择适当帧内预测模式来使用。举例来说,帧内预测处理单元46可针对各种所测试帧内预测模式使用速率失真分析来计算速率失真值,且在所测试模式中可选择具有最佳速率失真特性的帧内预测模式。速率失真分析通常确定经编码块与原始未经编码块(其经编码以产生经编码块)之间的失真(或误差)量,以及用于产生经编码块的位率(即,位的数目)。帧内预测处理单元46可依据各种经编码块的失真及速率来计算比率以确定哪一帧内预测模式展现块的最佳速率失真值。

[0074] 在针对块选择帧内预测模式之后,帧内预测处理单元46可将指示块的所选择帧内预测模式的信息提供至熵编码单元56。熵编码单元56可编码指示所选择帧内预测模式的信

息。视频编码器20可在所发射位流配置数据中包含各种块的编码上下文的定义以及最可能帧内预测模式的指示、帧内预测模式索引表及用于上下文中的每一者的经修改的帧内预测模式索引表。位流配置数据可包含多个帧内预测模式索引表及多个经修改的帧内预测模式索引表(也被称作码字映射表)。

[0075] 在预测处理单元41经由帧间预测或帧内预测产生当前视频块的预测块之后,视频编码器20通过将预测块从当前视频块减去来形成残余视频块。残余块中的残余视频数据可包含在一或多个TU中且应用于变换处理单元52。变换处理单元52使用例如离散余弦变换(DCT)或概念上类似变换的变换来将残余视频数据变换成残余变换系数。变换处理单元52可将来自像素域的残余视频数据转换至变换域,例如频域。

[0076] 变换处理单元52可将所得变换系数发送至量化单元54。量化单元54量化变换系数以进一步减小位率。量化过程可减小与系数中的一些或全部相关联的位深度。量化程度可通过调整量化参数来修改。在一些实例中,量化单元54可接着对包含经量化变换系数的矩阵执行扫描。替代地,熵编码单元56可执行扫描。

[0077] 在量化之后,熵编码单元56对经量化变换系数进行熵编码。举例来说,熵编码单元56可执行上下文自适应可变长度译码(CAVLC)、上下文自适应二进制算术译码(CABAC)、基于语法的上下文自适应二进制算术译码(SBAC)、概率区间分割熵(PIPE)译码或另一熵编码技术。在由熵编码单元56进行的熵编码之后,可将经编码位流发射至目的地装置14或存档/存储以供稍后由目的地装置14进行发射或检索。熵编码单元56还可对用于正译码的当前视频切片的运动向量及其它语法元素进行熵编码。

[0078] 逆量化单元58及逆变换处理单元60分别应用逆量化及逆变换以重构像素域中的残余块以供稍后用作参考图片的参考块。运动补偿单元44可通过将残余块添加至参考图片列表内的参考列表中的一者的预测块来计算参考块。运动补偿单元44还可将一或多个内插滤波器应用于经重构残余块以计算供用于运动估计中的子整数像素值。求和器62将经重构残余块与由运动补偿单元44产生的运动补偿预测块相加以产生ALF单元64的参考块。参考块可在由运动估计单元42及运动补偿单元44作用以帧间预测随后视频帧或图片中的块的参考块之前在ALF单元64处予以滤波且存储在DPB 66处。

[0079] ALF单元64可执行各种ALF及GALF操作,包含本文中所描述的各种技术。下文更详细地描述由ALF单元64支持的各种操作的方面,包含支持本发明中所描述的ALF及GALF增强的组件(参见例如图15)。此外,ALF单元64可执行图16、18及19中所描述的编码方法中的任何者。

[0080] 下文参考图2B提供关于视频解码器30的额外细节。视频解码器30包含接收经编码位流的视频数据存储单元78、熵解码单元80、预测处理单元81、逆量化单元86、逆变换处理单元88、求和器90、ALF单元92以及DPB 94。预测处理单元81包含运动补偿单元82及帧内预测处理单元84。视频解码器30在一些实例中可执行与从图2A关于视频编码器20所描述的编码步骤大体上互逆的解码步骤。

[0081] 在解码过程期间,视频解码器30接收表示经编码视频切片的视频块的经编码视频位流及由源装置12中的视频编码器20发送的相关联语法元素。视频解码器30可从源装置12接收经编码视频位流,或可从网络实体(未展示)(例如服务器、媒体感知网络元件(MANE)、视频编辑器/剪接器或经配置以实施上文所描述的技术中的一或多者的其它此类装置)接

收经编码视频位流。网络实体可或可能不包含源装置12。在一些视频解码系统中,网络实体及目的地装置14中的视频解码器30可为单独装置的部分,而在其它例子中,关于网络实体所描述的功能性可由包括视频解码器30的同一装置执行。

[0082] 视频解码器30的熵解码单元80对位流进行熵解码以产生经量化系数、运动向量及其它语法元素。熵解码单元80将运动向量及其它语法元素转发至预测处理单元81。视频解码器30可接收视频切片层级及/或视频块层级的语法元素。熵解码单元80可处理及剖析固定长度语法元素及可变长度语法元素两者。

[0083] 在视频切片经译码为帧内译码(I)切片时,预测处理单元81的帧内预测处理单元84可基于来自当前帧或图片的先前经解码块的所发信帧内预测模式及数据来产生关于当前视频切片的视频块的预测数据。当视频帧经译码为帧间译码(即,B、P或GPB)切片时,预测处理单元81的运动补偿单元82基于从熵解码单元80接收的运动向量及其它语法元素来产生当前视频切片的视频块的预测块。可由参考图片列表内的参考图片中的一者产生预测块。视频解码器30可基于DPB 94中所存储的参考图片来使用默认构造技术来构造参考帧列表(列表0及列表1)。

[0084] 运动补偿单元82通过剖析运动向量及其它语法元素来确定当前视频切片的视频块的预测信息,且使用预测信息来产生所解码的当前视频块的预测块。举例来说,运动补偿单元82可使用参数集中的一或多个语法元素来确定用于译码视频切片的视频块的预测模式(例如,帧内或帧间预测)、帧间预测切片类型(例如,B切片、P切片或GPB切片)、关于切片的一或多个参考图片列表的构造信息、切片的每一帧间编码视频块的运动向量、切片的每一帧间译码视频块的帧间预测状态及用以对当前视频切片中的视频块解码的其它信息。

[0085] 运动补偿单元82还可基于内插滤波器执行内插。运动补偿单元82可使用如在编码视频块期间由源装置12中的视频编码器20使用的内插滤波器来计算参考块的子整数像素的内插值。在此状况下,运动补偿单元82可依据所接收语法元素来确定由源装置12中的视频编码器20所使用的内插滤波器且使用内插滤波器来产生预测块。

[0086] 逆量化单元86逆量化或解量化以位流提供且由熵解码单元80解码的量化变换系数。逆量化过程可包含针对视频切片中的每一视频块使用源装置12中的视频编码器20计算的量化参数来确定量化程度且同样地应被应用的逆量化程度。逆变换处理单元88将逆变换(例如,逆DCT或其它适合逆变换)、逆整数变换或概念上类似逆变换过程应用于变换系数以便在像素域中产生残余块。

[0087] 在运动补偿单元82基于运动向量及其它语法元素来产生当前视频块的预测块之后,视频解码器30通过对来自逆变换处理单元88的残余块与由运动补偿单元82产生的对应预测块求和来形成经解码的视频块。求和器90表示执行此求和运算的(多个)组件。视需要,且除ALF单元92外,还可使用环路滤波器(在译码环路中或在译码环路之后)来平滑像素过渡,或以其它方式改善视频质量。举例来说,除ALF单元92外,还可使用例如解块滤波器及样本自适应偏移(SAO)滤波器的一或多个环路滤波器。接着将给定帧或图片中的经解码视频块存储在DPB 94中,所述DPB存储用于后续运动补偿的参考图片。DPB 94还存储经解码视频以供稍后在显示装置(例如图1中所展示的显示装置32)上呈现。

[0088] ALF单元92可执行各种ALF及GALF操作,包含本文中所描述的各种技术。下文更详细地描述由ALF单元92支持的各种操作的方面,包含支持本发明中所描述的ALF及GALF增

强的组件(参见例如图15)。此外,ALF单元92可执行图17、20及21中所描述的编码方法中的任何者。

[0089] 本发明的ALF及GALF技术可由视频编码装置(例如源装置12)、视频解码装置(例如目的地装置14)或由视频编码/解码装置(通常被称作“编解码器”)执行。此外,本发明的ALF及GALF技术还可由视频预处理器(参见例如图15中的处理器1505)执行,所述视频预处理器可实施结合图2A、2B及15所描述的ALF单元64及92的功能性中的至少一些。

[0090] 图3展示无线网络300,所述无线网络包含基站105及无线通信装置115-a及115-b。无线网络300可表示图1中的系统100的部分。如上文所描述,经编码视频数据(例如,经编码位流具有经译码视频数据)可经由无线网络(例如无线网络300)发射。

[0091] 基站105提供允许无线通信装置115-a及115-b两者使用通信链路125与基站105通信的覆盖范围140。无线通信装置115-a及115-b可经由基站105彼此通信或可能经由基站105与远程装置通信。由无线通信装置115-a及115-b进行的通信可使用根据蜂窝通信标准或一些其它无线通信标准配置及处理(例如,经调制)的信号。在一个实例中,无线通信装置115-a及115-b中的一者可通过使不同基站与基站105通信来与在那个基站的覆盖范围下的另一无线通信装置进行通信。在另一实例中,无线通信装置115-a及115-b中的一者可经由基站105与服务器、数据库、网络存储装置或任何其它类型的非移动目的地装置进行通信。

[0092] 在一种情景中,无线通信装置115-a或无线通信装置115-b可操作为发射或源装置(例如,发射器)。在此情景中,无线通信装置可使用为无线通信装置的部分的源装置12来编码视频数据。经编码视频数据可经由无线网络300发射至目的地装置。为了编码视频数据,无线通信装置在源装置12中使用视频编码器20及ALU单元64。

[0093] 在另一情景中,无线通信装置115-a或无线通信装置115-b可操作为接收或目的地装置(例如,接收器)。在此情景中,无线通信装置可使用为无线通信装置的部分的目的地装置14来解码视频数据。为了解码视频数据,无线通信装置在目的地装置14中使用视频解码器30及ALU单元92。

[0094] 在又一情景中,无线通信装置115-a可操作为发射或源装置且无线通信装置115-b可操作为接收或目的地装置。在此情景中,无线通信装置115-a可使用为无线通信装置115-a的部分的源装置12中的视频编码器20及ALF单元64来编码视频数据,且无线通信装置115-b可使用为无线通信装置115-b的部分的目的地装置14中的视频解码器30及ALF单元92来解码经编码视频数据。

[0095] 上文结合图3所描述的情景是通过说明方式提供且并不意欲为限制性的。无线通信装置115-a或115-b可为或可包含源装置12(且分别为视频编码器20及ALF单元64),可为或可包含目的地装置14(且分别为视频解码器30及ALF单元92),或可为或可包含源装置12及目的地装置14两者。

[0096] 本发明中的ALF及GALF技术系结合各种视频译码标准进行描述。视频译码标准可包含ITU-T H.261、ISO/IEC MPEG-1Visual、ITU-T H.262或ISO/IEC MPEG-2Visual、ITU-T H.263、ISO/IEC MPEG-4Visual及ITU-T H.264(也被称作ISO/IEC MPEG-4AVC),包含其可缩放视频译码(SVC)及多视图视频译码(MVC)扩展。

[0097] 除这些视频译码标准外,ITU-T视频译码专家组(VCEG)及ISO/IEC动画专家组

(MPEG) 的视频译码联合协作团队 (JCT-VC) 还已研发新的视频译码标准, 即, 高效率视频译码 (HEVC)。通常可获得最新 HEVC 草案规格, 被称作为 HEVC WD (参见例如 http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1003-v1.zip)。HEVC 标准是在 2013 年 1 月完成。

[0098] 某些专家组 (即, ITU-T VCEG (Q6/16) 与 ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG11)) 正考虑具有可明显超过当前 HEVC 标准 (包含其关于屏幕内容译码及高动态范围译码的当前扩展及近期扩展) 的压缩能力的压缩能力的未来视频译码技术的标准化。这些专家组正以被称作联合视频探索小组 (JVET) 的联合协作一起工作来评估由其在此领域的专家提出的压缩技术设计。通常可获得最新版本的参考软件, 即, 联合探索模型 3 或 JEM 3 (参见例如 https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HMJEMSoftware/tags/HM-16.6-JEM-3.0/)。

[0099] HEVC 标准支持帧内预测, 所述帧内预测使用其空间相邻经重构图像样本 (例如, 像素) 来执行图像块预测。在图 4 中的图解 400 中展示 16×16 图像/视频块的帧内预测的典型实例。在图解 400 中, 借助帧内预测, 沿着所选择预测方向 (如由虚箭头所指示) 通过左上相邻的经重构样本 (例如, 参考样本) 来预测 16×16 图像/视频块 (具有粗黑线的正方形)。

[0100] 另外, 针对 HEVC, 亮度块 (例如, 亮度分量的图像/视频块) 的帧内预测包含 35 个模式。这些模式, 如图 5 中的图解 500 中所展示, 包含平面模式 (0)、DC 模式 (1) 以及 33 个角度模式。HEVC 中定义的帧内预测的 35 个模式如下文表 1 中所展示加索引。

[0101]	帧内预测模式	相关联名称
	0	INTRA_PLANAR
[0102]	1	INTRA_DC
	2..34	INTRA_ANGULAR2..INTRA_ANGULAR34

[0103] 表 1. 帧内预测模式及相关联名称的规格

[0104] 针对平面模式 (0), 其通常为最频繁使用的帧内预测模式, 如图 6 中的图解 600 中所展示产生预测样本。为对 $N \times N$ 块执行平面模式预测, 针对位于 (x, y) 处的每一样本 p_{xy} (参见例如图 6 中的样本 610), 用双线性滤波器使用四个特定相邻经重构样本 (即, 参考样本) 来计算预测值。四个参考样本包含右上经重构样本 (TR)、左下经重构样本 (BL)、位于当前样本的同一列处的经重构样本 (针对 $r_{x,-1}$ 经标示为 T), 以及位于当前样本的同一行处的经重构样本 (针对 $r_{-1,y}$ 经标示为 R)。平面模式可如下文方程式 (1) 中所展示用公式表示:

$$[0105] \quad p_{xy} = (N-x-1) \cdot L + (N-y-1) \cdot T + x \cdot TR + y \cdot BL. \quad (1)$$

[0106] 针对 DC 模式 (1), 用相邻经重构样本的平均值简单地填充预测块。一般来说, 平面模式及 DC 模式两者应用于模型化平滑变化及恒定的图像区域。

[0107] 针对 HEVC 中的角度帧内预测模式 (其包含如上文所论述的总计 33 个不同预测方向), 帧内预测过程如下文描述。针对每一给定角度帧内预测, 可例如根据图 5 相应地识别帧内预测方向。举例来说, 帧内模式 10 对应于纯水平预测方向, 而帧内模式 26 对应于纯竖直预测方向。在给定特定帧内预测方向的情况下, 针对预测块的每一样本, 样本的坐标 (x, y) 首先沿着预测方向经投射至相邻经重构样本的行/列, 如图 7 中的图解 700 中的实例中所展示。假设样本 710 的坐标 (x, y) 经投射至两个相邻经重构样本 L 与 R 之间的分数位置 α , 接着使用双分接头双线性内插滤波器来计算 (x, y) 的预测值, 如由下文方程式 (2) 所展示:

$$[0108] \quad p_{xy} = (1-\alpha) \cdot L + \alpha \cdot R. \quad (2)$$

[0109] 为避免浮点运算,在HEVC中,可使用如由下文方程式(3)所展示的整数算术来估计方程式(2)中的计算:

$$[0110] \quad p_{xy} = ((32-a) \cdot L + a \cdot R + 16) \gg 5, \quad (3)$$

[0111] 其中a为等于 $32 \times a$ 的整数。

[0112] 针对HEVC,环路内自适应滤波器的使用经评估但不包含在最终版本中。在视频译码的领域中,应用滤波以便增强经解码视频信号的质量是常见的。滤波器可应用为后滤波器,其中经滤波图片或帧并不用于未来帧或环路内滤波器的预测,其中经滤波图片或帧用于预测未来帧(例如,帧内预测)。可(例如)通过使原始信号或样本与经解码经滤波信号或样本之间的误差最小化来设计滤波器。类似于变换系数,滤波器的系数 $h(k, l)$ 、 $k = -K, \dots, K, l = -K, \dots, K$ 经量化译码且经发送至解码器,如方程式(4)中所展示:

$$[0113] \quad f(k, l) = \text{round}(\text{normFactor} \cdot h(k, l)). \quad (4)$$

[0114] 方程式(4)中的normFactor通常等于 2^n 。normFactor的值越大,量化越精确,且量化滤波器系数 $f(k, l)$ 提供较佳性能。另一方面,normFactor的值越大,产生需要越多位发射的系数 $f(k, l)$ 。

[0115] 在解码器(例如,视频解码器30)中,将经解码滤波器系数 $f(k, l)$ 应用于经重构图片 $R(i, j)$,如下文在方程式(5)中所展示:

$$[0116] \quad \tilde{R}(i, j) = \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l) R(i+k, j+l) / \sum_{k=-K}^K \sum_{l=-K}^K f(k, l), \quad (5)$$

[0117] 其中i及j为帧内的像素的坐标。

[0118] 自适应环路滤波器(ALF)用于JEM 2.0中且基本概念类似于HM-3中的具有基于块的调适的ALF。针对亮度分量,基于一维(1D)拉普拉斯算子(Laplacian)方向(高达3个方向)及二维(2D)拉普拉斯算子活动(高达5个活动值)对整个图片中的 4×4 块进行分类。在方程式(6)至(9)中展示方向 Dir_b 及未经量化活动 Act_b 的计算,其中 $\hat{I}_{i,j}$ 指示具有相对于 4×4 块处于左上方的坐标(i, j)的经重构像素。 Act_b 经进一步量化至0至4(包含0, 4)的范围。

$$[0119] \quad V_{i,j} = |\hat{I}_{i,j} \times 2 - \hat{I}_{i,j-1} - \hat{I}_{i,j+1}| \quad (6)$$

$$[0120] \quad H_{i,j} = |\hat{I}_{i,j} \times 2 - \hat{I}_{i-1,j} - \hat{I}_{i+1,j}| \quad (7)$$

$$[0121] \quad \text{Dir}_b = \begin{cases} 1, & \text{if } (\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 H_{i,j} > 2 \times \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 V_{i,j}) \\ 2, & \text{if } (\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 V_{i,j} > 2 \times \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 H_{i,j}) \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (8)$$

$$[0122] \quad \text{Act}_b = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (\sum_{m=i-1}^{i+1} \sum_{n=j-1}^{j+1} (V_{m,n} + H_{m,n})) \quad (9)$$

[0123] 方向 Dir_b 可是指样本的1D方向。举例来说,位于相同水平线上的样本将具有水平方向且位于相同竖直线上的样本将具有竖直方向。活动可是指当前样本与所述样本的相邻者之间的差异。如本文中所使用,术语“样本”及“像素”可互换。

[0124] 总之,每一块可分类成15(5×3)个种类中的一者,且根据块的 Dir_b 及 Act_b 的值将索引指派至每一 4×4 块。将群组索引标示为C且设定等于 $5\text{Dir}_b + \hat{A}$,其中 $\hat{A}$ 为 Act_b 的经量化值。因此,可针对图片的亮度分量发信高达15个ALF参数集。为节省发信成本,可根据群组索

引值合并群组。针对每一合并群组,可发信ALF系数集。支持高达三个圆形对称滤波器形状(也被称作为滤波器支持)。举例来说,图8A展示第一滤波器支持(5×5 菱形滤波器支持)的图800。图8B及8C在图解810及820中分别展示第二滤波器支持(7×7 菱形滤波器支持)及第三滤波器支持(截断 9×9 菱形滤波器支持)。

[0125] 针对图片中的两个色度分量(例如,Cb、Cr),应用单个ALF系数集且始终使用 5×5 菱形滤波器。

[0126] 在解码器侧,每一像素样本 $\hat{I}_{i,j}$ 经滤波,得出如方程式(10)中所展示的像素值 $I'_{i,j}$,其中L标示滤波器长度, $f_{m,n}$ 表示滤波器系数且o指示滤波器偏移。

$$I'_{i,j} = (\sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L f_{m,n} \times \hat{I}_{i+m,j+n} + o) \gg (BD_F - 1) \quad (10)$$

[0128] 其中 $(1 \ll (BD_F - 1)) = \sum_{m=-L}^L \sum_{n=-L}^L f(m,n)$ 且 $(o = (1 \ll (BD_F - 2)))$ 。

[0129] 在当前JEM2.0中,由 BD_F 标示的位深度经设定为9,其意味着滤波器系数可在 $[-256, 256]$ 范围内。

[0130] 应注意,针对当前设计,针对两个色度分量仅支持高达一个滤波器。

[0131] 当前ALF中的重要方面为滤波器系数的发信。

[0132] 滤波器的总数目:在针对一个切片启用ALF时可首先发信滤波器的总数目(或所合并群组的总数目)。将其应用于亮度分量。针对色度分量,由于仅可应用一个滤波器,因此不需要发信此信息。

[0133] 滤波器支持:可发信三个滤波器支持(参见例如图8A至8C)的索引。

[0134] 滤波器索引:具有非连续值C的种类可经合并,即,可共享相同滤波器。通过对用以指示其经合并与否的每一种类的一个旗标译码,可导出滤波器索引。

[0135] froceCoeff0旗标:froceCoeff0旗标可用于指示是否不需要译码滤波器中的至少一者。在此旗标等于0时,需要译码所有滤波器。当此旗标等于1时,进一步发信经标示为CodedVarBin的每经合并群组的一个旗标以指示滤波器是否发信滤波器。在不发信滤波器时,其意味着与滤波器相关联的所有滤波器系数等于0。

[0136] 预测方法:在需要发信多个滤波器群组时,可使用两种方法中的一者。

[0137] 在第一方法中,将所有滤波器直接译码成滤波器信息。在此状况下,例如,滤波器系数的值可经编码成位流而无需使用任何预测编码技术。

[0138] 在第二方法中,直接译码第一滤波器的滤波器系数。针对剩余滤波器,将其预测性译码成滤波器信息。在此状况下,滤波器系数的值可由相对于与先前译码滤波器相关联的滤波器系数的残余值或差定义。先前译码滤波器为是最近滤波器的滤波器,即,当前滤波器及其预测器的滤波器索引为连续的。

[0139] 为指示上述两种方法中的一者的使用,在经合并群组的数目大于1且froceCoeff0等于0时译码一个旗标。

[0140] 具有哥伦布(Golomb)译码的滤波器系数:基于一个位置与DC滤波器系数的位置之间的距离,可将一个滤波器支持分裂成多个类别。在一个实例中,在图9中的图解900中描绘具有3个类别的 7×7 菱形对称滤波器。每一正方形标示一个滤波器系数,且用相同Golomb参数译码具有相同背景颜色的正方形。

[0141] 滤波器系数的发信由两部分组成。发信的第一部分包含Golomb参数。首先发信

Golomb参数(标示为kMin)的一个值,随后针对每一类别发信一个位旗标。一个位旗标指示类别*i* (针对图9中的7×7菱形对称滤波器支持,*i*从1至3,包含1、3)的参数在*i* 大于1时与用于先前类别(*i*-1)的Golomb参数相比较;或在*i*等于1时与kMin相比较是相同还是增加1。

[0142] 发信的第二部分包含系数。基于所选择Golomb参数,译码系数的绝对值,随后译码符号旗标。

[0143] 与当前ALF相关联的另一方面为滤波器系数的时间预测。参考图片的ALF系数经存储且允许重新用作当前图片的ALF系数。针对当前图片,可使用经存储用于参考图片的ALF系数,且因此有可能绕过ALF系数发信。在此状况下,仅需要发信参考图片中的一者的索引,且所指示参考图片的所存储ALF系数经简单地继承用于当前图片。为了指示时间预测的使用,可在发送索引之前首先译码一个旗标。

[0144] 应注意,在当前ALF中,针对亮度分量每切片选择滤波器支持使得针对每一切片将选择三个滤波器支持(参见例如图8A至8C)中的一者至关重要。然而,针对色度分量,所使用的唯一滤波器支持为5×5菱形滤波器支持。由于色度信息通常小于亮度信息,因此可能不需要较大滤波器支持,这还可提高解码器的复杂性。

[0145] 如上文所述,基于几何变换的ALF (GALF) 提供对ALF的一些改善,特定来说,通过取决于经重构样本的梯度的定向而在滤波器支持中引入待应用于样本的几何变换 (在应用自适应环路滤波之前)。已将GALF用于最新版本的JEM,即,JEM3.0。在GALF 中,通过考虑对角线梯度可修改分类且可接着将几何变换应用于滤波器系数。基于每一 2×2块的方向性及活动的量化值而将其分类成25个种类中的一者。下文提供关于GALF 操作的额外细节。

[0146] 类似于现有或当前ALF的设计,GALF的分类仍基于每一N×N亮度块的1D拉普拉斯算子方向及2D拉普拉斯算子活动。然而,方向及活动两者的定义已经修改以更佳地捕获局部特性。首先,除现有ALF中所使用的水平及竖直梯度外,还使用1-D拉普拉斯算子计算两个对角线梯度的值。如可从方程式(11)至(14)可见,覆盖目标像素的6×6 窗内的所有像素的梯度的总和和被用作目标像素的代表梯度。在一些实施方案中,6×6的窗大小可提供复杂性与译码性能之间的良好折衷。每一像素与四个梯度值相关联,其中竖直梯度经标示为 g_v ,水平梯度经标示为 g_h ,135度对角线梯度经标示为 g_{d1} ,且45度对角线梯度经标示为 g_{d2} 。

$$[0147] \quad g_v = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} V_{k,l}, \quad (11)$$

$$V_{k,l} = |2R(k,l) - R(k,l-1) - R(k,l+1)|$$

$$[0148] \quad g_h = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} H_{k,l}, \quad (12)$$

$$H_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l) - R(k+1,l)|$$

$$[0149] \quad g_{d1} = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-3}^{j+3} D1_{k,l}, \quad (13)$$

$$D1_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l-1) - R(k+1,l+1)|$$

$$[0150] \quad g_{d2} = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{j=j-2}^{j+3} D2_{k,l}, \quad (14)$$

$$D2_{k,l} = |2R(k,l) - R(k-1,l+1) - R(k+1,l-1)|$$

[0151] 方程式(11)至(14)中的索引*i*及*j*是指2×2块中的左上像素的坐标。

[0152] 为指派方向性*D*,水平及竖直梯度的最大值与最小值的比率(在方程式(15)中标示为 $R_{h,v}$)以及两个对角线梯度的最大值与最小值的比率(在方程式(16)中标示为 $R_{d0,d1}$)以两个阈值 t_1 及 t_2 相互比较。

$$[0153] \quad R_{h,v} = g_{h,v}^{max} / g_{h,v}^{min} \quad (15)$$

其中 $g_{h,v}^{max} = \max(g_h, g_v)$, $g_{h,v}^{min} = \min(g_h, g_v)$,

$$R_{d0,d1} = g_{d0,d1}^{max} / g_{d0,d1}^{min} \quad (16)$$

[0154]

其中 $g_{d0,d1}^{max} = \max(g_{d0}, g_{d1})$, $g_{d0,d1}^{min} = \min(g_{d0}, g_{d1})$ 。

[0155] 通过比较水平/竖直与对角线梯度的所检测比率,在方程式(17)中定义五个方向模式,即,*D*在[0,4](包含0、4)范围内。在下文表2中描述*D*的值及其物理意义。基于表2中所展示的信息,有可能确定在一个方向上的样本是否需要较大权重及/或在另一方向上的样本是否需要较小权重。

$$[0156] \quad D = \begin{cases} 0 & R_{h,v} \leq t_1 \& \& R_{d0,d1} \leq t_1 \\ 1 & R_{h,v} > t_1 \& \& R_{h,v} > R_{d0,d1} \& \& R_{h,v} > t_2 \\ 2 & R_{h,v} > t_1 \& \& R_{h,v} > R_{d0,d1} \& \& R_{h,v} \leq t_2 \\ 3 & R_{d0,d1} > t_1 \& \& R_{h,v} \leq R_{d0,d1} \& \& R_{d0,d1} > t_2 \\ 4 & R_{d0,d1} > t_1 \& \& R_{h,v} \leq R_{d0,d1} \& \& R_{d0,d1} \leq t_2 \end{cases} \quad (17)$$

	方向值	物理意义
	0	纹理
[0157]	1	强水平/竖直
	2	水平/竖直
	3	强对角线
	4	对角线

[0158] 表2. 方向值及其物理意义

[0159] 如在方程式(18)中所展示计算活动值*A*:

$$[0160] \quad A = \sum_{k=i-2}^{i+3} \sum_{l=j-2}^{j+3} (V_{k,l} + H_{k,l}). \quad (18)$$

[0161] 其中*A*经进一步量化至范围0至4(包含0、4),且经量化值经标示为 $\hat{A}$ 。

[0162] 因此,在GALF方案中,每一*N*×*N*块可基于如下文方程式(19)中所展示的其方向性*D*及活动的量化值 $\hat{A}$ 而经分类成25个种类中的一者:

$$[0163] \quad C = 5D + \hat{A}. \quad (19)$$

[0164] GALF的特征中的一者为使用几何变换。针对每一类别,可发信一个滤波器系数集。为更佳地区分用相同类别索引标记的块的不同方向,引入四个几何变换,包含无变换、对角线、竖直翻转及旋转。在图10中的图解1000中说明 5×5 滤波器支持的实例,且在图11A至11C中描绘三个几何变换,其中图11A中的图解1100展示对角线变换的实例,图11B的图解1110展示竖直翻转的实例,且图11C的图解1120展示旋转变换的实例。比较图11A至11C与图10,易于获得几何变换的表达式,如下文在方程式(20)中所展示:

$$\text{对角线: } f_D(k, l) = f(l, k),$$

$$[0165] \quad \text{竖直翻转: } f_V(k, l) = f(k, K - l - 1), \quad (20)$$

$$\text{旋转: } f_R(k, l) = f(K - l - 1, k)。$$

[0166] 其中K为滤波器的大小且 $0 \leq k, l \leq K-1$ 为系数坐标,使得位置(0,0)位于左上角且位置(K-1,K-1)位于右下角。应注意,在使用菱形滤波器支持时,例如在现有ALF中,具有在滤波器支持之外的坐标的系数可简单地设定为0。指示几何变换索引的一种方法为将其隐含地导出以避免额外开销。在GALF中,取决于针对那个块(例如,视频块)所计算的梯度值将变换应用于滤波器系数 $f(k, l)$ 。在表3中描述变换与使用方程式(11)至(14)计算的四个梯度之间的关系。总而言之,变换基于两个梯度(水平梯度及竖直梯度,或45度梯度及135度梯度)中的哪一者为较大的。基于所述比较,可提取更准确方向信息。因此,在无需增加滤波器系数的开销时由于变换而可获得不同滤波结果。

[0167]	梯度值	变换
	$g_{d2} < g_{d1}$ 且 $g_h < g_v$	无变换
	$g_{d2} < g_{d1}$ 且 $g_v < g_h$	对角线
	$g_{d1} < g_{d2}$ 且 $g_h < g_v$	竖直翻转
	$g_{d1} < g_{d2}$ 且 $g_v < g_h$	旋转

[0168] 表3. 梯度及变换的映射

[0169] 关于滤波器支持,类似于HM中的ALF,GALF还采用 5×5 及 7×7 菱形滤波器支持(参见例如图8A及8B)。另外,原始 9×7 经截断菱形滤波器支持(参见例如图8C)被替换为 9×9 菱形滤波器支持。

[0170] 另外,为改善在时间预测不可用时(经帧内译码的帧)的译码效率,可将一组16个固定滤波器指派至每一种类。为指示固定滤波器的使用,可发信每一种类的旗标,且如果需要,那么发信所选择固定滤波器的索引。甚至在针对给定种类选择固定滤波器时,仍可针对此种类发送自适应滤波器 $f(k, l)$ 的系数,在此状况下,将应用于经重构图像的滤波器的系数为两个系数集的总和。即使已针对多个种类选择不同固定滤波器,所述多个种类仍可共享在位流中发信的相同系数 $f(k, l)$ 。在一些实施方案中,固定滤波器的使用还可应用于经帧间译码的帧。

[0171] 如同ALF,GALF的重要方面为滤波器系数的发信。

[0172] 来自固定滤波器的预测图案及预测索引:定义三种状况。在状况1下,从固定滤波器未预测到25种种类的滤波器;在状况2下,从固定滤波器预测到所有25种种类的滤波器;且在状况3下,从固定滤波器预测到与25种种类中的一些相关联的滤波器且从固定滤波器未预测到与25种种类中的剩余部分相关联的滤波器。索引可首先经译码以指示正使用三种

状况中的哪一者。另外,还可应用以下考虑事项。如果为状况1,那么不需要进一步发信固定滤波器的索引。如果为状况2,那么可发信针对每一种类的所选择固定滤波器的索引。否则(如果为状况3),首先发信用于每一种类的一个位,且如果使用固定滤波器,那么进一步发信索引。

[0173] DC滤波器系数的跳过:由于所有滤波器系数的总和必须等于 2^K (其中K标示滤波器系数的位深度),因此可在无需发信的情况下导出应用于当前像素(滤波器支持内的中心像素,例如图10中的 C_0)的DC滤波器系数。

[0174] 滤波器索引:为减少表示滤波器系数所需要的位数,可合并不同种类。然而,可合并任何种类集,甚至具有标示如方程式(19)中所定义的种类索引的非连续值C的种类。通过针对25种种类中的每一者发送索引 i_c 来提供合并哪些分类的信息。具有相同索引 i_c 的种类为共享经译码的相同滤波器系数的那些种类。使用接下来更详细描述经截断二进制二值化方法或过程来译码索引 i_c 。

[0175] 在经截断二进制(TB)二值化过程中,至过程的输入为对用于具有值synVal及cMax的语法元素的TB二值化的请求。过程的输出为语法元素的TB二值化。语法元素synVal的TB二值化过程的二进位字符串由如下方程式(21)规定:

$$n = cMax$$

$$[0176] \quad k = \text{Floor}(\text{Log2}(n)) \quad (21)$$

$$u = (1 \ll (k+1)) - n$$

[0177] 如果synVal小于值u,那么通过为synVal的FL二值化过程调用等于 $(1 \ll k) - 1$ 的cMax值来导出TB二进位字符串。否则(synVal大于或等于u),通过为(synVal+u)的FL二值化过程调用等于 $(1 \ll (k+1)) - 1$ 的cMax值来导出TB二进位字符串。

[0178] 在对针对25种种类中的每一者的滤波器索引译码时,cMax在合并之后经设定为滤波器的总数目。

[0179] 类似于ALF,还使用forceCoef0旗标。在此旗标等于1时,进一步发信关于所合并群组(待译码的所有滤波器)中的每一者的一个位旗标(标示为CodedVarBin)以指示所发信的滤波器系数是否全部为零。此外,在此旗标等于1时,停用预测性译码,即,对当前滤波器与先前经译码滤波器之间的差进行的译码。

[0180] 应注意,在允许来自固定滤波器的预测时,上文所提及的待发信/译码的滤波器为应用于经重构图像的滤波器与所选择固定滤波器之间的差。

[0181] 其它信息(例如系数)可以与JEM2.0中相同的方式译码。

[0182] 如上文所论述,当前ALF及GALF设计具有数个限制。待牢记的一个折衷为,如果使用较大滤波器支持来使失真最小化,那么可增加发送作为边信息的位(例如,开销)数目。

[0183] 举例来说,针对每一帧,在启用ALF或GALF时,可选择及发信三个预定义滤波器支持中的一者。如果可基于局部特性而选择更多滤波器支持,那么可实现更高译码增益。举例来说,存在数种不同种类且那些种类中的每一者可使用相同滤波器支持进行写码。然而,针对几乎无方向或不具有方向种类(例如,纹理),小滤波器支持可能足够,而针对其它种类,例如具有竖直方向或强竖直方向的种类,较的使用对称支持区域,沿着竖直方向具有更多样本可能更有用。

[0184] 此外,预定义的四个几何变换(例如,无变换、对角线、竖直翻转及旋转)仅考虑90

度改变的换位。由于针对四个几何变换不需要发信几何变换索引且仅需要发信一个滤波器系数集,因此使用多于四个几何变换可带来额外译码增益。

[0185] 此外,分类取决于梯度,所述梯度善于捕获方向信息。然而,如同HEVC帧内预测模式(参见例如图5)中所使用的平面模式(0),可存在一个块不具有明显方向但沿着行具有渐进式改变的状况。可存在其中其为平滑区域且一个块内的像素可具有相当类似样本值的另一状况。无方向模式的此两个不同状况在当前ALF/GALF设计中并未区分开。

[0186] 最终,在当前设计中,针对图片中的两个色度分量,仅应用单个 5×5 菱形滤波器。如果允许滤波器支持的更灵活方案,那么可针对色度分量预期更多译码增益。此外,通过还包含亮度分量的信息,可改善色度滤波的译码性能。

[0187] 鉴于这些问题,本发明描述上文所描述的对ALF及GALF设计的各种增强,包含扩展几何变换、多个滤波器支持的更灵活使用以及色度滤波的改善。下文提供这些增强的细节。应理解,下文所描述的各种方面中的每一者可个别地或替代地以这些方面中的两者或多于两者的组合应用。此外,针对下文所描述的方面中的任一者,可假定ALF/GALF分类可能基于 $M \times N$ 块,其中M或N为正值,例如,1、2或4。

[0188] 在可应用于当前ALF/GALF设计的限制的第一解决方案或技术中,可在一个经译码切片/图案块/图片内使用多个滤波器支持且滤波器支持可取决于分类结果。切片、图案块、图片或帧可被称作视频单元,所述视频单元又可包含一或多个视频块。在此第一解决方案或技术中,可能不需要直接发信滤波器支持索引。

[0189] 在实例中,滤波器支持可与种类索引相关联。

[0190] 另外或替代地,滤波器支持可仅与方向性相关联而无需考虑活动。即,针对经量化方向性索引中的每一者,定义一个滤波器支持。因此,可考虑方向性及活动两者,或仅考虑方向性。

[0191] 另外或替代地,滤波器支持可仅与表示强方向性的方向性索引相关联,例如在方程式(17)中D等于1或3(例如,强图案,例如强水平/竖直或强对角线)。在此状况下,针对其它种类,其可共享相同滤波器支持。

[0192] 另外或替代地,滤波器支持可由经编码/经解码信息(例如,帧内预测方向、块分割大小、量化参数(QP))来确定。在实施方案中,滤波器支持形状可沿着接近于应用于当前块/像素上的帧内预测模式方向的方向对称。在实施方案中,如果当前块/像素的分割大小较大,那么滤波器支持可为较大的。在实施方案中,如果当前块的QP较大,那么滤波器支持可为较大的。开销可高度地相依于QP且滤波器支持的大小可基于QP的大小而变化。

[0193] 当在一个经译码切片/图案块/图片内针对不同种类应用多个滤波器支持时,在一个实例中,可应用相同滤波器长度且可在一个经译码切片/图案块/图片内发信所述滤波器长度一次。滤波器长度可是指由特定滤波器执行的滤波中所涉及的样本的数目。另外或替代地,滤波器长度还可相依于滤波器支持。针对每一滤波器支持,可能需要发信滤波器长度。

[0194] 在可应用于当前ALF/GALF设计的限制的第二解决方案或技术中,可在一个经译码切片/图案块/图片内使用多个滤波器支持且可发信滤波器支持。

[0195] 在一个实例中,经由离线训练预定义用于每一种类/每一方向性/每一强方向性的多个滤波器支持。可发信针对每一种类/每一方向性/每一强方向性所选的滤波器支持中的一者。在一些状况下,所选择滤波器支持的发信或指示是通过滤波器支持的对应索引。举例

来说,针对方向0及4,有可能发送(例如,发信、指示)所选择滤波器支持的索引。

[0196] 在另一实例中,如果应用块级ALF/GALF方案(例如,在经译码树型单元(CTU)级ALF中),可预定义不同大小的多个滤波器支持,且滤波器支持群组可用作初始群组(例如,默认群组)。在块级ALF/GALF中,针对每一块(例如,每一视频块),有可能控制是执行ALF/GALF(对那个块启用ALF/GALF)还是不执行ALF/GALF(对那个块停用ALF/GALF)。针对CTU级ALF,每一CTU可具有用以指示启用还是停用ALF/GALF的旗标。

[0197] 在将ALF/GALF应用于切片/图案块/图片时,可基于滤波器支持的当前群组中的每一滤波器支持的选择频率而更新滤波器支持群组。举例来说,如果频繁选择最小滤波器支持并发信其以用于先前经译码块(例如,经译码视频块),那么在滤波当前块(例如,视频块)时,最大群组滤波器支持可替换为预定义多个滤波器支持中的较小滤波器支持。

[0198] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第三解决方案或技术中,在上文所描述的各种方面中,在启用基于本地信息的多个滤波器支持的使用时,还可应用于以下两个方面。首先,在与两个种类相关联的两个滤波器支持的滤波器系数的数目相同时可应用不同种类的合并过程。其次,在不同种类的两个滤波器与不同数目个滤波器系数相关联时,可停用从一个滤波器对另一滤波器的预测译码。

[0199] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第四解决方案或技术中,除现有几何变换(参见例如,图11A至11C)外,可进一步引入45度旋转的几何变换。在一个实例中,滤波器系数的总数目保持与用于其它几何变换的那些相同。在另一实例中,例如,当D在方程式(17)中等于0时,针对“无方向”类别不启用新几何变换。

[0200] 图12A及12B展示强对角线方向的额外类型的几何变换。举例来说,图12A展示 7×7 菱形滤波器支持(无变换)的图解1200及针对D等于3(参见例如方程式(17))且 $g_{d2} > g_{d1}$ (参见例如方程式(13)及(14))的几何变换 7×7 菱形滤波器的图解1210。图12B展示 7×7 菱形滤波器支持(类似于图12A的滤波器支持)的图解1220及针对D等于3(参见例如方程式(17))且 $g_{d2} > g_{d1}$ (参见例如方程式(13)及(14))的几何变换 7×7 菱形滤波器的图解1230。针对图12B中的实例中的几何变换 7×7 菱形滤波器,与图12A中所展示的实例中的几何变换 7×7 菱形滤波器相比,可减少数目个滤波器系数。

[0201] 图14说明45度旋转几何变换的实例。图13中的图解1300展示 5×5 菱形滤波器支持(无变换)且图解1310展示在45度旋转几何变换之后的几何变换 5×5 菱形滤波器。

[0202] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第五解决方案或技术中,可在评估(例如,确定或识别)当前行及相邻行及/或当前列及相邻列的能量的分类过程中引入新规则。

[0203] 在实例中,可将一个行/列的能量定义为评估一个行/列/块的平滑度。

[0204] 在另一实例中,可将一个行/列的能量定义为包含当前像素的连续样本的值的平均函数。

[0205] 在另一实例中,可基于相邻行/列的能量的类似性定义两个或多于两个类别。即,有可能基于能量的类似性引入额外类别或种类。举例来说,如果相邻行/列之间的差不接近于0,那么在可能量化之后,可将 $N \times N$ 块分类成一个类别,否则在差接近于0时,可将 $N \times N$ 块分类成另一类别。

[0206] 另外或替代地,可仅在将一个块分类成“无方向”类别时,即,当D在方程式(17)中等于0时,可应用于此新规则。

[0207] 另外或替代地,分类过程可在变换域中操作,其中变换过程首先应用于覆盖当前像素/块的某一块,且接着可使用低频率变换系数来导出分类。举例来说,如果仅存在一个显著DC系数(扁平图像区域),或还存在一个(或两个或一些)明显低的频率系数(平滑变化图像区域),可应用不同分类索引。

[0208] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第六解决方案或技术中,可针对检查相邻像素及当前像素的值的分类引入新规则。在此新规则中,相邻像素的总数目可标示为Cnt。

[0209] 在一实例中,相邻像素被定义为位于当前像素的上面、左侧、下面及右侧的四个相邻像素。

[0210] 在另一实例中,规则被定义为具有比当前像素的样本值大的样本值的相邻像素的数目,将此数目标示为K(为 $0 \cdots \text{Cnt}$,包含0,Cnt)。K可经进一步量化为 $\hat{K}$,例如 $\hat{K} = (K > 3) ? 1:0$ 或 $\hat{K} = (K > 4) ? 2:(K > 3 ? 1:0)$ 。

[0211] 另外或替代地,此新规则可被定义为具有比当前像素的样本值小的样本值的相邻像素的数目。

[0212] 在实例中,此新规则可仅用于具有高方差的种类,例如在方程式(18)中的A或 $\hat{A}$ 不小于M(从0开始的M)时。

[0213] 另外或替代地, $\hat{A}$ 可通过考虑此新规则来扩展,如下文方程式(22)中所描述:

$$[0214] \quad \hat{A} = \begin{cases} \hat{A} & \hat{A} < M \\ M + b * \hat{K}_{max} + \hat{K} & \hat{A} == M + b \end{cases} \quad (22)$$

[0215] 其中 $\hat{K}_{max}$ 标示 $\hat{K}$ 的最大值,M及b为两个非负整数值。

[0216] 另外或替代地,在方程式(19)中导出的种类索引C可经修改成: $D + 5 * \hat{A}$ 。

[0217] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第七解决方案或技术中,可应用于亮度分量的处理或滤波的上文所描述的各种解决方案或技术还可个别地或以其任何组合形式应用于两个色度分量。在一个实例中,第一色度分量可为Cb色度分量且第二色度分量可为Cr色度分量。

[0218] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第八解决方案或技术中,可在块级处而非在如当前设计中进行的切片级处执行色度滤波控制(例如,块级控制)。

[0219] 在实例中,可从与对应亮度块相关联启用或停用的滤波来预测或确定(块级色度滤波的)开/关控制。

[0220] 在另一实例中,可发信开/关控制旗标(指示块级色度滤波)的使用。在实施方案中,两个颜色分量(例如,两个色度分量)可具有单独开/关控制旗标。替代地,可在两个颜色分量之间共享开/关控制旗标。

[0221] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第九解决方案或技术中,可使用对应亮度分量的样本作为用以改善色度滤波的译码性能的参考样本,而非仅在自适应环路滤波器中使用色度相邻样本。

[0222] 在实例中,用于色度分量的滤波器可经配置以使原始色度信号(样本/像素)与经解码经滤波亮度信号(样本/像素)之间的误差最小化。

[0223] 在另一实例中,针对4:4:4颜色格式,如方程式(10)中所展示的像素/样本 $\hat{f}_{i,j}$ 为对应于亮度分量中的像素/样本的那些。亮度分量中的对应像素为相同采样位置处的那些像素。即,可能将相邻色度样本替换为并置亮度样本。

[0224] 在上述实例中,使用对应亮度样本来改善色度滤波器的质量。然而,针对亮度及色度分辨率不同的一些颜色格式,例如针对4:2:0颜色格式,亮度像素与色度像素的采样位置并不对准。因此,需要不同方法导出对应亮度像素。

[0225] 在另一实例中,针对不同于4:4:4的颜色格式,非并置亮度样本与色度样本之间的对应性在图14A中的图解1400中展示为虚线圆。一个对应性是使紧接地位于上面的亮度样本与色度样本相关。即,待使用的亮度样本的值为紧接地在色度样本上面的亮度样本的值。另一对应性是使紧接地位于下面的亮度样本与色度样本相关。即,待使用的亮度样本的值为紧接地在色度样本下面的亮度样本的值。图14A中的虚线圆展示其中对应性是与在色度样本上面的亮度样本的状况以及其中对应性是与在色度样本下面的亮度样本的不同状况。

[0226] 在另一实例中,如在图14B中的图解1410中所描述,使用紧接地位于当前色度像素或样本上面及下面的亮度像素或样本来使用预定义加权因数(例如,1/2及1/2)来产生虚拟亮度像素或样本。

[0227] 在另一实例中,如在图14C中的图解1420中所描述,使用在当前色度像素或样本周围的六个亮度像素或样本来使用预定义加权因数来产生虚拟亮度像素或样本。应理解,加权因数及/或周围或相邻像素的数目可不同于图14C中所展示的那些。

[0228] 另外或替代地,不导出方程式(10)中所展示的滤波器偏移 o 。相反地,滤波器偏移可发信为位流的部分。在一个实例中,发信方法可与用于译码其它滤波器系数的方法相同。

[0229] 另外或替代地,不可应用所有滤波器系数的总和等于1(在浮动精度方面)或等于 2^k (在整数精度方面)的ALF/GALF中所使用的假定。上述情形是因为原始滤波器基于使用相同颜色分量,且所提议方法使用亮度分量来预测色度分量。因此,可需要发信所有滤波器系数(包含DC滤波器系数)。替代地,在使用对称滤波器支持时,仅需要发信非冗余滤波器系数。

[0230] 另外或替代地,相邻色度样本以及当前经解码亮度样本在ALF/GALF之前均可用于滤波过程中。

[0231] 如本文中所使用,术语“亮度”及“亮度分量”以及术语“色度”及“色度分量”可互换使用。如上文所述,术语“像素”及“样本”也可互换使用。因此,术语“亮度样本”或“亮度像素”可是指“亮度分量样本”,且术语“色度样本”或“色度像素”可是指“色度分量样本”。

[0232] 在可应用于当前ALF/GALF设计中的限制的第十解决方案或技术中涉及滤波器索引的译码。在合并之后的滤波器的总数目可标示为TotalCnt(大于或等于1),种类索引标示为C(从0开始),且将具有等于C的索引的种类的滤波器索引标示为 i_c 。应注意, i_c 可在 $[0, \text{TotalCnt}-1]$ (包含0,TotalCnt-1)内。

[0233] 在此解决方案或技术中,提出,在C小于cTotalCnt时, i_c 可能不大于C。

[0234] 另外或替代地,如果使用上文所描述经截断二进制二值化方法来译码滤波器索引,那么输入参数cMax可经修改成 $\min(C, \text{TotalCnt})$ 而非固定为TotalCnt。此处,函数 $\min(\cdot)$ 返回两个输入参数的较小值。

[0235] 另外或替代地,可跳过具有等于0的C的种类的滤波器索引的发信。在此状况下,滤

波器索引经导出为0。

[0236] 基于上文所描述的各种解决方案或技术,下文关于图15至21更详细地描述关于与那些解决方案或技术相关联的装置、系统及方法的额外细节。此外,应理解,在使用术语“ALF”时,其可是指根据上下文的“ALF”或“GALF”。因此,在指示上文所描述的解决方案或技术提供“ALF”的增强时,其可是指这些解决方案或技术基于提供的增强的类型而提供对“ALF”、“GALF”或两者的增强。

[0237] 图15展示经配置以执行本文中所描述的各种ALF及GALF方面的处理系统1500 的实例。处理系统1500可对应于例如图3中所展示的无线通信装置115-a及115-b中的一者。就此来说,装置1500可实施具有视频编码器20及ALF单元64的源装置12、具有视频解码器30及ALF单元92的目的地装置14,或具有相应视频解码器及编码器及 ALF单元的源装置12及目的地装置14两者。

[0238] 处理系统1500的组件及子组件可经配置以实施或执行本文中根据本发明的各方面所描述的一或多种方法(例如,分别在图16至21中的方法1600、1700、1800、1900、2000及2100)。特定来说,处理系统1500的组件及子组件可执行用于增强ALF及GALF 操作的技术。

[0239] 处理系统1500的实例可包含各种组件,例如存储器1503、一或多个处理器1505及收发器1509,所述组件可经由一或多个总线彼此通信,且所述组件可操作以实现本文中所描述的ALF及GALF功能及/或操作中的一或多者,包含本发明的一或多种方法。

[0240] 收发器1509可包含经配置以接收表示视频数据的信息(例如,接收来自源装置的具有经译码视频数据的经编码位流)的接收器(RX) 1508a。另外或替代地,收发器1509可包含经配置以发射表示视频数据的信息(例如,将具有经译码视频数据的经编码位流发射至接收或目的地装置)的发射器(TX) 1508b。接收器1508a可为射频(RF) 装置且可经配置以根据蜂窝或某一其它无线通信标准解调携带表示视频数据的信息的信号。类似地,发射器1508b可为RF装置且可经配置以根据蜂窝或某一其它无线通信标准调制携带表示视频数据的信息的信号。

[0241] 本文中所描述的各种功能及/或操作可包含在一或多个处理器1505中,或由其执行,且在一方面中,可由单个处理器执行,而在其它方面中,功能及/或操作中的不同者可由两个或多于两个不同处理器的组合执行。举例来说,在一方面中,一或多个处理器1505 可包含图像/视频处理器、调制解调器处理器、基带处理器或数字信号处理器中的任一者或任何组合。

[0242] 一或多个处理器1505可经配置以执行或实施视频编码器20以及其相应ALF单元64、视频解码器30以及其相应ALF单元92,或视频编码器20及视频解码器30两者。替代地,一或多个处理器1505可包含调制解调器1507,所述调制解调器可经配置以执行或实施视频编码器20以及其相应ALF单元64、视频解码器30以及其相应ALF单元 92,或视频编码器20及视频解码器30两者。

[0243] ALF单元64及ALF单元92可各自包含图15中所展示的子组件中的一或多者。在一个实施方案中,所展示的子组件中的每一者包含在ALF单元64及ALF单元92两者中,其中这些子组件中的每一者可以与具有使用ALF单元64执行的任何编码特征或操作一致的方式启用或停用,具有使用ALF单元92执行的对应解码特征或操作。

[0244] ALF单元64/92可包含以下各项中的一或多者：多滤波器支持组件1510、多滤波器支持发信组件1520、本地信息组件1530、45度旋转组件1540、分类规则组件1550、亮度及色度应用组件1560、色度块级控制组件1570或色度滤波中的亮度样本组件1580。这些子组件中的每一者可仅以硬件、仅以软件或以硬件及软件的组合实施。此外，这些子组件中的两者或多于两者的特征或功能可组合成

[0245] 多滤波器支持组件1510可经配置以结合具有与一个经译码切片/图案块/图片一起使用的多个滤波器支持来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者，且其中滤波器支持可基于分类结果。

[0246] 多滤波器支持发信组件1520可经配置以结合具有与一个经译码切片/图案块/图片一起使用的多个滤波器支持来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者，且其中可发信滤波器支持（例如，从源装置12中的视频编码器20发信至目的地装置14中的视频解码器30）。在一些实施方案中，多滤波器支持组件1510及多滤波器支持发信组件1520的方面可组合成单个组件。

[0247] 本地信息组件1530可经配置以结合基于本地信息结合实现多个滤波器支持的使用而执行上文所描述的特征或功能中的一或多者。

[0248] 45度旋转组件1540可经配置以结合使用具有45度旋转的几何变换来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者。

[0249] 分类规则组件1550可经配置以结合在ALF或GALF的分类过程中引入新规则来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者，其中新规则涉及评估行及/或类的能量，检查相邻像素的值，或两者。

[0250] 亮度及色度应用组件1560可经配置以结合使应用于亮度分量的方法还个别地或以组合方式应用于色度分量来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者。

[0251] 色度块级控制组件1570可经配置以结合具有对色度滤波的块级控制来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者。

[0252] 色度滤波中的亮度样本组件1580可经配置以结合使用对应亮度分量的样本来改善色度滤波的译码性能来执行上文所描述的特征或功能中的一或多者。

[0253] 存储器1503可经配置以存储本文中所使用数据及/或由至少一个处理器1505执行的本地版本应用程序。存储器1503可包含可由计算机或至少一个处理器1505使用的任何类型的计算机可读媒体，例如随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、磁带、磁盘、光学磁盘、易失性存储器、非易失性存储器及其任何组合。在一方面中，例如，存储器1503可为存储可由一或多个处理器1505执行以实施或执行本文中所描述的各种ALF及GALF功能及/或操作的一或多个计算机可执行代码的非暂时性计算机可读存储媒体。

[0254] 为简洁起见而非限制性，可在下文参考上文参考至少图1、2A、2B、3、8A至8C、9、10、11A至11C、12A、12B、13、14A至14C及15所论述的方面中的一或多者来描述图16至21中的方法。

[0255] 图16为说明在ALF/GALF中在一个切片、图案块、图片或帧内使用多个滤波器支持来解码视频数据的方法1600的实例的流程图。方法1600的方面可由目的地装置14、视频解码器30、ALF单元92、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0256] 在框1610处，方法1600包含：接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数

据的经编码位流。在一方面中,每一经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

[0257] 在框1620处,方法1600包含:识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持。

[0258] 在框1630处,方法1600包含:使用相应多个滤波器支持对经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出。

[0259] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:针对经重构视频单元中的一者内的多个视频块中的每一者识别不同滤波器支持,且对经重构视频单元中的每一者进行滤波包含:使用相应滤波器支持中的一者对一个经重构视频单元内的多个视频块中的每一者进行滤波。

[0260] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:对经重构视频单元中的一者内的多个视频块进行分类,分类中的多个种类中的每一者与独特滤波器支持相关联。

[0261] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:针对经重构视频单元中的一者内的多个视频块识别不同滤波器支持,对于多个视频块的滤波器支持中的每一者与方向性或强方向性相关联、基于从一个经重构视频单元解码的信息,或其组合。在一方面中,从一个经重构视频单元解码的信息包含帧内预测方向信息、块分割大小信息或量化参数(QP)信息中的一或多个者。

[0262] 在方法1600的另一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流且针对每一经重构视频单元,接收待以类似方式应用于所有多个滤波器支持的滤波器长度的指示。

[0263] 在方法1600的另一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流且针对每一经重构视频单元,接收待应用于多个滤波器支持中的每一者的滤波器长度的一或多个指示。

[0264] 在方法1600的另一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流且针对每一经重构视频单元,接收多个滤波器支持中的每一者的指示,其中识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持至少基于指示。在一方面中,多个滤波器支持中的每一者是来自经由离线训练选择的预定义滤波器支持群组。在另一方面中,多个滤波器支持中的每一者与一或多个种类、一或多个方向性或一或多个强方向性相关联。在又一方面中,针对预定义滤波器支持群组,与经重构视频单元相关联的多个滤波器支持中的一者不同于与经重构视频单元相关联的多个滤波器支持中的另一者。此外,针对多个滤波器支持中的每一者,所述方法可进一步包含:接收从预定义群组选择的滤波器支持的指示。

[0265] 在方法1600的另一方面中,针对经重构视频单元中的一者中的视频块的每一大小,多个滤波器支持是来自与视频块大小相关联的预定义的当前滤波器支持群组,且当前群组是基于当前群组中的每一滤波器支持的选择频率而动态地更新。

[0266] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类,及在多个滤波器系数对于与两个不同种类相关联的两个不同滤波器支持中的每一者相同时可应用与分类相关联的不同

种类之间的合并。

[0267] 在方法1600的另一方面中,所述方法进一步包含:在多个滤波器系数对于与两个不同种类相关联的两个不同滤波器中的每一者不同时停用预测译码,停用预测译码包含停用从两个滤波器中的一者对另一滤波器进行预测译码。

[0268] 在方法1600的另一方面中,所述方法进一步包含:从几何变换群组识别具有45度旋转的几何变换,其中将几何变换结合滤波应用于多个滤波器支持中的相应者的滤波器系数。在一些实施方案中,相同数目个滤波器系数与具有45度旋转的几何变换及几何变换群组中的其它几何变换相关联。在一些实施方案中,所述方法进一步包含:在相关联方向性指示不存在任何方向时停用具有45度旋转的几何变换。

[0269] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:至少部分地基于评估当前行的能量、当前列的能量、相邻行的能量或相邻列的能量中的一或多者而对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类。在一些实施方案中,当前行或列的能量,或相邻行或列的能量被定义为相应行或列的平滑度,或包含相应行或列的当前像素的连续样本的值的平均函数。在一些实施方案中,在相应视频块的方向性指示不存在方向时多个视频块中的视频块的分类至少基于对能量的评估。

[0270] 在方法1600的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:至少部分地基于多个视频块中的当前视频块中的当前像素的值及相邻于当前像素的像素的值而对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类。在一些实施方案中,相邻像素包含位于当前像素的上面、左面、下面及右面的四个相邻像素、邻近于当前像素的具有大于当前像素的值的值的像素,或邻近于当前像素的具有小于当前像素的值的值的像素。

[0271] 在方法1600的另一方面中,使用相应多个滤波器支持对经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出包含:对以下各项中的一或多者进行滤波:每一经重构视频单元的亮度分量、每一经重构视频单元的第一色度分量(例如,Cb或Cr)、每一经重构视频单元的第二色度(例如,Cr或Cb)分量、每一经重构视频单元的第一色度分量及第二色度分量,或其组合。

[0272] 图17为说明在ALF/GALF中在一个切片、图案块、图片或帧内使用多个滤波器支持来编码视频数据的方法1700的实例的流程图。方法1700的方面可由源装置12、视频编码器20、ALF单元64、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0273] 在框1710处,方法1700包含:识别对于多个经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持。每一经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

[0274] 在框1720处,方法1700包含:使用相应多个滤波器支持对经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出。

[0275] 在框1730处,所述方法包含:将经解码视频输出应用于预测过程(例如,应用于视频编码器20中的预测处理单元41)。

[0276] 在方法1700的一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:针对经重构视频单元中的一者内的多个视频块中的每一者识别不同滤波器支持,且对经重构视频单元中的每一者进行滤波包含:使用相应滤波器支持中的一者对一个经重构视频单元内的多个视频块中的每一者进行滤波。

[0277] 在方法1700的一方面中,所述方法进一步包含:产生多个滤波器支持中的每一者

的指示(例如,发信),及连同具有经译码视频数据的经编码位流发射指示。

[0278] 在方法1700的一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类,及在多个滤波器系数对于与两个不同种类相关联的两个不同滤波器支持中的每一者相同时可应用与分类相关联的不同种类之间的合并。

[0279] 在方法1700的另一方面中,所述方法进一步包含:从几何变换群组识别具有45度旋转的几何变换,其中将几何变换结合滤波应用于多个滤波器支持中的相应者的滤波器系数。

[0280] 在方法1700的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:至少部分地基于评估当前行的能量、当前列的能量、相邻行的能量或相邻列的能量中的一或多者而对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类。

[0281] 在方法1700的另一方面中,识别对于经重构视频单元中的每一者的多个滤波器支持包含:至少部分地基于多个视频块的当前视频块中的当前像素的值及相邻于当前像素的像素的值而对每一经重构视频单元内的多个视频块进行分类。

[0282] 在方法1700的另一方面中,使用相应多个滤波器支持对经重构视频单元中的每一者进行滤波以产生经解码视频输出包含:对以下各项中的一或多者进行滤波:每一经重构视频单元的亮度分量、每一经重构视频单元的第一色度分量(例如,Cb或Cr)、每一经重构视频单元的第二色度(例如,Cr或Cb)分量、每一经重构视频单元的第一色度分量及第二色度分量,或其组合。

[0283] 图18为说明在ALF/GALF中使用色度滤波的块级控制来解码视频数据的方法1800的实例的流程图。方法1800的方面可由目的地装置14、视频解码器30、ALF单元92、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0284] 在框1810处,方法1800包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流。每一经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

[0285] 在框1820处,方法1800包含:启用对经重构视频单元中的每一者的色度分量的ALF(或GALF)的块级控制。在一方面中,对ALF的块级控制包含:对每一经重构视频单元中的每一者内的一或多个视频块进行滤波及不对每一经重构视频单元中的每一者内的一或多个视频块进行滤波。在另一方面中,色度分量是指第一色度分量(例如,Cb)、第二色度分量(例如,Cr),或第一色度分量及第二色度分量两者。

[0286] 在框1830处,方法1800包含:针对经重构视频单元,在针对一个视频块启用ALF时执行对色度分量的块级ALF且在针对另一视频块停用ALF时跳过执行对色度分量的块级ALF。

[0287] 在框1840处,方法1800包含:基于对ALF的经启用块级控制而产生经解码视频输出。

[0288] 在方法1800的一方面中,启用对ALF的块级控制包含:基于启用或停用对对应亮度块中的亮度分量的滤波而启用或停用对经重构视频单元中的一者中的特定色度块的色度分量的块级滤波。在实施方案中,响应于启用对对应亮度块中的亮度分量的滤波,启用特定色度块的色度分量的块级滤波,或响应于停用对对应亮度块中的亮度分量的滤波,停用特定色度块的色度分量的块级滤波。

[0289] 在方法1800的一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流,接收用以启用对色度分量的ALF的块级控制的指示(例如发信)。在实施方案中,指示可包含经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用的一或多个控制旗标。在实施方案中,指示可包含用以启用或停用对第一色度分量的块级滤波的第一指示,及不同于第一指示用以启用或停用对第二色度分量的块级滤波的第二指示。

[0290] 图19为说明在ALF/GALF中使用色度滤波的亮度样本来解码视频数据的方法1900的实例的流程图。方法1900的方面可由目的地装置14、视频解码器30、ALF单元92、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0291] 在框1910处,方法1900包含:接收具有由其产生经重构视频单元的经译码视频数据的经编码位流。

[0292] 在框1920处,方法1900包含:使用一或多个亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本执行滤波以产生经解码视频输出。

[0293] 在方法1900的一方面中,使用一或多个亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本执行滤波包含将对应亮度分量样本用作参考样本。

[0294] 在方法1900的一方面中,用于对色度分量样本执行滤波的滤波器经配置以使原始色度分量样本与经解码经滤波亮度分量样本之间的误差最小化。

[0295] 在方法1900的一方面中,针对4:4:4颜色格式,待滤波的每一色度分量样本为对应亮度分量样本。

[0296] 在方法1900的一方面中,针对4:2:0颜色格式,色度分量样本与紧接地位于色度分量样本上面的亮度分量样本(参见例如图14A)相关,色度分量样本与紧接地位于色度分量样本下面的亮度分量样本(参见例如图14A)相关,色度分量样本与由紧接地位于色度分量样本上面及下面的经相等加权的亮度分量样本产生的虚拟亮度分量样本(参见例如图14B)相关,或色度分量样本与由紧接地位于色度分量样本上面及下面的经相等加权的亮度分量样本、紧接地在紧接地位于色度分量样本上面及下面的亮度分量样本左侧的经相等加权的亮度分量样本,以及紧接地在紧接地位于色度分量样本上面及下面的亮度分量样本左侧的经相等加权的亮度分量样本产生的虚拟亮度分量样本(参见例如图14C)相关。

[0297] 在方法1900的一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流,接收用于对色度分量样本执行滤波的滤波器的偏移的指示(例如发信)。

[0298] 在方法1900的一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流,接收用于对色度分量样本执行滤波的滤波器的系数的指示(例如发信),系数包含DC系数。DC系数指示应用于当前色度样本的滤波器系数。

[0299] 在方法1900的一方面中,使用一或多个亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本执行滤波包含将相邻亮度分量样本与色度分量样本一起使用。

[0300] 图20为说明在ALF/GALF中使用对色度滤波的块级控制来编码视频数据的方法2000的实例的流程图。方法2000的方面可由源装置12、视频编码器20、ALF单元64、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0301] 在框2010处,方法2000包含:启用对经重构视频单元中的每一者的色度分量的ALF(或GALF)的块级控制。每一经重构视频单元对应于视频切片、视频图案块、视频图片或视频帧。

[0302] 在框2020处,方法2000包含:针对经重构视频单元,在针对一个视频块启用ALF 时执行块级ALF且在针对另一视频块停用ALF时跳过执行对色度分量的块级ALF。

[0303] 在框2030处,方法2000包含:基于对ALF的经启用块级控制而产生应用于预测过程的经解码视频输出。

[0304] 在方法2000的一方面中,启用对ALF的块级控制包含:基于启用或停用对对应亮度块中的亮度分量的滤波而启用或停用对经重构视频单元中的一者中的特定色度块的色度分量的滤波。

[0305] 在方法2000的一方面中,所述方法进一步包含:产生用以启用对色度分量的ALF的块级控制的指示(例如,发信),及连同具有经译码视频数据的经编码位流发射指示。在一些实施方案中,指示包含经配置以指示对不同视频块的色度分量的块级滤波的启用或停用的一或多个控制旗标。在一些实施方案中,指示包含用以启用或停用对第一色度分量的块级滤波的第一指示,及不同于第一指示的用以启用或停用对第二色度分量的块级滤波的第二指示。

[0306] 图21为说明在ALF/GALF中使用色度滤波的亮度样本来编码视频数据的方法2100的实例的流程图。方法2100的方面可由源装置12、视频编码器20、ALF单元64、处理系统1500及/或处理器1505执行或实施。

[0307] 在框2110处,方法2100包含:使用一或多个亮度分量样本对经重构视频单元中的每一者的色度分量样本进行滤波以产生经解码视频输出。

[0308] 在框2120处,方法2100包含:将经解码视频输出应用于预测过程。

[0309] 在方法2100的一方面中,针对4:4:4颜色格式,待滤波的每一色度分量样本为对应亮度分量样本。

[0310] 在方法2100的一方面中,针对4:2:0颜色格式,色度分量样本与紧接地位于色度分量样本上面的亮度分量样本(参见例如图14A)相关,色度分量样本与紧接地位于色度分量样本下面的亮度分量样本(参见例如图14A)相关,色度分量样本与由紧接地位于色度分量样本上面及下面的经相等加权的亮度分量样本产生的虚拟亮度分量样本(参见例如图14B)相关,或色度分量样本与由紧接地位于色度分量样本上面及下面的经相等加权的亮度分量样本、紧接地在紧接地位于色度分量样本上面及下面的亮度分量样本左侧的经相等加权的亮度分量样本,以及紧接地在紧接地位于色度分量样本上面及下面的亮度分量样本左侧的经相等加权的亮度分量样本产生的虚拟亮度分量样本(参见例如图14C)相关。

[0311] 在方法2100的一方面中,所述方法进一步包含:连同具有经译码视频数据的经编码位流,发射用以对色度分量样本进行滤波的滤波器的系数的指示(例如发信),系数包含DC系数。DC系数指示应用于当前色度样本的滤波器系数。

[0312] 在组件经描述为“经配置以”执行某些操作的情况下,可(例如)通过设计电子电路或其它硬件以执行操作、通过编程可编程电子电路(例如,微处理器或其它适合电子电路)以执行操作或其任何组合来实现此配置。

[0313] 上文结合附图所阐明的揭示内容描述实例,且并不表示可被实施或在权利要求书的范围内的仅有实例。术语“实例”当在本描述中使用时意味着“用作实例、例子或说明”,而非意味着“优选”或“优于其它实例”。出于提供对所描述技术的理解的目的,揭示内容包含特定细节。然而,可在无这些特定细节的情况下实践这些技术。在一些例子下,以框图形式

展示熟知的结构及设备以免混淆所描述实例的概念。

[0314] 本文中所描述的功能可以硬件、由处理器执行的软件、固件或其任何组合予以实施。如果以由处理器执行的软件予以实施,那么所述功能可作为一或多个指令或代码而存储于(非暂时性)计算机可读媒体上或经由(非暂时性)计算机可读媒体进行发射。其它实例及实施方案在本发明及随附权利要求书的范围及精神内。举例来说,由于软件的性质,可使用由经特别编程的处理器执行的软件、硬件、固件、硬连线或这些中的任何者的组合来实施上文所描述的功能。实施功能的特征还可物理上位于各个位置处,包含经分布使得在不同物理部位处实施功能的部分。此外,如本文中(包含在权利要求书中)所使用,如在项目列表(后面接以“中的至少一者”)中所使用的“或”指示析取列表,使得(例如)“A、B或C中的至少一者”的列表意指A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A 及B及C)。

[0315] 如本文中所描述的计算机可读媒体可包含暂时性媒体,例如无线广播或有线网络发射;或存储媒体(即,非暂时性存储媒体),例如硬盘、闪速驱动器、光盘、数字视频光盘、蓝光光盘,或其它计算机可读媒体。在一些实例中,网络服务器(未展示)可从源装置接收经编码视频数据且将经编码视频数据提供至目的地装置,例如,经由网络发射。类似地,媒体产生设施(例如光盘冲压设施)的计算装置可从源装置接收经编码视频数据且产生含有经编码视频数据的光盘。因此,在各种实例中,计算机可读媒体可被理解为包含各种形式的一或多个计算机可读媒体。

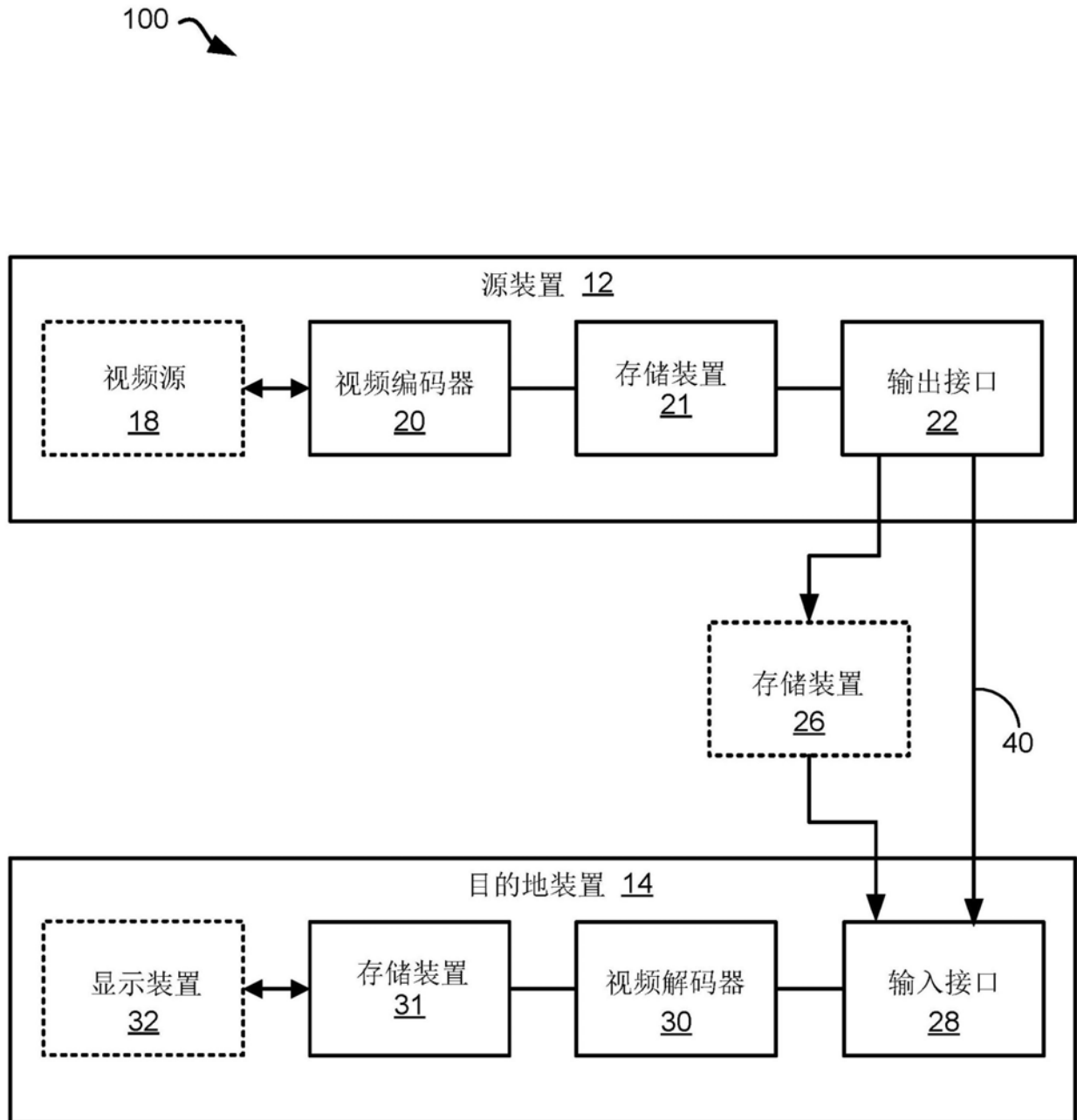


图1

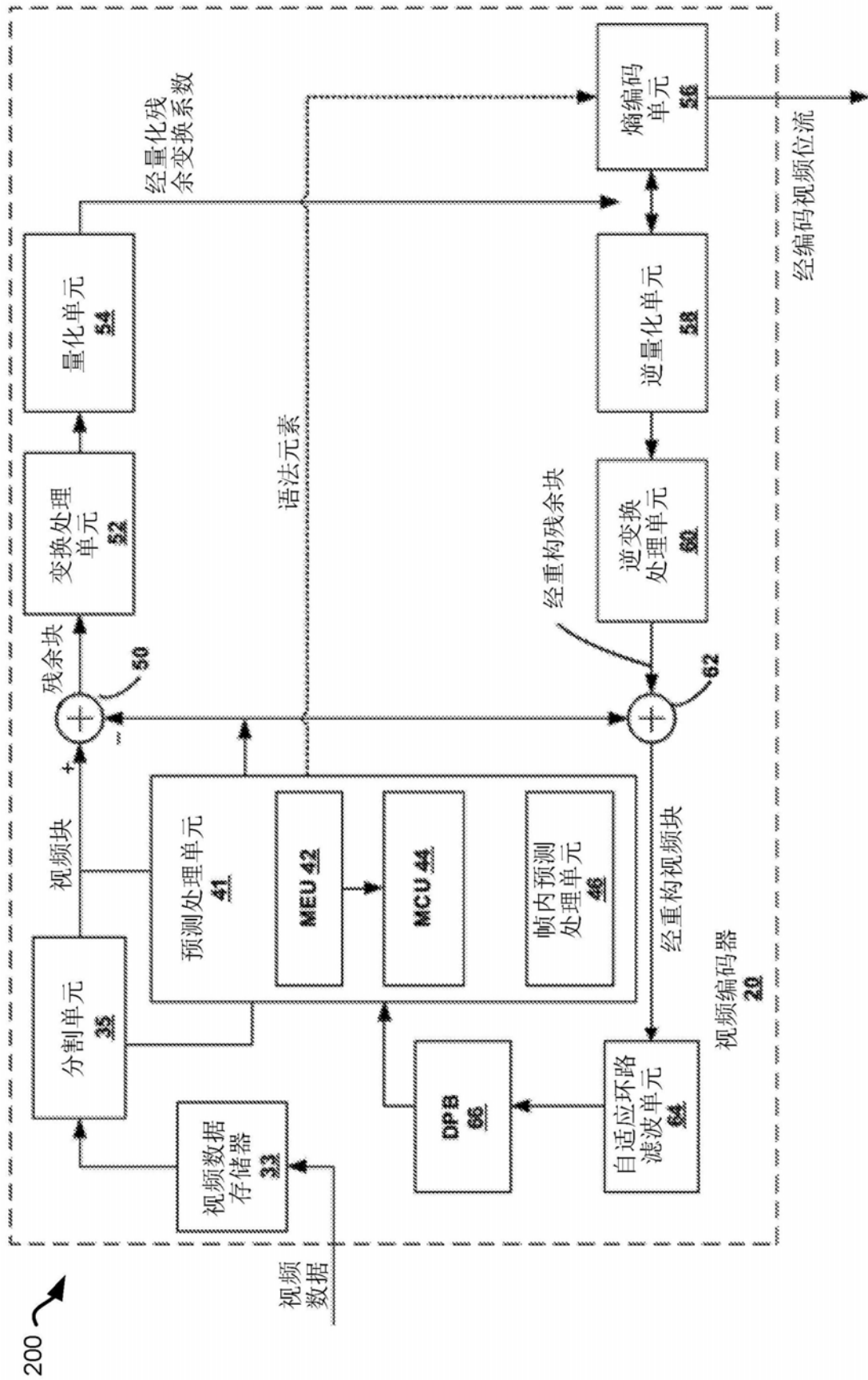


图2A

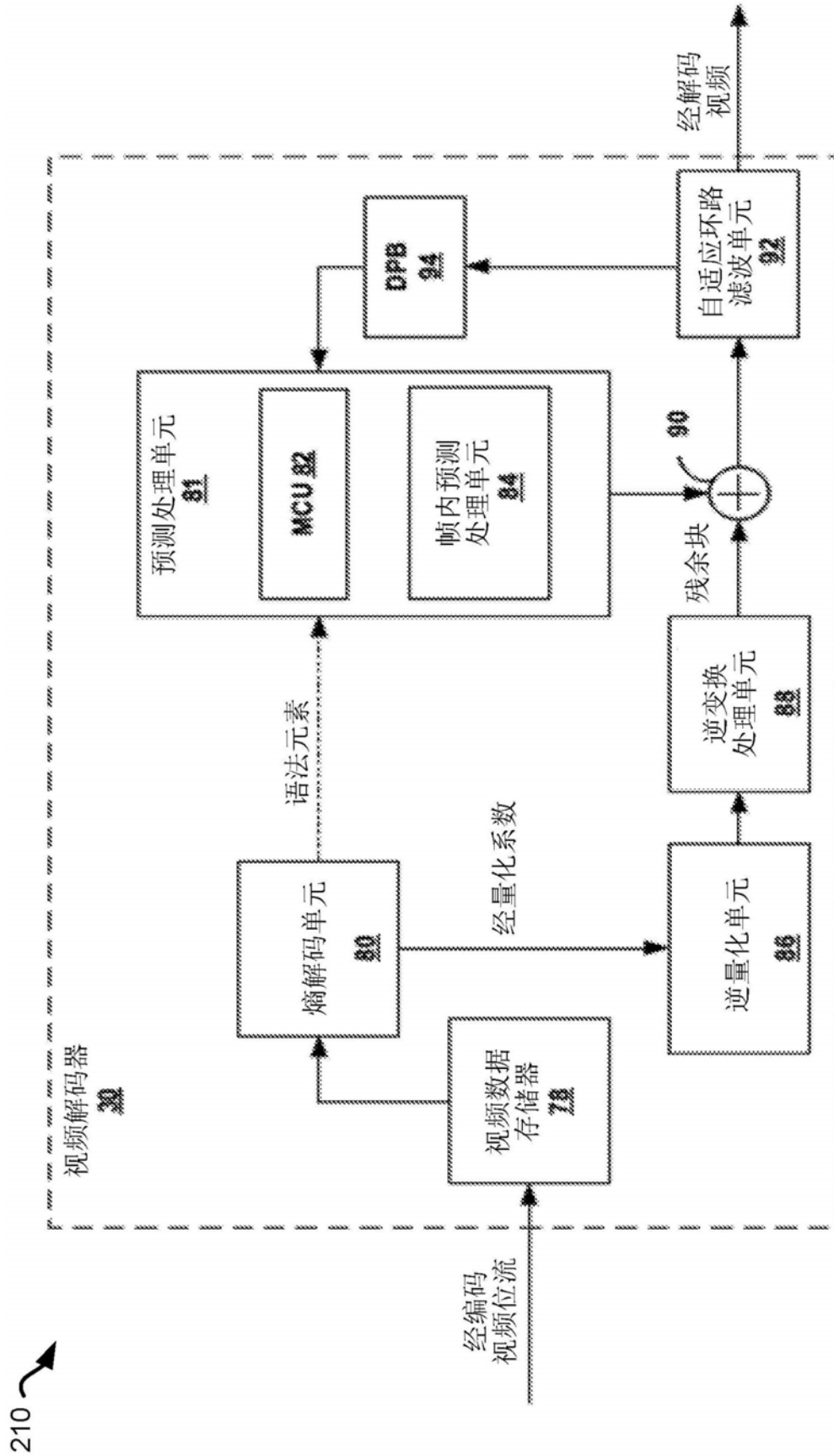


图2B

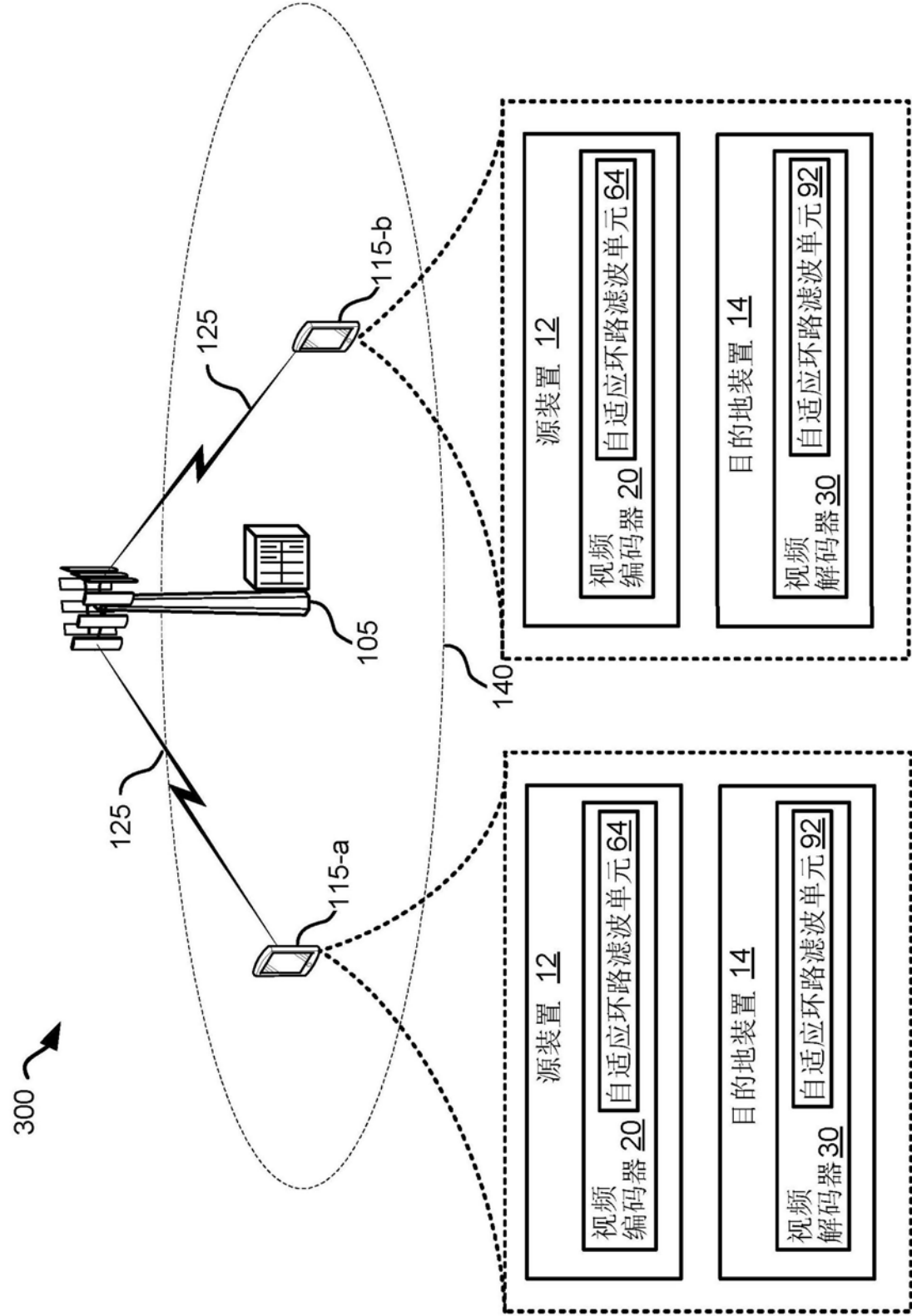


图3

400

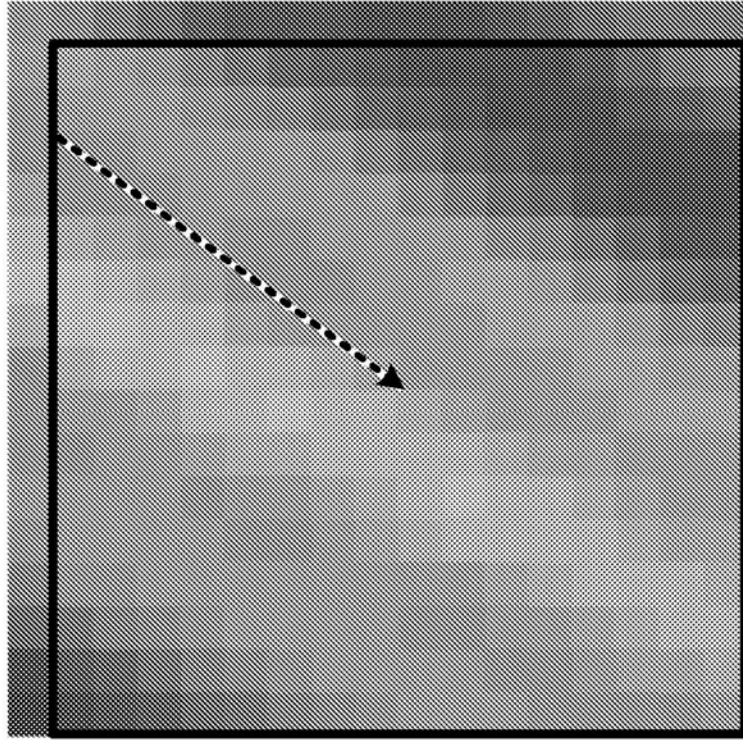


图4

500

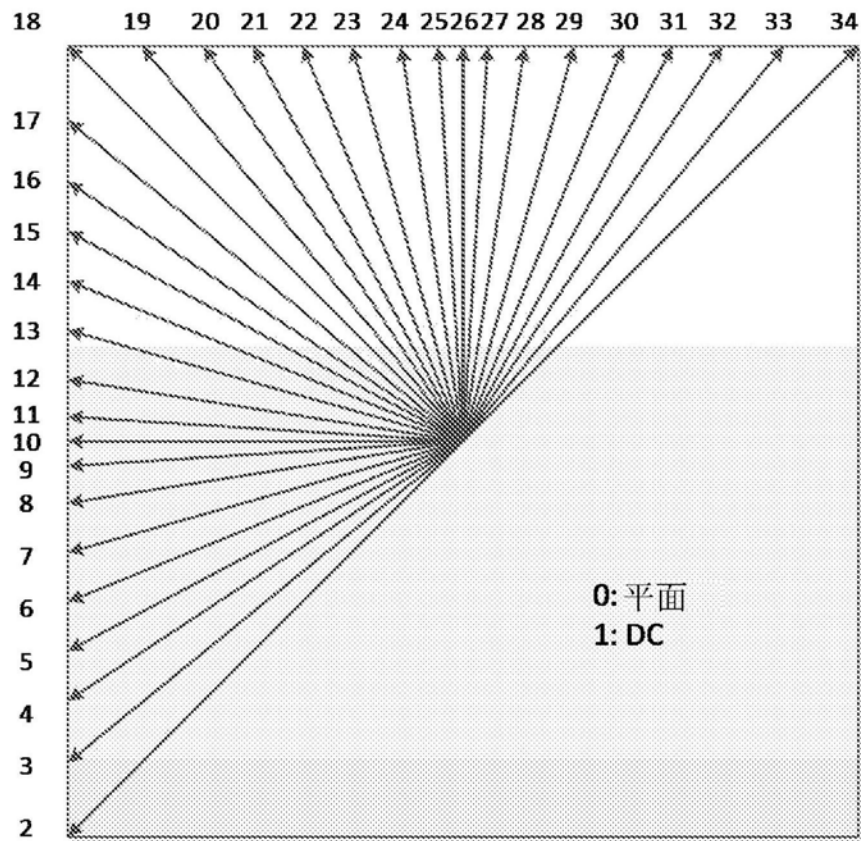


图5

600

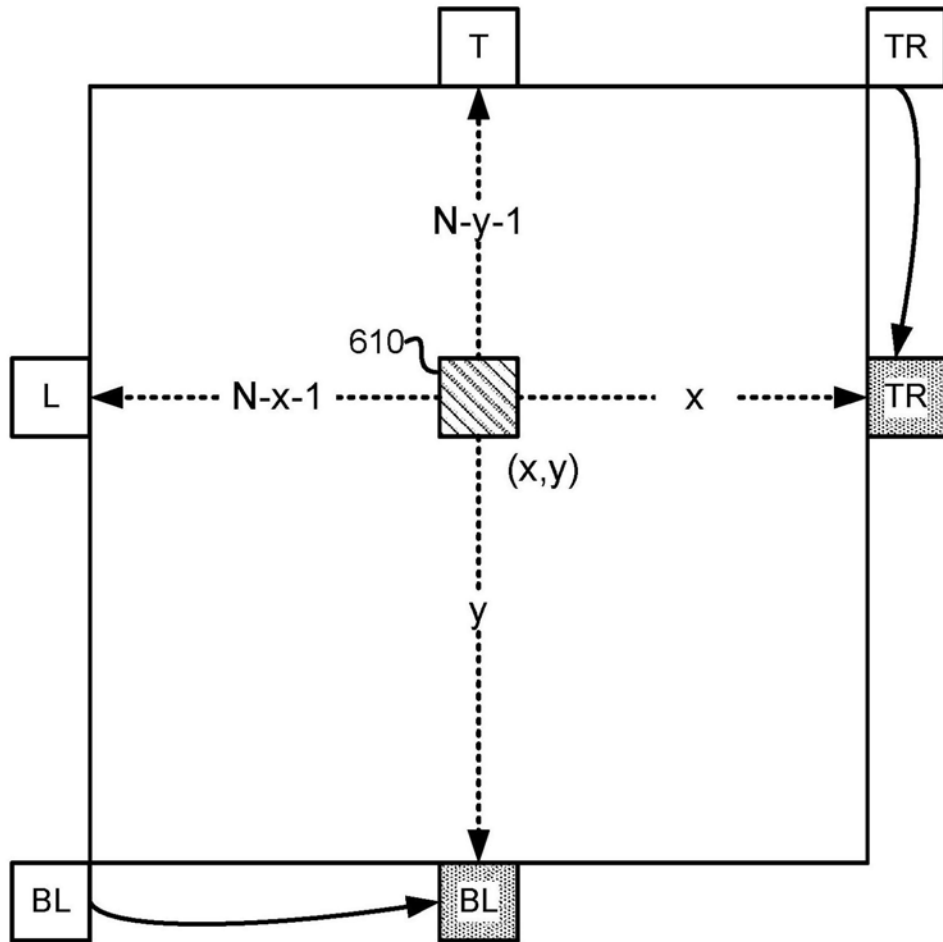


图6

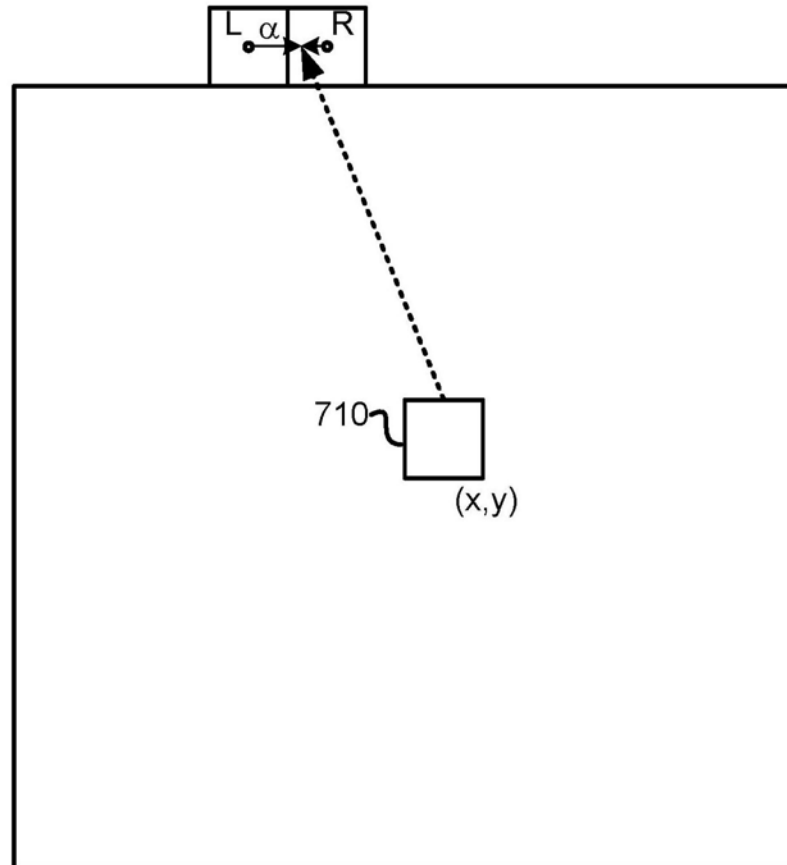
700 

图7

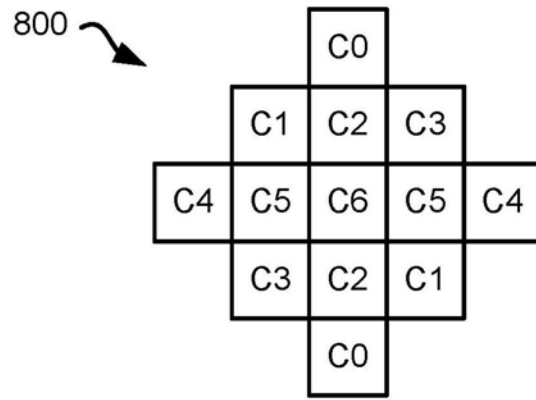


图8A

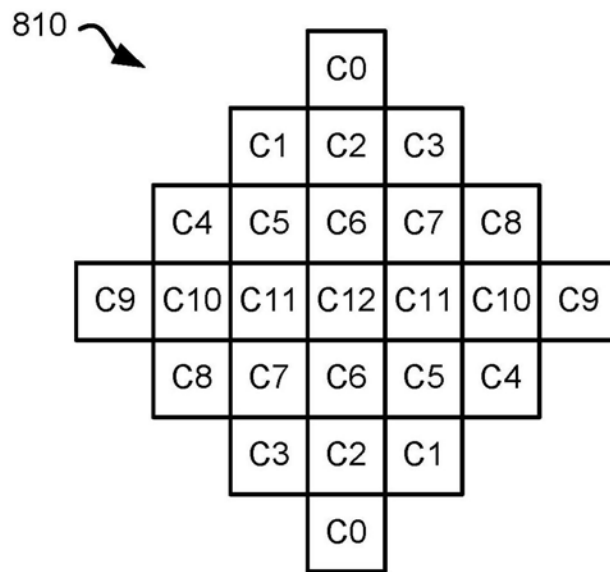


图8B

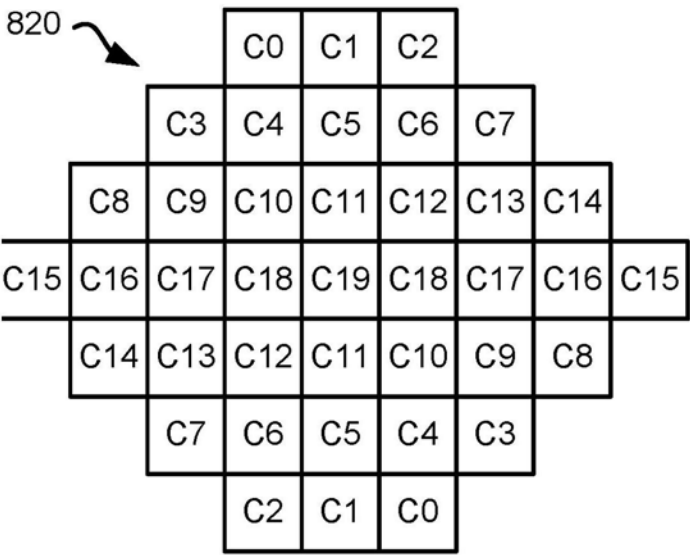


图8C

900 ↘

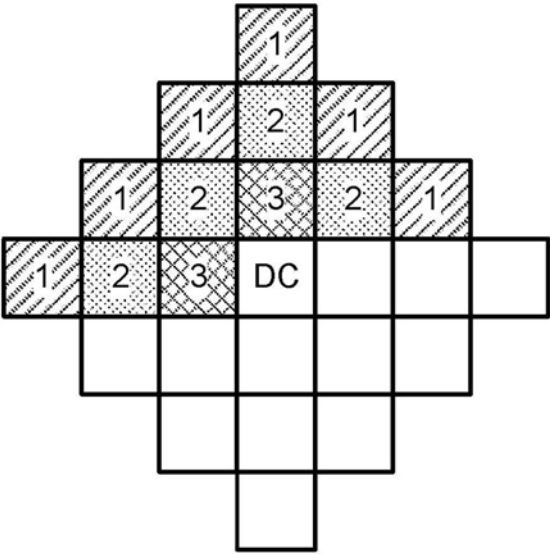


图9

1000 ↘

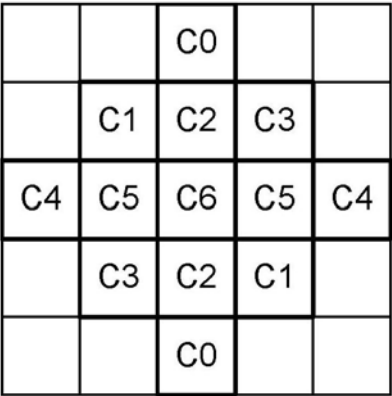


图10

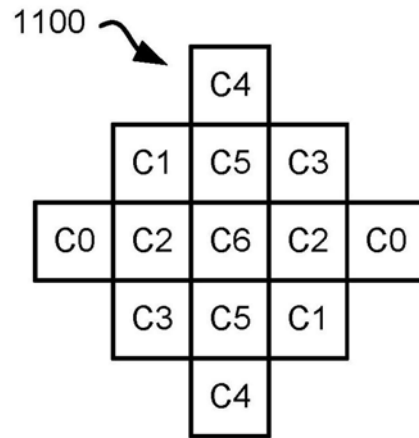


图11A

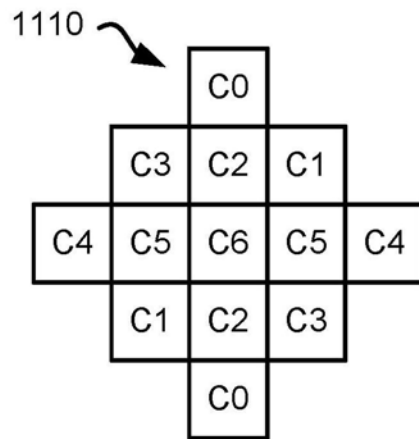


图11B

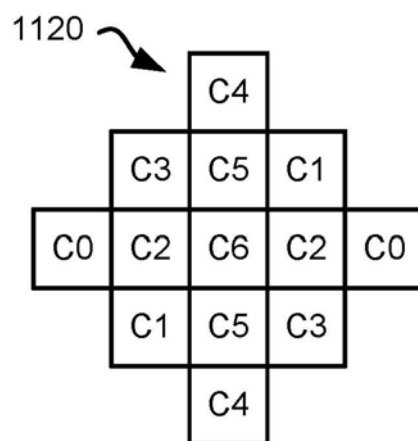


图11C

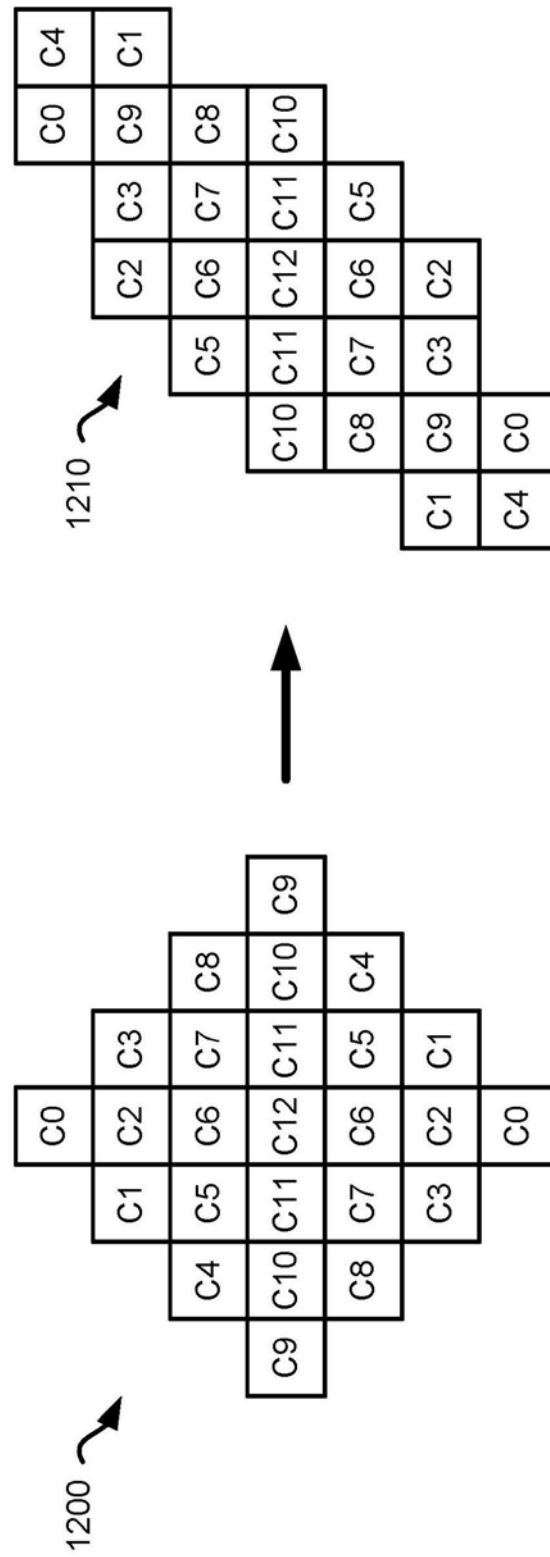


图12A

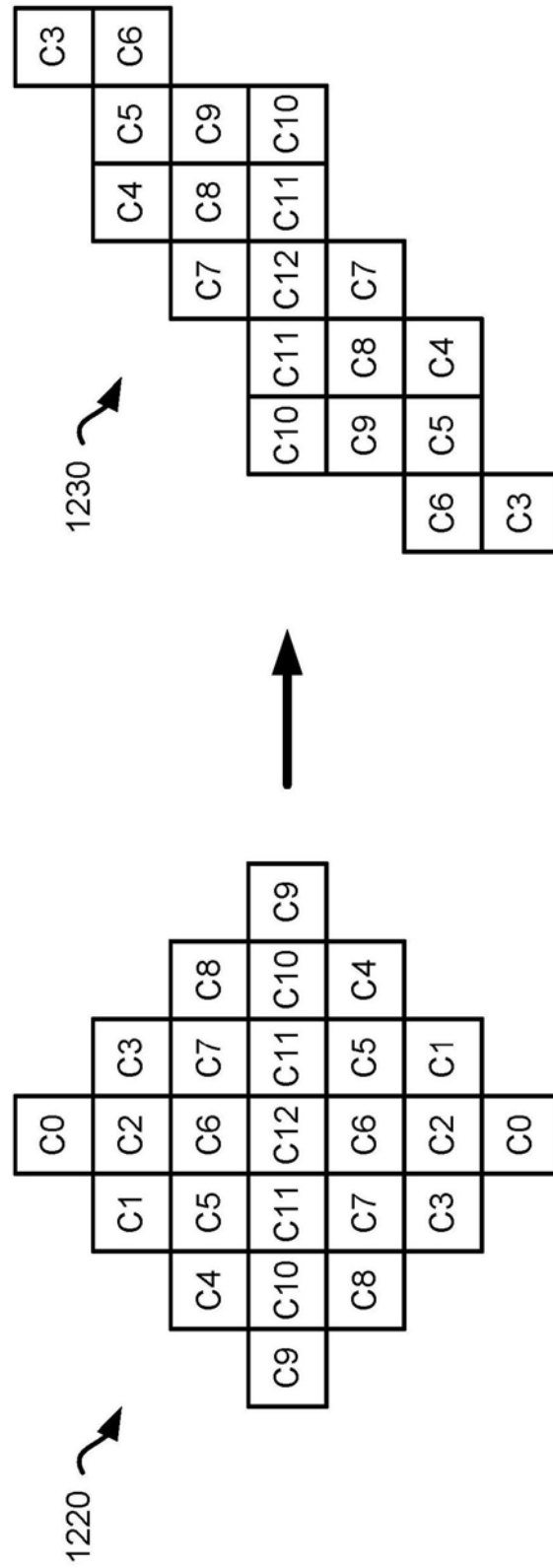


图12B

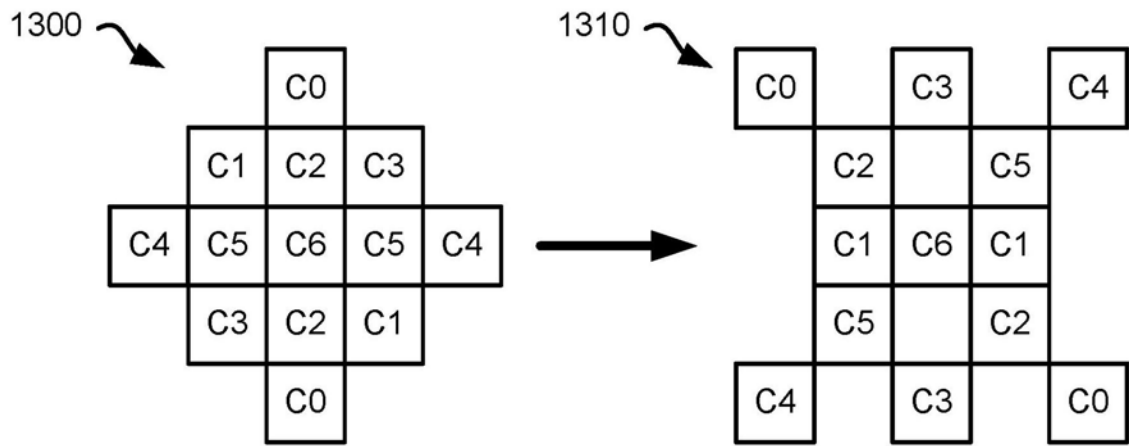


图13

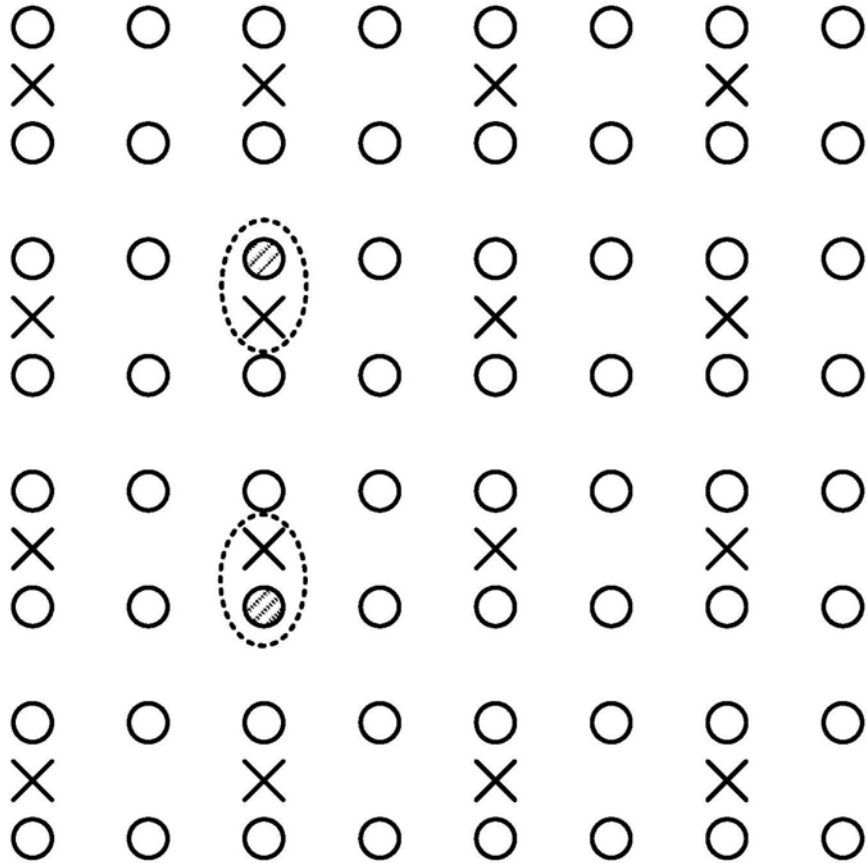
1400 

图14A

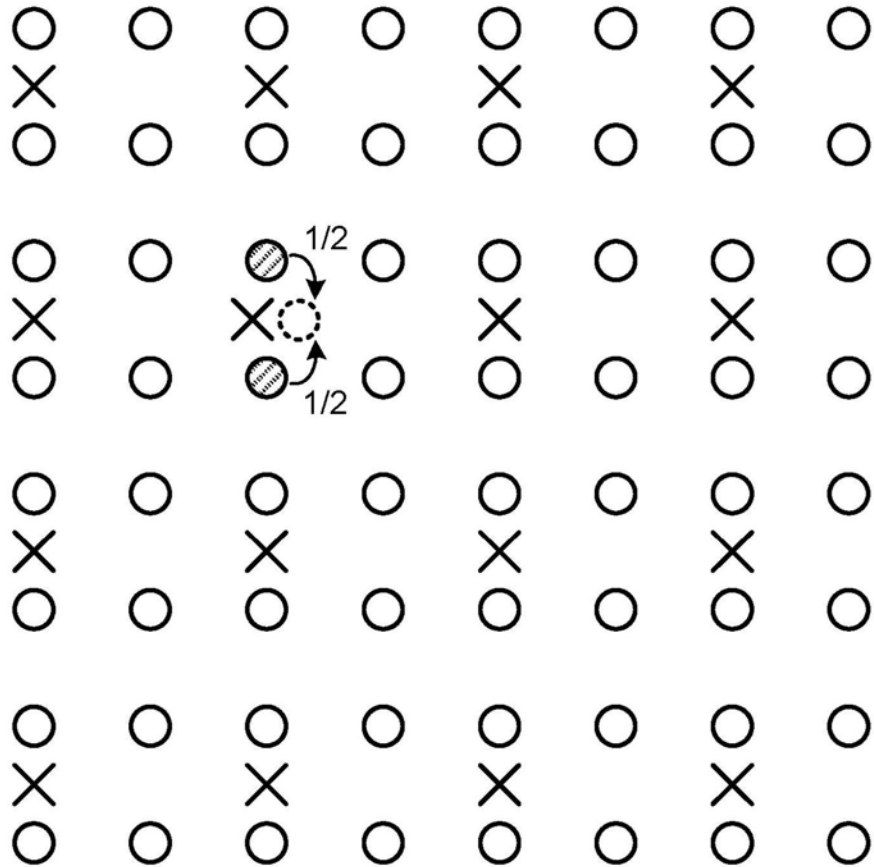
1410 

图14B

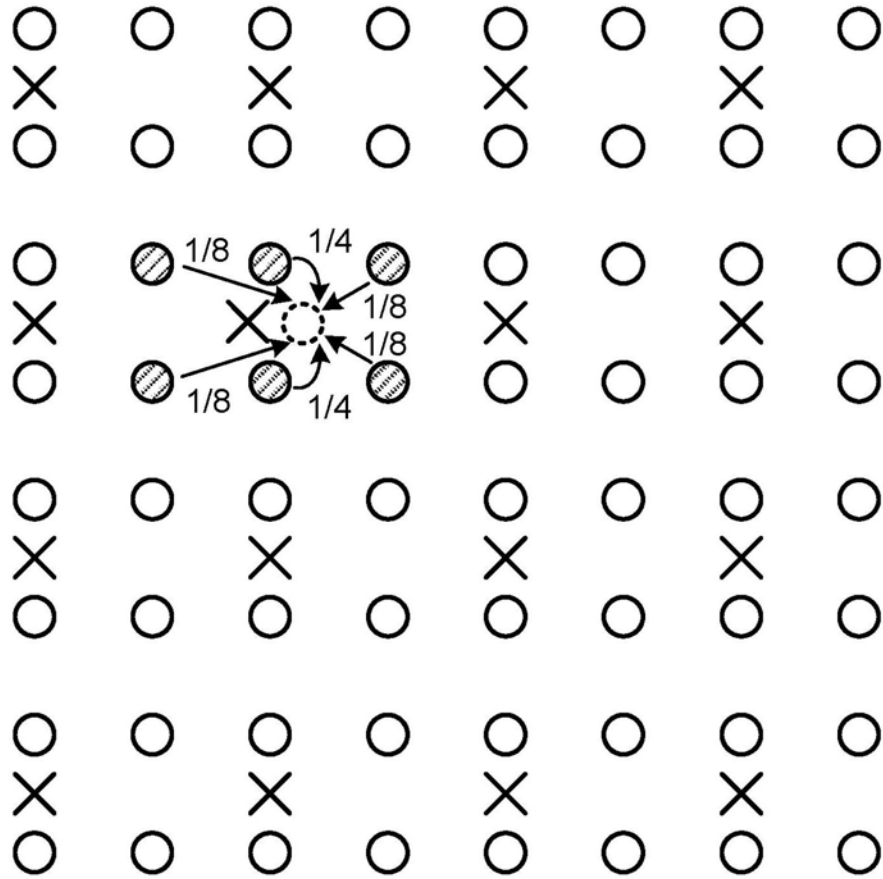
1420 

图14C

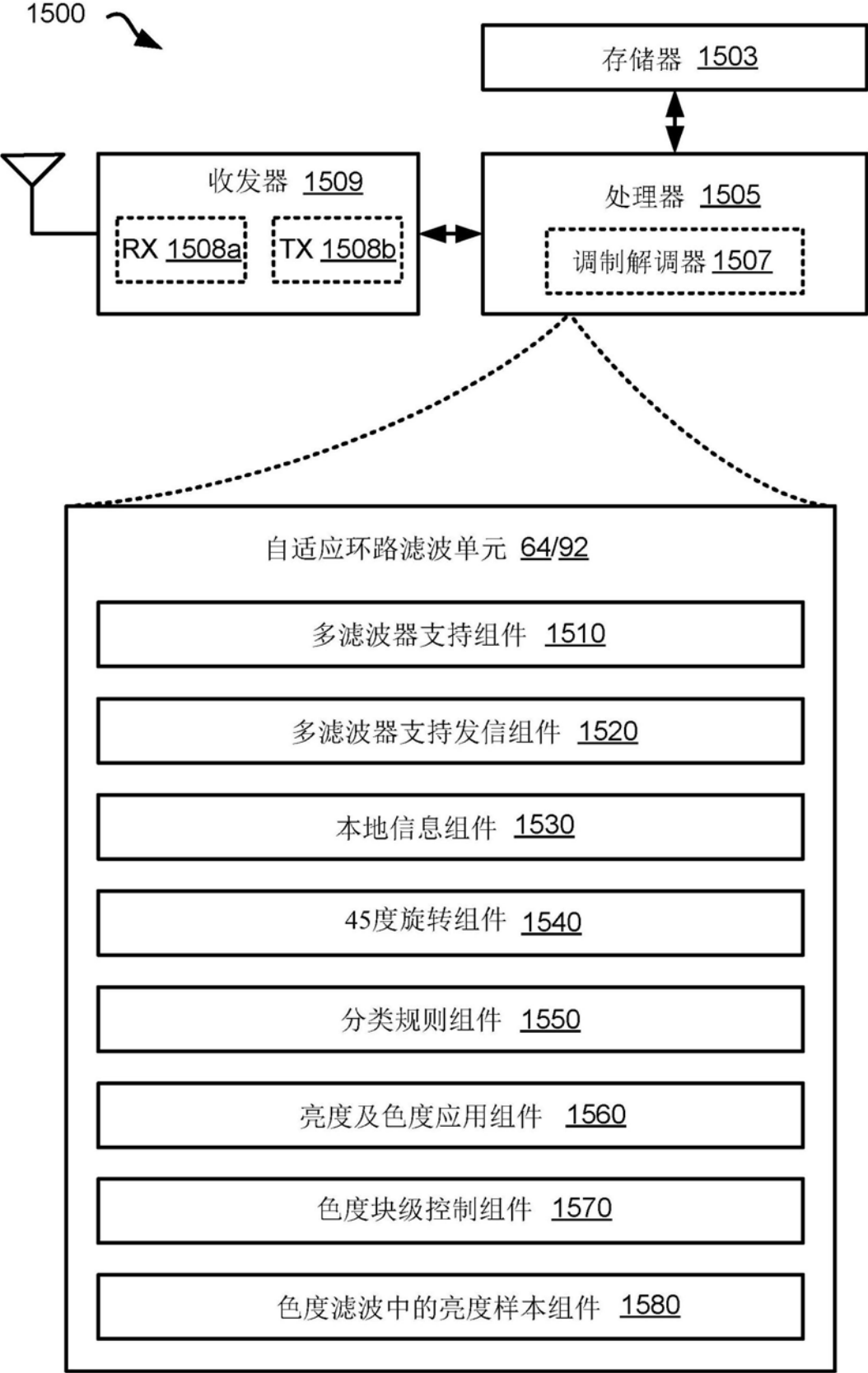


图15

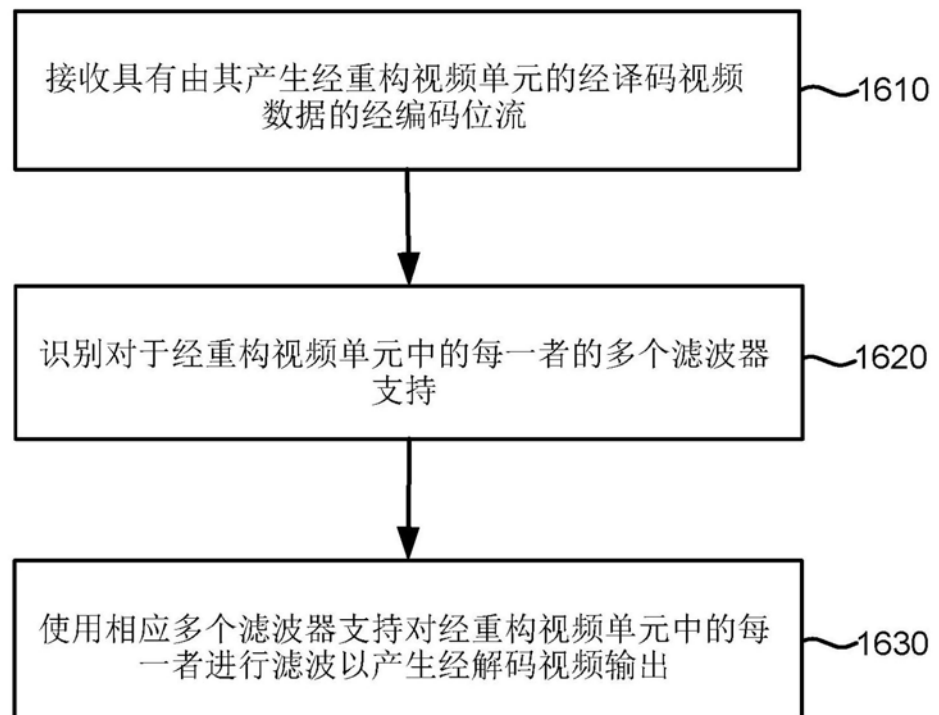
1600 

图16

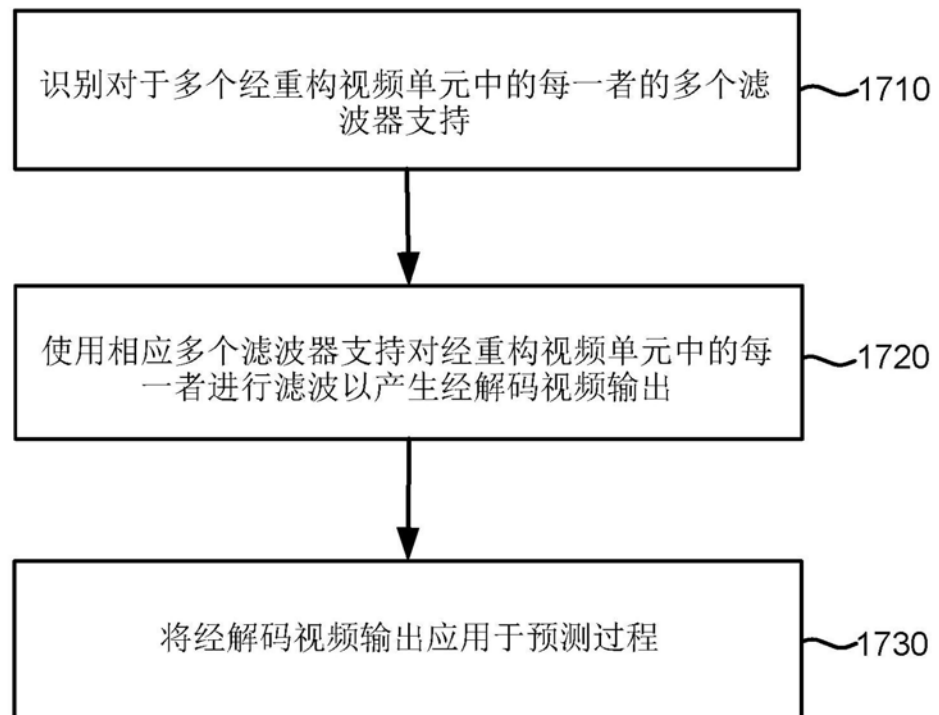
1700 

图17

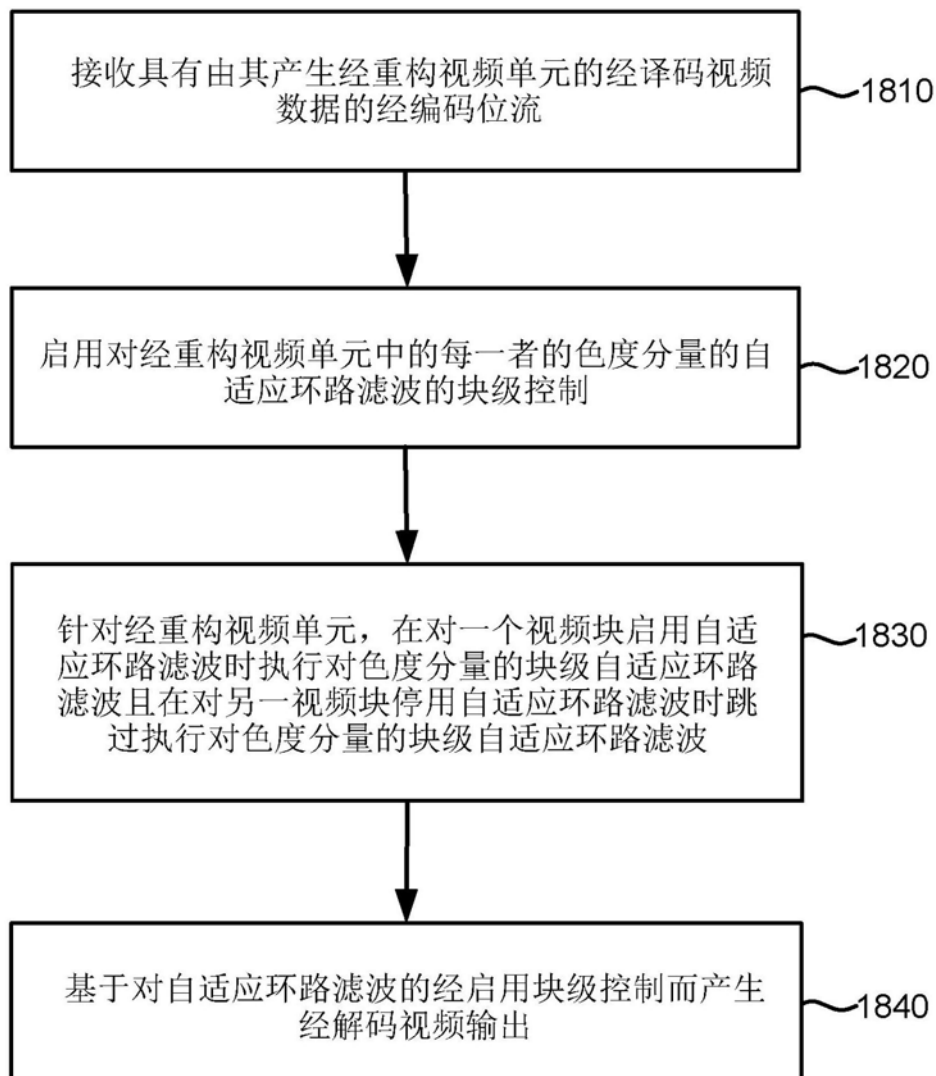
1800 

图18

1900 ↘

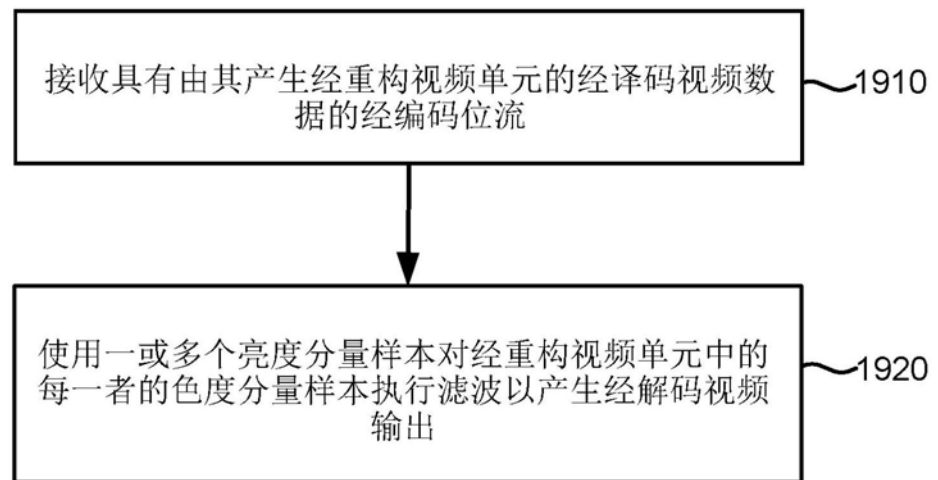


图19

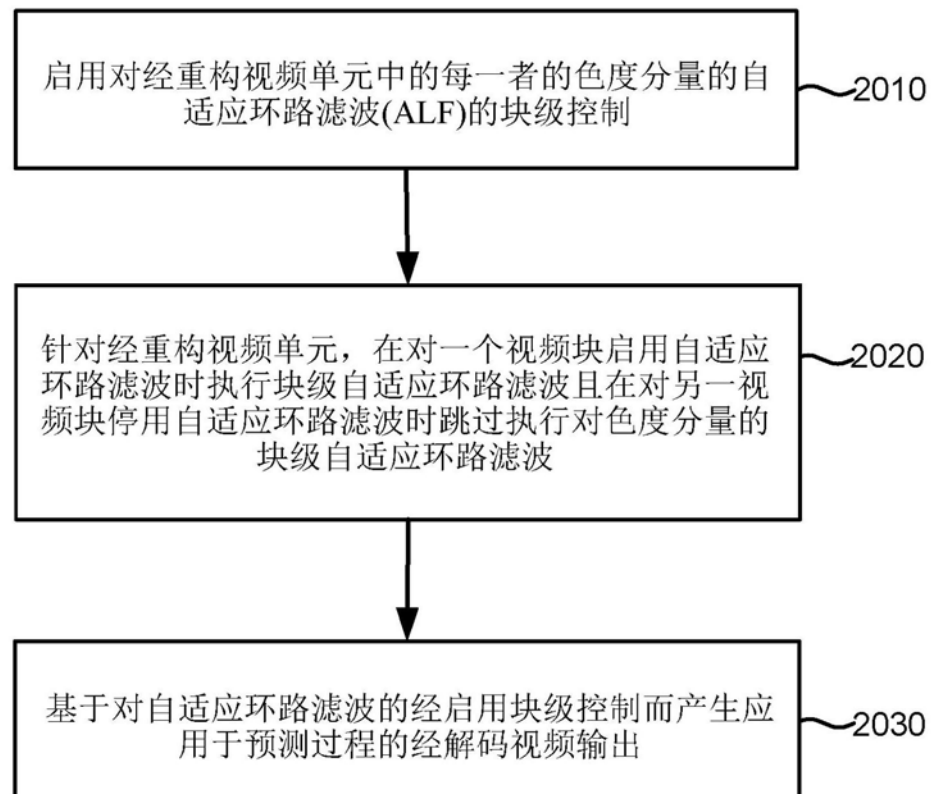
2000 

图20

2100 ↘

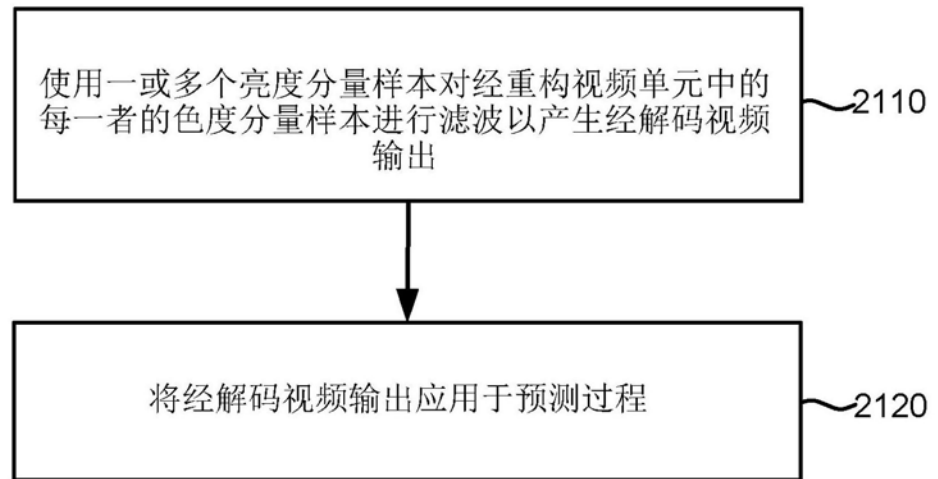


图21