



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103748877 B

(45)授权公告日 2017.05.10

(21)申请号 201280039395.5

(22)申请日 2012.07.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103748877 A

(43)申请公布日 2014.04.23

(30)优先权数据
61/524,686 2011.08.17 US
61/556,526 2011.11.07 US
61/564,696 2011.11.29 US
61/583,830 2012.01.06 US
61/613,743 2012.03.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2012/079165 2012.07.26

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/023518 EN 2013.02.21

(73)专利权人 联发科技(新加坡)私人有限公司
地址 新加坡市启汇城大道一号索拉斯大厦
三楼之一

(72)发明人 刘杉 张习民 雷少民

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111
代理人 张金芝 杨颖

(51)Int.Cl.
H04N 19/132(2014.01)
H04N 19/176(2014.01)
H04N 19/147(2014.01)
H04N 19/11(2014.01)

(56)对比文件
US 2006176962 A1,2006.08.10,
CN 101826127 A,2010.09.08,
Jeongyeon Lim 等.Description of video
coding technology proposal by SK telecom,
Sejong Univ. and Sungkyunkwan Univ..
《Joint Collaborative Team on Video Coding
(JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC
JTC1/SC29/WG11》.2010,

审查员 张媛

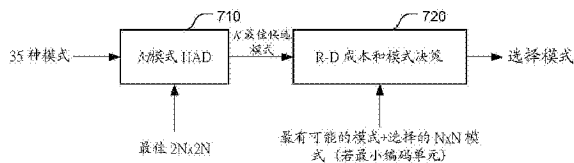
权利要求书4页 说明书17页 附图5页

(54)发明名称

帧内预测方法和装置

(57)摘要

本发明提供一种帧内预测方法和装置。根据本发明的实施方式,将方形区块和非方形区块用于帧内预测。对于2Nx2N像素的亮度编码单元,该编码单元被分割为2NxN、Nx2N、2Nx2N或NxN像素的预测单元。2NxN和Nx2N像素的预测单元可以仅通过方形变换而进一步处理,或通过非方形变换和方形变换而进一步处理。



1. 一种帧内预测方法,其特征在于,包括
接收 $2N \times 2N$ 像素的亮度区块,该亮度区块对应于该区块的亮度像素;以及
如果该亮度区块的尺寸大于最小编码单元,从方形 $2N \times 2N$ 、非方形 $2N \times N$ 或非方形 $N \times 2N$ 中确定该亮度区块的预测类型;
如果该亮度区块的尺寸等于该最小编码单元,从方形 $2N \times 2N$ 、非方形 $2N \times N$ 、非方形 $N \times 2N$ 或方形 $N \times N$ 中确定该亮度区块的该预测类型;
基于相邻亮度像素,执行该亮度区块的帧内预测;其中,根据该预测类型,该亮度区块被分割为一个或多个预测单元。
2. 根据权利要求1所述的帧内预测方法,其特征在于,
仅使用方形变换处理非方形预测单元,或使用非方形变换和方形变换处理非方形预测单元;以及基于残差树分割,将每一个变换单元进一步分割为更小的变换单元。
3. 根据权利要求2所述的帧内预测方法,其特征在于,
对于帧内和帧间片段中的亮度区块,使用码字表来指示与该一个或多个预测单元相关的分割模式;其中,该码字表包括该 $2N \times N$ 和该 $N \times 2N$ 像素的预测单元的条目。
4. 根据权利要求1所述的帧内预测方法,其特征在于,
仅使用方形变换处理 $2N \times N$ 像素的预测单元或 $N \times 2N$ 像素的预测单元;或
使用非方形变换和方形变换处理该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元。
5. 根据权利要求4所述的帧内预测方法,其特征在于,
当该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $N \times N$ 像素的变换单元时,若该 $N \times N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $N \times N$ 像素的变换单元中的每一个被进一步分割为更小的 $M \times M$ 像素的变换单元;以及
该更小的 $M \times M$ 像素的变换单元与该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $M \times M$ 像素的变换单元分别使用与该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。
6. 根据权利要求5所述的帧内预测方法,其特征在于,该最小尺寸对应于 4×4 像素。
7. 根据权利要求4所述的帧内预测方法,其特征在于,
该 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元,以及若该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元;以及
该更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元与该 $2N \times N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元使用与该 $2N \times N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。
8. 根据权利要求7所述的帧内预测方法,其特征在于,该最小尺寸对应于 8×2 像素。
9. 根据权利要求4所述的帧内预测方法,其特征在于,
该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元,以及若该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元;以及
该更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元与该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元使用与该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。
10. 根据权利要求9所述的帧内预测方法,其特征在于,该最小尺寸对应于 2×8 像素。

11. 根据权利要求4所述的帧内预测方法,其特征在于,

若 $2N_x2N_y$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则该 $2N_xN_y$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N_x0.5N_y$ 像素的变换单元;若该 $2N_x0.5N_y$ 像素的变换单元大于 16×4 像素,则基于残差树分割,该 $2N_x0.5N_y$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $2M_x0.5M_y$ 像素的变换单元;以及

若该 $2N_x2N_y$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则该 $2N_xN_y$ 像素的预测单元被处理为两个 4×4 像素的变换单元。

12. 根据权利要求4所述的帧内预测方法,其特征在于,

若 $2N_x2N_y$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则该 N_x2N_y 像素的预测单元被处理为两个 $0.5N_x2N_y$ 像素的变换单元;若该 $0.5N_x2N_y$ 像素的变换单元大于 4×16 像素,则基于残差树分割,该 $0.5N_x2N_y$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $0.5M_x2M_y$ 像素的变换单元;以及

若该 $2N_x2N_y$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则该 N_x2N_y 像素的预测单元被处理为两个 4×4 像素的变换单元。

13. 根据权利要求1所述的帧内预测方法,其特征在于,

在 $2N_xN_y$ 和 N_x2N_y 像素的预测单元的帧内预测模式中,移除最有可能的模式,并对剩下的非最有可能的模式使用缩减的二进制码编码。

14. 根据权利要求1所述的帧内预测方法,其特征在于,进一步包括:

接收色度区块,该色度区块对应于该区块的色度像素;以及

执行该色度区块的帧内预测,其中该色度区块被分割为一个或多个色度预测单元,该一个或多个色度预测单元仅为方形。

15. 根据权利要求14所述的帧内预测方法,其特征在于,

该色度区块对应于 $2N_x2N_y$ 像素的编码单元,并且使用 N_xN_y 像素的区块尺寸来帧内预测该色度区块;其中,取得色度帧内预测模式的候选集以用于色度区块。

16. 根据权利要求14所述的帧内预测方法,其特征在于,

色度帧内预测模式的有序模式集由{亮度模式、直接模式0、直接模式1、平面模式、垂直模式、水平模式、直流模式和垂直方向V+8模式}组成,色度帧内预测模式的该有序模式集用于取得色度帧内预测模式的候选集;其中,该直接模式0和该直接模式1分别对应于与 $2N_x2N_y$ 像素的亮度编码单元的两个非方形预测单元有关的两个直接模式,以及

该有序模式集的最先六个不同模式被选择为该色度帧内预测的候选集的候选模式。

17. 根据权利要求1所述的帧内预测方法,其特征在于,

当来自相邻的编码单元或预测单元的预测模式不被该区块的预测单元允许时,将不被该区块的预测单元允许的预测模式映射至该区块的预测单元的允许模式。

18. 一种帧内预测装置,其特征在于,包括:

接收 $2N_x2N_y$ 像素的亮度区块的装置,该亮度区块对应于该区块的亮度像素;

如果该亮度区块的尺寸大于最小编码单元,从方形 $2N_x2N_y$ 、非方形 $2N_xN_y$ 或非方形 N_x2N_y 中确定该亮度区块的预测类型的装置;

如果该亮度区块的尺寸等于该最小编码单元,从方形 $2N_x2N_y$ 、非方形 $2N_xN_y$ 、非方形 N_x2N_y 或方形 N_xN_y 中确定该亮度区块的该预测类型的装置;

基于相邻亮度像素,执行该亮度区块的帧内预测的装置;其中,根据该预测类型,该亮度区块被分割为一个或多个预测单元。

19. 根据权利要求18所述的帧内预测装置,其特征在于,

仅使用方形变换处理非方形预测单元,或使用非方形变换和方形变换处理非方形预测单元;以及基于残差树分割,将每一个变换单元进一步分割为更小的变换单元。

20. 根据权利要求19所述的帧内预测装置,其特征在于,

对于帧内和帧间片段中的亮度区块,使用码字表来指示与该一个或多个预测单元相关的分割模式;其中,该码字表包括该 $2N \times N$ 和该 $N \times 2N$ 像素的预测单元的条目。

21. 根据权利要求18所述的帧内预测装置,其特征在于,

仅使用方形变换处理 $2N \times N$ 像素的预测单元或 $N \times 2N$ 像素的预测单元;或使用非方形变换和方形变换处理该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元。

22. 根据权利要求21所述的帧内预测装置,其特征在于,

当该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $N \times N$ 像素的变换单元时,若该 $N \times N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $N \times N$ 像素的变换单元中的每一个被进一步分割为更小的 $M \times M$ 像素的变换单元;以及

该更小的 $M \times M$ 像素的变换单元与该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $M \times M$ 像素的变换单元分别使用与该 $2N \times N$ 像素的预测单元或该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。

23. 根据权利要求21所述的帧内预测装置,其特征在于,

该 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元,以及若该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元;以及

该更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元与该 $2N \times N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元使用与该 $2N \times N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。

24. 根据权利要求21所述的帧内预测装置,其特征在于,

该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元,以及若该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于残差树分割,该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元;以及

该更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元与该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且该更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元使用与该 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。

25. 根据权利要求21所述的帧内预测装置,其特征在于,

若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则该 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元;若该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元大于 16×4 像素,则基于残差树分割,该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元;以及

若该 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则该 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 4×4 像素的变换单元。

26. 根据权利要求21所述的帧内预测装置,其特征在于,

若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元;若该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元大于 4×16 像素,则基于残差树分割,该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元;以及

若该 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则该 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为

两个4x4像素的变换单元。

27. 根据权利要求18所述的帧内预测装置,其特征在于,

在 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ 像素的预测单元的帧内预测模式中,移除最有可能的模式,并对剩下的非最有可能的模式使用缩减的二进制码编码的装置。

28. 根据权利要求18所述的帧内预测装置,其特征在于,进一步包括:

接收色度区块的装置,该色度区块对应于该区块的色度像素;以及

执行该色度区块的帧内预测的装置,其中该色度区块被分割为一个或多个色度预测单元,该一个或多个色度预测单元仅为方形。

29. 根据权利要求28所述的帧内预测装置,其特征在于,

该色度区块对应于 $2N \times 2N$ 像素的编码单元,并且使用 $N \times N$ 像素的区块尺寸来帧内预测该色度区块;其中,取得色度帧内预测模式的候选集以用于色度区块。

30. 根据权利要求28所述的帧内预测装置,其特征在于,

色度帧内预测模式的有序模式集由 {亮度模式、直接模式0、直接模式1、平面模式、垂直模式、水平模式、直流模式和垂直方向V+8模式} 组成,色度帧内预测模式的该有序模式集用于取得色度帧内预测模式的候选集;其中,该直接模式0和该直接模式1分别对应于与 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元的两个非方形预测单元有关的两个直接模式,以及

该有序模式集的最先六个不同模式被选择为该色度帧内预测的候选集的候选模式。

31. 根据权利要求18所述的帧内预测装置,其特征在于,

当来自相邻的编码单元或预测单元的预测模式不被该区块的预测单元允许时,将不被该区块的预测单元允许的预测模式映射至该区块的预测单元的允许模式。

帧内预测方法和装置

[0001] 交叉引用

[0002] 本发明主张在2011年8月17日提出的申请号为61/524,686、标题为“Method and apparatus of Intra prediction and mode coding for video compression”的美国临时专利申请的优先权；主张在2011年11月4日提出的申请号为61/556,526、标题为“Method and apparatus of rectangular Intra prediction for video compression”的美国临时专利申请的优先权；主张在2011年11月29日提出的申请号为61/564,696、标题为“Method for signaling multiple prediction units in an Intra coding unit in HEVC”的美国临时专利申请的优先权；主张在2012年1月6日提出的申请号为61/583,830、标题为“System and methods of coding non-square Intra prediction unit for video compression”的美国临时专利申请的优先权；以及主张在2012年3月21日提出的申请号为61/613,743、标题为“Method and apparatus of rectangular Intra prediction in HEVC”的美国临时专利申请的优先权。因此在全文中合并参考这些美国临时专利申请案。

技术领域

[0003] 本发明有关于视频编码,特别是有关于使用非方形分割预测单元和编码单元的帧内编码技术。

背景技术

[0004] 运动补偿帧间编码已经在各种编码标准(例如,MPEG-1/2/4标准和H.261标准/H.263标准/H.264标准/AVC标准)中广泛采用。运动补偿帧间编码可以有效地降低压缩视频的比特率(bitrate),而帧内模式编码仍然需要处理初始图片(initial picture)或周期性地插入I-图片(Intra-coded picture,I-picture),并且I-图片被周期性地插入以允许快速存取压缩视频数据或减轻误差传播。帧内预测可以利用图片(picture)内或图片区域(picture region)内的空间(spatial)相关性。为进一步提高编码效率,已开发的高效率视频编码(High-Efficiency Video Coding,HEVC)标准广泛利用基于区块(block)的空间预测。在高效视频编码中,多种帧内预测模式利用空间特征(spatial features)。

[0005] 在AVC标准中,利用帧内预测(Intra prediction)编码的预测单元(或区块)的尺寸为4x4、8x8或16x16像素。如表1和表2所示,4x4和8x8像素的亮度区块(Luma blocks)分别有九种帧内预测模式。如表3所示,16x16像素的亮度区块有四种帧内预测模式,以及如表4所示,色度区块(Chroma blocks)有四种帧内预测模式。请参考图1,图1为H.264/AVC标准使用的帧内预测模式方向的示意图。其中,AVC帧内预测方向如图1所示。

Intra4x4PredMode [luma4x4BlkIdx]	Intra4x4PredMode[luma4x4BlkIdx]的名称
0	Intra_4x4_Vertical (预测模式)
1	Intra_4x4_Horizontal (预测模式)
2	Intra_4x4_DC (预测模式)
3	Intra_4x4_Diagonal_Down_Left (预测模式)
4	Intra_4x4_Diagonal_Down_Right (预测模式)
5	Intra_4x4_Vertical_Right (预测模式)
6	Intra_4x4_Horizontal_Down (预测模式)
7	Intra_4x4_Vertical_Left (预测模式)
8	Intra_4x4_Horizontal_Up (预测模式)

[0007] 表1

Intra8x8PredMode [luma8x8BlkIdx]	Intra8x8PredMode[luma8x8BlkIdx]的名称
0	Intra_8x8_Vertical (预测模式)
1	Intra_8x8_Horizontal (预测模式)
2	Intra_8x8_DC (预测模式)
3	Intra_8x8_Diagonal_Down_Left (预测模式)
4	Intra_8x8_Diagonal_Down_Right (预测模式)
5	Intra_8x8_Vertical_Right (预测模式)
6	Intra_8x8_Horizontal_Down (预测模式)
7	Intra_8x8_Vertical_Left (预测模式)
8	Intra_8x8_Horizontal_Up (预测模式)

[0009] 表2

[0010]

Intra16x16PredMode	Intra16x16PredMode的名称
0	Intra_16x16_Vertical (预测模式)
1	Intra_16x16_Horizontal (预测模式)
2	Intra_16x16_DC (预测模式)
3	Intra_16x16_Plane (预测模式)

[0011] 表3

[0012]

intra_Chroma_pred_mode	Intra Chroma Prediction Mode的名称
0	Intra_Chroma_DC (预测模式)
1	Intra_Chroma_Horizontal (预测模式)
2	Intra_Chroma_Vertical (预测模式)

3	Intra_Chroma_Plane (预测模式)
---	---------------------------

[0013] 表4

[0014] 请参考图2A~图2B,图2A~图2B分别为在高效率视频编码中的帧内预测模式和帧间预测模式中的2Nx2N像素的编码单元的分割类型的示意图。在HEVC标准中,每一个图片被分为方形的编码单元(coding unit, CU)集(set)。每一个编码单元可以进一步分为多个预测单元(prediction unit, PU)。在HEVC委员会草案(Committee Draft, CD)和测试模式版本6.0(HM-6.0)中,如图2A所示,对于帧内编码帧(Intra coded frame)或帧内编码片(Intra coded slice),2Nx2N像素的编码单元可包括分割尺寸为2Nx2N和NxN像素的预测单元。如图2B所示,对于帧间编码帧或帧间编码片,2Nx2N像素的编码单元可包括分割尺寸为2Nx2N、Nx2N、2NxN和NxN像素的预测单元。请注意, NxN像素的预测类型仅存在于帧内预测和帧间预测的最小编码单元(smallest coding units, SCU)中。

[0015] 在HM-6.0标准中,预测模式和分割模式以及二进制化(binanzation)如表5所定义,其中PredMode是指(帧内或帧间)预测模式,part_mode是指分割模式,标志cLog2CUSize与当前的编码单元尺寸相关,标志Log2MinCUSize与最小编码单元尺寸相关,以及inter_4x4_enabled_flag是指示帧间4x4模式是否使能的标志。

[0016]

PredMode	part_mode 的值	分割模式 PartMode	二进制串	
			cLog2CUSize	cLog2CUSize == Log2MinCUSize

[0017]

			> Log2MinCUSize	cLog2CUSize = =3&&!inter_4x 4_enabled_flag	cLog2CUSize > 3 inter_4x4_enabled_f lag
MODE_INT RA	0	PART_2Nx2N	-	1	1
	1	PART_NxN	-	0	0
MODE_INTE R	0	PART_2Nx2N	1	1	1
	1	PART_2NxN	011	01	01
	2	PART_Nx2N	001	00	001
	3	PART_NxN	-	-	000
	4	PART_2NxN _U	0100	-	-
	5	PART_2NxN _D	0101	-	-
	6	PART_nLx2N	0000	-	-
	7	PART_nRx2N	0001	-	-

[0018] 表5

[0019] 在HM-6.0公用测试条件中,亮度编码单元的尺寸为64x64、32x32、16x16和8x8像素。最小的编码单元可进一步分为四个预测单元(prediction unit, PU),举例来说,若最小的编码单元的尺寸为8x8像素,预测单元可以分为四个4x4像素的方形预测单元。因此,亮度帧内预测单元的尺寸为64x64、32x32、16x16、8x8和4x4像素。请参考图3A,图3A为高效率视频编码使用的标明模式索引的帧内预测模式方向的示意图。其中每个方向通过模式索引指示。在HM-6.0标准中,35种帧内预测模式(如图3A所示)可以用于所有的亮度预测单元的尺

寸,以及六种模式可用于帧内色度预测(Intra Chroma predictions)。需要通过包括非方形的预测模式和探索相关的非方形变换而改善帧内预测的编码效率。

发明内容

[0020] 本发明提出一种帧内预测方法和装置。根据本发明的一个实施方式,基于区块周围相邻像素的区块帧内预测方法和装置包括:接收亮度区块,该亮度区块对应于区块的亮度像素;以及基于相邻亮度像素,执行亮度区块的帧内预测;其中,亮度区块被分割为一个或多个预测单元,该一个或多个预测单元的形状来自方形和非方形组成的集合。对于 $2N_x \times 2N_y$ 像素的亮度编码单元,该编码单元被分割为 $2N_x \times N_x$ 、 $N_x \times 2N_y$ 或 $N_x \times N_x$ 像素的预测单元。进一步,对于帧内和帧间片段中的亮度区块,使用码字表来指示与预测单元相关的分割模式;其中,码字表包括 $2N_x \times N_x$ 和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元的条目。 $2N_x \times N_x$ 和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元可以仅通过方形变换而进一步处理,或通过非方形变换和方形变换而进一步处理。

[0021] 当仅通过方形变换处理 $2N_x \times N_x$ 和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元,或通过非方形变换和方形变换处理 $2N_x \times N_x$ 和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元时,根据本发明的实施方式揭示三个实施方式。在第一个实施方式中, $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元或 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元被处理为两个 $N_x \times N_x$ 像素的变换单元;并且若 $N_x \times N_x$ 像素的变换单元大于最小尺寸,则基于基于残差树分割,每一个 $N_x \times N_x$ 像素的变换单元被进一步分割为更小的 $M \times M$ (其中, $M < N$)像素的变换单元。更小的 $M \times M$ 像素的变换单元与 $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元或 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元相关,并且更小的 $M \times M$ 像素的变换单元分别使用与 $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元或 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。在此情况下,最小尺寸对应于 4×4 像素。在第二个实施方式中, $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N_x \times 0.5N_x$ 像素的变换单元和两个 $0.5N_x \times 2N_y$ 像素的变换单元。若 $2N_x \times 0.5N_x$ 像素的变换单元和 $0.5N_x \times 2N_y$ 像素的变换单元大于各自的最小尺寸,则基于基于残差树分割, $2N_x \times 0.5N_x$ 像素的变换单元和 $0.5N_x \times 2N_y$ 像素的变换单元被进一步分别分割为更小的 $2M_x \times 0.5M_x$ 像素的变换单元和更小的 $0.5M_x \times 2M_y$ 像素的变换单元。在第三个实施方式中,若 $2N_x \times 2N_y$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则 $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元被分别处理为两个 $2N_x \times 0.5N_x$ 像素的变换单元和两个 $0.5N_x \times 2N_y$ 像素的变换单元;以及若 $2N_x \times 2N_y$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则 $2N_x \times N_x$ 像素的预测单元和 $N_x \times 2N_y$ 像素的预测单元分别被处理为两个 4×4 像素的变换单元。

[0022] 根据本发明的另一实施方式,帧内预测方法进一步包括:接收色度区块,该色度区块对应于区块的色度像素;以及执行色度区块的帧内预测,其中色度区块被分割为一个或多个色度预测单元,该一个或多个色度预测单元仅为方形。色度区块对应于 $2N_x \times 2N_y$ 像素的编码单元,并且使用 $N_x \times N_x$ 像素的区块尺寸来帧内预测色度区块;其中,取得色度帧内预测模式的候选集以用于色度区块。色度帧内预测模式的有序模式集由{亮度模式、直接模式0、直接模式1、平面模式、垂直模式、水平模式、直流模式和垂直方向V+8模式}组成,色度帧内预测模式的有序模式集用于取得色度帧内预测模式的候选集;其中,直接模式0和直接模式1分别对应于与 $2N_x \times 2N_y$ 像素的亮度编码单元的两个非方形预测单元有关的两个直接模式;以及有序模式集的最先六个不同模式被选择为色度帧内预测的候选集的候选模式。

附图说明

- [0023] 图1为H.264/AVC标准使用的帧内预测模式方向的示意图。
- [0024] 图2A~图2B分别为在高效率视频编码中的帧内预测模式和帧间预测模式中的 $2N \times 2N$ 像素的编码单元的分割类型的示意图。
- [0025] 图3A为高效率视频编码使用的标明模式索引的帧内预测模式方向的示意图。
- [0026] 图3B为高效率视频编码使用的标明物理方向的帧内预测模式方向的示意图。
- [0027] 图4A为根据本发明实施方式的对 $2N \times N$ 像素的矩形帧内预测单元应用方形变换的示意图。
- [0028] 图4B为根据本发明实施方式的对 $2N \times N$ 像素的矩形帧内预测单元应用非方形变换的示意图。
- [0029] 图5A为根据本发明实施方式的对 $N \times 2N$ 像素的矩形帧内预测单元应用方形变换的示意图。
- [0030] 图5B为根据本发明实施方式的对 $N \times 2N$ 像素的矩形帧内预测单元应用非方形变换的示意图。
- [0031] 图6为根据本发明实施方式的帧内预测模式决策(decision)过程的示意图。
- [0032] 图7为根据本发明实施方式的具有提出的非方形帧内预测和分割的方案快速编码模式决策的示意图。

具体实施方式

[0033] 为改善编码效率,本发明的实施方式利用新的帧内预测分割结构、新的语法(syntax)和新的帧内预测模式编码方法。根据本发明的实施方式,接收亮度区块,亮度区块对应于区块的亮度像素;以及基于相邻亮度像素,执行亮度区块的帧内预测。其中,该亮度区块被分割为一个或多个预测单元,该一个或多个预测单元的形状来自方形和非方形组成的集合;其中,仅使用方形变换处理非方形预测单元,或使用非方形变换和方形变换处理非方形预测单元;以及基于残差树分割,将每一个变换单元进一步分割为更小的变换单元。亮度区块对应于 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元。编码单元的预测单元尺寸是 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 、 $2N \times 2N$ 或 $N \times N$ 像素。进一步,接收色度区块,色度区块对应于区块的色度像素,以及执行色度区块的帧内预测,其中色度区块被分割为一个或多个色度预测单元,具体来说,根据本发明实施方式的帧内预测的编码单元分割包括 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ (其中, $N \geq 4$)像素的分割尺寸。因此,当编码单元的预测模式为帧内预测模式时,若编码单元大于最小编码单元,则 $2N \times 2N$ 像素的编码单元的预测区块的尺寸是 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素。否则,若该编码单元为最小编码单元,则该编码单元的预测区块的尺寸是 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 或 $N \times N$ 。

[0034] 在表6中说明根据本发明实施方式的分割模式和二进制化。即,使用表6所示的码字表来指示预测单元的分割模式。其中,表6所示的码字表包括 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ 像素的预测单元的条目(entries)。与帧间预测模式MODE_INTER相关的分割模式的码与表5中的码保持相同。如表6所示的帧内预测模式MODE_INTRA的分割模式的码分配(code assignment)为实现本发明实施方式的举例。用于解释说明的特定码分配不应限制本发明。本领域技术人员可以使用其他码分配来实现本发明。

[0035]

PredMode	part_mode 的值	PartMode	Bin string		
			cLog2CUSize > Log2MinCUSize	cLog2CUSize == Log2MinCUSize cLog2CUSize = 3 && !inter_4x4_enabled_flag	cLog2CUSize > 3 inter_4x4_enabled_flag
MODE_INTRA	0	PART_2Nx2N	1	1	1
	1	PART_NxN	-	01	01
	2	PART_2NxN	01	001	001
	3	PART_Nx2N	00	000	000
MODE_INTER	0	PART_2Nx2N	1	1	1
	1	PART_2NxN	011	01	01
	2	PART_Nx2N	001	00	001
	3	PART_NxN	-	-	000
	4	PART_2NxnU	0100	-	-
	5	PART_2NxnD	0101	-	-
	6	PART_nLx2N	0000	-	-
	7	PART_nRx2N	0001	-	-

[0036] 表6

[0037] 根据本发明的实施方式,使用提出的2NxN和Nx2N像素的帧内分割类型的新的帧内预测模式(或模式集)。在一个实施方式中,分割尺寸为8x4、4x8、16x8、8x16、32x16和16x32像素的分割模式和方向如表7和表8所示,以及方向的命名如图3B所示。图3B为高效率视频编码使用的标明物理方向的帧内预测模式方向的示意图,其中每个方向通过分别在垂直(horizontal,H)或水平方向(vertical,V)上的标记(reference)来指示。表7列出了2NxN像素的帧内预测单元的帧内预测模式,其中4<=N<=16。表8列出了Nx2N像素的帧内预测单元的帧内预测模式,其中4<=N<=16。对于其他2NxN和Nx2N像素的分割尺寸,使用在HEVC测试模式中用于64x64像素的四种帧内预测模式,即平面(Planar)模式、直流(DC)模式、垂直(Vertical)模式和水平(Horizontal)模式。

[0038]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	Planar	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	H-4	H+4
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
物理方向	H+8	V-6	V-2	V+2	V+6	H-6	H-2	H+2	H+6	V-7
模式索引	20	21	22	23	24	25				
物理方向	V-5	V-3	V-1	V+1	V+3	V+5				

[0039] 表7

[0040]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	Planar	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	H-4	H+4
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
物理方向	H+8	V-6	V-2	V+2	V+6	H-6	H-2	H+2	H+6	H-7
模式索引	20	21	22	23	24	25				
物理方向	H-5	H-3	H-1	H+1	H+3	H+5				

[0041] 表8

[0042] 在另一实施方式中,4x2和2x4像素的帧内预测单元的分割模式和方向如表9和表10所示,其中方向的命名如图3B所示。如表9和表10所示,共10种预测模式用于每一个4x2像素的帧内预测单元和2x4像素的帧内预测单元。相应地,在两种最有可能的模式(most probable modes,MPMs)从该10种模式中移除后,剩下的8种模式仅需要3比特来表示,即3个比特用于信号的每个模式。

[0043]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	Planar	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	V-2	V+2

[0044] 表9

[0045]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	Planar	V	H	DC	V-8	H-4	H+4	H+8	H-2	H+2

[0046] 表10

[0047] 在本发明的另一实施方式中,使用更多的预测模式,其数目比现有的HEVC系统的模式的数目更多。根据本发明实施方式,当允许基于当前帧内预测单元的相邻的编码单元或预测单元的更多预测模式时,需要映射表来将那些“超范围(out of range)”的模式映射至当前编码单元或预测单元的允许模式。举例来说,若相邻区块为16x16像素的帧内编码单元或预测单元,则有35种与这些相邻区块相关的允许的预测模式。若当前帧内预测单元为16x8像素的区块,则根据本发明的实施方式仅允许27种模式。换句话说,来自相邻区块的8种模式不被当前预测单元允许。因此,这8种模式需要映射至当前预测单元允许的模式。用于当前HEVC2Nx2N像素的帧内预测(其中 $4 \leq N \leq 16$)的35种模式绘示于表11中。

[0048]

模式索引 物理方向	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Planar	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	H-4
模式索引 物理方向	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	H+4	H+8	V-6	V-2	V+2	V+6	H-6	H-2	H+2
模式索引 物理方向	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	H+6	V-7	V-5	V-3	V-1	V+1	V+3	V+5	V+7
模式索引 物理方向	27	28	29	30	31	32	33	34	
	H-7	H-5	H-3	H-1	H+1	H+3	H+5	H+7	

[0049] 表11

[0050] 在一个实施方式中,9x1的映射表MAPPING_2NxN [9] (如方程(1)所示)用于将表11所示的模式索引26~模式索引34映射至表7所示的2NxN像素的帧内预测单元允许的帧内预测模式的模式索引。方程(1)中的映射表为将9种“超范围”模式索引(即,模式索引26~模式索引34)分别映射至模式索引{14,15,8,16,2,2,17,9,18}的缩写表示。举例来说,表11所示的模式索引(mode index)26(即,物理方向V+7)被映射至表7所示的模式索引14(即,物理方向V+6),以及表11所示的模式索引34被映射至表7所示的模式索引18(即,物理方向H+6)。

[0051] $MAPPING_2NxN [9] = \{14, 15, 8, 16, 2, 2, 17, 9, 18\}$ (1)

[0052] 在另一个实施方式中,16x1映射表MAPPING_Nx2N [16] (如方程(2)所示)用于将表11的16种“超范围”模式索引(即,模式索引19~模式索引34)映射至表8所示的Nx2N像素的帧内预测单元允许的帧内预测模式的模式索引。

[0053] $MAPPING_Nx2N [16] = \{11, 5, 12, 1, 1, 13, 6, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 10\}$ (2)

[0054] 在又一个实施方式中,35x1映射表MAPPING_4x2 [35] (如方程(3)所示)用于将表11所示的所有的35种模式索引映射至表9所示的10种模式索引。

[0055] $MAPPING_4x2 [35] = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 2, 2, 2, 5, 8, 9, 6, 4, 2, 2, 2, 4, 5, 8, 1, 1, 9, 6, 7, 4, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2\}$ (3)

[0056] 在进一步的实施方式中,35x1映射表MAPPING_2x4 [35] (如方程(4)所示)用于将表11所示的所有的35种模式索引映射至表10所示的10种模式索引。

[0057] $MAPPING_4x2 [35] = \{0, 1, 2, 3, 4, 1, 1, 1, 5, 6, 7, 4, 1, 1, 1, 4, 8, 9, 7, 4, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 4, 5, 8, 2, 2, 9, 6, 7\}$ (4)

[0058] 本发明的一方面专注于帧内预测模式的编码方法,其中帧内预测模式与2NxN和Nx2N像素的帧内分割类型(即,预测单元)相关。更具体地说,根据本发明实施方式的用于帧内预测模式的方法使用缩减(truncated)的二进制编码方法来编码2NxN和Nx2N像素的帧内分割类型(即,预测单元)的帧内预测模式。举例来说,缩减的二进制编码可以分别应用于如表7和表8所示的2NxN和Nx2N像素的帧内预测单元的26种可能的模式。当前帧内预测单元的

预测模式可以与该当前帧内预测单元顶部及/或左侧的相邻区块对应的预测模式相同。顶部和左侧的相邻区块对应的预测模式可以被当作最有可能的模式。若顶部或左侧的相邻区块不存在(或它们的帧内预测模式不存在),则直流(DC)模式及/或平面(Planar)模式将被认为是最有可能的模式。两种最有可能的模式所发的信号不同,这样可以分别确定这两种模式中的每一个。确定两种最有可能的模式之后,将24种剩余的非最有可能的模式(non-MPM)重新编号模式索引。相应地,码字仅需要分配给24种剩余的非最有可能的模式(non-MPM)。如表12所示,根据本发明的实施方式使用缩减的二进制编码,代替通过使用固定的二进制(即,标准二进制)编码分配5比特来表示每一个模式。在本发明的第一实施方式中(缩减的二进制-1),最先的8种模式使用4比特编码,以及剩下的模式使用5比特编码。在本发明的第二实施方式中(缩减的二进制-2),最先的12种模式使用4比特编码,接下来的4种模式使用5比特编码,以及剩下的模式使用6比特编码。

[0059]

模式索引 (确定MPM之后)	标准二进制	缩减的二进制 -1	缩减的二进制 -2
0	00000	0000	0000
1	00001	0001	0001
2	00010	0010	0010
3	00011	0011	0011
4	00100	0100	0100
5	00101	0101	0101
6	00110	0110	0110
7	00111	0111	0111
8	01000	10000	1000
9	01001	10001	1001
10	01010	10010	1010
11	01011	10011	1011
12	01100	10100	11000
13	01101	10101	11001
14	01110	10110	11010
15	01111	10111	11011
16	10000	11000	111000
17	10001	11001	111001
18	10010	11010	111010
19	10011	11011	111011
20	10100	11100	111100
21	10101	11101	111101
22	10110	11110	111110
23	10111	11111	111111

[0060] 表12

[0061] 本发明的另一方面专注于具有尺寸为 $2N_x(N/2)$ 和 $(N/2) \times 2N$ 像素的帧内预测单元的帧内预测模式。在一些文献中,使用具有尺寸为 $2N_x(N/2)$ 和 $(N/2) \times 2N$ 像素的预测单元的帧内预测也被称为短距帧内预测(Short Distance Intra Prediction, SDIP)。在他人先前提及的短距帧内预测中,除帧内预测单元的尺寸已被HEVC采用之外,帧内预测单元也可以为 32×8 、 8×32 、 16×4 、 4×16 、 8×2 和 2×8 像素的区块。此外,在他人先前提及的短距帧内预测中,

用于32x32、16x16和8x8像素的方形帧内预测单元的35种帧内预测模式也可以应用于32x8、8x32、16x4、4x16像素的帧内预测单元。进一步,用于4x4像素的方形帧内预测单元的18种帧内预测模式应用于8x2和2x8像素的帧内预测单元。

[0062] 根据本发明的实施方式,对于16x4像素的帧内预测单元,使用表13定义的预测模式和方向;以及对于4x16像素的帧内预测单元,使用表14定义的预测模式和方向。定义于表12中的相同的缩减的二进制编码方法和二进制码字可用于编码表13和表14对应的那些模式。本领域技术人员也可以使用其他缩减的码来实现本发明。

[0063]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	H-4	H+4
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
物理方向	H+8	V-6	V-2	V+2	V+6	H-6	H-2	H+2	H+6	V-7
模式索引	20	21	22	23	24	25				
物理方向	V-5	V-3	V-1	V+1	V+3	V+5				

[0064] 表13

[0065]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	H-4	H+4
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
物理方向	H+8	V-6	V-2	V+2	V+6	H-6	H-2	H+2	H+6	H-7
模式索引	20	21	22	23	24	25				
物理方向	H-5	H-3	H-1	H+1	H+3	H+5				

[0066] 表14

[0067] 根据本发明的另一实施方式,对于8x2像素的帧内预测单元,使用如表15所示的18种预测模式;以及对于2x8像素的帧内预测单元,使用分别如表16所示的18种预测模式。因此,在从总共18种模式中移除两种最有可能的模式之后,剩余的16种模式仅需要4比特来表示。

[0068]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	V-2	V+2
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17		
物理方向	V-6	V+6	V-5	V-3	V-1	V+1	V+3	V+5		

[0069] 表15

[0070]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	H-4	H+4	H+8	H-2	H+2
模式索引	10	11	12	13	14	15	16	17		
物理方向	H-6	H+6	H-5	H-3	H-1	H+1	H+3	H+5		

[0071]

[0072] 表16

[0073] 根据本发明的又一实施方式,对于8x2像素的帧内预测单元,使用如表17所示的10种预测模式;以及对于2x8像素的预测单元,使用如表18所示的10种预测模式。因此,在从总

共10种模式中移除两种最有可能的模式之后,剩余的8种模式仅需要3比特来表示。

[0074]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	V-4	V+4	V+8	V-2	V+2

[0075] 表17

[0076]

模式索引	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
物理方向	PLA	V	H	DC	V-8	H-4	H+4	H+8	H-2	H+2

[0077] 表18

[0078] 根据本发明的实施方式,允许方形变换和非方形变换用于将对应于区块尺寸为 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的帧内预测误差(也称为残差)转换至频域。根据本发明的实施方式,如表19所示,支持三种可能的变换单元(transform unit, TU)配置。在表19中,第一列指示HM-6.0公用测试条件支持的帧内编码单元的尺寸。第二列指示与每一个编码单元尺寸相关的可用的预测单元的尺寸。表的第三列,即“方形变换单元(Square TU)”,提供第一种变换单元配置,其中所有的变换单元使用方形变换和残差树(residue quad-tree, RQT)。根据HM-6.0公用测试条件,最大变换尺寸为 32×32 像素,最小变换尺寸为 4×4 像素,以及残差树的深度数为3。使用方形变换单元处理矩形预测单元的实施方式如图4A和图5A所示。图4A为根据本发明实施方式的对 $2N \times N$ 像素的矩形帧内预测单元应用方形变换的示意图。图5A为根据本发明实施方式的对 $N \times 2N$ 像素的矩形帧内预测单元应用方形变换的示意图。其中, $2N \times 2N$ 像素的帧内编码单元被分为两个 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元。使用两个 $N \times N$ 像素的方形变换单元来处理每一个 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元。即,使用变换单元TU0和变换单元TU1来处理预测单元PU0;使用变换单元TU2和变换单元TU3,来处理预测单元PU1。若 $N \times N$ 像素的方形变换单元大于最小尺寸(例如, 4×4 像素),则每一个变换单元可以进一步通过残差树分为更小的 $M \times M$ (其中, $M < N$)像素的变换区块。其中,更小的 $M \times M$ 像素的变换区块与 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且更小的 $M \times M$ 像素的变换区块分别使用与 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。

[0079] 为充分利用矩形帧内预测分割和最大化编码效率,允许非方形变换处理矩形预测单元。表19的第四列(即“非方形变换单元-1”)提供也支持非方形变换集的变换单元配置,该组非方形变换也被称为关于矩形帧内预测单元的除方形变换之外的非方形残差树变换(non-square quad-tree transforms, NSQT)。在这种变换单元配置中, $2N \times 0.5N$ 和 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元也分别应用于 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ 像素的预测单元,以代替将 $N \times N$ 像素的变换应用于 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元。使用非方形变换单元处理矩形预测单元的实施方式如图4B和图5B所示。图4B为根据本发明实施方式的对 $2N \times N$ 像素的矩形帧内预测单元应用非方形变换的示意图。图5B为根据本发明实施方式的对 $N \times 2N$ 像素的矩形帧内预测单元应用非方形变换的示意图。其中, $2N \times 2N$ 像素的帧内编码单元被分为两个 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元。使用两个 $2N \times 0.5N$ 像素的非方形变换单元来处理每一个 $2N \times N$ 像素的预测单元;或使用两个 $0.5N \times 2N$ 像素的非方形变换单元来处理每一个 $N \times 2N$ 像素的预测单元。在这些实施方式中,在

变换单元TU0、变换单元TU1和变换单元TU2中的视频数据分别作为变换单元TU1、变换单元TU2和变换单元TU3中的预测像素的顶部或左侧的相邻像素。变换单元TU0和变换单元TU1与预测单元PU0相关,并由此共享在预测单元PU0语法中指定的相同的预测模式。相似地,变换单元TU2和变换单元TU3与预测单元PU1相关,并由此共享在预测单元PU1语法中指定的相同的预测模式。若 $2N \times 0.5N$ 或 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元大于最小尺寸(例如, 8×2 像素或 2×8 像素),则 $2N \times 0.5N$ 或 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元中的每一个可以进一步使用残差树分割而分为更小的 $2M \times 0.5M$ 或 $0.5M \times 2M$ 像素的变换区块。其中,更小的 $2M \times 0.5M$ 或 $0.5M \times 2M$ 像素的变换区块与 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元相关,并且更小的 $2M \times 0.5M$ 或 $0.5M \times 2M$ 像素的变换区块使用与 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的预测单元相同的帧内预测模式。允许的最小的变换尺寸分别为 8×2 和 2×8 像素。

[0080] 虽然使用 8×2 和 2×8 像素的预测和变换表明获得一些编码增益,但是2点预测(2-point prediction)和变换可导致在硬件实现上的复杂化。因此,揭示修改后的配置(即“非方形变换单元-2”)。即,若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元;若 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元大于 16×4 像素,则基于残差树分割,该 $2N \times 0.5N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $2M \times 0.5M$ 像素的变换单元;以及若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则 $2N \times N$ 像素的预测单元被处理为两个 4×4 像素的变换单元。若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元大于 8×8 像素,则 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元;若该 $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元大于 4×16 像素,则基于残差树分割, $0.5N \times 2N$ 像素的变换单元进一步分割为更小的 $0.5M \times 2M$ 像素的变换单元;以及若 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元的尺寸为 8×8 像素,则 $N \times 2N$ 像素的预测单元被处理为两个 4×4 像素的变换单元。与“非方形变换单元-1”提供的配置相比,“非方形变换单元-2”提供的配置消除了 8×2 和 2×8 像素的变换单元,而是将 4×4 像素的变换单元用于 8×4 和 4×8 像素的预测单元。

[0081]

编码单元	预测单元	方形变换单元	非方形变换单元-1	非方形变换单元-2
64x64	32x32	32x32 16x16 8x8	32x32 16x16 8x8	32x32 16x16 8x8
32x32	32x32	32x32 16x16 8x8	32x32 16x16 8x8	32x32 16x16 8x8
	32x16	16x16 8x8	32x8 16x4	32x8 16x4
	16x32	16x16 8x8	8x32 4x16	8x32 4x16
16x16	16x16	16x16 8x8 4x4	16x16 8x8 4x4	16x16 8x8 4x4
	16x8	8x8 4x4	16x4 8x2	16x4
	8x16	8x8 4x4	4x16 2x8	4x16
8x8	8x8	8x8 4x4	8x8 4x4	8x8 4x4
	8x4	4x4	8x2	4x4
	4x8	4x4	2x8	4x4

[0082]

	4x4	4x4	4x4	4x4
--	-----	-----	-----	-----

[0083] 表19

[0084] 根据本发明的实施方式,仅在亮度帧内预测中应用矩形预测区块尺寸(如表19所示)。色度帧内预测仍然是基于方形区块的,即对应于 $2N \times 2N$ 像素的编码单元的色度区块的色度预测单元仅为方形。换句话说,当 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的亮度预测单元被选择以用于 $2N \times 2N$ 像素的编码单元的亮度帧内预测时,色度预测的区块尺寸为 $N \times N$ 像素。保持色度预测的方形区块的理由是避免小尺寸编码单元的2点预测和2点变换,并保持设计简单。在HM-6.0标准中,色度帧内预测允许六种模式,这六种模式包括直接模式(Direct mode, DM)、亮度模式(Luma mode, LM)、平面(Planar)模式、直流(DC)模式、垂直模式和水平模式。直接模式是色度区块使用配置(collocate)的亮度区块预测的预测模式。在亮度预测单元的类型为 $2N \times 2N$ 像素的大多数情况下,用于预测 $2N \times 2N$ 像素的亮度预测单元的预测模式作为预测配置的 $N \times N$ 像素的色度区块的直接模式。然而,当 $N \times N$ 像素的亮度预测单元类型用于预测 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元时,最先(first)的 $N \times N$ 像素的亮度预测单元的预测模式被当作预测 $N \times N$ 像素

的色度区块的直接模式。根据本发明的实施方式,当 $2N \times N$ 或 $N \times 2N$ 像素的亮度预测单元类型被选择以用于 $2N \times 2N$ 像素的亮度编码单元时,有两种直接模式,被称为自预测单元PU0的直接模式DM0和自预测单元PU1的直接模式DM1。候选集(candidate set)的六种色度预测模式推导如下:亮度模式LM、直接模式DM0、直接模式DM1、平面(Planar)模式、垂直(Vertical)模式、水平(Horizontal)模式、直流(DC)模式和垂直方向V+8(Vertical+8)以此种顺序列出以形成有序模式集(ordered mode set)。在这八种模式中,最先的六种不同的模式被选为色度帧内预测的候选集。

[0085] 根据本发明的实施方式,利用矩形帧内预测分割的编码过程将详述如下。提前略过检测可降低编码搜索的复杂性,并由此获得在压缩效率和编码复杂性之间更好的折衷方案。图6为根据本发明实施方式的帧内预测模式决策(decision)过程的示意图。如步骤610所示,为确定帧内编码单元的预测单元类型,首先计算使用 $2N \times 2N$ 像素的预测单元的最小R-D成本,并获得与最小R-D成本相关的帧内预测模式。然后,在步骤620检测编码单元的尺寸。若编码单元为最小编码单元(即步骤620中判定为“是”),则转至步骤630。若编码单元不是最小编码单元(即步骤620中判定为“否”),则转至步骤650。在步骤630中,决定是否提前略过检测 $N \times N$ 像素的预测单元的R-D成本。若步骤630中判断为“是”,则转至步骤650;若步骤630中判断为“否”,则转至步骤640。在步骤640中,同样计算使用 $N \times N$ 像素的预测单元的最小R-D成本,并获得与最小R-D成本相关的帧内预测模式。如步骤650所示,利用 $2N \times 2N$ 和 $N \times N$ 像素的分割模式的R-D成本用于决定是否略过检测利用 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ 像素的分割模式的R-D成本。在步骤660中,计算使用 $2N \times N/N \times 2N$ 像素的预测单元的最小R-D成本,并获得与最小R-D成本相关的帧内预测模式。在步骤670中,得出最佳预测单元和模式决策。在相同作者发表的参考文献(X.Zhang, S.Liu and S.Lei, “CE6.b: Rectangular ($2N \times N$ and $N \times 2N$) PU for Intra Prediction”, JCTVC-H0437, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T VCEG and ISO/IEC MPEG, San Jose, CA, Feb. 2011)中,将编码 $2N \times 2N$ 像素的预测单元的比特的数目与内容自适应阈值进行比较。当量化参数(quantization parameter)QP不等于0时,阈值T由方程(5)来计算。

$$T = a \times (64.0 / ((QP < 32) ? QP : 64)), \quad (5)$$

[0087] 其中,对于 8×8 、 16×16 和 32×32 像素的编码单元,参数a分别设置为10、30和300。若当前编码单元为 32×32 像素,并且 $2N \times 2N$ 像素的预测单元使用的比特数小于阈值,则检测非方形预测单元;否则,略过检测非方形预测单元。若当前编码单元为 16×16 或 8×8 像素,并且 $2N \times 2N$ 像素的预测单元使用的比特数大于阈值,则检测非方形预测单元;否则,略过检测非方形预测单元。

[0088] 当消除2点预测和变换时,替代的 4×4 像素的变换单元被用于 8×4 和 4×8 像素的预测单元,可以应用额外的提前略过检测。对于最小编码单元来说,若 $2N \times 2N$ 像素的预测单元使用的比特数小于阈值T(阈值T为方程(5)中参数a为5时的阈值),则略过检测 $N \times N$ 像素的预测单元。进一步,若 $N \times N$ 像素的预测单元的R-D成本大于 $2N \times 2N$ 像素的预测单元的R-D成本,则略过检测 $2N \times N$ 和 $N \times 2N$ 像素的预测单元。

[0089] 图7为根据本发明实施方式的具有提出的非方形帧内预测和分割的方案快速编码模式决策的示意图。如图7所示,在两个步骤中取得预测单元的模式决策。在步骤710中,首先,基于绝对变换差异(Absolute Transformed Differences, SATD)之和检测M($M \leq 35$)

模式候选集和最佳 $2N \times 2N$ 像素的模式,以得到K最佳候选模式。在计算绝对变换差异中使用哈得曼变换(Hadamard transform,在图示中简称HAD)。如步骤720所示,若最有可能的模式(most probable modes,MPM)与K($K \leq M$)最佳候选模式不同,则选择具有最小绝对变换差异成本的K最佳候选模式以将K最佳候选模式与最有可能的模式(most probable modes,MPM)进行实际R-D成本比较。若编码单元为最小编码单元,并且 4×4 像素的变换单元用于 8×4 和 4×8 像素的预测单元,则同样计算和比较使用最佳 $N \times N$ 像素模式的实际的R-D成本。最后,具有最小实际R-D成本的模式被选择作为这个预测单元的预测模式。在参考文献(X. Zhang, S. Liu and S. Lei, "CE6.b: Rectangular ($2N \times N$ and $N \times 2N$) PU for Intra Prediction", JCTVC-H0437, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T VCEG and ISO/IEC MPEG, San Jose, CA, Feb. 2011)中, M为19并且K为2。

[0090] 将根据本发明实施方式的包括非方形变换的矩形($2N \times N$ 和 $N \times 2N$)帧内预测单元结构的性能与对矩形($2N \times N$ 和 $N \times 2N$)帧内预测单元结构仅使用方形变换的系统的性能进行比较。在HEVC测试模式中,系统支持数个编码配置,例如,所有帧内(All Intra)配置、随机存取(Random access)配置和低延迟(Low delay)配置。此外,HEVC测试模式使用具有不同空间解的测试序列集(称为classes)。该性能根据参数BD-rate来测量。在视频编码领域中,参数BD-rate是本领域技术人员所熟悉的测量参数。改善的性能以负BD-rate来表示。对应于包括在表19中的标记为“非方形变换单元-1”的非方形变换单元集的帧内预测单元结构的性能比较和仅使用方形变换单元的系统如表20A~20C所示。其中,表20A对应于所有帧内配置,表20B对应于随机存取配置,以及表20C对应于低延迟配置。在表20A~20C中,也比较执行相应的编码和解码的执行时间。

	All Intra		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
[0091] Class A (4K)	-0.9%	-2.0%	-2.6%
Class B (1080p)	-1.2%	-2.1%	-2.2%
Class C (WVGA)	-1.7%	-1.8%	-2.0%
Class D (WQVGA)	-1.7%	-1.5%	-1.5%
Class E (720p)	-1.9%	-4.8%	-4.1%
All	-1.5%	-2.3%	-2.4%
编码时间 (Enc Time[%])	126%		
解码时间 (Dec Time[%])	103%		

[0092] 表20A

	Random access		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
[0093] Class A (4K)	-0.6%	-1.6%	-2.2%
Class B (1080p)	-0.7%	-1.3%	-1.2%
Class C (WVGA)	-0.9%	-1.1%	-1.0%
Class D (WQVGA)	-0.7%	-0.8%	-0.7%
[0094] Class E (720p)	-0.7%	-1.3%	-1.2%
All	-0.7%	-1.3%	-1.2%
编码时间 (Enc Time[%])	104%		
解码时间 (Dec Time[%])	101%		

[0095] 表20B

	Low delay		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class A (4K)			
Class B (1080p)	-0.2%	-0.4%	-0.2%
Class C (WVGA)	-0.3%	-0.6%	-0.4%
Class D (WQVGA)	-0.2%	-0.4%	-0.6%
Class E (720p)	-0.5%	-2.4%	-2.5%
All	-0.3%	-0.8%	-0.8%
编码时间 (Enc Time[%])	103%		
解码时间 (Dec Time[%])	100%		

[0097] 表20C

	All Intra		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class A (4K)	-1.4%	-3.7%	-4.2%
Class B (1080p)	-1.3%	-3.4%	-3.5%
Class C (WVGA)	-1.3%	-2.4%	-2.5%
Class D (WQVGA)	-1.2%	-1.9%	-1.9%
Class E (720p)	-2.2%	-7.2%	-6.7%
All	-1.4%	-3.5%	-3.6%
编码时间 (Enc Time[%])	126%		
解码时间 (Dec Time[%])	103%		

[0099] 表21A

	Random access		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class A (4K)	-0.9%	-2.8%	-3.2%
Class B (1080p)	-0.8%	-2.2%	-2.4%
Class C (WVGA)	-0.7%	-1.7%	-1.6%
Class D (WQVGA)	-0.5%	-1.6%	-1.1%
Class E (720p)			
All	-0.7%	-2.0%	-1.9%
编码时间 (Enc Time[%])	103%		
解码时间 (Dec Time[%])	100%		

[0101] 表21B

	Low delay		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class A (4K)			
Class B (1080p)	-0.3%	-0.7%	-0.6%
Class C (WVGA)	-0.2%	-1.0%	-0.7%

[0102]

[0103]	Class D (WQVGA)	-0.1%	-1.0%	-1.0%
	Class E (720p)	-0.5%	-2.7%	-5.4%
	All	-0.3%	-1.2%	-1.6%
	编码时间 (Enc Time[%])		102%	
	解码时间 (Dec Time[%])		100%	

[0104] 表21C

[0105] 如表21A~表21C所示,根据本发明的实施方式,包括非方形变换的矩形(2N×N和N×2N像素)帧内预测单元结构一致地显示了改善的性能。对于所有帧内配置,显著地增加了编码时间。然而,对于其他情况来说,分别将编码时间和解码时间与仅使用方形变换单元的系统的编码时间和解码时间相比。

[0106] 根据本发明的另一实施方式,提供一种基于区块周围相邻像素的区块帧内预测装置,包括:接收亮度区块的装置,该亮度区块对应于该区块的亮度像素;基于相邻亮度像素,执行该亮度区块的帧内预测的装置;其中,该亮度区块被分割为一个或多个预测单元,该一个或多个预测单元的形状来自方形和非方形组成的集合;其中,仅使用方形变换处理非方形预测单元,或使用非方形变换和方形变换处理非方形预测单元;以及基于残差树分割,将每一个变换单元进一步分割为更小的变换单元。

[0107] 上述描述可使得本领域技术人员依据特定应用及其要求实现本发明。对本领域技术人员来说,所描述的实施方式的各种修饰是清楚的,并且此处定义的一般原理可以应用于其他实施方式。因此,本发明并不限于以上描述的特定实施方式,而应被赋予与揭露的原理和新颖性特征一致的最大范围。在上述详述中,为深入理解本发明对各种特定的细节进行了说明。然而,本领域技术人员可以理解本发明能够实现。

[0108] 以上描述的本发明的实施方式可以通过各种硬件、软件代码、或二者的结合来实现。举例来说,本发明的实施方式可以为集成于视频压缩芯片上的电路,或可以为集成于视频压缩软件中执行上述处理的程序代码。本发明的实施方式也可以为在数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)上执行的上述处理的程序代码。本发明也可以涉及由计算机、数字信号处理器、微处理器、或现场可编程逻辑门阵列(field programmable gate array, FPGA)执行的一些功能。根据本发明的实施方式,通过执行定义本发明的特定方法的机器可读软件代码或固件代码,这些处理器可以被配置为执行特定任务。软件代码或固件代码可以由不同的程序语言和不同的格式或类型来开发。软件代码也可以由不同的目标平台来编译。然而,根据本发明用来执行任务的软件代码的不同代码格式、类型、以及语言和其他配置代码的方式不会脱离本发明的精神和范围。

[0109] 本发明可以其他特定形式体现而不脱离本发明的精神和基本特征。上述实施例仅作为说明而非用来限制本发明,本发明的保护范围当视所附权利要求所界定者为准,而不是上述描述。凡依本发明权利要求等同含义及范围内所做的所有变化,都应属本发明的涵盖范围。

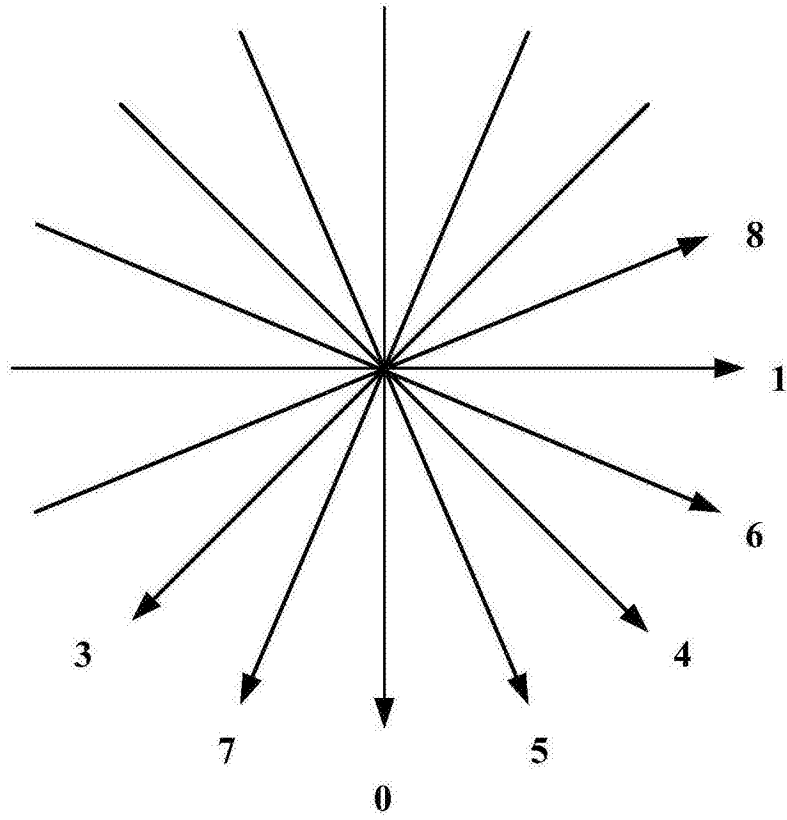


图1

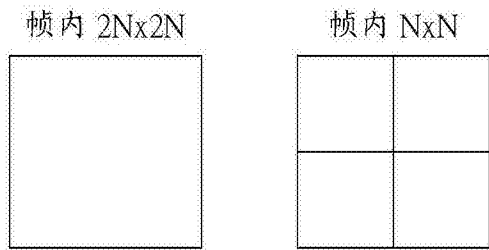


图2A

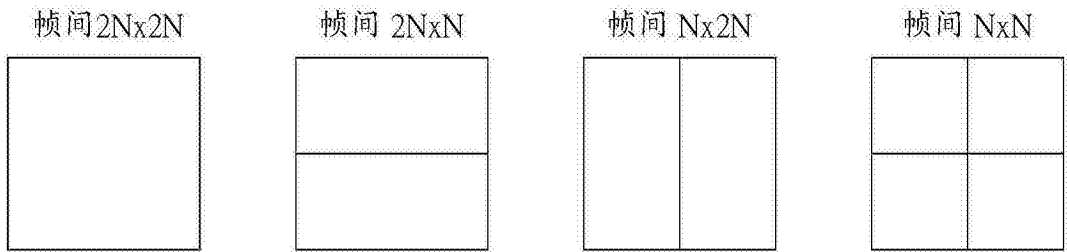


图2B

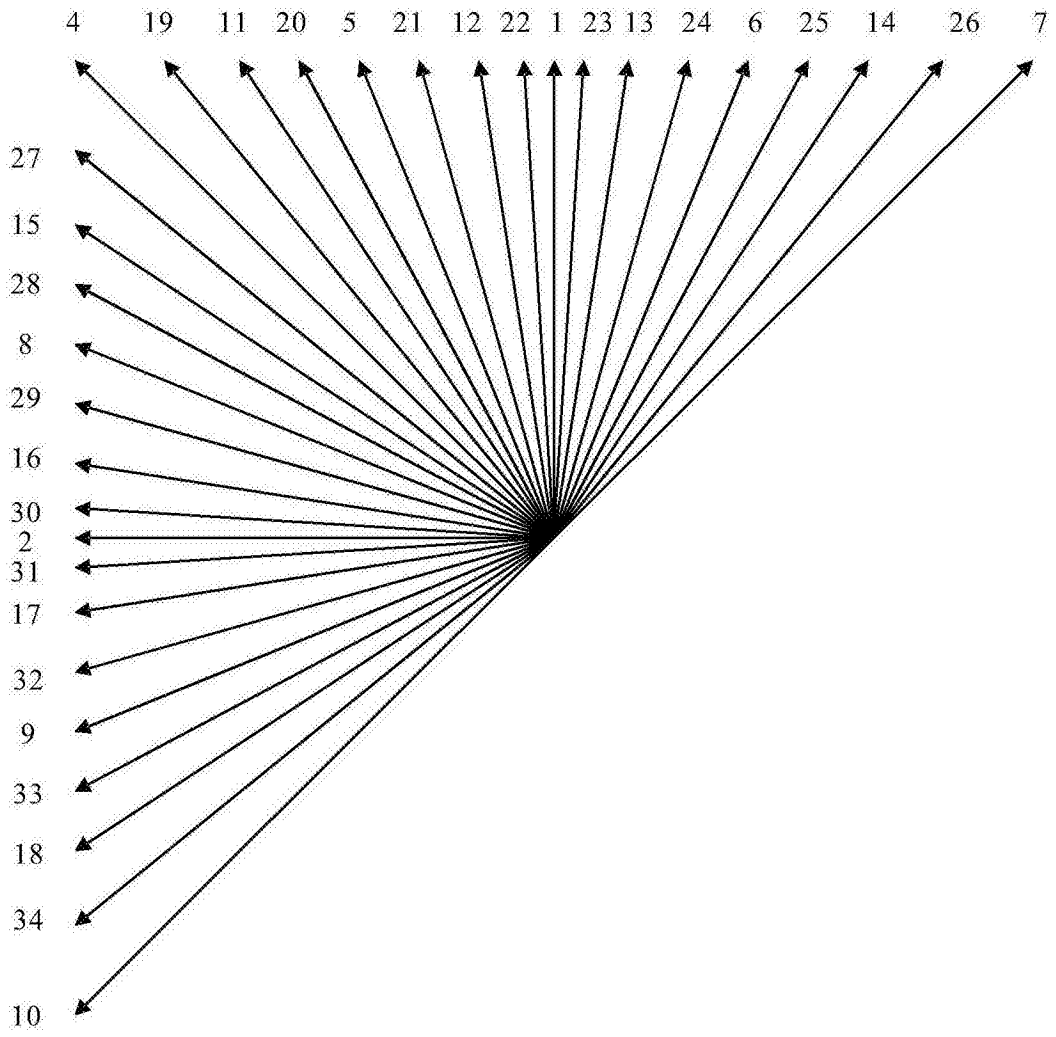


图3A

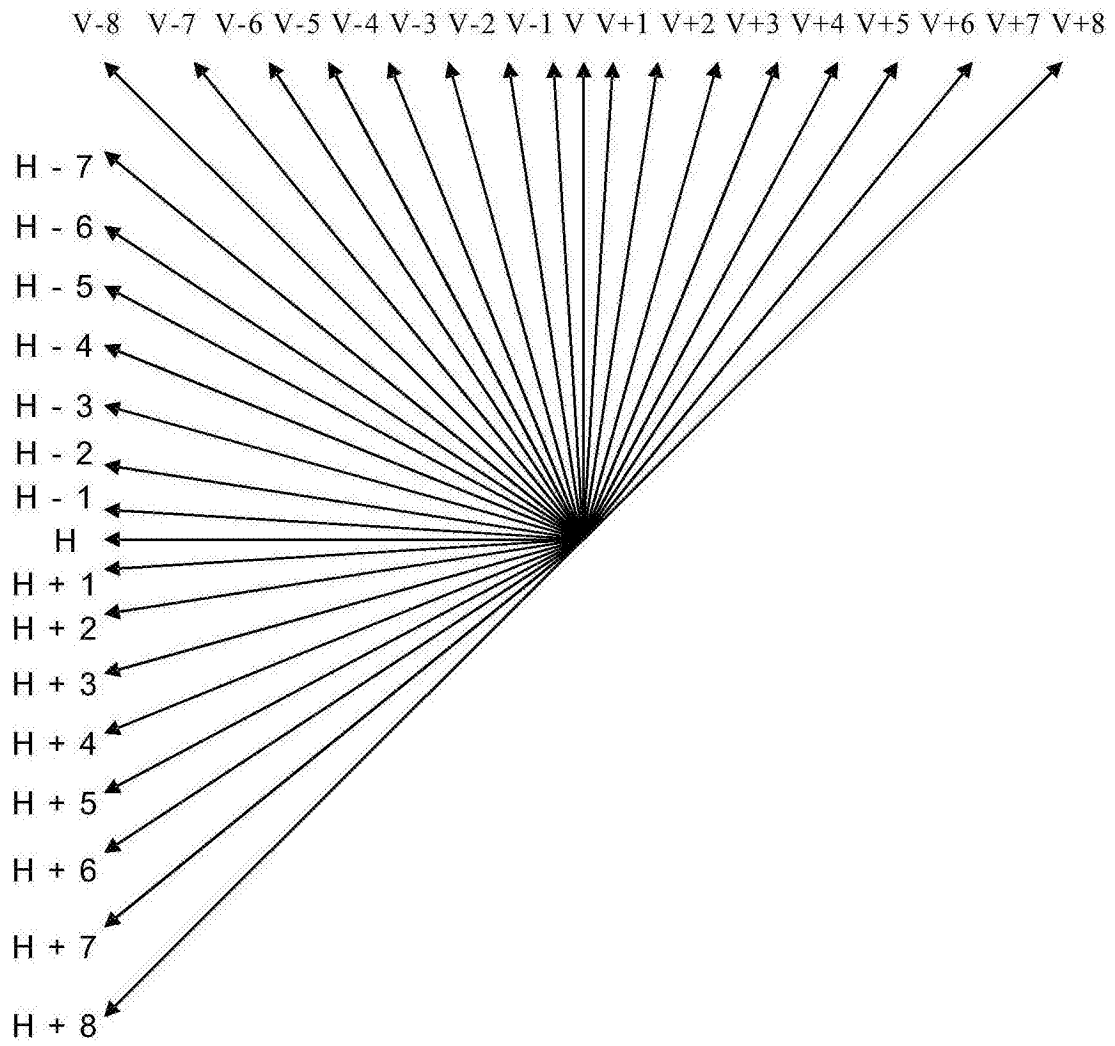


图3B

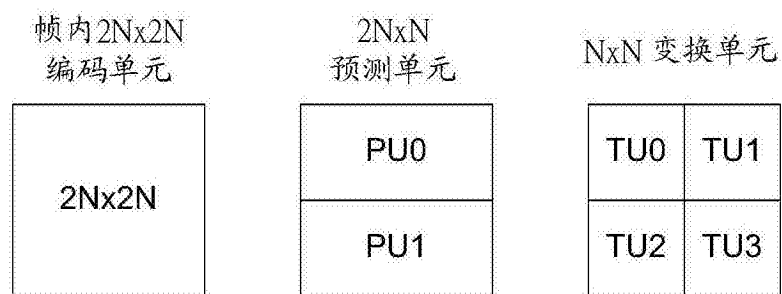


图4A

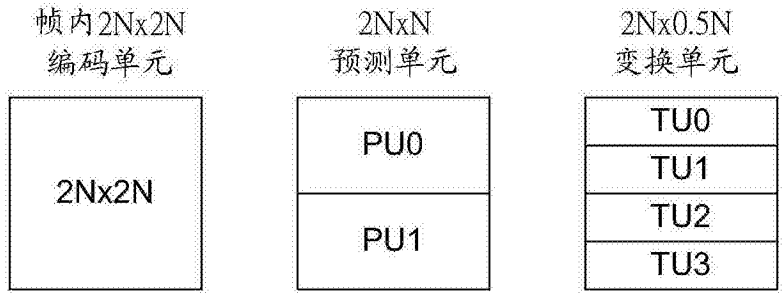


图4B

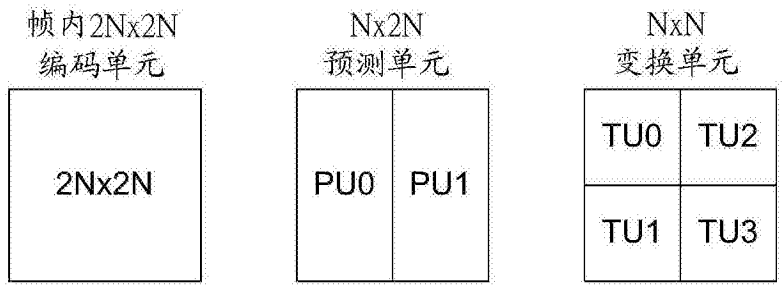


图5A

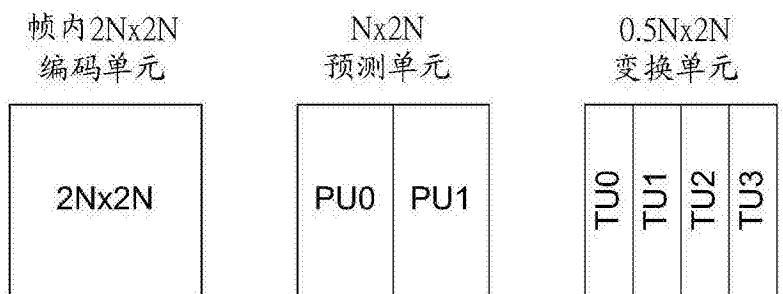


图5B

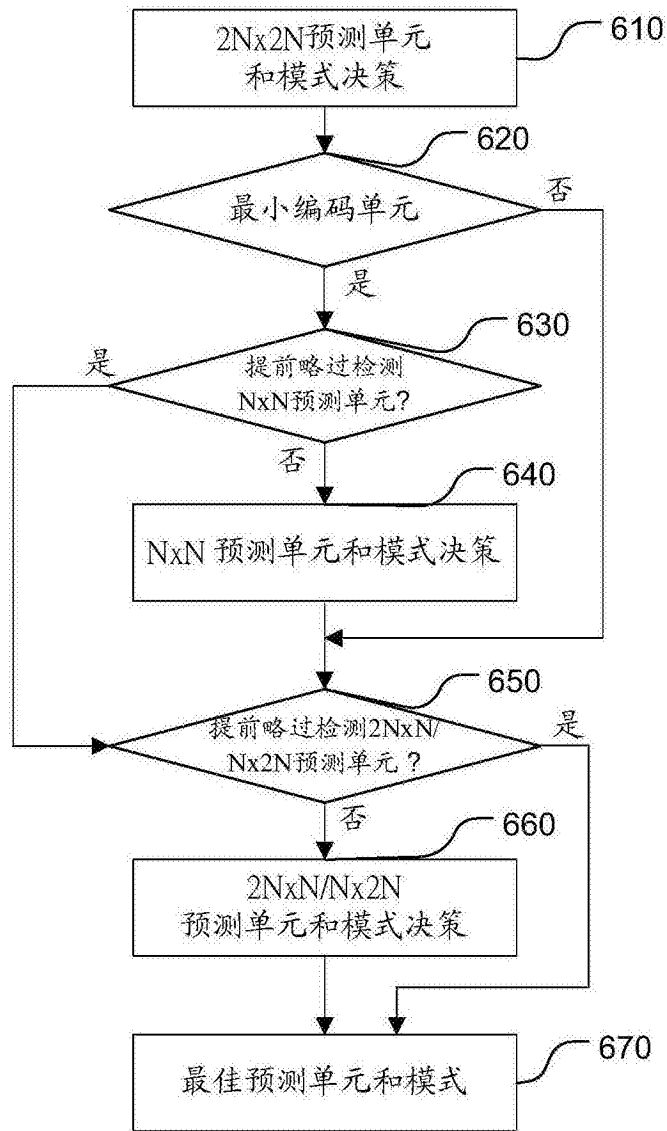


图6

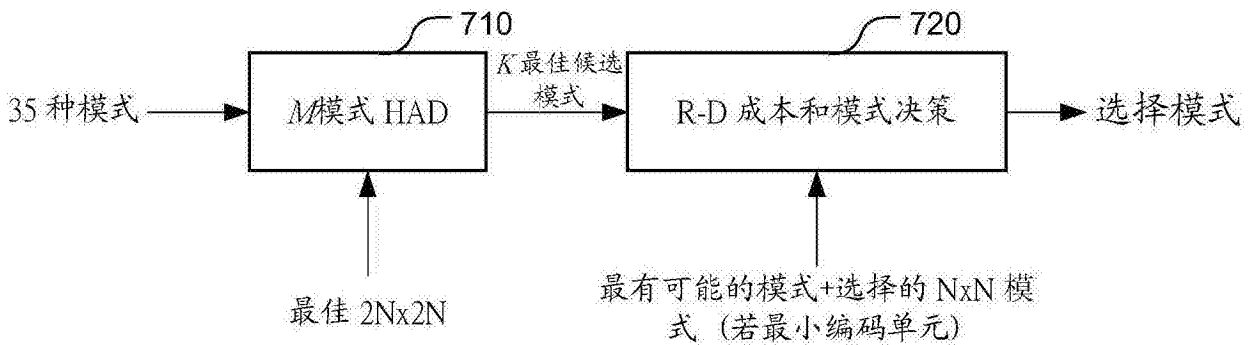


图7