



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103414895 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201310321677. 0

(22) 申请日 2013. 07. 29

(71) 申请人 复旦大学

地址 200433 上海市杨浦区邯郸路 220 号

(72) 发明人 范益波 刘聪 马天龙 尚青

曾晓洋

(74) 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 陆飞 盛志范

(51) Int. Cl.

H04N 7/26(2006. 01)

H04N 7/50(2006. 01)

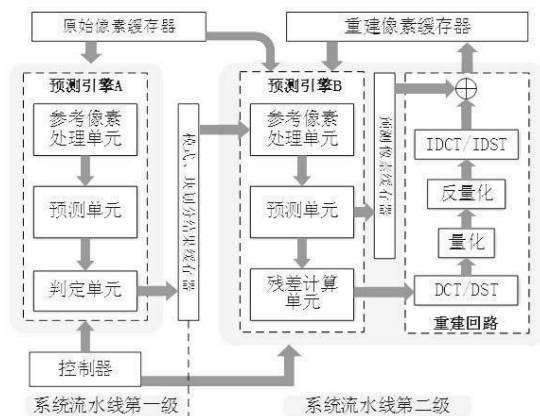
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置及方法

(57) 摘要

本发明属于高清数字视频压缩编解码技术领域,具体为一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置及方法。本装置包含一个控制单元、两个预测引擎、一个重建回路以及一系列的缓存器。一个预测引擎(A)置于系统流水线的第一级,负责选择出最优预测模式和最佳块划分情况;一个预测引擎(B)与重建回路合并置于系统级流水线的第二级,利用预测引擎(A)的结果进行预测并计算残差,再对残差进行变换、量化、反量化、反变换的处理。本装置及方法可有效地减小预测过程中的数据依赖性,提高吞吐率。另外,通用的预测单元与合适的扫描顺序减小了硬件的开销,内部高度流水化的结构也使工作频率显著提高,从而实现高清视频的实时编码。



1. 一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置,其特征在于包括:

一个控制单元,用以控制在编码时,对基本处理单元块的四叉树划分情况的遍历顺序以及采用标准提出的 35 种预测模式分别进行预测的遍历顺序,另外还用以控制一些预测过程中对重建过程的等待时间,以满足时序要求;

两个预测引擎:预测引擎 A 和预测引擎 B,其中:预测引擎 A:以原始像素为参考像素,对当前的基本处理单元块进行预测,对所有可能的划分情况都采用 35 种预测模式进行预测,然后比较判定选择出最优模式和最佳的划分情况;预测引擎 B:以重建像素为参考像素,对当前的基本处理单元块进行预测,只针对最优模式和最佳的划分情况进行预测,然后与原始像素作差得到残差;

一个重建回路,用以对基本处理单元块的残差值进行变换、量化,得到输出的残差系数,再经过反量化和反变换得到重建像素;

一个原始像素缓存器,用以存储读取的当前处理单元块及需要用到的周边块的原始像素值,为预测引擎 A 提供参考像素,并且为预测引擎 B 提供求残差的输入;

一个重建像素缓存器,用以存储重建回路得到的重建像素,为预测引擎 B 提供参考像素;

一个模式、块划分结果缓存器,用以存储经过预测引擎 A 的遍历扫描后得到的最优预测模式和最佳划分情况的结果,以供预测引擎 B 读取,以控制其预测的过程。

2. 根据权利要求 1 所述的编码器帧内预测装置,其特征在于,所述控制单元包括一个状态机和多个计数器:

所述状态机,用于控制 4×4 、 8×8 、 16×16 、 32×32 的预测过程,采用后序遍历的方法扫描四叉树结构;

所述计数器,用于控制不同块大小的预测过程中,模式扫描的顺序以及在大块中处理小块的顺序。

3. 根据权利要求 1 所述的编码器帧内预测装置,其特征在于,所述预测引擎 A 包含一个参考像素处理单元、一个通用的预测单元和一个判定选择单元;所述预测引擎 B 包含一个参考像素处理单元、一个通用的预测单元和一个残差计算单元;其中:

所述参考像素处理单元,用以对参考像素进行推导填充、滤波处理;其包含 129 个寄存器,用以存储参考像素,当进行 4×4 块预测时用到 17 个,进行 8×8 块预测时用到 33 个,进行 16×16 块预测时用到 65 个,进行 32×32 块预测时用到 129 个;

所述通用的预测单元,是 16 个像素并行处理的三级全流水结构,能支持 4×4 、 8×8 、 16×16 、 32×32 块大小的所有 35 种模式的预测过程;

所述判定选择单元,计算当前处理 4×4 块的 SATD 值,即通过预测值与原始值相减,对差值做 Hadamard 变换,通过相应的累加和比较选取 SATD 值较小的作为最优的预测模式和最佳的块划分;

所述残差计算单元,用于计算原始像素与预测得到的像素相减得到的残差值。

4. 根据权利要求 3 所述的编码器帧内预测装置,其特征在于,所述三级全流水结构有三个控制信号:表征当前采用的预测模式的“Mode”信号,表征当前预测块大小的“CU_size”信号以及表征当前处理的 4×4 块位于基本处理单元块中的位置的“Blk 4×4 _num”信号;在所述三级全流水结构中,

(1) 流水线第一级包含一个参考像素投影及初步选择单元,对参考像素进行初步的处理的选择;一个当前 4×4 块的坐标计算单元和预测参数计算单元,用以根据控制信号计算预测过程需要用到的参数;一个预测角度查找表,用以根据当前预测模式从中查找角度值以计算相关参数;

(2) 流水线的第二级包含四个参考像素选择器,根据前一级计算出来的参数,分别对当前处理 4×4 块的各行或者各列,选择对应的参考像素;

(3) 流水线的第三级包含四个插值器,用以利用前一级得到的参考像素,分别对当前处理 4×4 块的各行或者各列进行插值预测的过程。

5. 一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测方法,其特征在于,具体步骤如下:

(1) 以原始像素为参考像素,首先进行基本处理单元块的预测模式和块划分情况的扫描遍历预测过程,并从中选择出最优的预测模式和最佳的块划分情况;

(2) 以重建像素为参考像素,再进行据最优预测模式和最佳块划分情况的预测过程,得到最终的预测值,之后计算残差,并对其进行 DCT 或 DST 变换、量化,得到输出的残差系数,再进行反量化, IDCT 或 IDST 反变换,得到重建像素值。

6. 根据权利要求 5 所述的编码器帧内预测方法,其特征在于:步骤 1) 中选择最优的预测模式和最佳的块划分情况,以计算 4×4 块的 Hadamard 变换得到的 SATD 值为基准,四个 4×4 块的 SATD 值之和为一个 8×8 块的 SATD 值,同理得到 16×16 块和 32×32 块的 SATD 值, SATD 值较小者为最优情况。

7. 根据权利要求 5 所述的编码器帧内预测方法,其特征在于,所述扫描遍历预测过程中,对于二叉树的块结构划分的扫描,采用的是后序遍历的方法,具体的步骤为:

(1) 从基本处理单元的左上方开始,先对第一个 4×4 块采用 35 种预测模式进行预测,再根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 4×4 块采用 35 种预测模式进行预测;

(2) 做完四个 4×4 块的预测之后,对这四个 4×4 块组成的 8×8 块进行预测块大小为 8×8 的 35 种预测模式的预测;

(3) 做完此 8×8 块的预测之后,根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 8×8 块进行步骤(1)、(2)的处理过程;

(4) 做完四个 8×8 块的预测之后,对这四个 8×8 块组成的 16×16 块进行预测块大小为

16×16 的 35 种预测模式的预测;

(5) 做完此 16×16 块的预测之后,根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 16×16 块进行步骤(1)(2)(3)(4)的处理过程;

(6) 做完四个 16×16 块的预测之后,对这四个 16×16 块组成的 32×32 块进行预测块大

小为 32×32 的 35 种预测模式的预测。

8. 根据权利要求 5 所述的编码器帧内预测方法,其特征在于,所述扫描遍历预测过程中,对 35 种预测模式进行扫描,具体的步骤为:

(1) 对于 4×4 块的扫描,因为预测过程的并行处理单元为 16 个像素,即一个 4×4 块,这样对模式进行扫描时,只需要依次进行 35 种模式的预测即可;

(2) 对于大块的扫描,以 8×8 为例,先用一种预测模式对其包含的四个 4×4 块分别进行预测,然后再换另一种模式同样对四个 4×4 块进行预测,一直到遍历完所有的模式; 16×16 和 32×32 采用类似的方法。

9. 根据权利要求 5 所述的编码器帧内预测方法,其特征在于,步骤(1)和步骤(2)中,预测过程前,都对参考像素进行推导填充、滤波处理,过程包括:

- (1) 判断周边哪些参考像素存在,哪些参考像素不存在;
- (2) 利用存在的参考像素对不存在的参考像素进行推导,填充到不存在的参考像素的位置;
- (3) 对参考像素进行滤波处理。

一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于高清数字视频压缩编解码技术领域,针对 HEVC 视频编解码标准,具体为一种符合 HEVC 标准的帧内预测装置及方法。

背景技术

[0002] HEVC(High Efficiency Video Coding)是由国际电信组织(ITU)和运动图像专家组(MPEG)联合成立的组织 JCTVC 提出的下一代视频编解码标准。目标是在相同的视觉效果的前提下,相比于上一代标准 H.264/AVC,压缩率提高一倍。

[0003] 视频压缩编码的基本过程可以概括如下:1. 利用某种方式对当前处理图像块像素进行预测;2. 将原始的像素值与预测出来的像素值相减得到残差值;3. 将残差进行变换及量化处理,得到输出的残差系数再经过熵编码形成最后的压缩码流;4. 残差系数经过反量化及反变换处理,再与之前得到的预测像素相加得到重建像素,存储作为预测的参考像素。

[0004] 类似于 H.264/AVC, HEVC 依然采用了基于块的编码方式以及预测编码的方法:

HEVC 中的处理单元块引入了二叉树的结构,图像处理块的大小最大为 64×64 ,它还可以继续递归地划分为 32×32 、 16×16 、 8×8 、 4×4 的小块组合,并分别进行处理。编码端要对块的所有划分情况进行一次遍历,以确定哪种划分情况的处理为最佳。

[0005] 帧内预测是一种有效的减小空间冗余度的预测编码方式,它利用同一幅图像的邻近像素之间的相似性,用相邻像素对当前块像素进行预测,这样能有效的提高压缩率,预测越准,压缩率越高。所以在编码端,对同一个处理单元往往需要先进行多种预测模式的预测,计算率失真值,并据此从中选择出最优的模式,即预测最准的一种模式。

[0006] 图 1 阐述了 HEVC 中的帧内预测以及 Angular 预测的具体过程。1 预测模式增多到 35 种(Planar、DC 和 33 种 Angular 模式),其中 Planar 和 DC 模式主要用于图像中平坦均匀区域的预测,而 Angular 模式则主要是对那些图像中纹理存在明显方向性的区域进行预测,它的预测过程主要是根据模式表示的方向,将当前像素投影到参考像素的行或者列里,然后根据公式(1)进行 $1/32$ 像素精度的插值,计算中用到具体参数由公式(2)(3)计算。

[0007]

$$P = ((32 - iFact) \times A + iFact \times B + 16) \gg 5 \quad (1)$$

$$iIdx = ((x + 1) \times Angle) \gg 5 \quad (2)$$

$$iFact = ((x + 1) \times Angle) \& 31 \quad (3)$$

其中 A、B 表示参考像素,P 表示预测像素,A、B 根据 iIdx 来选择,x 表示当前像素的横坐标(模式 2 至 17 时公式(2)(3)中用 x 计算,模式 18 至 34 时 x 要用当前像素的纵坐标 y 替代)。

[0008] 用到的参考像素为位于当前预测块上方、左方、左上方、右上方和左下方的相邻像素, HEVC 中对参考像素也进行了一些特殊的处理, 主要有对不存在的像素的推测填充、与模式和块大小相关的滤波处理以及行列之间参考像素的投影。

[0009] 帧内预测模块中, 正由于当前块的预测要用到周边块的像素作为参考, 预测过程中难以避免地存在严重的数据依赖性, 这也成为了妨碍提高吞吐率的瓶颈。另外, 模式种类的增多和块大小的多样化都提高了硬件计算的复杂度, 也同样对吞吐率造成不小的影响。

发明内容

[0010] 为了克服现有技术的不足, 本发明提出一种高吞吐率的适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置及方法。

[0011] 本发明提出了一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置, 其包括一个控制单元、两个预测引擎(A 和 B)、一个重建回路及一些必需的缓存器。

[0012] 控制单元, 用以控制在编码时, 对基本处理单元块的四叉树划分情况的遍历顺序以及采用标准提出的 35 种预测模式分别进行预测的遍历顺序, 另外还用以控制一些预测过程中对重建过程的等待时间, 以满足时序要求。

[0013] 上述控制单元包括一个简单的状态机和多个计数器; 所述简单的状态机, 用于控制 4×4 、 8×8 、 16×16 、 32×32 的预测过程, 采用后序遍历的方法扫描四叉树结构; 所述计数器, 用于控制不同块大小的预测过程中, 模式扫描的顺序以及在大块中处理小块的顺序。

[0014] 预测引擎 A 包含一个参考像素处理单元、一个通用的预测单元和一个判定选择单元; 预测引擎 B 包含一个参考像素处理单元、一个通用的预测单元和一个残差计算单元,

所述参考像素处理单元, 用以对参考像素进行推导填充、滤波处理; 其包含 129 个寄存器, 用以存储参考像素, 当进行 4×4 块预测时用到 17 个, 进行 8×8 块预测时用到 33 个, 进行 16×16 块预测时用到 65 个, 进行 32×32 块预测时用到 129 个;

所述通用的预测单元, 是 16 个像素并行处理的三级全流水结构, 能支持 4×4 、 8×8 、 16×16 、 32×32 块大小的所有 35 种模式的预测过程;

所述判定选择单元, 通过计算当前处理 4×4 块的 SATD 值, 即通过预测值与原始值相减, 对差值做 Hadamard 变换, 通过相应的累加和比较选取 SATD 值较小的作为最优的预测模式和最佳的块划分;

所述残差计算单元, 用于计算原始像素与预测得到的像素相减得到的残差值。

[0015] 预测引擎 A 先以原始像素作为参考像素, 通过参考像素处理单元进行推导填充、滤波等过程, 为预测单元提供真正用到的参考像素, 从而进行预测, 判定选择单元通过计算预测的 SATD 值来判断预测模式和块划分情况的优劣, 从而选择出最优的预测模式和最佳的块划分情况。

[0016] 预测引擎 B 包含的参考像素处理单元和通用的预测单元的工作与预测引擎 A 中的类似, 不过是以重建像素为参考像素, 预测引擎 B 不进行预测的扫描过程, 无需判断模式和块划分的好坏, 直接利用预测引擎 A 得到的最优预测模式和最佳块划分情况进行预测, 最后将原始像素与预测得到的像素相减得到残差值传递给重建回路。重建回路对残差值进行变换(DCT/DST)、量化, 得到输出的残差系数, 再经过反量化和反变换(IDCT/IDST) 得到重建像素, 为预测引擎 B 提供参考像素。

[0017] 预测引擎 A 和 B 中包含的通用的预测单元为三级全流水结构,如图 4 所示,能支持 4×4 、 8×8 、 16×16 、 32×32 大小块的 35 种模式的预测,每次并行处理 16 个像素点(即一个 4×4 大小的块,表示 8×8 块拆成 4 个 4×4 块进行预测, 16×16 块拆成 16 个 4×4 块进行预测, 32×32 块拆成 64 个 4×4 块进行预测)。预测单元只有三个简单的控制信号:表征当前采用的预测模式的“Mode”信号,表征当前预测块大小的“CU_size”信号以及表征当前处理的 4×4 块位于基本处理单元块中的位置的“Blk 4×4 _num”信号。

[0018] 流水线第一级包含一个参考像素投影及初步选择单元,对参考像素进行初步的处理和选择;一个当前 4×4 块的坐标计算单元和预测参数计算单元,用以根据控制信号计算预测过程需要用到的参数;一个预测角度查找表,用以根据当前预测模式从中查找角度值以计算相关参数,即公式(2)(3)中的 $iIdx$ 和 $iFact$ 。

[0019] 流水线的第二级包含四个参考像素选择器,根据前一级计算出来的参数,分别对当前处

理 4×4 块的各行或者各列,选择对应的参考像素;

流水线的第三级包含四个插值器,用以利用前一级得到的参考像素,分别对当前处理 4×4

块的各行或者各列进行插值预测的过程。

[0020] 本发明还提供一种适用于 HEVC 标准的帧内预测方法,主要包括以下步骤:

(1) 首先进行基本处理单元预测模式和块划分情况的扫描遍历预测(以原始像素为参考像素),并从中选择出最优的预测模式和最佳的块划分情况;

(2) 再据此进行第二个预测(以重建像素为参考像素)的过程,得到最终的预测值,之后计算残差,并对其进行 DST(预测块大小为 4×4)或者 DCT(预测块大小为 8×8 、 16×16 、 32×32)的变换量化,得到输出的残差系数,再进行反量化,反变换(IDCT/IDST),得到重建像素值。

[0021] 上述步骤(1)中,选择最优的预测模式和最佳的块划分情况时以计算 4×4 块的 Hadamard 变换得到的 SATD 值为基准,四个 4×4 块的 SATD 值之和为一个 8×8 块的 SATD 值,同理得到 16×16 块和 32×32 块的 SATD 值, SATD 值较小者为最优情况。

[0022] 上述进行扫描遍历预测过程中,对于二叉树的块结构划分的扫描,采用的是后序遍历的方法,即从最低层的“叶”开始进行操作,每次处理完四个“叶”则对它们的“根”进行操作,以此类推继续下去,这样每次处理完四个“叶”和一个“根”,就可以从两种中选择其一作为最佳的划分情况而将另一个彻底丢弃,不用存储,从而节省了中间变量存储器的面积;具体的步骤为:

(1) 从基本处理单元块的左上方开始,先对第一个 4×4 块采用 35 种预测模式进行预测,

再根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 4×4 块采用 35 种预测模式进行预测;

(2) 做完四个 4×4 块的预测之后,对这四个 4×4 块组成的 8×8 块进行预测块大小为 8×8 的 35 种预测模式的预测;

(3) 做完此 8×8 块的预测之后,根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 8×8 块进行步骤(1)、(2)的处理过程;

(4) 做完四个 8×8 块的预测之后,对这四个 8×8 块组成的 16×16 块进行预测块大小为 16×16 的 35 种预测模式的预测;

(5) 做完此 16×16 块的预测之后,根据 Z 扫描的顺序,依次对其右边、下边和右下边的三个 16×16 块进行步骤(1)(2)(3)(4)的处理过程;

(6) 做完四个 16×16 块的预测之后,对这四个 16×16 块组成的 32×32 块进行预测块大小为 32×32 的 35 种预测模式的预测。

[0023] 上述进行扫描遍历预测过程中,对于 35 种预测模式的扫描,具体的步骤为:

(1) 对于 4×4 块的扫描,因为预测过程的并行处理单元为 16 个像素,即一个 4×4 块,这样对模式进行扫描时,只需要依次进行 35 种模式的预测即可;

(2) 对于大块的扫描,以 8×8 为例,先用一种预测模式对其包含的四个 4×4 块分别进行预测,然后再换另一种模式同样对四个 4×4 块进行预测,一直到遍历完所有的模式; 16×16 和 32×32 采用类似的方法。

[0024] 上述每个预测过程前都需要对参考像素的进行推导填充、滤波的处理过程,以提供最终用于预测的所有参考像素值;具体过程包括:(1)判断周边哪些参考像素存在,哪些参考像素不存在;(2)利用存在的参考像素对不存在的参考像素进行推导,填充到不存在的参考像素的位置;(3)对参考像素进行滤波处理。

[0025] 本发明的帧内预测方法,负责对所有情况进行扫描遍历的预测,以原始像素为参考像素,以减小数据相关性,不用等待当前块的重建过程做完才能做下一块的预测;负责采用最优预测模式和最佳块划分情况进行的预测,则以重建像素为参考像素,在对下一块进行预测前需要等待当前处理块的重建过程做完,以确保编码端和解码端的统一,保证编码的质量。

[0026] 本发明的帧内预测方法,将两个预测过程分别放在系统流水线的两级,预测的扫描遍历过程为第一级,将对最优模式和最佳块划分情况进行的预测与重建回路放在第二级,假设基本处理单元为 32×32 块:第一级进行扫描遍历的过程,根据一次并行处理 16 个像素,需要对预测块大小 4×4 、 8×8 、 16×16 和 32×32 四种划分情况进行预测,每种都需要做 $(32 \times 32) / (4 \times 4) = 64$ 个 4×4 块,每个 4×4 块都要用 35 种预测模式,所以一共需要做 $4 \times 64 \times 35 = 8960$ 次预测;第二级只针对最优模式和最佳划分情况进行预测,即只需要对 64 个 4×4 块采用一种模式进行预测,即一共只需要做 64 次预测,所以第二级虽然需要较长的时间来等待重建过程的完成,但仍然能和第一级的时间匹配,形成比较好的流水线结构,从而提高整体的吞吐率。

[0027] 本发明中,预测引擎 A 采用原始像素作为参考像素,虽然原始像素始终存在,不用等待重建过程完成,但仍然要假定其需要等待重建过程来据此判断周边哪些参考像素存在,哪些参考像素不存在,以及利用存在的参考像素对不存在的参考像素进行推导,填充到不存在的参考像素的位置,提高了编码质量。

[0028] 本发明支持所有的预测模式及所有块大小的预测,易于控制,以方便编码端的扫描过程;本发明采用合适的扫描顺序,有效的节省了硬件实现中存储器的面积大小和硬件开销。

附图说明

- [0029] 图 1 :HEVC 帧内预测及 Angular 预测具体过程。
- [0030] 图 2 : HEVC 编码器帧内预测装置。
- [0031] 图 3 : HEVC 编码器帧内预测方案系统工作时序图。
- [0032] 图 4 :全流水的通用预测单元架构。
- [0033] 图 5 :二叉树结构的后序扫描。
- [0034] 图 6 :模式扫描和二叉树扫描的时序图。
- [0035] 图 7 :一个大小为 32×32 的基本处理单元块。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的描述。

[0037] 如图 2 所示为一种适用于 HEVC 标准的编码器帧内预测装置,包括一个控制单元、两个预测引擎(A 和 B)、一个重建回路及一些必需的缓存器。

[0038] 使用本发明提供的编码器帧内预测装置,进行预测的具体过程如下:

1. 预测引擎 A 的工作流程

先根据控制单元传过来的模式、预测块大小及位置信息,读取相应的原始像素作为预测用到的参考像素,并对其进行推导填充、滤波处理,得到最终输出的参考像素送到三级流水的通用预测单元中,预测单元据此进行预测得到预测像素,最后根据原始像素和预测像素计算 SATD,即先相减得到差值,再对差值进行 Hadamard 变换,进行模式选择和块划分选择:对于模式选择,取 SATD 值小的预测模式则作为较优模式;对于块划分选择,同一块,比较作为大块进行最优模式预测时的 SATD 和它包含的几个小块利用最优模式进行预测时的 SATD 之和,前者小则选择大块,后者小则选择将其进行小块的划分。

[0039] 2. 预测引擎 B 的工作流程

根据从中间缓存中读过来的模式、预测块大小及位置信息,读取相应的重建像素作为预测用到的参考像素,并对其进行推导填充、滤波处理,得到最终输出的参考像素送到三级流水的通用预测单元中,预测单元据此进行预测得到预测像素,并存入缓存,再将原始像素与预测像素相减得到的残差传递到重建回路。

[0040] 3. 重建回路的工作流程

对得到的残差数据进行 DST (预测块大小为 4×4)或者 DCT (预测块大小为 8×8 、 16×16 、 32×32)的变换,然后量化,得到最终输出的系数矩阵,接着进行反量化、反变换,再与缓存中预测像素相加得到重建像素,存入缓存以供预测引擎 B 读取。

[0041] 具体的,如图 7 所示(其中每一个小方格为一个 4×4 块,里面的数字既是 4×4 块的标号,也代表处理的顺序,同时代表 4×4 块位于基本处理单元块中的位置),我们以一个基本处理单元块大小为 32×32 为例,介绍本发明的 HEVC 编码器帧内预测装置及方法的具体工作流程。

[0042] 首先,先完成预测模式的扫描和块划分情况的扫描,具体如下:

步骤 1 :对标号 0 的 4×4 块进行预测。输入的控制信号依次为:表征当前预测块的大小的控制信号(CU_size)为 4,表征当前处理块在基本处理单元块中的位置的控制信号(Blk 4×4 _num)为 0,表征当前预测的模式的控制信号(Mode)依次输入 0 至 34;

步骤 2 :计算每种模式下的 SATD 值,即将预测得到的像素与对应的原始像素作差,然后做 Hadamard 变换,取 SATD 值最小的作为最优模式。

[0043] 步骤 3 :对于标号为 1、2、3 的 4×4 块进行步骤 1、步骤 2 的操作,控制信号 Blk 4×4 _num 依次为 1、2、3,另外两个控制信号不变。

[0044] 步骤 4 :将 0、1、2、3 四个 4×4 块的最优模式下预测后计算出来的 SATD 值相加,得到由 0、1、2、3 四个 4×4 块组成的 8×8 块在分裂情况下的最优 SATD。

[0045] 步骤 5 :对标号 0、1、2、3 的四个 4×4 块组成的 8×8 块进行预测,输入的控制信号情况为 :CU_size 保持为 8,Mode 为 0 时 Blk 4×4 _num 依次为 0、1、2、3,做完预测及 SATD 的计算后将 4 个 SATD 值相加,作为此 8×8 块在模式 0 下的 SATD。类似的对 Mode 为 1 到 34 做同样的操作。

[0046] 步骤 6 :比较所有的模式的 SATD,去其最小的作为此 8×8 块在不分裂情况下的最优模式。

[0047] 步骤 7 :比较步骤 4 和步骤 6 得到的 SATD,取其较小者作为划分的最佳情况,若步骤 4 的 SATD 较小,则当前 8×8 块分裂为四个 4×4 块 ;若步骤 6 得带的 SATD 较小,则当前 8×8 块不分裂。两者中的较小值最为当前 8×8 块的最终 SATD。

[0048]

步骤 n :将最佳块划分情况及对应的最优预测模式存入缓存器。

[0049] 对之后的每个 4×4 块和 8×8 块都要做步骤 1 至步骤 7 的处理,根据递归的规律, 16×16 块和 32×32 块的操作也类似,这些步骤与步骤 1 至步骤 7 类似,以省略号代替,不再赘述。总之,每次处理完四个 4×4 块后立即处理一个 8×8 块,每次处理完四个 8×8 块后立即处理一个 16×16 块,每次处理完四个 16×16 块后立即处理一个 32×32 块,这即是本发明采用的的后序遍历。从而完成预测模式的扫描和块划分情况的扫描。

[0050] 步骤 1 至步骤 n 说明了预测模式的扫描遍历和块划分情况的扫描遍历过程,均是在预测引擎 A 中进行的,预测引擎 A 中,预测的具体流程为 :

步骤 A1 :先根据控制信息,读取相应的原始像素作为预测用到的参考像素,并对其进行推导填充、滤波处理,得到最终输出的参考像素送到三级流水的通用预测单元中。

[0051] 步骤 A2 :根据控制信息对参考像素进行行列间的投影和初步的选择,即选出当前整个预测块所需的所有参考像素作为备用参考像素。另外,根据控制信息计算预测过程中需要用到的参数 iIdx 和 iFact。(由公式(2)(3)中能看出,在模式 2 至 17 的预测过程中,对于一个 4×4 块中每一列的 4 个像素,预测用到参数 iIdx 和 iFact 是同一个值 ;类似的,在模式 18 至 34 的预测过程中,每一行的 4 个像素,预测用到参数 iIdx 和 iFact 也是同一个值。所以此步骤计算出四个 iIdx 值和四个 iFact 值,之后的处理单元都可以分为并行的四个简单处理单元,每个处理单元根据模式分别处理 4×4 块的每一行或者每一列,如图 4 所示。)

步骤 A3 :根据四个 iIdx 值从备用参考像素中选出对当前处理 4×4 块的每一行或者每一列预测需要用到的参考像素。

[0052] 步骤 A4 :根据 iFact 以及相应的参考像素,对当前处理 4×4 块的每一行或者每一列像素进行插值预测,从而得到相应的预测像素。

[0053] 接着,当步骤 1 至步骤 n 的预测模式的扫描遍历和块划分情况的扫描遍历完成之

后,进入预测引擎 B 的工作,它的具体工作流程为:

步骤 B1:从缓存器读出最佳块划分情况及对应的最优预测模式,作为控制信息。

[0054] 步骤 B2:根据控制信息,读取相应的重建像素作为预测用到的参考像素,并对其进行推导填充、滤波处理,得到最终输出的参考像素送到三级流水的通用预测单元中。

[0055] 步骤 B3:同步骤 A2;

步骤 B4:同步骤 A3;

步骤 B5:同步骤 A4;

步骤 B6:根据最终的预测像素与相应的原始像素,计算残差;

步骤 B7:等待重建过程的完成,以开始下一次的处理过程。

[0056] 当预测引擎 B 的工作完成后即进入重建回路的过程,即对残差进行变换(DCT/DST)、量化,得到最终输出的残差系数,再经过反量化、反变换(IDCT/IDST)得到重建像素,存入缓存。

[0057] 在本方案的实施例中,基本处理单元预测模式和块划分情况的扫描遍历预测与模式和块划分的判定选择过程置于系统流水线的第一级,根据最优模式和最佳块划分情况进行预测以及残差的计算过程和重建回路置于系统流水线的第二级。第一级的预测过程以原始像素为参考像素,所以对下一个处理块进行的预测不需要等待当前块的重建过程结束即可进行,减小了数据的依赖性,对一个 32×32 的基本处理单元块做完所有情况的遍历需要做 8960 次预测(每次预测处理 16 个像素点即一个处理块大小为 4×4),每次预测之间不存在时钟的空转;第二级的预测过程以重建像素为参考像素,所以对一个处理块进行的预测需要等待当前块的重建过程结束后才能进行,不过不用进行所有情况的遍历,处理完一个 32×32 的基本处理单元块只需要做 64 次预测,每两次预测之间存在时钟的空转,以等待重建的完成。两级的时间能很好的匹配,这样当第二级在进行一个 32×32 的基本处理单元块的处理时,第一级可以对下一个 32×32 的基本处理单元块进行处理,从而形成有效的流水线结构,如图 3 所示,提高了吞吐率。

[0058] 在本方案的实施例中,基本处理单元块划分情况的扫描遍历,采用后序遍历的方式,如图 5 所示,即从最低层的“叶”(4×4 大小块)开始进行操作,每次处理完四个“叶”则对它们的“根”进行操作,以此类推继续下去,这样每次处理完四个“叶”和一个“根”,就可以从两种中选择其一作为最佳的划分情况而将另一个彻底丢弃,不用存储,从而节省了中间变量存储器的面积。

[0059] 在本方案的实施例中,基本处理单元块预测模式的扫描遍历,由于预测器处理的单元即是 4×4 块,因此对于预测块大小为 4×4 的,依次进行 35 种模式的预测即可。而对于更大的块,每次进行一种模式的预测时,都要依次处理完它的每一个 4×4 子块,再进行下一种模式的预测,如图 6 所示。这样对于大块而言,每种模式做完,只需更新一下最优模式的存储(保持原值还是替换为刚完成的模式)即可,也在一定程度上节省了存储器的大小。

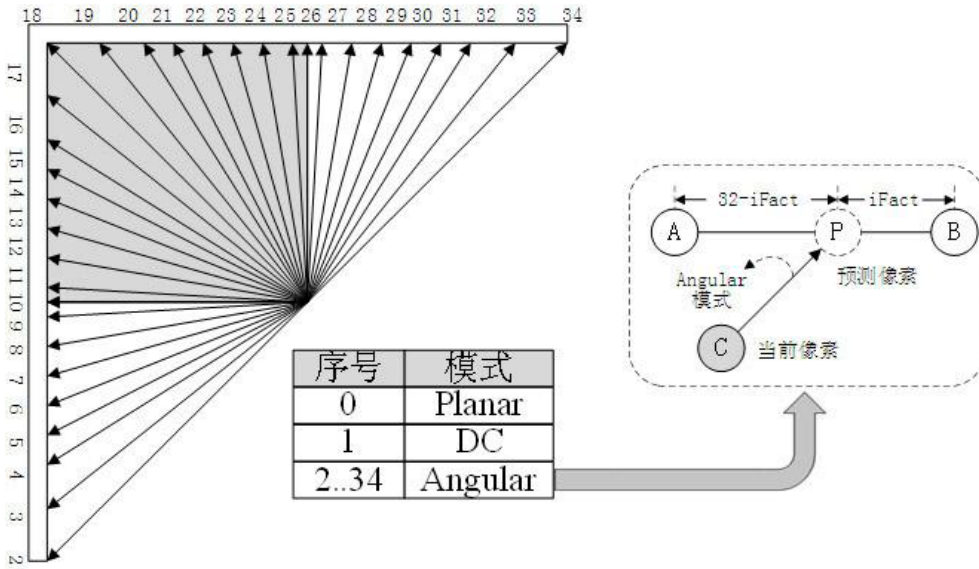


图 1

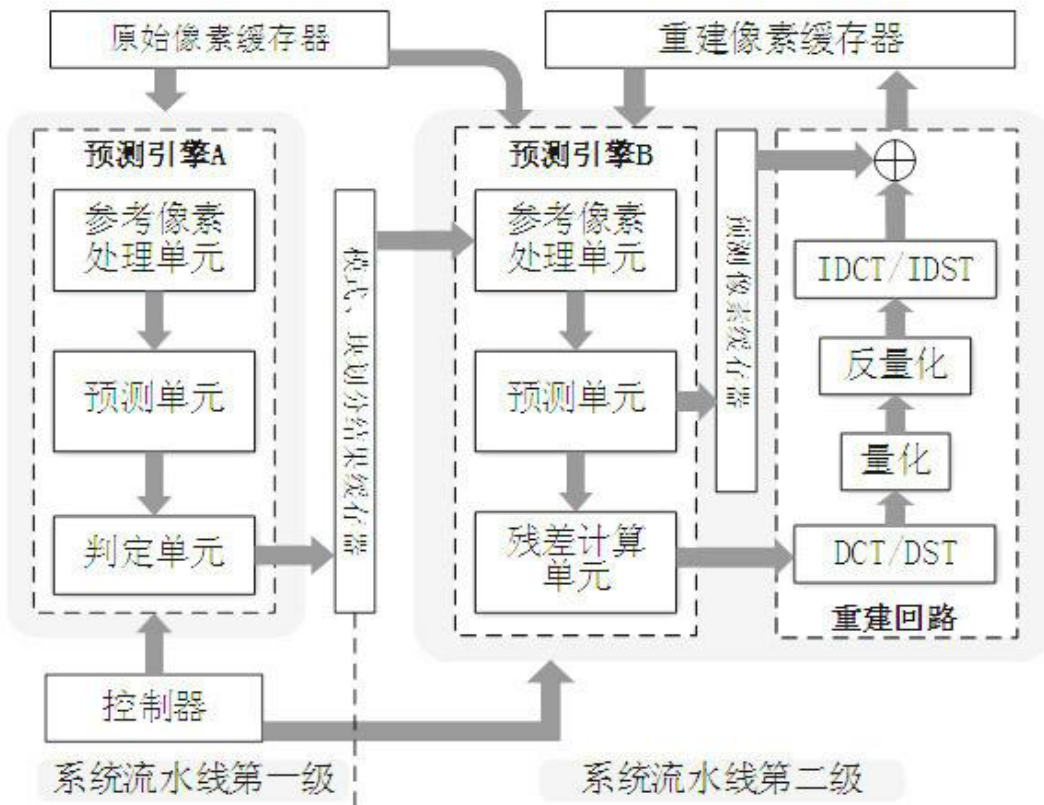


图 2



图 3

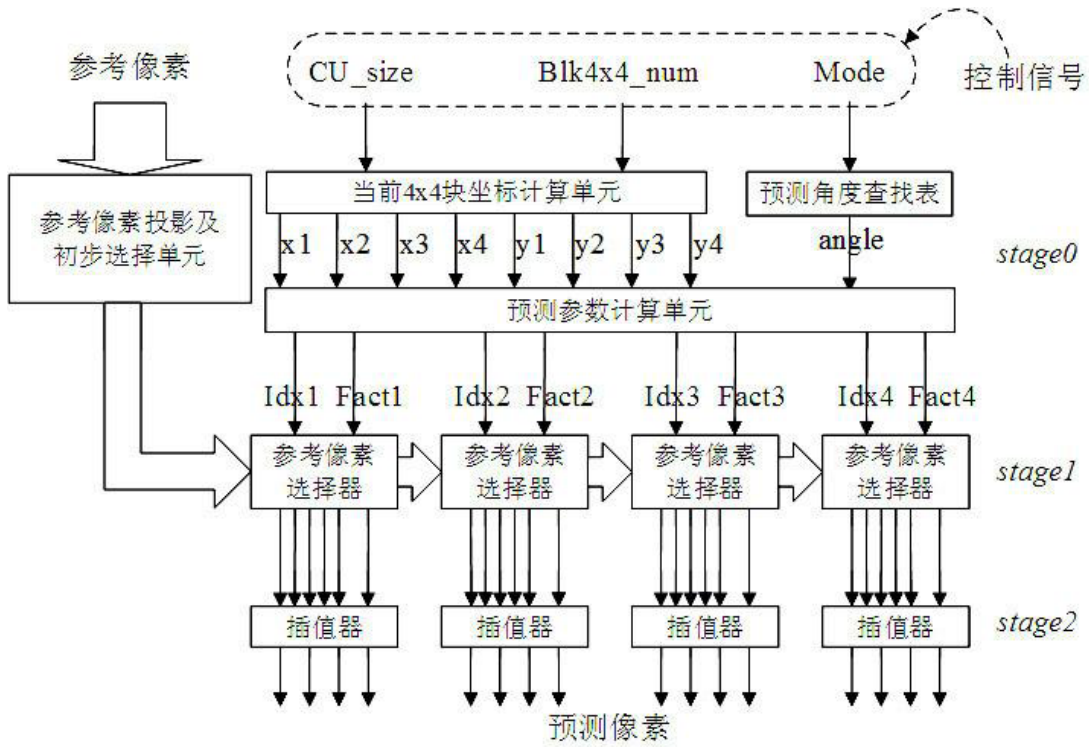


图 4

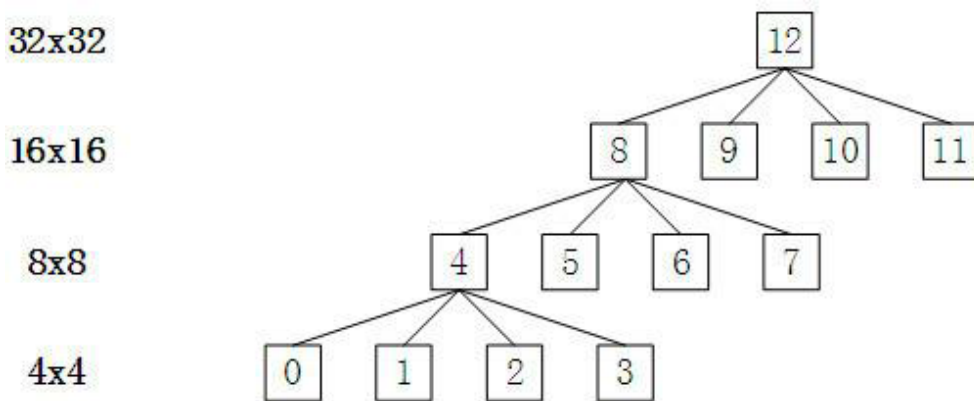


图 5

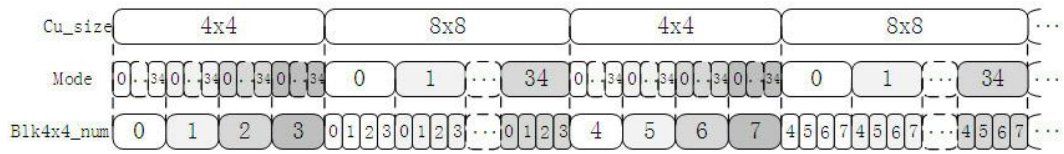


图 6

0	1	4	5	16	17	20	21
2	3	6	7	18	19	22	23
8	9	12	13	24	25	28	29
10	11	14	15	26	27	30	31
32	33	36	37	48	49	52	53
34	35	38	39	50	51	54	55
40	41	44	45	56	57	60	61
42	43	46	47	58	59	62	63

图 7