SooPAT

一种适用于HEVC标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法

申请号：201410591005.6
申请日：2014-10-29

申请(专利权)人　复旦大学
地址　200433 上海市杨浦区邯郸路220号
发明(设计)人　范益波　黄磊磊　刘聪　白宇峰　曾晓洋

主分类号　H04N19/593(2014.01)I
分类号　H04N19/593(2014.01)I　H04N19/176(2014.01)I
公开(公告)号　104363459A
公开(公告)日　2015-02-18
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

www.soopat.com

注：本页蓝色字体部分可点击查询相关专利

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104363459 A
(43)申请公布日 2015.02.18

(21)申请号 201410591005.6

(22)申请日 2014.10.29

(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 黄磊磊 刘聪 白宇峰
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 19/593(2014.01)
H04N 19/176(2014.01)

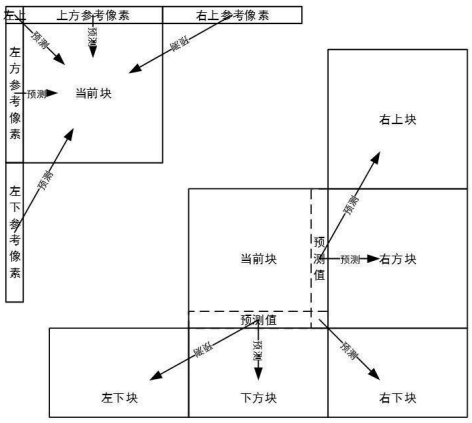
权利要求书3页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法

(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 标准中帧内预测参考像素的硬件填充方法。在 HEVC 中，帧内预测是基于块的对象执行的，每个方块由若干个排列成正方形的像素组成。按照 HEVC 标准中的预测顺序，对于某些块，其右上、上方、左上、左方和左下的参考像素中的部分或者全部可能不存在，这时候就需要对该参考像素进行填充操作。本发明使用两块级联的查找表和 5 组选择器完成填充操作；可以有效地减少芯片处理时对于参考像素的填充时间，从而高效地实现高清视频的实时编码。



CN 104363459 A

1. 一种适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法，其特征在于：使用两块级联的查找表和 5 组选择器完成填充操作；

在填充操作之前，首先判定参考像素的存在性，使用两块级联的查找表作为判定方法：

第一级查找表根据当前块所在的边长为 32 的处理块的位置来确定这一 32 块右上、上方、左上、左方和左下的参考像素的存在性：

PB32_Position	PB32_tl	PB32_t	PB32_l
第 0 个 PB32	不存在	不存在	不存在
第 0 行 PB32（除第 0 个 PB32）	不存在	不存在	存在
第 0 列 PB32（除第 0 个 PB32）	不存在	存在	不存在
其他	存在	存在	存在

PB32_Position	PB32_r
第 0 行 PB32	不存在
处于奇数行且处于奇数列的 PB32	不存在
其他	存在

PB_32_Position	PB32_d
第 0 行 PB32	不存在
处于偶数行且处于偶数列的 PB32	存在
其他	不存在

其中，PB32_Position 是边长为 32 的处理块在当前图像中的位置，从 0 开始计数，行数和列数也从 0 开始计数，PB32_tl、PB32_t、PB32_l、PB32_r 和 PB32_d 分别是该边长为 32 的处理块右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性；

第二级查找表根据第一级查找表的结果、当前处理块的大小和其所在的边长为 32 的块内的相对位置来得到当前块右上、上方、左上、左方和左下的参考像素的存在性：

PB_Position>> ((log2PB_Size)-2)*2)	PB_Size	左上	上方	左方	右上	左下
3,7,11,13,15,19,23,27, 29,31,35,39,43,45,47, 51,53,55,59,61,63	4,8,16,32	存在	存在	存在	不存在	不存在
6,9,14,22,25,26,30,33, 37,38,41,49,46,54,57, 58,62	4,8,16,32	存在	存在	存在	存在	不存在
12,18,24,28,36,44,48, 50,52,56,60	4,8,16,32	存在	存在	存在	存在	存在
4,16,20	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	存在
17	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
21	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
8,32,34,40	4,8,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
42	4,8,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
1	16	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
1	4,8,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
5	8	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
5	4,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
2	16	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
2	4,8,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
10	8	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
10	4,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
0	32	PB32_tl	PB32_t	PB32_l	PB32_r	PB32_d
0	4,8,16	PB32_tl	PB32_t	PB32_l	PB32_t	PB32_l

其中，PB_Position 是当前处理块在其所在的边长为 32 的处理块内的相对位置；PB_Size 是当前处理块的大小，以边长表征其值，即使用 4 表示一个边长为 4 的处理块，使用 8 表示一个边长为 8 的处理块，依次类推 16 和 32 的情况；PB32_tl、PB32_t、PB32_l、PB32_r 和 PB32_d 分别是当前处理块所在的边长为 32 的处理块，其右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性；PB_Position 是通过对于当前处理单元内的最小块，即边长为 4 的处理块，依照 Z 字即 Zig-Zag 顺序由 0 开始编号得到的；对于所有大小的处理块都以其左上角边长为 4 的处理块的 Z 字顺序作为其位置；

得到当前块右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性后，使用 5 组选择器选出真正的参考像素。

一种适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法

技术领域

[0001] 本发明属于数字视频技术领域，针对 HEVC 视频编解码标准，具体涉及一种适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法。

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，即 H.264/AVC 标准，压缩率提高一倍。

[0003] 基于 HEVC 的视频编码器，主要由以下模块组成：帧内预测、帧间预测、变换、量化、反量化、反变换、重建、去方块滤波器、自适应样点补偿等。其中，帧内预测将利用同一帧图像内相邻像素之间的相关性，采用合适的方法进行预测，以减小空间冗余度，从而达到压缩的效果。

[0004] 在 HEVC 中，帧内预测是基于块的对象执行的，每个方块由若干个排列成正方形的像素组成。为了得到当前块的预测值，即完成对于当前块的帧内预测，需要该方块右上、上方、左上、左方和左下方紧邻的且已经存在的预测值作为参考，如图 1 左上部分所示。这些预测值是通过执行在对于当前块的预测之前的、对于相应块的预测而得到的，并被称为帧内预测的参考像素。另一方面，当前块所产生的预测值亦可能成为其右上、右方、右下、下方和左下方块的参考像素，如图 1 右下部分所示。按照 HEVC 标准中的预测顺序，对于某些块，其右上、上方、左上、左方和左下的参考像素中的部分或者全部可能是不存在的，这时候就需要对该参考像素进行填充操作。由于该填充操作与当前处理块的位置和大小有着紧密的关系，在硬件上很难用一种统一且简单的方式完成，因此这一操作成为了准备帧内预测参考像素的瓶颈之一。而本发明可以有效地减少芯片处理时，对于参考像素的填充时间，从而高效地实现高清视频的实时编码。

[0005] 为了提高预测的准确性，HEVC 引入了基于四叉树的块结构，具体地，图像处理块的最大单位可以是一个 64×64 块，而该 64×64 块可以被划分成 4 个 32×32 块，每个 32×32 块又可以被划分为 4 个 16×16 块，依次类推直到 4×4 块的层次。对于不同的处理块，其右上、上方、左上、左方和左下的参考像素需要根据当前处理块的位置和大小做填充操作：

具体地，当某一个参考像素不存在时，如果该像素处于左下块，应依次搜索左方、左上、上方、右上的参考像素取与其最近的像素；如果该像素处于左方块，应依次搜索左上、上方、右上、左下的参考像素取与其最近的像素；如果该像素处于左上块，应依次搜索上方、右上、左方、左下的参考像素取与其最近的像素；如果该像素处于上方块，应依次搜索右上、左上、左方、左下的参考像素取与其最近的像素；如果该像素处于右上块，应依次搜索上方、左上、左方、左下的参考像素取与其最近的像素并加以填充，如果都不存在，那么取值 128 作为参考像素。

[0006] 由于帧内预测的过程就是选择最佳划分最佳模式的过程，而在这样的过程中，参

考像素将被频繁地产生、存储、读取和更新。因此，对于这些参考像素的填充效率将直接影响对于资源的占用和编码的效率。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提出一种可以克服现有技术不足的、适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法。

[0008] 本发明提出的适用于 HEVC 标准中帧内预测的参考像素的硬件填充方法，在进行填充操作之前，首先需要判定参考像素的存在性。对于在同一个边长为 32 的处理块内，第 0 行和第 0 列的处理块需要判断该 32 块左下、左方、左上、上方、右上的参考像素是否存在，对于其他参考像素的存在性只可能有三种 :左方、左上、上方、右上的参考像素存在，左下不存在 ;左方、左上、上方的参考像素存在，左下、右上不存在 ;左下、左方、左上、上方、右上的参考像素都存在，如图 2 所示。按照图 2 中的标记方式，将一个 32 块内的所有处理块进行填色，如图 3 所示。

[0009] 依据该图，本方法使用两块级联的查找表作为判定方法。第一级查找表根据当前块所在的边长为 32 的处理块的位置来确定这一 32 块右上、上方、左上、左方和左下的参考像素的存在性 :

PB32_Position	PB32_tl	PB32_t	PB32_l
第 0 个 PB32	不存在	不存在	不存在
第 0 行 PB32（除第 0 个 PB32）	不存在	不存在	存在
第 0 列 PB32（除第 0 个 PB32）	不存在	存在	不存在
其他	存在	存在	存在

PB32_Position	PB32_r
第 0 行 PB32	不存在
处于奇数行且处于奇数列的 PB32	不存在
其他	存在

PB_32_Position	PB32_d
第 0 行 PB32	不存在
处于偶数行且处于偶数列的 PB32	存在
其他	不存在

其中，PB32_Position 是边长为 32 的处理块在当前图像中的位置，从 0 开始计数，行数和列数也从 0 开始计数，PB32_tl、PB32_t、PB32_l、PB32_r 和 PB32_d 分别是该边长为 32 的处理块右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性。

[0010] 第二级查找表根据第一级查找表的结果、当前处理块的大小和其所在的边长为 32 的块内的相对位置来得到当前块右上、上方、左上、左方和左下的参考像素的存在性。

PB_Position>> ((log2PB_Size)-2)*2)	PB_Size	左上	上方	左方	右上	左下
3,7,11,13,15,19,23,27,29,31,35,39,43,45,47,51,53,55,59,61,63	4,8,16,32	存在	存在	存在	不存在	不存在
6,9,14,22,25,26,30,33,37,38,41,49,46,54,57,58,62	4,8,16,32	存在	存在	存在	存在	不存在
12,18,24,28,36,44,48,50,52,56,60	4,8,16,32	存在	存在	存在	存在	存在
4,16,20	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	存在
17	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
21	4,8,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
8,32,34,40	4,8,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
42	4,8,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
1	16	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
1	4,8,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
5	8	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_r	不存在
5	4,16,32	PB32_t	PB32_t	存在	PB32_t	不存在
2	16	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
2	4,8,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
10	8	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_d
10	4,16,32	PB32_l	存在	PB32_l	存在	PB32_l
0	32	PB32_tl	PB32_t	PB32_l	PB32_r	PB32_d
0	4,8,16	PB32_tl	PB32_t	PB32_l	PB32_t	PB32_l

[0011] 其中，PB_Position 是当前处理块在其所在的边长为 32 的处理块内的相对位置；PB_Size 是当前处理块的大小，以边长表征其值，即使用 4 表示一个边长为 4 的处理块，使用 8 表示一个边长为 8 的处理块，依次类推 16 和 32 的情况；PB32_tl、PB32_t、PB32_l、PB32_r 和 PB32_d 分别是当前处理块所在的边长为 32 的处理块，其右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性。值得注意的是 PB_Position 是通过对于当前处理单元内的最小块，即边长为 4 的处理块，依照 Z 字(Zig-Zag)顺序由 0 开始编号得到的，如图 4 所示。对于所有大小的处理块都以其左上角边长为 4 的处理块的 Z 字顺序作为其位置。

[0012] 得到当前块右上、上方、左上、左方和左下参考像素的存在性后，可以使用如图 5

所示的5组选择器选出真正的参考像素。具体过程是，如果右上参考像素是存在的，那么凡是标记有右上存在信号的选择器都将右边的输入信号输出到下一级，否则输出左边的输入信号。对于上方、左上、左方和左下的情况，与之完全一致。当所有的选择器都完成了输出的选择后，最终的、同时也是真正的参考像素也就被填充完成了。

附图说明

[0013] 图1：HEVC参考像素说明图。

[0014] 图2：3种可能的参考像素存在性情况。

[0015] 图3：1个32块内各个处理块的存在性。

[0016] 图4：Z字顺序和边长为4的块的编号。

[0017] 图5：5组参考像素选择器。

[0018] 图6：参考像素的填充示例1。

[0019] 图7：参考像素的填充示例2。

[0020] 图8：参考像素的填充示例3。

[0021] 图9：参考像素的填充示例4。

具体实施方式

[0022] 下面通过实例并结合附图，进一步具体描述本发明方法。

[0023] 如于图6中灰色标记的处理块，该处理块的编址PB_Position为13，大小PB_Size为4，那么PB_Position>>((log$_2$PB_Size)-2)*2)为13，根据两级查找表有：

左上	上方	左方	右上	左下
存在	存在	存在	不存在	不存在

符合图6所描述的情况。

[0024] 又如图7中灰色标记的处理块，该处理块的编址PB_Position为24，大小PB_Size为8，那么PB_Position>>((log$_2$PB_Size)-2)*2)为13，根据两级查找表有：

左上	上方	左方	右上	左下
存在	存在	存在	存在	不存在

符合图7描述的情况。

[0025] 又如图8中灰色标记的处理块，该处理块的编址PB_Position为48，大小PB_Size为16，那么PB_Position>>((log$_2$PB_Size)-2)*2)为3，根据两级查找表有：

左上	上方	左方	右上	左下
存在	存在	存在	不存在	不存在

如何图8描述的情况。

[0026] 再如图9中灰色标记的处理块，该处理块的编址PB_Position为8，大小PB_Size为8，那么PB_Position>>((log$_2$PB_Size)-2)*2)为2，根据查找表有：

左上	上方	左方	右上	左下
PB32_1	存在	PB32_1	存在	PB32_1

又该处理块所在32块处于第1行第1列：

PB32_tl	PB32_t	PB32_l	PB32_r	PB32_d
存在	存在	存在	不存在	不存在

总之，有：

左上	上方	左方	右上	左下
存在	存在	存在	存在	存在

符合图 9 描述的情况。

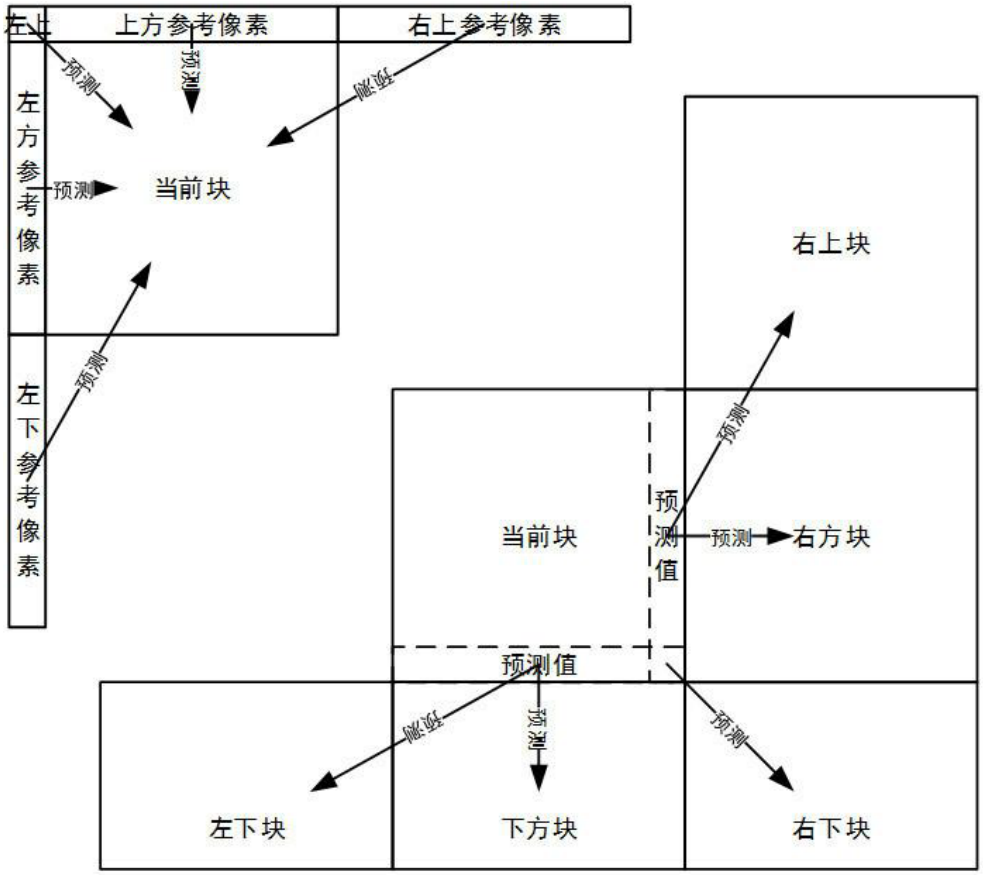

左上
上方参考像素
右上参考像素
预测
左方参考像素
当前块
左下参考像素
右上块
当前块
预测值
右方块
预测值
左下块
下方块
右下块

图 1

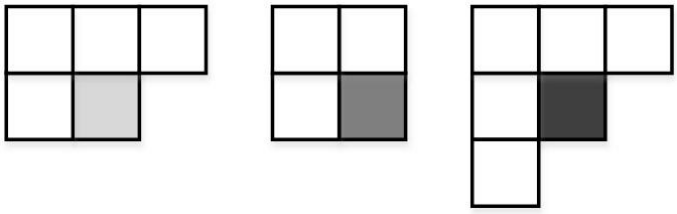


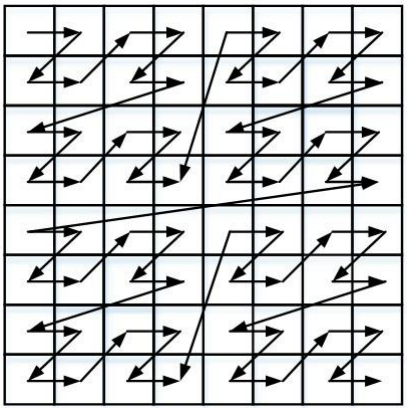
图 2

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

0	4	16	20
8	12	24	28
32	36	48	52
40	44	56	60

0	16
32	48

图 3



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 4

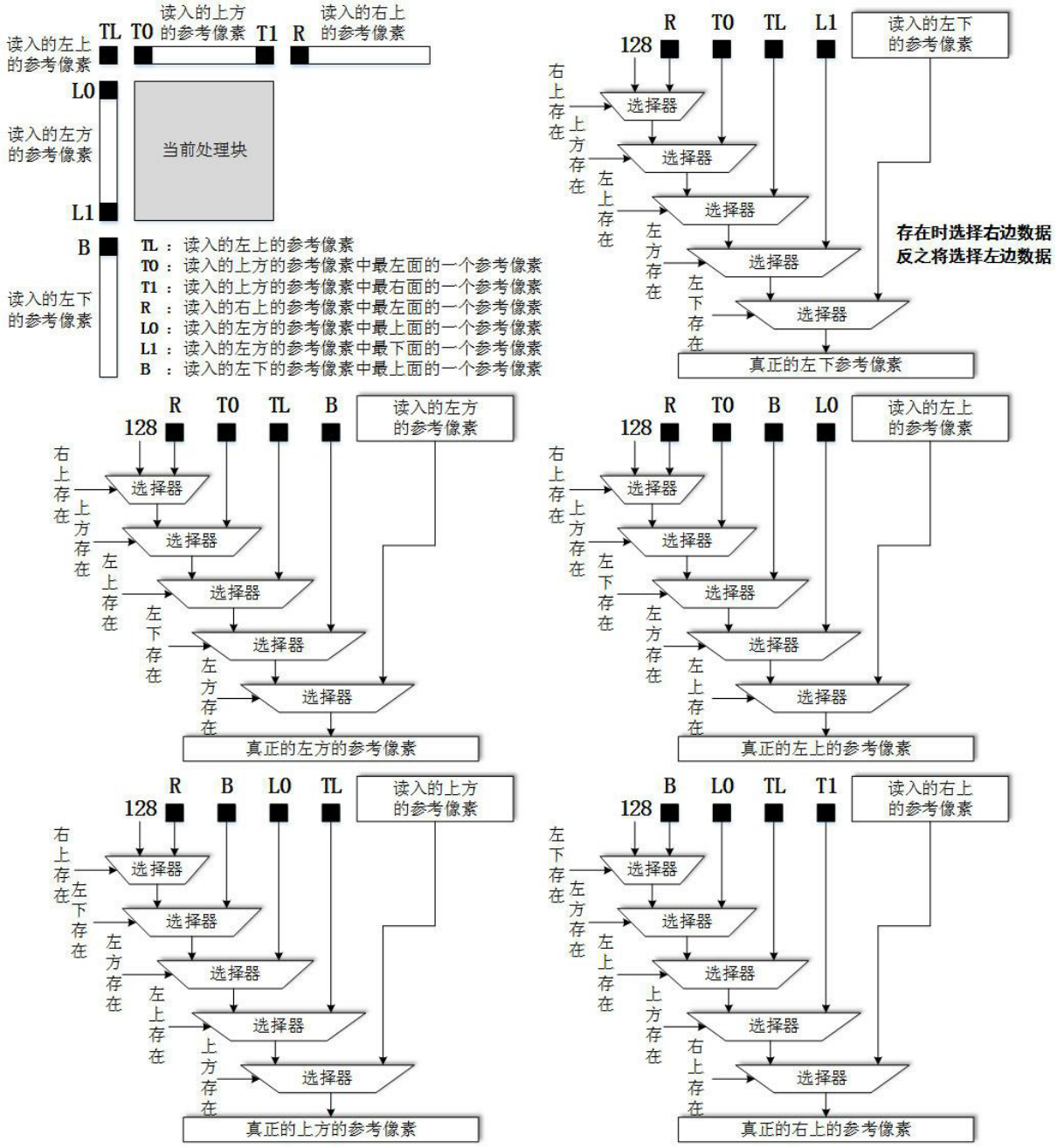

读入的左上的参考像素
TL
T0
读入的上方的参考像素
T1
R
读入的右上的参考像素
L0
读入的左方的参考像素
当前处理块
L1
B
读入的左下的参考像素
TL ： 读入的左上的参考像素
T0 ： 读入的上方的参考像素中最左面的一个参考像素
T1 ： 读入的上方的参考像素中最右面的一个参考像素
R ： 读入的右上的参考像素中最左面的一个参考像素
L0 ： 读入的左方的参考像素中最上面的一个参考像素
L1 ： 读入的左方的参考像素中最下面的一个参考像素
B ： 读入的左下的参考像素中最上面的一个参考像素
128
选择器
右上存在
上方存在
左上存在
左方存在
左下存在
读入的左下的参考像素
真正的左下参考像素
存在时选择右边数据
反之将选择左边数据
读入的左方的参考像素
真正的左方的参考像素
读入的左上的参考像素
真正的左上的参考像素
读入的上方的参考像素
真正的上方的参考像素
读入的右上的参考像素
真正的右上的参考像素

图 5

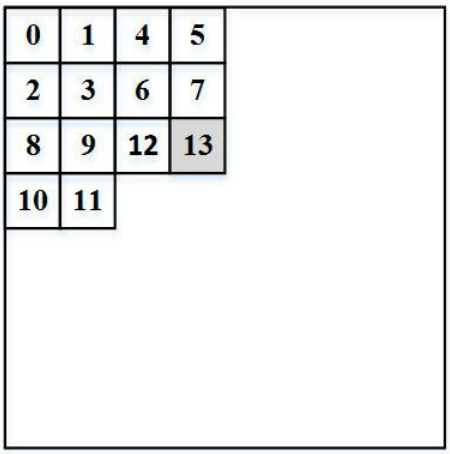

0 1 4 5
2 3 6 7
8 9 12 13
10 11

图 6

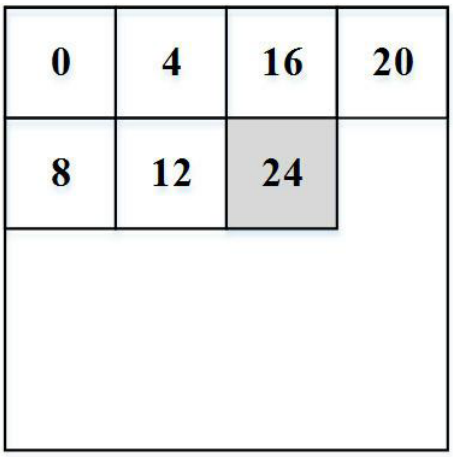

0 4 16 20
8 12 24

图 7

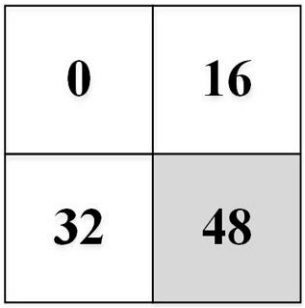

0 16
32 48

图 8

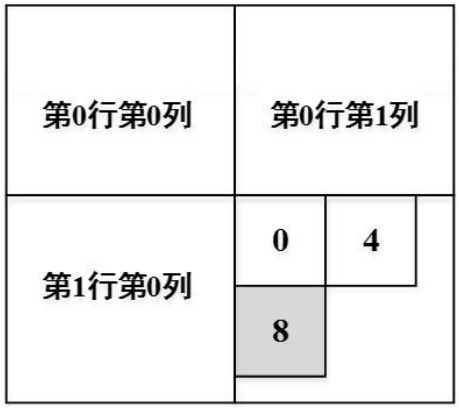

第0行第0列
第0行第1列
第1行第0列
0 4
8

图 9