

# 适用于HEVC标准的编码器中 SAO模式判决的拉格朗日乘子取 值方法

申请号：[201310377943.1](#)

申请日：2013-08-27

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](#) [沈蔚炜](#) [刘聪](#) [曾晓洋](#)  
主分类号 [H04N7/26\(2006.01\)I](#)  
分类号 [H04N7/26\(2006.01\)I](#) [H04N7/50\(2006.01\)I](#)  
公开(公告)号 103442230A  
公开(公告)日 2013-12-11  
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](#)



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103442230 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 11

(21) 申请号 201310377943. 1

(22) 申请日 2013. 08. 27

(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 沈蔚炜 刘聪 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)

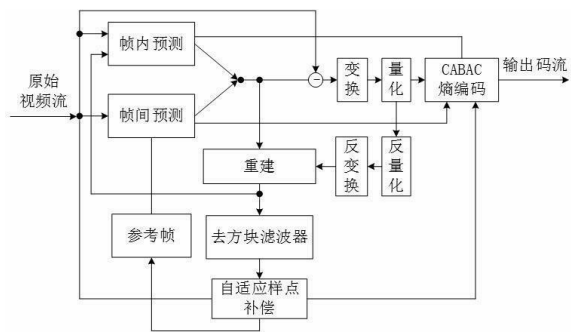
权利要求书3页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

适用于 HEVC 标准的编码器中 SAO 模式判决的拉格朗日乘子取值方法

(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 标准的编码器中 SAO 模式判决的拉格朗日乘子取值方法。本发明在进行图像的亮度分量 Y 模式判决时,通过式  $Cost = Distortion + \lambda_Y * Bitrate$  判决出最优模式;在进行 Y 的两个色度分量 Cb 和 Cr 模式判决时,通过式  $Cost = Distortion + \lambda_{Cb\&Cr} * Bitrate$  判决出最优模式;Y 分量下的拉格朗日乘子  $\lambda_Y$  和 Cb、Cr 分量下的拉格朗日乘子  $\lambda_{Cb\&Cr}$ ,分别通过查表得到。本发明可以简化模式判决时的乘法器运算,减小了硬件的开销,同时也可使硬件的工作频率显著提高,从而实现高清视频的实时编码。



1. 一种快速的适用于 HEVC 标准的编码器中 SAO 模式判决的拉格朗日乘子取值方法, 其特征在于具体步骤为:

在进行 Y 分量模式判决时, 通过式 (2) 判决出最优模式; 其中, Distortion 为在某一模式下图像与原始图像之间的失真,  $\lambda_Y$  为 Y 分量下的拉格朗日乘子, Bitrate 为传输该模式及该模式下的偏移值所需要的比特率, Cost 为在某一模式下的代价值;  $\lambda_Y$  通过以 QP 为输入查询表 1 可得, QP 为当前分量的量化步长值;

在进行 Cb 和 Cr 分量模式判决时, 通过式 (4) 判决出最优模式; 其中, Distortion 为在某一模式下图像与原始图像之间的失真,  $\lambda_{Cb\&Cr}$  为 Cb 和 Cr 分量下的拉格朗日乘子, Bitrate 为传输该模式及该模式下的偏移值所需要的比特率, Cost 为在某一模式下的代价值;  $\lambda_{Cb\&Cr}$  通过以 QP<sub>chroma</sub> 为输入查询表 1 得到, 而 QP<sub>chroma</sub> 通过以 QP 为输入查询表 2 得到, QP 为当前分量的量化步长值;

其中, Y 为图像的亮度分量, Cb、Cr 分别为 Y 对应的两个色度分量;

$$Cost = Distortion + \lambda_Y * Bitrate \quad (2)$$

$$Cost = Distortion + \lambda_{Cb\&Cr} * Bitrate \quad (4)$$

表 1. 拉姆达  $\lambda_Y$  和  $\lambda_{Cb\&Cr}$  取值表

| QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ | QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ | QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ |
|-----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 0                           | 0           | 0                  | 18                          | 2           | 2                  | 36                          | 146         | 92                 |
| 1                           | 0           | 0                  | 19                          | 3           | 3                  | 37                          | 184         | 92                 |
| 2                           | 0           | 0                  | 20                          | 4           | 4                  | 38                          | 232         | 116                |
| 3                           | 0           | 0                  | 21                          | 5           | 5                  | 39                          | 292         | 116                |
| 4                           | 0           | 0                  | 22                          | 6           | 6                  | 40                          | 368         | 146                |
| 5                           | 0           | 0                  | 23                          | 7           | 7                  | 41                          | 463         | 146                |
| 6                           | 0           | 0                  | 24                          | 9           | 9                  | 42                          | 584         | 184                |
| 7                           | 0           | 0                  | 25                          | 11          | 11                 | 43                          | 735         | 184                |
| 8                           | 0           | 0                  | 26                          | 14          | 14                 | 44                          | 927         | 232                |
| 9                           | 0           | 0                  | 27                          | 18          | 18                 | 45                          | 1167        | 292                |
| 10                          | 0           | 0                  | 28                          | 23          | 23                 | 46                          | 1471        | 368                |
| 11                          | 0           | 0                  | 29                          | 29          | 29                 | 47                          | 1853        | 463                |
| 12                          | 1           | 1                  | 30                          | 36          | 29                 | 48                          | 2335        | 584                |
| 13                          | 1           | 1                  | 31                          | 46          | 36                 | 49                          | 2942        | 735                |
| 14                          | 1           | 1                  | 32                          | 58          | 46                 | 50                          | 3706        | 927                |
| 15                          | 1           | 1                  | 33                          | 73          | 58                 | 51                          | 4669        | 1167               |
| 16                          | 1           | 1                  | 34                          | 92          | 73                 |                             |             |                    |
| 17                          | 2           | 2                  | 35                          | 116         | 73                 |                             |             |                    |

表 2. QP<sub>chroma</sub> 取值表

| QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> |
|----|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|
| 0  | 0                    | 13 | 13                   | 26 | 26                   | 39 | 35                   |
| 1  | 1                    | 14 | 14                   | 27 | 27                   | 40 | 36                   |
| 2  | 2                    | 15 | 15                   | 28 | 28                   | 41 | 36                   |
| 3  | 3                    | 16 | 16                   | 29 | 29                   | 42 | 37                   |
| 4  | 4                    | 17 | 17                   | 30 | 29                   | 43 | 37                   |
| 5  | 5                    | 18 | 18                   | 31 | 30                   | 44 | 38                   |
| 6  | 6                    | 19 | 19                   | 32 | 31                   | 45 | 39                   |
| 7  | 7                    | 20 | 20                   | 33 | 32                   | 46 | 40                   |
| 8  | 8                    | 21 | 21                   | 34 | 33                   | 47 | 41                   |
| 9  | 9                    | 22 | 22                   | 35 | 33                   | 48 | 42                   |
| 10 | 10                   | 23 | 23                   | 36 | 34                   | 49 | 43                   |
| 11 | 11                   | 24 | 24                   | 37 | 34                   | 50 | 44                   |
| 12 | 12                   | 25 | 25                   | 38 | 35                   | 51 | 45                   |

## 适用于 HEVC 标准的编码器中 SAO 模式判决的拉格朗日乘子 取值方法

### 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,具体涉及一种适用于 HEVC 视频编码标准下,硬件视频编码器中 SAO 模块的模式判决的拉格朗日乘子取值方法。

### 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] 基于 HEVC 的视频编码器,其结构图如图 1 所示,主要由以下几个模块组成: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、自适应样点补偿等模块组成。视频压缩编码的基本过程可以概括如下:1. 利用帧内预测或帧间预测方式对当前原始视频流像素进行预测;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 CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)熵编码形成最后的压缩输出码流;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帧像素。

[0004] 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  $64 \times 64$ ,它还可以继续递归地划分为  $32 \times 32$ 、 $16 \times 16$ 、 $8 \times 8$ 、 $4 \times 4$  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] SAO(Sample Adaptive Offset)模块即为图 1 中的自适应样点补偿模块,该模块主要通过原始像素值与经过去方块滤波器以后像素值的比较获得偏移量的值,再将偏移量的值加到经过去方块滤波器以后像素值上,减少图像的失真,使重建图像具有更好的质量和 PSNR 值(峰值信噪比)。

[0006] 在该模块做模式判决时,需要计算该模式下的拉姆达值,在 HEVC 的官方参考软件 HM9.0 中,该拉姆达的取值是浮点数,而浮点数的乘法计算步骤在硬件设计中是一个耗时、耗芯片面积,同时会限制芯片工作频率的过程。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种可克服现有技术的不足,快速的适用于 HEVC 标准的编码器中 SAO 模式判决的拉姆达取值方法。

[0008] 在平常的原始视频流里面,每幅图像包括一个亮度分量(Y),每个亮度分量对应两个色度分量(Cb、Cr)。在 SAO 模块中,其基于一个  $64 \times 64$  大小的 Y 分量块和两个  $32 \times 32$  Cr、Cb 分量块。SAO 模块有两种基本模块 E0(Edge Offset)边缘补偿和 B0(Band Offset)条带补偿,E0 通过比较当前像素块中每个像素点与之相邻像素点的值,得到一些统计信息来获得偏移量的值;B0 是通过每个像素点自身的值,得到一些统计信息来获得偏移量的值;其中,

EO 模式下根据比较的相邻像素的不同位置,可分为四种模式:EO\_0、EO\_1、EO\_2、EO\_3,如图 2 所示,设 c 为当前像素点,a 和 b 为所需比较的相邻像素点,则模式 EO\_0 的像素点位置为自左至右为 a、c、b,模式 EO\_1 的像素点位置为自上至下为 a、c、b,模式 EO\_2 的的像素点位置为左上、中间、右下对角线分别为 a、c、b,模式 EO\_3 的像素点位置为右上、中间、左下对角线分别为 a、c、b。

[0009] 由此,通过一些统计信息,可以得到当前块 Y 分量在 EO\_0、EO\_1、EO\_2、EO\_3、B0 五种模式下各自 4 个偏移量,一共 20 个偏移量;Cb 和 Cr 分量分别在 EO\_0、EO\_1、EO\_2、EO\_3、B0 五种模式下各自有 4 个偏移量。

$$[0010] \quad \mathit{Cost} = \mathit{Distortion} + \lambda * \mathit{Bitrate} \quad (1).$$

[0011] 其中,Distortion (失真)为在某一模式下图像与原始图像之间的失真, $\lambda$  (拉姆达)即为拉格朗日乘子,Bitrate 比特率即为传输该模式及该模式下的偏移值所需要的比特率,Cost 为在某一模式下的代价值。

[0012] 首先,Y 分量会比较该分量在 EO\_0、EO\_1、EO\_2、EO\_3、B0 这 5 种模式下,哪一种模式所得出的 Cost 最小,即 Y 分量选择改模式下的 4 个偏移量。在通常情况下,式(2)中的拉姆达  $\lambda_Y$ ,通过式(3)计算可得,但这样的计算方式在硬件设计中速度慢,本发明通过表 1 用查表的方式即可快速的获得拉姆达  $\lambda_Y$  的值,此时查表时的输入为 QP。同时使得式(2)中的乘法器运算变得简单。这样,通过式(2)可以得到 Y 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量。

$$[0013] \quad \mathit{Cost} = \mathit{Distortion} + \lambda_Y * \mathit{Bitrate} \quad (2)$$

$$\lambda_Y = \mathit{constan} t * 2^{((QP-12)/3.0)} \quad (3).$$

[0014] 其次,通过式(4)模式判决选出 Cb 分量的最优模式及该模式下的 4 个偏移量。在通常情况下,式(5)中的拉姆达  $\lambda_{Cb\&Cr}$ ,通过式(5)计算可得,但这样的计算方式在硬件设计中速度慢,本发明通过表 1 用查表的方式即可快速的获得拉姆达  $\lambda_{Cb\&Cr}$  的值,此时查表时的输入为  $QP_{chroma}$ , $QP_{chroma}$  通过查表 2 获得。同时使得式(4)中的乘法器运算变得简单。这样,通过式(4)可以得到 Cb 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量。同理,得到 Cb 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量;Cr 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量,可以用类似的方法得到。

$$[0015] \quad \mathit{Cost} = \mathit{Distortion} + \lambda_{Cb\&Cr} * \mathit{Bitrate} \quad (4)$$

$$\lambda_{Cb\&Cr} = \mathit{constan} t * 2^{(QP_{chroma}/3)} \quad (5).$$

[0016] 得到当前 Y 分量、Cb 分量和 Cr 分量各自的最优模式以及最优模式下的 4 个偏移量后,还需要和 merging 模式比较,merging 模式即为当前 Y 分量、Cb 分量和 Cr 分量复用左边块或者上边块的模式及该模式下的偏移量。该判决通用式(6)进行判决,其中和的获取方式通过表 1 得到,最终选取最优模式。

[0017]

$$Cost = Distortion_Y * \lambda_{Cb\&Cr} + Distortion_{Cb\&Cr} * \lambda_Y + \lambda_Y * \lambda_{Cb\&Cr} * Bitrate \quad (6)$$

表 1. 拉姆达  $\lambda_Y$  和  $\lambda_{Cb\&Cr}$  取值表

| QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ | QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ | QP/<br>QP <sub>chroma</sub> | $\lambda_Y$ | $\lambda_{Cb\&Cr}$ |
|-----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 0                           | 0           | 0                  | 18                          | 2           | 2                  | 36                          | 146         | 92                 |
| 1                           | 0           | 0                  | 19                          | 3           | 3                  | 37                          | 184         | 92                 |
| 2                           | 0           | 0                  | 20                          | 4           | 4                  | 38                          | 232         | 116                |
| 3                           | 0           | 0                  | 21                          | 5           | 5                  | 39                          | 292         | 116                |
| 4                           | 0           | 0                  | 22                          | 6           | 6                  | 40                          | 368         | 146                |
| 5                           | 0           | 0                  | 23                          | 7           | 7                  | 41                          | 463         | 146                |
| 6                           | 0           | 0                  | 24                          | 9           | 9                  | 42                          | 584         | 184                |
| 7                           | 0           | 0                  | 25                          | 11          | 11                 | 43                          | 735         | 184                |
| 8                           | 0           | 0                  | 26                          | 14          | 14                 | 44                          | 927         | 232                |
| 9                           | 0           | 0                  | 27                          | 18          | 18                 | 45                          | 1167        | 292                |
| 10                          | 0           | 0                  | 28                          | 23          | 23                 | 46                          | 1471        | 368                |
| 11                          | 0           | 0                  | 29                          | 29          | 29                 | 47                          | 1853        | 463                |
| 12                          | 1           | 1                  | 30                          | 36          | 29                 | 48                          | 2335        | 584                |
| 13                          | 1           | 1                  | 31                          | 46          | 36                 | 49                          | 2942        | 735                |
| 14                          | 1           | 1                  | 32                          | 58          | 46                 | 50                          | 3706        | 927                |
| 15                          | 1           | 1                  | 33                          | 73          | 58                 | 51                          | 4669        | 1167               |
| 16                          | 1           | 1                  | 34                          | 92          | 73                 |                             |             |                    |
| 17                          | 2           | 2                  | 35                          | 116         | 73                 |                             |             |                    |

表 2. QP<sub>chroma</sub> 取值表



| QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> | QP | QP <sub>chroma</sub> |
|----|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|
| 0  | 0                    | 13 | 13                   | 26 | 26                   | 39 | 35                   |
| 1  | 1                    | 14 | 14                   | 27 | 27                   | 40 | 36                   |
| 2  | 2                    | 15 | 15                   | 28 | 28                   | 41 | 36                   |
| 3  | 3                    | 16 | 16                   | 29 | 29                   | 42 | 37                   |
| 4  | 4                    | 17 | 17                   | 30 | 29                   | 43 | 37                   |
| 5  | 5                    | 18 | 18                   | 31 | 30                   | 44 | 38                   |
| 6  | 6                    | 19 | 19                   | 32 | 31                   | 45 | 39                   |
| 7  | 7                    | 20 | 20                   | 33 | 32                   | 46 | 40                   |
| 8  | 8                    | 21 | 21                   | 34 | 33                   | 47 | 41                   |
| 9  | 9                    | 22 | 22                   | 35 | 33                   | 48 | 42                   |
| 10 | 10                   | 23 | 23                   | 36 | 34                   | 49 | 43                   |
| 11 | 11                   | 24 | 24                   | 37 | 34                   | 50 | 44                   |
| 12 | 12                   | 25 | 25                   | 38 | 35                   | 51 | 45                   |

[0018] 本发明可以快速的进行 SAO 模块中模式判决时得到拉格朗日乘子的值,可以简化模式判决时的乘法器运算,减小了硬件的开销,同时也可使硬件的工作频率显著提高。

#### 附图说明

[0019] 图 1 :HEVC 视频编码器结构图。

[0020] 图 2 :四种 E0 模式。

#### 具体实施方式

[0021] 使用本发明提供的方法,进行模式判决的拉格朗日乘子取值具体过程如下:

##### 1. Y 分量的模式判决

Y 分量会比较该分量在 E0\_0、E0\_1、E0\_2、E0\_3、B0 这 5 种模式下,哪一种模式所得出的 Cost 最小,即 Y 分量选择改模式下的 4 个偏移量。在通常情况下,式(2)中的拉姆达  $\lambda_Y$ ,通过式(3)计算可得,但这样的计算方式在硬件设计中速度慢,本发明通过表 1 用查表的方式即可快速的获得拉姆达  $\lambda_Y$  的值,此时查表时的输入为 QP。同时使得式(2)中的乘法器运算变得简单。这样,通过式(2)可以得到 Y 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量。

##### [0022] 2. Cb 和 Cr 分量的模式判决

通过式(4)模式判决选出 Cb 分量的最优模式及该模式下的 4 个偏移量。在通常情况下,式(5)中的拉姆达  $\lambda_{Cb\&Cr}$ ,通过式(5)计算可得,但这样的计算方式在硬件设计中速度慢,本发明通过表 1 用查表的方式即可快速的获得拉姆达  $\lambda_{Cb\&Cr}$  的值,此时查表时的输入为 QP<sub>chroma</sub>,QP<sub>chroma</sub> 通过查表 2 获得。同时使得式(4)中的乘法器运算变得简单。这样,通过式(4)可以得到 Cb 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量。同理,得到 Cb 分量的最佳模式

及该模式下的 4 个偏移量 ;Cr 分量的最佳模式及该模式下的 4 个偏移量,可以用类似的方法得到。

[0023] 3. 当前最优模式与 merging 模式的判决

得到当前 Y 分量、Cb 分量和 Cr 分量各自的最优模式以及最优模式下的 4 个偏移量后,还需要和 merging 模式比较,merging 模式即为当前 Y 分量、Cb 分量和 Cr 分量复用左边块或者上边块的模式及该模式下的偏移量。该判决通用式(6)进行判决,其中和的获取方式通过表 1 得到,最终选取最优模式。

[0024] 本发明可以快速地进行 SAO 模块中模式判决时得到拉姆达的值,可以简化模式判决时的乘法器运算,减小了硬件的开销,同时也可使硬件的工作频率显著提高。

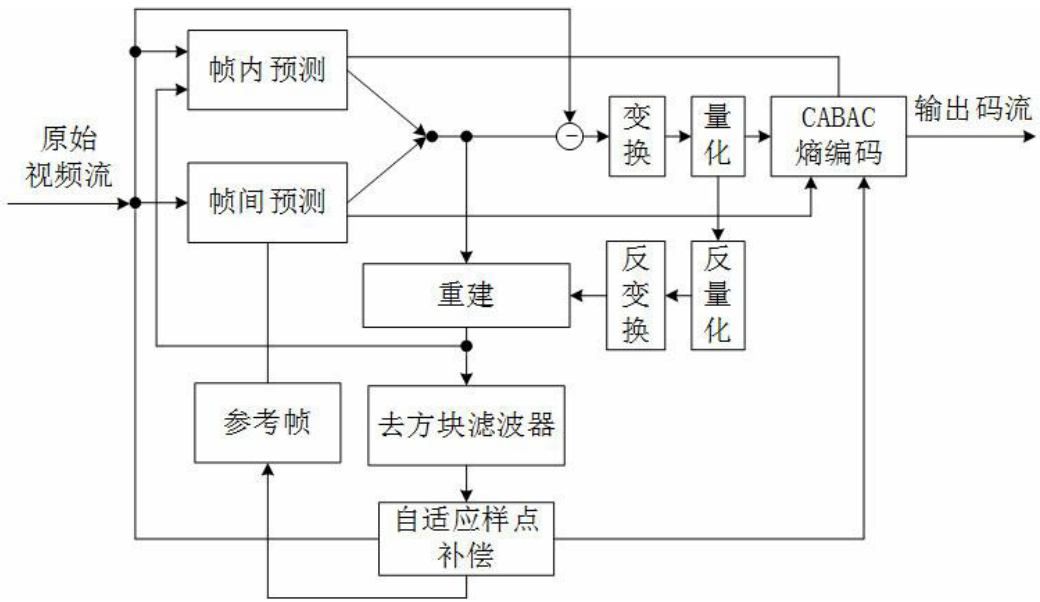


图 1

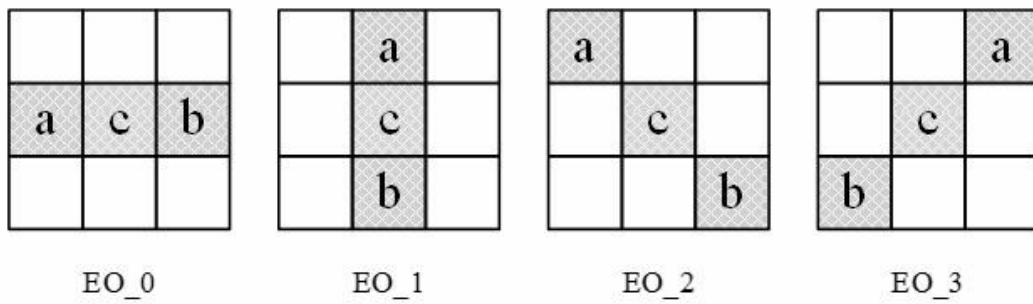


图 2