



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107343202 B

(45)授权公告日 2019.12.10

(21)申请号 201710402616.5

(22)申请日 2017.06.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107343202 A

(43)申请公布日 2017.11.10

(73)专利权人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路2号西安电子科技大学

(72)发明人 陈健 郑帅 杨龙 阔永红  
吴建斌

(74)专利代理机构 西安长和专利代理有限公司  
61227

代理人 黄伟洪

(51)Int.Cl.

H04N 19/30(2014.01)

H04N 19/146(2014.01)

H04N 19/149(2014.01)

H04N 19/147(2014.01)

H04N 19/53(2014.01)

H04N 19/176(2014.01)

H04N 19/172(2014.01)

H04N 19/14(2014.01)

H04N 19/513(2014.01)

H04N 19/56(2014.01)

H04N 19/533(2014.01)

(56)对比文件

CN 102186077 A,2011.09.14,

CN 102857760 A,2013.01.02,

CN 104244009 A,2014.12.24,

CN 101835042 A,2010.09.15,

秦浩 等.《无反馈分布式视频编码中Wyner-Ziv帧码率控制算法》.《西安电子科技大学学报(自然科学版)》.2012,

审查员 牛耘佳

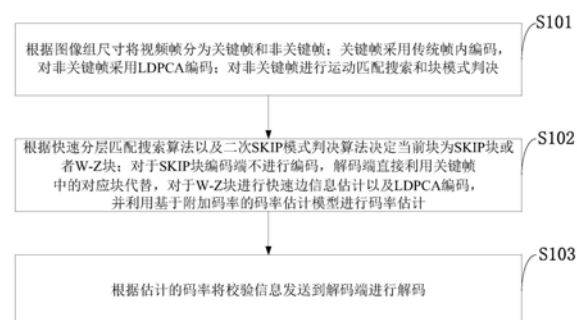
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法

(57)摘要

本发明属于视频编解码技术领域,公开了一种基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法及移动终端,根据图像组尺寸将视频帧分为关键帧和非关键帧;对非关键帧采用LDPCA编码;对非关键帧进行运动匹配搜索和块模式判决,根据快速分层匹配搜索算法以及二次SKIP模式判决算法决定当前块为SKIP块或者W-Z块;对于SKIP块编码端不进行编码,解码端直接利用关键帧中的对应块代替,对于W-Z块进行快速边信息估计以及LDPCA编码,并利用基于附加码率的码率估计模型进行码率估计;根据估计的码率将校验信息发送到解码端进行解码。本发明可缓解编码端的资源占用压力;提高了编码端码率估计的精确性,提高了系统的率失真性能。



1. 一种基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法根据图像组尺寸将视频帧分为关键帧和非关键帧;关键帧采用传统帧内编码,对非关键帧采用LDPCA编码;对非关键帧进行运动匹配搜索和块模式判决,根据分层匹配搜索算法以及二次SKIP模式判决算法决定当前块为SKIP块或者W-Z块;对于SKIP块编码端不进行编码,解码端直接利用关键帧中的对应块代替,对于W-Z块进行快速边信息估计以及LDPCA编码,并利用基于附加码率的码率估计模型进行码率估计;根据估计的码率将校验信息发送到解码端进行解码;

所述基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法包括以下步骤:

步骤一,编码端首先将根据设定的图像组尺寸将输入的视频序列划分为关键帧和非关键帧;

步骤二,编码端对关键帧采用H.264/AVC帧内编码;

步骤三,编码端将非关键帧划分成固定尺寸的非交叉的块,对所有块在其边信息帧中进行块匹配搜索,以获得当前块在参考帧中的匹配块,并计算得到当前块与搜索到的匹配块的绝对误差和SAD,若根据初始运动矢量或者小菱形搜索模板得到的匹配块与当前块的SAD小于阈值 $T_{skip}$ ,将该块划分为SKIP块,否则判定为W-Z块,并将参考帧像素进行分层抽取处理,执行分层匹配搜索算法与二次SKIP模式判决,最终得到划分完毕的SKIP块与W-Z块;

步骤四,对于SKIP块,编码端将SKIP块模式标志位发送到解码端,解码端则直接采用关键帧中的对应块来代替SKIP块,对于W-Z块,编码端进行DCT变换以及量化处理,抽取比特平面,采用LDPCA编码对其进行编码;

步骤五,编码端根据帧间相似性,利用获得的W-Z块边信息,采用基于附加码率的码率估计算法对W-Z块的码率进行预估计,并根据估计码率向解码端发送校验信息;

步骤六,解码端利用H.264/AVC解码技术对关键帧进行解码,之后利用关键帧获取边信息,辅助非关键帧中W-Z块的LDPCA解码,非关键帧中的SKIP块则直接利用关键帧中的对应块代替,最后构成重构序列输出。

2. 如权利要求1所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述步骤一中划分关键帧/非关键帧的方法为:每个图像组中的第一帧为关键帧,其余帧为非关键帧。

3. 如权利要求1所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述步骤三中的分层匹配搜索算法与二次SKIP模式判决算法具体包括:

1) 对于非关键帧中的块 $B_x$ ,设置其初始运动矢量为其上相邻块和左相邻块运动矢量的平均值,即 $V_x = (V_{upper} + V_{left}) / 2$ ,计算当前块与运动矢量所指向的块的绝对误差和SAD,表示为:

$$SAD_{xy} = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n |X(x, y) - Y(x+a, y+b)|$$

其中, $n$ 为块尺寸, $(a, b)$ 为当前块 $B_x$ 与参考块 $B_r$ 间的运动向量 $V_x$ , $X(x, y)$ 是当前非关键帧中位于坐标 $(x, y)$ 上的像素值, $Y(x+a, y+b)$ 是参考帧中位于坐标 $(x+a, y+b)$ 上的像素值,若SAD值小于判决阈值 $T_{skip}$ ,则判定当前块为SKIP块,反之,搜索小菱形模板内的四个候选搜索块的SAD值,若有SAD小于阈值 $T_{skip}$ ,则判定当前块为SKIP块,模式选择结束,否则,判定

其为W-Z块,继续执行后续的分层匹配搜索与二次SKIP模式判决步骤;

2) 对当前非关键帧的相邻关键帧 $X_r$ 进行分层抽取,将相邻关键帧中的像素分为 $2 \times 2$ 的块,取每一个像素块中的左上角的像素构成当前关键帧的提取层,最终得到提取层 $\bar{X}_r$ ;

3) 按照小菱形搜索模板,计算当前非关键帧中的块与提取层 $\bar{X}_r$ 中菱形搜索模板内对应块的绝对误差和,获得提取层内的最佳匹配块,以及与之对应的SAD值和运动矢量;

4) 将所有非关键帧中的块的SAD值按照从大到小的顺序进行排序,设置阈值 $T = \max(T_1, T_{skip})$ ,其中 $T_1$ 是位于前 $\alpha\%$ 的SAD值,若SAD大于 $T$ ,则需要将相应块恢复到原始层,以当前所得运动向量为初始运动矢量并在原始层再次执行菱形搜索以获得最终的运动矢量,反之,则将当前运动向量选为当前块最终的运动向量;

5) 利用所得到的最终的运动向量,对于所有W-Z块进行二次SKIP模式判决,计算W-Z块的边信息与当前W-Z块之间PSNR值,如果PSNR大于阈值 $T_2$ ,则当前W-Z块被二次判决为SKIP块,反之,则判定为最终的W-Z块,对所有的SKIP块,码率设置为零,解码端直接利用相应的边信息进行代替。

4. 如权利要求1所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述步骤五中基于附加码率的码率估计算法具体包括:

(1) 编码端利用获得的边信息,计算出非关键帧相对于边信息帧之间的误比特率 $P_{er}$ ,具体过程如下:

$$P_{er} = p(Y_k^m = 1, X_k^m = 0) + p(Y_k^m = 0, X_k^m = 1);$$

其中 $Y_k^m$ ,  $X_k^m$ 分别表示非关键帧以及其边信息帧中第 $k$ 个比特平面的第 $m$ 个比特, $p(\cdot, \cdot)$ 表示相应的概率;

(2) 编码端根据得到的误比特率,计算出理论码率 $R_{th}$ ,具体计算方式如下:

$$R_{th} = H(X|Y) = -P_{er} \times \log_2 P_{er} - (1 - P_{er}) \times \log_2 (1 - P_{er});$$

其中, $H(X|Y)$ 表示一直边信息Y时X的条件熵,之后,编码端根据基于附加码率的码率估计模型估计得到第 $k$ 个比特平面的最终码率:

$$R_k = \lambda R_{th} + R_Q;$$

其中, $\lambda$ 是常系数, $R_Q$ 是通过统计分析理论码率 $R_{th}$ 与有反馈情况下解码端真实所需码率所得到的附加码率估计模型:

$$R_Q = a_i P_{er}^2 + b_i P_{er} + c_i;$$

其中 $a_i, b_i, c_i$ 是对应于不同量化矩阵的拟合系数,由统计分析得到,并且根据编码端边信息质量,分别给出了三组不同的拟合系数:

$$R_Q = \begin{cases} R_{upper} & T_2 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^1 \\ R_{middle} & T_{PSNR}^1 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^2 \\ R_{under} & SI_{PSNR} \leq T_{PSNR}^2 \end{cases};$$

其中, $T_{PSNR}^1$ ,  $T_{PSNR}^2$ 分别表示边信息的两个PSNR阈值, $R_{upper}, R_{upper}, R_{under}$ 分别表示在不同的边信息估计质量下的附加码率估计模型,即不同的拟合系数下的附加码率估计模型,而 $SI_{PSNR}$ 表示当前块的边信息的PSNR;

(3) 编码端根据得到的最终码率 $R_k$ ,向解码端发送效验信息,根据接收到的校验信息,进行LDPCA译码并对原始图像按下式进行解码:

$$\hat{x} = \begin{cases} z_i + \frac{1}{\rho} + \frac{\Delta}{1 - e^{-\rho\Delta}} & y < z_i \\ y + \frac{(\gamma + \frac{1}{\rho})e^{-\rho\gamma} - (\delta + \frac{1}{\rho})e^{-\rho\delta}}{2 - (e^{-\rho\gamma} + e^{-\rho\delta})} & y \in [z_i, z_{i+1}) \\ z_{i+1} - \frac{1}{\rho} - \frac{\Delta}{1 - e^{-\rho\Delta}} & y \geq z_{i+1} \end{cases}$$

其中, $\hat{x}$ 待重构的当前块的DCT变换的系数值, $y$ 表示参考块的DCT变换系数值, $z_i$ 与 $z_{i+1}$ 表示量化级, $\Delta = z_{i+1} - z_i$ 表示量化步长, $\gamma = y - z_i$ , $\delta = z_{i+1} - y$ , $\rho$ 表示拉普拉斯模型参数,最终经过逆DCT变换即可得到最终的重构图像。

5.如权利要求1所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述步骤三中SKIP块模式判决阈值 $T_{\text{skip}}$ 设置为128。

6.如权利要求1所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述步骤三中对搜索块进行判决是否进行二次搜索时所设定的比例范围阈值 $\alpha\%$ 为20%,对W-Z块进行二次SKIP模式判决时PSNR阈值 $T_2$ 为38dB。

7.如权利要求4所述的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,其特征在于,所述附加码率拟合判断阈值 $T_{\text{PSNR}}^1$ 为33.5dB, $T_{\text{PSNR}}^2$ 为29dB。

## 基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于视频编解码技术领域,尤其涉及一种基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法及移动终端。

### 背景技术

[0002] 随着移动智能终端以及无线传感器网络的快速发展,逐渐衍生出一种新型的视频应用场景。在该场景下,视频编码端往往是资源受限的,即要求编码端计算简单,存储空间占用小。而传统视频编解码标准如H.26x/MPEG,由于需要在编码端进行复杂的运动估计、运动补偿等计算过程,导致其编码端复杂度远大于解码端,限制了这些标准在新型视频应用场景下的应用。应对新型视频应用场景下编码端资源受限的挑战,分布式视频编解码系统受到了广泛关注。分布式视频编解码系统利用独立编码、联合解码技术,将运动估计、运动补偿等复杂计算过程转移到解码端,可有效地降低编码端的计算复杂度。目前,针对分布式的视频编解码方法根据系统中是否存在反馈信道,可以将分布式视频编解码系统分为有反馈和无反馈两种类型。2005年,由欧盟IST FP6项目资助的 DISCOVER项目组提出了一种基于变换域的有反馈分布式视频编解码系统。该系统考虑了信源视频序列的不同特性,根据视频序列的运动复杂性提出了一种动态的图像组分组方式。DISCOVER分布式视频编解码系统相比于以往的分布式方案,具有更好的压缩性能,而且解码端能够得到更高得率失真性能。然而由于反馈信道的存在限制了对于不同场景的实用性,尤其是对于一些无线频谱资源较为稀缺的情形,而且经由反馈信道的频繁信息反馈往往会导致解码端的高时延性,系统实时性较差。为了解决有反馈分布式视频编解码系统的上述问题,无反馈信道的分布式视频编解码系统得到广泛的关注与研究。2011年, Catarina Brites等人在“IEEE Transactions on circuits and system for video technology”(《视频技术用电路与系统会刊》)提出了一种基于编码端码率控制的无反馈分布式视频编解码系统。该系统通过在编码端对边信息进行粗估计以计算编码端的发送码率,去除了反馈信道对于分布式系统的不利影响。但是无反馈分布式方案由于没有反馈信道向编码端实时回馈解码端需求信息,编码端的码率估计往往会导致高估或者低估的出现,高估会造成信息冗余,编码端大量传送无用信息;低估将导致解码端信息解码失败,降低系统重构质量,以上两种情况的出现均会导致系统率失真性能的下降。因此在无反馈信道存在的情况下,如何在编码端获得更精确的码率估计是无反馈分布式视频编解码系统的挑战所在。

[0003] 综上所述,现有技术存在的问题是:目前分布式视频编解码方法存在实时性较差,编码端的码率估计往往会出现高估或者低估,使失真性能下降。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法。

[0005] 本发明是这样实现的,一种基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法,所述

基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法根据图像组尺寸将视频帧分为关键帧和非关键帧；关键帧采用传统帧内编码，对非关键帧采用LDPCA编码；对非关键帧进行运动匹配搜索和块模式判决，根据快速分层匹配搜索算法以及二次SKIP模式判决算法决定当前块为SKIP块或者W-Z块；对于SKIP块编码端不进行编码，解码端直接利用关键帧中的对应块代替，对于W-Z块进行快速边信息估计以及LDPCA编码，并利用基于附加码率的码率估计模型进行码率估计；根据估计的码率将校验信息发送到解码端进行解码。

[0006] 进一步，所述基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法包括以下步骤：

[0007] 步骤一，编码端首先根据设定的图像组尺寸将输入的视频序列划分为关键帧和非关键帧；

[0008] 步骤二，编码端对关键帧采用H.264/AVC帧内编码；

[0009] 步骤三，编码端将非关键帧划分成固定尺寸的非交叉的块，对所有块在其边信息帧中进行分层块匹配搜索，并计算得到当前块与对应块的绝对误差和 SAD，若SAD小于阈值  $T_{skip}$ ，将该块分为SKIP块，否则判定为W-Z块；

[0010] 步骤四，对于SKIP块，编码端将SKIP块模式标志位发送到解码端，解码端则直接采用关键帧中的对应块来代替SKIP块，对于W-Z块，编码端进行DCT 变换以及量化处理，抽取比特平面，采用LDPCA编码对其进行编码；

[0011] 步骤五，编码端根据帧间相似性，利用获得的W-Z块边信息，采用基于查找表的附加码率估计算法对W-Z块的码率进行预估计，并根据估计码率向解码端发送校验信息；

[0012] 步骤六，解码端利用H.264/AVC解码技术对关键帧进行解码，之后利用关键帧获取边信息，辅助非关键帧中W-Z块的LDPCA解码，非关键帧中的SKIP 块则直接利用关键帧中的对应块代替，最后构成重构序列输出。

[0013] 进一步，所述步骤一中划分关键帧/非关键帧的方法为：每个图像组中的第一帧为关键帧，其余帧为非关键帧。

[0014] 进一步，所述步骤三中具体包括：

[0015] 1) 对于非关键帧中的块 $B_X$ ，设置其初始运动矢量为其上相邻块和左相邻块运动矢量的平均值，即 $V_X = (V_{upper} + V_{left}) / 2$ ，计算当前块与运动矢量所指向的块的绝对误差和SAD，表示为：

$$[0016] \quad SAD_{XY} = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n |X(x, y) - Y(x+a, y+b)| ;$$

[0017] 其中， $n$ 为块尺寸， $(a, b)$ 为当前块 $B_X$ 与参考块 $B_Y$ 间的运动向量 $V_X$ ，若SAD值小于  $T_{skip}$ ，则判定块为SKIP块，反之，搜索小菱形模板内的四个块的SAD值，若有SAD小于阈值  $T_{skip}$ ，则判定当前块为SKIP块，模式选择结束，否则，判定其为W-Z块，继续执行后续步骤；

[0018] 2) 对当前非关键帧的相邻关键帧 $X_r$ 进行分层抽取，将相邻关键帧中的像素分为 $2 \times 2$ 的块，取每一个像素块中的右下角的像素构成当前关键帧的提取层，最终得到提取层  $\bar{X}_r$ ；

[0019] 3) 按照小菱形搜索模板，计算当前非关键帧中的块与提取层  $\bar{X}_r$  中菱形搜索模板内对应块的绝对误差和，获得提取层内的最佳匹配块，以及与之对应的SAD 值和运动矢量；

[0020] 4) 将所有非关键帧中的块的SAD值按照从大到小的顺序进行排序，设置阈值 $T =$

$\max(T1, T_{\text{skip}})$ , 其中 $T1$ 是位于前 $\alpha\%$ 的SAD值, 若SAD大于 $T$ , 则需要将相应块恢复到原始层, 以当前所得运动向量为初始运动矢量进行二次搜索, 反之, 则将当前运动向量选为原始层中相应块的运动向量, 不需进行二次搜索;

[0021] 5) 对于所得W-Z块进行二次SKIP模式筛选, 计算W-Z块的边信息与当前W-Z块之间PSNR值, 如果PSNR大于 $T2$ , 则判决为SKIP块, 码率设置为零, 解码端直接用相应的边信息代替, 反之, 则判定为最终的W-Z块。

[0022] 进一步, 所述步骤五中具体包括:

[0023] (1) 编码端利用获得的边信息, 计算出非关键帧相对于边信息帧之间的误比特率, 具体过程如下:

$$[0024] \quad P_{er} = p(Y_k^m = 1, X_k^m = 0) + p(Y_k^m = 0, X_k^m = 1);$$

[0025] 其中 $Y_k^m$ ,  $X_k^m$ 分别表示非关键帧以及其边信息帧中第 $k$ 个比特平面的第 $m$ 个比特;

[0026] (2) 编码端根据得到的误比特率, 计算出理论码率, 具体计算方式如下:

$$[0027] \quad R_{th} = H(X|Y) = -P_{er} \times \log_2 P_{er} - (1-P_{er}) \times \log_2 (1-P_{er});$$

[0028] 之后, 编码端根据基于附加码率的码率估计模型估计得到第 $k$ 个比特平面的最终码率:

$$[0029] \quad R_k = \lambda R_{th} + R_Q;$$

[0030] 其中,  $\lambda$ 是常系数,  $R_Q$ 是通过统计分析理论码率 $R_{th}$ 与有反馈情况下解码端真实所需码率所得到的码率残差模型:

$$[0031] \quad R_Q = a_i P_{er}^2 + b_i P_{er} + c_i;$$

[0032] 其中 $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ 是对应于不同量化矩阵的拟合系数, 由统计分析得到, 并且根据编码端边信息质量, 分别给出了三组不同的拟合系数:

$$[0033] \quad R_Q = \begin{cases} R_{upper} & T2 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^1 \\ R_{middle} & T_{PSNR}^1 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^2 \\ R_{under} & SI_{PSNR} \leq T_{PSNR}^2 \end{cases};$$

[0034] 其中,  $T_{PSNR}^1$ ,  $T_{PSNR}^2$ 分别表示边信息的两个PSNR阈值;

[0035] (3) 编码端根据得到的最终码率 $R_k$ , 向解码端发送效验信息。

[0036] 进一步, 所述步骤三中SKIP块模式判决阈值 $T_{\text{skip}}$ 设置为128。

[0037] 进一步, 所述步骤三中对搜索块进行判决是否进行二次搜索时所设定的比例范围阈值 $\alpha\%$ 为20%, 对W-Z块进行二次SKIP模式判决时PSNR阈值 $T2$ 为38dB。

[0038] 进一步, 所述附加码率拟合判断阈值 $T_{PSNR}^1$ 为33.5dB,  $T_{PSNR}^2$ 为29dB。

[0039] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法的移动终端。

[0040] 本发明的另一目的在于提供一种应用所述基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法的无线传感器网络。

[0041] 本发明的优点及积极效果为: 通过基于分层的块匹配搜索算法以及二次SKIP块编码模式判决有效提高编码端跳块率、降低编码端的待传信息量, 缓解了编码端的资源占用压力; 提高了编码端码率估计的精确性, 提高了系统的率失真性能, 根据编码端边信息的

误比特率提出基于附加码率的码率估计模型,以改善分布式系统的率失真性能。

[0042] 本发明可以广泛应用于各种视频场景,可以在确保解码端视频质量的前提下,简化编码端的复杂度,提高分布式视频编码系统的率失真性能;基于附加码率的无反馈分布式视频编解码系统,为有效利用视频帧间的相似性,编码端首先按照固定尺寸将视频序列划分成图像组,然后将图像组中的视频帧划分成关键帧与非关键帧,通过关键帧估计边信息为非关键帧的编解码提供帮助。

[0043] 本发明首先利用提取层得到当前块的粗运动向量,针对快运动部分,在原始层进行二次细估计,并且通过在编码端引入基于搜索的SKIP块编码模式,提出基于PSNR的二次SKIP编码模式判决算法,可有效提高非关键帧中SKIP块的比例。得益于编码端的分层快速块运动匹配算法,并且SKIP块不再进行边信息估计和LDPCA编码处理,以上发明有效降低了编码端的信息量以及计算复杂度;根据编码端边信息估计的误比特率而得到的基于附加码率的码率估计模型,综合考虑编解码两端参考帧以及边信息估计方法的差异而导致的估计码率与实际需求的差异,通过对线下数据的统计分析拟合得到附加码率的估计模型,可有效改善码率估计的准确性,降低码率低估的可能性。

## 附图说明

[0044] 图1是本发明实施例提供的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法流程图。

[0045] 图2是本发明实施例提供的所使用的无反馈分布式视频编解码系统模型示意图。

[0046] 图3是本发明实施例提供的基于分层的动态匹配搜索算法流程图。

[0047] 图4是本发明实施例提供的所使用的不同的量化矩阵示意图。

[0048] 图5是本发明实施例提供的附加码率估计模型的拟合系数。

[0049] 图6是本发明实施例提供的对于Foreman序列的率失真性能示意图。

[0050] 图7是本发明实施例提供的对于Hall Monitor序列的率失真性能。

[0051] 图8是本发明实施例提供的对于不同量化矩阵下的码率估计性能对比示意图。

[0052] 图9是本发明实施例提供的SKIP编码块比例对比示意图。

[0053] 图10是本发明实施例提供的编码端计算复杂度对比示意图。

## 具体实施方式

[0054] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0055] 下面结合附图对本发明的应用原理作详细的描述。

[0056] 如图1所示,本发明实施例提供的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码方法包括以下步骤:

[0057] S101:根据图像组尺寸将视频帧分为关键帧和非关键帧;关键帧采用传统帧内编码,对非关键帧采用LDPCA编码;对非关键帧进行运动匹配搜索和块模式判决;

[0058] S102:根据快速分层匹配搜索算法以及二次SKIP模式判决算法决定当前块为SKIP块或者W-Z块;对于SKIP块编码端不进行编码,解码端直接利用关键帧中的对应块代替,对

于W-Z块进行快速边信息估计以及LDPCA编码,并利用基于附加码率的码率估计模型进行码率估计;

[0059] S103:根据估计的码率将校验信息发送到解码端进行解码。

[0060] 下面结合附图对本发明的应用原理作进一步的描述。

[0061] 如图2所示,本发明所提出的基于附加码率的无反馈分布式视频编解码系统的实现步骤如下:

[0062] 步骤一,编码端首先根据设定的图像组尺寸 $G_{size}=2$ 将输入的视频序列划分为关键帧和非关键帧,即每一个图像组的第一帧为关键帧,其余帧为非关键帧;

[0063] 步骤二,编码端对关键帧采用传统的H.264/AVC帧内编码,并且将当前非关键帧的前后相邻关键帧保存到编码端的帧缓存器中,以辅助非关键帧的编码;

[0064] 步骤三,编码端将非关键帧划分成固定尺寸 $B_{size}=8 \times 8$ 的非交叉的块,对所有块进行分层匹配搜索,并计算得到当前块与对应块的绝对误差和SAD,若SAD 小于阈值 $T_{skip}$ ,将该块分为SKIP块,否则判定为W-Z块;

[0065] 步骤四,对于SKIP块,编码端不对其进行编码,只需要将SKIP块模式标志位发送到解码端,解码端则直接采用关键帧中的对应块来代替SKIP块,对于 W-Z块,编码端首先对其进行DCT变换以及量化处理,而后抽取比特平面,最后采用LDPCA编码对其进行编码;

[0066] 步骤五,编码端根据帧间相似性,根据步骤三中所获得的获得的W-Z块边信息,采用基于查找表的附加码率估计算法对W-Z块的码率进行预估计,并根据估计码率向解码端发送校验信息;

[0067] 步骤六,解码端首先利用H.264/AVC解码技术对关键帧进行解码,之后利用关键帧获取边信息,辅助非关键帧中W-Z块的LDPCA解码,非关键帧中的SKIP 块则直接利用关键帧中的对应块代替,最后构成重构序列输出。

[0068] 步骤三的具体方法模型如图3所示,具体执行过程如下:

[0069] (1) 对于非关键帧中的块 $B_x$ ,利用一次迭代小菱形模板搜索判断其是否为 SKIP块,设置其初始运动矢量为其上相邻块和左相邻块运动矢量的平均值,即  $V_x = (V_{upper} + V_{left}) / 2$ 指向图3中的初始搜索点,计算当前块与运动矢量所指向的参考帧中参考块的绝对误差和SAD,该过程可以表示为:

$$[0070] \quad SAD_{xy} = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n |X(x, y) - Y(x+a, y+b)|;$$

[0071] 其中, $n$ 为块尺寸, $(a, b)$ 为当前块 $B_x$ 与参考块 $B_y$ 之间的运动向量 $V_x$ ,若SAD 值小于 $T_{skip}$ ,则判定该块为SKIP块,模式选择结束,反之,继续搜索小菱形模板内的四个块的SAD值,即图3中标记为1的点,若存在SAD小于阈值 $T_{skip}$ ,则判定当前块为SKIP块,模式选择结束,否则,判定其为W-Z块,继续执行后续步骤;

[0072] (2) 首先对当前非关键帧的相邻关键帧 $X_r$ 进行分层抽取,将相应关键帧中的像素分为 $2 \times 2$ 的块,将每一个像素块中的右下角的像素抽取出来构成当前关键帧的提取层,最终得到提取层 $\bar{X}_r$ ;

[0073] (3) 计算当前非关键帧块与提取层 $\bar{X}_r$ 中小菱形搜索模板内对应块的绝对误差和,以初始搜索块为中心,计算当前块与小菱形模板内5个搜索块的SAD值,若中心点SAD值最

小,则选取中心点为最佳匹配块,反之以具有最小SAD值的点为中心,再次进行小菱形模板搜索(即图3中具有最小SAD值的点1周围的标记为2的点),直至搜索窗边缘,取具有最小SAD值的块为最佳匹配块,计算得到与之对应的运动向量;

[0074] (4) 将得到的所有非关键帧块的SAD值按照从大到小的顺序进行排序,设置阈值  $T = \max(T_1, T_{\text{skip}})$ , 其中  $T_1$  是位于前  $\alpha\%$  的SAD值,若SAD大于  $T$ ,则需要将相应块恢复到原始层,以当前所得运动向量为初始运动矢量进行二次搜索,反之,则将当前运动向量当做该块的运动向量,不进行二次搜索;

[0075] (5) 对于所得到的W-Z块进行二次SKIP模式筛选,首先计算W-Z块的边信息与当前W-Z块之间PSNR值,如果PSNR大于  $T_2$ ,则判决为SKIP块,码率设置为零,解码端直接用相应的边信息代替,反之,则判定为最终的W-Z块;

[0076] 在采用图4中所示的不同的量化矩阵的条件下,本发明步骤五的具体方法如下:

[0077] 1) 编码端利用步骤三中获得边信息,计算出非关键帧相对于边信息帧之间的误比特率,具体过程如下:

$$[0078] \quad P_{er} = p(Y_k^m = 1, X_k^m = 0) + p(Y_k^m = 0, X_k^m = 1);$$

[0079] 其中  $Y_k^m$ ,  $X_k^m$  分别表示非关键帧以及其边信息帧中第  $k$  个比特平面的第  $m$  个比特;

[0080] 2) 编码端根据所得到的误比特率,计算出理论码率,具体计算方式如下:

$$[0081] \quad R_{th} = H(X|Y) = -P_{er} \times \log_2 P_{er} - (1 - P_{er}) \times \log_2 (1 - P_{er});$$

[0082] 之后,编码端根据基于附加码率的码率估计模型估计得到第  $k$  个比特平面的最终码率,具体过程如下:

$$[0083] \quad R_k = \lambda R_{th} + R_Q;$$

[0084] 其中,  $\lambda$  是常系数,  $R_Q$  是通过统计分析理论码率  $R_{th}$  与有反馈情况下解码端真实所需码率所得到的码率残差模型,具体过程如下:

$$[0085] \quad R_Q = a_i P_{er}^2 + b_i P_{er} + c_i;$$

[0086] 其中  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  是对应于不同量化矩阵的拟合系数,由统计分析得到,并且根据编码端边信息质量,分别给出了三组不同的拟合系数,如下所示:

$$[0087] \quad R_Q = \begin{cases} R_{upper} & T_2 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^1 \\ R_{middle} & T_{PSNR}^1 \geq SI_{PSNR} > T_{PSNR}^2; \\ R_{under} & SI_{PSNR} \leq T_{PSNR}^2 \end{cases};$$

[0088] 其中,  $T_{PSNR}^1$ ,  $T_{PSNR}^2$  分别表示边信息的两个PSNR阈值,进一步,图5给出了根据线下统计分析所得到的不同量化矩阵下的拟合系数;

[0089] 3) 编码端根据得到的最终码率  $R_k$ , 向解码端发送效验信息。

[0090] 下面结合对比对本发明的应用效果作详细的描述。

[0091] 为验证本发明的效果,将本发明与现有的两个著名的分布式视频编解码方案The DISCOVER EU-project (2005) DISCOVER-distributed coding for video services, <http://www.discoverdvc.org/>. Brites C, Pereira F (2011) An efficient encoder rate control solution for transform domain Wyner-Ziv video coding. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 21(9):1278-1292. 进

行比较。其中,DISCOVER方案属于有反馈信道方案,而另一个方案属于无反馈信道的编码端码率估计方案ERC。实验采用2个视频序列Foreman和Hall Monitor,实验的重要参数设定如表1所示,以下将结合仿真实验对本发明的性能作进一步的描述。

[0092] 图6以及图7给出了本发明的率失真性能对比图。从图中可以看出,相比于以上两种方案,本发明方案具有更好的率失真性能,在相同码率要求下能够得到更高的视频重构质量,改善解码端的重构性能。

[0093] 图8给出了本发明的码率估计性能对比,可以看出,相较于传统的ERC方案,本发明所提出的基于附加码率的码率估计算法性能更好,估计码率更为精确,普遍接近或略高于真实码率,有效避免了因解码端解码失败而导致的率失真性能的下降。

[0094] 图9给出了本发明的SKIP块占比对比,从图中可以看出,相较于传统的无搜索SKIP块判决算法,本发明有效提高了非关键帧中的SKIP块的数目,从而有效减少了原本SKIP块的运动估计以及LDPCA编码处理所带来的复杂计算。

[0095] 图10给出了本发明的编码端计算复杂度性能对比,相较于传统ERC方案,本发明得益于所提出的基于分层的块匹配搜索算法以及二次SKIP块编码模式判决,有效提高了编码端跳块率、降低了编码端的计算复杂度;相比于DISCOVER 方案,由于其利用反馈信道的存在将运动估计与运动补偿等转移到解码端从而降低了编码端的计算复杂度,但却需要反复通过反馈信道向编码端进行信息反馈,传输时延高以及系统实时性较差。

[0096] 表1

---


$$\text{图像组尺寸 } G_{size} = 2$$

$$\text{块尺寸 } B_{size} = 8 \times 8$$

$$\text{SKIP 块判决阈值 } T_{skip} = 128$$

$$\text{二次 SKIP 模式判决阈值 } T2 = 38\text{dB}$$

[0097]

$$\alpha\% = 20\%$$

$$T_{PSNR}^1 = 29 \text{ dB}$$

$$T_{PSNR}^2 = 33.5 \text{ dB}$$

$$\lambda = 1.2$$


---

[0098] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

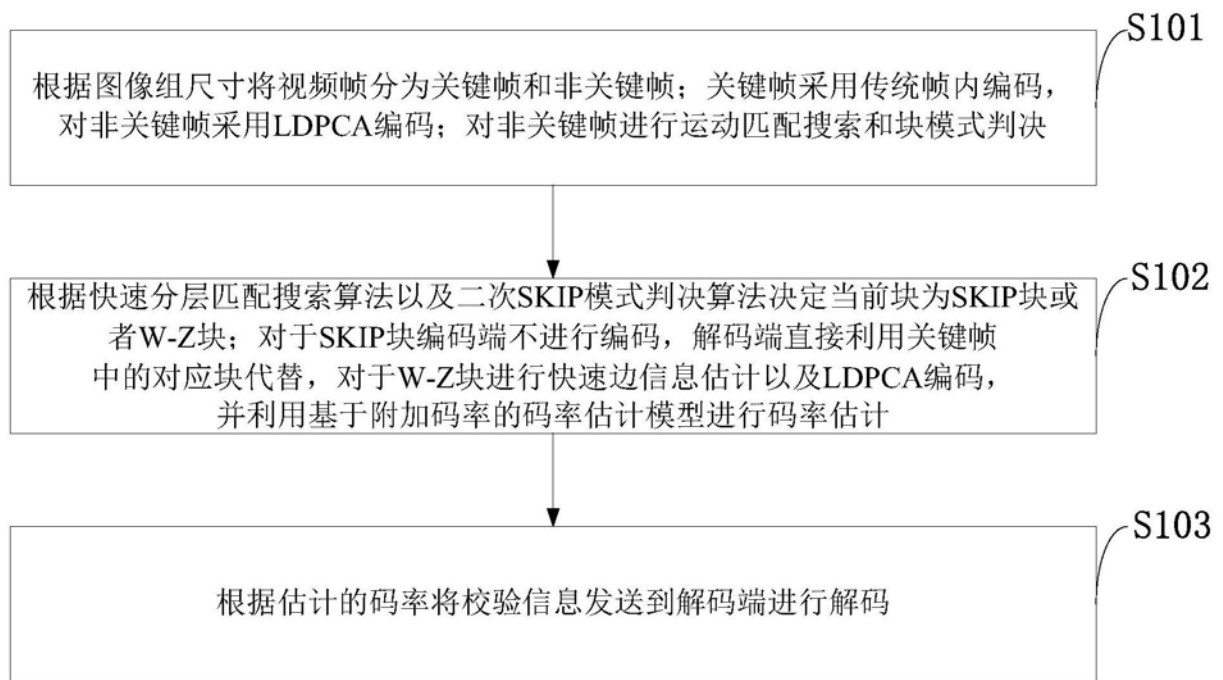


图1

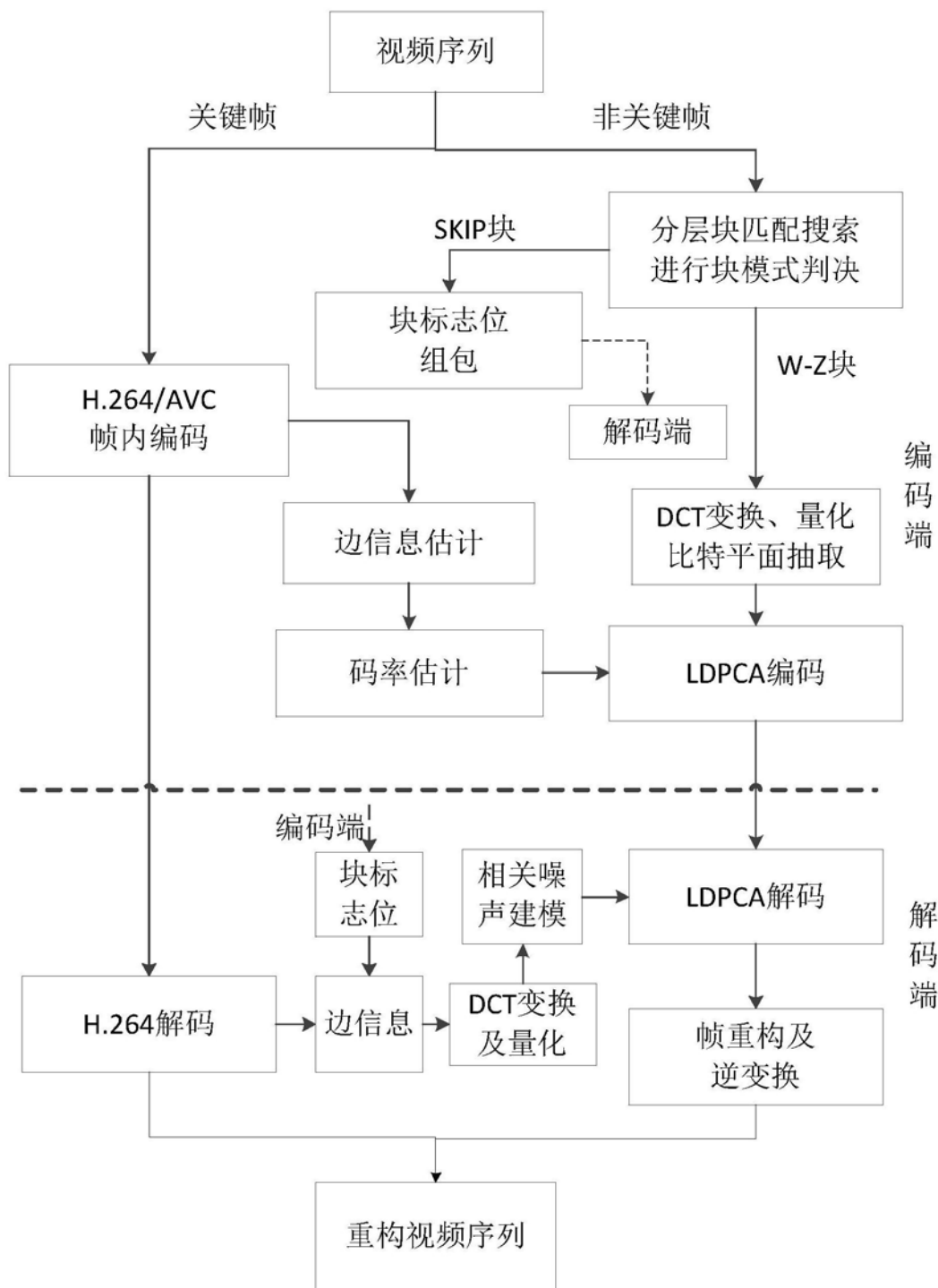


图2

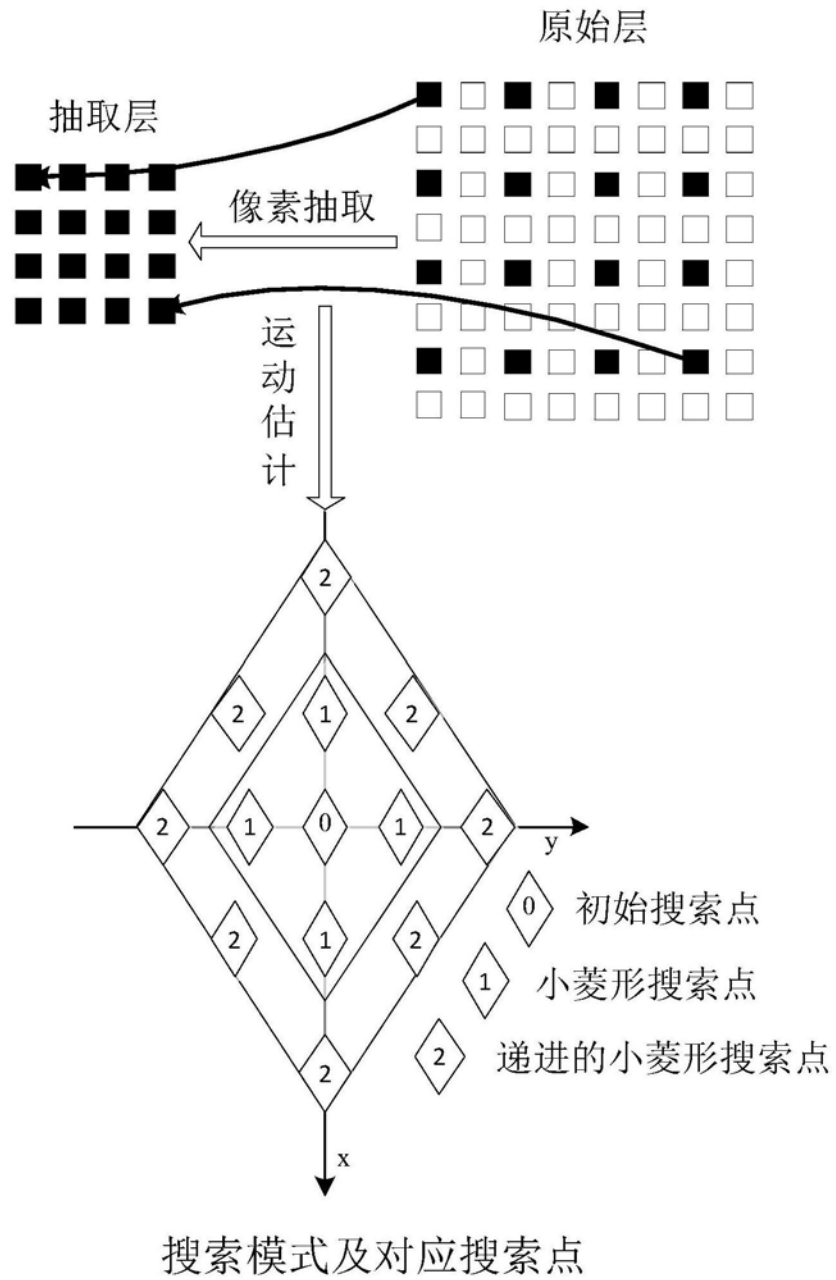


图3

|       |    |   |   |       |    |   |   |       |    |    |   |       |    |    |    |
|-------|----|---|---|-------|----|---|---|-------|----|----|---|-------|----|----|----|
| 16    | 8  | 0 | 0 | 32    | 8  | 0 | 0 | 32    | 8  | 4  | 0 | 32    | 16 | 8  | 4  |
| 8     | 0  | 0 | 0 | 8     | 0  | 0 | 0 | 8     | 4  | 0  | 0 | 16    | 8  | 4  | 0  |
| 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0  | 0 | 0 | 4     | 0  | 0  | 0 | 8     | 4  | 0  | 0  |
| 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0  | 0  | 0 | 4     | 0  | 0  | 0  |
| $Q_1$ |    |   |   | $Q_2$ |    |   |   | $Q_3$ |    |    |   | $Q_4$ |    |    |    |
| 32    | 16 | 8 | 4 | 64    | 16 | 8 | 8 | 64    | 32 | 16 | 8 | 128   | 64 | 32 | 16 |
| 16    | 8  | 4 | 4 | 16    | 8  | 8 | 4 | 32    | 16 | 8  | 4 | 64    | 32 | 16 | 8  |
| 8     | 4  | 4 | 0 | 8     | 8  | 4 | 4 | 16    | 8  | 4  | 4 | 32    | 16 | 8  | 4  |
| 4     | 4  | 0 | 0 | 8     | 4  | 4 | 0 | 8     | 4  | 4  | 0 | 16    | 8  | 4  | 0  |
| $Q_5$ |    |   |   | $Q_6$ |    |   |   | $Q_7$ |    |    |   | $Q_8$ |    |    |    |

图4

| $Q_i$ | $R_{Q_i}$      | $a_i$    | $b_i$  | $c_i$   |
|-------|----------------|----------|--------|---------|
| Q1    | <i>Rupper</i>  | -31.3121 | 4.0828 | -0.1278 |
|       | <i>Rmiddle</i> | 27.2078  | 0.3741 | -0.0832 |
|       | <i>Runder</i>  | -13.1720 | 0.8800 | -0.2576 |
| Q3    | <i>Rupper</i>  | -30.9227 | 5.1112 | -0.1301 |
|       | <i>Rmiddle</i> | -7.9711  | 3.9742 | -0.1252 |
|       | <i>Runder</i>  | -15.0681 | 5.3397 | -0.1683 |
| Q5    | <i>Rupper</i>  | -58.6552 | 6.5945 | -0.0912 |
|       | <i>Rmiddle</i> | -4.2381  | 3.6702 | -0.0586 |
|       | <i>Runder</i>  | -13.2143 | 4.9698 | -0.0938 |
| Q7    | <i>Rupper</i>  | -14.3301 | 4.3749 | -0.1025 |
|       | <i>Rmiddle</i> | 1.1462   | 2.4226 | -0.0562 |
|       | <i>Runder</i>  | -6.9503  | 4.0158 | -0.1218 |

图5

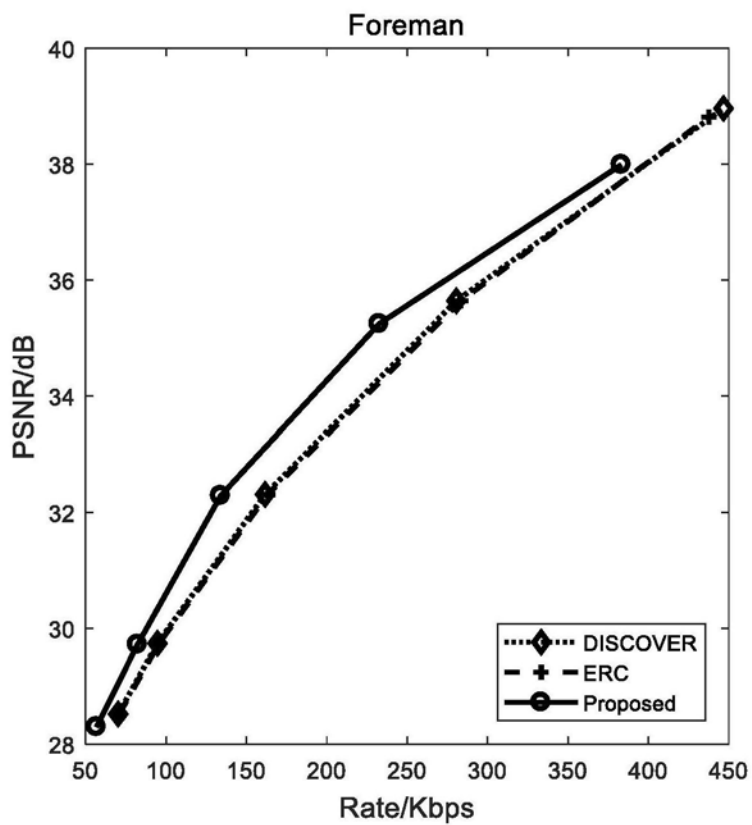


图6

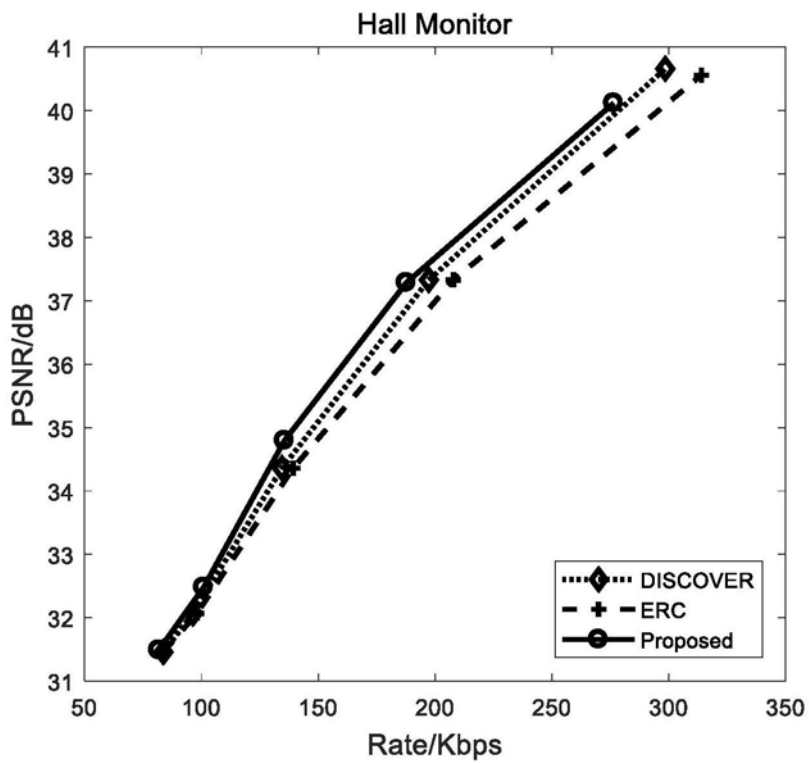


图7

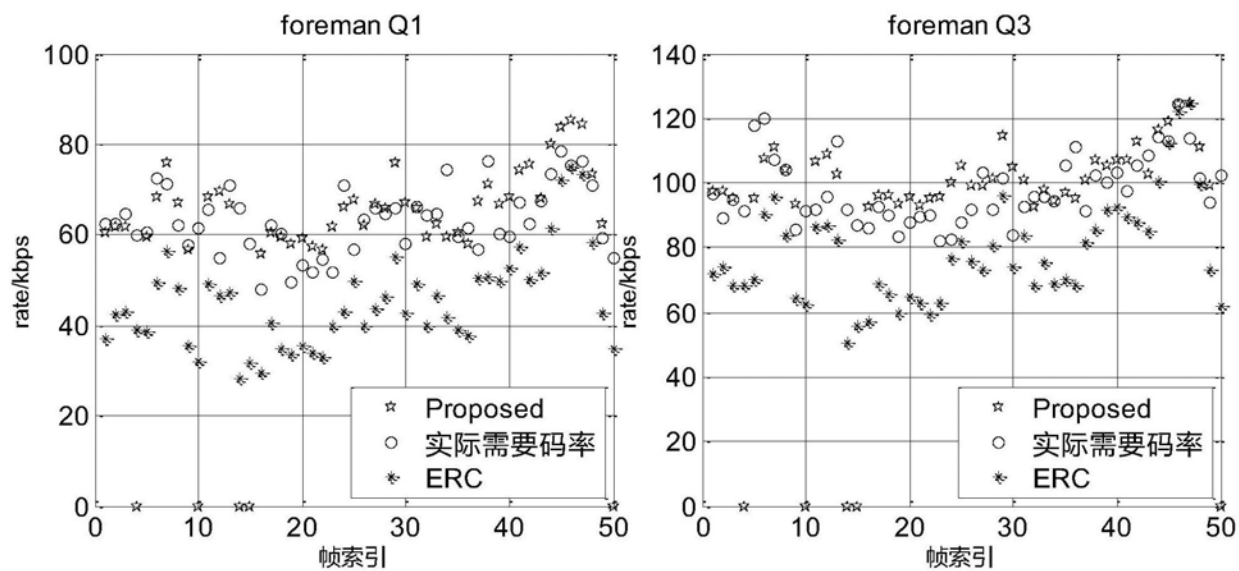


图8

| 视频序列         | 平均SKIP块比例 |          |
|--------------|-----------|----------|
|              | 所提方案      | 传统SKIP搜索 |
| Foreman      | 0.225     | 0.104    |
| Hall-Monitor | 0.417     | 0.209    |

图9

| 视频序列         | 方案       | 编码端用时 (s) |        |        |        |
|--------------|----------|-----------|--------|--------|--------|
|              |          | Q1        | Q3     | Q5     | Q7     |
| Foreman      | Proposed | 9.225     | 9.386  | 10.912 | 11.898 |
|              | ERC      | 11.633    | 13.007 | 13.717 | 13.992 |
|              | DISCOVER | 5.728     | 5.911  | 5.922  | 6.875  |
| Hall-Monitor | Proposed | 3.252     | 3.351  | 4.052  | 4.523  |
|              | ERC      | 5.917     | 6.519  | 6.935  | 7.060  |
|              | DISCOVER | 2.860     | 2.864  | 2.988  | 3.040  |

图10