



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106937112 B

(45)授权公告日 2019.09.24

(21)申请号 201710207952.4

H04N 19/107(2014.01)

(22)申请日 2017.03.31

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106937112 A

CN 102752591 A,2012.10.24,

CN 103841418 A,2014.06.04,

CN 105208390 A,2015.12.30,

CN 103533359 A,2014.01.22,

CN 101159867 A,2008.04.09,

US 2008063051 A1,2008.03.13,

(43)申请公布日 2017.07.07

(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

审查员 李旭

(72)发明人 赵亦工 高李娜

(74)专利代理机构 西安睿通知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 61218
代理人 惠文轩

(51)Int.Cl.

H04N 19/124(2014.01)

H04N 19/176(2014.01)

H04N 19/184(2014.01)

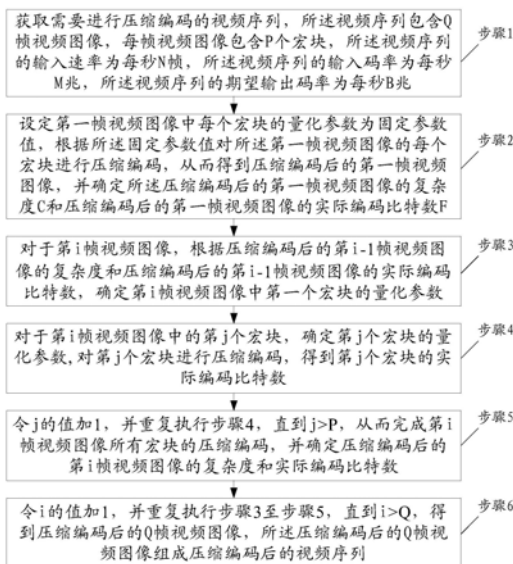
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

基于H.264视频压缩标准的码率控制方法

(57)摘要

本发明属于图像处理技术领域,公开了一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法,包括:获取需要进行压缩编码的视频序列,视频序列包含Q帧视频图像,每帧视频图像包含P个宏块;设定第一帧视频图像中每个宏块的量化参数为固定参数值,得到压缩编码后的第一帧视频图像;根据压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数,确定第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数;对第j个宏块进行压缩编码,并确定压缩编码后的第i帧视频图像的复杂度和实际编码比特数;直到得到压缩编码后的Q帧视频图像;能够解决现有技术中码率控制实现过程中运算量太大,未进行宏块层调控、复杂度计算耗时长的的问题。



1. 一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法,用于视频信号处理器,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

步骤1,获取需要进行压缩编码的视频序列,所述视频序列包含Q帧视频图像,每帧视频图像包含P个宏块;

其中,所述视频信号处理器的视频序列的输入速率为每秒N帧,所述视频序列的输入码率为每秒M兆;所述视频信号处理器的视频序列的期望输出码率为每秒B兆; $N < Q$, $B < M$,且Q、P、N、M分别为正整数;

步骤2,设定第一帧视频图像中每个宏块的量化参数为初始参数值,根据所述初始参数值对所述第一帧视频图像的每个宏块进行压缩编码,从而得到压缩编码后的第一帧视频图像,并确定所述压缩编码后的第一帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第一帧视频图像的实际编码比特数;

步骤3,对于第i帧视频图像,根据压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数,确定第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 ;i的初值为2, $i=2, \dots, Q$;

步骤4,对于第i帧视频图像中的第j个宏块,按照下式确定第j个宏块的量化参数 T_{j-1} :根据所述第j个宏块的量化参数 T_{j-1} 对第j个宏块进行压缩编码,得到第j个宏块的实际编码比特数;j的初值为2, $j=2, \dots, P$;

$$T_{j-1} = \begin{cases} T_0 + 2 & \text{macro_factor} \geq 0.1 \\ T_0 + 1 & 0.1 \leq \text{macro_factor} < 0.2 \\ T_0 & 0.05 \leq \text{macro_factor} < 0.1 \\ T_0 - 1 & \text{macro_factor} < 0.05 \end{cases}$$

其中,macro_factor为第j-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例,每一帧视频图像的期望比特数frame_wanted为 $\frac{B}{N}$;

步骤5,令j的值加1,并重复执行步骤4,直到 $j > P$,从而完成第i帧视频图像所有P个宏块的压缩编码,得到压缩编码后的第i帧视频图像;并确定压缩编码后的第i帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i帧视频图像的实际编码比特数;

步骤6,令i的值加1,并重复执行步骤3至步骤5,直到 $i > Q$,得到压缩编码后的Q帧视频图像,所述压缩编码后的Q帧视频图像作为压缩编码后的视频序列;

其中,步骤3中,所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C是指:压缩编码后的第i-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中各宏块每个像素的原像素值分别对应相减,得到编码的残差值,所述残差值经Hadamard变换后进行绝对值求和得到所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C,具体公式为:

$$C = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \left| \text{Hadamard}(Y_{jm} - X_{jm}) \right|$$

m表示每个宏块中像素点的序号,D表示每个宏块中包含的像素总个数, Y_{jm} 表示压缩编码后的第i-1帧视频图像中第j个宏块中第m个像素的预测值, X_{jm} 表示未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中第j个宏块中第m个像素的原像素值,Hadamard(\cdot)表示Hadamard变换;

所述压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的实际编码比特数*F*是指：压缩编码后的第*i*-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第*i*-1帧视频图像中各宏块每个像素的原像素值分别对应相减，得到编码的残差值，所述残差值进行熵编码后的比特数进行求和得到压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的实际编码比特数*F*，具体公式为：

$$F = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \text{Code}(Y_{jm} - X_{jm})$$

其中，Code(·)表示熵编码过程；

步骤3中，确定第*i*帧视频图像中第一个宏块的量化参数*T*₀，由以下公式计算得到：

$$qscale = \frac{C^{1-qcomp}}{rate_factor}$$

$$T_0 = 12 + 6 \log_2^{qscale/0.85}$$

其中，*qcomp*为线性量化控制参数，*C*为压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的复杂度，*qscale*为第*i*帧视频图像中第一个宏块的量化参数*T*₀对应的量化系数，*rate_factor*为压缩编码后的前*i*-1帧视频图像的实际编码比特数与前*i*-1帧视频图像的期望比特数的比值，且前*i*-1帧视频图像的期望比特数为 $\left(\frac{B}{N} \times (i-1)\right)$ ，且log₂表示以2为底的对数。

2. 根据权利要求1所述的一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法，其特征在于，步骤4中，第*j*-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例*macro_factor*表示为：

$$macro_factor = \frac{macro_size}{frame_wanted}$$

其中，*macro_size*为第*i*帧视频图像中第*j*-1个宏块根据其对应的量化参数进行编码后得到的实际编码比特数，*frame_wanted*为每一帧视频图像的期望比特数。

基于H.264视频压缩标准的码率控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于图像处理技术领域,尤其涉及一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法,可用于对视频图像进行压缩编码。

背景技术

[0002] 视频传输作为现代生活中的一个重要应用,与网络带宽、视频编解码等技术息息相关。在带宽受限的网络环境中进行视频传输,必须对视频信息进行压缩,而对于变化多样的画面,视频编码器输出码流的比特率变化较大,在信道环境不佳的情况下,容易导致视频输出的质量差。为了充分利用网络资源,并保证用户获得最优的视频质量,视频通信系统中需要引入码率控制技术来获得在质量和带宽利用上的最佳平衡,即允许的最大带宽下的最优视频质量。

[0003] H.264标准提出用流量往返模型来分配每个基本单元目标比特数,并在宏块层编码采用二次率失真函数计算量化参数,用此量化参数来进行模式选择和编码。尽管这种算法可以达到目标码率而且图像的编码比特流也没有明显波动,但是对一个宏块二次率失真计算的时间复杂度是难以接受的,并且对于实时编码来说更是难以容忍的。

[0004] 而X264作为H.264标准的一种实用模型被广泛使用,X264是网上自由组织联合开发的兼容H.264标准的码流的编码器。它注重实用,在不明显降低编码性能的前提下,努力降低编码的计算复杂度,因而X264摒弃了H.264标准中一些对编码性能贡献微小但计算复杂度极高的新特性,如多参考帧、帧间预测中不必要的块模式等。X264源于实际的经验,在实现时更侧重于码率控制的灵活性、实时性和高效性,所以它更加符合实时的视频传输系统。

[0005] X264的码率控制模式主要分为单次编码和多次编码,其中单次编码主要分为以下四种:固定量化参数(Constant Quantizer Parameter,CQP)、固定码率控制因子(Constant Rate-Factor,CRF)、平均比特率(Average Bit-Rate,ABR)和虚拟缓存限制比特率(VBV-Constant Bit-Rate,VBV-CBR)。其中单次编码平均比特率ABR模式在带宽有限的无线网络实时传输系统中是最适合采取的码率控制模式,但是单次编码平均比特率ABR算法在实现的过程中并没有考虑未编码帧的相关信息,在根据码率值自适应网络带宽的视频传输场景中,容易导致视频传输的不流畅;并且单次编码平均比特率ABR在帧层得到量化参数(Quantizer Parameter,QP)后,属于该帧的所有宏块均用这个统一的量化参数进行量化,并没有任何精细化的宏块层码率控制机制。并且X264的码率控制模式是将当前图像下采样后(半精度帧)的图像复杂度作为当前编码图像的复杂度,即在真正的编码开始前,需要对图像进行一次额外的预测但不实现编码,这对于实时编码系统来说既增加了计算复杂度又增加了压缩编码的时间,得不偿失。

发明内容

[0006] 针对上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种基于H.264视频压缩标准

的码率控制方法,解决了现有技术中码率控制实现过程中运算量太大,未进行宏块层调控、复杂度计算耗时长的问题。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案予以实现。

[0008] 一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法,用于视频信号处理器,所述方法包括如下步骤:

[0009] 步骤1,获取需要进行压缩编码的视频序列,所述视频序列包含Q帧视频图像,每帧视频图像包含P个宏块;

[0010] 其中,所述视频信号处理器的视频序列输入速率为每秒N帧,所述视频序列的输入码率为每秒M兆;所述视频信号处理器的视频序列的期望输出码率为每秒B兆; $N < Q$, $B < M$,且Q、P、N、M分别为正整数;

[0011] 步骤2,设定第一帧视频图像中每个宏块的量化参数为初始参数值,根据所述初始参数值对所述第一帧视频图像的每个宏块进行压缩编码,从而得到压缩编码后的第一帧视频图像,并确定所述压缩编码后的第一帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第一帧视频图像的实际编码比特数;

[0012] 步骤3,对于第i帧视频图像,根据压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数,确定第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 ;i的初值为2, $i=2, \dots, Q$;

[0013] 步骤4,对于第i帧视频图像中的第j个宏块,按照下式确定第j个宏块的量化参数 T_{j-1} :根据所述第j个宏块的量化参数 T_{j-1} 对第j个宏块进行压缩编码,得到第j个宏块的实际编码比特数;j的初值为2, $j=2, \dots, P$;

$$[0014] \quad T_{j-1} = \begin{cases} T_0 + 2 & \text{macro_factor} \geq 0.1 \\ T_0 + 1 & 0.1 \leq \text{macro_factor} < 0.2 \\ T_0 & 0.05 \leq \text{macro_factor} < 0.1 \\ T_0 - 1 & \text{macro_factor} < 0.05 \end{cases}$$

[0015] 其中,macro_factor为第j-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例,每一帧视频图像的期望比特数为 $\frac{B}{N}$;

[0016] 步骤5,令j的值加1,并重复执行步骤4,直到 $j > P$,从而完成第i帧视频图像所有宏块的压缩编码,得到压缩编码后的第i帧视频图像;并确定压缩编码后的第i帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i帧视频图像的实际编码比特数;

[0017] 步骤6,令i的值加1,并重复执行步骤3至步骤5,直到 $i > Q$,得到压缩编码后的Q帧视频图像,所述压缩编码后的Q帧视频图像组成压缩编码后的视频序列。

[0018] 本发明技术方案的特点和进一步的改进为:

[0019] (1) 步骤3中,

[0020] 所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C是指:压缩编码后的第i-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中各宏块原像素值相减得到编码的残差值,所述残差值经Hadamard变换后进行绝对值求和得到所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C,具体公式为:

$$[0021] \quad C = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \left| \text{Hadamard}(Y_{jm} - X_{jm}) \right|$$

[0022] m 表示每个宏块中像素点的序号, D 表示每个宏块中包含的像素总个数, Y_{jm} 表示压缩编码后的第*i*-1帧视频图像中第*j*个宏块中第*m*个像素的预测值, X_{jm} 表示未进行压缩编码前第*i*-1帧视频图像中第*j*个宏块中第*m*个像素的原像素值, $\text{Hadamard}(\cdot)$ 表示Hadamard变换;

[0023] 压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的实际编码比特数*F*是指:压缩编码后的第*i*-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第*i*-1帧视频图像中各宏块原像素值相减得到编码的残差值,所述残差值进行熵编码后的比特数进行求和得到压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的实际编码比特数*F*,具体公式为:

$$[0024] \quad F = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \text{Code}(Y_{jm} - X_{jm})$$

[0025] 其中, $\text{Code}(\cdot)$ 表示熵编码过程。

[0026] (2)步骤3中,确定第*i*帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 ,由以下公式计算得到:

$$[0027] \quad qscale = \frac{C^{1-qcomp}}{rate_factor}$$

$$[0028] \quad T_0 = 12 + 6 \log_2^{qscale/0.85}$$

[0029] 其中, $qcomp$ 为线性量化控制参数, C 为压缩编码后的第*i*-1帧视频图像的复杂度, $qscale$ 为第*i*帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 对应的量化系数, $rate_factor$ 为压缩编码后的前*i*-1帧视频图像的实际编码比特数与前*i*-1帧视频图像的期望比特数的比值,且前*i*-1帧视频图像的期望比特数为 $\left(\frac{B}{N} \times (i-1)\right)$,且 \log_2 表示以2为底的对数。

[0030] (3)步骤4中,第*j*-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例 $macro_factor$ 表示为:

$$[0031] \quad macro_factor = \frac{macro_size}{frame_wanted}$$

[0032] 其中, $macro_size$ 为第*i*帧视频图像的第*j*-1个宏块根据其对应的量化参数编码后得到的实际编码比特数, $frame_wanted$ 为每一帧视频图像的期望比特数。

[0033] 本发明采用前一帧视频图像的复杂度作为当前编码视频图像的复杂度,避免了为计算当前图像复杂度耗时较长的问题;本发明采取在每一个宏块间通过比例系数微调控量化参数的方法不仅在码率控制的实现过程中考虑到了未编码帧的信息,又对未编码帧宏块的量化参数进行精细调控,使得压缩编码后的图像具有较高的质量。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本

发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明实施例提供的一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法的流程示意图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 本发明实施例提供一种基于H.264视频压缩标准的码率控制方法,用于视频信号处理器,如图1所示,所述方法包括如下步骤:

[0038] 步骤1,获取需要进行压缩编码的视频序列,所述视频序列包含Q帧视频图像,每帧视频图像包含P个宏块;

[0039] 其中,所述视频信号处理器的视频序列输入速率为每秒N帧,所述视频序列的输入码率为每秒M兆;所述视频信号处理器的视频序列的期望输出码率为每秒B兆; $N < Q$, $B < M$,且Q、P、N、M分别为正整数。

[0040] 步骤2,设定第一帧视频图像中每个宏块的量化参数为初始参数值,根据所述初始参数值对所述第一帧视频图像的每个宏块进行压缩编码,从而得到压缩编码后的第一帧视频图像,并确定所述压缩编码后的第一帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第一帧视频图像的实际编码比特数。

[0041] 步骤3,对于第i帧视频图像,根据压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数,确定第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 ;i的初值为2, $i = 2, \dots, Q$ 。

[0042] 所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C是指:压缩编码后的第i-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中各宏块原像素值相减得到编码的残差值,所述残差值经Hadamard变换后进行绝对值求和得到所述压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度C,具体公式为:

$$[0043] \quad C = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \left| \text{Hadamard} (Y_{jm} - X_{jm}) \right|$$

[0044] m表示每个宏块中像素点的序号,D表示每个宏块中包含的像素总个数, Y_{jm} 表示压缩编码后的第i-1帧视频图像中第j个宏块中第m个像素的预测值, X_{jm} 表示未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中第j个宏块中第m个像素的原像素值,Hadamard(\cdot)表示Hadamard变换;

[0045] 压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数F是指:压缩编码后的第i-1帧视频图像中各宏块每个像素的预测值与未进行压缩编码前第i-1帧视频图像中各宏块原像素值相减得到编码的残差值,所述残差值进行熵编码后的比特数进行求和得到压缩编码后的第i-1帧视频图像的实际编码比特数F,具体公式为:

$$[0046] \quad F = \sum_{j=1}^P \sum_{m=1}^D \text{Code}(Y_{jm} - X_{jm})$$

[0047] 其中, Code(·)表示熵编码过程。

[0048] 需要补充的是,原像素值是指未压缩编码前视频图像的像素值,没有经过任何处理。关于各宏块每个像素的预测值的预测方法,主要分为帧内预测和帧间预测,具体的实现方法可以参考2005年9月出版的《ITU-TH.264建议书》。

[0049] 步骤3中,确定第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 ,由以下公式计算得到:

$$[0050] \quad qscale = \frac{C^{1-qcomp}}{rate_factor}$$

$$[0051] \quad T_0 = 12 + 6 \log_2^{qscale/0.85}$$

[0052] 其中,qcomp为线性量化控制参数,C为压缩编码后的第i-1帧视频图像的复杂度,qscale为第i帧视频图像中第一个宏块的量化参数 T_0 对应的量化系数,rate_factor为压缩编码后的前i-1帧视频图像的实际编码比特数与前i-1帧视频图像的期望比特数的比值,且

前i-1帧视频图像的期望比特数为 $\left(\frac{B}{N} \times (i-1)\right)$,且 \log_2 表示以2为底的对数。

[0053] 步骤4,对于第i帧视频图像中的第j个宏块,按照下式确定第j个宏块的量化参数 T_{j-1} :根据所述第j个宏块的量化参数 T_{j-1} 对第j个宏块进行压缩编码,得到第j个宏块的实际编码比特数;j的初值为2, $j=2, \dots, P$;

$$[0054] \quad T_{j-1} = \begin{cases} T_0 + 2 & macro_factor \geq 0.1 \\ T_0 + 1 & 0.1 \leq macro_factor < 0.2 \\ T_0 & 0.05 \leq macro_factor < 0.1 \\ T_0 - 1 & macro_factor < 0.05 \end{cases}$$

[0055] 其中,macro_factor为第j-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例,每一帧视频图像的期望比特数为 $\frac{B}{N}$ 。

[0056] 第j-1个宏块的实际编码比特数占每一帧视频图像的期望比特数的比例macro_factor表示为:

$$[0057] \quad macro_factor = \frac{macro_size}{frame_wanted}$$

[0058] 其中,macro_size为第i帧视频图像的第j-1个宏块根据其对应的量化参数编码后得到的实际编码比特数,frame_wanted为每一帧视频图像的期望比特数。

[0059] 需要补充的是,本发明实施例中对宏块级的量化参数进行微调即是对未编码帧信息的考虑。

[0060] 步骤5,令j的值加1,并重复执行步骤4,直到 $j > P$,从而完成第i帧视频图像所有宏块的压缩编码,得到压缩编码后的第i帧视频图像;并确定压缩编码后的第i帧视频图像的复杂度和压缩编码后的第i帧视频图像的实际编码比特数。

[0061] 步骤6,令i的值加1,并重复执行步骤3至步骤5,直到 $i > Q$,得到压缩编码后的Q帧

视频图像,所述压缩编码后的Q帧视频图像组成压缩编码后的视频序列。

[0062] 本发明技术方案的效果可以通过下列的实验数据作进一步说明。

[0063] 选择实现的硬件平台:本发明实施例选择Xilinx Artix7(xc7a200tfbg484-2)开发板作为实现码率控制优化算法的硬件平台,嵌入式软核为MicroBlaze 9.4,软件开发环境为VIVADO 2016.2、SDK 2016.2。

[0064] 选择实现的视频序列:本发明实施例选择bus_cif.yuv(352x288)视频序列,视频的输入速率是每秒钟25帧,即视频的输入码率为29Mbit/s,期望的目标码率是1Mbit/s。

[0065] 将当前的视频序列送入H.264编码模块,视频序列输入的当前帧数据与下一帧数据之间是有时间间隔的,在这个时间间隔内完成对每一帧视频图像的初始量化参数控制,在处理当前宏块与下一个宏块之间完成每一个宏块的量化参数控制,根据这两个部分的调控完成整个视频序列的码率控制,帧与帧之间的数据无效期间完成视频序列的码率控制,对于第一帧的视频图像,采取的初始量化值为21,每一帧视频图像的期望比特数

$$frame_wanted = \frac{1Mbit/s}{25帧/s}。$$

[0066] 对于视频序列bus_cif.yuv采用原始的码率控制实现方案,即未采用本发明方法的平均量化参数值为40,信噪比为36.499,而采用本发明方法的平均量化参数值为38,且信噪比为37.065。由此可见本发明提供的码流控制方法不仅信噪比较高,而且量化系数较低,即优化后视频图像的质量较好、损失较小。

[0067] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0068] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

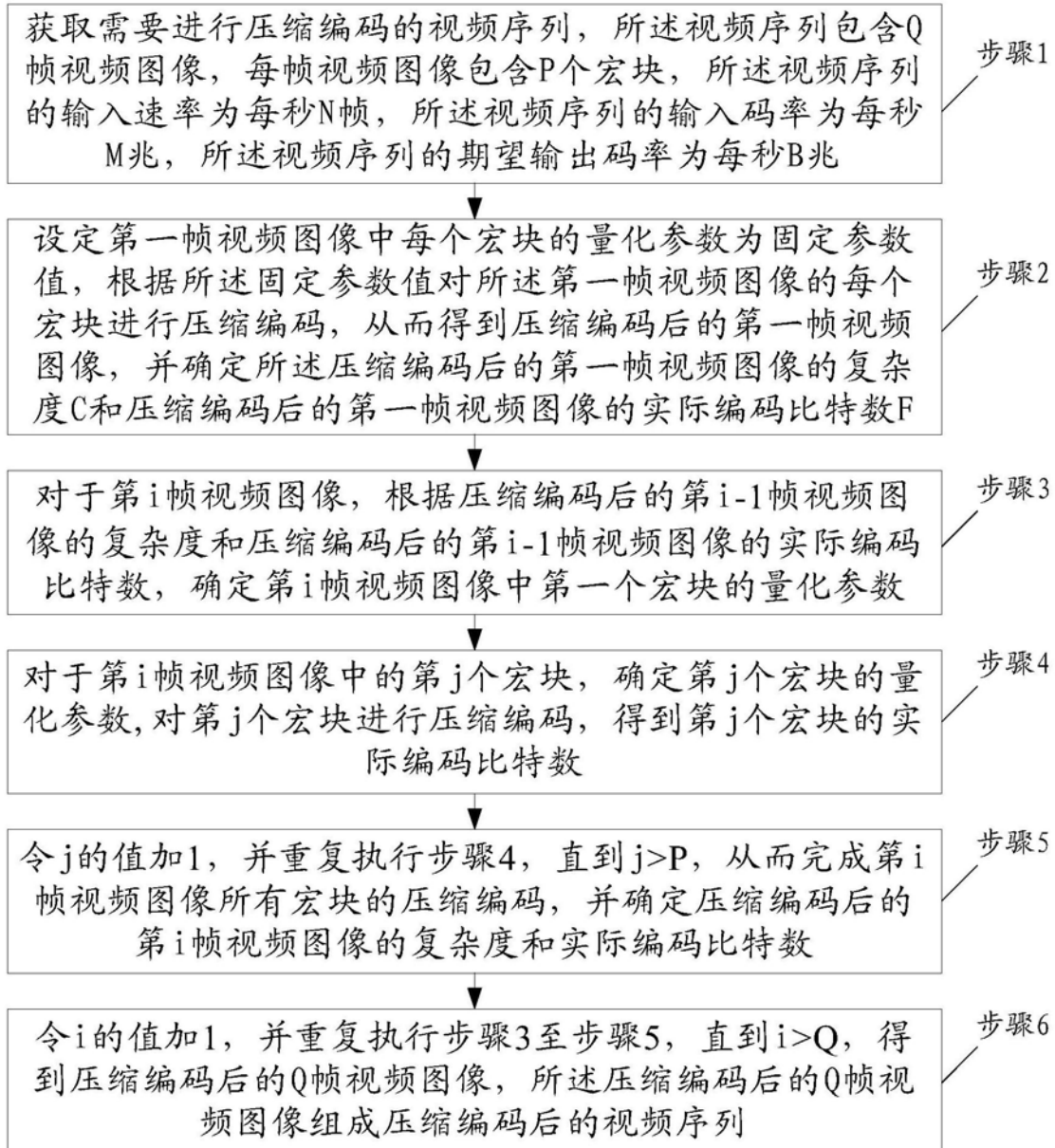


图1