



JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS

主办: 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

2014
12
VOL.19

ISSN1006-8961
CN11-3758/TB



图像色彩和谐变化 P1766



第19卷第12期（总第224期）

2014年12月16日

中国精品科技期刊
中国国际影响力优秀学术期刊
中国科技核心期刊

版权声明

凡向《中国图象图形学报》投稿，均视为同意在本刊网站及CNKI等全文数据库出版，所刊载论文已获得著作权人的授权。本刊所有图片均为非商业目的使用，所有内容，未经许可，不得转载或以其他方式使用。

Copyright

All rights reserved by Journal of Image and Graphics, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS. The content (including but not limited text, photo, etc) published in this journal is for non-commercial use.

主管单位 中国科学院

主办单位 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

主 编 李小文

编辑出版《中国图象图形学报》编辑出版委员会

邮政信箱 北京9718信箱

邮 编 100101

电子信箱 jig@irsa.ac.cn

电 话 010-64807995

网 址 www.cjig.cn

广告经营许可证 京朝工商广字第0361号

总 发 行 北京报刊发行局

订 购 全国各地邮局

海外发行 中国国际图书贸易集团有限公司

（邮政信箱：北京399信箱 邮编：100048）

印刷装订 北京科信印刷有限公司

Journal of Image and Graphics

Title inscription: Song Jian

Monthly, Started in 1996

Superintended by Chinese Academy of Sciences

Sponsored by Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS
China Society of Image and Graphics

Institute of Applied Physics and Computational Mathematics

Editor-in-Chief LI Xiaowen

Editor, Publisher Editorial and Publishing Board of Journal of
Image and Graphics

P.O.Box 9718, Beijing, P.R.China

Zip code 100101

E-mail jig@irsa.ac.cn

Telephone 010-64807995

Website www.cjig.cn

Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals

Domestic All Local Post Offices in China

Overseas China International Book Trading Corporation
(P.O.Box 399, Beijing 100048, P.R.China))

Printed by Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

CN 11-3758/TB

ISSN 1006-8961

CODEN ZTTXFZ

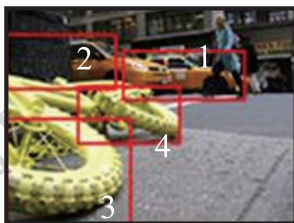
国外发行代号 M1406

国内邮发代号 82-831

国内定价 50.00元



改进鱼眼变换技术的图像适应(第1743页)



面向部件遮挡补偿的车辆检测模型(第1802页)



基于暗原色及入射光假设的单幅图像去雾(第1812页)

综述

视频摘要技术综述

王娟, 蒋兴浩, 孙铨锋 1685

局部二进制模式方法综述

刘丽, 谢毓湘, 魏迎梅, 老松杨 1696

图像处理和编码

2维全相位内插核的设计与实现

苏飞, 孙杰, 秦娟, 段宇翔 1721

改进的正则化模型在图像恢复中的应用

李旭超, 宋博 1730

改进鱼眼变换技术的图像适应

张丽霞, 区兆明, 宋鸿陟 1743

去除乘性噪声的分数阶变分模型及算法

田丹, 薛定宇, 陈大力 1751

丢包环境中H.264视频编码的快速模式判决

兰梦, 张远, 魏雨农 1759

图像分析和识别

偏度和峰度的图像色彩和谐变化

马云芳, 宋明黎, 卜佳俊 1766

结合稀疏表示和概率潜在语义的图像模糊度评价

张涛, 王新年, 梁德群 1775

Log-Gabor小波和分数阶多项式KPCA的火焰图像状态识别

宋昱, 吴一全 1785

加权局部二值模式的人脸特征提取

张洁玉, 武小川 1794

面向部件遮挡补偿的车辆检测模型

陈远, 谢昭, 吴克伟 1802

基于暗原色及入射光假设的单幅图像去雾

於敏杰, 张浩峰 1812

空间可变有限混合模型

申小虎, 吕导中, 万荣春 1820

遥感图像处理

高分辨率极化SAR图像水平集分割

邹鹏飞, 李震, 田帮森 1829

混合本征模型的多视SAR影像海冰密度检测

汪霄箭, 李玉, 赵泉华, 何晓军 1836

总目次

CONTENTS

JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Improved fisheye transformation for image retargeting (P1743)



Part-oriented occlusion compensate model for vehicle detection(P1802)



Single-image dehazing based on dark channel and incident light assumption(P1812)

Review

- Review of video abstraction
Wang Juan, Jiang Xinghao, Sun Tanfeng 1685
- Survey of Local Binary Pattern method
Liu Li, Xie Yuxiang, Wei Yingmei, Lao Songyang 1696

Image Processing and Coding

- Design and implementation of 2D all-phase interpolation kernel
Su Fei, Sun Jie, Qin Juan, Duan Yuxiang 1721
- Applying the improved regularization model to image restoration
Li Xuchao, Song Bo 1730
- Improved fisheye transformation for image retargeting
Zhang Lixia, Ou Zhaoming, Song Hongzhi 1743
- Fractional-order variation model and algorithm for multiplicative noise removal
Tian Dan, Xue Dingyu, Chen Dali 1751
- Fast-mode decision for H.264 video coding in a packet-loss environment
Lan Meng, Zhang Yuan, Wei Yunong 1759

Image Analysis and Recognition

- Image color harmonization algorithm using skewness and kurtosis
Ma Yunfang, Song Mingli, Bu Jiajun 1766
- Image blur evaluation based on sparse representation and probabilistic latent semantic analysis
Zhang Tao, Wang Xinnian, Liang Dequn 1775
- State identification of boiler combustion flame images via Log-Gabor wavelet and kernel principal component analysis with fractional power polynomial models
Song Yu, Wu Yiquan 1785
- Feature extraction of faces based on a weighted local binary pattern
Zhang Jieyu, Wu Xiaochuan 1794
- Part-oriented occlusion compensate model for vehicle detection
Chen Yuan, Xie Zhao, Wu Kewei 1802
- Single-image dehazing based on dark channel and incident light assumption
Yu Minjie, Zhang Haofeng 1812
- Spatially variant finite mixture model
Shen Xiaohu, Lyu Daozhong, Wan Rongchun 1820

Remote Sensing Image Processing

- High-resolution PolSAR image level set segmentation
Zou Pengfei, Li Zhen, Tian Bangsen 1829
- Intrinsic mixture model-based measurement of sea ice density from a multi-look SAR image
Wang Xiaojian, Li Yu, Zhao Quanhua, He Xiaojun 1836

中图法分类号: TP919.8 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2014)12-1759-07

论文引用格式: Lan M, Zhang Y, Wei Y N. Fast-mode decision for H. 264 video coding in a packet-loss environment[J]. Journal of Image and Graphics, 2014, 19(12): 1759-1765. [兰梦, 张远, 魏雨农. 丢包环境中 H. 264 视频编码的快速模式判决[J]. 中国图象图形学报, 2014, 19(12): 1759-1765.][DOI:10.11834/jig.20141207]

丢包环境中 H. 264 视频编码的快速模式判决

兰梦, 张远, 魏雨农

中国传媒大学信息工程学院, 北京 100024

摘要: 目的 视频编码中传统的快速模式判决算法通常基于对视频源特性的分析, 但如果考虑到信道传输中的差错, 编码模式的率失真特性就会随之改变, 快速模式判决算法的性能也会随之下降, 需要考虑丢包环境对快速模式判决算法进行优化。方法 为了解决这一问题, 首先分析了丢包环境下各种编码模式的端到端率失真特性, 在此基础上提出了一个分层结构的快速模式判决算法。通过快速估计出丢包环境下 skip 和 intra 模式的编码率失真代价, 进而将模式判决的路径划分为 non-intra 和 non-skip。结果 将本文算法与基于遍历算法的容错视频编码算法进行对比实验, 本文算法平均可以降低 50% 左右的编码时间, 同时几乎不会降低率失真性能。结论 实验结果表明, 在对丢包环境下端到端率失真代价进行估计的基础上, 所提出的分层结构快速模式判决的算法, 可以在保证解码端图像质量的同时, 显著节省编码时间, 满足实时视频通信中对低复杂度和鲁棒性的要求。

关键词: 视频编码; H. 264; 差错恢复; 快速模式判决

Fast-mode decision for H. 264 video coding in a packet-loss environment

Lan Meng, Zhang Yuan, Wei Yunong

School of Electronic and Information Engineering, Communication University of China, Beijing 100024, China

Abstract: **Objective** Traditional fast-mode decision schemes are commonly designed on the basis of feature analysis of the source videos. However, the rate-distortion behavior of the coding modes changes when channel errors are involved. In this study, we propose a fast-mode decision scheme for H. 264 video coding to address the requirements of low complexity and error resilience in real-time video communications. **Method** We examine the end-to-end rate-distortion (R-D) behavior of various coding modes and derive a hierarchical mode decision scheme. We propose a fast estimation of the coding costs of skip and intra modes in a packet-loss environment and narrow the mode decision into a non-intra or non-skip path. **Result** The proposed algorithm is implemented in H. 264 reference software JM12. The classical error-resilient video coding algorithm that conducts an exhaustive search of all coding modes is used as reference. By efficiently skipping a number of motion estimations and intra prediction mode decisions, the algorithm saves time by approximately 50% without deterioration in R-D performance. **Conclusion** Experiment results show that the proposed fast-mode decision algorithm based on the estimation of end-to-end R-D cost can achieve significant time saving and retain a good image quality.

Key words: video coding; H. 264; error resilience; fast-mode decision

收稿日期: 2014-04-30; 修回日期: 2014-08-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(61001177, 61472389)

第一作者简介: 兰梦(1989—), 男, 中国传媒大学通信与信息系统专业硕士研究生, 主要研究方向为视频压缩。E-mail: 1mamsat@hotmail.com

0 引言

H. 264 视频编码标准与其之前的编码标准相比有更高的编码效率,但编码器的计算复杂度也大大增加。由于 H. 264 被广泛用于那些在无线环境下工作而功率有限的便携式设备中,因此在保证服务质量的前提下降低编码的计算复杂度便成为了一项具有挑战性的任务。

H. 264 视频编码标准中定义了许多不同的编码模式,基于率失真优化的遍历算法是 H. 264 视频编码模式判决中的一种典型算法。传统的基于率失真优化的模式判决算法由于需要遍历每种编码模式,因此非常耗时。目前,已经提出了许多针对实时视频应用的快速模式判决算法^[1-8]。在这些算法中,几乎都要首先进行 skip 模式的判断,这是因为 skip 模式在视频编码中出现的频率最高^[1-2]。在宏块模式预测的方法中,通过预测获得宏块的最佳编码模式而非遍历所有的编码模式^[3,4]。文献[3]提出了一种高效的学习分类算法来分类众多的编码模式。Intra/inter 模式的判决在快速模式判决中同样十分重要,文献[4]提出了一个基于特征的算法,该算法通过计算多维特征空间中选择错误模式的风险值来进行模式判决。文献[5]根据帧间编码最佳模式的统计规律,以及宏块的空时特性与最佳模式的关系,提出了一种基于宏块空时特性的早期终止策略的快速模式选择算法。文献[6]中提出的算法根据已编码宏块各模式的比例顺序来自适应地确定当前宏块模式判决顺序,同时利用前帧中宏块编码模式的平均率失真代价及当前帧的图像复杂度自适应地预测宏块相应编码模式的阈值。针对计算复杂度受限的情况,文献[7]提出了一种基于帕累托最优状态的快速模式判决算法,文献[8]利用推导出的线性模型来给每一个宏块分配计算资源,然后根据分配的计算资源进行可适应的模式判决和运动搜索。

无线网络环境中对于实时的视频应用要求很高,因此差错恢复性能变得十分重要。实际上,当考虑丢包时,每一种编码模式的率失真特性都会发生变化。已经有许多容错视频编码方法基于在编码端对端到端失真的估计,对传统的基于率失真优化的模式判决方法进行了相应的扩展^[9-12]。ROPE (recursive optimal per-pixel estimate) 算法通过递归计算

重建像素的期望和均方值来估计像素级的端到端失真^[9]。文献[10]中通过优化编码器中的运动补偿预测机制,进而提升帧间编码模式的差错恢复性能。H. 264 参考软件 JM 中采用了专门针对丢包环境设计的 ER-RDO (error robust RDO) 算法^[11]。ER-RDO 通过在编码端模拟 K 个随机的丢包信道并进行解码来估计总体的端到端失真。 K 值越大估计的失真值就越准确,同时算法也会变得更加复杂。

在许多实时视频应用中,必须同时满足对编码速度和鲁棒性的要求。前述提到的快速模式判决算法通常都基于对 H. 264 编码模式的率失真特性统计分析,并不适用于丢包环境。而容错视频编码方法中端到端失真的估计本身需要耗费一定的计算量,更增加了编码复杂度。本文提出了一种 H. 264 容错视频编码中的快速模式判决方法。首先分析丢包环境中不同编码模式的率失真特性,在此基础上通过对 skip 和 intra 模式的率失真代价估计来分类众多的编码模式。由于只需计算所选择的那一类编码模式的率失真代价,因此计算复杂度大大下降。

1 问题分析

快速模式判决的目标是在保证解码端视频质量的同时加快编码的速度。因此将分析丢包环境中各种编码模式的率失真特性以及分布规律。

1.1 丢包环境中的率失真特性

图 1 显示了在不同的丢包率下各种编码模式的率失真工作点。端到端的失真为经过 100 个模拟信道后解码端解码所得失真的平均值。第 1 帧为 I 帧

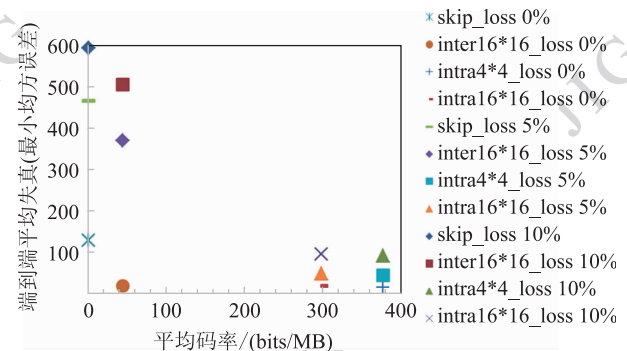


图 1 不同丢包率下各种编码模式的率失真工作点

Fig. 1 Average R-D operating points of various modes in different packet loss rates

编码,其他各帧均为 P 帧。每一行宏块构成一个 slice,并放在一个包中进行传输。图 1 所示为对 foreman 序列(100 帧,30 帧/s, QCIF, QP = 28)进行测试所得的统计结果。对其他视频序列的测试结果具有类似的特性。

如果不考虑有噪信道, skip 模式通常具有低码率和高失真的特点。inter 和 intra 模式有着相似的失真,但是使用 intra 模式进行编码所耗费的比特数通常要高于 inter 模式。绝大多数情况下不会选择 intra 模式作为最优的编码模式。因此,对 skip 和 inter 模式的预判决是加速模式判决进程的关键

所在。图 1 同时显示:当丢包率增加时,不同编码模式的率失真特性也会随之发生改变。inter 和 skip 模式的端到端失真都显著地增加,而 intra 模式的失真则变化不大。在有噪信道环境中, skip 模式和 intra 模式的率失真工作点之间存在着显著的差异。

1.2 丢包环境中编码模式的统计分布

不同编码模式在最终编码决策中所占的百分比由其本身的率失真特性所决定。表 1 为编码模式的分布情况。表 1 中结果由使用 ER-RDO 算法的 H. 264 参考软件获得^[11]。

表 1 丢包环境下 Foreman、News 序列各种编码模式的分布

Table 1 Distribution of various coding modes in packet loss environments-Foreman QCIF, 64 kbit/s, IPPP

序列	丢包率/%	Skip	P ₁₆ × 16	P ₁₆ × 8	P ₈ × 16	P ₈ × 8	intra
Foreman	0	13.99	42.98	12.93	15.72	15.37	0.01
	3	13.49	43.19	12.27	15.16	13.12	2.77
	5	14.10	43.28	11.78	14.15	12.48	4.21
	10	15.08	42.98	11.17	13.82	10.14	6.81
	20	16.30	43.79	9.63	11.67	7.27	11.3
News	0	77.25	8.51	3.67	4.56	5.79	0.22
	3	77.00	8.43	3.57	4.57	5.99	0.44
	5	77.15	8.39	3.33	4.72	5.80	0.62
	10	77.42	7.92	3.41	4.66	5.47	1.13
	20	77.58	8.60	3.42	3.99	4.58	1.83

如图 1 所示,在丢包环境下, inter 模式的端到端失真将会大幅增加,但是 intra 模式的端到端失真增加很少,因此会有一部分宏块的最优模式由 inter 模式变为 intra 模式。背景区域以及那些接近静止区域的宏块通常会被作为 skip 块处理,即便在丢包环境下也不太会转变为 intra 块。因为这些区域本身就具有很强的鲁棒性,同时 skip 模式本身几乎不会消耗比特数。这就解释了表 1 中所显示的趋势:在丢包环境下, intra 模式的使用率在增加而 inter 模式的使用率在下降,尤其是 P₈ × 8 模式,同时 skip 模式的使用率则几乎保持不变或有所增加。 intra 模式的比例在很大程度上取决于视频的内容。通常,有剧烈运动的视频需要大量的

intra 块。因为在考虑端到端失真的情况下, intra 模式的编码代价比 inter 模式更小,这也就使得在 skip 和 non-skip 之间的选择不再是最先考虑的问题。

1.3 讨论

当与信道相关的失真成为端到端失真的主要成分时,基于宏块本身的相关特征来预测编码模式的方法不再适用。前述分析得出在丢包环境下最优模式的选择中 intra 模式的优先级增加。因此,在模式判决的第一步中除了仍然占较大比例的 skip 模式外,还应该将 intra 模式考虑在内。对 intra 和 skip 模式的编码率失真代价进行比较可以将模式判决划分为两条路径:non-intra 和 non-skip。

2 本文方法

图2给出所提出的快速模式判决算法的流程图。首先,根据对 skip 模式和 intra 模式的端到端率失真代价的估计值将模式判决划分为 non-skip 和

non-intra 两条路径。skip 模式的端到端率失真代价 J_{skip} 可以在不进行预编码的情况下直接进行估计,在 2.1 节详细描述。因此 $J_{\text{skip,est}}$ 可与 J_{skip} 等价。但是, intra 模式的端到端率失真代价无法直接获得。获得其率失真代价估计值 $J_{\text{intra,est}}$ 的算法在 2.2 节进行讨论。

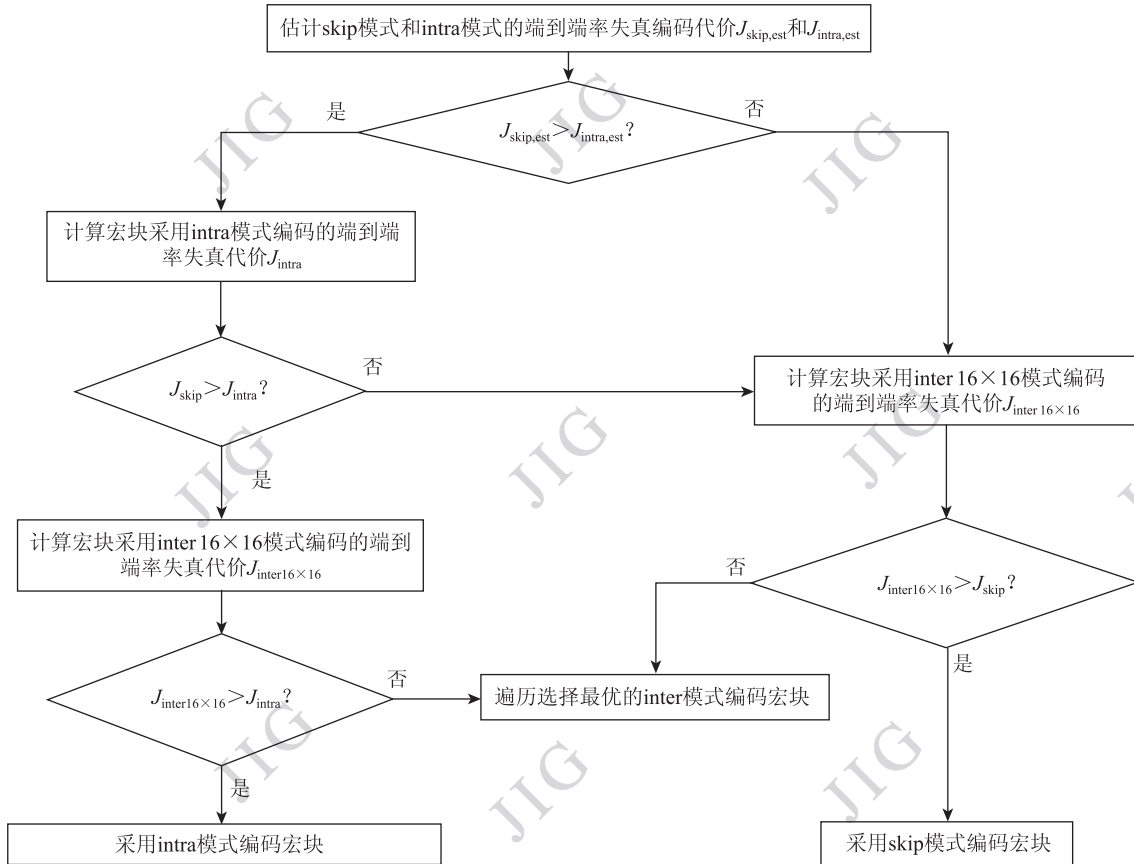


图2 算法流程图

Fig. 2 Flow chart of the proposed algorithm

在通过第1步排除掉 skip 模式或 intra 模式之后,模式选择便转化为两个子问题: intra/inter 模式选择以及 skip/inter 模式选择。在 intra/inter 这条路径中,首先用 intra 模式对宏块进行编码来计算端到端的率失真代价 J_{intra} 。用 intra 模式的实际率失真代价 J_{intra} 与 J_{skip} 进行比较以纠正在上一步中可能发生的分类错误。如果 J_{intra} 较大,则转到 inter/skip 的路径上;否则,继续在 intra/inter 这条路径上,计算 inter 16 × 16 (P_16 × 16) 模式的率失真代价(用 $J_{\text{inter16} \times 16}$ 表示)。如果 J_{intra} 也比 $J_{\text{inter16} \times 16}$ 大,即用基于遍历率失真代价计算的模式判决算法为该宏块选择一种合适的帧间编码模式;否则,就把 intra 模式作

为最优的编码模式。Inter/skip 路径下的模式判决具有类似的过程,如图2所示。

2.1 Skip 模式编码代价的估计

假定丢包率为 p , REF 为参考帧列表, m_j 为第 n 帧第 m 个宏块中所有亚宏块与编码模式 o 相关的运动矢量。可以推导出端到端率失真代价计算公式为^[12]

$$J(n, m, o) = (1 - p)(D_s(n, m, o) + D_{\text{ep}}(\text{REF}, m_j)) + pD_{\text{ec}}(n, m) + (1 - p)\lambda R \quad (1)$$

式中, $D_s(n, m, o)$, $D_{\text{ep}}(\text{REF}, m_j)$, $D_{\text{ec}}(n, m)$ 和 R 分别代表宏块级别的源失真, 错误积累失真, 错误隐藏

失真以及编码比特数。错误积累失真 D_{ep} 可以在当前帧编码结束之后通过递归计算得到,并存储下来为后续参考使用。在丢包环境中的拉格朗日乘子为 $(1-p)\lambda^{[12]}$, 其中 λ 为在无差错环境下所使用的拉格朗日乘子。

由于错误隐藏失真 $D_{ec}(n, m)$ 与选择哪种编码模式 o 无关,因此不需计算。最终的计算公式为

$$J'(n, m, o) = D_s(n, m, o) + D_{ep}(REF, m_j) + \lambda R \quad (2)$$

由于 skip 模式编码的码率接近于 0,因此端到端率失真代价的计算可以进一步简化为

$$J_{skip} = D_{s, skip} + D_{ep}(REF, pred_MV) \quad (3)$$

源失真 $D_{s, skip}$ 是当前宏块与参考帧列表中采用预测的运动矢量 $pred_MV$ 进行运动补偿所得宏块计算得到的失真,其中, $pred_MV$ 可以直接计算得到。可以由之前的错误积累图获得错误积累失真 $D_{ep}^{[12]}$ 。由于 J_{skip} 的计算复杂度很低,因此可认为图 2 中的 $J_{skip, est}$ 与 J_{skip} 等价。

2.2 Intra 模式编码代价的估计

由式(2)可得 intra 模式的端到端率失真代价的计算公式为

$$J_{intra} = D_{s, intra} + \lambda R \quad (4)$$

在 intra 模式编码中不存在由错误积累带来的失真 D_{ep} 。 J_{intra} 可以通过采用不同的预测方向来对该 intra 宏块进行预编码来计算获得,但这相当耗时。

基于统计数据的分析表明,一个宏块和它当前位置左边的宏块,以及其上面 3 个宏块,还有前一编码帧的对应位置宏块及其周围的 8 个宏块都具有一定的相关性。如图 3 所示,当前宏块为 MB_0 ,用同一帧中的相邻宏块 MB_1 、 MB_2 、 MB_3 、 MB_4 ,和前一编码帧中对应位置宏块 MB_5 及其周围的 8 个宏块 MB_6 、 MB_7 、 MB_8 、 MB_9 、 MB_{10} 、 MB_{11} 、 MB_{12} 、 MB_{13} ,共 13 个宏块的编码代价值来估计当前宏块 MB_0 的 intra 模式

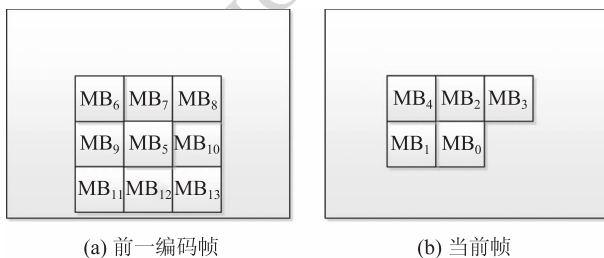


图 3 当前宏块及其相关宏块

Fig. 3 Current block and its relating blocks

的编码代价。

设这 13 个宏块中,如果宏块 i 采用 intra 模式编码,其编码代价值表示为 $J_{intra, i}$,如果宏块 j 采用 inter 模式编码,其编码代价值表示为 $J_{inter, j}$,如果宏块 k 采用 skip 模式编码,其编码代价值表示为 $J_{skip, k}$ 。估计 $J_{intra, est}$ 为

$$J_{intra, est} = \frac{1}{13} \left(\sum_{i=1}^X C_{intra} \times J_{intra, i} + \sum_{j=1}^Y C_{inter, j} \times J_{inter, j} + \sum_{k=1}^Z C_{skip} \times J_{skip, k} \right) \quad (5)$$

式中, C_{intra} , C_{inter} , C_{skip} 基于训练序列得到,分别为 $C_{intra} = 1.0$, $C_{inter} = 2.12$, $C_{skip} = 3.03$ 。 i, j, k 分别表示采用 intra 模式、inter 模式和 skip 模式编码的数目,等于 0 时表示没有采用该模式编码。 X, Y, Z 分别表示采用 intra 模式、inter 模式和 skip 模式编码的宏块总数, $X + Y + Z = 13$ 。

3 实验结果

将本文算法在 H. 264 参考软件 JM10.2 上进行了实现。用文献[12]中提出的容错编码算法与本文算法的结果进行比较,文献[12]中的算法采用对所有模式进行遍历计算以选择最优模式。采用 5 个帧率为 30 帧/s、分辨率为 CIF 格式的视频序列进行测试。除第 1 帧为 I 帧之外,其他各帧均为 P 帧。每帧有 4 个包。假定包含参数集以及第 1 帧数据的包能够可靠地传输。丢包环境根据文献[13]中所指定的测试环境进行模拟。每一个序列均被解码 100 次。将本文算法与参考算法进行比较,采用编码端和解码端 $\Delta PSNR$ 来分别表征编码端和解码端视频质量的增益,同时,用比特率增长 $\Delta Bitrate$ 来表征比特率的增长百分比,如表 2 所示。本文的算法获得了和参考算法相似的率失真性能,同时大大节省了编码时间。节省的时间主要来自于算法中对于 inter/intra 和 skip/inter 路径的预判决。节省时间的多少主要取决于 skip 和 intra 编码宏块所占的百分比。比如,foreman 序列节省的时间要比其他序列少,因为它的 skip 和 intra 编码块总数较少。如果进一步采用帧内预测模式快速判决算法^[14-15]和快速的帧间模式判决算法^[16-18],编码时间还将得到更为显著的减少。

表 2 算法性能验证
Table 2 Performance evaluation for proposed algorithm

测试序列	丢包率/%	编码端 Δ PSNR/dB	解码端 Δ PSNR/dB	Δ Bitrate/%	节省时间/%
News QP:32	0	-0.05	—	+0.22	62.5
	3	-0.05	+0.18	-0.78	62.6
	5	-0.06	+0.57	-0.21	62.3
	10	-0.06	+0.49	-0.93	61.5
	20	-0.04	+0.39	-1.29	61.6
Foreman QP:28	0	-0.00	—	+0.61	20.2
	3	-0.03	+0.64	+0.41	21.4
	5	-0.02	+0.79	+1.16	22.2
	10	-0.02	+0.46	+0.55	21.8
	20	-0.03	+0.29	+0.49	27.7
Akiyo QP:30	0	-0.02	—	-1.72	65.4
	3	-0.04	+0.03	-2.36	66.9
	5	-0.04	+0.09	-1.92	66.1
	10	-0.04	+0.08	-1.59	66.5
	20	-0.05	+0.06	-2.01	66.7
Carphone QP:32	0	-0.05	—	-0.69	37.4
	3	-0.07	-0.07	-0.17	34.5
	5	-0.05	+0.11	-0.15	36.3
	10	-0.05	+0.10	-0.37	36.9
	20	-0.07	+0.05	-0.96	36.9
Container QP:28	0	-0.03	—	-1.25	62.1
	3	-0.03	-0.04	-1.41	61.8
	5	-0.03	-0.01	-1.42	61.4
	10	-0.03	-0.02	-2.01	60.9
	20	-0.03	-0.07	-3.81	59.8

4 结 论

本文中讨论了视频编码中快速模式判决算法在丢包环境中的问题。在对丢包环境下端到端率失真代价进行估计的基础上,提出了一种快速模式判决的算法。通过滤掉需要进行运动估计以及帧内预测模式的判决,该算法平均可以节省 50% 以上的编码时间,与基于遍历算法的容错视频编码算法相比,几

乎没有降低率失真性能。节省的时间主要源于第 1 步中对 non-intra 和 non-skip 模式的分类。在今后的工作中,可进一步考虑帧内预测模式和帧间模式的快速判决算法以获得更优的率失真性能及节省更多的编码时间。

参考文献 (References)

[1] Choi I, Lee J, Jeon B. Fast coding mode selection with rate-dis-

- tortion optimization for MPEG-4 part-10 AVC/H.264 [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2006, 16 (12): 1557-1561. [DOI: 10.1109/TCSVT.2006.883506]
- [2] Kannangara C S, Richardson I E G, Bystrom M, et al. Low complexity skip prediction for H.264 through lagrangian cost estimation [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2006, 16 (2): 202-208. [DOI: 10.1109/TCSVT.2005.859026]
- [3] Jagmohan A, Ratakonda K. Timeefficient learning theoretic algorithms for H.264 mode selection [C] // Proceedings of International Conference on Image Processing. Urbana, IL, USA: IEEE, 2004: 749-752. [DOI: 10.1109/ICIP.2004.1419406]
- [4] Kim C, Kuo C-C J. Feature-based intra/inter coding mode selection for H.264/AVC [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2007, 17 (4): 441-453. [DOI: 10.1109/TCSVT.2006.888829]
- [5] Gu M H, Yu N M, Kou L K, et al. Fast mode decision algorithm for H.264 based on early termination method. [J]. Journal of Image and Graphics, 2011, 16 (3): 305-309. [顾梅花, 余宁梅, 寇立康, 等. H.264 快速模式选择算法中的提前终止策略 [J]. 中国图象图形学报, 2011, 16 (3): 305-309] [DOI: 10.11834/jig.20110326]
- [6] Zhu J X, Cao N, Li G X. Adaptive mode decision algorithm for H.264 based on correlation [J]. Application Research of Computers 2010, 27 (1): 371-373. [朱金秀, 曹宁, 李国选. 基于相关性的 H.264 自适应模式判决算法 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27 (1): 371-373]
- [7] Ivanov, Y V, Bleakley C J. Real-time H.264 video encoding in software with fast mode decision and dynamic complexity control [J]. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, 2010, 6 (1): 1-21. [DOI: 10.1145/1671954.1671959]
- [8] Zheng L W, Li G L, Chen M J, et al. Computation controllable mode decision and motion estimation for scalable video coding [J]. ETRI Journal, 2013, 35 (3): 469-479.
- [9] Zhang R, Regunathan S L, Rose K. Video coding with optimal inter/intra mode switching for packet loss resilience [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2000, 18 (6): 966-976. [DOI: 10.1109/49.848250]
- [10] Hua Y, Kenneth R. Optimizing motion compensated prediction for error resilient video coding [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2010, 19 (1): 108-118. [DOI: 10.1109/TIP.2009.2032895]
- [11] Stockhammer T, Kontopodis D, Wiegand T. Rate-distortion optimization for JVT/H.26L coding in packet loss environment [C] // Proceedings of Packet Video Workshop. Pittsburgh: IEEE, 2002.
- [12] Zhang Y, Gao W, Lu Y, et al. Joint source-channel rate distortion optimization for H.264 video coding over error-prone networks [J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2007, 9 (3): 445-454. [DOI: 10.1109/TMM.2006.887989]
- [13] Wenger S. Common conditions for wireline low delay IP/UDP/RTP packet loss resilient testing [S]. Geneva: ITU-T VCEG document VCEG-N79r1. 2001.
- [14] Jin Z Y, Gao Z Y, Zhang X Y, et al. H.264 high profile intra prediction mode decision algorithm [J]. Video Engineering. 2012, 36 (21): 8-11. [靳桅艳, 高志勇, 张小云, 等. H.264 High Profile 的帧内预测模式快速判决算法研究 [J]. 电视技术, 2012, 36 (21): 8-11] [DOI: 10.3969/j.issn.1002-8692.2012.21.003]
- [15] Muniyappa S K. Implementation of complexity reduction algorithm for intra mode selection in H.264/AVC [EB/OL]. [2014-01-26]. <http://www.ee.uta.edu/Dip/Courses/EE5359/index.html>.
- [16] Han C D, Ji W M. A fast inter mode decision strategy based on texture analysis in H.264 [C] // Proceedings of International Conference on Electronics, Communications and Control. Washington DC, USA: IEEE, 2012: 1459-1462. [DOI: 10.1109/ICECC.2012.9]
- [17] Kulkarni A K. Implementation of fast inter-prediction mode decision in H.264/AVC video encoder [EB/OL]. [2014-01-26]. <http://www-ee.uta.edu/Dip/Courses/EE5359/index.html>.
- [18] Hilmi B, Goswami K, Lee J H, et al. Fast inter-mode decision algorithm for H.264/AVC using macroblock correlation and motion complexity analysis [C] // Proceedings of IEEE International Conference. Consumer Electronics. Las Vegas: IEEE, 2012: 90-91. [DOI: 10.1109/ICCE.2012.6161754]