

·信号与信息处理·

面向人在回路感兴趣区动态编码方法

程 恭¹, 陈青华², 李 祁², 赵秀丽²

(1. 海军装备部, 北京 100841; 2. 海军航空工程学院, 山东 烟台 264001)

摘 要:针对人在回路中感兴趣区 ROI (regions of interest) 编码问题, 提出了一种感兴趣区动态编码方法, 该方法利用率失真函数凸函数特性, 对处于相同编码层 ROI、BG 区域分别设定不同目标码率, 在各编码层控制 ROI 和背景区码率, 使得 ROI 获得比较高的编码质量, 并允许在编码过程中任意指定、修改感兴趣区域及其优先级, 实验结果表明满足了远程操控过程中动态改变 ROI 的需求。

关键词:感兴趣区; 率失真; 动态编码

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2011)04-0061-03

Dynamic Regions of Interest Coding for Man-in-the-loop

CHENG Gong¹, CHEN Qing-hua², LI Qi², ZHAO Xiu-li²

(1. Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China;

2. Equipment Department of the Navy, Beijing 100841, China)

Abstract: According to the coding problem in the region of interest (ROI) for man-in-the-loop, a method of dynamic ROI coding is proposed, this method uses the characteristics of distortion-rate function and convex function. The different target bit-rates are set respectively for ROI and BG in the same layer. Every coding layer can control ROI and background bit-rate, so ROI can obtain the higher coding quality, the ROI and priority can be specified and modified during the coding process. The experimental result shows that the method meets the needs of ROI dynamic change during the remote control operation.

Key words: regions of interest (ROI); distortion-rate; dynamic coding

人在回路远程操控过程中, 接收方通常希望根据收到的低质量数据决定哪些区域要重点观察, 并且可以在编码过程中任意增加、改变、减少重点区域, 即感兴趣区域可以根据需要在编码中动态指定, Zhou Wang 等人提出了逐个位平面偏移算法^[1,2], 达到了灵活控制 ROI 与 BG 质量的目的。但是, 位平面的偏移必然导致编码位平面的增加, 从而带来编码效率的降低; 其次, JPEG2000 算法在带来极佳的编码效率同时, 也导致了庞大的计算量和很高的算法复杂度, 难以实时。

文献[3]提出了基于码块的 ROI 编码方法, 根据

EBCOT 算法, 对 ROI 码块的失真加权, 权值大于 1, 无须对 ROI 形状进行编码, 生成码流与标准兼容。文献[4]对文献[3]进行了扩展, 支持多个 ROI 有不同的优先级, 文献[5,6]采用类似的思路支持动态定义 ROI。

文中算法受 Tillo^[7]关于多描述算法及文献[8]中多 ROI 编码方法的启发, 针对具体应用提出了一种动态感兴趣区域编码方法 DR (dynamic ROI coding), 该方法采用基于率失真斜率加权 ROI 编码方法, 允许在编码过程中任意指定、修改感兴趣区域及其优先级。在各编码层 (layer) 对 ROI 和背景

收稿日期: 2011-06-13

基金项目: 航空科学基金资助项目 (20085584010); 航空电子系统综合技术国防科技重点实验室基金

作者简介: 程恭 (1965-), 高级工程师, 研究方向为光电系统建模与仿真, 视频的压缩与传输; 陈青华 (1979-), 女, 山东新泰人, 博士, 讲师, 研究方向为光电工程系统建模与仿真。

分别设定目标码率,感兴趣区域码块在各层的截止门限由高码率确定,而背景码块对应的截止门限由低码率决定。

1 码块率失真斜率加权

率失真斜率是EBCOT算法的主要依据,其定义为

$$\lambda_i(z) = \begin{cases} \lambda_i(0) = \infty \\ \lambda_i(z) = \min_{z' < z} \frac{D_i^{(z')} - D_i^{(z)}}{L_i^{(z')} - L_i^{(z)}}, z > 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中, $D_i^{(z)}$ 表示码块 B_i 在截断点 z 被截断时的失真; $L_i^{(z)}$ 则表示截断码流的长度。嵌入式编码码流的自然截断点集合 $\{1, 2, \dots, Z_i\}$ 由各位平面的编码通道端点构成,候选截取点通过剔除自然截断点集中的奇异点产生,而在EBCOT的编码过程中,率失真斜率的计算就定义在候选截取点上。

设码块 B_i 的系数产生的加性失真度量(均方误差)为 $D_i^{(z_i)}$, 这样总体失真可以表示为

$$D = \sum_i D_i^{(z_i)} \quad (2)$$

现在需要找到集合 $\{z_i\}$, 使得满足 $L \leq L_{\max}$ 时 D 最小。解决这种条件极值问题可以通过Lagrange算法来解决,对于某个 $\lambda > 0$, 设 $\{z_{i,\lambda}\}$ 为使

$$D(\lambda) + \lambda L(\lambda) = \sum_i (D_i^{(z_{i,\lambda})} + \lambda L_i^{(z_{i,\lambda})}) \quad (3)$$

在图1中,在给定斜率 λ 条件下, $z_{i,\lambda}$ 为集合 H_i 中斜率大于 λ 的最大值 h_i^1 。对任意码块 i 在通道 j_k 的率失真斜率为

$$s_i^{jk} = \frac{\Delta D_i^{jk}}{\Delta R_i^{jk}} = \frac{D_i^{jk-1} - D_i^{jk}}{R_i^{jk} - R_i^{jk-1}} \quad (4)$$

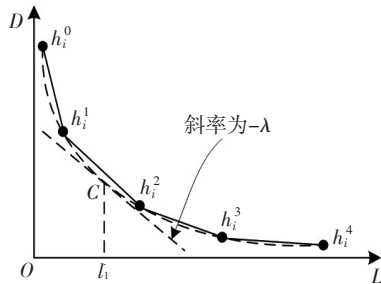


图1 码块 B_i 截断点 $z_{i,\lambda}$ 的选择

对目标码率 $R_H > R_L$, 码块 i 对应的截止点分别为 n_i^H 、 n_i^L , 根据率失真函数的凸函数特性则有:

$n_i^H > n_i^L, s_i^{n_i^H} < s_i^{n_i^L}$ 。并且通过增加层数,对位于同一层的数据包重新排列,对包含感兴趣数据的数据包先发送。

2 单个ROI编码

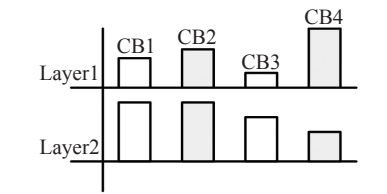
(1) 初始化。设置编码层数为 N , 分解技术为 L , 码块大小为 $B \times B$, 目标码率为 R , 码块总数为 M 。

(2) 确定ROI区域码块的截止点。分别设定每层目标码率 ($CR_{11} < CR_{12} < \dots < CR_{1N}$), 确定每层目标码率的率失真斜率截止门限, 对 M 个码块在各层的截断点, $n^{1-11}, n^{1-12}, \dots, n^{2-11}, n^{2-12}, \dots, n^{M-1N}$ 。

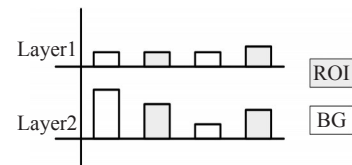
确定BG区域码块在各层的截止点: 根据需要分别在各层设置比ROI区域低的目标码率, ($CR_{b1} < CR_{b2} < \dots < CR_{bN}$) 确定每层目标码率的率失真斜率截止门限, 对 M 个码块在各层的截断点: $n^{1-b1}, n^{1-b2}, \dots, n^{2-b1}, n^{2-b2}, \dots, n^{M-bN}$ 。其中根据前面率失真斜率凸函数的分析, $n^{m-1j} > n^{f-bj}$, ($m = 1, \dots, M; j = 1, \dots, N$)。

(3) 合成含ROI编码的最终码流。对于包含ROI系数的码块 CB_{ROI} , 在第 i 层的截止点由步骤2确定, BG码块 CB_{BG} 的截断点由步骤3确定。

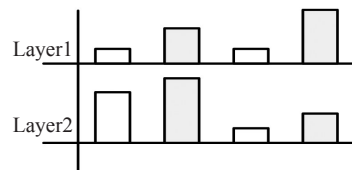
图2为单个ROI编码的算法示意图, 其中深色表示ROI, 白色代表背景块, 码块高度代表其在该层编码的比特数。



(a) 目标码率 $R1$ 编码, 各码块对每层贡献



(b) 目标码率 $R2$ 编码, 各码块对每层贡献



(c) 最终合成码流, 其中ROI取决于(a), BG取决于(b)

图2 单个ROI编码示意图

3 多个ROI编码

该算法同样可以对多个ROI编码,每个ROI可以有不同的优先级,根据各ROI的优先级确定其在各层的目标码率, CR_{1j}/CR_{0j} 越大ROI优先级越高。编码码率越低ROI与BG差异越大,随着码率的增加,人眼对ROI和BG的差异不敏感。同时也可以在一开始令ROI和BG的码率相同,接受方根据收到的数据选定感兴趣区,并通知发送方,发送方接到指示后在后续的各层进行ROI编码。

当某个码块同时属于多个ROI时,其在第j层的目标码率为其所属多个ROI在该层的最大码率。各ROI优先级可动态改变,如果有2个ROI则有

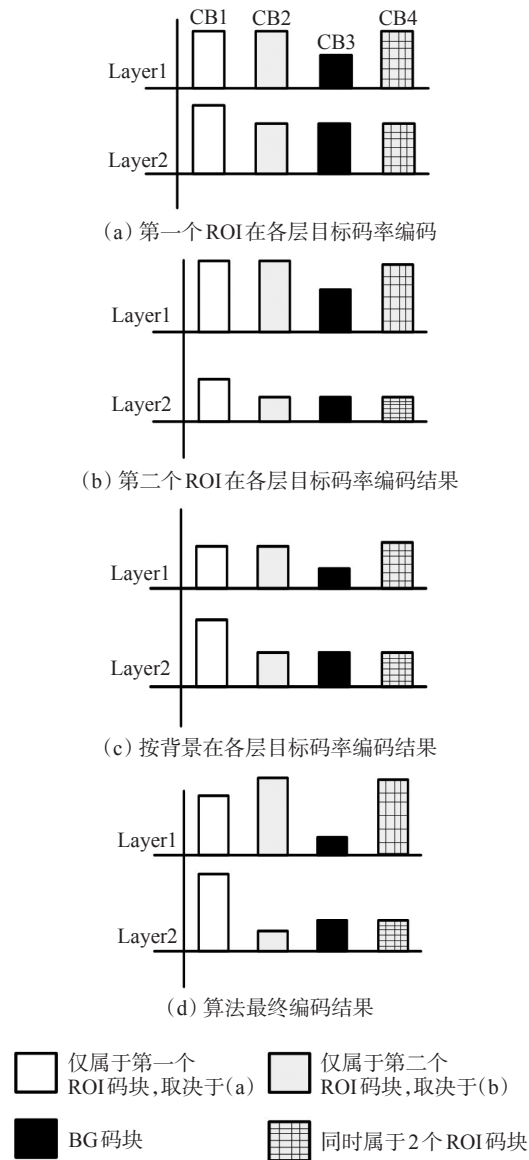


图3 多个ROI编码示意图

$$CR_{11} > CR_{21} < \dots < CR_{2i} \quad (5)$$

$$CR_{1(i+1)} > CR_{2(i+1)} < \dots < CR_{N(i+1)} \quad (6)$$

即在第1, 2, ..., i层第一个ROI的优先级高于第二个,从第i+1层开始第二个ROI的优先级高。

图3为多个ROI编码的算法示意图,其中黑色表示背景,白色代表第一个ROI块,浅色代表第二个ROI码块,网格部分代表2个ROI相交的部分,高度代表其在该层编码的比特数。

4 算法验证与分析

图4给出了交互式编码方法在多ROI编码的演示过程,测试图像 ship.bmp 的分辨率为 320×240 , 256级灰度图像,编码层数为15层,码块大小为 16×16 ,编码过程中先后定义两个ROI,在第一层只定义了一个ROI,其在第一层的目标码率为背景的5倍,直到其他ROI与背景码率相同,如图4a所示,定义第一个ROI远远高于背景区域。从第二层开始,第二个ROI其在各层的目标码率与第一个ROI相同,即为背景的5倍,图4b给出了编码至第5层的结果,图4b中有2个ROI,并且第2个ROI清晰度最高,图4c为最终所有的部分都达到压缩率0.125 bpp。

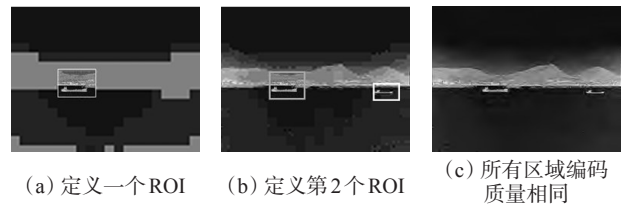


图4 多ROI编码演示

表1也给出了从第1层至第15层不同图层的码率,可以看出设置的码率为0.125 0,从1-1层逐渐达到设置码率。

表1 不同图层的码率

图层	码率	图层	码率
1	0.095 1	9	0.110 5
2	0.096 9	10	0.113 4
3	0.098 9	11	0.115 4
4	0.100 5	12	0.117 9
5	0.102 9	13	0.119 0
6	0.105 0	14	0.120 1
7	0.106 1	15	0.125 0
8	0.109 2		

5 结束语

面向人在回路感兴趣区压缩方 (下转第80页)

法。但以上方法只是从颜色分布的相似程度来分析伪装效果,伪装效果的客观评价需要综合多个图像特征,才能更加准确地给出符合人眼视觉特性的评价结果。

参考文献

- [1] 汪东,吕绪良,许卫东,等.基于灰度直方图分析技术的伪装应用模型[J].解放据理工大学学报(自然科学版),2004,5(3):74-77.
- [2] Smith A R. Color gamut transformation pairs[J]. Comput-

(上接第60页)

- rieval[C]// Proc. ICIP(6),2007:373-376.
- [3] Thibault Napoleon, Tomasz Adamek, Francis Schmitt, et al. SHREC'08 entry: Multi-view 3D retrieval using multi-scale contour representation[C]//2008 IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications,2008.
- [4] David G Lowe. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2):91-110.
- [5] 王瑞瑞,马建文,陈雪.多传感器影像配准中基于虚拟匹配窗口的SIFT算法[J].武汉大学学报·信息科学版,2011,36(2):163-166.
- [6] 钟金琴,檀结庆,李莹莹等.基于二阶矩的SIFT特征匹配算法[J].计算机应用,2011,31(1):29-32.
- [7] Ryutarou Ohbuchi, Kunio Osada, Takahiko Furuya, et

(上接第63页)

法的优点,在于它结合了接收方对压缩的主观要求,实现了感兴趣区动态编码。此外文中算法与标准JPEG2000相比,需要分别对ROI和背景确定截止门限,由于确定截止门限采用二分法搜索方法,计算量不会成倍增加,只是略有增加,满足了系统实时性的需求。

参考文献

- [1] Zhou Wang, Bovik Alan C. Bitplane-by-Bitplane Shift (BbBShift)-A Suggestion for JPEG 2000 Region of Interest Image Coding [J]. IEEE Signal Processing Lett (S1070-9908),2002,9(5):160-162.
- [2] Zhou Wang, Serene Banerjee, Brian L, et al. Generalized Bitplane-by-Bitplane Shift Method for JPEG2000 ROI Coding[C]//Proceedings of 2002 International Conference on Image Processing. Rochester, NY, USA, III81-III84,2002:22-25.
- [3] Taubman D, Marcellin M W. JPEG2000: Image Com-

er Graphics,1978,12(3):12-19.

- [3] B S Manjunath, J R Ohm, V V Vasudenva, et al. Color and Texture Descriptor s[J]. IEEE Trans. on CSVT, 2001,11(6):703-715.
- [4] 王涛,胡事民,孙家广.基于颜色-空间特征的图像检索[J].软件学报,2002,13(10):2031-2036.
- [5] 沈云涛.基于视觉感知特性的图像检索研究[D].西安:西北工业大学,2005:52-63.
- [6] 徐英.基于背景代表色提取的迷彩伪装颜色选取算法[J].光电工程,2007,34(1):100-104.
- [7] 许卫东,吕绪良,陈兵.一种基于纹理分析的伪装器材效果评价模型[J].兵工学报,2002,23(3):329-331.

al. Salient Local Visual Features for Shape-Based 3D Model Retrieval[C]// Proc. IEEE Shape Modeling International(SMI). NY, USA, Stony Brook June,2008:4-6.

- [8] Robert Osada, Thomas Funkhouser, Bernard Chazelle, et al. Shape Distributions[J]. ACM Transactions on Graphics,2002, 21(4):807-832.
- [9] Ryutarou Ohbuchi, Masatoshi Nakazawa, Tsuyoshi Takei. Retrieving 3D Shapes Based on Their Appearance [C]//5th ACM SIGMM international workshop on multimedia information retrieval. Berkeley, California, USA, 2003:39-45.
- [10] Ryutarou Ohbuchi, Takahiro Minamitani, Tsuyoshi Takei. Shape-Similarity Search of 3D Models by using Enhanced Shape Functions[J]. International Journal of Computer Applications in Technology (IJCAT),2003, 23(3/4/5):70-85.

pression Fundamentals, Standards, and Practice[M]. Boston:Kluwer Academic Publishers,2002.

- [4] Nguyen A, Chandran V, Sridharan S. Important Prioritization Coding in JPEG2000 for Interpretability with Applications to Surveillance Image[C]//Proc. of SPIE Visual Communication and Image Processing, 2003, 5150: 806-817.
- [5] Sanchez V, Basu A, Mandal M K. Prioritized Region of Interest Coding in JPEG2000[J]. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Tech., 2004, 14(9):1149-1155.
- [6] Rosenbaum R, Schumann H. Flexible, Dynamic and Compliant Region of Interest Coding in JPEG2000[C]// Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing. New York:Rochester,2002:101-104.
- [7] Tammam Tillo, Gabriella Olmo. A Novel Multiple description coding scheme compatible with the JPEG2000 decoder[J]. IEEE signal processing lett, 2004, 11(11) 908-911.
- [8] 侯俊,方向忠,李继良.多码率JPEG2000的感兴趣区域编码[J].计算机工程,2007,33(5):200-201.