

文章编号: 1672-8785(2013)08-0016-05

基于低码率传输的红外视频 编码方法研究

陈青华¹ 董 锋² 谢晓方¹ 齐玉东¹ 乔勇军¹

(1. 海军航空工程学院兵器科学与技术系, 山东烟台 264001;

2. 武警指挥学院研究生管理大队, 天津 300350)

摘 要: 为了满足低速数据链下目标识别的需求, 把感兴趣区域 (Region of Interest, ROI) 编码策略引入红外视频编码。在 H.264 视频编 / 解码框架的基础上, 通过增加 ROI 编码的处理, 构建基于 ROI 的视频编 / 解码框架, 并在码率控制过程中调整 ROI 宏块与非 ROI 宏块的量化参数, 优化了 ROI 量化模型。实验结果表明, 该方法能够节省有限码率, 增加 ROI 目标的细节, 提高 ROI 对象的清晰度, 可从整体上提高主观视觉的质量。

关键词: 感兴趣区域; H.264; 码率控制

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2013.08.04

Study of Infrared Video Coding Method Based on Very-low-bit Rate Transmission

CHEN Qing-hua¹, DONG Feng², XIE Xiao-fang¹, QI Yu-dong¹, QIAO Yong-jun¹

(1. Department of Ordnance Science and Technology, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China; 2. Department of Graduate Management, Armed Police Command College, Tianjin 300350, China)

Abstract: To meet the objection identification need under a low-speed data chain, a coding strategy about a Region of Interest (ROI) is introduced into infrared video coding. On the basis of a H.264 video encoding/decoding framework, the ROI quantitative model is optimized by adding the processing of ROI encoding, constructing the video encoding/decoding framework and adjusting the quantitative parameters of ROI and non-ROI macroblocks in the bit rate control process. The experimental result shows that this method can save the limited bit rate, increase the details of ROI objects, improve the definition of ROI objects and improve the subjective visual quality on the whole.

Key words: ROI; H.264; bit rate control

0 引言

红外电视导引头传输视频数据时, 重要的信息往往分布在视频图像的某些区域。在现有低速数据链传输条件下, 视频恢复整体质量差, 不能满足目标识别的要求。若将压缩效率调整

到能识别目标, 则产生的数据庞大, 无法实时传输。基于 ROI 的编码策略能把图像分成重要性不同的区域, 再根据不同的重要性采取不同的压缩策略, 通过节省非感兴趣区的图像码率来提高感兴趣区的质量, 从而改善低码率视频编码与传输应用中的主观视觉质量。

收稿日期: 2013-06-24

作者简介: 陈青华 (1979-), 女, 山东新泰人, 讲师, 主要研究方向为红外图像处理及编码。

E-mail: yoyocqh205@126.com

新一代的国际编码标准 H.264^[1] 集成了以往视频编码器的许多优点, 尤其在低码率下其优点更加明显。本文将感兴趣区的编码策略与视频编码标准 H.264 相结合来构建视频编/解码框架。

1 红外视频中的 ROI 编码方法

1.1 感兴趣区的定义

绝大部分视频压缩算法都基于分块压缩的思想, 即首先将每一帧视频分成宏块, 然后对每一个宏块进行变换编码、预测编码和熵编码。在视频压缩过程中, 宏块是视频编码最小的单元。一帧图像中的 ROI 定义主观性较强, 取决于观察者自身的判断。在不同的应用场合, ROI 的定义可能完全不同^[2]。基于这种思想, 红外视频中的 ROI 可定义如下: ROI 是红外视频帧中满足目标识别需求的宏块集合。

目前 ROI 的提取大多采用视频分割方法, 而 H.264 依然沿用传统的基于宏块的离散余弦变换结合运动估计和熵编码方法。为了与 H.264 视频编码标准相兼容, 必须把 ROI 的提取单位由像素改为宏块。首先对每帧视频序列都提取主观的 ROI 中心和大小信息, 采用最大值检测方法得到某个 ROI 的中心坐标 (cx, cy) , 则此 ROI 的宽度和高度 (Wid, hei) 为

$$\begin{aligned} Wid &= \frac{\sum_{x=cx-\Delta x}^{cx+\Delta x} (S(x, cy) \cdot |cx - x|)}{\sum_{x=cx-\Delta x}^{cx+\Delta x} S(x, cy)} \\ Hei &= \frac{\sum_{y=cy-\Delta y}^{cy+\Delta y} (S(cx, y) \cdot |cy - y|)}{\sum_{y=cy-\Delta y}^{cy+\Delta y} S(cx, y)} \end{aligned} \quad (1)$$

式中, Δx 和 Δy 分别为累加平均的空间邻域窗的宽度和长度。如图 1(b) 所示, 当 ROI 的位置确定后, 可以根据需要划定 ROI。从图 1(c) 可以看出, 一帧图像除了存在 ROI 和非 ROI, 在 ROI 边界上存在过渡区。

红外视频传输时, ROI 往往位于镜头的中心位置, 因此 ROI 区域的优先性体现在宏块的编码顺序上。在常规的视频编码过程中, 宏块的扫描顺序通常采用光栅扫描顺序, ROI 编码采

用如图 2 所示的 ROI 区域优先的螺旋式宏块扫描顺序^[3]。由于感兴趣区往往是运动比较剧烈的区域, 选用的宏块像素要大于背景区域^[3,4], 可以采用 32×32 像素的搜索范围, 背景及过渡区可选用 16×16 像素的搜索范围。

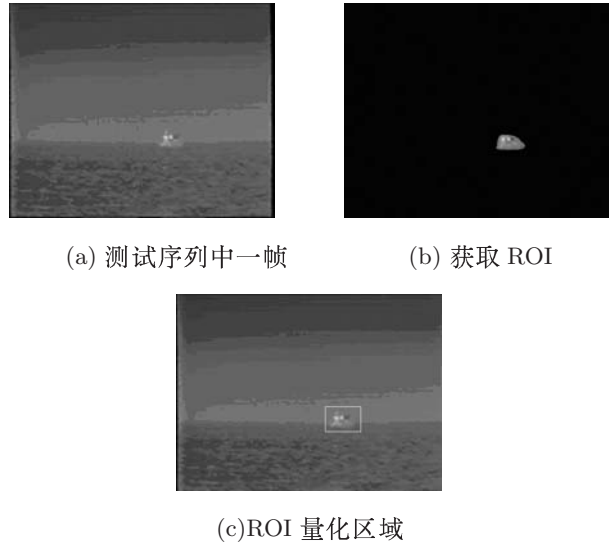


图 1 ROI 量化区域获取

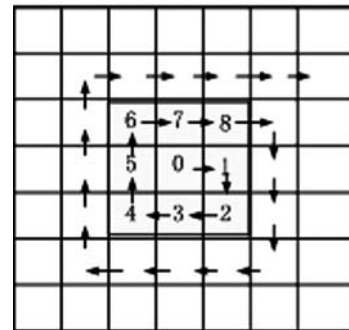
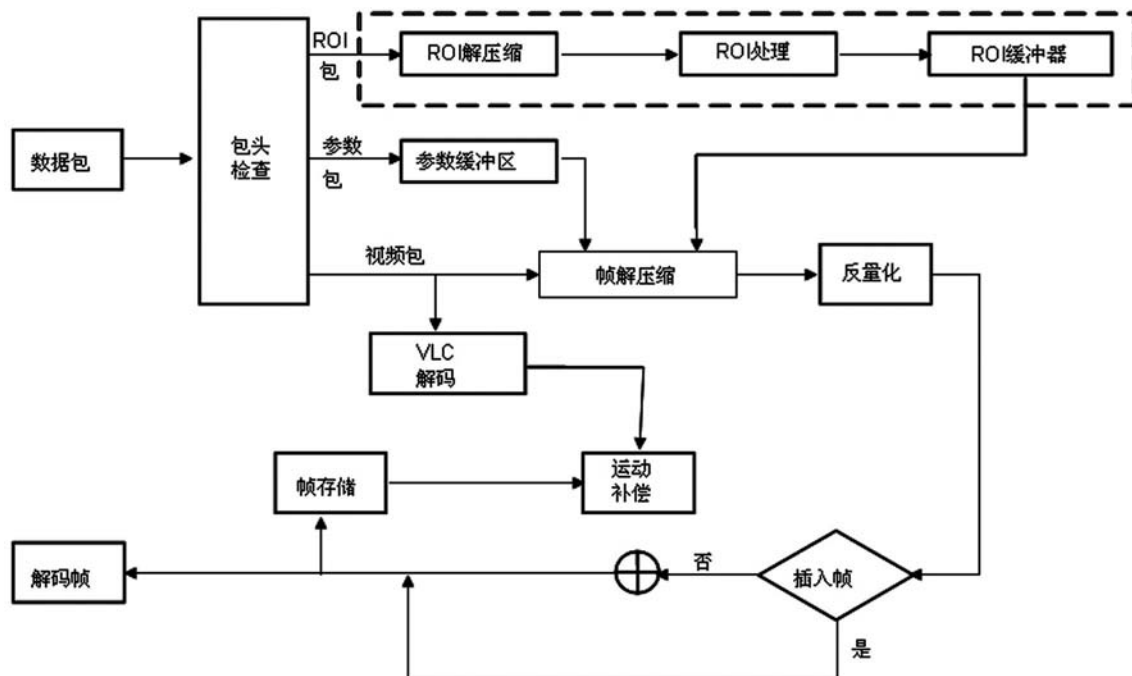


图 2 ROI 优先的宏块扫描示意图

1.2 基于 ROI 码率的控制

目前, ROI 的视频编码方法主要分成两类: 位平面提升法和量化参数 (Quantization Parameter, QP) 调节法。相对于位平面提升算法, 量化参数调节通过设置不同的 QP 来提高 ROI 的视频质量, 具有复杂度小、容易实现等优点, 因而被广泛采用^[5]。

H.264/AVC 宏块级码率控制算法的每行宏块采用相同的 QP。基于 ROI 码率的控制方法可根据目标识别的需求, 分别对背景区宏块 NROI、



(b) 解码框架

图4 基于ROI视频编/解码框架

- (1) 增加了存储 ROI 位置信息的对象;
- (2) 把从视频文件中读取的一帧画面的 ROI 位置信息转到编码器内部, 直到宏块层;
- (3) 在码率控制部分增加了判断当前宏块是否属于 ROI 的部分, 并且保存结果;
- (4) 在码率控制时调用了 ROI 的位置信息, 用于计算帧复杂度;
- (5) 在宏块编码前调用 ROI 的位置信息, 增大了非 ROI 宏块的 QP。

3 算法的实现与分析

基于参考软件平台 JM10.2^[6] 对算法性能进行测试, 硬件平台为 Intel Corei5 2380P 3.10GHZ, 内存为 4GB。选取的红外测试视频为 QCIF 格式, GOP 类型为 IPPPPP…。熵编码为 CABAC, 选取 2 个参考帧, 速度为 20 帧/s。

(1) 方案 1, 基于 H.264 编码框架的视频压缩算法。

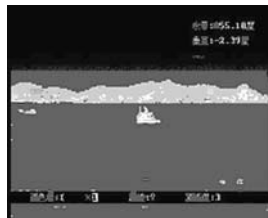
(2) 方案 2, 基于 ROI 的视频压缩算法, 采用新码率控制机制, 控制感兴趣区码率, 背景区用不同码率压缩。



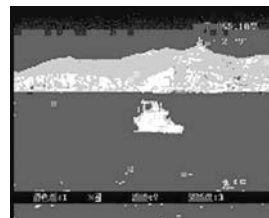
(a) 序列中第 35 帧



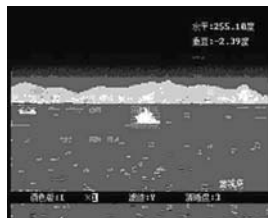
(b) 第 239 帧原始图像



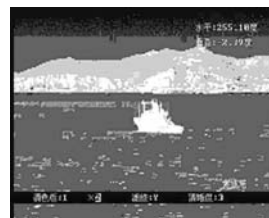
(c) 方案 1 解码的 35 帧



(d) 方案 1 解码的 239 帧



(e) 方案 2 解码后第 35 帧



(f) 方案 2 解码后第 239 帧

图5 两种方案编码解码后图像比较

图 5(a) 和图 5(b) 为所选测试序列中的两帧, 经 H.264 编码器编 / 解码后的图像如图 5(c) 和图 5(d) 所示, 图 5(e) 和 5(f) 为相同码率下基于 ROI 视频压缩算法解码得到的图像。很明显, 同图 5(c) 和图 5(d) 相比, 图 5(e) 和图 5(f) 虽然背景区略有模糊, ROI 部分尤其是舰船目标则较为清晰。由于背景本身处在剧烈运动中, 当导引头接近目标时, 观察点会集中在目标上, 所以背景的相对模糊不影响对目标的识别, 因此可以将背景区码率节省出来以增加目标的细节。

接下来通过实验对采用两种方案时部分帧的峰值信噪比 PSNR 进行比较。

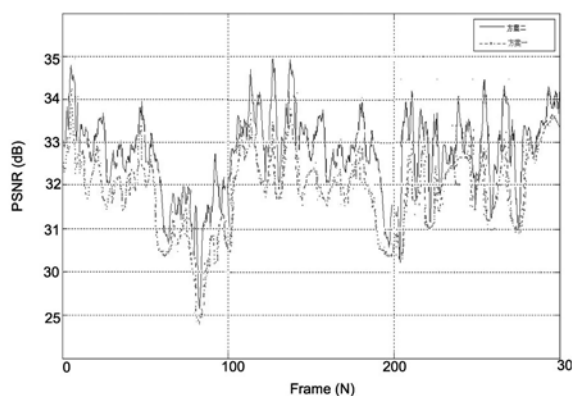


图 6 不同编码方案下部分帧 PSNR 的比较

如图 6 所示, 红色虚线代表方案 1 对应的 PSNR 曲线, 蓝色实线则代表方案 2 对应的曲线。可以看到, 两个方案对整帧的 PSNR 平均值变化不大。但由于方案 2 建立在对 ROI 细量化的基础上, 从图 5 中可以看出, 方案 2 中轮船的轮廓更加清晰, 在整体主观视觉质量没有下降的情况下, 大幅度提高了 ROI 对象的清晰度。

另一方面, 与方案 1 相比, 由于方案 2 没有改动 H.264 编码器的结构, 只是在编码框架中增

加了 ROI 的量化部分, 编码一帧的时间约为 237 ms, 略高于 H.264 的编码时间 193 ms, 因而需要进一步优化。

4 小结

基于 ROI 的视频编码算法, 对 H.264 编码器 / 解码器的结构没有特殊的要求, 传输码流也与 H.264 标准兼容。尽管该算法需要根据不同区域的视觉重要性确定不同的编码参数, 增加了运算复杂度, 然而对于视频编码算法, 消耗计算资源最多的是运动估计和模式选择。这种算法在运算复杂度并不是太高的情况下, 提高了视频序列的主观质量, 满足了低速数据链下的目标识别需求。

参考文献

- [1] Wiegand T, Sullivan G J, Biontegaard G, et al. Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard [J]. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2003, 12(7): 560–576.
- [2] Liu Y, Li Z G, Soh Y C. Region-of Interest Based Resource Allocation for Conversational Video Communication of H.264/AVC [J]. *IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology*, 2008, 18(1): 134–139.
- [3] 王晓龙, 崔慧娟, 唐昆. H.264/AVC 中基于感兴趣区域的计算资源优化分配算法 [J]. *清华大学学报 (自然科学版)*, 2011, 51(11): 1747–1750.
- [4] 赵安邦, 余埏, 孙国仓, 等. 感兴趣优先传输的可伸缩视频编码 [J]. *系统仿真学报*, 2009, 21(5): 1432–1435.
- [5] 刘琼, 胡瑞敏, 韩镇. 一种利用视觉掩蔽效应的感兴趣区域视频编码方法 [J]. *中国图形图像学报*, 2010, 15(6): 861–866.
- [6] JM Reference Software. Version 1747–1750, JM 10.2 [M/OL]. <http://iphomelhi.de/suehring/html>, 2011.