

ROI 编码技术在变电站图像监控系统中的应用

贺体龙, 杨俊起, 袁兆强

(三峡大学电气学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 图像的感兴趣区域(ROI)编码技术,即在图像中的感兴趣区域进行无损或近无损压缩,而在其它区域采用有损压缩,从而既可以获得所期望的高质量的图像信息,又保持了较高的压缩比,很好地解决了压缩比和图像质量之间的矛盾。该文首先对 ROI 编码技术的原理及编码方法进行了详细论述,并在此基础上,将该编码技术引入到变电站图像监控系统中,仿真实验取得了比较满意的效果。

关键词: JPEG2000; 感兴趣区域; 小波变换; 图像监控

中图分类号: TN91 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)21-0034-03

0 引言

在远程图像监控系统中,图像的传输技术是关键,静止图像压缩标准 JPEG 的制定为图像的传输起到了极大的推动作用。目前的 JPEG 静止图像压缩标准在中高速率上压缩效果较好,然而在低码率的情况下,重构图像存在严重的方块效应,给后续的故障检测,故障记录,故障分析造成困难。为了弥补目前标准的不足,1997年,ISO/ITU-T 组织开始着手制定新的静止图像压缩标准——JPEG2000,在2000年3月正式公布。JPEG 2000 与传统 JPEG 最大的不同,在于它放弃了 JPEG 所采用的以离散余弦变换(discrete cosine transform)为主的区块编码方式,而采用以小波变换(wavelet transform)为主的多解析编码技术和嵌入式编码技术,不仅在压缩效率上优于现行的任何一种标准,而且还提供了一系列新的技术特征,感兴趣区域编码技术便是其中之一^[1]。本文首先对 ROI 编码技术的原理及编码方法进行了详细论述,并在此基础上,将该编码技术应用到变电站图像监控系统中。

1 ROI 编码技术

人们在观察图像时,往往只对其中的某个区域感兴趣,并希望这些区域有较高的分辨率,而对其他区域只要达到基本的视觉要求即可。这时,我们可以对感兴趣区域进行低压缩比甚至是无损压缩编码以求获得高质量的重建图像,而对其他区域采用较高压缩率,这就是 ROI 编码技术,即在图像中的感兴趣区域进行无损或近无损压缩,而在其它区域采用有损压缩,从而既可以获得所期望的高质量的图像

信息,又保持了较高的压缩比,很好地解决了压缩比和图像质量之间的矛盾。在确定感兴趣区域后,为该区域产生一个 ROI 模板(mask)^[4]。所谓 ROI 模板,实际上就是对最后重构感兴趣区域有贡献的所有小波系数的集合,描述的其实就是某一小波系数存在于哪一位平面上,从而精确的重构所期望的区域。对位于模板以外的小波系数(称为背景系数),将其幅值通过除以 2^s 按比例缩小,比例因子 s 的选择要使缩小后的背景系数幅值小于 ROI 模板中量化系数的最小值。按此处理后,位于 ROI 模板内的量化系数所处的位平面就高于背景系数所处的位平面。在其后进行的嵌入式编、解码过程中,由于 ROI 区域的位平面高于背景区域,这些 ROI 系数位平面将先于背景系数位平面被编码、传输和解码。而且即使当码流被截断或是编解码过程没有全部完成,因为 ROI 区域的压缩码流处在整个码流的前端,故感兴趣区域的重建质量仍然优于背景区域。在 JPEG2000 标准中,这种编码方法的步骤如下:

对源图像计算小波变换;

选定 ROI 区域,一旦选定就相应地计算产生一个模板,该 ROI 模板包括了无损重建 ROI 的全部小波系数;

量化小波系数;

按比例缩小背景系数幅值,即位于 ROI 模板区域之外的背景系数都右移位;

对所有系数位平面依次进行熵编码,最重要的位平面首先被编码。

此外,比例因子 s 和与 ROI 相关的一些信息亦被置入编码后的码流之中,传送到解码端,解码器倒置执行上述步骤以重建图像。

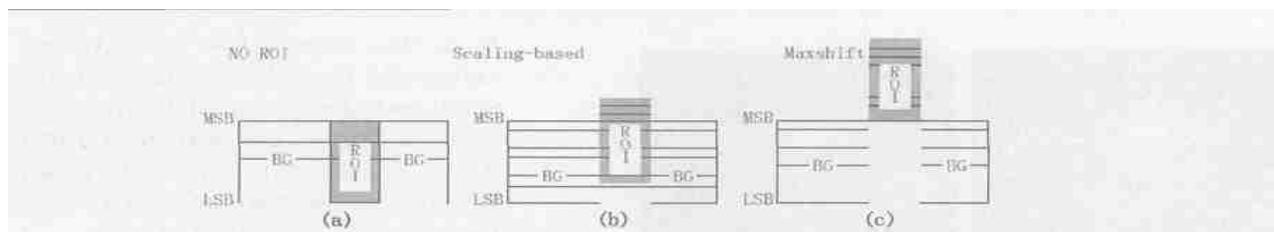


图 1 基于比例移位法和最大移位法

Fig. 1 Scaling based shift method and maxshift method

JPEG2000 标准中给出了两种 ROI 编码算法,一种是基于比例移位法 (scaling based shift method)^[2],另一种是最大移位法 (maxshift method)^[1],它们都是通过按一定比例缩小背景系数来实现的。正如前所说,ROI 是图像中期望在任何解码比特率下其质量都要比其余部分好的区域,这可以由优先编码参与 ROI 重构的系数的量化来实现。JPEG2000 第二部分中给出了基于比例移位法,其思想是按一定比例缩小背景系数,使得 ROI 系数优先被编码。图 1 描述了这个过程。其中 MSB 是最重要比特平面,LSB 是最不重要比特平面。

比例因子 s 可以是任意的值,渐进解码中它对 ROI 和背景质量可以有个粗略的控制。实际工作中,需要导出一个比特模板,用来标明在每一个子带中哪些系数是 ROI 系数,此过程可参照图 2。JPEG2000 第一部分提出了最大移位法,它是基于比例移位法的特殊情形,使 ROI 的比特平面和背景比特平面无重叠,如图 1 中 (C) 所示,经过平移后,由于所有的背景系数都小于任何 ROI 系数,故不需要推导 ROI 模板。因此最大移位法降低了计算和结构上的复杂度,然而由于比例因子 s 不能自由选择,故不能调节感兴趣区域和背景区域重建图像质量的对比度。当一幅图像内有多个感兴趣区域且它们的分辨率不同时,那么用最大移位法需要的位宽 (bit - depth) 为 ROI 的个数 \times 原始位宽 (original bit - depth)。而在此情况下,由于基于比例移位法的动态范围 (dynamic range) 不会显著增加,故多感兴趣区域图像还是用基于比例法比较好处理。文献[4]中介绍了平移值 s 的选取以及附加比特的垫补方法,文献[6]中详细介绍了 ROI 模板的计算,文献[7]给出了 ROI 模板计算的快速算法。

2 ROI 编码在变电站图像监控系统中的应用

在无人值守变电站图像监控系统中,图像监控



图 2 空间域中二维 ROI 比特模板的导出

Fig. 2 Calculation of 2D ROI bit-mask in space domain

对象主要是变电站场区、设备区、主控室、配电室等重要部分。其中包括主变压器、各类高压电器设备,尤其是每路刀闸的分合状态、油位等户外设备;还包括变电站的通信机房、控制室、高压配电室、电缆夹层等。根据变电站图像监控对象的特性,为了减少传输前的编码时间,通常在传输前就事先确定感兴趣区域 (ROI),对整幅图像进行完全的编码预处理,使系统能够进行快速的 ROI 编码。首先系统初始化后,对监控的未经过 ROI 区域定义的图像通过滤波器组进行小波变换,接着确定感兴趣区域并相应计算 ROI 模板以及比例因子 s 的值,编码系统对变换后的系数比特平面量化,最后进行熵编码,解码逆执上述过程即可重建图像。例如在图 3 两幅图片中 (512 \times 512),图 3 (a) 为原图,图 3 (b) 是为了看清开关的闭合情况,而提前选定了开关区域为 ROI,在此实验中选择的比例因子 s ,使得 ROI 区域的最小系数大于 BG 区域的最大系数时,即为最大移位编码方法,开关区域为矩形区域,此时采用的矩形区域 ROI 模板的快速算法,详见参考文献[6,7]。这样就可以在所处理的图像中对感兴趣区域指定特定的压缩质量,在恢复时指定特定的解压缩。仿真实验结果如图 3,平均码率为 0.175 b/p。可见利用 ROI 编码即保证了该区域图像的恢复质量又使平均码率得到降低。在变电站图像监控系统中,就可以根据用户的线路速度和利用方式,以不同的分辨率及压缩率发送图片,从而有效地缓解网络带宽的瓶颈问题,较好地提高了图像的实时性传输。

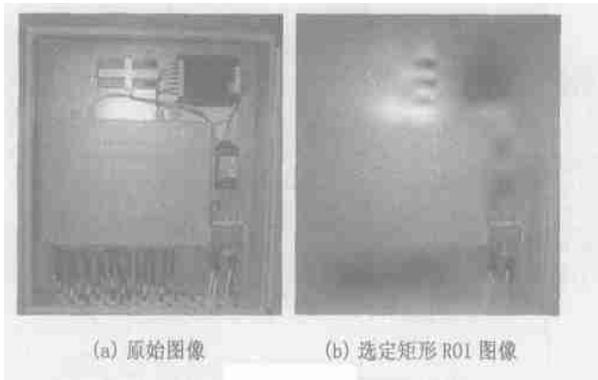


图3 经过 ROI 压缩的图像解码比较图
Fig.3 Comparison of image decoding results
by ROI compression

3 结束语

ROI 编码在实际应用中可以实现高度的灵活性,用户可以根据带宽情况以及所需图像某一区域内容的价值选定感兴趣区域,按自己需求进行处理,然后用户可以根据不同的质量生成图像,在编码压缩时可以根据具体情况选择有损压缩和无损压缩的各自区域,也可调节各区域的压缩比。正由于静止图像压缩标准 JPEG2000 独特的编码机制,在传输带宽有限的变电站图像监控系统中引入 ROI 编码技术是一种新的尝试,它能客观地节省传输时间和存储空间,仿真实验结果令人满意。

参考文献:

- [1] ISO/ISCJTC 1/SC 29/WG 1 (ITU - T SC8), JPEG2000 Part I Final Committee Draft Version[S].
[2] ISO/ISCJTC 1/SC 29/WG 1 (ITU - T SC8), JPEG2000

Part II Final Committee Draft Version 1.0[S].

- [3] Christopoulos C, Skodras A, Ebrahimi T. The JPEG2000 Still Image Coding System: An Overview[J]. IEEE Trans on Consumer Electronics, 2000, 46(4): 1103-1127.
[4] Askel J, Carlander M L, Christopoulos C. Region of Interest Coding in JPEG2000[J]. Signal Processing: Image Communication, 2002, 17: 105-111.
[5] 屈稳太, 诸静 (QU Wenta, ZHU Jing). 静态图像压缩标准 JPEG2000 在变电站图像监控系统中的应用 (Application of the Still Image Compression Standard JPEG2000 on Image Surveillance System of Substations) [J]. 电力系统及其自动化学报 (Proceedings of the EPSA), 2003, 15(1): 41-45.
[6] 陆波, 尉询楷, 毕笃彦 (LU Bo, WEI Xunkai, BI Duyan). JPEG2000 中的感兴趣区域 (ROI) 编码技术 (Region of Interest Coding Techniques in JPEG2000) [J]. 中国有线电视 (China CATV), 2004, 3(4).
[7] 孙武, 王有钊 (SUN Wu, WANG Youzhao). JPEG2000 感兴趣区域编码技术浅析 (An Introduction to Region of Interest Coding Techniques in JPEG2000) [J]. 计算机工程与应用 (Computer Engineering and Applications), 2003, 24(2).

收稿日期: 2004-02-07; 修回日期: 2004-05-24

作者简介:

贺体龙 (1980 -), 男, 硕士研究生, 主要从事图像压缩编码方面的研究;

杨俊起 (1980 -), 男, 硕士研究生, 主要从事计算机通信方面的研究;

袁兆强 (1965 -), 男, 副教授, 硕导, 主要从事电力系统继电保护方面的研究。

Application of ROI encoding techniques of JPEG2000 in image surveillance system of substations

HE Ti-long, YANG Jun-qi, YUAN Zhao-qiang

(College of Electrical Engineering & Information, Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract: Image compression based ROI(region of interest) encoding technique is to compress interesting regions in an image without loss and to compress uninteresting regions with loss. Consequently desirable high quality image information is acquired with a high compression rate. The proposed technique solves the dilemma between the image quality and compression rate. After the detailed analysis of theory of ROI encoding technique and its encoding methods, this paper introduces the technique into image surveillance system of substation. The experimental result is satisfactory.

Key words: JPEG2000; ROI; wavelet transform; image surveillance