

文章编号: 1001-3806(2008)02-0222-03

靶场光测数字图像无损压缩技术方案设计

周 慧,段一萍,王锦鹏

(解放军 92941 部队,葫芦岛 125001)

摘要: 为了解决困扰靶场的海量光学测量图像信息存储和传输问题,在满足光测数据处理精度前提下实现较高的压缩比,根据靶场光测数字图像特点,采用 H. 264 的编码方案对目标区域和背景区域进行编码,得到了 70 倍压缩图像数据和压缩前后目标在图像坐标系中的坐标结果。结果表明,光测数字图像无损压缩技术实现了背景区域的高倍压缩和对目标区域的无损压缩,从而既满足了靶场数据处理精度需求又大大减少了测量图像信息量,该技术可对标准位图图像进行处理,符合国内各靶场的测量图像标准,可在其它靶场广泛推广。

关键词: 图像处理;无损压缩;有损压缩;H. 264;光测数字图像

中图分类号: TN911.73 **文献标识码:** A

Project design for optical image lossless compression technique in range

ZHOU Hui, DUAN Yi-ping, WANG Jin-peng

(PLA Unit 92941, Huludao 125001, China)

Abstract: In order to obtain maximum compression ratio and solve the problem of tremendous information transmission and storage under the condition that the images meet the requirement of data processing precision, according to the character of digital image, H. 264 was applied to encode object region and background region encoding respectively so that 70 multiple compression picture data and object coordinates in the image coordinate system were obtained. The experimental results illustrated that the object region lossless compression encoding and background region lossy compression encoding were implemented. It not only satisfied the range data processing precision but also reduced the information quantity consumed. The technique can be applied to process the standard bit images and widely extended in other ranges.

Key words: image processing; lossless compression; lossy compression; H. 264; optical digital image

引 言

目前,靶场光测数据处理中胶片基本上是转换成数字图像进行处理,另外直接采集测量数字图像的 CCD 越来越多地应用到经纬仪上,因此,靶场的数字测量图像信息量逐渐增大,测量数字图像已经成为靶场光测事后数据处理的主要信息。但是,无论是胶片转换的测量数字图像还是安装在经纬仪上的 CCD 直接采集的数字图像都是 255 级灰度,每帧的分辨率都在 1200 × 1200 线以上,每帧容量可达 1.2 Mbit。通常在实际工作背景下,光测设备有十台左右,每台设备拍至少 3 个方位标,加上载体、目标和靶,足可记录 1000 帧,这样测量数字图像大约 10 Gbit,若是连续几个航次的精度试验,数据量更大。这么大的数据量,目前的存储介质是难以承担的,同时制约了测量图像的传输,这种情况给数

据处理带来了极大的困难,主要表现在:测量数字图像无法保存造成重复性劳动。因为数据量大,不得不将处理完的一台光测设备记录的图像删除,以腾出空间,再采集下一台设备记录的图像,然后再对这些测量数字图像进行判读计算。在数据处理中经常有要求某些特征段加密处理,这时,只好重新采集,而判读仪仅能以每秒一、两帧的速度把胶片转换成数字图像,延长了数据处理周期。

测量图像是靶场测量最原始的信息,判读后的数据带有判读员的人员误差和判读仪的系统误差,而这些误差会影响有无精确数学模型求解,因而必须保存反映试验真实测量信息的测量图像。胶片保存对环境要求极为苛刻,时间长就会发粘,粘到一起,并且仅仅保存了部分转换后的图像。

因此,提出靶场光测数字测量图像无损压缩技术方案设计以减少测量数字图像数据量。

1 图像压缩技术和靶场光测数字图像的特点

图像压缩技术分为有损压缩和无损压缩两种,有

作者简介:周 慧(1972-),女,硕士,工程师,现从事光测数据处理工作。

E-mail: zh200016@sina.com

收稿日期:2007-09-14;收到修改稿日期:2007-10-17

损压缩又称冗余度压缩,是以牺牲部分信息量为代价来换取缩短平均码长的编码方法,这样可以获得比较高的压缩比^[1-4],但是,图像还原后和压缩前不一致,尤其在高压缩比的情况下表现的更为突出;无损压缩又称熵压缩,该方法的核心是基于统计模型,减少或完全除去源数据流中的冗余,同时保持信息不变。无损压缩的压缩比仅为 1/2~1/4^[1-4]。靶场经纬仪采用 1000 线的 CCD,再进行亚像素细分,才可能满足数据处理的精度要求,因此,对于这样的分辨率若再进行有损压缩,损失像素,就不可能满足判读精度的要求,因此,完全采用此种方法不适合靶场光测数据处理要求。显然无损压缩的压缩比不能满足存储的要求。在实际光测

数据处理过程中对测量图像进行处理时,仅仅目标区域进行判读计算,因此,要求目标区域必须是无损压缩,而对于背景区域要求并不高,可以进行高倍有损压缩。基于这种思路,研制一种靶场专用的压缩方法,在满足光测数据处理精度的前提下达到测量图像整体的较高压缩比。

2 靶场光测数字图像无损压缩技术方案设计

根据靶场光测数字图像特点,对目标区域编码和背景区域编码采用 H.264 的编码方案,并采用基于对象的编码策略^[5-6]。编码流程和解码显示流程如图 1 和图 2 所示。

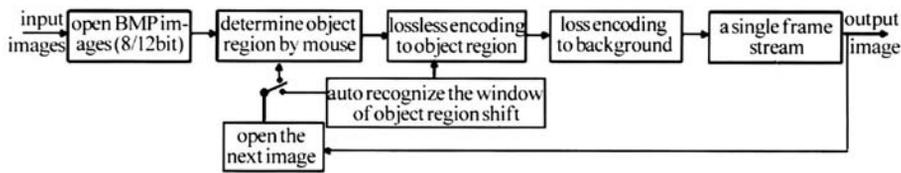


Fig 1 Encoding flowchart

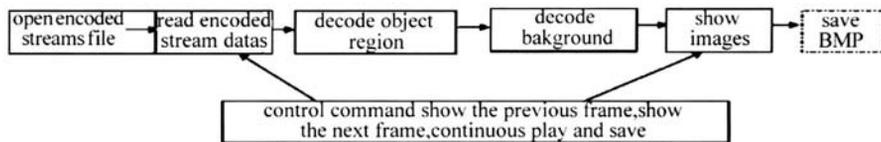


Fig 2 Decoding flowchart

2.1 目标区域识别与跟踪技术

采用半自动目标分割和跟踪,针对图像数据的特点,拟采用仿射变换对背景的全局参量进行估计,并利用双线性内插进行背景运动补偿,然后,利用 3 帧对称差分相乘的方法增强运动目标的像素点,拉大目标与背景残留噪声的差异,根据此对象提取结果初步确定运动窗口的中心位置,最后利用基于块的快速运动估计方法确定准确的运动窗口中心位置。目标窗口跟踪方法如图 3 所示。

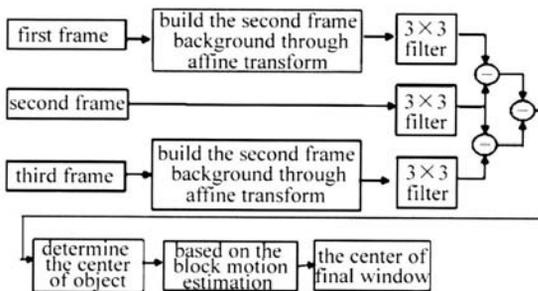


Fig 3 Method of object window tracking

由于图像中相邻两幅的景深变换不大,所以可以用 6 参数的仿射变换来描述两幅相邻图像的背景变化,即用仿射编码构建图像的运动背景,6 参数的仿射运动模型如下:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ a_3 & a_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_5 \\ a_6 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中, a_i 为仿射运动参数, (x, y) 为当前图像的特征点位置, (X, Y) 为该像素经仿射变换后对应的新位置。

经过仿射构建背景之后,采用 3 帧对称差分相乘的方法来增强目标区域的像素值,从而初步确定目标区域的中心点。最后,以此中心点位搜索中心进行块匹配运动估计,确定最终的窗口位置,这里的运动估计方法拟采用 MPEG-4 中的菱形搜索算法^[2,7-10]进行,其搜索过程如图 4 所示。

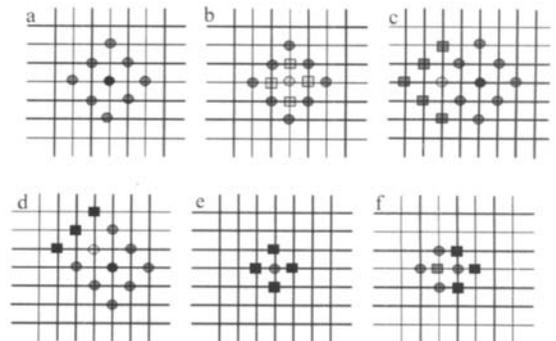


Fig 4 Process of diamond search

2.2 目标区域无损压缩编码和背景区域有损压缩编码方法

采用基于对象的 H.264 编码方案对目标区域和背景区域进行编码,形成单一的编码码流。在对背景区域进行编码时采用较大的量化系数,对背景区域编码时量化步长为 1 以实现无损编码。同时,为了提高编码效率,在编码图像时充分利用图像的帧间相关性,为了满足任意帧的访问,采用 IPP...PP 的图像组结构,并且每一个 P 帧都参考同一图像组的第 1 帧作为参考帧。

目标区域采用基于上下文的二进制算数编码。基于上下文的二进制算数编码是一种高效的熵编码方法,根据过去的观测数据,选择适当的上下文模型提供数据符号的条件概率的估计,并根据编码时数据符号的比特数出现的频率动态地修改概率模型,数据符号可以近似熵率进行编码,提高编码效率。

2.3 实验结果

应用上面的方案设计,对某测量图像进行 70 倍压缩,结果如图 5 所示。

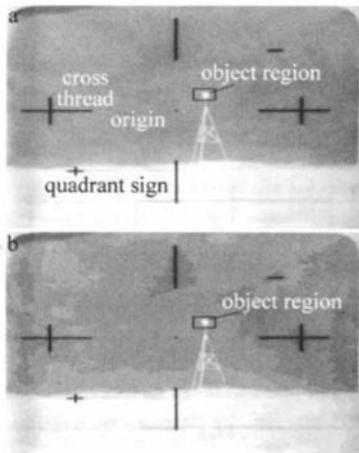


Fig 5 Original image contrast to encoded image
a—original image b—encoded image

由图可见,70倍压缩后的背景区域相对原图像模糊、不清晰,显然背景区域像素有损失,对原图像和 70 倍压缩后的图像目标分别进行了 10 次判读计算,结果见表 1。

Table 1 Object coordinates in image coordinates

	X_{origin}	Y_{origin}	$X_{encoded}$	$Y_{encoded}$
1	- 97. 86	- 100. 03	- 99. 62	- 98. 65
2	- 95. 79	- 98. 66	- 98. 67	- 98. 23
3	- 98. 21	- 98. 95	- 98. 66	- 97. 68
4	- 99. 10	- 97. 99	- 97. 89	- 99. 61
5	- 97. 94	- 100. 05	- 97. 69	- 100. 32
6	- 97. 88	- 99. 64	- 97. 89	- 99. 36
7	- 98. 60	- 99. 62	- 96. 59	- 98. 69

	continue			
	X_{origin}	Y_{origin}	$X_{encoded}$	$Y_{encoded}$
8	- 96. 99	- 100. 32	- 95. 35	- 97. 49
9	- 99. 01	- 100. 51	- 98. 61	- 100. 36
10	- 97. 53	- 100. 16	- 96. 62	- 99. 69
mean	- 97. 891	- 99. 593	- 97. 759	- 99. 008

其中: X_{origin} , Y_{origin} 表示原图像中目标在图像坐标系中的坐标; $X_{encoded}$, $Y_{encoded}$ 表示压缩后图像中目标在图像坐标系中的坐标。经计算,图像压缩前后目标的跟踪不准修正量小于 1s,在判读误差范围内,满足数据处理精度要求。显然,压缩前后目标坐标无相对位移,没有像素损失。

3 结论

实现靶场测量图像的高倍无损压缩其意义是十分重大的,此项技术的实施具有以下作用:(1)实现靶场测量图像的高倍无损压缩存储避免了胶片的重复采集,提高了数据处理效率,缩短了数据处理周期;(2)为实现测量图像的数据库管理排除了技术难点;(3)实现测量数字图像的存储,解决了长期困扰靶场胶片保存的难题;(4)测量数字图像进行压缩后,大大地减小数据量,有利于图像的传输。光测数字图像无损压缩技术也可以对标准位图图像进行处理,符合国内各靶场的测量图像标准,因此,可在其它靶场广泛推广。

参考文献

- [1] CATLEMAN R. Digital image processing [M]. New York: Computer Science Press, 1998: 78-89.
- [2] SHAPRO J. Embedded image coding using zero trees of wavelet coefficients [J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 1993, 41 (12): 3445-3462.
- [3] YE N, OU Zh J, ZHENG Zh H. A fast algorithm of scene change detection in mpeg compressed domain [J]. Journal of China Institute of Communications, 2001, 3 (1): 34-36 (in Chinese).
- [4] CHEN Q Zh, LI Sh RO. I-based rate allocation algorithm for MPEG-4 FGS [J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2005, 27 (3): 402-406 (in Chinese).
- [5] RAJAGOPAL S, RIXNER S, JOSEPH R. A programmable baseband processor design for software defined radios [C]//45th IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems Oklahoma: IEEE, 2002: 201-204.
- [6] RICHARDSON I E G. H. 264 and MPEG-4 Video Compression [EB/OL]. [2007-05-20]. <http://www.qiji.cn/eprint/abs/1317.html>
- [7] YIH Y. Target recognition under different complicated background of cloud [J]. Laser Technology, 2004, 28 (2): 133-136 (in Chinese).
- [8] LU D M. Application of the wavelet transform to pattern correlation recognition [J]. Laser Technology, 2004, 28 (6): 641-644 (in Chinese).
- [9] DING Q A. Shadow correction of optic interferogram [J]. Laser Technology, 2004, 28 (5): 539-542 (in Chinese).
- [10] LI Y B. A new method to get tridimensional gesture of flying target [J]. Laser Technology, 2003, 27 (3): 185-189 (in Chinese).