

通信技术

基于 EZW 与 SPIHT 的雷达图像压缩研究

潘 岁 郭 杨 陈书文 王水花^{1*}

(江苏省辐射环境保护咨询中心,东南大学信息科学与工程学院¹,南京 210096)

摘要 随着技术的发展,雷达图像的大小日益增长,采用传统的图像压缩方案已经无法满足系统要求。因此,研究了基于小波变换的压缩方式——嵌入式零树小波与多级树集合分裂算法。对两者的编码解码过程进行了详细推导与介绍。实验对3幅高分辨率雷达图像进行测试,证实了多级树集合分裂算法性能更优。

关键词 小波变换 雷达图像 嵌入零树小波 多级树集合分裂算法

中图法分类号 TN911.73; **文献标志码** A

随着高分辨率雷达的普及,雷达图像的像素越来越多,需要的存储量也越来越大^[1]。因此,如何更好地压缩雷达图像对于信息的传输与存储起着至关重要的作用。传统的二维图像压缩标准有JPEG、TIF等,然而这些算法是基于离散余弦变换(DCT)的^[2],性能无法进一步提高。

小波变换具有良好的时频局部化性能,能有效克服傅立叶变换在处理非平稳的复杂图像信号时所存在的局限性,因而在图像压缩领域受到越来越广泛的重视^[3]。借助小波变换,可以把图像信号分解成许多具有不同空间分辨率、频率特性和方向特征的子带信号,实现低频长时特征和高频短时特征的同时处理,更适合于人类视觉系统(HVS)和数据压缩的要求^[4]。1993年,Shapiro根据图像的小波变换在不同级之间的相似性,提出了嵌入零树小波(EZW)的方法,取得了良好的效果。1996年,Said和Pearlman根据EZW的基本思想,提出了多级树集合分裂算法(SPIHT),它采用了空间方向树更有效地表示小波系数的零树结果,使编码的复杂度进

一步降低且压缩效率更高^[5]。

本文同时采用EZW与SPIHT对雷达图像进行压缩,并通过实验比较了EZW与SPIHT的性能,结果显示了在同样的压缩率下SPIHT具有更高的峰值信噪比。

1 小波介绍

1.1 小波的发展

如图1所示,信号处理中最常用的方法是傅里叶变换,它能够得到信号的频谱图。然而,傅里叶变换的基准信号是一个时域无限长的 $e^{-j\omega t}$ 信号,对应在频域是一个 δ 脉冲。因此傅里叶变换仅有频域分辨率,缺乏时域分辨率。

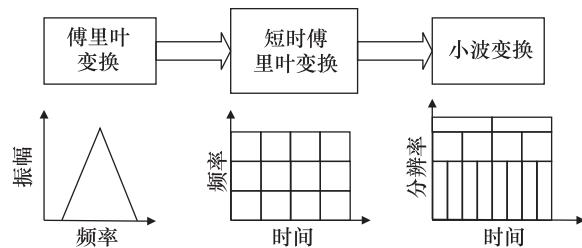


图1 信号分析的发展过程

为了改善信号分析的时域分辨率,一般通过短时傅里叶变换(STFT)技术,也称加窗傅里叶变换。这种情况可以认为是时域分辨率与频域分辨率的

2010年8月23日收到

第一作者简介:潘 岁(1984—),男,研究方向:计算电磁学、天线理论与技术、电磁兼容。

*通信作者简介:王水花(1985—),讲师,研究方向:计算智能与进化计算,E-mail:shuihuaw2007@gmail.com。

折中。STFT 能够同时提供时域与频域信息,但是,信息的精度与窗口大小有关。一旦窗口大小设置好,则无法再次改变。

小波变换(WT)可以认为是一种可变长度的加窗技术,它能够提供任意精度的时域与频域信息,被称作“数学放大镜”^[6]。

1.2 二维小波变换

图 2 给出了二维小波变换的示意图,这里给定一幅图像,对其进行小波分解,得到 4 幅子图 $\{cA_1, cH_1, cV_1, cD_1\}$, 分别对应图像的近似子图、横向细节、纵向细节与对角细节。 cA_1 作为下一次二维小波变换的图像,继续分解,得到 $\{cA_2, cH_2, cV_2, cD_2\}$, 如此反复至所需要的级别。

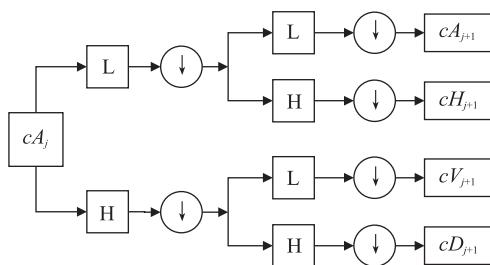


图 2 二维小波变换示意图

2 压缩算法

2.1 零树概念

图 3 显示了一幅图像经过 3 级小波分解之后形成的子带关系,可见如果某层有一个元素不重要,

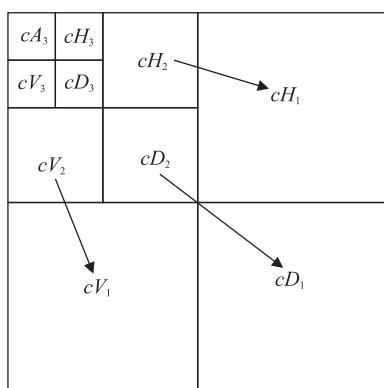


图 3 小波系数间的父子关系

则它的下一级对应的元素(子孙后代)也不重要,称这样的结果是一颗零树。这种零树的概念就是 EZW、SPIHT 编码算法的基础。

2.2 EZW 简介

零树是基于小波系数相关性的一种假设:如果在低分辨率高频子带上的小波系数相对于阈值 T 是无意义的,则位于同方向的同空间位置的高分辨率子带上的小波系数相对于 T 也应该是无意义的。把满足这种假设的系数用树状结构表示出来就是零树。零树矢量对恢复图像质量的贡献很小。若一个零树矢量同时能量满足小于给定的能量阈值,就可以认为是非重要类,不再对其进行编码,将其中每一个分量置为 0,并用一个位标记,而其他矢量均视作重要的,标记为 1,进行较大码书尺寸的矢量量化,以减少量化误差。采用能量阈值和零树矢量的双重标准,既充分利用了子带相关性,又有效地保护了图像的重要信息^[7]。

2.3 SPIHT 简介

SPIHT 算法采用空间方向树更有效地表示小波系数的零树结构。首先定义三个序列:不显著系数队列 LIP、显著系数队列 LSP、不显著集合队列 LIS。

编码过程分为排序和细化两个部分。排序过程中空间方向树上的节点分类,分别将其坐标信息存入 LIS、LIP、LSP 三个列表中。LIS 保存未扫描的树根节点坐标,LIP 保存小波系数的绝对值小于当前阈值的坐标,LSP 保存小波系数绝对值大于当前阈值的坐标。细化过程是对 LSP 中的每一个表项 $c(i,j)$ 进行的,对于阈值 T_i ,输出 $|c(i,j)|$ 二进制表示的第 i 位有效位。然后将阈值减半,重复排序和细化过程,直到编码结束^[8]。

3 实验

实验在主频 2 GHz, 内存 1 G 的 IBM P4 电脑上实现,采用的软件平台是 Matlab 2009b, 并借助 Wavelet 工具箱。选取 3 幅雷达图像^[9]示于图 4。

对图 4 所示的雷达图像同时进行 EZW 与 SPIHT 编码,采用不同的迭代次数,并记录下相应的每像素字节数(bpp)与峰值信噪比(psnr)^[10],绘出对应的曲线如图 5 所示。可见,SPIHT 的 bpp 与 psnr

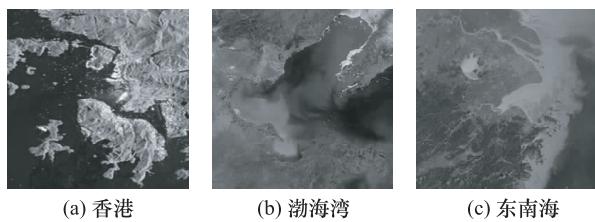


图4 三幅高分辨率雷达图像

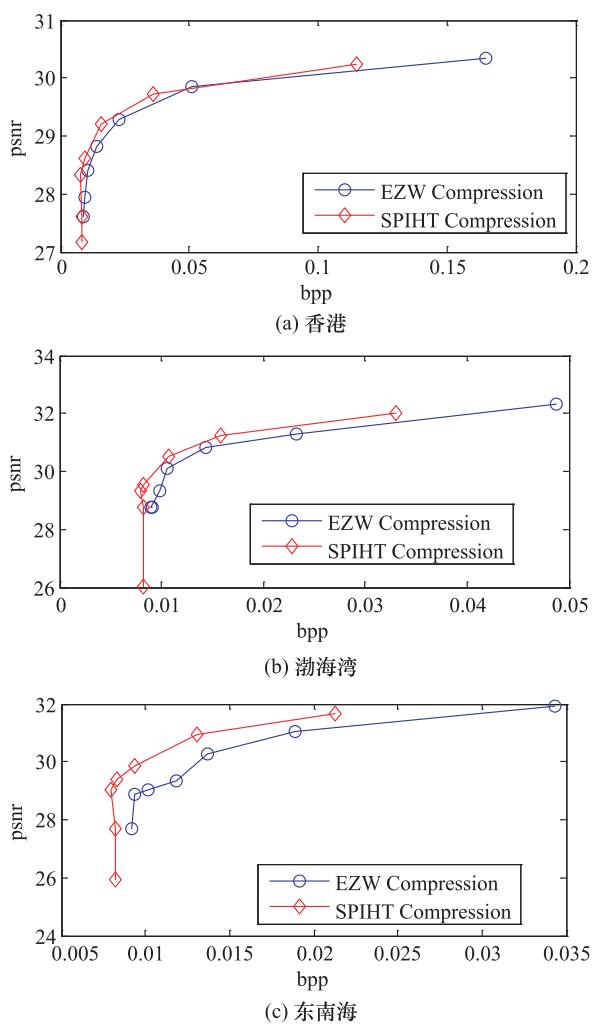


图5 EZW 与 SPIHT 压缩性能比较

曲线在 EZW 曲线的左上方,这表示了相同的压缩率下,SPIHT 恢复的图像质量更高;或者相同的恢复图像质量下,SPIHT 的压缩率更小。

4 结论

本文比较了 EZW 与 SPIHT 两种基于小波的图像压缩方案,通过对 3 幅高分辨率雷达图像的不同迭代次数表明,SPIHT 整体上优于 EZW 算法。因此,未来可以考虑采用 SPIHT 方法实现雷达图像库的压缩。

参 考 文 献

- 张煜东,吴乐南,王水花,等.一种基于神经网络的遥感图像压缩编码.南京信息工程大学学报.2009;1(1):82—88
- 姚敏,赵敏.改进的高效 EZW 遥感图像压缩方法研究.电子科技大学学报,2009,38(4):525—528
- 张煜东,吴乐南,吴含前.工程优化问题中神经网络与进化算法的比较.计算机工程与应用.2009;45(3):1—6
- 张煜东,吴乐南.一种新的空间掩盖效应的拟合公式.中国光学与应用光学.2008;1(1):70—74
- 董鹏曙,张朝伟,金加根.高分辨率雷达图像压缩编码算法及实现.系统工程与电子技术.2009;31(1):54—56
- 张煜东,吴乐南.一种改进的 Grover 量子搜索算法.信号处理,2009;25(2):256—259
- Tohumoglu G, Sezgin K E. ECG signal compression by multi-iteration EZW coding for different wavelets and thresholds. Computers in Biology and Medicine, 2007;37(2):173—182
- Jyotheswar J, Mahapatra S. Efficient FPGA implementation of DWT and modified SPIHT for lossless image compression. Journal of Systems Architecture, 2007;53(7):369—378
- 龚淑蕾,张煜东,沈士皓,等.一种极化合成孔径雷达图像分类的混合方法.东南大学学报.2009, 39(s1):294—298
- 张煜东,吴乐南.用改进的 Paik 型 Boltzmann 机实现图像复原.光学精密工程.2009;17(7):1737—1744

Investigation on Radar Image Compression via EZW and SPIHT

PAN Wei, GUO Yang, Chen Shu-wen, WANG Shui-hua^{1*}

(Radiation Environmental Protection Consultation Center of Jiangsu Province, Radiation Monitoring Station of Jiangsu Province, School of Information Science & Engineering¹, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China)

[Abstract] The size of radar images grows gradually as the technology develops, so traditional image compression methods can not satisfy the system need. Therefore, two wavelet based methods are investigated as embedded zerotree wavelet (EZW) and set partitioning in hierarchical trees (SPIHT), and the progresses of encoding and decoding are deduced and introduced. Experiments on three high-resolution radar images demonstrate that the SPIHT is superior to EZW.

[Key words] wavelet transform radar images embedded zerotree wavelet set partitioning in hierarchical trees

(上接第 8033 页)

2007;1:6

程,2006;1:76—77

2 王瑞华,李庆松.防喷大修取套与深部封窜工艺技术的应用.科

学技术与工程,2009;9(22):1671—1819

3 刘永胜,陈小元,肖宝军.Tawila 6 井取套修井技术.西部探矿工

程,2007;8:63—64

Studying on the Righting and Taking off Technology in the Overhaul Set of the Staggered Oil Wells and Its Benefit Evaluation

WANG Rui-hua, LI Qing-song¹

(Northeast Petroleum University, Daqing 163318, P. R. China;

Hulunbeier Son-Corporation, Daqing Oilfield¹, Hailaer 021000, P. R. China)

[Abstract] The expansion applicable research on the basis of the principles is Carried out, The procedures of implementation and applied conditions of righting and taking off technology in the overhaul set of the staggered oil wells of the oilfield, sets forth prospects of the application for righting and taking off technology in the oilfield development, points out the technical direction of righting and overhaul and removal casing technology for oil wells of old oilfield.

[Key words] staggered oil wells overhaul and removal casing benefit evaluation