

# 提升小波在红外小目标图像预处理中的研究

马伟力

桂林理工大学博文管理学院

DOI:10.32629/mef.v3i2.659

**[摘要]** 红外图像广泛应用于军事和民用领域, 因对比度差、边缘模糊、噪声较大等缺点普遍存在, 给红外图像的处理和应用来了极大困难。为了增强红外图像、去除其中的噪声影响, 给出了 NSCT 变换和提升小波相结合的方法, 通过实验仿真发现, 处理效果明显。

**[关键词]** 图像; 小波; 增强; 处理; 红外

## Research on Lifting Wavelet in Preprocessing of Infrared Small Target Image

Ma Weili

Bowen College of Management, Guilin University of Technology

**[Abstract]** Infrared images are widely used in military and civilian fields, due to the disadvantages of poor contrast, blurred edges, and high noise, it is extremely difficult to process and apply infrared images. In order to enhance the infrared image and remove the influence of noise, a method of combining NSCT transform and lifting wavelet is given, through experimental simulation, it is found that the processing effect is obvious.

**[Keywords]** image; wavelet; enhancement; processing; infrared

受外界因素影响, 红外图像中普遍存在目标与背景对比度差、边缘模糊、噪声较大等缺点。通常处理红外图像采用的方法是直方图滤波和维纳滤波, 这两种方法比较成熟, 也容易实现, 但是对于点目标图像处理效果并不理想。为了解决这些问题, 近年来, 国内外学者也提出一些新的方法和理论。其中小波变换因为具有很多空域、频域以及其他变换域所不具有的优点, 已经成为图像去噪的主要方法之一。本文以小波变换理论体系为基础, 以能捕捉到红外序列图像中的小目标为落脚点, 对NSCT变换和构造提升小波进行了研究, 并通过仿真实验给出实际效果。

红外小目标图像  $f(x, y)$  描述:

$f(x, y) = f_t(x, y) + f_b(x, y) + n(x, y)$  其中  $f_t(x, y)$  为目标点灰度图像, 在图像频率分布图的高频部分;  $f_b(x, y)$  为背景灰度图像, 处于中低频;  $n(x, y)$  为噪声图像, 处于高频。

### 1 NSCT 图像增强

NSCT包含非降采样拉普拉斯塔形分解(NSP)和非降采样DFB(NSDFB), 它们都是二通道的滤波器组, 并具有精确重构和平移不变性的特点。红外图像经过NSCT变换后会得到一系列高频子带系数和低频子带系数, 其中边缘、噪声对应着高频系数, 图像平滑部分对应着低频系数, 因此图像增强的目标集中于处理各子带高频系数。

NSCT图像增强的具体步骤如下:

1. 原始红外序列图像预处理。
2. 进行NSCT变换, 获得低频子带系数和高频子带系数。

3. 计算各尺度相应方向系数的阈值、平均值以及最大值。
4. 利用映射进行系数处理, 重构图像。

### 2 提升小波图像去噪

通过对基本小波提升构造所获得的提升小波, 不仅具有简单分解和完美重构的良好性能, 而且还具有节省存储空间、运算速度快、硬件上易实现以及实现简单等优点。

构造提升小波主分为三步: 分裂(Split)、预测(Predict)和更新(Update)。对红外小目标图像运用提升小波变换进行去噪处理的一般做法如下:

2.1 选择一个合适的基本小波函数及小波分解层次N, 对含噪红外小目标图像进行小波分解。经过N层分解, 可以得到它的小波变换系数, 其中图像的重要特征主要集中在一些大的小波系数以及低频的尺度系数中, 而所含噪声仍然均匀分布在低分辨的尺度系数和所有小波系数上。

2.2 对高频系数选取恰当的阈值进行阈值处理。常用的阈值处理的方法包括软阈值法、硬阈值法、经验Wiener滤波等。

2.3 进行小波逆变换。对经过阈值处理的小波系数进行小波重构。

### 3 实验及仿真

#### 3.1 图像增强

本文选择红外序列图像进行处理, 这些图像以海天为背景, 目标为点状, 并且图像受污染程度严重。为了看出NSCT图像增强算法的效果, 另外选取了‘db4’小波图像增强算法来进行比较。比较的参数选用——PSNR(峰值信噪比)。PSNR的计算公式如下:

$$PSNR = 10 \times \text{LOG} \left( \frac{255^2}{MSE} \right)$$

$$MSE = \frac{\sum_{n=1}^{Framesize} (I^n - P^n)}{Framesize}$$

式中MSE指均方误差， $I^n$ 指原始图像第n个pixel值， $P^n$ 指经过处理后的图像第n个pixel值。PSNR的单位为dB，并且PSNR值越大，就代表失真越少。

在该比较算法中，我们采用一个非线性的映射函数来修改NSCT变换后每个像素对应的NSCT系数：

$$y(x) = \begin{cases} x & \text{强边缘} \\ \max((k\delta/|x|)^p, 1)x & \text{弱边缘} \\ 0 & \text{噪声} \end{cases}$$

式中 $\delta$ 是对应于带噪声的标准偏差， $k=4$ ，取值依据是考虑均值正态分布量落在 $[-3\delta, 3\delta]$ 之外的概率特别小， $p=0.5$ 。上述的式子可以保持强边缘，增大弱边缘。

基本小波选取的是‘db4’小波，小波变换和NSCT对图像增强处理的结果PSNR值如下表所示：

表1 ‘db4’小波图像增强的参数数据

小波增强	第1帧	第180帧	第305帧	第390帧	第482帧
PSNR	25.1343	25.1513	25.1062	25.0929	25.1045
MSE	199.3656	198.5867	200.6586	201.2734	200.7403

表2 NSCT图像增强的参数数据

NSCT增强	第1帧	第180帧	第305帧	第390帧	第482帧
PSNR	53.7092	53.6023	55.5431	54.9355	53.5742
MSE	0.2768	0.2837	0.1818	0.2087	0.2855

通过上面的表格可以看出，NSCT算法在红外小目标图像增强中的所得结果的PSCN值明显高于‘db4’小波变换，也就是说NSCT算法能够很好的增强图像的对比度。

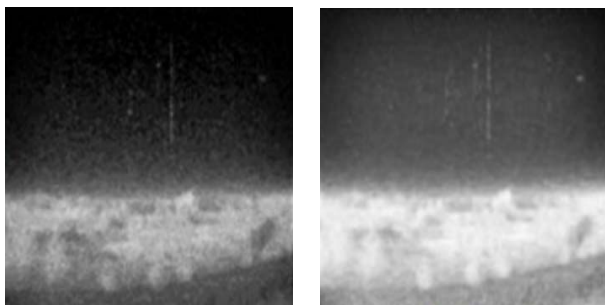


图1原始图像

图2增强图像

从上面对比图像可以发现，增强后的图像对比度明显得到了提高，呈现出来的视觉效果更佳。这一点通过表格的PSNR值同样得到体现，增强后的序列图像的PSNR明显得到了提高，也就是说增强后的图像失真是比较小的。

### 3.2 图像去噪

通过上述基于NSCT变换的图像增强，我们得出了比较理想增强效果。下面开始对增强后的图像进一步去噪进行仿真实验。它的主要过程如下：

1. 对‘db4’小波进行提升构造得到其“二代小波”；
2. 对增强后的图像进行尺度为3的小波变换；
3. 分别提取各尺度低频和高频系数，采用极大值和极小值阈值来对图像进行处理；
4. 利用处理过的系数进行图像重构。

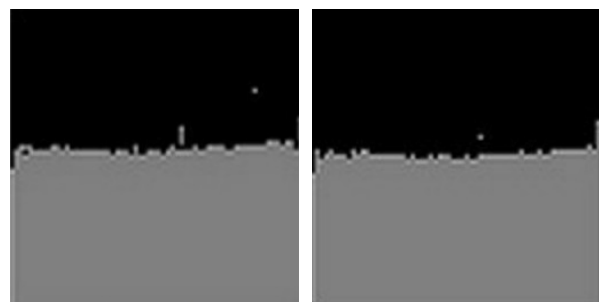


图3 小目标图像去噪效果图

图3为任意选取的两帧红外小目标图像经增强、去噪后的效果图，从效果图中可以看出，最终去噪的效果比较好，有效滤掉杂波的同时保留了目标。

以能实时跟踪红外小目标为出发点，本文对红外小目标图像前期的预处理阶段进行了研究，通过对NSCT图像增强和提升小波图像去噪进行探讨，最终得到了明显的效果，说明文中的方法对红外小目标图像进行预处理还是比较有效的。

### 【参考文献】

[1]魏长安.红外小目标检测与跟踪算法研究[D].哈尔滨: 哈尔滨工业大学,2009:129.  
[2]王文龙.基于小波变换的红外图像处理技术研究[D].西安: 西安电子科技大学,2008:67.  
[3]吴文怡,红外图像序列中弱小目标检测与跟踪技术研究[D].南京: 南京航空航天大学,2008:81.  
[4]王海涛,丁宣浩.双正交小波滤波器组的提升构造与优化[J].计算机工程与应用,2010(08):137-140.  
[5]邵国峰,林锦顺,张卫国.一种基于提升小波的快速图像融合算法[J].光电技术应用,2014(04):39-44.

### 作者简介:

马伟力(1986--),男,汉族,山西运城人,助教,硕士,研究方向: 教学管理、应用数学、数字信号处理等。