

文章编号 1004-924X(2000)06-0549-03

基于小波变换的图像数据融合方法

孙 辉

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要: 提出一种基于小波变换的图像数据融合方法。原始图像经过小波变换, 分解成亮度子图像和边缘子图像, 对分解后的子图像进行分块处理, 根据局部区域方差准则计算融合系数, 对每个子块图像进行数据融合, 最后重建图像。实验结果表明, 本文方法具有很好的一致性。

关键词: 小波变换; 数据融合; 多源信息

中图分类号: TN911.74 文献标识码: A

1 引 言

数据融合技术是在采集多源信息的基础上, 通过协同利用原始的多源信息, 获得同一事物或目标的更客观、更本质认识的综合处理技术。与单一、孤立的原始多源信息相比, 经过融合技术处理的信息更简洁、更少冗余, 因此更有效、更有用途。近几年来, 数据融合技术引起了世界范围内的广泛关注, 在多波段空间遥感图像、医用扫描成像、工业检测、机器人智能、计算机多媒体技术等领域, 都具有重要的理论和实用价值^[1,4]。

小波变换的多分辨率分析是一种崭新的时域/频域信号分析工具, 是当前信号与图像处理等众多领域的研究热点。小波变换可以将原始图像分解成一系列具有不同空间分辨率和频域特性的子图像, 可以充分反映原始图像的局部变化特征, 为图像数据融合提供了有利条件。

近年来, 结合其它数据处理方法, 多分辨率小波分析已被广泛用于各种图像的数据融合。本文在深入研究基于小波变换的遥感图像数据融合方法的基础上(国家863青年基金课题), 提出一种适用更广泛的数据融合方法。实验结果表明, 本文方法具有较好的图像融合性能。

2 图像小波分解与重建

小波变换是正交变换, 除了具有传统的 Fourier 变换的优点外, 还较好地解决了 Fourier

变换在时域和频域的矛盾, 能够在时域和频域上同时具有很好的局部化特性。经小波分解后, 可以将原始图像分解成低频图像和高频图像, 低频图像还可以逐级分解, 分解的各级子图像都包含着原始图像的空间结构信息。下面介绍实用的小波变换算法— Mallat 快速算法^[2-3]。

设二维图像 $\{C_0(m, n)\}$, 则对于给定的尺度函数和小波函数, 可用下式进行小波分解:

$$C_k(i, j) = \sum_{m, n} C_{k-1}(m, n) h(2m - i) h(2n - j) \quad (1a)$$

$$d_k^H(i, j) = \sum_{m, n} C_{k-1}(m, n) h(2m - i) g(2n - j) \quad (1b)$$

$$d_k^V(i, j) = \sum_{m, n} C_{k-1}(m, n) g(2m - i) h(2n - j) \quad (1c)$$

$$d_k^D(i, j) = \sum_{m, n} C_{k-1}(m, n) g(2m - i) g(2n - j) \quad (1d)$$

重建过程则是:

$$\begin{aligned} C_{k-1}(m, n) = & \sum_{i, j} C_k(i, j) h(2m - i) h(2n - j) + \\ & \sum_{i, j} d_k^H(i, j) h(2m - i) g(2n - j) + \\ & \sum_{i, j} d_k^V(i, j) g(2m - i) h(2n - j) + \\ & \sum_{i, j} d_k^D(i, j) g(2m - i) g(2n - j) \end{aligned} \quad (2)$$

由式(1a)得到的子图像反映了原图像的平滑特性,称为低频图像,由式(1b)、(1c)、(1d)得到的子图像反映了原图像的亮度突变特性,分别称为水平、垂直和斜向方向的高频图像。其中低频图像反映原图像的近似和平均特性,集中原图像的大部分信息;高频子图像像素值在零值左右波动,绝对值较大的像素反映原图像的亮度突变特性,体现原图像的突变特性,对应于原图像的边缘、区域边界等,所以也称边缘子图像。

3 小波变换特性分析与融合算法



Fig. 1 Original images

根据公式(1),对同一目标的两个信源图像 A 和 B(图1)分别做一阶小波分解,分解后的低频

子图像、水平边缘、垂直边缘和斜向边缘子图像如图 2 所示。

通过数值分布统计,信源图像 A 和 B 经过小波分解后的子图像具有如下特性:

1. 在原图像中数据有较大变化幅度的区域,在子图像中相应区域的数值也有较大变化;反之,在原图像中数据有较小变化幅度的区域,在子图像中相应区域的数值变化也较小。

2. 对同一目标或物体的两个信源图像来说,其低频图像相应区域的数据值相同或相近,而高频子图像却有显著差别。

小波变换具有的上述特性,为我们选择有效的融合方法提供了理论根据。

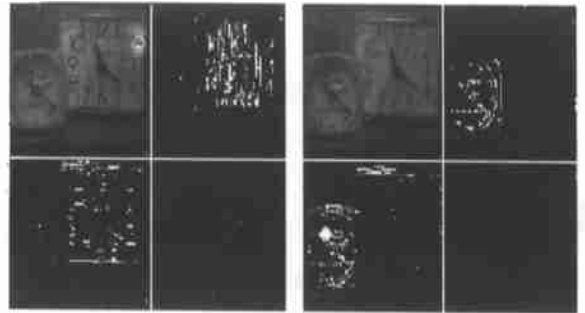


Fig. 2 Sub-images

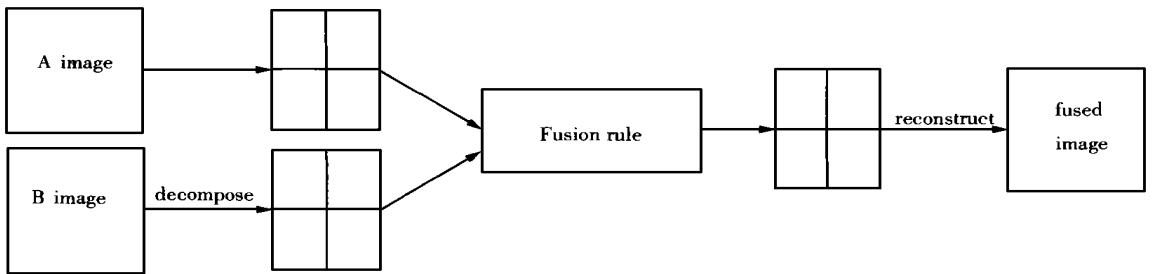


Fig. 3 Flowchart of image fusion based on WT

图 3 给出了基于小波变换的图像数据融合方法的流程。首先对两个信源图像分别进行小波分解变换,得到一系列子图像,然后按照如下给出的融合准则选择融合后的子图像数据,最后经过小波逆变换重建融合图像。

设 $A(x, y)$ 和 $B(x, y)$ 分别为信源图像 A 和 B 高频子图像数据值, $F(x, y)$ 为相应的高频子图像融合值,则 $F(x, y)$ 数值选择准则为:

(1) 将 $A(x, y)$ 和 $B(x, y)$ 分成若干个 4×4 子块图像。

算其平均值与方差。

(3) 分别确定 A 和 B 图像每个子块图像加权系数 k_1, k_2 。如果 A 图像方差 > B 图像子块方差,则 $k_1 > k_2$, 否则 $k_1 < k_2$ 。

(4) 确定每个子块图像的数据融合数值为:

$$F(x, y) = k_1 \times A(x, y) + k_2 \times B(x, y)$$
 (3)

(5) 重复(2)、(3)、(4), 计算全部子块图像融合值。

(2) 对每个子块图像进行数值分布统计, 计

4 实验结果

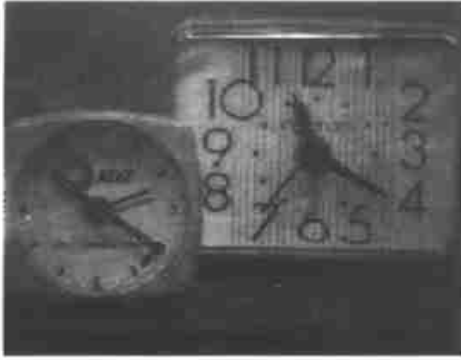


Fig. 4 Fusion result

本文所涉及的小波变换和融合算法由 Microsoft Visual C++ 6.0 语言调试实现。小波变换系数采用[5]中采用的双正交小波基,其优点是在小波分解时可以有效的提取图像边缘特征,重建图像时可以减少图像的方块效应。原始图像

参考文献:

- [1] 何国金,等. 多卫星遥感数据的信息融合: 理论和实践[M]. 中国图像图形学报, 1999, 4(9): 744- 749.
- [2] 焦李成, 保铮. 小波理论与应用: 进展与展望[M]. 电子学报, 1993, 21(7): 91- 96.
- [3] Daubechies I. Orthogonal bases of compactly supported wavelets[J]. Com. Pure Appl. Math., 1988, 41(2): 909 - 996.
- [4] 闫丽, 袁家虎, 刘江, 等. 光子波用于图像处理[J]. 光学 精密工程, 2000, 8(3): 225- 230.
- [5] 孙辉, 等. 基于双正交子波变换的遥感图像编码方法[J]. 长春邮电学院学报, 1997, 15(4): 13- 17

Data fusion for image based on wavelet transform

SUN Hui

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China)

Abstract: A new image fusion method is presented based on wavelet transform. In this method the original image is transformed into bright sub-image and edge sub-image by wavelet transform. Each sub-image is divided into sub-clocks, and fusion coefficient is computed according to local area square error rule, and data fusion is processed to each sub-clocks, then fusion image is reconstructed. Experimental results show that this method is consistent with image fusion.

Key words: wavelet transform; image fusion; multi-source information

作者简介: 孙辉(1963-),男,吉林长春人。1985年毕业于吉林大学计算数学专业,获理学学士学位。多年来一直从事计算机软件设计和开发工作,主要研究领域:图像处理、小波理论与应用、数据压缩等。近年来在国内学术刊物上发表文章十余篇。

A 和 B(图 1)为 $512 \times 512 \times 8\text{bit}$ 黑白图像。将 A 和 B 按公式(1)分解成低频和高频子图像后,按照公式(3)分别进行数据融合,最后将融合后的数据按公式(2)进行重建,得到图像 A 和 B 的融合图像 F 如图 4 所示。

5 结 论

本文提出的图像数据融合新方法的最大特点是:把原图像数据分解成不同空间分辨率和频域的子图像,然后根据高频子图像的数据分布,来确定原始多源图像在融合图像中提供的信息比例,可以有效的保留原始多源图像的边缘和纹理特征,避免融合图像平均化,出现模糊现象。

实验结果表明,用本文方法进行图像融合,具有很好的一致性。