

文章编号: 1672-8785(2013)03-0012-03

基于小波变换的红外与可见光 图像融合技术研究

王 玉 王明泉

(中北大学电子测试技术重点实验室及仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西太原 030051)

摘 要: 随着传感器技术的发展, 单一的图像传感器往往不能够从场景中提取足够多的信息, 需进行多源图像融合。为了解决多传感器图像所表现的目标特征不一致的问题, 本文采用小波变换对红外及可见光图像进行了融合。首先利用小波变换将图像进行多尺度分解。对于高频部分融合, 取两幅图像小波系数矩阵对应元素的最大绝对值构造小波系数矩阵; 针对低频部分融合, 采用基于领域像素相关和基于区域方差相结合的策略。实验结果表明, 该算法将红外与可见光图像对同一目标所表现出的不同特征、细节有效地融合在一幅图像里, 增加了单幅图像的信息量, 丰富了目标的信息层次, 为图像显示观察和后续图像处理系统获取信息提供了基础。

关键词: 图像融合; 小波变换; 融合算法

中图分类号: TG115 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2013.03.03

Study of Infrared and Visible Image Fusion Technology Based on Wavelet Transform

WANG Yu, WANG Ming-quan

(Key Laboratory of Electronic Test Technology and Key Laboratory of Instrumentation Science and Dynamic Measurement Ministry of Education, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: With the development of sensor technologies, a single image sensor can not extract enough information from a scene. So, the multi-source image fusion is urgent to be studied. To solve the problem that the features of a same object in the images from multiple sensors are not identical, the wavelet transform is used to fuse the infrared and visible images. Firstly, the wavelet transform is used to decompose the image in multi scale. For high frequency fusion, the coefficients with maximum absolute values in two original images are selected. For low frequency fusion, the strategy of combining the domain pixel correlation with the regional variance is used. The experimental result shows that this fusion algorithm can fuse the different features and details of a same object in infrared and visible images into one image. It can increase the information in one image and enrich the information hierarchy of the target. It provides the basis for the image display and subsequent image processing.

Key words: image fusion; wavelet transform; fusion algorithm

收稿日期: 2013-01-26

基金项目: 山西省青年科技研究基金 (2011202101-1)

作者简介: 王玉 (1979-), 女, 山西太原人, 讲师, 主要研究图像配准与融合。

E-mail: sxzbwangyu@163.com

0 引言

随着传感器技术的发展, 单一的可见光模式逐渐发展为多种传感器模式。各种传感器具有不同的成像机理、不同的工作波长范围及不同的工作环境与要求, 用于完成不同的功能。单一的图像传感器往往不能够从场景中提取足够的信息, 难以获得对场景的全面描述。这就需要研究多源图像融合^[1]。多源图像融合就是利用各种成像传感器获得的不同图像或同种成像传感器以不同成像方式或在不同成像时间获得的不同图像, 综合各图像的互补信息和冗余信息, 扩大传感器的工作范围, 全面地获取目标或场景的信息, 以供观察或进一步数据处理^[2]。

依据融合在处理流程中所处的阶段, 多源图像融合可分为像素级图像融合、特征级图像融合和决策级图像融合^[3]。目前的融合方法大多为像素级融合, 融合前需对图像进行精确配准^[4]。像素级融合可分为基于空间域融合和基于变换域融合两大类。空间域图像融合在图像的像素灰度空间中直接进行融合; 变换域融合先对待融合图像进行变换, 然后将变换后的系数矩阵重新组合, 常用的方法包括 IHS 变换、PCA、金字塔变换、小波变换、Contourlet 变换等融合方法^[5]。由于红外图像与可见光图像具有明显的互补性, 对同一场景的红外图像和可见光图像的融合近年来已成为国际上的研究热点^[6-7]。

1 基于小波变换的图像融合算法

可见光图像细节丰富, 分辨率高, 但受天气情况的影响大, 红外图像恰好可弥补其缺点, 但分辨率低。针对红外和可见光图像的特点, 在选择融合策略时, 主要考虑保留各自的有用信息。本文中, 针对变换后的高频系数矩阵, 采用基于像素点绝对值取大的融合策略; 对于变换后的低频系数矩阵, 可采用基于领域像素相关和基于区域方差相结合的融合策略。

设 $E(X)$ 为图像 X 的小波低频系数矩阵, $p(m,n)$ 为小波系数的空间位置, 则 $E(X,p)$ 表示

小波低频系数矩阵中空间位置为 (m,n) 元素的值。假设区域方差显著性以一个小区域 Q 的加权方差来表示, 其中以 p 为中心。 $U(X,p)$ 为图像的低频系数矩阵以 p 为中心 Q 区域的平均值, 设 $G(X,p)$ 为图像 X 中的低频系数矩阵以 p 点为中心 Q 区域的区域方差显著性^[8]。

$w(q)$ 为权重, 离 p 点越近, 权重越大。 $G(A,p)$ 和 $G(B,p)$ 为图像 A 和 B 的低频系数矩阵的区域方差显著性。

$$G(X,p) = \sum_{q \in Q} w(q) |E(X,q) - \bar{u}(X,p)|^2 \quad (1)$$

用 $M_2(p)$ 表示 A 和 B 图像低频系数矩阵在 p 点的区域方差匹配度, 其值在 $(0,1)$ 之间变化, 取值越小表示相关度越低。

$$M_2(p) = \frac{2 \sum_{q \in Q} w(q) |E(A,q) - \bar{u}(A,p)| |E(B,q) - \bar{u}(B,p)|}{G(A,p) + G(B,p)} \quad (2)$$

t_2 表示匹配度阈值, 在 $0.5 \sim 1$ 之间变动。

当 $M_2(p) < t_2$ 时, 所采用的融合策略为

$$E(F,p) = \begin{cases} E(A,p), & G(A,p) \geq G(B,p) \\ E(B,p), & G(A,p) < G(B,p) \end{cases} \quad (3)$$

当 $M_2(p) \geq t_2$ 时, 采用加权平均融合策略 $E(F,p) =$

$$\begin{cases} W_{max} E(A,p) + W_{min} E(B,p), & G(A,p) \geq G(B,p) \\ W_{min} E(A,p) + W_{max} E(B,p), & G(A,p) < G(B,p) \end{cases} \quad (4)$$

式中, $W_{min} = 0.5 - 0.5 \left(\frac{1-M_2(p)}{1-t_2} \right)$, $W_{max} = 1 - W_{min}$ 。

2 结果



图 1(a) 可见光图像



图 1(b) 前视红外图像



图 1(c) db5 小波

图 1 可见光与红外图像融合

对可见光和红外两幅图片进行融合, 如图

1, (a) 是可见光图像, (b) 是前视红外图像, (c) 为选取 Daubechies 小波族中的 db5 小波对此组图像进行融合 (分解层数为 2 层) 的图像。由结果可以看出, 用这两种小波作为基小波分解, 对红外与可见光图像融合的效果均较为理想, 能够将红外与可见光各自的特点在融合图像中体现出来。

3 结论

本文采用小波变换进行图像融合。对于图像的高频融合, 采用了取绝对值最大的规则; 对于低频融合, 采用了基于领域像素相关和基于区域方差相结合的融合策略。和其他融合方法相比较, 本文所采用的融合策略更能突显图像的细节信息, 更符合人眼对显著点敏感的规律, 融合效果比直接采用平均法的好。实验结果证明, 本文融合后的图像更清晰, 细节更丰富, 相对位置准确, 能够将红外与可见光各自的特点在融合图像中体现出来。

参考文献

- [1] 蔺素珍, 杨风暴, 周萧, 李伟伟. 双色中波红外成像融合技术的研究进展 [J]. *红外技术*, 2012, **34**(4):217-223.
- [2] 余连生. SAR 与全色遥感图像的小波域融合算法研究 [D]. 国防科学技术大学, 2010:1-2.
- [3] 何东健, 耿楠, 张义宽, 等. *数字图像处理*[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003:21-31.
- [4] 窦建方, 李建勋. 基于角点和 Hu 矩不变量的可见光和红外图像自动配准方法 [J]. *红外*, 2011, **32**(7): 23-27.
- [5] Gonzalo Pajares and Jesús Manuel de la Cruz. A Wavelet-based Image Fusion Tutorial[J]. *Pattern Recognition*, 2004, **37**(9):1855-1872.
- [6] Shutao Li, Bin Yang, Jianwen Hu. Performance Comparison of Different Multi-resolution Transforms for Image Fusion[J]. *Information Fusion*, 2011, **12**(2):74-84.
- [7] 唐善军. 多模复合制导用可见光成像与红外成像融合技术研究 [J]. *红外*, 2012, **33**(2):22-27.
- [8] 王玉. 多模态医学图像配准和融合技术研究 [D]. 中北大学, 008:49-51.