

改进用于彩色图像融合的小波融合方法^①

张秦涛, 庞 全

(杭州电子科技大学 生物医学工程与仪器研究所, 杭州 310018)

摘 要: 由于现实中经常会因不同对焦、温度局部化等情况而产生各种局部模糊的图片, 应对这一类问题的融合方面, 灰度图像的融合技术发展得已经相当成熟了, 可是在彩色图像方面还是有各种各样的不足, 为了应对传统的小波变换融合法应用在彩色图像融合中会产生色差的情况, 提出了一种基于小波分析加上对 R、G、B 三色通道绑定式融合的方法的策略, 能在保证不产生色差的前提下, 达到融合图像的效果。

关键词: 不同对焦; 模糊; 小波分析; 融合; 绑定

Improving the Color Images Fusion Method Based on Wavelet Fusion

ZHANG Qin-Tao, PANG Quan

(Institute of Biomedical Engineering and Instrument, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Due to the reality of different focus, temperature localization, etc, there produce all sorts of local fuzzy pictures. For dealing with this kind of problem, Grayscale image fusion technology has been quite mature, but in color images area it has all kinds of shortage. In order to deal with the problem that the traditional wavelet transform fusion method used in color image fusion will produce the color difference, this paper put forward based on the wavelet analysis and R, G, B three color channel binding type fusion method strategy.

Key words: different focus; fuzzy; wavelet analysis; fusion; binding

1 引言

彩色图像融合中, 传统的小波变换融合法, 主要是采用在 R、G、B 三个通道分别进行小波融合, 再进行相叠加的步骤。

基于小波变换的灰度图像融合的思路: a. 将不同的源图像进行预处理及小波多尺度分解; b. 根据融合规则进行融合处理; c. 对融合后的变换系数进行小波逆变换得到融合图像。基于小波变换的图像融合方法对于灰度图像的效果是非常明显的, 可是直接运用于彩色图像的话, 会让每一幅源图像的每一个元素在 R、G、B 三个通道中的分量比例相分离, 很可能造成图像区域性偏色。所以为了能保持源图像元素在三通之间的比例, 本文探索一种结合小波变换能将 R、G、B 三色通道捆绑式处理的方法。

2 图像的小波分析与融合

小波变换是将图像进行多尺度、多分辨率的分解, 而且小波分解是冗余的, 使图像经小波分解后的数据总量不会很大; 而且, 小波分解具有方向性, 这些对于人眼看事物会根据不同的方向不同的分辨率的特点, 可获得更好的图像融合效果。一幅图像是一个二维的矩阵, 每次小波变换后, 图像便分解为 4 个大小为原来尺寸 1/4 的子块区域。Mallat 算法^[1,2]是小波分解与重构的快速算法。一幅图像可以经它来进行多次小波变换产生不同级别的变换系数矩阵, 再由它来进行小波逆变换得到融合后的图像。

一幅图像的小波变换中, 绝对值较大的小波系数对应于边缘这些较为显著的特征, 所以大部分基于小波变换的图像融合算法主要研究如何选择合成图像中

^① 收稿时间:2012-06-01;收到修改稿时间:2012-07-02

的小波系数,也就是三个方向上的高频系数,从而达到保留图像边缘的目的^[3].由此特点,经过了小波分解后,我们就可以通过得到的变换系数进行融合了.根据不同类型和特征的图像,主要有以下一些融合规则^[4]: 1)取系数绝对值较大法; 2)加权平均法; 3)局部方差准则; 4)局部平均梯度准则; 5)局部能量准则; 6)局部均方差准则等.

最后经过小波逆变换,得到想要的融合图像.这里为了突出本文的融合策略的不同之处,特别给出传统的方法流程,如下图所示:

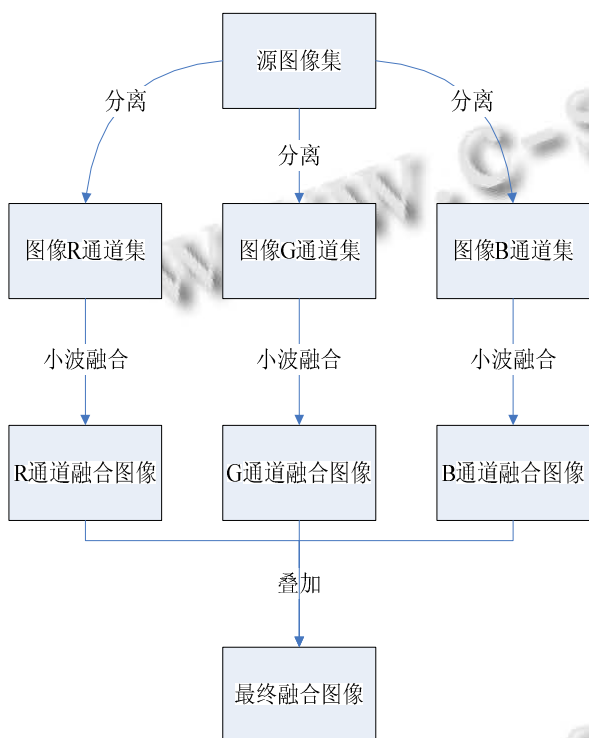


图1 传统小波融合方法流程图

3 彩色图像的融合

一幅 RGB 图像就是彩色像素的一个 $m*n*3$ 数组,其中每一个彩色像素点都是特定空间位置的彩色图像相对应的红、绿、蓝三个分量^[5].由于我们所要融合的就是一些在三个色彩通道丰富的彩色图像,所以这里要采取一种对色彩融合的策略.由于彩色图像跟灰度图像有区别,特别是色彩比较鲜艳,直接对三色进行融合产生色差.假如我们这里将先对所融合的源图像分别进行 R、G、B 三原色分离,然后将每一幅图的三个通道图在各自通道上直接进行小波融合,再对其进行小波逆变换,最后再对三个单

通道矩阵叠加融合,得出 R、G、B 彩色融合图像.这样的结果必然是在原本图像中的像素中的三个元素值断开相关联系之后的结果.很有可能我们最终融合结果上的一些元素值中 R 成分来自源图像 A, G 成分来自源图像 B, B 成分来自源图像 C, 这样的结果必然不是我们想要的那种能在色彩成分上能保持原先相关联系的融合图像.

这里针对本文提出的融合对象是彩色图像,所以根据图像小波变换对图像边缘处理特性,对取系数绝对值较大法稍加改进,结合着每一像素的三通道绑定式融合,最后形成一种有效的组合融合规则,产生的融合图像相对于原来的源图像基本上不会有产生色差的的风险的.

具体的融合算法实现: 1.对 n 幅彩色源图像 f_1, f_2, \dots, f_n 进行 R、G、B 三色通道的分离,产生 $3n$ 个 R、G、B 单通道像素矩阵; 2.对每个矩阵进行小波变换,得到 n 个 R 通道变换系数矩阵 $c_{1r}, c_{2r}, \dots, c_{nr}$, n 个 G 通道变换系数矩阵 $c_{1g}, c_{2g}, \dots, c_{ng}$, n 个 B 通道变换系数矩阵 $c_{1b}, c_{2b}, \dots, c_{nb}$; 3.将三个通道系数矩阵中对应的点元素进行求和,得到每幅源图像的变换系数综合矩阵.

为了排除一些异点,对变换系数综合矩阵集 C_1, C_2, \dots, C_n 用一个模板窗口作为均值滤波器扫描,产生一个新的变换系数综合矩阵集 Z_1, Z_2, \dots, Z_n , 然后通过对这 n 个新变换系数综合矩阵 Z_1, Z_2, \dots, Z_n 的比较来判断最终融合图像中对应的像素值元素取自哪幅图像.这里使用取最大系数法,即变换系数综合矩阵中 (i, j) 位置的最大素值在 Z_k 中,则:

$$\begin{cases} res_r(i, j) = f_k^r(i, j), \\ res_g(i, j) = f_k^g(i, j), \\ res_b(i, j) = f_k^b(i, j), \end{cases} \quad (1)$$

式中 $f_k^r(i, j)$ 、 $f_k^g(i, j)$ 、 $f_k^b(i, j)$ 为第 k 幅源图像 f_k 的 R、G、B 三通道矩阵,且 k 为当

$$Z_k(i, j) = \max(Z_1(i, j), Z_2(i, j), \dots, Z_n(i, j)) \quad (2)$$

时取的值, i 和 j 为对应元素在矩阵的坐标.遍历所有位置点得到的 res_r, res_g, res_b 为最终融合图像的 R、G、B 通道矩阵.最后对这三个通道矩阵叠加产生了我们想要的融合图像.

其融合方法大意为:

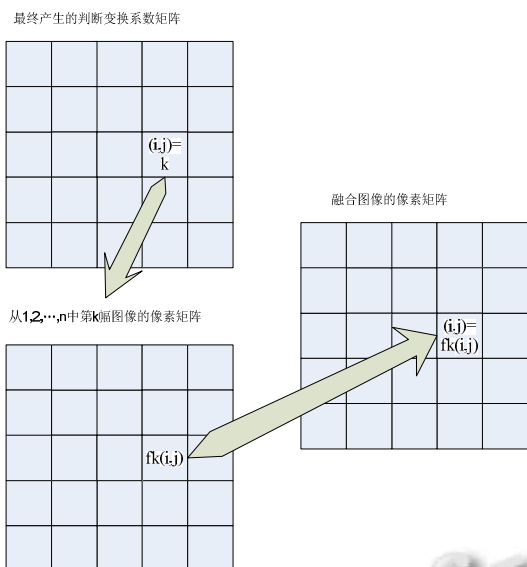


图 2 本文融合方法的矩阵关系图

基本流程如图 3 所示:

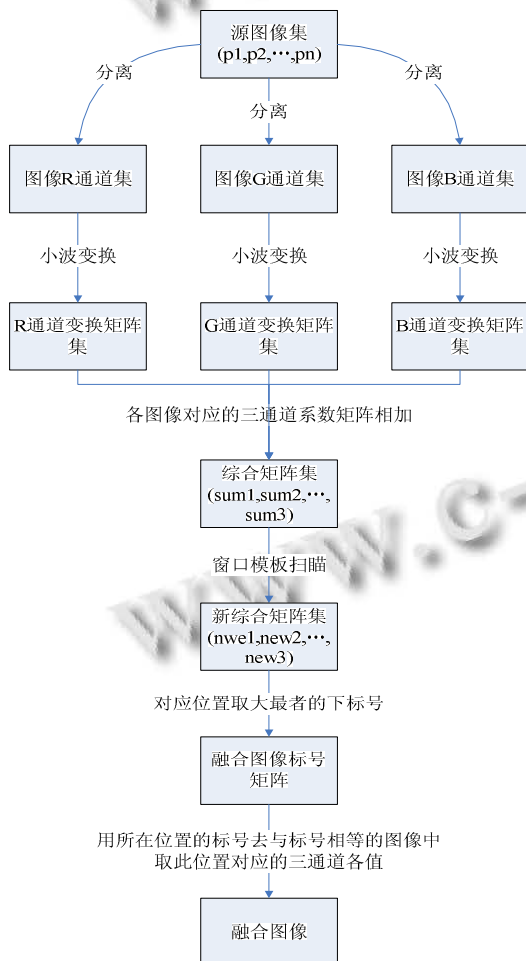


图 3 彩色图像融合基本流程

4 实验效果

此实验用了三幅分别在上、中、下三个不同位置进行了人工模糊的图片,从实验所得到的效果图中可以看到,经过融合后,基本可以看清原本被模糊区域遮盖的纹理结构和颜色特征。

图像灰度均值可从整体上反映图像所接受的光能的大小,灰度均值越大说明图像所接受的光能越大,反之则图像发黑,甚至于看不见图像中的目标地物^[6]。因为这里是彩色图像,所以将以融合前后图像的三个通道的各灰度均值之和来比较。计算公式为:

$$\mu = \frac{1}{m * n} \sum_{k=0}^2 \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n f\{k\}_{(i,j)} \quad (3)$$

式中, m、n 分别为图像的高度与宽度, $f\{k\}_{(i,j)}$ 为图像的一个通道中 (i, j) 点的灰度值。



图 4 上部模糊图像 1

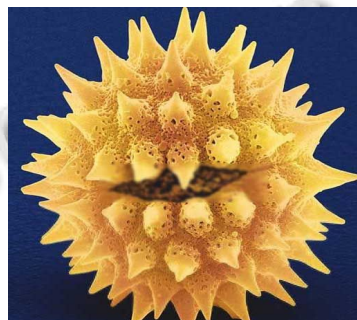


图 5 中部模糊图像 2

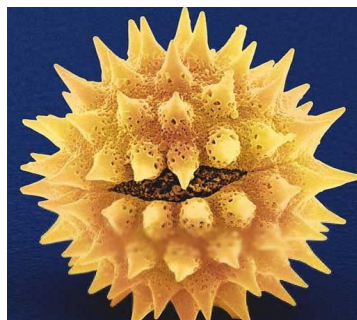


图 6 下部模糊图像 3

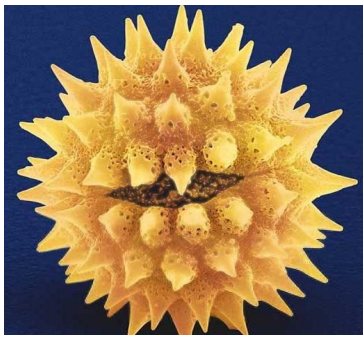


图 7 融合图像

方差和标准差反映了图像灰度相对于灰度平均值的离散情况. 复杂影像的灰度值离散程度大^[7]. 标准差反映的是灰度相对于平均值的离散程度, 通常, 如果一幅影像的标准差越大, 说明影像的灰度级别分布越分散, 即影像的动态变化范围越大, 地物间的可分性较好, 反映出更多的信息. 选择标准差作为评价指标可以同时从信息量和影像空间分辨率的提高两个角度来评价融合效果^[8]. 方差计算公式为:

$$\delta^2 = \frac{1}{m * n * 3} \sum_{k=0}^2 \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (f\{i\}_{(i,j)} - \mu)^2 \quad (4)$$

式中, μ 为图像的均值. 标准差即方差的平方根.

计算源图像与实验效果图像的灰度均值与方差:

表 1 各图像灰度均值与方差值

	灰度均值	方差
源图像 1	331.850040	163590.939742
源图像 2	331.778369	163491.238559
源图像 3	331.815635	163634.040621
融合图像	335.182774	166594.486034

由上表可见, 图像的灰度均值与方差, 在融合之后都有显著增加. 这说明, 经过融合, 图像的轮廓边界

信息有所增加. 更重要的是, 我们在融合过程中从未分离过任何一张图像上的任何一点的三个通道值, 从而也就没有把这三通道的关联给切断, 最终我们的融合结果基本保证了不会产生大的颜色偏差.

5 结语

传统的图像融合方法一样, 本文通过小波变换的方法取得融合第一步所需要的基础依据, 但不同的是在具体实施融合数据时, 采用了 R、G、B 空间三个通道绑定式融合, 即从众多源图像中直接取我们所认为更有效的数据. 这样不仅在三通道的数据相关性上来说, 保持了原先的, 而且在算法的复杂性上来说, 也大大地简化了, 提高了融合的效率.

参考文献

- 葛哲学, 沙威. 小波分析理论与 MATLAB R2007 实现. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- 孙延奎. 小波分析及其应用. 北京: 机械工业出版社, 2005, 3.
- 鄢树. 基于小波变换的图像融合性能的研究. 微计算机信息, 2010, 1.
- 陶冰洁, 王敬儒. 采用小波分析的图像融合方法评述. 北京: 计算机工程与应用, 2005.
- Gonzalez RC, Woods RE, Eddins SL. 数字图像处理 (MATLAB 版). 北京: 电子工业出版社, 2005.
- 周微茹, 冯仲科, 聂敏莉, 刘赘. CBERS 与 ALOS 卫星影像融合前后图像质量对比与评价. 林业调查规划, 2009, 6.
- 袁金国. 遥感图像数字处理. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- 柳文祎, 何国金, 张兆明, 刘慧婵. ALOS 全色波段与多光谱影像融合方法的比较研究. 科学技术与工程, 2008, 6.

(上接第 110 页)

参考文献

- 狄婧. 传感器网络节点定位算法在煤矿安全中的应用. 计算机仿真, 2011, 24(12): 88-91.
- 陈昌祥, 达维, 周洁. 基于 RSSI 的无线传感器网络距离修正定位算法. 通信技术, 2011, 44(2): 65-69.
- 冯成旭, 刘忠, 程远国. 一种基于 RSSI 的无线传感器网络的改进定位算法. 舰船电子工程, 2010, 18(10): 69-71.
- Jiang AT, Zhou Z. Centroid localization lagorimforwireless

sensor networks. Computer Engineering and Applications, 2007, 43(20): 136-138.

- Peng Y, Luo Q, Liu ZQ. An Automatic Evaluation System for IEEE1588 Synchronization Clock Unit IEEE. The Ninth International Conference on Electronic Measurement & Instruments. Beijing: IEEE Publications, 2009, 27(15): 408-413.