

基于均值调整梯度高精度分割多聚焦图像微小特征

潘 亚

(商丘工学院 信息与工程学院,河南 商丘 476000)

摘 要: 提出均值调整梯度的多聚焦图像微小特征高精度分割法,通过均值调整法对图像进行均值分析,在给出均值分析后的调整过程的基础上,采用 Log Gabor 小波法进行二维信号相位一致的处理,方向幅度与其相位进行计算,实现多聚焦图像微小特征的高精度分割. 实验表明,采用此方法识别精度高,分割速度快,具有一定的优势.

关键词: 多聚焦图像;微小特征;高精度;均值调整梯度分割法

中图分类号: TP751.1

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)07—0084—04

High Resolution Segmentation of Multi Focus Images Based on Mean Shift Gradient

PAN Ya

(College of Information and Electronic Engineering ,Shangqiu Institute of Technology,Shangqiu 476000,China)

Abstract: The mean adjustment gradient of multi focus image features of high precision micro segmentation method, the mean adjusted by mean of image analysis, on the basis of the adjustment process is given after the analysis of the mean, for processing two-dimensional signal phase congruency using Log Gabor wavelet method, amplitude and phase direction calculation, high precision multi segmentation the characteristics of micro focus image. The experimental results show that the proposed method has the advantages of high precision and fast segmentation speed.

Key words: multi focus image; small feature; high precision; mean shift gradient segmentation

1 引言

随着我国航天事业的迅速发展,卫星传感技术在高精度空间建设上也取得了不小的突破^[1-2]. 高精度多聚焦图像正广泛应用于各个领域. 由于在现实空间范围内地物上的轮廓、结构、微小纹理等特征,都以实现运用高分辨率的图像进行展现^[3-4],为此,对高分辨率多聚焦图像在微小特征的分析与高精度分割上,提出了更高要求.

文献[5]提出基于随机权重粒子群和 K-均值聚类的图像分割方法,利用随机权重粒子群优化的全局搜索能力,避免算法陷入局部最优,在算法运行后期,利用 K-均值聚类的局部搜索能力,实现算法快速收敛,并通过实验进行对比分析,结果表明,其具

有较高的分割效果,但该方法耗时较长;文献[6]提出结合边缘局部信息的图像分割方法,但该方法存在分割效率低,误差大的问题.

针对上述问题的产生,提出均值调整梯度的多聚焦图像微小特征高精度分割法.

2 高精度分割微小特征的多聚焦图像

2.1 图像的均值分析

将现有多聚焦图像以点的形式分布到一个特征空间中,假设多聚焦图像中色彩部分的空间分别为 $A^{\circ}B^{\circ}C$,在这个特征空间中的不同聚类,对应着图像上不同颜色物体,聚类在这个特征空间中的分布概率呈现出多元性和多峰性^[7]. 假使特征空间内的每个聚类都以多元性的特征正态形式分布着,这个特

征空间就以高斯形式的分布而存在,通过熟知的最小误差运算准则,可以估计出混合高斯分布下的各项参数.当特征空间内若干条件相互包含时,那么这种假设就体现出很大的偏差性.运用非参数的估计方法,可以很好地解决这一类偏差问题的出现,方法中的均值调整就是在此类方法基础上提出的^[8].均值调整法就是对非参数进行一个均值密度函数运算的方法.比如,设 $\{T_c\} (c = 1, 2, \dots, m)$ 代表 b 欧式空间 G^b 内的 m 点,再点 y 处,用 $R(y)$ 与 e 为半径的视窗估计多核均值密度函数如下:

$$\hat{f}(y) = \frac{1}{me^b} \sum_{c=1}^m R\left(\frac{y - T_c}{e}\right) \quad (1)$$

则最小平均方差 (MISE) 的核均值函数 Epanechnikow (依潘涅契科夫):

$$K_E(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} c_d^{-1} (d+2) (1 - |x|), & |x| \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

式中, C_d 是在单位条件下设定的 d 维特定空间球的体积.在所包含的核均值函数不同的状态下,可得不同的均值密度的估计:

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) &= \frac{1}{n(h^d c_d)} \frac{d+2}{h^2} \sum_{x_i \in S_h(x)} [x_i - x] \\ &= \frac{n_x}{n(h^d c_d)} \frac{d+2}{h^2} \left[\frac{1}{n_x} \sum_{x_i \in S_h(x)} [x_i - x] \right] \end{aligned} \quad (3)$$

式中,区域 $S_h(x)$ 是一个半径为 h , 体积为 $h^d c_d$ 的超球体.它中心在 x , 含有 n_x 个点.式(3)的最后一项

$$\begin{aligned} M_h(x) &= \frac{1}{n_x} \sum_{x_i \in S_h(x)} [x_i - x] \\ &= \frac{1}{n_x} \sum_{x_i \in S_h(x)} [x_i - x] \end{aligned} \quad (4)$$

叫样本均值调整 (sample mean shift).

式(3)中,量 $\frac{n_x}{n(h^d c_d)}$ 就是在超球体 $S_h(x)$ 内计算的核均值密度函数的估计,则式(3)可改为

$$M_h(x) = \frac{h^2}{d+2} \frac{\hat{f}(x)}{\hat{f}(x)} \quad (5)$$

从运算分析式(5)的计算中可以看出,对于均值调整数值的大小,同 x 点所呈现出概率密度函数的梯度行成了鲜明的正比,与密度函数值成了反比.当把区域密度参数进一步加大时, $\hat{f}(x)$ 的数值较大, $\frac{\hat{f}(x)}{\hat{f}(x)}$ 数值较小,所以, $M_h(x)$ 就小;在区域密度小的地方, $\hat{f}(x)$ 小, $M_h(x)$ 就大.均值调整的依据

来源于整体范围内,占该区域密度最大的地方.当密度函数为极大值时,所做出的调整量趋于零.因此,作为一种上升式算法,它具有同环境下自适应能力强,运算速度快的特点^[9].它可以准确搜索出最大局部密度的所处位置.运算过程中需要不断平移窗口,每次按照设定参数平移窗口后,都会生成一个新的位置信息,经过分析这些信息,可以将其组成一个数列集,且此数列具有单调性,因此,可以分析出均值调整具有一定的收敛性特质^[10].在编写程序的过程中,设定两次平衡量都小于 0.48,能够认定它正处于收敛状态,此时,要找的聚类中心就是这个点所在的位置.

设定一幅图像,将图像处理转化为二维网格状态,且用 p 维向量来表示,当 $p = 3$ 时,设定为全色彩去色处理状态的灰度图像,当 $p = 6$ 时,设为全高清全色彩彩色图像,当 $p > 6$ 状态下,设定成为多光谱混合图像.在此状态下的空间区域内,所有网格空间以达到统一,不同级别的色度信息,构成了此空间的颜色域.当空间与颜色二者之间的向量相互重叠,构成空间 - 色彩域,设空间内维数 $d = p + 3$.作为均值调整下的辐射对称核和欧几里德多元核表示为

$$K_{y_s, h_r}(x) = \frac{C}{h_s^2 h_r^p} k\left[\left|\frac{x^s}{h_s}\right|^2\right] k\left[\left|\frac{x^r}{h_r}\right|^2\right] \quad (6)$$

x^s 为空间状态下的部分空间,其具有特殊矢量特征的性质, x^r 为空间状态下,具有特征矢量的色彩部分, $k(x)$ 在作为空间状态下和空间内颜色域中,为其使用性质相同的核, h, h_r 分别为二者的核带宽, C 为与其对应,经过规一化的自然常数.在实践过程中,发现 Epanechnikov 核与具有正态性质的核,在性质上具有类似性,且都可满足实验的要求^[11].因此,实践过程中可通过均值调整不同核内带宽参数 $h = (h_s, h_r)$,来实现不同精度的实验目的.由此,成功的完成了均值提取分析的过程.

2.2 均值分析后的调整的过程

根据上面的数据关系式可以做出以下设定.

(1) 将上面得到的均值数据,进行图像的滤波调整处理,并将存储的所有 d 维收敛点于 z_i .

(2) 基于上述空间和此空间状态下颜色域内的聚类 $\{C_p\}_p = 1 \dots m$,对此空间下所有空间上小于 h_s 的空间进行连接,此空间状态下颜色域上小于 h_r 的 z_i .

(3) 设 $i = 1, \dots, n$,且满足 $L_i = \{p \mid z_i \in C_p\}$.

(4) 均值下的调整优化:对此空间状态所有区域内的组成像素,进行小于 M 的条件限制.由上述

原理可知,运用均值调整法进行编写计算机程序. 设定 6 组不同的参数,其计算机耗时也不相同,速度对照如表 1 所示.

表 1 不同参数下的均值调整时间

序号	空间尺度 (h_s)	空间范围 (h_r)	最小面积 / (像素 / 个)	时间 /s
1	6	6	24	37.55
2	6	6	55	41.67
3	9	8.3	20	29.7
4	9	8.3	75	36.15
5	14	6	50	152.4
6	14	6	80	154.26

表 1 中的数据显示,不同参数下的均值调整,速度差距较大. 实际应用下,应充分根据情况需要设定参数.

2.3 梯度分割处理流程

2.3.1 梯度分割的依据—相位一致原理

在特定的空间状态下,对局部能量的计算最早是依据 Fourier 变换,为了充分体现在不同尺度下都可分析的特点,本文采用处理速度快、适应性强的 Log Gabor 小波^[8],它在图像处理上,对图像实部与图像虚部进行像素差异化正交处理^[12-13],因此,Log Gabor 小波被称为复小波. Log Gabor 小波在偶对称滤波器下,还具备当现有滤波器的直流分量,单向输出处于零值情况下,可按照实际要求,构建任意带宽参数滤波器的能力. 在频率呈线性分布的尺度上,Log Gabor 小波的传递函数为

$$\zeta(\omega)=e^{\frac{-(\log(\omega/\omega_0))^2}{2(\log(k/\omega_0))^2}}$$

(7)

式中,本文将 ω_0 设为滤波器正常状态下的中心频率,为保持滤波器形状稳定一致,将 k/ω_0 作为其限制条件的常量. 若 M_n^e 与 M_n^o 分别表示分布形式为 n 上的 Log Gabor 的奇偶对称的两组小波,则,对信号做出的响应速度可以表示为

$$[e_n(x),o_n(x)]=|I(x)\circ M_n^e,I(x)\circ M_n^o|$$

(8)

该分布形式的尺度上的幅度和相位分别为

$$A(x)=\sqrt{e_n(x)^2+o_n(x)^2}$$

(9)

$$\varphi_n(x)=\arctan2(e_n(x),o_n(x))$$

(10)

其展频函数 $\omega(x)$ 可根据下式给出:

$$\omega(x)=\frac{1}{1+e^{g(c-s(x))}}$$

(11)

$$s(x)=\frac{1}{N}\left[\frac{\sum_n A_n(x)}{\epsilon+A_{\max}(x)}\right]$$

(12)

在上式中,设滤波器的数目为 N , $A_{\max}(x)$ 设为特定状态下,滤波器响应幅度中的最大值, c 设为展频函数中的截止频率,将增益因子设为 g . 因此,将二维信号进行相位一致的处理分析式为

$$PC_3(x)=\frac{\sum_o\sum_nW_o(x)[A_m(x)(\Delta\varphi_m(x)-T)]}{\sum_o\sum_nA_m(x)+\epsilon}$$

(13)

式中,下标 o 表示特定状态下滤波器的方向, n 表示特定状态下滤波器的分布尺度. 图 1 中(a)所显示的三幅实验图像,是从 IKONOS Pan 卫星高清多聚焦图像上裁取的平原、山地和高原处理对象,图像大小均为 256×256 像素. 图 1(b)是在运用处理分析式(13)分别对图 1(a)的 3 幅图像进行相位一致梯度分析运算后提取的.

2.3.2 分析计算提取步骤

首先,设定一个 Log Gabor 小波滤波器,使其倍频为 3. 在三倍倍频的小波处理器滤波处理下的原图像,会得到此状态下,每一点的局部频率详细信息. 总共采用了 4 个尺度和 6 个方向($0,2\pi/7,\pi/4,2\pi/3,\pi/3,6\pi/5$)共 24 个滤波器,设定此状态下最小尺度滤波器的处理带宽为 4 个像素,此条件下,其相邻尺度间的带宽比为 3.5.

根据收集到的图像局部频率信息,按处理分析式(10)、(11)对此状态下每一点的方向幅度与其相位进行计算,充分考虑到多聚焦图像普遍存在较强的噪声,为此将噪声值估计 T 取为 6.0.

最后,运用处理分析式(11)的方法,计算获取此条件下,每点在各个方向下相位一致的数值,此状态下,将展频函数的截止频率 c 取为 0.6,增益因子 g 值取为 8, ϵ 值取 0.03. 然后,将每个条件下的数据,各个方向相位一致的数值,进行累加运算,通过一系列运算后,进而得到图像的相位一致梯度. 再采用 Fleck 优化的 Canny 算子,计算 Canny 梯度图像(图 1(c)). 在线性分布的算子当中,Canny 算子无疑是最优算子,完全符合与相位一致算法,作为对比算法. 为了充分体现均值调整梯度分割法,在微小特征图像中注重更多细节表现,所看到的梯度图像都经反相处理优化.

3 实验结果分析

通过上述一系列数据比较发现,当实验中的高度阈值 h 取值较小时,同一状态下,单元区域个数较多,区域方差的均值较小;实验中将 h 的数值不断增

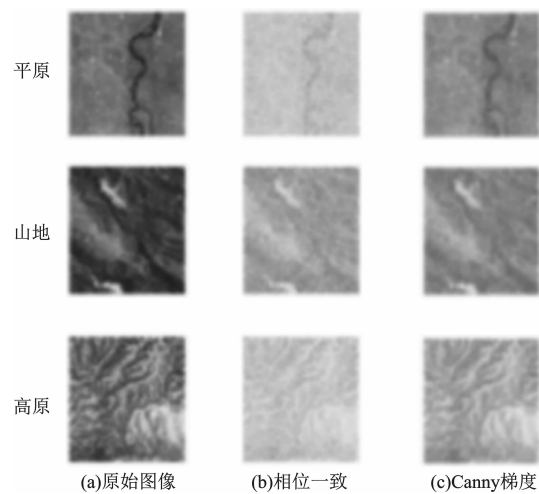


图 1 山地、平原和高原图像的相位

一致梯度与 Canny 梯度比较

高,发现分割结果的区域个数以指数形式迅速减小,而区域方差的平均值成反比逐渐增大.呈上升趋势的区域方差平均值曲线,意味着同一状态下,各区域内部的不同性质在降低.如图 2 所示.

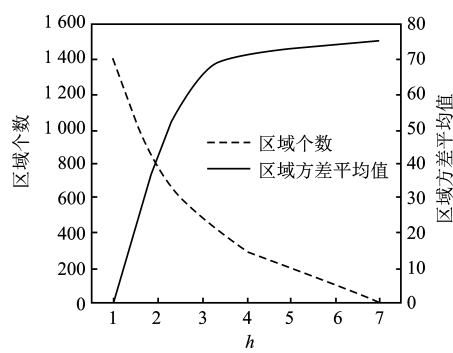


图 2 高度阈值 h 的变化对图像分割结果的影响

通过实验看到了分割后的图像在微小特征上的精度较高,采用均值调整梯度法,对 IKONOS 卫星多聚焦图像进行分割,效果较好,如图 3 和图 4 所示.



图 3 分割前的 IKONOS 特征

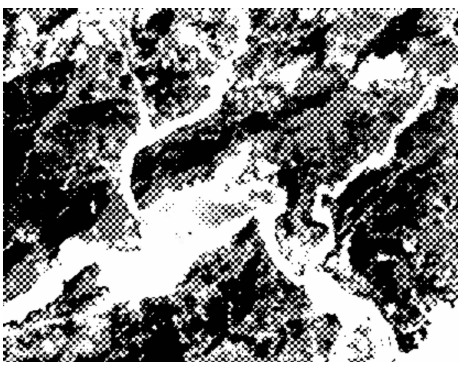


图 4 分割后的 IKONOS 特征图像

高精度的准确性,运用到了微小特征图像分割领域.作为一种新的高精度多聚焦图像分割法,将继续以其识别速度快、分割精度高的特点,运用到更多领域.高精度卫星多聚焦图像分割,是理解与获取微小特征的关键技术手段,面临的问题还有很多,怎样能把地学知识巧妙引入、无缝融合,怎样应对庞大信息量的分析处理,使均值调整梯度分割法更加高效的运用,是重点关注的领域.

参考文献:

[1] 牛群遥,叶明,陆永华.基于多聚焦图像融合的小孔内表面缺陷检测[J]. 计算机应用,2016,36(10):2912-2915.

[2] 候佳康,贺长秀.基于多特征的多聚焦图像融合算法[J]. 现代计算机旬刊,2016,34(9):43-47.

[3] 张宝华,裴海全,吕晓琪.基于显著性检测和稀疏表示的多聚焦图像融合算法[J]. 小型微型计算机系统,2016,37(7):1604-1607.

[4] 赵雪梅,李玉,赵泉华.结合高斯回归模型和隐马尔可夫随机场的模糊聚类图像分割[J]. 电子与信息学报,2014,36(11):2730-2736.

[5] 李海洋,文永革,何红洲,等.基于随机权重粒子群和K-均值聚类的图像分割[J]. 图学学报,2014,35(5):755-761.

[6] 夏菁,张彩明,张小峰,等.结合边缘局部信息的FCM抗噪图像分割算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2014,26(12):2203-2213.

[7] 李传龙,李颖,刘爱莲.灰度不均匀图像分割[J]. 大连理工大学学报,2014,35(1):106-114.

[8] 张泽均,水鹏朗.边缘惩罚层次区域合并SAR图像分割算法[J]. 电子与信息学报,2015,37(2):261-267.

[9] 曹家梓,宋爱国.基于马尔科夫随机场的纹理图像分割方法研究[J]. 仪器仪表学报,2015,36(4):776-786.

4 结束语

通过上述实验,成功将均值调整梯度分割法,以

(下转第 91 页)

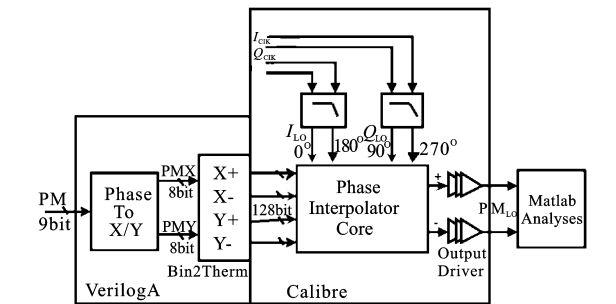


图 6 开环相位调制器仿真平台

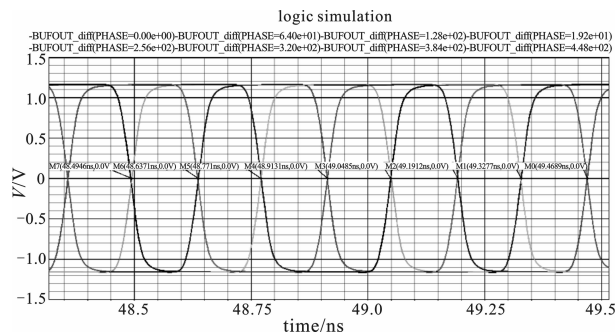


图 7 驱动器差分输出过零点变化

(PHASE=0,64,128,192,256,320,384,448)

到 511 时 PI 实际输出的相位,以及 与理想相位之间的偏差。相位插值器的平均步长为 0.703° ,与 9 比特的设计指标符合,最大步长为 1.0725° ,DNL 为 0.525 LSB。从仿真结果可知实现了一款高精度、高线性度的相位插值器。采用数字预失真技术,相位线性度将会进一步提高。相位插值器在 1.2 V 电源电压下,消耗的电 流为 10.8 mA。

4 结束语

本文介绍了闭环相位调制和开环相位调制的原理和优缺点,基于宽带需求选择了开环相位调制器,并详细描述了基于希尔伯特单元的开环相位调制器的工作原理,提出了一种新的单元工作状态控制模式,保证了 PI 的输出即是恒包络的也具有稳定的静

态工作点。

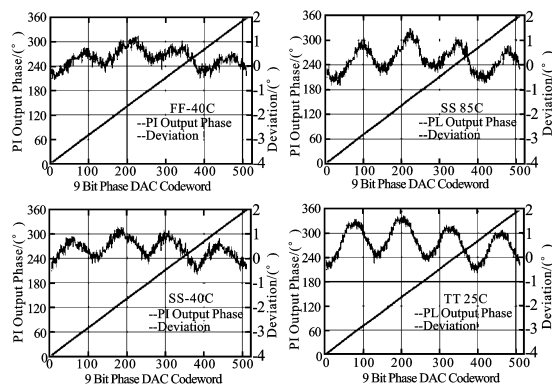


图 8 各工艺角下 PI 输出相位和相位控制字对应关系

参考文献:

- [1] Song Z, Liu X, Jin Z, et al. A 180nm CMOS wireless transceiver by utilizing guard band for narrowband IoT applications[C]// Solid-State Circuits Conference (A-SSCC), 2015 IEEE Asian. IEEE, 2015: 1-4.
- [2] Staszewski R B, Wallberg J L, Rezek S, et al. All-digital PLL and transmitter for mobile phones[J]. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 2005, 40(12): 2469-2482.
- [3] Ye L, Chen J, Kong L, et al. Design considerations for a direct digitally modulated WLAN transmitter with integrated phase path and dynamic impedance modulation[J]. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 2013, 48(12): 3160-3177.
- [4] Kreienkamp R, Langmann U, Zimmermann C, et al. A 10-Gb/s CMOS clock and data recovery circuit with an analog phase interpolator[J]. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 2005, 40(3): 736-743.

作者简介:

姜学平 男,(1963-),博士.研究方向为智能芯片、物联网、智能终端和系统的开发和应用。

E-mail:wangzj11@hotmail.com.

(上接第 87 页)

- [10] 曾文权,何拥军,崔晓坤.基于各向异性滤波和空间 FCM 的 MRI 图像分割方法[J].计算机应用研究,2014,31(1):316-320.
- [11] 李竹林,王静.一种基于滤波的分段点乘图像分割算法[J].电子设计工程,2016,24(23):1-3.
- [12] 陈恺,陈芳,戴敏,等.基于萤火虫算法的二维熵多阈值快速图像分割[J].光学精密工程,2014,22(2):517-523.

- [13] 廖婷.基于多尺度快速清晰度估计的多聚焦图像超分辨融合技术研究[J].现代电子技术,2016,39(15):47-49.

作者简介:

潘亚女,(1980-),硕士,讲师.研究方向为图形图像处理、软件工程、人工智能等。E-mail:wghpywmk@sina.com.