

Journal of Image
and Graphics

中国图象图形学报



ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

2013 2
Vol.18 No.

中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会主办
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2013 年 2 月 第 18 卷 第 2 期(总第 202 期)

目次

计算机视觉前沿论坛

- 计算机视觉——探索行为理解,认知内心世界 徐光祐,刘允才,章毓晋(131)
- 跨学科前沿与应用的交汇点:日常活动理解 徐光祐,陶霖密,邸慧军(132)
- 时空行为理解 章毓晋(141)
- 视觉机制研究对机器视觉的启发示例 李雄,刘允才(152)
- 视点无关的行为识别综述 冯家更,肖俊(157)

图像处理和编码

- 基于演化算法的卷曲 DCT 图像压缩 李康顺,韦蕴珊,张文生(169)
- 基于欧氏距离图的图像边缘检测 张闯,王婷婷,孙冬娇,葛益娴,常建华(176)
- 基于暗原色先验模型的快速去雾算法 张冰冰,戴声奎,孙万源(184)

图像分析和识别

- Gabor 特征集结合判别式字典学习的稀疏表示图像识别 胡正平,徐波,白洋(189)
- 半监督 k 近邻分类方法 陈日新,朱明早(195)
- 最小距离鉴别投影及其在人脸识别中的应用 黄璞,唐振民(201)
- 图像 LSB 匹配隐藏的预分类检测模型 曹卫权,韩杰思,王宏霞(207)
- 具有旋转鲁棒性的纹理谱描述子 陈刚,陈晓云(214)

计算机图形学

- 利用形体特征的铅笔素描画生成 莫晓斐,丁友东(219)

医学图像处理

- 统计相似度特征的医学图像分割 郭艳蓉,蒋建国,郝世杰,詹曙,李鸿(225)

遥感图像处理

- 结合遗传算法和蚁群算法的高光谱图像波段选择 王立国,魏芳洁(235)
- 相似度自适应样本块的高分辨 SAR 图像阴影修复 赵昊,张弓(243)

- 第八届国际数字地球会议征稿通知 封 3

Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 18 No. 2 February 2013

Contents

Forum: Forefront of Computer Vision

Confluence of interdisciplinary frontiers and real-world application: understanding activities of daily living

..... Xu Guangyou, Tao Linmi, Di Huijun (132)

Understanding spatial-temporal behaviors Zhang Yujin (141)

The motivation of visual mechanisms to machine vision: examples Li Xiong, Liu Yuncai (152)

View-invariant action recognition: a survey Feng Jiageng, Xiao jun (157)

Image Processing and Coding

Warped DCT image compression based on an evolutionary algorithm Li Kangshun, Wei Yunshan, Zhang Wensheng (169)

Image edge detection based on the Euclidean distance graph

..... Zhang Chuang, Wang Tingting, Sun Dongjiao, Ge Yixian, Chang Jianhua (176)

Fast image haze-removal algorithm based on the prior dark-channel

..... Zhang Bingbing, Dai Shengkui, Sun Wanyuan (184)

Image Analysis and Recognition

Sparse representation for image recognition based on Gabor feature set and discriminative dictionary learning

..... Hu Zhengping, Xu Bo, Bai Yang (189)

Semi-supervised k -nearest neighbor classification method Chen Rixing, Zhu Minghan (195)

Minimum-distance discriminant projection and its application to face recognition Huang Pu, Tang Zhenmin (201)

Using pre-classification to attack LSB matching Cao Wei-quan, Han Jiesi, Wang Hongxia (207)

Robust rotation-invariant texture spectrum descriptor Chen Gang, Chen Xiaoyun (214)

Computer Graphics

Pencil sketch generation with shape features Mo Xiaofei, Ding Youdong (219)

Medical Image Processing

Medical image segmentation based on statistical similarity feature

..... Guo Yanrong, Jiang Jianguo, Hao Shijie, Zhan Shu, Li Hong (225)

Remote Sensing Image Processing

Band selection for hyperspectral imagery based on combination of genetic algorithm and ant colony algorithm

..... Wang Liguang, Wei Fangjie (235)

Adaptive shadow inpainting from high-resolution SAR image based on exemplar's similarity Zhao Hao, Zhang Gong (243)

中图法分类号: TP751.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2013)02-243-06

论文引用格式: 赵昊, 张弓. 相似度自适应样本块的高分辨率 SAR 图像阴影修复[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(2): 243-248.

相似度自适应样本块的高分辨率 SAR 图像阴影修复

赵昊, 张弓

南京航空航天大学电子信息工程系, 南京 210016

摘要: 高分辨率 SAR 图像目标阴影可为目标识别提供更多的信息, 对 SAR 图像目标阴影进行修复可以获取完整的目标阴影。采用传统样本匹配方法对 SAR 图像进行目标阴影修复时会出现阴影区域漏判问题和过渡区域不均匀问题。提出一种相似度自适应样本块的 SAR 图像目标阴影修复方法。利用 SAR 图像中目标及其阴影斜距的相对位置关系作为待修复区域的预判依据, 有效地解决了阴影区域漏判问题; 然后采用相似度自适应样本块的图像修复方法, 改善了过渡区域不均匀问题。实验结果表明, 本文方法可以有效地恢复高分辨率 SAR 图像中缺失的目标阴影。

关键词: SAR 图像; 图像修复; 雷达阴影; 相似度; 样本块

Adaptive shadow inpainting from high-resolution SAR image based on exemplar's similarity

Zhao Hao, Zhang Gong

Department of Electronic and Information Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

Abstract: Restoring the complete shadow of targets by inpainting techniques is helpful for target recognition in high-resolution SAR image. In the process of shadow inpainting for high-resolution SAR images, the traditional exemplar matching leads to the misjudgment of shadow regions and the inhomogeneity of transition regions. In this paper, we propose an adaptive target shadow inpainting method based on exemplar's similarity. The problem of shadow region misjudgment is solved by introducing inpainting region prejudgment according to the relative relationship between target and its shadow. Moreover, the adaptive inpainting method based on exemplar's similarity overcomes the problem of transition region's inhomogeneity. The experimental results show that the proposed method can effectively restore the missing target shadows in SAR images.

Key words: SAR image; image inpainting; radar shadow; similarity; exemplar

0 引言

合成孔径雷达(SAR)作为一种全天时、全天候的对地观测系统, 在目标识别中得到广泛应用。SAR 图像反映目标的电磁散射特性, 图像中目标阴影表现为低灰度值的连通区域。随着 SAR 图像分辨率的提高, 目标阴影轮廓更加清晰, 相比目标强散

射本身, 其阴影在 SAR 图像中更能反映目标的几何形态。因此 SAR 图像目标阴影受到研究者的广泛关注, 文献[1]提出固定焦距的 SAR 图像阴影增强方法, 文献[2]利用边界链编码和隐马尔可夫模型对 SAR 图像阴影进行建模和分类, 文献[3]提出了一种基于阴影信息的 SAR 目标分类方法, 文献[4]将 SAR 中阴影信息应用于自动目标识别。目前对于 SAR 图像目标阴影的研究, 集中在目标识别上,

收稿日期: 2012-02-06; 修回日期: 2012-07-24

基金项目: 航空科学基金项目(2011ZC52034); 航空产学研项目; 江苏高校优势学科建设工程; 教育部留学回国人员科研启动基金项目

第一作者简介: 赵昊(1988—), 男, 南京航空航天大学通信与信息系统专业硕士研究生, 主要研究方向为 SAR 图像处理。E-mail: zhaohanha@163.com

主要包括目标阴影检测和目标阴影分割两方面。其中,目标阴影检测是利用统计特性将 SAR 图像中目标阴影部分标记出来。文献[5-6]应用了基于恒虚警率(CFAR)的目标检测方法,该方法在均匀噪声背景下性能良好,但 SAR 图像背景多为非均匀噪声,因此检测性能没有明显改善;文献[7]提出了基于等效视数模型的检测方法,通过非线性积累和雷达散射截面(RCS)重构进行阴影检测,该方法得到的结果冗余信息较多,计算量大耗时长。在目标阴影分割方面,文献[8]根据伪魏格纳分布(PWVD)的频谱变换特性对目标阴影进行分割,但该方法对目标孤立强散射区的保留性较差;文献[9]将应用多尺度模型进行目标阴影分割,但该算法收敛速度慢耗时长,图像的残差统计分布不易确定;文献[10]将马尔可夫随机场(MRF)模型应用到 SAR 图像目标阴影分割中,但分割结果受噪声干扰严重。这些方法还存在一个共同的问题,就是只能对 SAR 图像中可见的阴影进行处理,而不能利用被目标强散射体覆盖的另一部分阴影信息,因此最终得到的处理结果都是不完整的目标阴影信息,这不利于目标识别。

为了使阴影信息更利于目标解译,针对 SAR 图像中部分阴影被目标强散射体覆盖的情况,需要将强散射体从图像中去除并在该区域填充合适的信息,即利用图像修复技术对该区域进行修复。传统的图像修复技术一般采用样本匹配^[11]方法对待修复区域进行处理。但在 SAR 图像中,由于相干斑噪声的影响以及待修复区域阴影与背景纹理的显著差异,使用该方法不仅会使待修复区域阴影轮廓模糊,而且会漏判待修复区域的部分阴影,不利于后续处理,需要对该算法进行改进。根据 SAR 图像成像机理,在距离向上目标及其阴影的斜距与 SAR 平台之间存在一定的几何关系,根据该几何关系,可以确定 SAR 图像中强散射目标与其阴影的相对位置关系,进一步可以获得 SAR 图像中目标强散射体覆盖区域的阴影分布情况。另一方面,传统的样本匹配模型采用固定尺寸的样本窗口寻找匹配样本块,这会使 SAR 图像修复区域产生不均匀的现象,因此可以通过改变样本窗口大小的方法来改善过渡区域的不均匀问题。根据上述分析,提出了 SAR 图像目标阴影轮廓修复的方法。该方法首先利用 SAR 中目标及其阴影的成像机理,得到它们在图像中的相对位置关系,并根据此确定强散射目标覆盖区域的阴影

分布情况;然后应用改进的样本匹配图像修复算法对强散射区域进行处理;最后对得到的修复结果进行阴影提取,获得完整的阴影轮廓。

1 SAR 平台参数与目标几何关系

SAR 是主动辐射的探测器,当电磁波在传播过程中遇到目标阻挡时,这些目标的背面几乎不被辐射,这些区域不会产生雷达回波,反映在 SAR 图像上表现为一片暗区,这些暗区就是 SAR 图像中目标的阴影。

与可见光图像不同,在 SAR 图像中地物目标在像平面上的位置取决于目标与雷达天线之间的距离。SAR 图像中包含 3 种几何畸变关系:阴影、掩叠和迎坡缩短。利用这 3 种现象,可以得到目标斜距、阴影斜距与雷达平台参数之间的关系。

如图 1 所示, O' 是 SAR 平台,高度为 H , θ 为雷达平台下视角, AB 为一个高度为 h 的垂直于地面的物体, AE 为该物体在距离向上得斜距 Y , EC 为该物体阴影在距离向上得斜距 S 。根据 SAR 成像原理可知,在 SAR 平台下视角、阴影斜距已知的情况下,可以得到目标的高度信息。根据图 1 中的几何关系,阴影斜距为

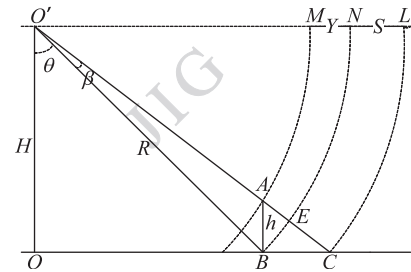


图 1 SAR 平台与地物目标几何关系图

Fig. 1 The geometric diagram of SAR platform and target

$$S = O'C - O'E = \frac{BC(OC + OB)}{\sqrt{H^2 + OC^2} + \sqrt{H^2 + OB^2}} \quad (1)$$

式中, BC 、 OC 、 OB 可以由下视角和物体高度推出,将 $BC = h \tan(\theta + \beta)$, $OC = H \tan(\theta + \beta)$, $OB = H \tan \theta$,代入式(1),化简可得

$$S = \frac{h \tan(\theta + \beta)(\tan(\theta + \beta) + \tan \theta)}{\sec \theta + \sec(\theta + \beta)} \quad (2)$$

因为在实际情况中, $H \gg h$,因此 β 非常小,接近于 0,故式(2)可以近似表达成 $S \approx h \tan \theta \sin \theta$ 。于是可以得到目标高度

$$h = \text{Scot } \theta \csc \theta \quad (3)$$

在 SAR 平台下视角、目标斜距已知的情况下,也可以得到目标的高度信息。由图 1 中的几何关系,目标斜距为

$$Y = O'E - O'A = \frac{h(2H - h)}{\sqrt{H^2 + OB^2} + \sqrt{(H - h)^2 + OB^2}} \quad (4)$$

同样,因为 $H \gg h$, 故有 $2H - h \approx 2H$ 和 $H - h \approx H$, 同时由图 1 中的几何关系可知 $R = \sqrt{H^2 + OB^2}$, $\cos \theta = \frac{H}{R}$, 将以上各式代入式(4)中,可以得到目标高度

$$h = Y \sec \theta \quad (5)$$

联立式(3)(5),可以得到目标斜距、阴影斜距与 SAR 平台下视角之间的关系为

$$S = Y \tan^2 \theta \quad (6)$$

由以上推导可知,在已知 SAR 平台下视角参数时,在 SAR 图像目标斜距与阴影斜距可以按式(6)建立对应位置关系,进而对强散射目标覆盖区域的

阴影分布进行标定。对于高大直立型目标,在无法获知 SAR 平台下视角参数时,可以利用 SAR 图像中目标和阴影的斜距信息,联立式(3)和式(5),对下视角和目标高度进行估计。

2 样本匹配图像修复方法

图像修复是指对那些局部区域内数据完全丢失的数字图像进行修复的一门技术,其目标在于恢复图像的完整性和应有视觉效果^[12]。目前,存在两大类图像修复技术。一类是修复小尺度缺损的图像修补技术,采用基于偏微分方程(PDE)的算法^[8];另一类是用于填充大块丢失信息的样本匹配图像补全技术,该方法由 Criminisi 提出,利用基于样本块纹理匹配技术对大块缺损区域进行补全。如图 2(a)所示,假设源图像 Φ 的待修复区域为 Ω , 则其边界为 $\partial\Omega$, 图像修复技术就是利用 $\Phi \cap \bar{\Omega}$ 中的有用信息对区域 Ω 进行修复。

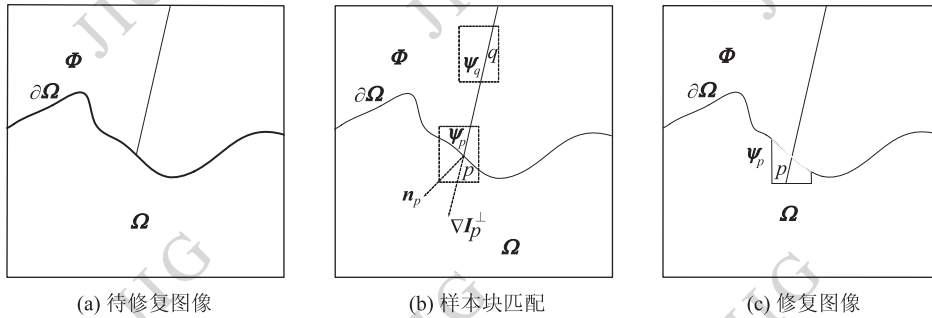


图2 基于样本匹配的图像修复算法示意图

Fig. 2 The diagrams of exemydar based image inyoainting

如果待修补区域比较大,采用基于 PDE 的图像修复方法会使待修复区域的纹理特征丢失,不能得到有效的图像修复效果。而采用样本匹配的方法来对选定区域进行修复,可以将图像的结构和纹理同时进行处理,有利于改善修复图像的视觉效果。该算法的核心思想是根据各个修复区域的优先顺序依次为其搜索最优匹配块并进行填充。这种修复方法的关键在于填充的顺序和样本匹配块的寻找。

样本匹配算法的具体过程如图 2(b)所示,其中 Ψ_p 是以 p 点为中心的当前需要修补的块, Ψ_q 是在区域 $\Phi \cap \bar{\Omega}$ 内搜索到的对应的最佳匹配块。图 2(c)中,将最佳匹配块 Ψ_q 中对应点的像素值复制到区域 $\Psi_p \cap \Omega$ 所在的相应位置,同时更新受损区域的边界

$\partial\Omega$ 。然后不断重复以上步骤,直至图像中的受损区域被修复完毕。在样本匹配算法中,以 p 点为中心的当前需要修补的块 Ψ_p ($p \in \partial\Omega$) 的优先权值为

$$W_{\text{prior}}(p) = C(p)D(p) \quad (7)$$

$$C(p) = \frac{\sum_{q \in \Psi_p \cap (\Phi - \Omega)} C(q)}{|\Psi_p|} \quad (8)$$

$$D(p) = \frac{|\nabla I_p^{\perp} \cdot n_p|}{\alpha} \quad (9)$$

式中, $C(p)$ 称为待修复块的置信度项,即待修复块中所含有效像素之比例,它刻画了点 p 周围可靠信息的数目; $|\Psi_p|$ 表示待修复块的面积,即待修复块的像素点个数; $D(p)$ 称为待修复块的数据项, $\nabla I_p^{\perp}$ 是与 p 点梯度垂直的等照度切线方向矢量。 n_p 是轮廓线在 p 点的单位法向量, α 是归一化因子。计

算时, $C(p)$ 的初始化为

$$C(p) = \begin{cases} 0 & p \in \Omega \\ 1 & p \in \Phi - \Omega \end{cases} \quad (10)$$

要确定具有最高优先权的待修复块时, 可以根据式(7)来计算边界点的优先权值 $W_{\text{prior}}(p)$ 。然后, 在已知的完好区域中, 全局搜索待修复块的最佳匹配块。在样本匹配算法中, 一般采用 Euclid 函数作为匹配准则, 即

$$\Psi_q = \arg \min_{\Psi_{q'} \in \Phi} d(\Psi_q, \Psi_{q'}) \quad (11)$$

式中, $d(\Psi_q, \Psi_{q'})$ 定义为两样本窗口中已填充区域像素的平方差之和(SSD), 它刻画了两个样本块之间的相似程度。该值越小, 则两个样本块相似度越高。搜索到最佳匹配块后, 将其对应位置处的像素值复制到待修复块中相应的位置上, 如此, 该算法的一次修复过程完成。然后更新置信度项 $C(p)$, 重复以上步骤, 直到待修复区域被全部修复完毕, 即算法终止。

Criminisi 图像修复算法步骤描述如下:

- 1) 在图像 Φ 选择需要填充的待修复区域 Ω ;
- 2) 找到边界上优先权值最大的那个点 $\hat{p}$, 即 $\hat{p} =$

$$\arg \max_{p \in \partial \Omega} W_{\text{prior}}(p);$$

- 3) 在区域 $\Phi \cap \bar{\Omega}$ 找一个匹配块, 使得 $d(\Psi_p, \Psi_q)$ 为最小, 并用 Ψ_q 中相应点代替 Ψ_p 中的各点;

- 4) 在 Ψ_p 填充了新的像素之后, 重新更新置信度, 即 $C(p) = C(\hat{p}), \forall p \in \Psi_p \cap \Omega$;

- 5) 重复步骤 3) — 5), 直到整个目标区域都被填充。

3 高分辨率 SAR 图像阴影修复算法

3.1 高分辨率 SAR 图像阴影修复

如果直接利用基于样本匹配的图像修复算法来修复 SAR 图像中目标阴影, 会导致匹配结果出现误判, 修复结果不理想。为了对 SAR 图像中目标强散射体区域进行有效地修复, 减少对强散射体覆盖区域的阴影漏判, 可以利用第 1 节中提出目标与其阴影在 SAR 图像中的相对位置关系, 对目标强散射体覆盖区域进行标定。若标定区域为目标阴影所在的位置, 则该区域在填充过程中按阴影块进行匹配填充; 若标定区域不是目标阴影所在的位置, 则该区域仍由最佳匹配块进行逐点填充。预判过程可以为阴影修复提供更多的先验信息, 使得修复结果更符合视觉效果。

受相干斑噪声的影响, SAR 图像的等照度切线方向信息受损较大, 纹理信息不明显。在样本匹配方法中, 纹理匹配程度与样本窗口的选择有很大关系。传统样本匹配方法大都采用固定尺寸的样本块对大小相同的待修复块进行点对点填充, 然而对于高分辨率 SAR 图像, 目标强散射体所在的待修复区域很有可能覆盖了多重纹理区域, 而这些纹理区域之间, 又分别都具各自的边缘特征。采用传统的样本匹配方法就会使待修复区域边缘的纹理特征丢失, 待修复区域产生纹理不匹配的现象; 另一方面, 由于样本窗口大小是固定不变的, 修复过程中会产生过度区域不均的现象。针对样本匹配算法中存在的问题进行了改进。

3.2 改进的 SAR 图像目标阴影修复算法

提出的阴影修复算法将样本块窗口的大小由固定不变改为自适应变化, 其中窗口大小的变化由式(11)中刻画样本块相似度的 $d(\Psi_p, \Psi_q)$ 来确定。该值越小, 则表明样本块与待修补缺块的相似度越高。在搜索最佳匹配的样本块的循环过程中, 令上一次所得的 $d(\Psi_p, \Psi_q)$ 作为标准值, 将本次所得 $d(\Psi_p, \Psi_q)$ 与其进行比较。若该值小于标准值, 表明块之间的相似程度高, 可将样本块和待修补缺块的窗口变大; 若该值大于标准值, 则将样本块与待修补缺块的窗口变小; 若该值与标准值相差不大, 则保持原来大小不变。

基于改进样本匹配模型的目标阴影修复算法的步骤具体如下:

- 1) 提取需要修复的区域, 对高分辨率 SAR 图像中的目标强散射区域进行提取。

- 2) 采用中值滤波对 SAR 图像进行降噪处理, 增强 SAR 图像中等照度信息。

- 3) 利用目标与阴影的相对位置关系, 利用式(6)对待修复区域进行标定。对于该区域中可以与图像中强散射点建立形如式(6)的映射关系的像素点, 将其判定为阴影区域; 反之, 则判定为背景区域。

- 4) 初始化待修复图像的置信度, 已知像素点置为 1, 未知像素点置为 0。

- 5) 确定初始样本块和待修复块的大小, 本文中采用 7×7 。

- 6) 根据式(7)计算边界像素点 p 的优先权值 $W_{\text{prior}}(p)$, 将其存入优先权数组中。

- 7) 从优先权数组中选择权值最高的像素点 p , 根据其待修复块 Ψ_p 的大小, 在图像中的完好区域进行搜索, 根据式(11)找出其相应的最佳匹配块。

8)将最佳匹配块中的各点像素复制到待修复块的相应像素点上,若待修复块在步骤3)中被标定为阴影区域则直接用尺寸相同的阴影块匹配修复。

9)更新待修复区域边界及边界上像素点的优先权值和样本窗口大小。

10)重复步骤7)~9),直至修复过程完毕。

11)对修复结果做简单形态学处理,提取轮廓信息。

4 实验结果及分析

为了验证基于改进样本匹配模型的高分辨率SAR图像目标阴影修复方法的效果,进行了仿真实验。实验所采用的图像来自于Sandia National Laboratories的Ka波段SAR图像,分辨率为0.1 m。将提出的高分辨率SAR图像目标阴影修复方法与样本匹配目标阴影修复方法进行了比较。在目前研究中,图像修复的质量往往是通过人类视觉满意度来进行衡量^[13]。

如图3和图4所示,图3(a)和图4(a)为待修复的原图像,其中图3(a)是停在机场跑道的C130运输机,图4(a)是美军曾用机型。从图中可以看到,目标阴影的一部分区域被目标强散射体覆盖,如果直接提取图像中目标阴影部分,并不能完整反映出目标的几何形状。图3(b)和图4(b)提取的强散射目标区域,得到的区域中缺失了目标大部分几何

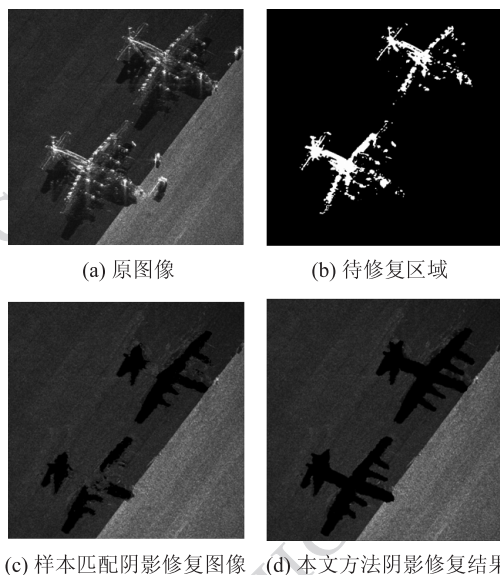


图3 目标阴影修复(C130)

Fig.3 The inpainting of target shadow (C130)

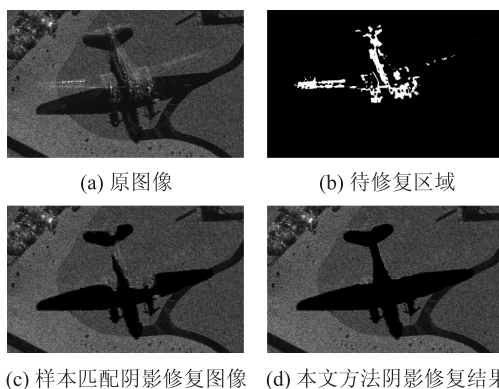


图4 目标阴影修复(美军机型)

Fig.4 The inpainting of target shadow (US military aircraft)

信息,而这部分提取的区域为待修复区域。图3(c)和图4(c)是利用传统样本匹配算法进行的目标阴影修复,可以看出该方法虽然对目标的强散射区域进行了修复处理,但由于对待修复区域阴影分布漏判,修复效果不明显,目标阴影连通性较差。图3(d)和图4(d)为利用本文方法得到的结果,可以直观的看出,目标阴影得到完整的修复,几何形状信息完整,有利于SAR目标识别的后续处理。

图3和图4给出了本文方法与采用基于样本匹配的目标阴影修复方法的比较结果。从图中可以看出本文方法的修复结果要明显优于直接利用样本匹配的阴影修复方法,同时继承了样本块类的图像修复算法修复面积大,算法简单和修复速度快的优点。

5 结论

在高分辨率SAR图像中,阴影轮廓往往比目标强散射体的几何形态更清晰。因此提出了SAR图像目标阴影修复的算法,利用SAR图像目标及其阴影的相对位置关系对待修复区域进行预判,并采用相似度自适应样本块的修复方法完成目标阴影修复。实验结果表明,该方法修复了目标阴影缺失部分的信息,对于后续的处理具有较高的应用价值。然而现有评价图像修复质量的方法,都是通过人类视觉进行直观判别的,未来希望能够对修复质量的定量评价标准进行研究。

参考文献(References)

- [1] Zhang Z B, Hu W D. Alternative focus range estimation method for fixed focus shadow enhancement in SAR images [J]. Elec-

- tronics Letters, 2011, 47(25):1393-1394.
- [2] Yang L, Wang D, Li Y. A SAR image shadow modeling and classification method based on HMM and chain code [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2010, 35(2):215-218.
- [3] Blacknell D. Shadow-based SAR ATR performance prediction [C]//Algorithms for Synthetic Aperture Radar Imagery XVI. Orlando, USA: SPIE, 2009:1-12.
- [4] Papson S, Narayanan R M. Applying target shadow models for SAR ATR [C]//Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition XVI. Orlando, USA: SPIE, 2007:12-18.
- [5] Khalighi M A, Bastani M H. Adaptive CFAR processor for non-homogeneous environments [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1999, 35(3): 889-896.
- [6] Anastassopoulos V, Lampropoulos G A. Optimal CFAR detection in Weibull clutter [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1995, 31(1): 52-64.
- [7] Fu K, Kuang G Y, Yu W X. A new method of the shadow and target detection of synthetic aperture radar images [J]. Journal of Software, 2002, 13(4):820-826. [付琨, 匡纲要, 郁文贤. 一种合成孔径雷达图像阴影和目标检测的方法[J]. 软件学报, 2002, 13(4):820-826.]
- [8] Liu C, Li Y J, Zhang K. Target and target shadow segmentation of synthetic aperture radar image based on the pseudo wigner distribution decomposition [J]. Acta Photonica Sinica, 2010, 39(12):2257-2262. [刘聪, 李言俊, 张可. 基于伪魏格纳分布分解的合成孔径雷达图像目标与阴影分割[J]. 光子学报, 2010, 39(12):2257-2262.]
- [9] Fosgate C H. Multi-scale segmentation and anomaly enhancement of SAR imagery [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 1997, 6(1):7-20.
- [10] Weisenseel R A, Clem K W, Castanon D A, et al. MRF-based algorithms for segmentation of SAR images [C]// Proceedings of the International Conference on Image Processing. Chicago, USA: IEEE, 1998:770-774.
- [11] Criminisi A, Perez P, Toyama K. Region filling and object removal by exemplar-based image inpainting [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13(9):1200-1212.
- [12] Bertalmio M, Sapiro J, Caselles V, et al. Image inpainting [C]// Proceedings of SIGGRAPH. New Orleans, USA: ACM, 2000:417-424.
- [13] Chan T F, Kang S, Shen J. Euler's elastica and curvature based inpainting [J]. SIAM Journal of Applied Mathematics, 2002, 63(2):564-592.

第八届国际数字地球会议征稿通知

<http://www.isde2013kuching.com>

国际数字地球会议(International Symposium on Digital Earth)是国际数字地球学会(International Society for Digital Earth)的系列会议。第八届国际数字地球会议(The 8th International Symposium on Digital Earth)将于2013年8月26—29日在马来西亚古晋市(Kuching)举办。会议由马来西亚工艺大学(Universiti Teknologi Malaysia)承办,以“知识转化与持续科学实践”(“Transforming Knowledge into Sustainable Practice”)为主题。本次会议将以传播数字地球新理念、交流数字地球新技术、实践数字地球新应用为宗旨,以期为全球数字地球领域的研究人员、科学团体、行业公司等提供国际交流平台,就数字地球理念和模型、对地观测技术、地理信息应用、自然资源管理等领域开展全方位研讨。

会议内容和征稿范围(不限于以下内容)

- 数字地球理念和创新
- 对地观测技术
- ICT和空间数据基础设施
- 数字城市和绿色城市
- 数字遗产
- 人口增长和基础设施建设
- 全球变化
- 国土资源和水资源管理
- 数字预警、应急管理和安全
- 矿产资源和新能源开发
- 自然资源管理
- 人类健康和生物多样性

本次会议将出版论文集,并收录在IOP的地球和环境科学系列(EI检索)。部分文章还将优选到《国际数字地球学报》(International Journal of Digital Earth, SCI检索)上发表。

重要日期

早期注册开放:2013年1月31日
文章摘要提交截止:2013年2月28日
文章摘要接收通知:2013年6月28日

文章全文提交:2013年6月30日
早期注册截止:2013年6月30日
会议注册:2013年7月1日

联系方式

第八届国际数字地球会议组委会(马来西亚): ISDE8 ecretariat

Address: No. 39 & 40, Jalan Mamanda 9 | Ampang Point 68000 | Kuala Lumpur Malaysia

Fax: +603.4257.1133

Phone: +603.4252.9100

E-mail: isde2013@aosconventions.com

国际数字地球学会秘书处(中国):

电话: 010-82178912 传真: 010-82178916

地址: 北京市海淀区邓庄南路9号(100094)

网址: www.digitalearth-isde.org