

# PBIL 算法在遥感影像匹配中的应用

李二森<sup>1</sup> 郭海涛<sup>1</sup> 张保明<sup>1</sup> 卢俊<sup>1</sup>

(1 信息工程大学测绘学院,郑州市陇海中路 66 号,450052)

**摘要:**提出了一种将基于群体增量学习(population-based incremental learning, PBIL)算法用于遥感影像匹配的方法,给出了详细的理论和实验分析,引入信息熵作为 PBIL 算法迭代终止的条件之一,取得了较好的实验结果。实验表明,基于该算法的影像匹配运算速度比较快,且收敛过程比较稳定。

**关键词:**PBIL 算法;影像匹配;信息熵

**中图法分类号:**P237.4

影像匹配技术是数字图像处理的一个重要课题,在目标识别、医学图像处理、时间序列图像压缩中的运动补偿等领域有着广泛的应用<sup>[1]</sup>。影像匹配的速度、精度和可靠性是评价匹配质量优劣的三个重要指标,特别是在精度和可靠性满足要求的前提下,如何进一步提高影像匹配的速度一直是数字摄影测量和计算机视觉研究者长期研究的课题<sup>[2]</sup>。为了加快影像匹配的速度,常用的方法有两种:一种是减少在非匹配点上的相关计算总量<sup>[3]</sup>;另一种是引进搜索策略以避免不必要的计算,如采用分层金字塔影像匹配、进化算法如遗传算法<sup>[1,2,4]</sup>等。

基于 PBIL 算法,集成了基于函数优化的遗传搜索和竞争学习两种策略,将进化过程视为学习过程,通过迭代获得问题的最优解。文献[5]将 PBIL 算法用于模板匹配,在遥感应用方面,该方法只适用于图像的检索。本文将 PBIL 算法应用于遥感影像匹配中,将信息熵作为迭代结束的条件之一,提出了一种可靠性高、速度快的影像匹配方法。

## 1 PBIL 算法在遥感影像匹配中的实现

PBIL 算法的实现主要涉及参数编码、适应度函数的确定、算法控制参数的设定、终止条件的设定四个主要因素,不同的问题求解中,这四个因素

会有所不同。

### 1.1 参数的编码

参数编码的对象即为问题的解,对于影像匹配而言,即为匹配影像上的行列坐标。编码方式可以采用二进制编码、格雷码、整数编码等,码串长度根据匹配影像上的匹配点位的坐标范围进行设定,本文实验部分所用的编码为 16 位二进制编码(行列坐标均用 8 位二进制码来表示)。

### 1.2 适应度函数的确定

适应度函数是评价影像匹配结果优劣的具体量化标准。影像匹配问题中,有很多种适应度函数可以使用,如相关函数法、归一化相关函数法、相关系数法、差绝对值和法、差平方和法等。本算法采用相关系数法进行匹配,相关系数的定义式如下:

$$R(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (f_{i,j} - \bar{f})(g(x, y)_{i,j} - \bar{g})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (f_{i,j} - \bar{f})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (g(x, y)_{i,j} - \bar{g})^2}}$$

### 1.3 算法控制参数的设定

在 PBIL 算法中,有 5 个参数影响着进化的效果,分别是种群规模  $M$ 、学习速率  $r$ 、变异率  $P_m$ 、变异速率  $r_m$  和进化代数,其中,学习速率  $r$  对算法的搜索效率和精度产生较大的影响,而变异率  $P_m$  为避免算法早熟起决定作用<sup>[4]</sup>。对于学习速率  $r$ ,如果  $r$  过大,则迭代搜索的时间较短,但是容易发生早熟,限于局部最优;如果  $r$  过小,则

配方法的研究[J]. 计算机工程与应用, 2005(25): 1 651-1 653

[6] Hohfeld M, Rudolph G. Towards a Theory of Population-Based Incremental Learning[C]. IEEE Conference on Evolutionary Computation, Indianapolis, USA, 1997

[7] 张祖勋,张剑清. 数字摄影测量学[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1996:159-186

[8] 宁津生,陈俊勇,李德仁,等. 测绘学概论[M]. 武汉:武汉大学出版社,2004:68-76

第一作者简介:李二森,硕士。主要从事数字摄影测量、数字图像处理等研究。  
E-mail:lixiaosen01784@sohu.com

Application of PBIL Algorithms in Remote Sensing Image Matching

LI Ersen<sup>1</sup> GUO Haitao<sup>1</sup> ZHANG Baoming<sup>1</sup> LU Jun<sup>1</sup>

(1 Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, 66 Middle Longhai Road, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** A PBIL algorithm is presented to match remote sensing images. It uses the strategies of genetic operation and competitive learning, modifies the learning probabilities according to competitive learning, and then supervises the offspring generation. The detailed academic and experimental analysis are introduced, and the information entropy as one of the iterative terminated conditions is put forward. Experimental results show that this method is effective and fast, and the convergence procedure is stable.

**Key words:** PBIL algorithm; image matching; information entropy

About the first author: LI Ersen, master, majors in digital photogrammetry and digital image processing.  
E-mail: lixiaosen01784@sohu.com

(上接第 123 页)

A Radar Coherent Scattering Model for Forest Canopies Based on Real Scene

LIU Dawei<sup>1,2</sup> SUN Guoqing<sup>3</sup> GUO Zhi feng<sup>1</sup>

(1 Department of Information and Electronic Engineering, Electromagnetics Academy, Zhejiang University, Zijinghua North Road, Hangzhou 310058, China)  
(2 Institute of Remote Sensing Applications, CAS, 3 Datun Road, Chaoyang District, Beijing 100101, China)  
(3 Department of Geography, University of Maryland, College Park, MD 20742, USA)

**Abstract:** A radar coherent scattering model for forest canopies based on fractal-generated trees and forest dynamics models is established. In order to obtain the position of scatterers, the fidelity of forest structure is simulated by two models: forest dynamics and fractal-generated trees model. Forest dynamics model, ZELIG, can get stand structural composition in some ages. A fractal-generated trees model, L-system, can simulate a 3D tree. Every scatterers are obtained by linking up ZELIG with L-system. Radar coherent scattering model simulates the information of radar backscattering by output of ZELIG and L-system. The prediction results of coherent model is validated by the JERS-1 SAR and Envisat ASAR data from the pure birch of Changqing test site in Daxing'anling.

**Key words:** radar; coherent model; ZELIG; L-system

About the first author: LIU Dawei, Ph.D candidate. His research interests include radar backscatter modeling, application of microwave remote sensing to land surface, image processing and so on.  
E-mail: david\_liu863@163.com