文章编号：1672-8785(2008)12-0033-03

红外图像阈值分割算法的研究

蒋艳军　谭佐军　余贞贞　陈建军

(华中农业大学理学院，湖北 武汉 430070)

摘　要：目标分割是图像处理、计算机视觉及人工智能领域中的一项基本而关键的技术，其目的是为后续的识别、分类、跟踪和检索提供依据。由于红外图像具有对比度低、噪音大、图像模糊等特点，故将遗传算法应用到红外图像阈值分割中。本文对红外图像阈值分割算法进行了综述，对遗传算法在红外图像分割中应用的研究方法、研究现状及其新技术进行了介绍。该算法被用在红外图像处理中，并取得较好效果。

关键词：红外图像；阈值分割；遗传算法；图像处理

中图分类号：TP391　　**文献标识码**：A

Study of Threshold Segmentation Algorithm for Infrared Images

JIANG Yan-jun, TAN Zuo-jun, YU Zhen-zhen, CHEN Jian-jun

(Science College, Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Target segmentation is a basic and critical technology in the fields of image processing, computer vision and artificial intelligence. It aims at providing evidence for the subsequent identification, classification, tracking and retrieval. Because infrared images have the features of low contrast, high noise, blurring, etc, the genetic algorithm is used in the threshold segmentation of them. In this paper, the threshold segmentation algorithms for infrared images are overviewed. The research on the application of genetic algorithms in segmentation of infrared images, the research status and new technologies are presented. The algorithm is used in the processing of infrared images and a good result is obtained.

Key words: infrared image; threshold segmentation; genetic algorithm; image processing

1 引言

红外图像的获取是根据目标与背景的温度分布情况进行的，它的采集不受光照条件的限制，因此应用较为广泛 [1,2]。红外图像的分割是目标特征提取与图像融合的前提与基础，是自动目标识别技术 (ATR) 中的一项关键技术。但是由于红外图像具有对比度低、噪音大、图像模糊等特点，所以它们的分割问题也一直是这一领域的难题。红外图像的分割方法现阶段使用得最多的是阈值法、边缘检测法和区域跟踪法等。本文主要介绍基于遗传算法的红外图像阈值分割方法。

2 阈值分割法概念及分类

2.1 阈值分割的概念

阈值法是红外图像分割广泛使用的一项技术，它实现简单，计算量小，而且性能较稳定。它的基本原理是：通过设定不同的特征 (灰度或彩色特征等) 阈值，将不同的目标或目标与背景

收稿日期：2008–08–11

基金项目：华中农业大学大学生科技创新基金 (SRF) 项目 (A06123)

作者简介：蒋艳军 (1986 ——)，男，湖北黄冈人，在读本科生，研究方向为计算机科学与技术。

区分开；选择合理的阈值是阈值法的关键所在。

2.2 阈值分割的分类

阈值分割方法根据图像自身的特点，可分为单阈值分割法 (直方图分割，基于灰度期望值的阈值分割，最大类间方差 (OTSU) 阈值分割，最大熵阈值分割 [3] ，迭代分割等) 、双阈值分割法、半阈值分割法、多阈值分割法 (基于坐标位置的阈值分割) ；也可分为基于像素值的阈值分割方法、基于区域性质的阈值分割方法和基于坐标位置的阈值分割方法。

3 基于遗传算法的红外图像阈值分割的研究

3.1 遗传算法阈值分割的原理及步骤

在分割较为复杂的红外图像时，往往使用多参量，在多参量参与的最优值求取过程中，优化计算显得尤为重要，而遗传算法在优化计算中的效果很明显。

遗传算法 (GA) 是模拟自然界生物进化过程的优化方法 [4] ，它对需要优化的群体进行基于遗传学 (选择、交叉、变异等) 的操作，生成新的优化了的群体，以求得最优解。Rudolph 等人 [5] 从理论以及实际应用领域表明遗传算法具备寻求最优解的能力。遗传算法的基础是 John Holland 教授提出的模式理论，模式定理公式为

$$m(H,t+1) \geq m(H,t)\frac{\overline{f(H)}}{\overline{f}} \times \left(1 - p_c\frac{\delta(H)}{l-1} - J(H)p_m\right) \tag{1}$$

式中， $m(H,t)$ 表示在 t 代群体中存在模式 H 的位串个数， $\overline{f(H)}$ 表示在 t 代群体中包含模式 H 的位串的平均适应度， $\overline{f}$ 表示在 t 代群体中所有位串的平均适应度， l 为位串的长度， p_c 为交叉概率， p_m 为变异概率。

根据模式定理，那些低阶、高适应度以及长度短的模式在后代中越来越多，最后得到这些模式的组合，最终趋于全局模式。

基于遗传算法的阈值分割的步骤为：编码 – 适应度函数的选取 – 群体设定 – 选择算子的选取 – 交叉算子选取 – 变异算子选取 [4] 。周铭运用该方法对红外小目标图像进行分割处理，取得了较好的效果 [5] 。

3.2 遗传算法阈值分割的优点与缺点

遗传算法是基于进化论自然选择机制的、并行的、统计的、随机化的搜索方法，它不依赖于问题模型，具有自适应性和并行性等特点。

传统遗传算法的缺点是：对于局部空间的搜索不是很有效；易出现成熟收敛和收敛速度慢的问题；多采用固定不变的进化策略，忽略了实际求解问题自身的特征信息。

3.3 基于遗传算法的红外图像分割研究现状

近年来，国内外在遗传算法的全局收敛性分析方面取得了重大进展。Rudolph [6] 证明标准遗传算法 (SGA) 不能收敛至全局最佳值；挥为民等人 [7] 证明 SGA 不是全局收敛的，具有比例复制和自适应交叉和变异的遗传算法是全局收敛的，为遗传算法提供了必要的理论指导。

在利用遗传算法进行红外图像分割方面，杜晓晨等 [8] 提出了将遗传算法与最大类间方差法 (又称 Otsu) 相结合的红外图像分割方法。该方法使用 Otsu 算法使红外图像的分割精度大大提高，并且结合遗传算法全局搜索最优解的能力，提高了分割效率；常青等人 [9] 在对耗散系统理论进行研究的基础上，将简单遗传法与耗散结构相结合，构成一种新的算法。用这种方法求解红外图像二维阈值分割问题，计算效率得到了很大的提高，而且求解性能也有了很大的改善；范彬等人 [10] 根据红外图像的特点，综合应用模糊熵、遗传算法和数学形态学等技术，提出了新的分割算法。该算法能快速准确地实现红外图像分割，鲁棒性好，自适应性强，克服了传统分割算法的过分割和欠分割问题；周凤岐等人 [11] 借鉴于进化论的“适者生存”的思想和遗传算法，提出了一种基于遗传算法思想的模拟退火算法，并将其应用于红外图像分割算法中。该算法加速了模拟退火过程，同时有效地抑制了噪声。

3.4 基于遗传算法的新的红外图像分割方法

对于用遗传算法分割红外图像时存在的不足，现在出现了一些新技术。例如，在传统遗传算法的基础上， Enrique 等人 [12] 提出了遗传算法的改进算法：并行遗传算法；陶文兵等人 [13] 将模糊理论运用到红外图像阈值分割中，以最大熵为准则建立适应度函数，按改进的遗传算法得到最佳阈值。试验结果证明，该方法的效果良好；周铭等人 [14] 提出了基于遗传算法的自适应聚类红外图像阈值分割方法，提高了分割算法的质量及鲁棒性，克服了传统阈值方法在图像分割中的局限性。

近年来，具有比标准遗传算法具有更好的种群多样性、更强的全局搜索能力的量子遗传算法 (GQA) 在红外图像的分割中也有了应用。量子遗传算法是量子计算思想与遗传算法结合的产物，是基于量子计算原理，利用量子计算中量子比特、量子叠加态的概念和理论，以量子编码表征染色体，以量子门对叠加态的作用作为进化操作，具有很好的种群多样性。在此基础上，张莎莎 [15] 提出了一种基于量子遗传算法的海上红外图像目标分割法。该方法同时考虑了图像像素点的灰度分布信息和像素间的空间相互信息，将基于 fisher 准则的类内类间距离判据作为分类依据，利用量子遗传算法进行寻优以获取最佳阈值，实现了海上红外目标图像的分割过程。

4 结束语

研究红外图像阈值分割技术的发展过程，可以发现其发展趋势为：一是根据各种阈值分割算法存在的不足，人们不断地将一些新的算法和新的概念 (如神经网络、模糊集论、遗传算法、数学形态学等) 引入到其中。二是权衡各种图像分割算法的优缺点，将其它的图像分割算法与阈值分割算法结合起来，以实现更好的分割效果。将此技术应用到有关水果缺陷的近红外图像和有关小麦等病害、虫害的近红外图像等的分析中，对于水果及农产品的品质检测是非常有利的。

参考文献

[1] 陈建军，谭佐军，崔鹏，等. 近红外光谱技术在食品安全检测中的应用 [J]. 红外， 2007, 28(4): 38–40.

[2] 谭佐军，杨长举，张宏宇，等. 近红外光谱检测技术在仓储害虫识别中的应用 [J]. 红外， 2006, 27(5): 39–42.

[3] 于雪莲，陈钱. 红外图像序列中运动面目标的分割算法研究 [J]. 红外， 2007, 28(4): 32–37.

[4] 熊飞，舒金龙，朱振福，等. 基于形态滤波与遗传算法的目标检测技术 [J]. 系统工程与电子技术， 2005, 27(9): 1561–1563.

[5] 周铭. 低信噪比红外小目标图像的分割方法 [J]. 激光与红外， 2004, 34(3): 225–228.

[6] Rudolph G. Convergence Properties of Canonical Genetic Algorithms [J]. IEEE Trans. Neural Networks, 1994, 5(1): 96–101.

[7] 挥为民，席裕庚. 遗传算法的全局收敛性和计算效率分析 [J]. 控制理论与应用， 1996, 13(4): 455–460.

[8] 杜晓晨，刘建平. 基于二维 OTSU 和遗传算法的红外图像分割方法 [J]. 红外技术， 2005, 27(1): 66–69.

[9] 常青，钟民先. 基于耗散结构的改进遗传算法求取红外图像二维阈值 [J]. 华东理工大学学报 (自然科学版), 2005, 31(5): 639–643.

[10] 范彬，杨丽，冯云松，等. 一种改进的红外图像分割算法 [J]. 激光与红外， 2007, 37(6): 579–582.

[11] 周凤岐，卢晓东，周军. 基于遗传算法思想的模拟退火算法应用于红外图像分割 [J]. 弹箭与制导学报， 2004, 24(4): 178–181.

[12] Enrique A, Marco T. Parallelism and evolutionary algorithms [J]. IEEE Trans. Evolutionary Computation, 2002, 6(5): 443–462.

[13] 陶文兵，田金文，柳健，等. 基于遗传算法和模糊熵的前视红外国像分割 [J]. 红外与毫米波学报， 2003, 22(6): 465–468.

[14] 周铭，周惠. 基于遗传算法的自适应聚类图像阈值分割方法 [J]. 计算机工程与应用， 2005, 41(18): 73–76.

[15] 张莎莎，谷延锋，张钧萍，等. 一种基于量子遗传算法的红外图像分割方法 [J]. 哈尔滨工业大学学报， 2007, 37(9): 1427–1430.