

文章编号:1672-058X(2012)04-0055-05

三种优化分形图片压缩算法比较分析

缪志甫

(重庆大学 计算机学院, 重庆 400044)

摘要:分形图像压缩(FIC)是基于局部迭代函数系统(PIFS)的图像压缩算法,即用自然景物的自相似性来进行数据压缩;但是巨大的耗时量限制了其实际应用;FIC 的耗时量主要体现在以下几方面:每一个值域块的最优匹配块的搜索都要在所有的定义域块中进行,需要花费大量的时间;计算、量化、存储所有的仿射变换参数;图像分割过程;为了克服 FIC 计算成本高的缺点,采用了遗传算法、蚁群算法和粒子群算法减少寻找相似定义域块的搜索空间,加快编码速度;实验结果表明:优化后的 FIC 能有效地减少编码时间同时保持峰值信噪比。

关键词:分形图像压缩;自相似性;优化算法

中图分类号:TP374

文献标志码:A

1 简介

1.1 分形图像压缩

Barnsley 首先提出了分形压缩,并建立了分形图像压缩技术公司。分形有两个重要特征:具有精细的结构;通常具有自相似性。基于迭代函数系统的分形技术已经成功地应用于一维信号和二维图像的压缩。分形图像压缩的基本原理是用其吸引子非常接近原图像的压缩变换来表示一幅图像。相对于传统的分形方法,基于分块的分形压缩技术,对边缘光滑处理效果好,而对纹理区域处理效果差。分形图像压缩处理二维的医疗资料,如 X 光片,会使感兴趣的纹理区域变得模糊,分形体积压缩三维医学数据,如 CT 断层扫描,使得边缘锐化,表面更加清晰。

基于分块的分形图像压缩进行编码时,把图片分割成值块和域块。每一个值块都要找到与之匹配的域块,并且域块都能转换成该值块;在此主要研究为值块寻找最佳匹配域块的搜索方法。

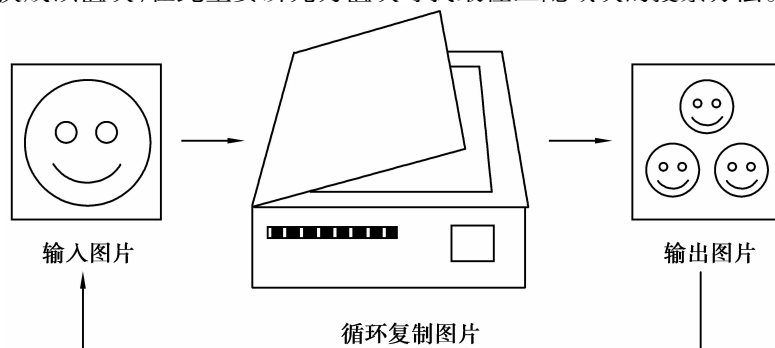


图 1 图像引擎工作过程

收稿日期:2011-11-12;修回日期:2011-12-10.

作者简介:缪志甫(1977-),男,云南人,硕士研究生,从事图像压缩、图像处理研究.

图 1 中显示了图片引擎的工作原理,输入图片被缩小到原图像的一半大小,然后复制 3 次。输出图片再次作为输入图片输入到图片引擎时,得到最终图片是相同的。图片引擎每次都缩小输入图片到一半大小,多次运行后输入图片将被缩小到一个点。最后得到这些点组成的一幅图像,此图像只与复制图像的位置和方向相关,而与初始图像无关。

如图 2 所示,在循环复制过程中所有的变换都有一个共同的特征,每张图像都是前一张图片变换缩小得到的,因此在每个层次都有细节信息。分形图像压缩也称为分形图像编码。分形图像编码方法基于分块的分割。基于区域分割 cross-searching 模型的分形图像编码方法是一种改进的分形编码方法,具有非常高的压缩比、高速度、高比特率和分辨率独立的特点^[1]。

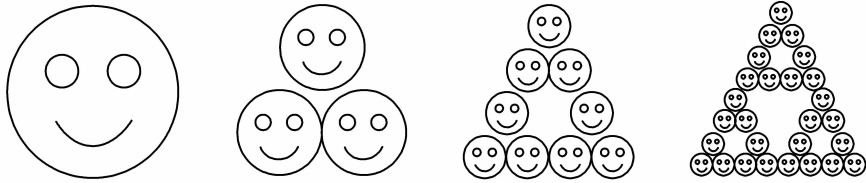


图 2 循环复制过程

1.2 自相似特性

根据自相似特性,对图像每一值块进行编码时,都需要在所有的域块中查找最佳匹配。采用全搜索方法,编码过程将因为大量的相似性度量计算而非常费时。

在图像 3 中可以看出人脸和帽子上的装饰物是不相似的,但是图像中方框标记的区域存在相似性。图像 4 中 Lena 的轮廓和帽子与原图相似。这些现象说明自相似性局部存在的而不是全局的,因此使用原图的一部分区域进行变换生成压缩图像。一般情况下,这些变换区域不能组成完整的图像,并且编码后的图像跟原始图像有一定的误差,图像 4 中 Lena 的轮廓和帽子与原图相似。

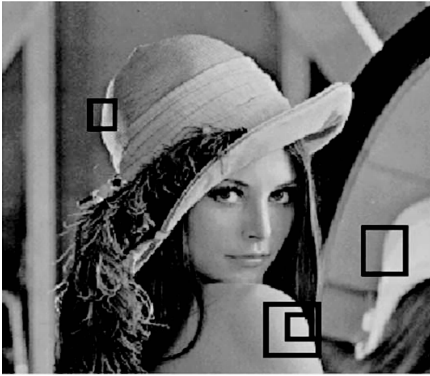


图 3 图片中不同位置的自相似性

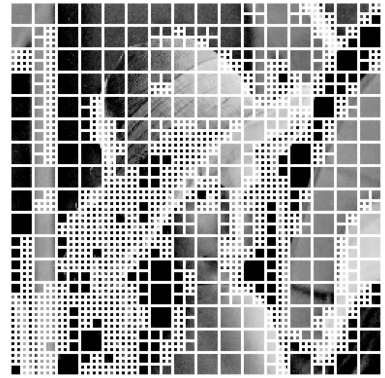


图 4 Lena 重构图

2 遗传算法、蚁群算法和粒子群算法优化分形图片压缩算法

2.1 基于遗传算法的分形图像压缩

在信息社会,图像压缩和解压技术已成为数字图像的存储和传输一个重要的内容。分形图像编码以迭代函数系统为理论基础,即用自然景物的自相似性来进行数据压缩。分形图像压缩算法具有高压缩比、任意尺度下的重构、快速编码等优越性。目前,研究内容主要集中在如何选择和优化值块的分类,平衡压缩和解压的效率,增加的压缩比,提高图像压缩质量^[3]。尤其是如何减少搜索域块复杂度问题成为研究的热点。

遗传算法(GA)是模仿生物界的进化过程而得出的一种随机优化方法,用于优化控制参数和约束函数,

对非线性、多极值的问题尤其有效。它将问题的解编码表示成“染色体”,一群“染色体”组成初始种群,初始种群置于问题的“环境”中,根据自然竞争、优胜劣汰的原则,种群通过遗传、交叉、变异不断地进行演化,产生新的种群,这样经过若干代的进化,求得适合问题的最优解。使用了基于遗传算法搜索匹配域块的分形图像压缩方法^[4]。

分形图像压缩中的值块与域块的匹配是典型的多极值问题,由于遗传算法求解多极值问题的有效性,将其应用于块的匹配(也可称为虚拟码书的搜索),可以大大降低压缩编码的复杂度,同时很好的保持图像质量。

2.2 基于蚁群算法的分形图像压缩

针对分形图像压缩编码时间过长,使用了基于蚁群算法的分形压缩算法^[5]。首先进行原始图像的分割并构造出搜索空间,将搜索空间所有域块取灰度平均值后组成数据样本空间;然后对数据样本空间进行蚁群算法聚类,得到定义域块分类。匹配搜索分为3个步骤:首先,判断当前值域块属于分类结果中的哪个类别;然后,进入该类依匹配概率表依次进行搜索,最后更新匹配概率表。这样只有定义域块与值域块属于相同类别时才计算它们之间的匹配误差和变换系数,而不必考虑那些属于不同类别的匹配块。同时,在类内搜索时,值域块按照匹配概率表进行匹配,不必在类内搜索所有块。两种方法的结合,使平均匹配次数大大减少,加快了分形编码速度。基于蚁群算法的分形图像编码方法在匹配时通过类内搜索代替全局搜索;在类内匹配时进行基于匹配概率搜索。相对于基本的分形图像压缩算法,该方法在基本保持重建图像质量的前提下,编码时间大大降低,加快了分形图像压缩的速度,获得更高的PSNR值。

传统的分形图像压缩算法通过对值块进行编码达到图像压缩的目的。该方法可以获得较高的压缩比,以及快速的解码速度。对于许多不严格自相似的图像,常规的基于分块分形图像压缩方法把图片分成不重叠的形状规则的块。对每一块进行编码,然后获得整个图像的编码。蚁群算法是一种解决优化问题的进化计算方法。

2.3 基于粒子群算法的分形图像压缩

在此还采用粒子群优化算法(PSO)作为搜索域块方法^[6]。粒子群优化算法兼有进化算法和智能算法的特点。起初 Kennedy 博士和 Eberhart 博士只是设想模拟鸟群的捕食的过程,但后来发现 PSO 是一种很好的优化工具。PSO 算法是通过个体间的协作与竞争,实现复杂空间中最优解的搜索。粒子群优化算法兼有进化计算和群智能的特点。PSO 第一步生成初始种群,即在可行解空间中随机初始化一群粒子,每个粒子都为优化问题的一个可行解,并由目标函数为之确定一个适应值(Fitness Value)。每个粒子将在解空间中运动,并由一个速度决定其方向和距离。通常粒子将追随当前的最优粒子,并经逐代搜索最后得到最优解。在每一代中,粒子将跟踪两个极值,一个是粒子本身迄今找到的最优解 pbest,另一个是整个种群迄今找到的最优解 gbest。粒子群算法提供了一种粒子之间像人和昆虫一样交流和传递信息的机制,具有效率高、实现简单的特点,被应用到科学工程中的各个领域。在此采用粒子群优化算法为指定值块搜索域块,实验结果表明:基于粒子群算法的分形图像压缩能有效的搜索域块,并且压缩图片的解码质量与全空间搜索一样。

3 实验结果和分析

3.1 图片压缩和解压流程

如图5所示,分形图像压缩算法把数字图像转换成迭代函数系统模型,然后对IFS编码实现图像压缩。分形图像压缩搜索域块时使用了各种优化技术减少搜索空间。

3.2 实验结果和分析

基于遗传算法的FIC的优点:GA在减少搜索空间和时间上优势明显;计算速度快;减少编码开销;实现近似解;解压图片质量好。基于粒子群算法的FIC优点:PSO有效的减少压缩时间,并且保证图像质量;压缩

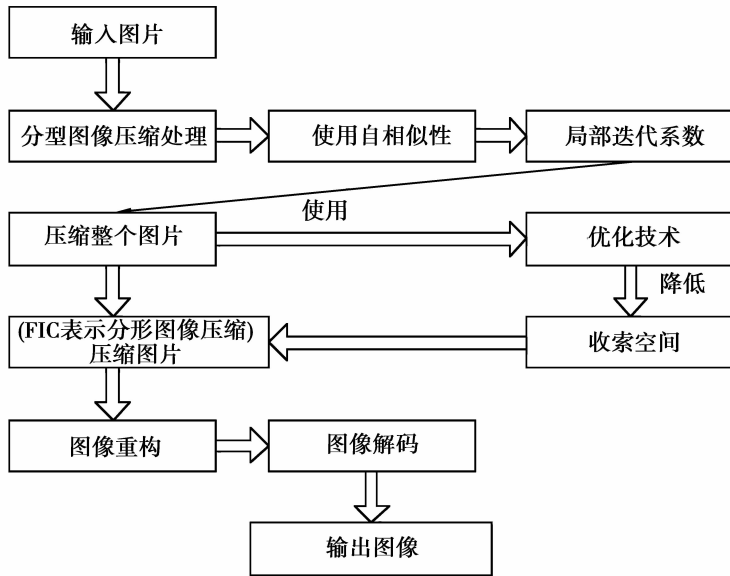


图 5 图片压缩和解压流程

率高;压缩速度快;高比特率。基于蚁群算法的 FIC 优点:快速的分形压缩算法;ACO 减少编码时间;ACO 保证图片质量;ACO 保持较高的压缩比。

优化算法被用来减少搜索时间,在保证图像质量的情况下减少编码时间,遗传算法、粒子群算法、蚁群算法的比较如下:

A. GA (Genetic Algorithm):

- 具有自相似性;
- 解决优化问题;
- GA 得到的是近似解,不对全局进行搜索^[7]。

B. PSO (Particle Swarm Optimization):

- PSO 是一种搜索算法;
- 进化计算方法;
- 对种群内的每一个个体计算适应值,一种通用的优化算法^[8]。

C. ACO (Ant Colony Optimization Techniques):

- ACO 基于进化计算的优化算法;
- ACO 解决组合优化问题。

表 1 中比较了基于 GA、PSO、ACO 的分形图像压缩算法对灰度图像 Lena 的压缩试验结果,图像的大小为 $256 * 256$ 。从试验结果可以看到,ACO 压缩比最小,编码时间长,但是 PSNR 最大,压缩图片质量好;PSO 压缩比最大,编码时间短,但是 PSNR 最小,压缩图片质量稍逊。

表 1 Lena 图片压缩实验结果比较

算法	值域块大小	压缩率	编码时间/s	PSNR 值/dB
GA	4 × 4	6.73 : 1	2 370	26.22
	8 × 8			
PSO	4 × 4	13 : 1	347	24.43
	8 × 8			
ACO	4 × 4	1.89 : 1	6 500	34.39
	8 × 8			

4 总 结

分形图像压缩对图像中的噪音有较好的鲁棒性,优化算法能有效的减少编码时间并且保证解码图像的质量。FIC 需要较高的时间开销,采用优化算法能有效地减少搜索空间,减少编码时间。主要比较了不同优化算法应用到分形图像压缩中的压缩性能,ACO 相比 GA,PSO 获得了最好的实验结果。

参考文献:

- [1] JACQUIN A E. Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations [J]. IEEE Trans Signal Process, 1992, 1(1): 18-30
- [2] PEITGEN H O, HENRIQUES J M, PENEDO L F. Fractals in the Fundamental and Applied Sciences [M]. New York: Elsevier, 1991
- [3] VENCES L, RUDOMIN I. Genetic algorithms for fractal image and image sequence compression [M]. in Proc. Computacion Visual, 1997
- [4] 张元亮,郑南宁,贾天旭. 基于遗传算法的分形图像压缩 [J]. 信息与控制, 1998, 6(27): 469-474
- [5] 赵德平,李鹏,牛志成. 基于蚁群算法的分形图像压缩 [J]. 沈阳建筑大学学报:自然科学版, 2006, 4(22): 653-656
- [6] 张爱华,江中勤,张华. 基于粒子群优化算法的分形图像压缩编码 [J]. 计算机技术与发展, 2010, 2(20): 21-24
- [7] WU M S, TENG W C, JENG J H, et al. Spatial correlation genetic algorithm for fractal image compression [J]. Chaos, Solitons and Fractals, 2006, 28(2): 497-510
- [8] EBERHART R C, KENNEDY J. A new optimizer using particle swarm theory [J]. in Proc. IEEE Int. Symp. Micro Machine and Human Science, Nagoya, Japan, 1995: 39-43

Comparison and Analysis of Three Kinds of Optimizing Fractal Image Compression Algorithms

MIAO Zhi-fu

(School of Computer, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Fractal image compression (FIC) is an image compression algorithm based on partitioned iterative function system (PIFS), i. e. self-similarity of natural image is used to conduct data compression, however, its huge time-consuming limits its real application. The time-consuming of FIC is mainly embodied in the aspects of the process of the optimal matched domain block search of every range block in defined domain block, calculation, quantification and storage of all affine transformation parameters and image partition process. In order to overcome the shortcoming of high computation cost, this paper uses optimization algorithm such as GA, ACO and PSO to reduce the search space for finding the self-similarity in the given image and to speed up encoding. Experiment results show that optimized FIC can effectively reduce encoding time while peak value of signal-to-noise ratio is maintained.

Key words: fractal image compression; self-similarity; optimized algorithm