

南京航空航天大学
论文集

(二〇〇五年) 第14册

自动化学院

(第4分册)

南京航空航天大学科技部编

二〇〇六年三月

自动化学院

033 系

034 系

035 系

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物名称	年卷期	类别
1	徐贵力	副教授	033	基于数字图像的测量实验平台的研究	电气电子教学学报	2005. 1	
2	倪立学	硕士生	033	无人机自主着陆中合作目标的识别技术研究	计算机测量与控制	2005. 11	
3	孔德明	讲师	033	《基于CPLD控制的实用数据采集系统的实现》	《电子产品世界》	2005年10期	
4	洪春梅	讲师	033	《二极管箝位式五电平变换器直流侧电容电压的控制》	《辽宁工学院学报》	2005年25卷第4期	
5	陈则王	讲师	033	联合卡尔曼滤波在车辆组合导航系统中的应用	重庆大学学报(自然科学版)	2005 年 28卷 10期	
6	姚恩涛 郭滨 宁学明	副教授	033	基于InSb磁敏电阻器的齿轮转速传感器	传感器技术	2005年1月, 27卷1期	
7	姚恩涛 季娟 周曦	副教授	033	提高InSb磁敏电阻检测灵敏度的方法研究	计量学报	2005年10月, 26卷4期	
8	姚恩涛 熊克	副教授	033	SMA扭力驱动器的响应速度分析及实验研究	实验力学	2005年9月, 20卷3期	
9	姚恩涛 周克印	副教授	033	煤粉粒径分布在气固两相流场中的测试技术研究	南京航空航天大学学报	2005年6月, 37卷3期	
10	姚恩涛 季娟 张明	副教授	033	两轴车辆动态称重信号分析方法研究	传感器技术	2005年12月, 27卷12期	
11	宁学明 姚恩涛	副教授	033	可判向磁敏电阻转速传感器	仪表技术与传感器	2005年12月, 12期	
12	张茂华 姚恩涛 胡明敏 方义庆	副教授	033	基于Labview的二自由度及动力减振实验系统	实验室研究与探索	2005年6月, 24卷3期	
13	田裕鹏	副教授	033	基于嵌入式Web服务器的网络视频实验系统	计算机与数字工程	2005, 33 (1)	
14	周海勇 王友仁	研究生教授	033	低压高速电力载波线通信技术发展及其应用	仪器仪表用户	2005年12卷04期	
15	陆广平 王友仁	研究生教授	033	基于Hopfield 神经网络数字系统测试技术研究	盐城工学院学报(自然科学版)	2005年18卷03期	
16	顾凡一 王友仁 黄三傲 姚睿 张睿 崔江	研究生教授 研究生教授 讲师 助教 讲师	033	基于案例库推理法的模拟电路故障诊断技术研究	计算机测量与控制	2005年13卷09期	
17	黄三傲 王友仁 姚睿 顾凡一 张睿 崔江	研究生教授 教授 讲师 研究生助教 讲师	033	数字系统硬件在线进化技术研究	计算机测量与控制	2005年13卷10期	
18	王强 王友仁	研究生教授	033	一种道路识别算法的硬件设计与实现	计算机测量与控制	2005年13卷10期	
19	王友仁 崔江 刘新峰	教授 教授 讲师 研究生	033	直流系统在线绝缘检测技术研究	仪器仪表学报	2005年26卷08期	
20	李志立 王友仁	研究生教授	033	进化硬件在数字电路设计中的应用研究	航空计算技术	2005年35卷04期	
21	朱开阳 王友仁	研究生教授	033	基于可重构模拟细胞阵列的进化电路研究	计算机测量与控制	2005年13卷10期	
22	王永明 王友仁	研究生教授	033	演化硬件在图像边缘检测中的应用	计算机辅助工程	2005年14卷04期	

23	王友仁 张碧	教授 助教	033	计算机辅助智能组卷系统的研究与实现	电化教育研究	2005年增刊	
24	姚睿 王友仁 于盛林	讲师 教授 教授	033	胚胎型仿生硬件结构容错机制与设计方法研究	计算机测量与控制	2005年13卷9期	
25	姚睿 王友仁 于盛林	讲师 教授 教授	033	胚胎型仿生硬件及其关键技术研究	河南科技大学学报 (自然科学版)	2005年26卷3期	
26	姚睿 王友仁 储剑波 崔江	讲师 教授 讲师 讲师	033	DSP-C2000综合实验平台的开发与研制	沈阳理工大学学报 (自然科学版)	2005年24卷2期	
27	张碧 王友仁	助教 教授	033	基于遗传算法思想的网络自动组卷实现	微型机与应用	2005年24卷3期	
28	张碧 王友仁	助教 教授	033	遗传算法在网络在线智能组卷中的应用研究	计算机测量与控制	2005年13卷11期	
29	王敬东 徐亦斌 沈春林	副教授 研究生 教授	033	一种新的任意角度旋转的景象匹配方法	南京航空航天大学学报	2005.1, Vol 37	
30	张振华 王敬东	研究生 副教授	033	J2EE开发中的框架设计 and 应用	气象水文装备	2005.3, Vol 16	
31	贾军帅 王敬东	研究生 副教授	033	基于改进遗传算法的景象匹配搜索策略	气象水文装备	2005.5, Vol 16	
32	胡勇 丁万山	研究生 副教授	033	多串口扩展解决方案	自动化与仪表	2005年20卷104期	
33	阎钧华 张焕春 经亚枝	讲师 教授 副教授	033	基于Java的分布式测控系统任务迁移研究	小型微型计算机系统	2005年26卷6期	
34	李开宇 张焕春 经亚枝	讲师 教授 副教授	033	基于FPGA动态可重构的高速高质量的图像放大	中国图像图形学报	2005年1卷10期	
35	万晓冬 徐淑稳	副研 硕士	033	基于CORBA的飞行仿真建模环境的实现研究	计算机仿真	2004, 22, 8	
36	万晓冬 浦海晨	副研 硕士	033	一种基于文本分类技术的邮件过滤系统设计	福建电脑	2005, 11	
37	万晓冬 吴欢欢	副研 硕士	033	一种服务器/均衡器合作式集群体系的结构	福建电脑	2005, 10	
38	万晓冬 徐淑稳	副研 硕士	033	对象关系转换接口在飞行仿真建模环境的应用研究	全国仿真技术学术会议	2005, 8	
39	万晓冬 张春光	副研 硕士	033	基于CCM符合HLA1516标准的战场仿真模型研究	全国仿真技术学术会议	2005, 8	
40	周昌雄 于盛林	博士 教授	033	基于总体方差最小消除DCT的方块效应	电子科技大学学报	Vol. 34, No. 5	
41	周昌雄 于盛林	博士 教授	033	基于区域内一致性和区域间差异性的图像分割	中南大学学报(自然科学版)	Vol. 35, No. 4	
42	周昌雄 于盛林	博士 教授	033	基于最小总体偏差和区域信息Snake模型的图像分割	南京航空航天大学学报	Vol. 37, No. 4	
43	戴扬 于盛林	硕士 教授	033	基于滤波-还原的二维条码识别投影算法	电子科技大学学报	Vol. 34, No. 4	
44	王怀颖 于盛林	博士 教授	033	一种新型全数字电量转矩测量仪	仪器仪表学报	Vol. 26, No. 7	
45	黄晓晴 于盛林 缪永生	博士 教授 硕士	033	基于虚拟仪器技术的光学雷达检测设备的研制	测控技术	Vol. 24, No. 7	
46	周昌雄 于盛林 吴陈	博士 教授 硕士	033	一种图像纹理分割的小波-像素曲线演化方法	信息与控制	Vol. 34, No. 2	

47	邵笑杰 于盛林 张炳	硕士 教授 硕士	033	卡尔曼滤波在嵌入式飞行 数据传感系统中的运用	测控技术	Vol. 24, No. 1	
48	陈彬 于盛林	硕士 教授	033	基于集成芯片热模式的PCB 电子电路故障诊断方法	计算机与数字工程	Vol. 33, No. 1	
49	曹坤勇 于盛林	博士 教授	033	基于正交小波变换的心律 波动信号分析	吉林大学学报(工学 版)	2005. 1	
50	Wang huaiying , Yu shenglin	博士 教授	033	A new numeric electrical torque measuring instrument	Chinese Journal of Scientific Instrument	Vol. 26, No. 7	
51	Min chen, She nglin Yu	博士 教授	033	The fabrication model of fresnel diffractive lens with transverse- adding technique	Proceeding of SPIE-The International Society for Optical Engineering	v5636, 2005	
52	陈红卫 张焕春	博士 教授	033	一种基于SPIHT算法的小 波图像编码	中国空间科学技术	2005年25卷5期	
53	张列刚 张焕春	博士 教授	033	军用飞机通用ATS体系结 构研究	计算机测量与控制	2005年13卷4期	
54	房磊 张焕春 经亚枝	博士 教授 副教授	033	一种基于FPGA的自适应遗 传算法	电子与信息学报	2005年27卷11期	
55	刘虎 张焕春 经亚枝 朱力立	博士 教授 副教授 博士后	033	并行多种群模糊遗传算法 参数	吉林大学学报	2005年23卷6期	
56	宋晓峰 陈德钊 胡上序	副教授	034	支持向量回归估计性能分 析	计算机与应用化学	2005, 22 (7)	
57	宋晓峰 钱志余 胡志忠 王惠南	副教授	034	生物医学工程研究生培养 方式初探	电气电子教学学报	2005, 27 (2)	
58	宋晓峰杨 平 胡志 忠王惠南	副教授	034	我校首届生物医学工程专 业本科生培养回顾	第七届全国生物医 学工程教育研讨会 论文集	38473	
59	陶玲 王惠南 田芝亮	讲师 教授 主任医师	034	三维对比增强磁共振血管 造影中的透视触发技术研 究	生物医学工程学杂 志	20 05年22 卷6 期	
60	陶玲 王惠南 田芝亮	讲师 教授 主任医师	034	磁共振图像的一种多尺度 边缘检测算法	南京航空航天大学 学报	20 05年37 卷3 期	
61	陶玲 王惠南 田芝亮	讲师 教授 主任医师	034	Speed-up Re-sampled Algorithm in Ray Casting Volume Rendering of Medical Images	南京航空航天大学 学报	2005年22卷1 期	
62	郑幕之 陶玲 王惠南	硕士, 讲师, 教 授	034	基于PC机的医学图像实验 软件系统	医疗设备信息	2005年 20 卷 1 期	
63	陈春晓	讲师	034	Artifact Correction of Rigid Translational Motion in MRI.	Transactions of NUAA	2005 vol. 22(4)	
64	陈春晓	讲师	034	构建我校生物医学工程专 业的“双语教学”平台	南京航空航天大学 学报(社会科学版)	2005, Vol. 7(2)	

65	陈春晓	讲师	034	生物信号采集处理系统在 心电信号处理实验教学中的 应用	机械与电子	2005, No. 242	
66	周卉芬 陈春晓	讲师	034	功能磁共振成像中关于数 据分析的研究发展	05江苏省生物医学 工程学会年会会议 集		
67	李颢韬	助教	034	胶囊内窥镜的研究进展	医疗设备信息	2005 20 (2)	
68	李颢韬	助教	034	Image reconstruction algorithm of near infrared optical tomography	Chinese Optics Letters	2005 3 supplement	
69	李颢韬	助教	034	基于LabVIEW和MATLAB的光 学断层成像系统的开发	05江苏省生物光子 学年会论文集	2005	
70	钱志余	副教授	034	时时在位测定大鼠脑组织 优化散射系数(μ_s')的 技术研究	中国医学物理学杂 志	2005 22 (2)	
71	刘新文	博士	034	One new method for OCT image denoising based on wavelet transform	Chinese Optics Letters	2005 3 supplement	
72	戴丽娟	博士	034	Finite element analysis of the light distribution of the near infrared probe to assist brain neurosurgical guidance	Chinese Optics Letters	2005 3 supplement	
73	黄春	硕士	034	Monte-Carlo study for look ahead distance of near-infrared probe for neurosurgical microwound manipulation	Chinese Optics Letters	2005 3 supplement	
74	钱志余	副教授	034	Vivo measurement of absorption coefficient(μ_a) in rat brain and statistic analysis	Chinese Optics Letters	2005 3 supplement	
75	陈荷燕 王惠南	硕士 教授	034	基于实时操作系统的嵌入 式软件设计	电子产品世界	2005年10卷194期	
76	陈荷燕 王惠南	硕士 教授	034	ARM7TDMI微处理器和液晶 显示模块的接口及应用	现代电子技术	2006 年4 卷219 期	
77	陈拥军 王惠南	硕士 教授	034	真三维立体显示技术中光 源位置对静态成像死区的 影响	计算机应用研究		
78	陈拥军 王惠南	硕士 教授	034	真三维立体显示技术在现 代生物医学中的应用	中国医疗器械信息	2005年 11 卷 7 期	
79	陈亮 王惠南	硕士 教授	034	光纤纳米传感器的进展与 应用	江苏省生物医学工 程学会生物医学光 子学年会会议论文		
80	董海艳 王惠南 章晓国	博士 教授 医师	034	血管内超声图像序列的白 动边缘检测	南京航空航天大学 学报	2005年 37 卷 3 期	
81	刘新文 王惠南	博士 教授	034	提高OCT分辨率的多LED合 成新光源	南京航空航天大学 学报	2005年 37 卷 4 期	
82	刘海颖 王惠南	博士 教授	034	基于GPS的中、高轨道航天 器定轨研究	空间科学学报	2005年 25 卷 4 期	
83	汤敏 王惠南	博士 教授	034	基于IDL语言的医学图像可 视化初步研究	第十二届全国图象 图形学学术会议		
84	汤敏 王惠南	博士 教授	034	常用医学图像“局部显微 镜”程序的研究	生命科学研究	2005年 9 卷 2 期	

85	汤敏 王惠南	博士 教授	034	Feature Analysis of Brain MRI Images Based on Fractal Dimension	Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference		
86	郑罡 李元璐 王惠南	博士 博士 教授	034	A New Multi-phase Level Set Framework for 3D Medical Image Segmentation Based on TPBG	Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference		
87	陶发 王惠南	硕士 教授	034	一种新型GRIN透镜光纤加 速度计的研究	光子学报	2005年 34 卷 7 期	
88	王婷 王惠南	硕士 教授	034	基于Michelson干涉原理的 光纤加速度计的研究	计算机测量与控制	2005年 13 卷 10 期	
89	王辉 王惠南	硕士 教授	034	嵌入式uCLinux在飞行器姿 态测量中的应用	中国仪器仪表	2005年 卷 6 期	
90	王婷 王惠南	硕士 教授	034	干涉型光纤加速度计的研 究	兵工自动化	2005年 24 卷 3 期	
91	刘蓉 吕震中	助教 教授	035	基于DRNN神经网络的球磨 机智能控制的研究	工业仪表与自动化 装置	2005年第2期	
92	张启 陈欣	研究生 研究员	035	一种基于工控机的飞控系 统模拟器	工业控制计算机	2005、3	
93	张贝蓓 陈欣	研究生 研究员	035	无人机动态测试中的故障 注入研究	工业控制计算机	2005、5	
94	沈永建 陈欣	研究生 研究员	035	基于dSPACE的无人机飞行 控制系统的快速原型设计	工业控制计算机	2005、11	
95	齐海龙	硕士	035	高斯基函数CMAC快速算法 的改进及应用研究	南京理工大学学报 (自然科学版)	2005, vol. 19, no. 2	
96	李秀娟	副高	035				
97	曹杭炜	副高	035	多传感器故障诊断与检测 技术综述	昆明理工大学学报 (理工版)	2005, vol. 20, no. 4A	
98	李秀娟	硕士	035				
99	李春涛	中级	035	迟滞非线性建模与控制	控制理论与应用	2005, 22, 2	
	谭永红	正高	外校				
100	李春涛	中级	035	Observer-based Adaptive Output Feedback Control of Nonlinear Systems Using Neural Network	系统仿真学报	2004, 16, 10	
	谭永红	正高	外校				
101	李春涛	中级	035	Adaptive output feedback control of systems preceded by the Preisach-type hysteresis	IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics Part B: Cybernetics	2005, 35, 1	
	谭永红	正高	外校				
102	李春涛	中级	035	Adaptive control based on neural estimation for systems with unknown hysteresis	2004 IEEE International Conference on Control Applications	2004, 9, 2-4	
	谭永红	正高	外校				
103	李春涛	中级	035	Adaptive neural sliding mode control for systems with unknown hysteresis using neural model based prediction	ICARCV 2001 Proceedings of the 8th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision	2004, 12, 6-9	
	谭永红	正高	外校				

104	李春涛	中级	035	A hybrid neural network based modeling for hysteresis	IEEE International Symposium on Intelligent Control and 13th Mediterranean Conference on Control and Automation	2005, 6, 27-29	
	谭永红	正高	外校				
105	李春涛	中级	035	Neural sliding mode control for systems with hysteresis	IEEE International Symposium on Intelligent Control and 13th Mediterranean Conference on Control and Automation	2005, 6, 27-29	
	谭永红	正高	外校				
106	李春涛	中级	035	Neural Networks Applications in Information Technology and Web Engineering	Borneo Publishing Co.	2005, 11	
	谭永红	正高	外校				

文章编号: 1671-5896(2005)06-0629-06

并行多种群模糊遗传算法参数

刘 虎¹, 张焕春¹, 经亚枝¹, 朱力立²

(1. 南京航空航天大学 自动化学院, 南京 210016; 2. 洪都航空工业集团 650 所, 南昌 330024)

摘要: 为改善标准遗传算法的求解效率, 提出了一种基于 6 模糊控制器 (6FLC-MDPFGA: 6 Fuzzy Logic Controllers-Multi-Deme Parallel Fuzzy Genetic Algorithm) 的并行多种群自适应遗传算法, 并利用 MPI (Message Passing Interface) 技术建立了一个 COW (Cluster Of Workstation) 集群, 将算法在该硬件平台上进行了实现。通过对该算法的迁移率、迁移间隔等并行参数的试验研究, 得出了在特定条件下参数选择的经验值和规律, 定性分析了不同参数选择对于求解结果的不同影响。在演示算法组合优化实时应用可行性的同时, 试验结果可为算法实际应用参数选择提供参考。

关键词: 并行遗传算法; 自适应模糊控制; 并行参数

中图分类号: TP273

文献标识码: A

Parameter of Parallel Multi-Deme Fuzzy Genetic Algorithm

LIU Hu¹, ZHANG Huan-chun¹, JING Ya-zhi¹, ZHU Li-li²

(1. College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China;
2. Hongdu Aviation Industry Group, Nanchang 330024, China)

Abstract: In order to improve efficiency of standard genetic algorithms, a novel parallel multi-deme adaptive Genetic algorithm is proposed based on 6FLC-MDPFGA (6 Fuzzy Logic Controllers-Multi-Deme Parallel Fuzzy Genetic Algorithm). One PC-based COW (Cluster Of Workstation) with MPI (Message Passing Interface) is built. Furthermore, the proposed 6FLC-MDPFGA is run on the hardware platform. The experiments put emphasis on important parallel parameters of the algorithm, such as migration rates and the frequency of individual migration. Empirical values and rules of parameter selection are determined conditionally. Moreover, qualitative analysis is made for different parameters with respect to the different effects on solving results. While illustrating the feasibility of the proposed algorithm in real-time applications of combinational optimization, simulation results obtained will help select algorithm parameters of other practical applications.

Key words: parallel genetic algorithm; adaptive fuzzy control; parallel parameters

引 言

并行多种群遗传算法很难配置, 因为它们受到很多参数的控制, 这些参数直接影响遗传算法的效率和精度^[1], 其中, 种群规模、种群数量、迁移率、迁移间隔、拓扑结构等几个参数尤为重要。如何合理选择恰当的参数, 使并行遗传算法在最短的时间内搜索到最优的结果是一项困难的工作。

笔者提出一种基于 6 模糊控制器 (6FLC-MDPFGA6: Fuzzy Logic Controllers-Multi-Deme Parallel Fuzzy Genetic Algorithm) 的并行多种群自适应遗传算法, 并用于解决类似于旅行商问题 (TSP: Traveling Salesman Problem) 的组合优化。基于 COW (Cluster Of Workstation) 集群的实现软件方式将使该遗传算法也具有一定的系统平台性能优势。针对该并行多种群模糊遗传算法进行了大量实验, 并研究了各子种群带有自适应控制的粗粒度并行遗传算法参数的关系及其对结果、效率的影响, 从而获取相关参数的选

收稿日期: 2005-03-07

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目 (K1603060319)

作者简介: 刘虎 (1974—), 男, 陕西兴平人, 南京航空航天大学工程师, 博士研究生, 主要从事信息融合、模糊控制和遗传算法的应用、计算机网络应用研究, (Tel) 86-25-84893621 (E-mail) lbzh@nuaa.edu.cn; 张焕春 (1940—), 男, 江苏常熟人, 南京航空航天大学教授, 博士生导师, 主要从事计算机测控、信息融合、数据采集研究, (Tel) 86-25-84893467。

取经验值,并试图找出相应的规律。这里要指出的是本文中多种群模型是同构的,每个子种群有同样的个体表示方式和参数。

1 常见的并行遗传算法

主从式(master-slave)遗传算法又称全局模型。这种模型中,种群在主服务器上进行选择、交叉、变异,将染色体适应度估值分配到从处理器上进行并行计算,始终维持一个种群,每个个体都可以和其他个体进行杂交及竞争,选种和杂交是全局的。其优点是简单、易实现,保留了串行GA(Genetic Algorithm)的搜索特点,一般适合适应度计算量比其他计算大得多的算法。但主从式不能避免早熟收敛问题,受到从处理器的性能影响,易造成主、从节点负载不均衡,运行效率较低。

粗粒度(coarse-grain)遗传算法又称孤岛^[2,3](island-based model)模型,是目前应用最广和适应性最强的并行算法。这种模型中种群被分为几个自治的子种群,也称为同类群。各子种群大部分时间独立进化,在一定的进化代数后,同类群间允许以一定的比率按照预先定好的拓扑结构交换个体,也称为交换率。迁移一般又分为同步迁移和异步迁移。采用这种方式的优点是:由于同类群间注入新的优良个体,增加了种群的多样性,同时,在每个子种群中搜索不同的搜索空间,从而避免早熟收敛^[4]。

细粒度(fine-grain)遗传算法又称SIMD(Single Instruction Multiple Data)并行GA。算法种群被分为大量的子种群,理想状态是每一个处理单元上都分配一个染色体,选择、交叉操作都只在其所处的处理器及邻域中进行,适合于大规模并行计算机,在多处理器系统上同样可以实现^[5],常用的互连拓扑结构为二维网格,子种群受到空间结构的限制,优秀解通过近邻的重叠传播到整个种群中,这种模型的通讯代价很高,应用范围不广。

多层式(multi-layer)^[6-8]遗传算法的模型像一棵倒置的树,在最低层,多个树叶节点并行运行基本的GA算法,参数随机确定,在更高层节点同样运行基本的GA,但个体和参数来自于前一层级的优秀个体和GA参数,以此类推,递归至最高层,求得最终解。由于节点的结构是动态变化的,所以多层式GA是一种自适应算法,但算法复杂,实现代价高。

2 算法阐述

2.1 基于6模糊控制器的自适应遗传算法

在前期研究中,提出了一种模糊自适应遗传算法(AGA: Adaptive Genetic Algorithm)^[9]。算法采用6个模糊控制器对一个改进的GA实施GA参数(即,选择压,交叉概率和变异概率)的自适应控制。该算法是笔者提出算法的基础算法平台,有必要进行简单介绍。

算法中模糊控制器的输入量为种群规模 P_s ,进化代数 G_N ,种群多样性 P_{DCM1} 和算法解收敛程度

$$P_{DCM2} \text{ 4个测度指示} \quad P_s = \frac{m}{M}, \quad G_N = \frac{g}{T}, \quad P_{DCM1} = \frac{\bar{f}(g) - f_{\min}(g)}{f_{\max}(g) - f_{\min}(g)}$$

$$P_{DCM2} = \frac{\bar{f}(g) - \bar{f}(g-i)}{f_{\max}(g, g-i) - f_{\min}(g, g-i)}$$

其中, m 和 M 分别为当前和最大种群规模; g 和 G 分别为当前和终止进化代数; i 是实施自适应控制的代数间隔; $\bar{f}(\cdot)$ 表示某代种群平均适应度; $f_{\max}(\cdot)$ 和 $f_{\min}(\cdot)$ 分别表示某代种群最大和最小适应度; $f_{\max}(\cdot, \cdot)$ 和 $f_{\min}(\cdot, \cdot)$ 分别表示两代种群最大和最小适应度。由于笔者的算法设计针对的是组合优化问题,因此设计采用了一个性能经过优化的符号编码的标准遗传算法作为基础算法。算法的主体结构详见参考文献[9]。

在基于6模糊控制器的AGA中的模糊控制参数中,所有模糊控制器均采用Mamdani型二输入单输出系统,隶属度函数均为三角形函数

$$f_1(x) = \max\left[0; \min\left[\frac{x-c^-}{c^- - c^-}, \frac{c^+ - x}{c^+ - c^-}\right]\right]$$

其中, x 是输入变量, c 是输入变量隶属度函数的峰值点, c^- 和 c^+ 分别表示前一个和后一个峰值点。以

P_s 和 G_N 为输入量的3个模糊控制器分别对应输出量 P_{c1} , P_{m1} 和 W ; 以 P_{DCM1} 和 P_{DCM2} 为输入量的3个模糊控制器分别对应输出量 P_{c2} , P_{m2} 和 P_s 。输入量均为3级模糊分割。去模糊算法采用重心法。将各模糊控制器的输出进行组合计算得到在线选择压 S_p , 交叉概率 P_c 和变异概率 P_m 分别为

$$P_c = 0.59[WP_c + (1 - W)P_{c2}] + 0.4$$

$$P_m = 0.099[WP_{m1} + (1 - W)P_{m2}] + 0.001, \quad S_p = 0.9P_s + 1.1$$

另外, P_s , G_N 和 P_{DCM1} 的论域为 $[0, 1]$, P_{DCM2} 的论域为 $[-1, 1]$ 。这些输入量的语言值均为 $\{S, M, B\}$ 。输出量 P_{c1} , P_{c2} , P_{m1} , P_{m2} , P_s 和 W 的论域为 $[0, 1]$ 。输出量 P_{c1} 的语言值为 $\{S, M, B, VB\}$, 输出量 P_{m1} 的语言值为 $\{VS, S, M, B\}$, 其他输出量相应的语言值均为 $\{S, M, B\}$ 。由于该动态参数 AGA 集成了前期的一些研究成果, 因此将该算法作为笔者提出的并行多种群自适应遗传算法的参数研究的基础算法平台。

2.2 并行多种群自适应遗传算法方案

2.2.1 算法设计

基于基础算法平台的性能情况, 选用粗粒度并行算法, 即孤岛算法, 一方面可以保证模糊控制对搜索解过程的调节作用, 又可以保证种群的多样性, 并且迁移的种群个体规模不大, 通讯量小, 适合粗粒度并行算法。

2.2.2 拓扑结构

Cantú-Paz 博士^[1]通过单极值函数的实验得出, 具有相同度的不同拓扑结构得到的结果几乎一致; 同时文献[10]通过大量实验比较了多种拓扑结构的连接对搜索解的质量影响, 发现单向环拓扑结构既保证了优良基因在群体间的扩散, 又较好地隔离了各个子群体, 保护了群体间的多样性, 虽然收敛速度相对较慢, 但解的质量较高。鉴于笔者研究的复杂性和阶段性, 在这里暂时认为 Cantú-Paz 博士的结论同样适合本文中的应用, 因此, 对本文中的粗粒度并行算法, 暂时仅对一种目前常见的拓扑结构进行讨论, 采用环形拓扑结构, 如图1所示。

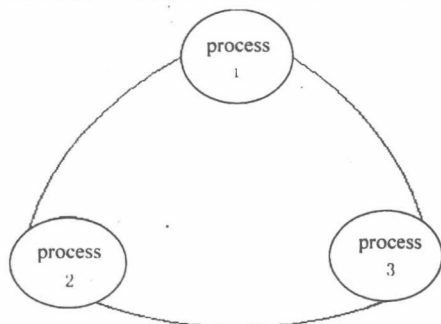


图1 算法中种群迁移拓扑结构

Fig. 1 The deme migration topology of the proposed algorithm

3 几个重要参数对算法影响

文献[11]提出在分布式遗传算法中子种群中的最优个体的迁移率为种群规模的10%左右, 迁移间隔为5至10代, 当迁移率降低时, 应提高迁移频率, 反之, 提高迁移率应该降低交换频率, 否则子种群没有足够的时间进化, 但是过大的迁移种群会降低收敛速度。同时指出参数值的设置应针对实际问题灵活选取, 应针对更多的问题研究参数设置的有关问题。针对本文的问题, 同时考虑到各子种群的自适应控制能力, 对参数设置进行了实验, 以期获得一些具有指导意义的结果。

3.1 并行多种群自适应遗传算法仿真

构建了由3台PC机组建的小规模PC集群, 主要配置如下。

硬件: CPU 主节点 Intel Pentium III E, 733 Mbyte。

内存: 128 Mbyte。

网卡: Realtek RTL8139 (A) PCI Fast Ethernet Adapter 10 Mbyte。

硬盘: IBM-DTLA-307030 (30GB, 7200RPM, Ultra-ATA/100)。

软件: Windows2000 平台, mpich. nt. 1.2.5, Matlab6.1, VC++6.0。

由于模糊自适应遗传算法计算量大、矩阵运算多, 因此, 采用 Matlab6.0, C++6.0 混合编程的方式实现并行计算, 算法流程。

1) Begin。2) Broadcast 初始城市坐标。3) Initialize 各节点上子种群。4) While gen < MAXGEN。

/* 各子种群独立进行自适应模糊遗传进化 */

- 计算个体适应度;
- 选择、交叉、变异, 计算新一代个体的适应度;
- IF 遗传代数等于模糊控制器的控制代数, DO 模糊控制;
- IF 遗传代数等于迁移间隔, DO 选择迁移个体;
- 发送迁移个体至邻域内其他节点, 并接收其他节点的迁移个体;
- IF 不满足终止条件返回 c 迭代执行;

5) End.

3.2 结果对比和分析

在并行多种群模糊自适应遗传算法的初步评估试验中, 以 15 个城市的旅行商问题 (TSP) 作为训练任务。因为在以前的研究中已经初步证实了单种群模糊自适应遗传算法优越于标准 GA, 所以, 这里重点研究并行多种群模糊自适应遗传算法参数对训练结果的影响, 对同一 TSP 问题比较了相关指标变化的实验结果。

试验中首先预设 6FLC-MDPFGA 算法的参数: 总种群规模为 300, 代沟均为 0.9, 选择压均为 2, 交叉概率均为 0.9, 变异概率均为 0.1, 终止代数均为 100, 子种群规模为 100, 各子种群模糊控制的间隔为 5。为了便利评价各算法的性能, 在不影响一般性的前提下, 设定训练的城市数量为 15, 坐标在一个矩形的 4 边上顺序生成, 坐标位置随机, 但保证有 4 个城市位于矩形的 4 个定点, 这样城市巡回路线的最短距离即为矩形周长。先探讨其他参数不变的前提下, 迁移率对性能和结果的影响。迁移间隔为 5 代, 迁移率为 R_m : 5%、15%、30%、50% 时, 算法离线和在线指标的对比结果分别如图 2a, 图 2b, 图 2c, 图 2d 所示。

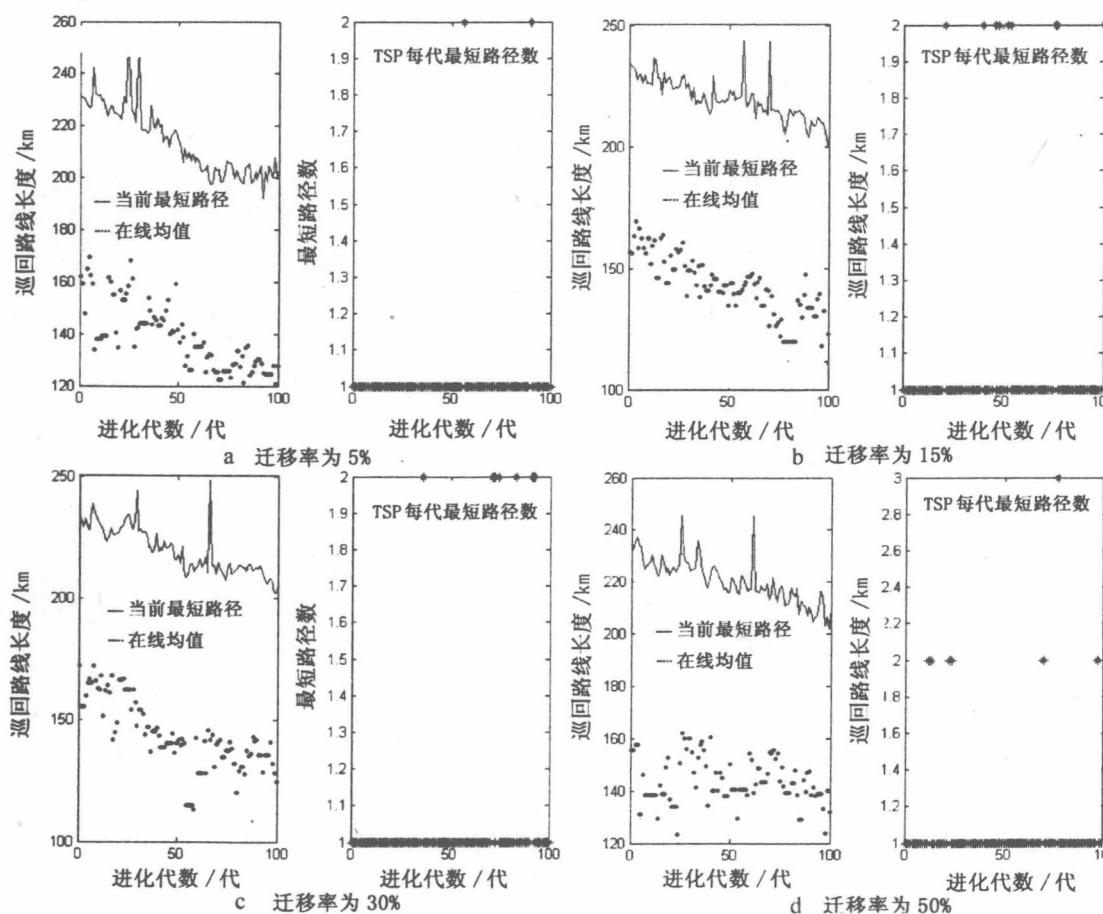


图2 多种群不同迁移率的运算结果对比

Fig. 2 Results comparison between different migration rates of multi-deme

表1列出了经过30次Monte Carlo实验得到的6FLC-MDPFGA在不同迁移率下性能的平均值对比。结果显示6FLC-MDPFGA运行性能随着迁移率的不断增大,在5%~30%左右时结果最优,但当迁移率继续增加时,在50%时结果反而变差。同时可以看出,在其他参数保持不变的情况下,孤岛模型中,迁移率的变化对运行时间的影响不明显,但对搜索结果的影响较大。

表1 不同迁移率算法性能对比

Tab. 1 Performance comparison between algorithms with different migration rates

算 法	迁移率 (%)	运行时间/s	最短路径	加速比	并行效率	实际路径
独立 FGA	0	156.694	203.015	—	—	200
6FLC_MDPFGA	5	53.852	205.687	2.909	0.969	—
6FLC_MDPFGA	15	53.758	208.188	2.915	0.972	—
6FLC_MDPFGA	30	53.734	208.102	2.916	0.972	—
6FLC_MDPFGA	50	54.091	215.681	2.896	0.966	—

迁移间隔也是一个非常重要的参数,下面讨论迁移间隔的变化对实验结果和性能的影响情况,迁移率为15%,迁移间隔 G_p 分别为1代,5代,10代,15代时,算法离线和在线标的对比结果分别如图3a,图3b,图3c,图3d所示。

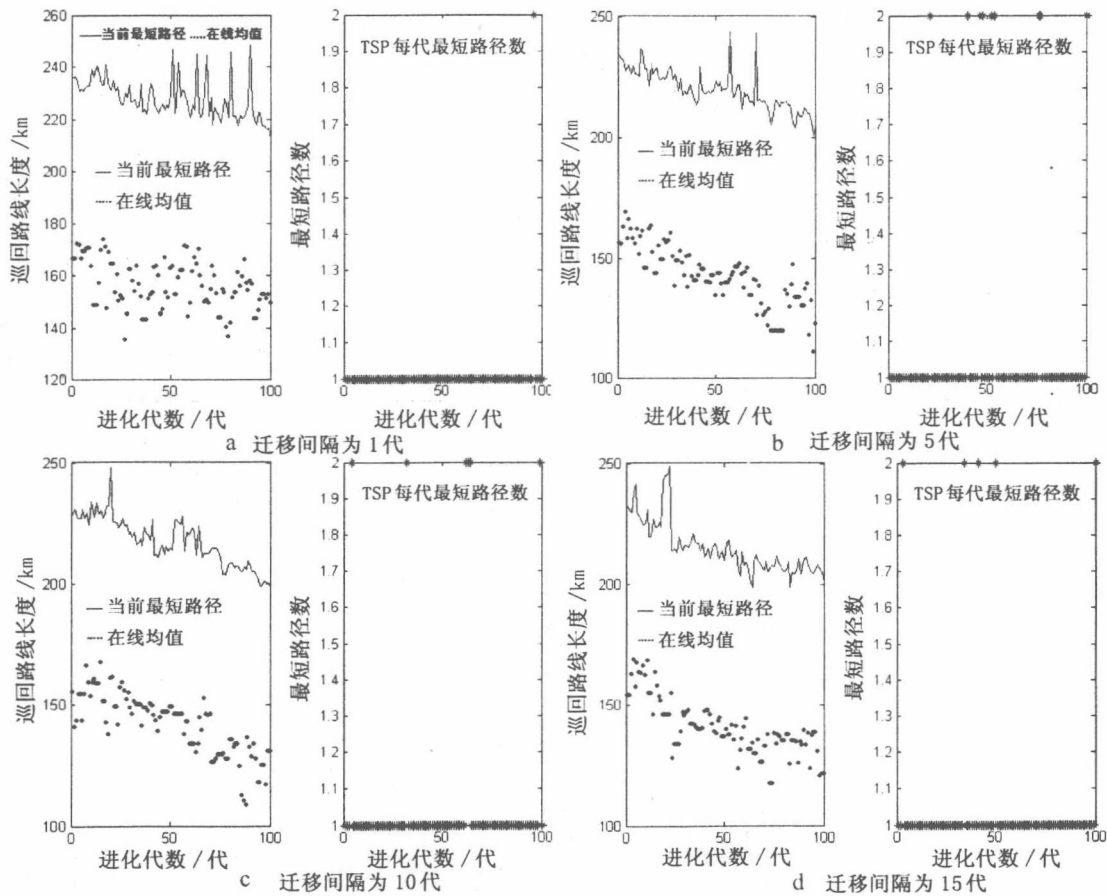


图3 多种群迁移间隔的运算结果对比

Fig. 3 Results comparisons of different migration gaps between populations

表2列出了经过30次Monte Carlo实验得到的6FLC-MDPFGA在不同迁移间隔下性能的平均值对比。结果显示6FLC_MDPFGA在迁移间隔为1时,运行时间最长,搜索结果最差,此时,因为迁移过于频繁,增加了通讯时间,在子种群的最优个体群平均适应度尚不高时,进行了迁移,破坏了子种群的搜索进程,造成结果精度下降。随着迁移间隔的不断增大,程序运行时间不断缩短,因为通讯频率降低,使通讯代价降低。程序在间隔代数数为5~15代时结果最优,因为子种群经过一段时间的进化,通过模糊

控制得到了部分适应度高的个体,而此时将这些个体迁入其他种群,会引起较大的变化,增加种群多样性,加速搜索向准确结果收敛的趋势,从而得到较优秀的结果。但当迁移间隔继续增加时,结果反而变差,因为此时,迁移频率过低,对于子种群的影响明显减弱,并行的优势没有充分体现。

表2 不同迁移间隔算法性能对比

Tab. 2 Performance comparison between algorithms with different migration gaps

算法	迁移间隔/代	运行时间/s	最短路径	加速比	并行效率	实际路径
独立 FGA	0	156.694	203.015	—	—	200
6FLC-MDPFGA	1	62.258	217.258	2.516	0.838	—
6FLC-MDPFGA	5	55.995	208.716	2.798	0.932	—
6FLC-MDPFGA	10	54.189	204.344	2.890	0.964	—
6FLC-MDPFGA	15	53.831	205.883	2.911	0.970	—

4 结 论

笔者主要从技术层面实现和验证相关问题,采用的集群为小规模集群,对提出的并行模糊遗传算法在不同任务环境下的性能进行了评估和研究,发现在拓扑结构不变的情况下,迁移率在5%~30%间结果较优,在30%~50%间结果呈现下降趋势。因此,在小规模多种群算法中迁移率一般应高于5%,在大规模多种群算法中迁移率应略低于30%。迁移率不变时,迁移间隔在5~15代时结果较好,在高于15代时,由于优良个体迁移时间的延长,呈现下降趋势。实验结果表明,在子种群数量较少的情况下,迁移率应高于一般的经验值,迁移间隔应高于模糊控制的间隔,经验值在5~15代之间。

参考文献:

- [1] CANTÚ-PAZ E. Migration Policies, Selection Pressure, and Parallel Evolutionary Algorithms [J]. Journal of Heuristics, 2001, 7 (4): 311—334.
- [2] CALEGARI P, GUIDEC F, KUONEN P, et al. Parallel Island-Based Genetic Algorithm for Radio Network Design [J]. Parallel Distrib Comput, 1997, 47 (1): 86—90.
- [3] TOPPING B H, SZIVERI J, BAHREINEJAD A, et al. Parallel Processing, Neural Networks and Genetic Algorithms [J]. Advances in Engineering Software, 1998, 29 (10): 763—786.
- [4] FERNANDEZ F, TOMASSINI M, PUNCH W F, et al. Experimental Study of Multipopulation Parallel Genetic Programming [A]. Genetic Programming, Proceedings of EuroGP2000, Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science [C]. London: uk, 2000, 1802: 283—293.
- [5] ERICK CANTU-PAZ. A Summary of Research on Parallel Genetic Algorithms [J/OL]. 95007, Genetic Algorithms Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, <http://citeseer.ist.psu.edu/27505.html>, 1995-08.
- [6] WANG GANG, GOODMAN ERIK D, PUNCH WILLIAM F. Simultaneous Multi-level Evolution, GARAGe Technical Report [J/OL]. Department of Computer Science, Michigan State University, <http://citeseer.ist.psu.edu/wang96simultaneous.html>, 1996-06.
- [7] MESSOM C H, WALKER M G. Evolving Cooperative Robotic Behaviour using Distributed Genetic Programming [A]. International Conference on Control Automation, Robotics and Vision [C]. [s. l.]: [s. n.], Singapore, 2002: 215—219.
- [8] HU J, GOODMAN E D, SEO K, PEI M. Adaptive Hierarchical Fair Competition (AHFC) Model for Parallel Evolutionary Algorithms [A]. Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference [C]. GECCO-2002, New York: [s. n.], 2002: 772—779.
- [9] 朱力立, 张焕春, 经亚枝. 基于六模糊控制器的自适应遗传算法 [J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2003, 21 (4): 329—333.
ZHU Li-li, ZHANG Huan-chun, JING Ya-zhi. Adaptive Genetic Algorithm Based on Six Fuzzy Logic Controllers [J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2003, 21 (4): 329—333.
- [10] MATSUMURA T, NAKAMURA M, OKECH J, et al. A Parallel and Distributed Genetic Algorithm on Loosely-Coupled Multiprocessor System [J]. IEICE Trans Fundam Electron Commun Comput SCI, 1998, E81A (4): 540—546.
- [11] FRANCISCO F, MACRO T, LEONARDO V. Studying the Influence of Communication Topology and Migration on Distributed Genetic Programming [J]. EuroGP LNCS, 2001, 2038: 51—63. (Ed.: Z, H)

一种基于 SPIHT 算法的小波图像编码

陈红卫 张焕春

(南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016)

黄国建

(江苏科技大学电子与信息学院, 镇江 212003)

摘要 在研究图像小波分解系数特点与 SPIHT 算法的基础上, 针对 SPIHT 算法中三张链表在编码过程中以同一模式处理仍存在冗余, 提出了一种基于 SPIHT 算法的小波图像编码。算法采用分区间处理, 对 LIP、LIS、LSP 三张链表在不同的系数范围内采取不同的编码模式, 当阈值减少时四邻域中同一量化级的重要系数个数明显增加, 并且绝对数值较接近, 编码时只保存这几个重要系数的平均值。给出了实验结果, 并与原 SPIHT 算法比较, 结果表明: 文章给出的编码方法的编码性能优于原算法。

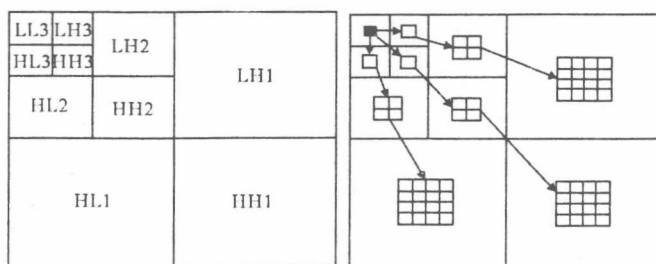
主题词 图像编码 数据处理 仿真实验

1 引言

在 Shapiro 提出的 EZW(Embedded Zerotree Wavelet)编码器后^[1], Said 和 Pearlman 提出了一种基于 SPIHT (Set Partitioning in Hierarchical Trees) 的编码算法^[2], 它是静止图像压缩编码中公认的高编码效率算法之一。它充分挖掘了小波图像不同子带之间的相似性, 能支持解码器的多码率解码, 有利于图像的渐近传输。SPIHT 算法仍是当前图像压缩编码的研究热点之一^[3~5], 文献 [4] 针对 SPIHT 算法硬件实现时, 需要较大内存的不足, 提出一种结合 SPIHT 和 LZC 两者优势的改进 SPIHT 算法。本文在分析 SPIHT 算法基础上, 提出了一种基于 SPIHT 算法的小波图像编码方法, 用标准图像对此编码方法进行仿真实验, 并与 SPIHT 原算法的仿真结果进行对比, 结果表明该编码方法的性能优于 SPIHT。

2 图像小波变换

一幅图像经小波分解后得到低频(LL)及水平(LH)、垂直(HL)与对角(HH)3个方向共4个子图像, 根据需要可对低频方向继续分解, 这样图像经 k 级分解后得到 $3k+1$ 个子图像, 这些子图像按照天然塔式结构组成的图像即为小波图像。图 1 是小波图像与空间方向树结构, 图 1(a)为三级小波分解组成的小波图像示意图。对小波图像低频子图像中的某一点而言, 与其对应的具有相同空间位置的高频子图像中的点称为是它的子孙, 从低频层开始



(a) 三级分解的小波图像示意图

(b) 空间方向树结构示意图

图 1 小波图像与空间方向树结构

依照子孙关系延伸, 得到树状结构, 图 1(b) 为三级小波图像的空间方向树结构示意图。小波变换使图像的能量集中在低频子带系数及少数高频系数上, 为压缩编码奠定了基础。

3 SPIHT 算法分析

3.1 算法中的符号说明

LSP 为保存重要系数坐标的链表; LIP 为保存不重要系数坐标的链表; LIS 为保存不重要系数集合坐标的链表; $T(i, j)$ 表示节点 (i, j) 的系数, $D(i, j)$ 表示节点 (i, j) 的所有后代节点坐标集合, $O(i, j)$ 表示节点 (i, j) 的所有儿子节点坐标集合, $L(i, j)$ 表示节点 (i, j) 的所有儿子节点的后代节点坐标集合, 则有 $D(i, j) = O(i, j) + L(i, j)$; 在 LIS 链表中, 元素属于 $D(i, j)$ 集合的称为 D 型元素, 元素属于 $L(i, j)$ 集合的称为 L 型元素; H 为 LL 层中的所有系数坐标集合, C 为整个小波图像系数坐标集合, M 为除 LL 层以外的小波图像系数坐标集合, 即 $C = H + M$; 符号 $\lfloor x \rfloor$ 表示取不大于 x 的最大整数, $\lceil x \rceil$ 表示取不小于 x 的最小整数。

3.2 SPIHT 算法

SPIHT 算法通过 LIP、LSP、LIS 3 张链表跟踪小波系数集合的重要性测试和集合分割情况, 把小波图像按空间方向树的结构组织编码。编码过程中, 3 张链表动态更新, 小波系数集合重要性测试 $S_n(\Gamma)$ 的定义如式(1), 式中 Γ 为测试的坐标集合, 如: $S_n(i, j)$ 是测试节点 (i, j) 系数的重要性, $S_n(D(i, j))$ 是测试节点 (i, j) 的所有子孙节点中是否存在重要系数。

$$S_n(\Gamma) = \begin{cases} 1, & \max_{(i, j) \in \Gamma} \{|T(i, j)|\} \geq 2^n \\ 0, & \max_{(i, j) \in \Gamma} \{|T(i, j)|\} < 2^n \end{cases} \quad (1)$$

编码步骤:

1) 初始化: 设置初值 $n = \lfloor \log_2(\max_{(i, j) \in C} |T(i, j)|) \rfloor$, LIP 设置为 H 中所有元素, LIS 设置为 H 中所有元素并以 D 型命名, LSP 设置为空元素表。

2) LIP 表处理: 检查 LIP 链表中的每个元素, 根据式(1)输出 $S_n(i, j)$ 值, 若 $S_n(i, j) = 1$, 则输出 $T(i, j)$ 的符号位, 并移 (i, j) 至 LSP 的表尾。

3) LIS 表处理: 检查 LIS 链表中的每个元素, 当元素为 D 型, 根据式(1)输出 $S_n(D(i, j))$ 值, 若 $S_n(D(i, j)) = 1$, 检查 $O(i, j)$ 中每个元素并根据式(1)输出, 把输出为 1 的元素加入 LSP 表尾并编码其符号位, 把输出为 0 的元素加入 LIP 表尾; 若 $L(i, j)$ 为空元素, 则把 (i, j) 元素从 LIS 表中删去; 若 $L(i, j)$ 不为空元素, 则把 $O(i, j)$ 中每个元素以 L 型命名加入 LIS 表尾; 若元素为 L 型, 根据式(1)输出 $S_n(L(i, j))$, 若 $S_n(L(i, j)) = 1$, 从 LIS 表中删去 (i, j) 元素, 并将 $O(i, j)$ 中的每个元素以 D 型命名加入 LIS 表尾。

4) LSP 表处理: 检查 LSP 表中的每个元素, 输出表中元素小波系数在第 n 层的数值。

5) $n = n - 1$, 若编码率没有达到指定要求, 返回步骤 2) 重复此过程; 若编码率已达到指定要求, 编码结束。

3.3 SPIHT 算法分析

SPIHT 算法中, 每个层次都编码 LIP、LIS、LSP 链表, 事实上, 多级小波分解的小波图像在特定的前几个 n 值编码中, LIS 链表编码的码值均为 0, 同时在其后的几个层次中 LIP、LIS 链表码值为 0 的概率较大, 这两种情况均存在冗余, 适当修改算法可减少其冗余; 其次随着 n 的减少,

重要系数个数呈指数上升, $O(i, j)$ 中同时存在几个重要系数的概率明显上升, 而且系数绝对值之间的差异减少, 可考虑不对每个数值进行量化编码, 提高其压缩比。

4 本文算法

4.1 算法描述

本文算法在 SPIHT 算法基础上作了改进, 其基本框架与 SPIHT 算法相同, 主要区别表现在以下几个方面:

1) 初始化中增加计算 $n_0 = \lfloor \log_2(\max_{(i, j \in M)} |T(i, j)|) \rfloor$, 同时预估 LIP、LIS 表中以 $O(i, j)$ 为单位的 $S_n(i, j)$ 、 $S_n(D(i, j))$ 值为 0 减少的 n 值, 记成 n_1 。

2) LIP 表处理: 当 $n > n_0$ 时, 跳过 LIS 表的检查, 即不对 LIS 表编码, 省略了一连串的“0”编码; 当 $n_1 < n \leq n_0$ 时, LIS 表的检查以 $O(i, j)$ 为单位, 统计 $O(i, j)$ 在 LIS 表中的个数 m , m 值不超过 4, 若 m 个元素的输出均为 0 时, 只用 1 位“0”编码, 若 m 个元素中输出有不为 0 的, 先输出 1 位“1”, 其后的输出同原算法; 当 $n \leq n_1$ 时, LIS 表的检查同原算法。

3) LIS 表处理: 当 $n > n_1$ 时, LIP 表的检查以 $O(i, j)$ 为单位, 处理方式同 LIS 表; 当 $n \leq n_1$ 时, LIP 表的检查同原算法。

4) LSP 表处理: LSP 表的量化不采用比特平面编码方法, 采用连续逼近量化方法, 不同 n 值中小波系数的量化位数 $len = \lceil \log_2(2^n / \Delta) \rceil$, 式中 Δ 为量化间隔, 量化完毕的元素从 LSP 表中删除; 量化中当 $n > n_1$ 时, 以单个节点为单位, 此时的最大量化绝对值误差为 $\Delta/2$, 当 $n \leq n_1$ 时, 以 $O(i, j)$ 的四邻域节点为单位, 求其中重要系数的平均值, 用平均值作为某阈值下此四邻域节点的重要系数值。重构系数值 $T(i, j) = T_n + k\Delta + \Delta/2$, 式中 T_n 是阈值, k 是二进制编码对应的值, 此时的量化误差因邻域间重要系数的异差会略有增加。

4.2 小波图像系数实例与算法分析

用 Daubechies9/7 双正交小波对几幅标准图像进行 4 级分解, 各个系数范围内重要系数个数统计见表 1, 绝对值最大系数值见表 2, 表中列出了 4 幅图像的数值, 事实上, 图像经多级小波分解后都具有这种规律性。从表 1 中可以看出: 前几个系数区间内重要系数的个数与 LIP、LIS 链表中元素个数相比少得多, 此时 LIP 及 LIS 链表以 $O(i, j)$ 为单位编码, 效率较高。从表 2 中可以看出: 整个小波图像最大绝对值系数与去掉频率最低层外小波图像最大绝对值相比, 高出几个层次, 这些层次中 LIS 链表不编码, 省略了一系列“0”输出。如 Lena 图像 4 级小波分解, 按照上面给出的公式计算得 $n=11$ 、 $n_0=9$, 则本文算法 $n=11$, 10 两层中均不对 LIS 表中 1024 个元素编码。图 2 是 Peppers 图像 4 级小波分解后高频子图中的一个 8×8 小波图像系数, 用此说明量化部分的算法改进, ④号标记的 4 个系数在 128~255 范围内有 3 个重要系数, ②号标记 4 个系数在 64~127 范围内有 3 个重要系数, ①号标记在 32~63 范围内有 3 个重要系数, ③号标记的在 8~15 范围内有 3 个重要系数, 从中可以看出随着阈值减少, 四邻域中超过 1 个重要系数的个数明显增加, 本文算法中不单独对这些系数量化, 而是只量化其中的平均值, 如①中 3 个系数 47、36、37, 只编码平均值 40, 从而减少编码位数。