



智能科学技术著作丛书

协同进化遗传算法 理论及应用

巩敦卫 孙晓燕 著



科学出版社

www.sciencep.com

智能科学技术著作丛书

国家自然科学基金资助项目(60304016, 60575046, 60775044)

教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目(NCET-07-0802)

协同进化遗传算法 理论及应用

科学出版社

北 京

内 容 简 介

协同进化遗传算法是解决复杂的实际优化问题的智能计算方法,近年来已在许多领域得到成功的应用,是智能优化与决策领域的热点研究方向之一。

本书主要阐述协同进化遗传算法的原理及其应用,主要内容包括:协同进化遗传算法入门、基于紧联结识别的协同进化种群分割、协同进化种群的搜索区域动态变化、协同进化遗传算法的种群规模动态变化、基于局域网并行实现的协同进化种群的个体选择、协同进化遗传算法网络实现的资源分配,以及协同进化遗传算法的搜索空间分割等。本书在详细阐述协同进化遗传算法原理与核心技术的同时,还给出其在多峰多目标复杂数值函数优化、多机器人协调路径规划、神经网络结构与连接权值同时优化,以及群体决策中的具体应用,并给出详细的算法对比结果。为便于应用本书阐述的算法,书后附有部分协同进化遗传算法源程序。

本书可供理工科大学计算机、自动控制和人工智能等专业的教师及研究生阅读,也可供自然科学和工程技术领域中的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

协同进化遗传算法理论及应用/巩敦卫,孙晓燕著. 北京:科学出版社,2009
(智能科学技术著作丛书)
ISBN 978-7-03-024464-2

I. 协… II. ①巩…②孙… III. 遗传—算法 VI. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 062403 号

责任编辑:王志欣 汤 枫/ 责任校对:张怡君

责任印制:赵 博/ 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 5 月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2009 年 5 月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—2 500 字数:207 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新蕾))

《智能科学技术著作丛书》序

“智能”是“信息”的精彩结晶,“智能科学技术”是“信息科学技术”的辉煌篇章,“智能化”是“信息化”发展的新动向、新阶段。

“智能科学技术”(intelligence science& technology, IST)是关于“广义智能”的理论方法和应用技术的综合性科学技术领域,其研究对象包括:

- “自然智能”(natural intelligence, NI),包括:“人的智能”(human intelligence, HI)及其他“生物智能”(biological intelligence, BI)。

- “人工智能”(artificial intelligence, AI),包括:“机器智能”(machine intelligence, MI)与“智能机器”(intelligent machine, IM)。

- “集成智能”(integrated intelligence, II),即:“人的智能”与“机器智能”人机互补的集成智能。

- “协同智能”(cooperative intelligence, CI),指:“个体智能”相互协调共生的群体协同智能。

- “分布智能”(distributed intelligence, DI),如:广域信息网,分散大系统的分布式智能。

1956年,“人工智能”学科诞生,50年来,在起伏、曲折的科学征途上不断前进、发展,从狭义人工智能走向广义人工智能,从个体人工智能到群体人工智能,从集中式人工智能到分布式人工智能,在理论方法研究和应用技术开发方面都取得了重大进展。如果说,当年“人工智能”学科的诞生是生物科学技术与信息科学技术、系统科学技术的一次成功的结合,那么,可以认为,现在“智能科学技术”领域的兴起是在信息化、网络化时代又一次新的多学科交融。

1981年,“中国人工智能学会”(Chinese Association for Artificial Intelligence, CAAI)正式成立,25年来,从艰苦创业到成长壮大,从学习跟踪到自主研发,团结我国广大学者,在“人工智能”的研究开发及应用方面取得了显著的进展,促进了“智能科学技术”的发展。在华夏文化与东方哲学影响下,我国智能科学技术的研究、开发及应用,在学术思想与科学方法上,具有综合性、整体性、协调性的特色,在理论方法研究与应用技术开发方面,取得了具有创新性、开拓性的成果。“智能化”已成为当前新技术、新产品的发展方向和显著标志。

为了适时总结、交流、宣传我国学者在“智能科学技术”领域的研究开发及应用成果,中国人工智能学会与科学出版社合作编辑出版《智能科学技术著作丛书》。需要强调的是,这套丛书将优先出版那些有助于将科学技术转化为生

产力以及对社会和国民经济建设有重大作用和应用前景的著作。

我们相信,有广大智能科学技术工作者的积极参与和大力支持,以及编委们的共同努力,《智能科学技术著作丛书》将为繁荣我国智能科学技术事业、增强自主创新能力、建设创新型国家做出应有的贡献。

祝《智能科学技术著作丛书》出版,特赋贺诗一首:

**智能科技领域广
人机集成智能强
群体智能协同好
智能创新更辉煌**

涂序彦

中国人工智能学会荣誉理事长

2005年12月18日

序

在自然计算领域,基于达尔文进化论的遗传算法已取得了令人瞩目的进展,然而,由于个体多样性得不到保证,遗传算法的全局搜索能力仍然不尽人意。协同进化遗传算法是对遗传算法的有力改进,是在协同进化论基础上提出的一类新的进化算法。与达尔文进化论不同,协同进化论认为,在生物进化的历程中,不同生物种类既相互制约竞争,又相互协调受益,这种相生相克的辩证关系有效维持了地球生态系统的生存均衡和进化发展。受之启迪,协同进化遗传算法考虑了种群之间以及种群与环境之间的协调,提高了算法的优化搜索能力,也不乏成功应用案例,引起人们的广泛关注。

该书是著者近 5 年来在多项国家自然科学基金和教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目资助下,取得的一系列关于协同进化遗传算法研究成果的结晶。书中介绍了协同进化遗传算法基本原理、模型和方法,并重点针对协同进化遗传算法迄今为止面临的若干难题,系统阐述了协同进化遗传算法中子种群数量和规模、搜索区域的调控、代表个体的选择,以及计算资源的分配等关键理论和方法。此外,书中还详细介绍了协同进化遗传算法的若干典型的应用,包括:多峰多目标复杂数值函数优化、机器人协调路径规划、神经网络优化,以及群体决策等。该书内容丰富,阐述严谨,思想方法新颖且理论联系实际,不失为我国自然计算领域又一部有一定阅读和参考价值的著作。

王煦法

中国科学技术大学计算机学院

前 言

智能计算与智能优化是近年来计算机及信息学科的热点研究方向,其中,遗传算法又是智能计算与智能优化的主要研究方向之一。单种群遗传算法难以有效地解决多峰多目标复杂数值函数优化、多机器人协调路径规划、神经网络结构与连接权值同时优化,以及群体决策等复杂的实际优化问题,而协同进化遗传算法由于同时采用多种群进化,并有效地利用种群进化过程中的信息,从而可以高效地解决上述优化问题。自 20 世纪 70 年代被提出以来,协同进化遗传算法已在许多领域得到成功的应用。

但是,目前关于协同进化遗传算法的研究成果尚没有解决如下核心问题:①如何将优化问题的决策变量进行合理的分组,从而确定合适的协同进化子种群的数量?②多个进化子种群的引入不可避免地提高了计算量,而计算量的大小与子种群的规模有密切的关系,但是,如何合理地确定协同进化子种群的规模,或者说,协同进化子种群的规模能否自适应变化?③搜索区域的大小严重地影响算法的性能,根据协同子种群进化的进程,有效地缩小搜索区域,可望提高算法的性能,但是,如何自适应地变化搜索区域?④代表个体选择是协同进化遗传算法的另一个核心问题,对于要解决的优化问题,应该选择多少个代表个体,选择哪些代表个体,以及这些代表个体如何组合?⑤协同进化子种群的网络实现,可以大幅度地提高算法的并行计算能力,但是,算法实现所需要的资源通常是有限的,此时,如何合理分配有限的计算资源?

鉴于此,作者在多项国家自然科学基金和教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目资助下,近 5 年来,一直从事协同进化遗传算法原理、核心技术及其应用的研究工作,提出了一整套协同进化遗传算法的理论,解决了一系列协同进化遗传算法的核心技术,并将其成功地应用于许多复杂的实际优化问题,这些工作大大丰富了协同进化遗传算法理论,提高了协同进化遗传算法解决复杂的实际优化问题的能力,也为协同进化遗传算法在其他领域的进一步应用奠定了技术基础,具有重要的理论意义和实际应用价值。

本书是作者在国内外本领域权威期刊以及有影响的国际会议论文集上,发表十余篇学术论文的基础上进一步加工、深化而成的,是对已有的研究成果的全面总结。主要包括:协同进化遗传算法入门、基于紧联结识别的协同

进化种群分割、协同进化种群的搜索区域动态变化、协同进化遗传算法的种群规模动态变化、基于局域网并行实现的协同进化种群的个体选择、协同进化遗传算法网络实现的资源分配、协同进化遗传算法的搜索空间分割,以及算法在多峰多目标复杂数值函数优化、多机器人协调路径规划、神经网络结构与连接权值同时优化和群体决策中的应用。作者愿将这些研究成果与国内外同行一起分享,以推动该领域的进一步研究与发展。

本书在阐述协同进化遗传算法理论与核心技术时,均给出了问题研究的意义和必要性、所提算法的思想、相关的技术措施,以及实现算法的具体步骤等。在阐述算法的应用时,均给出了应用问题的背景、应用过程中所需参数的取值、不同算法的对比结果,以及详细的分析等。有助于读者正确理解本书所述内容以及深入这一领域的研究。

在本书的撰写过程中,作者得到中国科技大学博士生导师王煦法教授多方面的指导,王老师在百忙之中不但仔细地审阅了全部书稿,提出了许多非常中肯的建议和意见,而且欣然为本书作序,令作者深受鼓舞,在此向王老师表示衷心的感谢!中国矿业大学信息与电气工程学院的马小平教授、李明教授、孙伟教授等为本书的撰写提供了许多有益的指导,周勇副教授、李苏北副教授等为书稿提出了许多宝贵的意见,江苏省重点学科“控制理论与控制工程”博士点也为本书的出版提供了大力的帮助,在此一并表示感谢!

协同进化遗传算法是一个快速发展、多学科交叉的新颖研究方向,其理论及应用均有大量的问题尚待进一步深入的研究。由于作者学识水平和可获得资料的限制,书中不妥之处在所难免,敬请同行专家和读者批评指正。

作 者

2008年12月于中国矿业大学

目 录

《智能科学技术著作丛书》序

序

前言

第 1 章 协同进化遗传算法入门	1
1.1 遗传算法	1
1.1.1 遗传算法的运行机制	1
1.1.2 遗传算法的提出与发展	2
1.1.3 并行遗传算法	3
1.2 协同进化遗传算法	4
1.2.1 协同进化遗传算法的提出	4
1.2.2 协同进化遗传算法的思想	5
1.2.3 竞争型协同进化遗传算法	5
1.3 合作型协同进化遗传算法	6
1.3.1 合作型协同进化遗传算法的思想	6
1.3.2 进化个体评价	7
1.3.3 代表个体选择	7
1.3.4 合作型协同进化遗传算法的研究	9
1.3.5 合作型协同进化遗传算法存在的问题	11
1.4 本书主要内容	12
1.5 本章小结	15
参考文献	15
第 2 章 基于紧联结识别的协同进化种群分割	17
2.1 种群分割的必要性	17
2.2 基于概率模型的紧联结识别算法	19
2.3 基于紧联结识别的协同进化种群分割	23
2.3.1 一次性紧联结识别协同进化种群分割	23

2.3.2 进化紧联结识别协同进化种群分割	24
2.4 在多模态数值函数优化中的应用	26
2.4.1 优化函数描述	26
2.4.2 运行环境与参数设置	28
2.4.3 运行结果比较与分析	28
2.5 本章小结	30
参考文献	31
第3章 协同进化种群搜索区域的动态变化	32
3.1 搜索区域动态变化的必要性	32
3.2 搜索区域动态变化	34
3.2.1 搜索区域变化时机	35
3.2.2 搜索区域变化策略	35
3.3 种群规模自适应调整	36
3.3.1 种群规模调整策略	36
3.3.2 新种群的生成	36
3.3.3 算法步骤	37
3.4 算法性能分析	37
3.5 在多模态数值函数优化中的应用	38
3.5.1 优化函数描述	39
3.5.2 运行环境与参数设置	39
3.5.3 停机准则	40
3.5.4 运行结果比较与分析	40
3.6 本章小结	42
参考文献	43
第4章 协同进化遗传算法种群规模的动态变化	44
4.1 种群规模动态变化的必要性	44
4.1.1 单种群遗传算法的变种群规模	44
4.1.2 多种群遗传算法的变种群规模	46
4.1.3 合作型协同进化遗传算法的计算复杂性	47
4.1.4 种群规模动态变化的意义	47
4.2 基于二进制编码的搜索区域变焦	48

4.3 基于实数编码的搜索区域变焦	49
4.3.1 进化子种群的表示	50
4.3.2 子种群的进化能力	50
4.3.3 搜索子空间的变焦	51
4.4 子种群规模动态变化	52
4.4.1 代表个体的信用度	52
4.4.2 算法步骤	53
4.5 在多模态数值函数优化中的应用	53
4.5.1 被优化函数	53
4.5.2 参数取值	55
4.5.3 优化结果与分析	56
4.6 与第3章的比较	57
4.7 本章小结	58
参考文献	58
第5章 基于局域网并行实现的协同进化种群的代表个体选择	60
5.1 局域网并行实现的必要性	60
5.2 协同进化遗传算法的局域网并行实现	61
5.3 代表个体选择	62
5.3.1 影响代表个体选择的因素	62
5.3.2 代表个体选择方法	63
5.3.3 子种群分布的多样性描述	64
5.3.4 代表个体数量	65
5.3.5 选择代表个体	65
5.3.6 合作团体构成	66
5.3.7 算法步骤	67
5.4 在多模态数值函数优化中的应用	67
5.4.1 被优化函数	67
5.4.2 计算资源的性能	68
5.4.3 参数取值	69
5.4.4 优化结果与分析	69
5.5 本章小结	72

参考文献	73
第 6 章 协同进化遗传算法网络实现的资源分配	74
6.1 资源分配的必要性	74
6.2 资源分配决策模型	75
6.2.1 需要考虑的因素	75
6.2.2 一些假设	76
6.2.3 决策模型	76
6.2.4 对模型的解释	77
6.3 决策模型求解	78
6.4 算例	78
6.4.1 各子种群采用相同的遗传策略	79
6.4.2 子种群分为多组,不同组采用不同的遗传策略	80
6.4.3 各子种群均采用不同遗传策略	82
6.5 本章小结	83
参考文献	84
第 7 章 协同进化遗传算法的搜索空间分割	85
7.1 空间分割的必要性	85
7.2 算法思想及空间分割	86
7.3 种内及种间进化遗传算法	87
7.3.1 种内进化遗传算法	87
7.3.2 种间进化遗传算法	88
7.3.3 新的进化子种群的生成	89
7.4 超级个体集合	89
7.5 算法复杂度分析	90
7.6 在多目标数值函数优化中的应用	92
7.6.1 参数设置	92
7.6.2 空间分割个数对 Pareto 边界的影响	93
7.6.3 子空间划分形式对 Pareto 边界的影响	94
7.6.4 种内进化策略对 Pareto 边界的影响	94
7.6.5 超级个体的形成和更新策略对 Pareto 边界的影响	95
7.6.6 种间进化对 Pareto 边界的影响	96

7.7 本章小结	97
参考文献	97
第8章 协同进化遗传算法在机器人路径规划中的应用	99
8.1 机器人路径规划	99
8.1.1 传统路径规划方法	99
8.1.2 智能路径规划方法	100
8.2 多机器人协调路径规划模型	102
8.3 多机器人协调路径规划的协同进化遗传算法求解	105
8.3.1 递阶编码	105
8.3.2 适应度函数	107
8.3.3 遗传操作	108
8.3.4 算法步骤	108
8.4 算例	108
8.4.1 问题描述	109
8.4.2 实验设置	109
8.4.3 实验结果及性能分析	109
8.5 本章小结	110
参考文献	111
第9章 协同进化遗传算法在神经网络优化中的应用	113
9.1 神经网络优化	113
9.1.1 传统训练算法	114
9.1.2 基于遗传算法的神经网络设计	115
9.2 神经网络优化的协同进化遗传算法求解	117
9.2.1 进化种群分割	118
9.2.2 决策变量编码	118
9.2.3 交叉操作	120
9.2.4 变异操作	120
9.2.5 基于启发式的神经网络结构优化	121
9.2.6 适应度函数	122
9.2.7 代表个体选择	122
9.2.8 算法步骤	122

9.3 用于分类的神经网络优化	123
9.3.1 问题描述	123
9.3.2 实验设置	124
9.3.3 实验结果及性能分析	124
9.4 本章小结	126
参考文献	126
第 10 章 协同进化遗传算法在群体决策中的应用	128
10.1 群体决策的必要性和难度	128
10.2 分布协同交互式遗传算法	129
10.2.1 共享个体	130
10.2.2 群体决策结果的评价	133
10.2.3 类适应值替换	133
10.3 在服装进化设计系统中的应用	134
10.3.1 实验设置	134
10.3.2 实验结果及分析	136
10.4 本章小结	137
参考文献	138
附录 部分协同进化遗传算法源程序	139
附录 1 标准合作型协同进化遗传算法 MATLAB 源程序	139
附录 2 第 8 章机器人路径规划部分源程序	146

第 1 章 协同进化遗传算法入门

遗传算法(genetic algorithms, GA)是 20 世纪 60 年代被提出的一种模拟生物进化和遗传变异机制的概率优化方法。自被提出以来,该算法已在数值函数优化、组合优化、调度、产品设计等领域得到广泛应用。在应用过程中,人们逐渐发现传统遗传算法的性能难以满足要求,于是众多学者提出了很多高性能的改进遗传算法。协同进化遗传算法(co-evolutionary genetic algorithms, CGA)即是其中的一种,它是基于多个种群同时进化的遗传算法。由于其优越的性能,近年来该算法得到学术界的普遍重视,并取得了丰硕的研究成果。

但是,成功地应用协同进化遗传算法解决复杂优化问题,绝非简单的事情。这是因为,协同进化遗传算法本身有许多特殊的问题需要解决。只有这些问题得到有效解决,其优越性才能得到充分发挥。本书即阐述协同进化遗传算法需要解决的问题,以及近年来提出的解决方法及其在许多领域的应用。为便于读者理解,在此之前,我们首先简要地介绍相关的基础知识,包括遗传算法、协同进化遗传算法的原理和步骤等。

1.1 遗传算法

优化问题在实际系统中是普遍存在的,如旅行商问题、车间调度问题、产品设计问题等。对于一个优化问题,如果其目标函数是可微的,并且问题的规模不是很大,我们可以采用一些传统的优化方法解决,如牛顿法。可是,对于目标函数不可微甚至不连续,或者虽然目标函数可微但问题的规模非常大的优化问题,很多传统的优化方法往往不再适用。

遗传算法是一种模拟生物进化和遗传变异机制的概率优化方法^[1]。由于它不要求被优化的目标函数是连续和可微的,并且能在容许的时间内找到大规模优化问题的满意解,因此在学术界和工业界得到普遍关注。

1.1.1 遗传算法的运行机制

采用遗传算法解决优化问题时,问题的一个候选解被编码成个体,通常采用二进制串表示。遗传算法包含一定数量的个体,它们形成候选解的群体,也

称种群。初始种群中的每一个体随机生成,然后通过一个评价过程赋予个体合适的值,称为适应值。基于被优化的目标函数,好的个体一般被赋予高的适应值,它们在下一代往往有更多的机会被选择,以生成新的个体。新个体的生成可以直接拷贝上一代(或称父代)的个体,而不做任何改变,也可以对上一代个体进行局部修改,以提高这些个体的适应值。典型的改变个体的操作称为交叉,该操作通过混合两个被选择的父代个体的部分基因,从而生成两个新的个体。交叉操作主要基于已有的解对搜索空间进行开发。除此以外,还需要探索没有被当前解表示的搜索空间,这由变异操作完成。该操作通过随机地改变个体的某一部分来产生新个体。新产生的种群再采用相同的评价过程评价。这个过程循环进行,直到满足设定的算法终止条件为止^[2]。

1.1.2 遗传算法的提出与发展

遗传算法最早于 20 世纪 60 年代由美国密西根大学的 Holland 教授及其学生和同事提出来的。早在 1967 年,他的学生 Bagley 在博士学位论文中首次提出了“遗传算法”一词^[3]。1970 年, Cavicchio 应用遗传算法解决了人工搜索中的两个问题,分别是子程序选择和模式识别。此外,他对遗传算法采用的操作及算法的自我调整也做了不少很有特色的研究^[4]。1971 年, Hollstien 第一个把遗传算法应用于函数优化问题,主要讨论二变量函数优化。他对优势基因控制、交叉操作、变异操作及各种编码技术等进行了深入的研究^[5]。

1975 年, Holland 出版了有关遗传算法的经典著作 *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, 提出了著名的模式定理, 奠定了遗传算法研究的理论基础^[1]。同年, De Jong 完成了此后遗传算法研究, 具有指导意义的博士学位论文“Analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems”, 建立了著名的 De Jong 五函数测试平台, 定义了评价遗传算法性能的标准, 并以函数优化为例, 对遗传算法六种方案的性能及机理进行了详细的实验和分析^[6]。他的工作成为后继者的范例, 并为遗传算法的广泛应用奠定了坚实的基础。

1981 年, Brindle 在博士学位论文中研究了六种选择策略, 克服了 De Jong 的轮盘赌选择操作导致的随机误差^[7]。在理论研究方面, Goldberg 等给出了模式定理的推广形式, 并基于该推广形式, 考虑单点交叉操作, 给出了为使某优良模式包含的个体数随进化代数增长, 其交叉概率的最大值。此外, 还考虑了联赛选择、截断选择和比例选择等对某优良模式的影响^[8]。期间, 人们还建立了遗传算法的不同模型, 典型的如 Holland 模型、Markov 链模型、公理化模型以及连续(积分算子)模型等。

20 世纪 80 年代中期,有关遗传算法的国际学术组织成立,如 1985 年,在美国成立了国际遗传算法学会,并召开了第一届遗传算法国际学术会议,此后该会议每两年举行一次。

1989 年,Goldberg 出版了优秀著作 *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*,对遗传算法及其应用作了全面而系统的论述^[8]。一般认为,这一时期遗传算法从古典阶段发展到了现代阶段,该书奠定了现代遗传算法的基础。

1991 年,Davis 出版了 *Handbook of Genetic Algorithms* 一书,书中包括了遗传算法在工程技术和生活中大量的应用实例,对有效应用遗传算法具有重要的指导意义^[9]。国际学术期刊 *Artificial Intelligence*、*Machine Learning* 等也不断刊登关于遗传算法的论文,而后者有数期关于遗传算法的专刊。此外,人工智能和机器学习的国际学术会议也相继开设了有关遗传算法的专题研讨。

1994 年,在美国奥兰多召开的 IEEE 全球计算智能大会 (IEEE World Congress on Computation Intelligence) 上,进化计算同模糊逻辑、神经网络一起统称为计算智能,成为研究智能控制的重要方面。

1.1.3 并行遗传算法

人们对遗传算法研究兴趣的日益增长主要有两个方面的原因:一是工程领域,尤其是智能控制领域,不断涌现的大规模非线性系统中存在大量传统优化算法不能有效解决的问题,如神经网络的结构和权值优化、模糊逻辑系统的模糊规则选取,以及隶属度函数确定等;二是遗传算法本身就是模拟自然演化过程的,是一种全局概率搜索优化算法,它针对染色体而不是决策变量本身进行遗传操作,且对优化函数本身没有什么要求。因此,遗传算法在函数优化、参数辨识、机器人控制、神经网络训练以及模糊逻辑系统等方面得到了非常广泛的应用。

在看到遗传算法具有很多优越性的同时,也应该看到它的不足之处:如决策变量的编码方案、适应度函数的确定、遗传操作及其参数等关键部分的设定还具有很大的主观性和经验性;进化结果往往对参数的初始条件和初始种群具有一定程度的依赖性;不合适的遗传操作会导致进化种群失去多样性而早熟收敛;种群的收敛速度会随着决策变量编码长度的增加而降低;对于复杂的优化问题,冗长的决策变量编码会导致进化的时间很长而失去真正的实用意义。此外,相对于鲜明的生物学基础而言,其理论研究比较薄弱。

正是由于遗传算法在应用中还存在一些问题,使得人们在应用遗传算法