

专著

ZHUANZHU

导弹毁伤效能优化方法

汪民乐 高晓光 邓 昌 著

IUANZHU

西北工业大学出版社

DAODAN HUIISHANG XIAONENG YOUHUA FANGFA

导弹毁伤效能优化方法

汪民乐 高晓光 邓 昌 著

西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】 本书以现代作战效能分析理论和智能计算方法为基础,依据导弹武器系统战术、技术指标和导弹毁伤效能优化的总体要求,对导弹毁伤效能优化方法进行深入研究。建立导弹打击目标选择优化模型、导弹对单个目标毁伤效能优化模型和导弹毁伤效能总体优化模型;根据导弹毁伤效能优化模型的非线性、多峰性特点,提出相应的基于遗传算法的智能求解方法;以未来网络中心战模式下导弹力量参与基于效果的并行作战为应用背景,建立基于效果的导弹毁伤效能优化模型,并给出模型求解方法。本书能够为导弹研制中进行毁伤效能分析论证提供理论与方法,为导弹作战指挥中导弹打击方案评估与优化提供决策支持,为其他武器装备的毁伤效能分析在模型与方法上提供借鉴。

本书的主要读者对象为导弹研制部门中从事导弹武器毁伤效能分析与论证的人员、作战部队中从事导弹打击规划决策工作的人员以及从事与导弹武器毁伤效能分析相关工作的其他人员。

图书在版编目(CIP)数据

导弹毁伤效能优化方法/汪民乐,高晓光,邓昌著.

—西安:西北工业大学出版社,2017.12

ISBN 978-7-5612-5731-9

I. ①导… II. ①汪… ②高… ③邓… III. ①导弹—损伤—武器效能—研究 IV. ①E927

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 294016 号

策划编辑:雷 鹏

责任编辑:李阿盟

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:727 mm×960 mm 1/16

印 张:15.625

字 数:293 千字

版 次:2017 年 12 月第 1 版

2017 年 12 月第 1 次印刷

定 价:68.00 元

前 言

导弹作战效能优化在导弹研制和作战运用中均发挥着重要作用,而毁伤效能优化是其重要组成部分。目前,在毁伤效能优化中大量运用模型化方法,但由于导弹自身性能的复杂性、导弹作战运用的复杂性以及作战环境的复杂性,导致导弹毁伤效能优化模型的高度复杂性,从而使导弹毁伤效能优化模型的求解变得十分困难。传统的求解算法存在两个难以逾越的障碍——局部极优和时间复杂性问题,而现代智能算法的典型代表——遗传算法(Genetic Algorithm,GA),作为一种仿生类智能化随机搜索算法,因其独特的优点为解决这一难题提供了有效途径。

本书以遗传算法理论为基础,从导弹武器战术运用角度出发,以实现导弹毁伤效能智能优化为目的开展研究,主要内容包括以下三个部分:

(1)导弹毁伤效能优化的智能算法基础。从GA基础理论、GA改进、GA控制参数优化、GA应用等方面系统分析GA的研究现状及其发展趋势;针对目前GA理论研究上的重点和难点之一——GA收敛效率问题,从多方面展开研究分析;根据导弹毁伤效能优化模型的非线性、多峰性特点,构造相应的基于GA的高效智能优化算法。

(2)基于智能计算的导弹毁伤效能优化方法。针对导弹打击目标选择中存在的目标重要性不易评定的难点,以GA与模糊系统理论为基础,提出新的目标优选算法;针对导弹武器对不同类型的单个地面目标射击的最优战术运用问题,建立相应的毁伤效能优化模型,并运用基于GA的智能优化算法进行求解;针对导弹毁伤效能总体优化问题,即导弹武器火力规划问题,提出基于GA的智能化火力规划算法,用以提高多地面目标、多波次、多平台情形下导弹毁伤效能。

(3)基于效果的导弹毁伤效能优化方法。立足于导弹武器作战运用的未来发展,以网络中心战模式下导弹力量参与基于效果的并行作战为应用背景,结合基于效果作战、不确定多属性决策、模糊智能理论、现代仿生优化算法等相关理论和方法,针对导弹作战运用过程中的实际问题,将战争的主体——“人”的因素充分考虑进去,建立基于效果的导弹毁伤效能优化模型,并给出模型求解方法和相关示例。

本书由汪民乐提出立题,并设计全书总体框架和编写纲目。具体编写分工如下:第1篇由高晓光撰写,第2篇由汪民乐撰写,第3篇由邓昌撰写,最后由汪民乐负责对全书统稿。

本书的撰写与出版受到军队“2110 工程”及火箭军工程大学学术专著出版基金的资助,并得到火箭军工程大学理学院的领导和同志们的大力支持与帮助,在此一并致谢!

由于水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正!

著 者

2017 年 8 月

目 录

第 1 篇 导弹毁伤效能优化的智能算法基础

第 1 章 导弹毁伤效能优化的智能算法导论	1
1.1 引言	1
1.2 遗传算法基本原理	3
1.3 国内外遗传算法研究现状	5
1.4 本篇主要内容	9
参考文献	9
第 2 章 遗传算法的收敛效率分析	13
2.1 引言	13
2.2 GA 收敛效率指标	13
2.3 基于模式的 GA 收敛效率分析	15
2.4 GA 的全局收敛性	18
2.5 遗传算法控制参数优化策略	24
2.6 GA 早熟问题的定量分析及其预防策略	28
2.7 本章小结	33
参考文献	34
第 3 章 新型高效率遗传算法设计	37
3.1 高效率遗传算子设计	37
3.2 提高非线性优化全局收敛性的新型 GA	41
3.3 求解非线性混合整数规划的新型 GA	45
3.4 求解多目标规划的新型 GA	49
3.5 高效率混合 GA	52
3.6 本章小结	59
参考文献	59

第2篇 基于智能计算的导弹毁伤效能优化方法

第4章 导弹毁伤效能优化导论	61
4.1 引言	61
4.2 国内外导弹毁伤效能分析的研究现状	62
4.3 导弹毁伤效能优化的系统分析	64
4.4 本篇主要内容	66
参考文献	67
第5章 导弹毁伤效能的随机型与模糊型指标	70
5.1 引言	70
5.2 基本概念	70
5.3 导弹毁伤效能随机型指标及其计算	71
5.4 导弹毁伤效能模糊型指标及其计算	78
5.5 本章小结	82
参考文献	82
第6章 基于遗传算法与模糊理论的导弹攻击目标选择算法	84
6.1 引言	84
6.2 基于模糊分类的战略目标选择算法	85
6.3 基于遗传算法的子目标选择算法	88
6.4 算例	92
6.5 本章小结	97
参考文献	98
第7章 基于遗传算法的导弹对单个目标毁伤效能智能优化	99
7.1 引言	99
7.2 两种射击方式下导弹对单个小目标毁伤效能的计算方法	99
7.3 导弹对单个小目标毁伤效能的马尔可夫链分析模型	104
7.4 基于改进 GA 的导弹对单个小目标攻击弹序优化	110
7.5 导弹对面积目标毁伤效能的多目标遗传优化	115

7.6 导弹对密集型集群目标毁伤效能的多目标遗传优化	119
7.7 基于最优化理论的导弹对疏散型集群目标毁伤效能优化	121
7.8 基于遗传算法的导弹对疏散型集群目标毁伤效能优化	124
7.9 导弹对单个目标射击必需弹数的优化计算	128
7.10 本章小结	133
参考文献	134
第 8 章 基于遗传算法的导弹毁伤效能总体优化	136
8.1 引言	136
8.2 基于非线性混合变量优化 GA 的小规模毁伤效能总体优化	136
8.3 基于递阶嵌套遗传算法的大规模毁伤效能总体优化	141
8.4 基于改进单亲遗传算法的多波次导弹攻击最优火力分配	151
8.5 本章小结	158
参考文献	158
 第 3 篇 基于效果的导弹毁伤效能优化方法	
第 9 章 基于效果的导弹毁伤效能优化导论	161
9.1 引言	161
9.2 国内外导弹毁伤效能优化研究现状	163
9.3 本篇主要内容	165
参考文献	166
第 10 章 基于效果的导弹毁伤效能优化决策总体描述	167
10.1 基本概念	167
10.2 基于效果的常规导弹毁伤效能优化决策的特点	169
10.3 基于效果的常规导弹毁伤效能优化决策的任务及总体流程	170
10.4 基于效果的常规导弹毁伤效能优化决策的原则	171
10.5 本章小结	172
参考文献	172
第 11 章 基于效果的导弹作战任务分析	173
11.1 引言	173

11.2	基于效果的宏观作战任务的确定	173
11.3	宏观作战任务向基本任务的分解	175
11.4	基本任务向任务单元的分解	176
11.5	作战任务分析示例	177
11.6	本章小结	179
	参考文献	179
第 12 章	基于效果的导弹打击目标选择方法	180
12.1	引言	180
12.2	基于效果的常规导弹打击目标优选的原则	180
12.3	基于效果的常规导弹打击目标价值分析	181
12.4	基于效果的常规导弹打击目标优选模型	183
12.5	计算示例	184
12.6	本章小结	187
	参考文献	188
第 13 章	基于效果的导弹毁伤指标分析	189
13.1	引言	189
13.2	目标分类	190
13.3	一般目标物理毁伤的评估方法	191
13.4	系统目标失效率的评估方法	196
13.5	心理目标瓦解程度的评估方法	202
13.6	本章小结	208
	参考文献	208
第 14 章	基于效果的导弹火力分配方法	210
14.1	引言	210
14.2	基于效果的导弹火力分配模型	211
14.3	基于效果的射击有利度评价	213
14.4	基于效果的导弹火力分配模型的求解	219
14.5	基于效果的导弹火力分配仿真示例	224
14.6	基于效果的瞄准点选择方法	226
14.7	本章小结	229

参考文献.....	230
第 15 章 基于效果的导弹火力突击时机选择方法	232
15.1 引言.....	232
15.2 首次火力突击时机的选择.....	232
15.3 后续火力突击时机的选择.....	234
15.4 计算示例.....	237
15.5 本章小结.....	238
参考文献.....	239

第 1 篇 导弹毁伤效能优化的 智能算法基础

第 1 章 导弹毁伤效能优化的 智能算法导论

1.1 引 言

当今世界呈现多极化格局,和平与发展成为时代主题,但天下并不太平,战争并不遥远!

近期发生的局部战争已经表明,在未来信息化战争中,导弹力量的地位和作用越来越重要,类似于远程打击、防区外攻击、超视距作战以及非接触作战等新概念和新战术已经形成并在实战中经受了检验。正因如此,提高导弹力量的作战能力已成为世界上许多军事强国追求的共同目标。要有效提高导弹力量的作战能力,就必须从导弹的研制和作战运用两方面入手,而无论对于研制还是对于作战运用,导弹作战效能分析都是一项重要的基础性工作。导弹作战效能分析是一门方兴未艾的年轻科学,自诞生之日起就在导弹武器系统总体方案评估、导弹结构及外部设计、导弹作战运用方案评估以及作战行动效能评估等方面发挥着重要作用,因而美国、俄罗斯等军事强国都对导弹作战效能分析给予了足够的重视。

广义地讲,导弹作战效能分析包括作战效能评估和作战效能优化。目前,在效能评估方面研究成果较多,方法也较成熟,但效能优化方面的研究成果偏少,许多问题亟待解决。从我军建设现状和未来所要承担的作战任务来看,提高导弹作战效能尤其是导弹毁伤效能已是迫在眉睫。但长期以来,由于受防御战略的影响及导弹性能的局限,有关作战效能优化的研究主要集中于防御系统效能优化,而有关导弹作战效能特别是导弹毁伤效能优化的研究则严重不足,即存在着严重的“重防

轻攻”现象,而这一问题的解决有赖于导弹效能优化研究的深入开展和研究水平的迅速提高。

导弹效能优化要解决的核心问题是如何从导弹研制和战术运用两个角度出发,最大限度地提高导弹作战效能,目前所采用的主要方法是实际试验法和数学模型法。由于实际试验成本高且有危险性,因而最为常用的方法是数学模型法,包括解析模型法和模拟模型法,而解析模型法因其简洁性和低成本而更多地被采用,但目前解析优化方法还存在诸多不足,其中一个突出的瓶颈就是解析优化模型的求解。由于导弹自身性能的复杂性、武器系统的复杂性以及作战环境的复杂性,往往导致解析优化模型的高度复杂性,所以在作战效能优化中,非凸、多峰、多层、多目标等复杂优化模型屡见不鲜,而目前缺乏求解此类复杂模型的有效算法。现有的梯度法和直接法均为求局部极优解的算法,因而无法保证最大限度地发挥导弹的作战效能,这成为作战效能优化中的一个难点,而诞生于 20 世纪 70 年代的遗传算法(Genetic Algorithm, GA)^[1]为解决这一难题带来了曙光。GA 是计算智能(Computational Intelligence)的一个重要分支,它是一种智能化、仿生类随机寻优算法,具有传统优化算法无可比拟的优点。例如,GA 不依赖于具体问题;采用进化机制,作用对象为一群体;不易陷入局部极优,具有全局收敛性;不要求目标函数连续可微,甚至不要求有明确的目标函数表达式;GA 的搜索过程具有隐并行性(implicit parallelism),同时 GA 本身也可以并行实现。此外,GA 还具有很强的自适应、自组织、自学习性和高度的鲁棒性(robustness)。这些优点使得 GA 几乎适用于任何最优化问题。当然,导弹作战效能优化问题也不例外。

基于上述认识,本书选择的重点是,以 GA 为理论基础和工具,从导弹战术运用的角度出发,实现导弹作战效能的重要组成部分——毁伤效能的最优化。如前所述,当前在导弹作战效能优化中,存在着诸如局部极优等不足,毁伤效能优化亦不例外。本书试图通过对 GA 理论进行多方面研究,提出适用于不同类型优化问题的新型 GA,并应用于毁伤效能解析优化模型求解之中,以期最大限度地提高导弹毁伤效能。由于解析模型具有结构简单、建模周期短、成本低且应用方便等优点,所以,本书所建立的毁伤效能优化模型均采用解析形式。在优良算法的配合下,解析模型的解算既能满足精确性要求,又能满足快速性要求,这也正是本书算法设计所追求的目标。在方法上,本书并非完全摒弃经典优化算法,而是力图实现 GA 与经典优化算法的有机融合。本书不仅能够进一步发展 GA 理论和方法,而且还开辟了导弹毁伤效能优化研究的新领域——基于 GA 的智能化毁伤效能优化。

1.2 遗传算法基本原理

1.2.1 概述

GA 是模拟 Darwin 遗传选择和自然淘汰的生物进化过程的计算模型,是由美国 Michigan 大学的 John H. Holland 教授创立的。1975 年,John H. Holland 教授的专著 *Adaptation in Natural and Artificial System* 的出版标志着 GA 的正式诞生。此后,David E. Goldberg 在 1989 年出版了 *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning* 一书,这是 GA 发展史上的又一个里程碑。该书全面阐述了 GA 发展历程、现状以及各种算法。近年来,GA 研究与应用日益普遍。

GA 将问题的解表示成染色体(chromosome),一般使用二进制编码表示。每个染色体代表种群的一个个体,评价个体对环境适应程度的函数称为适应度函数(fitness),相应于某一个体的适应度函数值称为该个体的适应度。GA 按适者生存原则对种群(population)作用选择算子(selection)产生中间种群,再对中间种群作用交叉(crossover)和变异算子(mutation)得到新一代种群,如此一代代演化下去,直到满足预期的收敛条件为止。

通常将 Holland 提出的遗传算法称为标准遗传算法或简单遗传算法(Simple GA,SGA),而将此后在 SGA 基础上发展起来的各种遗传算法统称为改进的遗传算法(Modified GAS,MGAS)。

1.2.2 SGA 的数学描述

所谓 SGA 是指具有下列特征的遗传算法:①采用赌轮选择(roulette wheel);②二进制编码;③随机配对并用单点交叉生成两个个体;④群体内允许有相同个体存在。

SGA 包含 5 个基本组成部分:①染色体编码方法;②适应度函数构造;③初始种群生成;④定义在染色体上的遗传算子;⑤参数选择。

SGA 流程图如图 1.1 所示。

SGA 可以形式化定义为 9 元实体:

$$GA = (P^0, I, \lambda, L, f, S, C, m, T)$$

其中, $P^0 = (\alpha_1^0, \alpha_2^0, \dots, \alpha_\lambda^0) \in I^\lambda$ 为初始种群; $I = \{0, 1\}^L$ 为染色体编码; λ 为群体个体数; $L \in \mathbf{N}$ 为染色体长度; $f: I \rightarrow R$ 为适应度函数; $S: I^\lambda \rightarrow I$ 为父代染色体选择操作; $C: I^2 \rightarrow I^2$ 为交叉操作; $m: I \rightarrow I$ 为变异操作; $T: I^\lambda \rightarrow \{0, 1\}$ 为结束判决。

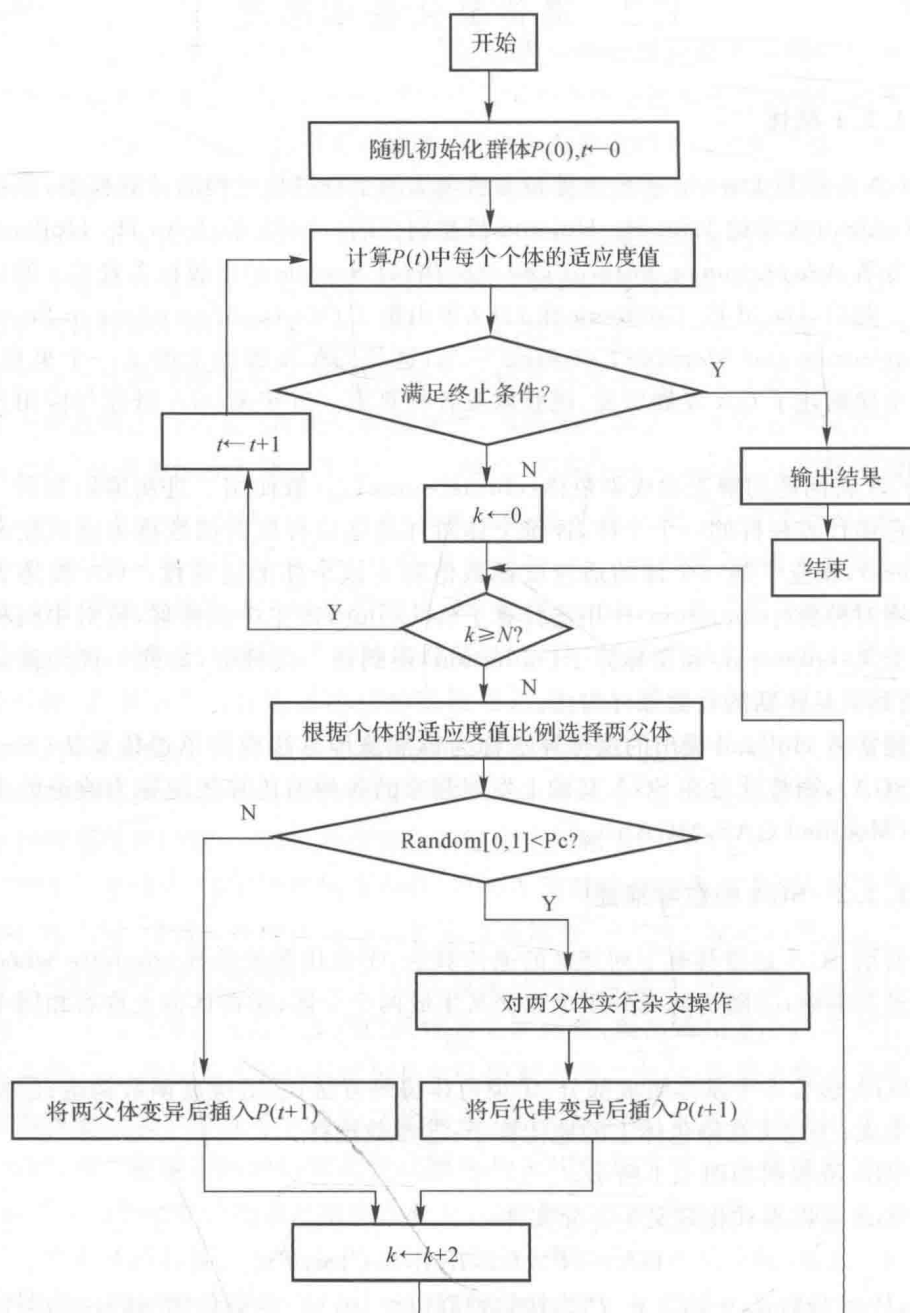


图 1.1 SGA 流程图

1.3 国内外遗传算法研究现状

1.3.1 国内外 GA 研究综述

目前,国内外有关 GA 的研究可分为基础理论、算法改进、控制参数优化和 GA 应用等方面。

1. GA 基础理论研究

GA 基础理论研究主要包括模式定理与模式分析、收敛性分析及其证明。

Holland 的模式理论奠定了 GA 的数学基础,根据隐并行性得出的每一代处理的有效模式的下限值是 $n^3/(C_1 l^{1/2})$, 其中, n 是种群规模, l 是串长, C_1 是小整数。文献[2]推广了这一研究,获得 $n=2^{\beta l}$, β 为任意值时处理有效模式的表达式;文献[3]对模式定理进行了分析,指出模式定理揭示了模式 H 在经过选择、交叉和变异后,第 $k+1$ 代与第 k 代数目的关系,并提出了无交叉时的模式定理。近年来,一些学者推广了模式定理研究,产生了广义模式定理。文献[5]提出了具有倒位算子的模式定理;文献[6]根据模糊 GA 的作用机制,提出了相应的模糊模式定理;文献[7]提出了十进制编码模式定理,从而使模式定理的适用范围摆脱了二进制编码的束缚。

在 GA 收敛性研究方面,马尔可夫链是主要分析模型。文献[8]证明了 GA 在精华选择方式下的收敛性;文献[9]证明了标准 GA 不是全局收敛的,而采用最佳个体保留策略的 GA 是全局收敛的,这是目前得到的关于 GA 收敛性的最为深刻的结果;文献[10]给出连续 GA 的收敛性分析,但该结果建立在种群规模无限基础之上;文献[11]提出 GA 过早收敛的原因是由交叉算子引起的,并据此提出 GA 修正策略;文献[12]首次定义了一类使 GA 从全局最优解发散的问题,称为 GA-欺骗问题(GA-deceptive);文献[13]运用 Walsh 模式转换法设计出了最小欺骗问题,并进行了详细分析;文献[15]研究了 Walsh 模式变换与模式处理的关系,讨论了 GA-欺骗问题与解空间表示之间的关系。

GA 收敛性研究的意义是评价算法的可用性,而收敛速度是度量算法效率和优劣的一个重要指标。目前,GA 收敛速度方面的研究成果较少^[16]。

2. GA 微观改进研究

GA 微观改进方面的研究主要包括遗传算子设计研究和编码方法研究。

GA 参数编码的目的是将优化问题转化为一个组合问题。目前,在编码方法上,除了传统的二进制编码方法外,主要有如下方法:浮点数编码、动态编码、对称编码、多维编码和树形编码等。这些方法各有特点,应视具体问题而定。

遗传算子设计研究主要包括选择、交叉和变异等三个 GA 基本算子的改进。

编码不同,遗传算子的操作步骤一般也会有差异。常用的选择算子有精英选择、重组选择、均分选择、适应度变换、线性排序、竞争选择、联赛选择以及比例选择等,其中比例选择源自SGA,实现过程最为简单。文献[14]提出了分裂选择方法;文献[17]概括了20余种选择方法,并提出微进化结构和人工选择算子;文献[18]提出了扩展选择和偏置选择。常用的交叉算子有一点交叉、两点交叉、均匀交叉、多点交叉、启发式交叉、算术交叉、混合交叉以及自然数编码下的部分匹配交叉等。文献[10]对多维连续空间GA的交叉多样性进行分析,解释了在多维连续空间和大规模种群下使用均匀交叉是如何探索新的空间的;文献[19]提出了交叉位置非等概率选取方法。常用的变异算子有二进制编码下按位取反变异,实数编码下正态变异、非一致变异、均匀变异、自适应变异和多级变异,以及自然数编码下基于对换的变异等。文献[10]提出了随时间变化的变异技术;文献[17]总结了三种变异技术:管理变异、变化的变异概率和单值运算;类似地还有文献[21]提出的变化的变异概率。

除了三种基本遗传算子外,许多高级算子也得到研究,例如倒位算子、分离和易位算子、迁移算子等。目前有关这些高级遗传操作的机理研究还有待深入。

3. GA 宏观改进研究

GA 宏观改进研究主要包括并行 GA (Parallel GA, PGA)、分布 GA (Distributed GA, DGA) 和混合 GA (Hybrid GA, HGA) 研究。

通过多个种群的演化和适当地控制种群之间的相互作用,可以提高求解的速度和解的质量,并行化甚至可以使 GA 获得超线性加速比。由于这些优点,近年来,并行和分布 GA 研究越来越受重视,目前已有几种成功的并行和分布 GA 模型,其中具有代表性的模型如下:

(1) 踏脚石模型(Stepping-Stone Model)。这种模型以互联方式确定子群体间的相邻关系,从而使个体迁移到相邻子群体的概率较大。

(2) 孤岛模型(Island Model)。这种模型使多个孤立的子群体同时进化,周期性地采用迁徙方式在种群间交换好的个体。

(3) 邻域模型(Neighborhood Model)。这种模型采用单一种群,将群体均匀分布在一个二维平面网格中,格点中个体的进化是通过在其邻域内选择个体进行遗传操作来实现的。

在 PGA 和 DGA 具体实现和实验分析方面,许多学者进行了探讨。文献[2]研究了 GA 的隐并行性;文献[22]全面研究了 GA 并行实现的结构问题,给出了同步主从式、半同步主从式、非同步分布式以及网络式等结构;文献[22]还提出了基于对象设计 GA 并行结构的思想;文献[23]用 PGA 求出了 400 维 Rastrigin 多模态函数的全局最小解,显示出 PGA 的高效性;文献[24]给出了 GA 大规模并行实现的例子。

混合 GA(HGA)是近年来 GA 研究中的热点之一。虽然 HGA 一般是串行的,但由于 HGA 融合了局部搜索能力强的传统算法或是某个领域已被证明有效的专有算法,甚至是其他智能化搜索方法,因而能弥补 GA 局部搜索能力低的不足,充分利用启发式信息,提高 GA 关于具体问题的针对性。文献[25]提出把特殊知识与 GA 相结合的方法;文献[26]把 GA 与模拟退火(SA)混合,构成所谓退火演化算法;文献[27]将 GA 与 SA 混合构成遗传 Boltzman 机,用于 Boltzman 机权重优化;文献[28]研究了 GA 与梯度法、爬山法等局部搜索算法的混合;文献[29]和文献[30]对禁忌搜索(Tabu Search, TS)与 GA 混合的必要性与可行性做了分析,给出了一种混合策略;文献[31]提出把基于领域知识的启发式规则嵌入 GA 的方法。

4. GA 控制参数优化研究

GA 控制参数主要包括种群规模 N 、交叉概率 P_c 和变异概率 P_m 等,这些参数的选取对 GA 性能影响较大,因而自然产生了 GA 控制参数优化问题。本质上 GA 控制参数优化是一个非线性优化问题。目前主要有试验法、二级演化法和自适应调节法等。文献[32]首先提出用上一层 GA 来优化下一层 GA 控制参数的方法,但系统开销过大;文献[33]提出用正交试验法选择 GA 控制参数;文献[34]提出了一种自然数编码下种群规模的最优选择方法;文献[4]和文献[36]提出了自适应调整 P_c 和 P_m 的方法。

5. GA 应用研究

由于 GA 对具体问题依赖性小,不要求目标函数连续可微,甚至不要求有明确的目标函数表达式,因而应用十分广泛。GA 应用主要包括以下几方面:

(1)函数优化。这是 GA 最重要的应用领域。由于 GA 的全局最优特征,对于解决不稳定函数优化、复杂非线性函数优化、多峰函数优化以及多目标优化问题尤为有效。GA 在函数优化领域的应用包括两方面:遗传优化算法设计和工程领域中形形色色优化问题的求解,而前者是后者的基础。目前,遗传优化算法已渗透到结构优化、生产制造系统、交通、通信和电力等许多工程领域甚至生物学、计算机科学和社会科学等领域。

(2)组合优化。大多数组合优化问题都属于 NP-hard 类,传统优化方法难以找到全局解,而应用 GA 可以在能承受的时间内找到全局最优解,如旅行商问题(TSP)和装箱问题等。

(3)自动控制。在控制领域,GA 在最优控制、系统辨识和故障诊断等方面都发挥了出色的效用。

(4)机器学习。GA 在机器学习领域的主要应用是分类器系统设计,GA 在其中的主要作用是产生新的分类器。

(5)神经网络。神经网络已成为 GA 应用最为活跃的领域。在该领域,GA 主