

现代智能优化 混合算法及其应用

◎ 梁 旭 黄 明 著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

现代智能优化 混合算法及其应用

梁 旭 黄 明 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

智能优化混合算法是一种以某类优化算法为基础,融合其他智能算法或理论的混合算法,可用于求解各种工程问题优化解。

本书系统讨论了现今应用较为广泛的几种智能优化混合算法,主要内容来源于作者多年的研究成果,使读者比较全面地了解智能优化混合算法的相关知识及应用。本书理论联系实际,集知识性、专业性、操作性、技能性为一体,对智能优化混合算法的原理、步骤、应用等进行了全面且详细的介绍。

本书可作为计算机、自动控制、人工智能、管理科学和工业工程等专业的研究生及高年级本科生教材,也可作为从事计算智能、软件开发等优化相关专业研究人员和工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代智能优化混合算法及其应用/梁旭,黄明著. —北京:电子工业出版社,2011.10

ISBN 978-7-121-14835-4

I. ①现… II. ①梁… ②黄… III. ①最优化算法 IV. ①O242.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第212449号

策划编辑:赵平

责任编辑:徐云鹏 特约编辑:张燕虹

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:720×1000 1/16 印张:14 字数:251千字

印次:2011年10月第1次印刷

印数:1500册 定价:68.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

随着各种智能算法在工程领域（如系统控制、生产调度、人工智能、模式识别等）的迅速推广和应用，作为一个重要的科学分支，智能优化算法受到了越来越多人们的关注，激励人们从更广泛的生物或自然现象寻求启发，以构造新的智能算法或对算法不断地进行改进，从而更好地解决工程中存在的多数复杂问题。采用智能优化算法求解工程优化中的应用问题，其优势主要表现在：

（1）算法原理简单，易于推广和应用。

（2）良好的算法收敛性和搜索速度，优化问题较易取得满意结果。

以上优点使智能优化算法吸引了大量的专家学者对其进行研究，并使其成为人工智能领域的一个研究热点。

目前，智能优化算法的研究成果比较分散，并且相关书籍多数侧重于基本算法的理论介绍。为了使相关研究人员更好地对该领域进行了解和应用，本书在基本智能优化算法的基础上，以遗传算法、蚁群算法、退火算法为核心，专门讨论了相关智能优化混合算法的相关知识，主要内容来源于作者多年的研究成果，强调各类混合算法的结构统一性和研究系统性，从算法理论、步骤和原理几方面进行了系统的阐述和深入的分析，使读者可以比较全面地了解智能优化混合算法。

本书内容自成体系，由7章组成。第1章为绪论，主要介绍遗传算法、蚁群算法、退火算法三种智能优化算法的原理、相关概念和特点等。此外，该章还介绍了混合优化算法的基本概念和相关研究现状等。第2章~第4章分别介绍了混合遗传算法、混合蚁群算法和混合退火算法的改进策略、参数选取、算法原理、算法步骤等内容。第5章对其他典型优化混合算法（如禁忌混合算法、病毒混合算法、粒子群混合算法等）的基本原理、基本步骤、改进内容、改进步骤等进行了介绍。第6章针对当前工程优化领域的典型应用问题（如旅行商问题、车间调度问题、装箱问题、图着色问题等），详细阐述了混合优化算法的应用过程。第7章对当前智能优化混合算法的研究现状、应用情况等进行了总结，并对其下一步

的研究前景进行了展望。

本书可作为优化技术相关专业的师生、研究人员以及工程技术人员的参考书，也可以作为计算机、自动控制、人工智能、管理科学和工业工程等专业的研究生及高年级本科生教材。

本书由梁旭、黄明著，同时要特别感谢刘鹏飞、季宝慧、王东娇、黄辉等，他们做了大量的工作。

大连理工大学刘晓冰教授审阅了全部书稿，并提出许多修改意见，在此表示感谢。

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，请读者和专家批评指正。

作 者

2011年8月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 智能优化算法简介	1
1.1.1 遗传算法简介	1
1.1.2 蚁群算法简介	11
1.1.3 退火算法简介	20
1.2 混合优化算法简介	32
1.2.1 混合优化算法概述	32
1.2.2 混合优化算法现状	32
1.3 本章小结	33
第 2 章 混合遗传算法	34
2.1 基本遗传算法	34
2.1.1 基本遗传算法及流程图	34
2.1.2 基本遗传算法的特点	43
2.2 改进的遗传算法	44
2.2.1 双阈值控制的遗传算法	44
2.2.2 改进的伪并行遗传算法	49
2.2.3 改进的小生境遗传算法	53
2.2.4 改进的自适应遗传算法	56
2.2.5 基于免疫原理的新优化遗传算法	58
2.2.6 模式理论及模式导向的遗传算法	65
2.2.7 改进的双倍体遗传算法	68
2.2.8 改进的并行遗传算法	75
2.3 遗传算法与其他优化算法的融合	80
2.3.1 病毒进化遗传算法	80
2.3.2 改进的 DNA 免疫遗传算法	83
2.4 本章小结	86

第 3 章 混合蚁群算法	87
3.1 基本蚁群算法	87
3.1.1 基本蚁群算法及流程图	87
3.1.2 基本蚁群算法的特点	92
3.2 改进的蚁群算法	93
3.2.1 一种改进的非均匀窗口蚁群算法	93
3.2.2 基于变异和动态信息素更新的蚁群优化算法	99
3.3 蚁群、遗传算法的融合——动态蚁群遗传算法	102
3.4 本章小结	106
第 4 章 混合退火算法	107
4.1 基本退火算法	107
4.1.1 基本退火算法及流程图	107
4.1.2 基本退火算法的特点	112
4.2 退火算法与其他优化算法的融合	113
4.2.1 改进的遗传退火算法	113
4.2.2 基于学习机制的退火并行遗传算法	117
4.3 本章小结	122
第 5 章 其他典型混合优化算法	123
5.1 禁忌—并行混合遗传算法	123
5.1.1 禁忌—并行遗传算法的关键技术	124
5.1.2 混合算法流程	126
5.2 周期性病毒进化遗传算法	127
5.2.1 新的周期性病毒进化遗传算法的基本思想	127
5.2.2 改进的周期性病毒进化遗传算法流程	131
5.2.3 改进的周期性病毒进化遗传算法的优点	131
5.3 改进的决策树学习算法	132
5.4 改进的广义粒子群优化算法	137
5.4.1 基本粒子群优化算法介绍	137
5.4.2 基本粒子群优化机理分析	138
5.4.3 广义粒子群优化算法模型	139
5.4.4 GPSO 的具体流程	141
5.5 一种基于粒子群优化的反向传播神经网络算法	142

5.6 一种基于混沌优化的模糊聚类方法	148
5.6.1 聚类的定义	148
5.6.2 基于混沌优化的模糊聚类	149
5.7 本章小结	152
第 6 章 混合优化算法的典型应用	153
6.1 TSP 问题	153
6.1.1 旅行商问题模型	153
6.1.2 动态蚁群遗传算法求解 TSP 问题	155
6.2 0-1 背包问题	160
6.2.1 0-1 背包问题模型	160
6.2.2 使用改进的遗传退火算法求解 0-1 背包问题	164
6.3 车间调度问题	169
6.3.1 车间调度问题的描述	170
6.3.2 双阈值控制的遗传算法求解车间调度问题	171
6.4 车辆路径问题	177
6.4.1 车辆路径问题描述	177
6.4.2 自适应遗传算法求解车辆路径问题	180
6.5 装箱问题	184
6.5.1 装箱问题描述	185
6.5.2 使用基于学习机制的退火并行遗传算法求解装箱问题	188
6.6 图着色问题	194
6.6.1 图着色问题描述	194
6.6.2 周期性病毒进化遗传算法求解图着色问题	195
6.7 本章小结	200
第 7 章 总结及展望	201
7.1 主要工作总结及创新	201
7.2 未来发展方向	203
7.3 本章小结	205
参考文献	206

第1章 绪 论

1.1 智能优化算法简介

所谓智能优化算法，即一种按照某规则或思想进行的搜索过程，用以得到满足用户要求的问题的解。本章将对近年来在组合优化问题方面应用比较广泛的几种智能算法，例如遗传算法、蚁群算法等的算法理论知识进行介绍，在后继章节中会重点介绍相关的混合优化算法。

1.1.1 遗传算法简介

遗传算法(Genetic Algorithm, GA)于1975年由美国Michigan大学的J. Holland教授等人受生物进化论的启发而提出的^[1]。遗传算法是以自然界中的生物进化过程为背景，将生物进化过程中的繁殖、选择、杂交、变异和竞争等概念引入算法中。它的基本思想来源于自然界中的生物从低级、简单，发展到高级、复杂，乃至进化成人类这样一个漫长的进化过程，并借鉴了达尔文提出的物竞天择、优胜劣汰、适者生存的自然法则。遗传算法的本质是一种对问题进行高效全局搜索的方法，它在搜索过程中有效地利用已有信息来自动获取和积累有关搜索空间的知识，并自适应地控制搜索方向使其最终走向最优解。

1.1.1.1 遗传算法理论概述

遗传算法是一种借鉴自然界中的生物进化原理而产生的高度并行、自适应、随机的全局搜索算法。它把生物进化过程中的自然选择、优胜劣汰、适者生存和遗传变异的思想应用到在求解空间搜索最优解的问题上，是一种多参数多群体的并行优化方法。

由于遗传算法的思想简单、易于实现以及良好的寻优能力，从而使它在诸多领域得到了广泛的应用，在过去的几十年里，遗传算法已经在数据挖掘、生产调

度、图像处理以及函数优化等领域取得了令人欢欣鼓舞的成就，证明了其良好的性能。近年来，遗传算法被应用到越来越多的专业领域中，例如对于复杂的多目标规划问题、人工生命及神经网络问题、机器学习问题、智能控制问题等，遗传算法都是最有效的求解方法之一。

遗传算法的生物学基础：按照达尔文的进化论^[2]观点，在自然界中的每一种生物从诞生开始就进入了漫长而美妙的进化过程，其进化过程是由低级、简单到高级、复杂。各种生物要继续生存，就必须进行长期而复杂的生存斗争，这其中包括同一个种群内部生物之间的斗争、不同种群之间的生物斗争、生物和自然界无机环境之间的斗争。在斗争过程中，适应能力差的个体被淘汰，或者繁衍后代的机会越来越少，直至最终消亡；而适应能力强的个体继续存活概率大，并有较多的机会来繁衍后代。达尔文把这一现象称为“物竞天择、适者生存”，达尔文正是用自然选择学说（Natural Selection）来解释物种的起源和生物的进化。

达尔文的自然选择学说概括为以下三个主要方面^[2]。

(1) 遗传 (Heredity)。这是自然界中生物的最普遍特征，“种瓜得瓜，种豆得豆”，亲代把生物信息传递给子代，子代按照所得信息而发育、生长、分化，因而子代总是具有和亲代相同的或相似的性状。正因为生物具有了这个特征，物种才能稳定存在并持续发展。

(2) 变异 (Variation)。亲代和子代之间以及子代的不同个体之间总会有些不同，这种现象称为变异。变异是在进化过程中随机发生的，变异的选择和积累最终形成了生命的多样性。

(3) 生存斗争和适者生存。繁殖过剩和生存斗争造成了自然选择。由于弱肉强食的自然法则一直存在，其结果是适应者生存，不适者淘汰，具有适应性变异的那些个体被保留下来，而不具有适应性变异的那些个体则被淘汰，一代代的生物通过生存环境的选择作用，物种变异定向地朝一个方向积累，于是外观性状逐渐和原先的祖先出现差异，从而演变为新的物种。这种自然选择的过程是一个长期的、连续的、缓慢而美妙的过程。

世人皆知，生长、繁殖、新陈代谢、遗传与变异是生命的几大基本特征。也就是说，生命是经过长期的不懈进化而产生的，现代的生物是在长期进化过程中衍变过来的。遗传算法的三个基本操作步骤是选择、交叉和变异，但是遗传算法又是怎样模拟自然界中的生物进化呢？下面举例进行说明。

假设把自然界中生长的一片豌豆作为一个种群来进行操作，则第一步的选择是以现实世界中的优胜劣汰、适者生存为背景的，适应周围自然环境的豌豆可以继续存活，不适应周围环境的豌豆就会死亡；第二步的交叉则相当于对豌豆进行授粉使其结果；第三步的变异则是与现实世界中偶然发生的变异是一样的，例如在高茎豌豆中出现了矮茎豌豆的后代，这就是一种变异现象。正如豌豆不断向前进化以其适应不断变化的自然环境一样，遗传算法也不断产生出更加优良的个体。然而，由于其原始祖先的基因控制，以及它们的生长、衍变过程中后天环境的制约，经过一段相当长的时间后，豌豆种群将会进化到某些对周围环境具有相对优势的状态下（如在常年大风干旱地带，豌豆群将会进化成为矮茎豌豆并具有抗旱等功能特性），此时豌豆群就进入了一个相对平衡的状态下。在这种平衡状态下，这个种群的特性就不会再有很大的改变了。但是在现实世界中，豌豆是有很多种类的，每种豌豆都有各自的优点和缺点，为了得到更好的豌豆品种，就只能打破原有的豌豆种群平衡态，使其达到更高层次的平衡态，使整个豌豆种群向前进化。此时，我们应该看出，遗传算法所针对的操作对象种群，实际上就是一个豌豆群，而不是整个豌豆群体。

遗传算法是模拟自然界中生物进化过程的一种随机全局搜索方法，它是自然遗传学与计算机科学相互融合而产生的新方法，因此在遗传算法中经常会用到生物学中的一些基本概念和术语，熟悉生物学的基本概念和术语，对更好地了解和应用遗传算法起着至关重要的作用。

自然界中的生物遗传物质的主要载体是染色体，基因是控制生物性状的遗传物质的功能单位和结构单位，是染色体的主要组成部分，即多个基因组成染色体。在染色体中，基因所占据的位置称为基因座。同一个基因座，可能有的全部基因称为等位基因。染色体的特征即生物个体的性状就是由基因和基因座决定的。相应的，染色体有两种相应的表示模式，即基因型和表现型。所谓的表现型是指生物个体外在所表现出来的性状；而基因型则是指与表现型密切相关的基因组成。同一种基因型的生物个体在不同的外在环境条件作用下可以存在不同的表现型，因此表现型是基因型与外在环境条件相互作用的结果。染色体带有特征的实体称为个体，个体的集合就是种群。该集合内，个体数称为群体的大小。一个个体对环境的适应程度称为适应度，生物学家使用适应度这个术语来衡量某个物种对于外在生存环境的适应程度。对外在生存环境适应程度较高的物种将获得更多的繁殖后代机会；而对外在生存环境适应程度较低的物种，其繁殖后代机会就会相对

较少,甚至逐渐走向灭绝。复制、选择、交叉和变异是自然界中的生物不断向前进化的最重要的组成部分。复制就是细胞在进行分裂时,遗传物质 DNA 通过复制而转移到新产生的细胞中,新的细胞就继承了原来旧细胞的基因。选择就是指以一定的概率从种群中选择出若干个体的操作过程。一般而言,选择的过程相当于一种基于适应度的优胜劣汰的操作过程。交叉是指有性生殖生物在繁衍下一代时在两个同源染色体之间通过交叉而进行重组,也就是说在两个染色体的某一个相同位置处, DNA 被切断,然后其前后两个基因串分别交叉组合形成两个新的染色体。这个过程又被称为基因重组,俗称“杂交”。变异是指在细胞进行复制时可能以很小的概率产生某些复制的差错,从而使 DNA 产生某种变化,产生出新的染色体,这些新的染色体表现出与原来染色体不同的新性状。

了解了上述的生物学基础用语之后,为了方便读者学习及查阅方便,表 1-1 总结了自然遗传学说与人工遗传算法中所使用的基本概念和术语之间的对应关系。

介绍完自然遗传学说以及人工遗传算法中的术语对应关系后,下面用上述术语来更确切地描述遗传算法的基本思想。

表 1-1 自然遗传学说与人工遗传算法中所使用的基本概念和术语之间的对应关系

自然遗传学说	人工遗传算法
染色体 (Chromosome)	解的编码
基因 (Gene)	解中的每一个分量的特征
基因座 (Locus)	特性值
个体 (Individual)	解
种群 (Population)	选定的一组解 (解的个数为种群的规模)
适应度 (Fitness)	适应度函数值 (又称为适配度)
复制 (Reproduction)	根据适应度函数值选取一组解的操作
选择 (Selection)	以一定概率从种群中选择若干个解的操作
交叉 (Crossover)	通过交配原则产生一组新解的过程
变异 (Mutation)	通过突变原则产生一组新解的过程

遗传算法是从需要解决问题的可能潜在解集的一个种群开始的,而一个种群则是由经过基因编码的一定数目的个体组成的,每个个体实际上都是染色体中带有特征的实体。染色体作为生物学中遗传物质的主要载体,即多个基因的集合,其内部表现(基因型)是对某种基因的组合。它决定了个体的性状的外部表现(表

现型), 如豌豆矮茎的特征就是由染色体中控制这一特征的某种基因组合决定的。此外, 在执行遗传算法时必须包含两个数据转换的操作: 一是表现型到基因型的转换, 二是基因型到表现型的转换。前者是指把实际问题中的参数或解转换成遗传算法问题中的染色体或个体。这个过程定义为编码操作; 后者是对前者的一个相反操作, 即把遗传算法中的染色体或者个体转化为实际问题中的解或参数, 这个过程叫做译码操作。因此, 执行遗传算法的开始就需要实现从表现型到基因型的转换即编码工作。由于仿照现实世界中基因编码的工作难度重重, 我们往往将其进行简化, 比如采用二进制编码。当产生初始种群之后, 就按照适者生存和优胜劣汰的原理, 在每一代中根据每个个体的适应度函数值大小来挑选个体, 并仿照自然遗传学说中的遗传算子来进行交叉和变异, 并产生出代表新的解集的种群。以此类推逐代进行衍化并产生出越来越优异的近似解, 这个进化过程就像自然界中的进化一样, 会使后生代种群比前代种群更加适应环境, 最后一代种群中的最优个体经过解码操作, 就可以作为待解决问题的近似最优解。

人工遗传算法采用了自然界中的进化模型, 如选择、交叉、变异、迁移等。图 1-1 表示了人工遗传算法的执行过程。如图 1-1 所示, 计算刚开始时, 先将种群随机地初始化, 产生出一定数目的 N 个个体, 并计算每个个体的适应度函数值, 第一代即初始种群也就产生了。如果初始种群不满足优化准则, 则开始产生子代新种群的计算。为了产生下一代种群, 算法按照适应度值选择个体参与交叉变异运算, 父代要通过基因重组(交叉)而产生子代, 所有的子代按一定概率进行变异操作, 然后子代的适应度值又被重新计算, 从而产生新的下一代种群。如此反复, 直到满足优化准则为止。

1.1.1.2 遗传算法研究进展

1. 算法的研究进展

遗传算法在 20 世纪 60 年代初由美国 Michigan 大学的 Holland 等人开创性研究。他们将自然界中生物进化的思想引入到各种实际的工程问题中, 并对其进行了优化, 这些研究成为后来形成遗传算法的基础。同时, Fogel L. J. 等人在设计制作有限态自动机器时也提出了进化规划问题。后来, 他们将此方法应用于图像识别、数据诊断和工程及控制系统的设计等问题上, 都取得了令人比较满意的效果。但是, 由于当时缺乏一种通用的编码方案, 所以人们只能依赖种群中的变异而不是交叉来产生新的基因结构, 导致遗传算法的收敛效果不甚理想。直到 20 世纪 60

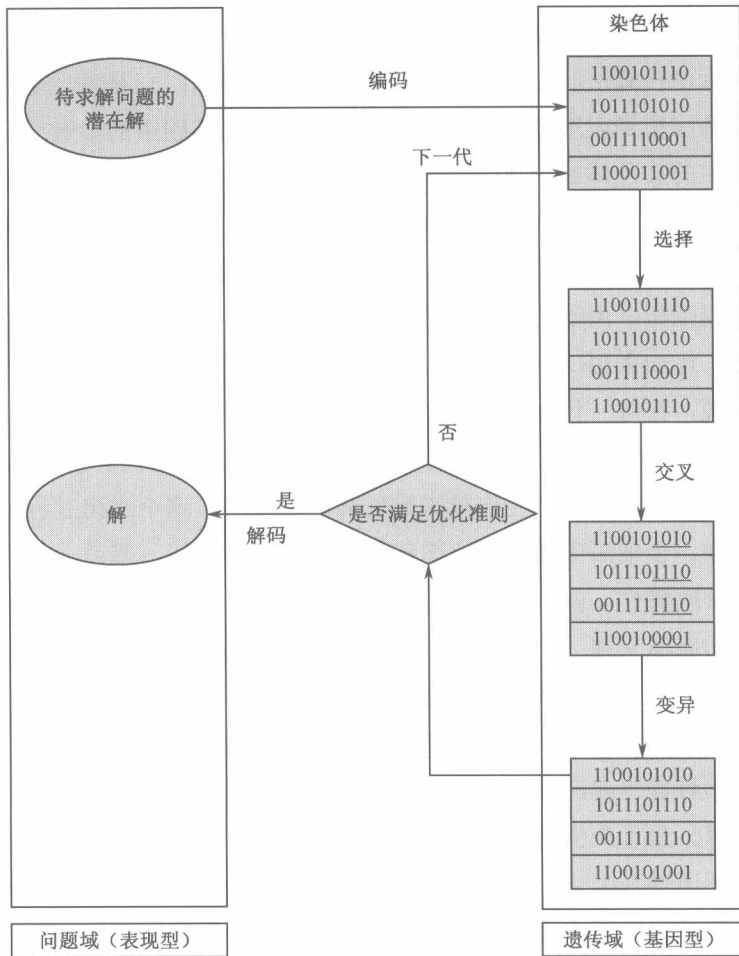


图 1-1 人工遗传算法的执行过程

年代中期有人提出了串位编码技术^[3]，这种编码方法不仅适用于变异操作，同时还适用于交叉操作，并且它特别强调了要将交叉作为主要的遗传操作。从此，Holland 致力于研究将遗传算法用于自然和人工系统中的自适应行为中，并于 1975 年出版了其创造性专著《Adaptation in Natural and Artificial System》^[4]。从此，遗传算法的正式进入人们的视野中，并在随后的几十年里被各国专家学者应用于各种领域中，取得了令人欢欣鼓舞的成果。Holland 教授在这部专著中提出的遗传算法后来被人们称为简单遗传算法（SGA）。

在 20 世纪 80 年代至 90 年代期间，对遗传算法的研究影响力最大的专著应该

是 1989 年由美国伊利诺大学的 Goldberg 所创作的《Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning》。该专著对于遗传算法的理论描述及其在很多领域的应用展开了较为全面的分析和论证。1992 年, Michalewicz 出版了另一本产生很大影响力的著作《Genetic Algorithms+Data Structures=Evolution Programs》, 对于遗传算法在最优化问题中的应用起到了推波助澜的作用。

继 Holland 的工作之后, 遗传算法逐渐被人们所接受并应用, 此后经历了一个相对平稳的发展时期。20 世纪 90 年代初, 遗传算法的发展开始进入高潮, 并一直延续至今。近些年来, 国内学者也发表了大量关于遗传算法的文章, 如 2004 年, 杨晓梅、曾建潮^[5]为改善当时求解车间调度问题中的遗传算法的性能, 提高搜索最优调度解的速度, 并借鉴遗传算法的生物学基础, 提出了基于多个体交叉的遗传算法。该算法在执行遗传过程中采用了多个体遗传算子, 充分利用个体自身的优良性质, 对不可行的调度解根据多个体修补原则进行修补改正, 以此就可保证遗传后代的合法性和种群的多样性, 能够显著缩短最优调度解的搜索时间。在 2005 年, 王凌、张亮^[6]针对有限缓冲区的流水线调度问题, 提出了一种基于多搜索模式的遗传算法, 该算法使用多个交叉和变异操作来对解空间进行探索和改良, 并采用面向有向图的邻域结构来增强局部搜索性能。在 2007 年, 吴尔飞、金焯等^[7]针对当前研究较少的双边装配线平衡问题, 研究双边装配中具有操作方位约束的任务, 以及在工位上分配任务的操作顺序与平衡结果具有直接关系等特点, 提出了相对应的符合该问题特性的遗传算法。该算法采用基于序列、任务及其分配方位相组合的编码方法, 并改进了更加可行的交叉与变异算子, 使最优解搜索过程仅在可行解的空间内进行, 提高了搜索效率, 节约了搜索时间。在 2009 年, 莫巨华、黄敏、王兴伟^[8]为实现系统的最优化设计, 致力于研究以满足顾客满意率要求为主要约束的多目标规划, 并提出了一种改进的遗传算法与过程仿真相结合的求解方法。在该求解方法中, 多目标规划通过加权平均转化为单目标规划。

遗传算法的如此快速发展主要源于以下两个因素。

(1) 在工程领域中的实际应用需要。特别是在人工智能与工程控制领域, 不断出现超大规模的非线性系统, 在对这些系统的研究中, 发现存在着大量的用经典优化方法所不能有效求解的优化问题, 如神经网络连接权重问题以及网络拓扑结构的优化问题、模糊系统中对模糊规则的选取问题以及对隶属函数的确定、对

知识库的维护与更新等。

(2) 利用遗传算法来求解优化问题时的独特思路。遗传算法本身就是一种模拟自然界的进化过程来求解问题的一种方法, 它以一种崭新的思路来独立解决或与其他方法相结合等多种形式来求解智能机器学习系统的设计及优化问题。

经过几十年的不懈努力, 遗传算法不论是在理论上, 还是在应用上、算法设计上, 都取得了长足进步的发展, 逐渐成为被计算机科学、信息科学、运筹学和应用数学等诸多学科所共同关注的热点研究方向。

2. 应用的研究进展

遗传算法为复杂系统优化问题提供了一种求解的通用框架, 它不再依赖于问题的具体领域, 并对问题的种类具有很强的鲁棒性, 所以它被广泛地应用于很多领域。下面简要介绍遗传算法的一些主要应用领域^[9]。

1) 函数优化

函数优化是遗传算法的一个经典应用领域, 它也常为遗传算法提供进行性能评价的常用算例, 可以用各式各样的函数来检验遗传算法的性能。对于那些非线性、多模型、多目标的函数优化问题来说, 遗传算法是一种能够得到较好结果的方法。

2) 生产调度问题

利用遗传算法能够解决及其复杂的生产调度问题。在单件车间生产调度、流水车间生产调度、任务分配及生产规划等方面, 遗传算法取得了较好的结果。

3) 组合优化

随着问题规模的不断扩大, 组合优化问题的搜索空间也随着急剧扩大, 有的甚至在目前的计算机上用枚举法已很难求出问题的最优解。对于这些问题, 人们越来越意识到应把主要精力放在寻求满意解上, 恰恰遗传算法就是寻求这种满意解的最有效的工具之一。实践证明, 遗传算法对组合优化的 NP 完全问题取得了令人满意的结果。

4) 自动控制

在自动控制领域中, 大量与优化相关的问题需要求解, 遗传算法已初步应用到这个领域, 并显示出了良好的性能。例如, 使用遗传算法进行模糊控制器优化设计、基于遗传算法的航空控制系统优化、基于遗传算法的空间交汇控制器等。

5) 图像处理

图像处理在计算机视觉领域中占有重要地位,在对图像进行处理(如扫描、图像分割、特征提取等)的过程中,这些过程不可避免地会产生一些误差,这些误差就会影响到图像处理的效果。如何使这些误差降至最小是使计算机视觉达到实用化的关键问题,这样,遗传算法又在对这些图像处理的优化计算过程中找到了用武之地。

6) 机器学习

基于遗传算法的机器学习,尤其是分类器系统,在很多领域中都得到了应用。例如,遗传算法被运用到模糊规则以及隶属函数的学习上。以遗传算法为根据的机器学习可用于调整人工神经网络的连接权,也可用于对神经网络结构的优化设计上。分类器系统在多机器人路径规划系统中的应用也取得了极大的成功。

7) 遗传编程

KoZa 对遗传程序设计的概念做了进一步的发展,他采用以 LISP 语言所表示的编码方法,算法以一种树形结构所进行的遗传操作为根据来自动生成计算机程序。

8) 数据挖掘

数据挖掘是指从大型数据库或数据仓库中提取那些未知的、隐含的、非平凡且极有潜在应用价值的信息或模式,它是对数据库研究中的一个极有应用价值的新领域。由于遗传算法的特性,致使遗传算法可用于开采数据挖掘中的规则。

9) 信息战

遗传算法也初步应用到了信息战领域。使用遗传算法能够进行雷达目标识别、雷达辐射源识别、作战仿真、雷达目标跟踪、雷达天线优化设计、盲信号处理、情报分析中的数据挖掘和数据融合、信息战的系统仿真等。

1.1.1.3 遗传算法的特点

遗传算法是一种模拟生物界的自然选择和自然遗传机制的随机搜索算法。在遗传算法提出之前,为解决各种优化问题,许多优化算法已经被提出,例如梯度法、单纯行法、动态规划法等。这些优化算法各有各的优点,也各有各的适用范围,同时又各有各的限制因素。遗传算法与这些传统的优化算法有很大不同,大