

遗传算法

韩瑞锋◎编著

原理与应用实例

YICHUANSUANFA

YUANLIYUYINGYONGSHILI

兵器工业出版社

内容简介

遗传算法原理与 应用实例

韩瑞锋 编著

国防工业出版社

地址：北京市海淀区
中关村大街25号
100080

电话：(010) 61611111
电邮：info@ndph.com.cn
网址：http://www.ndph.com.cn

兵器工业出版社

内 容 简 介

遗传算法是解决复杂空间性能指标优化问题的智能计算方法,近年来已经在很多领域中得到成功的应用。本书主要结合应用实例系统讨论、介绍遗传算法原理及其应用,主要内容包括:遗传算法的基本原理和数学机理、解决连续问题优化的遗传算法和分布式遗传算法、遗传算法的实现技术、遗传算法应用实例,并给出了两个典型的遗传算法源程序。本书在详细介绍遗传算法理论与方法的同时,还给出了基于遗传算法的费托合成反应动力学模型参数优化的详细设计应用。本书除包含编者近年来在山西省教育厅科技开发项目基金资助下取得的一些工作成果外,还汇集了国内外一些专家学者的最新研究成果。

本书内容自成体系,无需太多预备知识。可供高等学校计算数学、计算化学和计算机科学技术等专业的高年级本科生和研究生学习,也可供理工科其他专业和管理专业的师生参考,还可供利用计算机从事优化和管理工作的科技人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

遗传算法原理与应用实例/韩瑞锋编著. —北京:兵器工业出版社, 2009. 11

ISBN 978 - 7 - 80248 - 352 - 1

I. 遗… II. 韩… III. ①遗传 - 算法 - 理论②遗传 - 算法 - 应用 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 080821 号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010 - 68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟 10 号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京兵工印刷厂

版 次: 2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

责任编辑: 周宜今

封面设计: 揽胜视觉

责任校对: 郭 芳

责任印制: 赵春云

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 28.5

字 数: 448 千字

定 价: 58.00 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

前 言

优化技术是由最优化理论和计算机技术与工程技术相结合而形成的一种现代设计方法和技术。在解决复杂的工程设计问题时,优化技术的应用可以较快地实现设计方案的最佳化,提高设计效率和质量。由于优化领域和优化对象的拓展,对优化技术和方法也提出了更高的要求。随着计算机技术的发展、计算机运行速度的加快,求解规模能力加强、通用性好,因此追求得到全局最优解成为优化追求的主要目标。传统的优化方法已经不能满足要求,新的优化算法成为研究的热点之一。近年来,遗传算法、模拟退火算法、人工神经网络等现代广义优化方法在机器学习、过程控制、经济预测、工程优化等领域取得的成功,已引起许多领域科学家们的极大兴趣。

遗传算法(GA)是在20世纪70年代初期由美国密歇根大学的Holland教授发展起来的。由于其具有健壮性,特别适合于处理传统优化算法解决不好的复杂和非线性问题。

本书就是结合应用实例系统讨论遗传算法的一本专著。书中详细介绍了遗传算法的基本原理和数学机理,并着重介绍了解决连续问题优化的遗传算法和分布式遗传算法,最后介绍了遗传算法的实现技术,给出了极具参考意义的遗传算法应用实例,并给出了两个典型的遗传算法源程序。书中汇集了作者在遗传算法应用上的最新研究成果和国内外一些专家学者的研究成果,所列实例和所附程序均经计算机实际运行通过,力图为读者提供一些模仿的范例。

本书内容自成体系,无需太多预备知识。可供高等学校计算数学、计算化学和计算机科学技术等专业的学生和研究生学习,也可供理工科其他专业和管理专业的师生参考,还可供利用计算机从事优化和管理工作的科技人员阅读。

由于作者水平有限,难免有错误和不足之处,恳请广大读者交

流指正。

本项目的研究得到了山西省教育厅科技研究开发项目、中科院煤化所煤转化国家重点实验室的支持，谨此表示感谢。

作者

2008 年 12 月

本稿在作者的努力下，经过多次修改，现已基本完成。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。本稿的完成离不开他们的支持。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。

其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。

本稿的完成离不开他们的支持。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。

其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。

本稿的完成离不开他们的支持。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。

其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。

本稿的完成离不开他们的支持。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。

其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。

本稿的完成离不开他们的支持。

在撰写过程中，作者得到了许多人的帮助。首先，感谢我的导师，他不仅在学术上给予我指导，还在生活上给予我关心。

其次，感谢我的同事，他们在我遇到困难时给予我帮助。最后，感谢我的家人，他们一直支持我完成学业。

本稿的完成离不开他们的支持。

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 从生物进化到遗传算法	(2)
1.2 遗传算法的描述	(6)
1.3 表示方案的实例	(15)
1.3.1 工程设计的最优化	(16)
1.3.2 人工蚁问题	(18)
1.4 遗传算法的特点	(22)
1.5 遗传算法的发展简史	(25)
1.6 遗传算法的研究内容及前景	(32)
1.7 遗传算法的应用	(36)
第2章 遗传算法的基本原理	(39)
2.1 复杂系统的适应过程	(40)
2.1.1 复杂系统的适应性	(41)
2.1.2 适应过程的数学模型	(45)
2.2 遗传算法的基本描述	(49)
2.2.1 整体优化问题	(50)
2.2.2 遗传算法的基本流程	(51)
2.2.3 遗传编码	(52)
2.2.4 适应函数(评价函数)	(59)
2.2.5 遗传算子	(60)
2.2.6 群体设定	(70)
2.2.7 初始化群体	(71)
2.2.8 终止循环的条件	(71)
2.2.9 标准遗传算法的流程	(72)
2.2.10 控制参数和选择	(72)
2.2.11 遗传算法的性能评估	(73)

2.3 遗传算法的模式理论	(75)
2.3.1 模式与模式空间	(75)
2.3.2 模式生存模型	(78)
2.3.3 双臂赌机分析	(81)
2.3.4 基因模块假设	(83)
2.3.5 模式处理与隐含并行性	(86)
2.3.6 模式处理与遗传算子的性能	(88)
2.4 遗传算法与其他搜索技术的比较	(89)
2.4.1 启发式随机搜索技术的基本功能	(90)
2.4.2 局域搜索技术	(91)
2.4.3 模拟退火算法	(92)
2.4.4 遗传算法搜索	(93)
2.4.5 启发式搜索技术比较	(94)
2.5 遗传算法计算实例	(96)
2.5.1 单调连续函数	(96)
2.5.2 One - Max 函数	(100)
2.5.3 皇家大道问题	(101)
2.6 遗传算法杂交率与变异率关系的研究	(105)
2.6.1 研究方法简述	(106)
2.6.2 算例	(106)
2.6.3 应用	(108)
2.6.4 结论	(109)
第3章 遗传算法数学机理分析	(111)
3.1 遗传算法的基本定理	(112)
3.2 隐含并行性	(119)
3.3 Walsh 模式变换	(121)
3.3.1 Walsh 函数	(121)
3.3.2 用 Walsh 函数表示模式平均适应度	(124)
3.3.3 Walsh 系数与异位显性 (epistasis)	(124)
3.4 非均匀 Walsh 模式变换	(128)
3.5 最小欺骗问题	(129)
3.6 遗传算法欺骗问题的分析与设计	(136)

3.7 模式的几何表示	(137)
3.8 遗传算法收敛分析	(138)
3.8.1 基本定义	(139)
3.8.2 守恒杂交算子	(142)
3.8.3 完全变异算子	(144)
3.8.4 遗传算法的马尔可夫 (Markov) 链分析	(145)
第4章 解连续优化问题的遗传算法	(149)
4.1 基本的遗传算法	(149)
4.1.1 引言	(149)
4.1.2 算法描述	(150)
4.1.3 算法性能分析	(152)
4.1.4 从目标函数到适应函数	(155)
4.1.5 基本的选择 (复制) 方法	(157)
4.2 遗传算法中控制参数的最优化	(158)
4.2.1 自适应系统模型	(158)
4.2.2 试验设计	(160)
4.2.3 试验结果	(164)
4.3 适应值的比例变换	(167)
4.3.1 基本的比例方法	(167)
4.3.2 用于选择比例函数的准则的性质	(170)
4.3.3 比例函数的一维族	(172)
4.3.4 比例函数的 m 维族	(175)
4.4 解函数优化的并行遗传算法	(179)
4.4.1 遗传算法与并行计算机	(179)
4.4.2 并行搜索和最优化	(181)
4.4.3 并行遗传算法的形式描述	(181)
4.4.4 性能评估	(185)
4.4.5 数值结果	(188)
4.4.6 超线性加速比	(189)
4.4.7 PGA 与一般最优化方法	(190)
4.5 混合遗传算法	(191)
4.5.1 混合的原则	(191)

4.5.2	修改的遗传算子	(192)
4.6	退火演化算法	(194)
4.6.1	模拟退火算法概述	(194)
4.6.2	退火演化算法用于求解连续优化问题	(196)
4.6.3	比较结果及退火演化算法的并行策略	(198)
4.7	约束最优化问题	(201)
4.8	遗传算法控制参数优化策略研究	(205)
4.8.1	P_c 、 P_m 的调整策略	(206)
4.8.2	动态收敛准则	(208)
4.8.3	最佳群体规模的确定	(209)
第5章	分布式遗传算法研究	(211)
5.1	PGA 分类	(211)
5.1.1	全局 PGA 模型	(211)
5.1.2	粗粒度 PGA 模型	(213)
5.1.3	粗粒度模型的生物学依据	(215)
5.1.4	细粒度 PGA 模型	(216)
5.1.5	细粒度模型的理论基础	(217)
5.1.6	混合 PGA 模型	(218)
5.2	分布式遗传算法简介	(218)
5.2.1	工作站机群 (COW) 并行计算模式	(219)
5.2.2	分布式 PGA	(219)
5.2.3	PVM 简介	(221)
5.2.4	PVM 的编程模式	(222)
5.3	分布式遗传算法的实现和算法研究	(222)
5.3.1	基于 Windows Socket 编程	(223)
5.3.2	Windows Socket 编程算例	(226)
5.3.3	结论及进一步的工作	(236)
5.4	分布式遗传算法求解 TSP 问题的 CORBA 实现研究	(237)
5.4.1	应用 CORBA 技术的原因	(238)
5.4.2	分布式遗传算法求解 TSP 问题的 CORBA 实现软件体系结构	(239)

5.4.3 分布式遗传算法求解 TSP 问题的 CORBA 实现的优越性	(240)
5.4.4 参数设置和计算方法	(240)
5.4.5 计算结果	(241)
5.4.6 实验中表现出来的三条规律	(242)
5.4.7 实验结果的验证	(246)
5.5 一种新的混合分布式并行遗传算法	(246)
5.5.1 SEGA 的算法描述	(247)
5.5.2 SEGA 算法的收敛性分析	(249)
5.5.3 SEGA 算法的时间复杂度分析	(251)
5.5.4 SEGA 算法在有约束性问题中的应用	(252)
5.5.5 实验与结果	(254)
5.5.6 粗粒度并行遗传算法的分布式实现	(255)
5.5.7 ENDGA 算法的设计与分析	(262)
5.5.8 ENDGA 算法平台建立	(269)
5.5.9 用 ENDGA 算法解决实际问题	(272)
5.6 基于群体规模可变的粗粒度并行遗传算法	(277)
5.6.1 基于一般粗粒度并行遗传算法分析	(278)
5.6.2 基于群体规模可变的粗粒度并行遗传算法	(279)
5.6.3 仿真研究	(281)
第 6 章 遗传算法的实现技术	(284)
6.1 关于遗传算法的进一步讨论	(284)
6.1.1 遗传算法中参数的编码原则	(284)
6.1.2 目标函数的选取和选择淘汰的原则	(285)
6.1.3 遗传算法控制参数的选择原则	(287)
6.2 一种改进的实数编码遗传算法	(288)
6.2.1 改进设想	(288)
6.2.2 改进的遗传算法程序	(291)
6.2.3 对遗传算法程序的说明	(291)
6.2.4 改进算法的伪码描述	(292)
6.2.5 改进的实数编码遗传算法程序运行实验	(293)
6.3 一种改进的整数编码遗传算法	(306)

6.3.1 算法介绍	(307)
6.3.2 算法性能	(310)
6.3.3 结论	(313)
6.4 基于复数编码的遗传算法研究	(314)
6.4.1 引言	(314)
6.4.2 基于双倍体结构的遗传算法	(314)
6.4.3 复数遗传算法流程	(317)
6.4.4 试验方案及结果	(317)
6.4.5 结论	(319)
6.5 基于混合编码的遗传算法研究	(319)
6.5.1 引言	(320)
6.5.2 混合编码遗传算法	(320)
6.5.3 混合编码遗传算法中遗传算子的设计	(322)
6.5.4 优化实验	(324)
6.5.5 讨论	(326)
6.6 自适应遗传算法研究	(327)
6.6.1 M. Srinivas 提出的自适应遗传算法 (Adaptive GA)	(328)
6.6.2 一种改进的自适应遗传算法 (Improved AGA) ...	(328)
6.6.3 新的改进的自适应遗传算法 (New IAGA)	(330)
6.6.4 自适应遗传算法的新探索	(337)
6.6.5 群体规模自适应遗传算法	(341)
6.7 基于多亲遗传机制的多目标优化算法	(345)
6.7.1 问题的提出	(345)
6.7.2 基于多亲遗传机制的多目标优化算法	(346)
6.7.3 小结	(352)
第7章 遗传算法应用实例	(353)
7.1 化学反应动力学模型参数估算	(353)
7.1.1 费托合成反应的研究简介	(353)
7.1.2 费托合成反应动力学实验	(353)
7.1.3 费托合成反应动力学模型	(354)
7.1.4 动力学参数回归实验结果及分析	(356)

7.2 遗传算法和贪婪算法结合用于图的着色问题	(361)
7.2.1 图的着色的基本概念	(362)
7.2.2 遗传算法与贪婪算法的结合用于图的着色	(365)
7.2.3 着色问题的混合遗传算法	(368)
7.2.4 实验结果与分析	(372)
7.3 基于遗传算法求解惠更斯问题	(375)
7.3.1 问题陈述	(375)
7.3.2 算法设计	(376)
7.3.3 实验结果及分析	(378)
7.4 基于遗传算法的病态线性方程组求解	(383)
7.4.1 问题陈述	(384)
7.4.2 求解病态线性方程组的遗传算法的构造过程	(386)
7.4.3 算法实验设计	(389)
7.4.4 模拟结果与分析	(393)
7.4.5 模拟结果分析	(397)
7.4.6 结论	(399)
附录 A 改进的实数编码遗传算法程序	(401)
附录 B 基本遗传算法示例程序	(425)
参考文献	(439)

第1章 绪 论

长久以来,人们一谈到人工智能就马上想到逻辑、规则、推理,而一谈到计算就联想到矩阵运算、解微分方程,似乎智能和计算是两股道上跑的车。人工智能在走过几十年的曲折道路之后,人们经过认真反思,不断探索新的研究途径,于是一个新的研究方向——计算智能应运而生。

研究思维模拟主要的道路有四条:基于心理学的符号处理方法,基于社会学层次的智能体方法,基于生物进化的进化计算与自适应方法,以及基于生理学的人工神经网络方法。目前聚集在计算智能大旗下的主要是后两个学派的学者(加上从事模糊计算和混沌计算等方面的学者)。实际上,只要在计算机上,模拟人类思想,不管用什么方法,其本质的基础还是二进制数字计算,在当前符号处理主宰人工智能的情况下,更应强调遗传算法等以数字计算为基础的方法对推动人工智能发展有着特殊的作用。

计算技术的飞速发展使大规模的现实模拟成为可能,而针对社会和生物现象的模拟,对人类认识自身及其环境具有重大意义,进化是其中最为诱人的领域之一。人的智能是从哪里来的?归根结底是从生物进化中得来的,反映在遗传基因中,脑的结构变化也是通过基因的变化一代代遗传下来。每一种基因产生的生物个体(看成一种结构),对环境有一定的适应性,或叫适合度(fitness),杂交和基因突变可能产生对环境适应性强的后代,通过优胜劣汰的自然选择,适合度高的结构被保存下来。因此从进化的观点看,结构是适合度的结果。在这种观点启发下,20世纪60年代Fogel等提出了进化程序思想,70年代Holland提出了遗传算法,如同神经网络研究一样,经过20年的沉寂,到20世纪80年代后期,由于在经济预测等应用领域获得成功,进化计算成为十分热门的研究课题。

进化计算实质上是自适应的机器学习方法,它的核心思想是利用进化历史中获得的信息指导搜索或计算,常用的进化计算包括遗

传算法、遗传程序、进化程序、爬山法即局部搜索、人工神经网络、决策树的归纳及模拟退火等。这些不同的方法具有以下几项共同的要素：自适应的结构、随机产生的或指定的初始结构、适合度的评测函数或判据、修改结构的操作、每一步中系统的状态即存储器、终止计算的条件、指示结果的方法、控制过程的参数。上述几种进化计算方法中，只有遗传算法与遗传程序是一组结构（a population）同时进化，其他方法是一个结构的进化。所谓遗传程序与通常的遗传算法的主要区别在于采用的结构（即问题的表示）不同，最初的遗传算法的自适应结构为定长的二进制字符串，而遗传程序的结构是分层的树，表示 lisp 语言中的 S 表达式，即一个解决指定问题的程序。遗传程序的目标是自动生成程序，不同进化计算方法采用不同的结构，实质是不同的问题表示。一个问题的复杂性决定了它的问题表示，因为一种表示限制了系统观察世界的窗口。进化计算的主要优点是简单、通用、鲁棒性强和适于并行处理。目前进化计算已广泛用于最优控制、符号回归、自动生成程序、发现博弈策略、符号积分微分及许多实际问题求解，它比盲目的搜索效率高得多，又比专门地针对特定问题的算法通用性强，它是一种与问题无关的求解模式。

1.1 从生物进化到遗传算法

人们对于自然系统、生物系统的自适应、自组织和再生能力这些美妙的特征感到无比诧异，向往着设计的人工系统像自然系统那样健壮、高效、灵活，具有适应性，那么，人工系统实现的功能将会更好，耗费大的再设计将减少或消除。遗传算法的发展正迎合了人们的这种愿望。

从 20 世纪 40 年代，科学家不断努力从生物学中寻求用于计算科学和人工系统的新思想、新方法，如早期的自动机理论主要是试图采用类似于神经元的基本元素建造一种新型的思维机器。近几年来，人工智能研究关注的焦点逐渐转向诸如机器能否思维、基于原则的专家系统是否胜任人类的工作，以及神经网络可否使机器具有看和听的能力等有关生物类比的问题。最近生物计算在机器昆虫和种群动态系统模拟上所取得的成功，激励起更多的人致力于人工生

命领域的研究。当前仿真计算机科学家和分子生物学家已携手进行研究,并且类比也得到了更广泛的应用。

计算机和生物学之间的类推更为一致,基因和计算机都记录、复制和传播信息。美国印第安纳大学的 Hofstadter 通过论证明确地指出,在活细胞中 DNA 和 RNA 的行为可以解释为自我复制 Turing 机的一个实例。

但所有这些模拟都比不上遗传算法所取得的成功。遗传算法是一族通过模拟自然进化过程搜索最优解的方法。

自从生物变化的进化理论得到人们的接受之后,生物学家就对进化机制产生了极大的兴趣。化石记录表明,我们所观察到的复杂结构的生命是在相对短的时间内进化过来的,对这一点包括生物学家在内的许多人都感到惊奇。

虽然目前关于推动这个进化的机制还没有完全弄清楚,但它们的某些特征已经为人所知。进化是发生在作为生物体结构编码的染色体上,通过对染色体的编码和译码过程的细节,对下面几个关于进化理论的一般特性已广为人们所接受:

(1) 进化过程是发生在染色体上,而不是发生在它们所编码的生物体上。

(2) 自然选择把染色体以及由它们所译成的结构的表现联系在一起,那些适应性好的个体的染色体经常比差的个体的染色体有更多的繁殖机会。

(3) 繁殖过程是进化发生的那一刻。变异可以使生物体子代的染色体不同于它们父代的染色体。通过结合两个父代染色体中的物质,重组过程可以在子代中产生有很大差异的染色体。

(4) 生物进化没有记忆,有关产生个体的信息包含在个体所携带的染色体的集合以及染色体编码的结构之中,这些个体会很好地适应它们的环境。

自然界生物体通过自身的演化,就能使问题得到完美的解决,这种才能让最好的计算机程序也相形见绌。计算机科学家为了某个算法可能要耗费数月甚至几年的努力,而生物体通过深化和自然选择这种非定向机制就达到了这个目的。

大多数生物体是通过自然选择和有性生殖这两种基本过程进行演化的。自然选择决定了群体中哪些个体能够存活并繁殖;有性生

殖保证了后代基因中的混合和重组。比起那些仅包含单个亲本的基因拷贝和依靠偶然的变异来改进的后代,这种由基因生殖细胞产生的后代进化要快得多。自然选择的原则是适应者生存,不适应者淘汰。遗传算法的基本思想正是基于此。遗传算法是强调目的性的算法化的进化过程,着重解决现实中的优化问题,是一种基于进化论优胜劣汰、自然选择、适者生存和物种遗传思想的搜索算法,它通过模拟生物在自然界中遗传变异与生存竞争等遗传行为,让问题的解在竞争中得以改进(或进化),以求得问题的满意解或最优解。

早在20世纪60年代,自然进化的这些特征就引起了美国密歇根大学的 John Holland 的极大兴趣,那时,他和他的学生们已在从事如何建立能学习的机器的研究。Holland 注意到学习不仅可以通过单个生物体适应而且通过一个种群的许多代的进化适应也能发生。受达尔文进化论——适者生存的启发,他逐渐认识到,在机器学习的研究中,为获得一个好的学习算法,仅靠单个策略的建立和改进是不够的,还要依赖于一个包含许多候选策略的群体的繁殖。他们的研究想法起源于遗传进化, Holland 就将这个研究领域取名为遗传算法。一直到1975年 Holland 出版了那本颇有影响的专著《Adaptation in Natural and Artificial System》,遗传算法这个名称才逐渐为人所知。

Holland 创建的遗传算法是一种概率搜索算法,它是利用某种编码技术作用于称为染色体的二进制数串,其基本思想是模拟由这些串组成的群体的进化过程。遗传算法通过有组织的然而却是随机的信息交换来重新结合那些适应性好的串,在每一代中,利用上一代串结构中适应性好的位和段来生成一个新的串的群体;作为额外增添,偶尔也要在串结构中尝试新的位和段来替代原来的部分。遗传算法是一类随机算法,但它不是随机的简单走动,它可以有效地利用已有的信息来搜寻那些有希望改善解质量的串。类似于自然进化,遗传算法通过作用于染色体上的基因,寻找好的染色体来求解问题。与自然界相似,遗传算法对求解问题的本身一无所知,它所需要的仅是对算法所产生的每个染色体进行评价,并基于适应值来选择染色体,使适应性好的染色体比适应性差的染色体有更多的繁殖机会。

遗传算法利用简单的编码技术和繁殖机制来表现复杂的现象,

从而解决非常困难的问题。特别是由于它不受搜索空间的限制性假设的约束,不必要求诸如连续性、导数存在和单峰等假设,以及其固有的并行性,遗传算法目前已经在最优化、机器学习和并行处理等领域得到了越来越广泛的应用。

需要说明的是,虽然遗传算法的早期研究从生物进化理论中得到了不少启示,并且生物学家和遗传学家的发现会继续在某种程度上影响到这一领域,但是这种影响多半是单向的。至今遗传算法没有应用在遗传学领域中,并且遗传算法的研究也没有对生物学的理论产生影响,在这一点上,遗传算法似乎类似于神经网络和模拟退火算法。这两种算法也是基于对自然界的有效类比。这些算法从自然现象中抽象出来,但研究这些自然现象的科学家们到目前为止还没有受到算法抽象概念的很大影响。经过类比启示的开始阶段后,遗传算法、神经网络以及模拟退火算法已成为沿自身道路发展下去的学科,它们距给它们以启示的学科越来越远。

作为一种解决复杂问题的有效的优化方法,遗传算法近年来在国外得到较为广泛的应用,并产生了很多衍生分支,如进化程序、遗传编程、进化策略、分类器系统和人工生命,国内在这方面的研究与应用基本上还处于起步阶段。目前关于遗传算法划分的研究领域一般为:

- 表示与遗传操作符
- GA 技术及特征
- GA 数学分析
- 并行 GA
- 分类器系统和其他基于规则的方法
- 遗传编程
- GA 和神经网络
- GA 应用(调度问题、组合择优等)

遗传算法已在机器学习、软件技术、图像处理、模式识别、神经网络、工业优化控制、生物学、遗传学、社会科学等方面有应用,具有代表性的有:在优化问题方面的应用,如巡回推销员问题、煤气管道的最优控制、通信网络设计、铁路运输计划的优化;在规则学习方面,像基于遗传的机器学习系统——分类器系统、逐次决策问题——SAMUEL 系统等。