

64-67

9

关于杂合遗传算法的研究¹李敏强² 张志强 寇纪淞
(天津大学管理学院)0242-23
TP18

【摘要】基于遗传算法的杂合系统是将遗传算法引入已有的系统算法、启发式优化策略以及领域知识获取与优化等问题时,所产生的一种新型的综合性的算法结构设计策略。本文对遗传算法与神经网络、遗传算法与模糊逻辑、遗传算法与专家系统的杂合等问题进行了系统性的研究与评述。

关键词:杂合系统,遗传算法,神经网络,模糊逻辑,专家系统

0 引言

基于遗传算法(GAs)的杂合系统的研究工作开始于本世纪80年代后期,并取得了一定的有显著理论和应用价值的成果^[1,2,3,4,5,6]。杂合系统的研究旨在应用遗传算法改进传统方法的鲁棒性,提高GAs对广泛存在的多种优化问题求解的综合性能^[5,6]。另外,杂合系统方法可以保留传统系统方法的大部分结构,减少系统重新设计的工作量。

近年来,有关杂合系统的研究重点主要集中在遗传算法与神经网络、遗传算法与模糊逻辑、遗传算法与专家系统等杂合问题,本文对此进行了系统分析和评述。

1 杂合遗传算法

1.1 遗传算法与神经网络的结合

将遗传算法与神经网络(NN)相结合,可以使NN系统扩大搜索空间、提高计算效率以及增强NN建模的自动化程度。GAs与NN结合可以有多种形式,从中寻找一种有效的结合形式,一直是目前研究的重点之一^[2]。经过理论分析和实验验证,提出GAs与NN结合的主要方式和步骤如下:

步骤1 用染色体表示NN结构与参数,定

义GAs适应值函数,并用GAs初始化NN;

步骤2 训练由GAs得到的NN;

步骤3 计算适应值;

步骤4 根据GAs适应值进行遗传算子操作,调整NN权重及各参数;

步骤5 在不断进化中,调整遗传算子操作方式和控制参数,生成更有效的基因型。

传统GAs主要依靠交叉操作,并假设所产生新个体为有效。当GAs与NN结合时,这种假设就显得过于宽松,故如何简便地判断所产生的新个体的有效性就成为研究重点之一。另外,GAs与NN杂合的主要目标在于改进NN的性能,得到一个实用有效的NN系统。

染色体可以代表NN的不同属性,如权重矩阵、训练样本、隐层数量及节点配置等。其中GAs可以用来解决NN中一些难题,如对输入样本的高品质要求、解释NN的黑箱行为等。GAs通过对NN进行预处理,辅助选择数据的最优表示形式,针对特定应用领域选出最适合的训练样本集。GAs将解空间的知识内嵌到NN初始化状态中^[4],可以大大降低NN的计算量,减轻手工调整网络的负担,有利于快速搜索具有稳定结构的NN。GAs通过分析NN的结果,帮助理解NN中所包含的知识。

¹ 国家自然科学基金资助项目(79400013, 69574022)。

² 李敏强,教授,通讯地址:天津大学管理学院,邮编:300072。

GAs 与 NN 在集成中既能紧结合,也能松结合,GAs 在其中起到的作用通常为优化作用. GAs 与 NN 的结合方式可以初步规范为下表内容.

表 1 NN 与 GAs 结合方式

NN 域	GA 作用
输入数据	优化数据表示/数据组合
权重和参数	寻找适合的初始值
结果解释	分析 NN 的输出
设计优化	寻找不同的拓扑结构
学习算法	用遗传搜索代替或补充

目前在 NN 设计的较深层次上,可以把 GAs 技术集成到 NN 内部,特别是用 GAs 代替 NN 的学习算法,如用 GAs 代替 BP 算法 (back propagation). 尽管理论上还不能证明 GAs 优于最速梯度下降法,但是把 GAs 应用于 BP 算法失效或一些神经计算 (neural computing) 领域已经显示出了良好前景,包括决策支持系统 (DSS)、实际工程问题求解等. 杂合系统还可以将规则库和传统的运筹学方法结合进来,比如应用 GAs 与 NN 已经成功地解决了大规模网络运输问题 (vehicle routing problem)^[1].

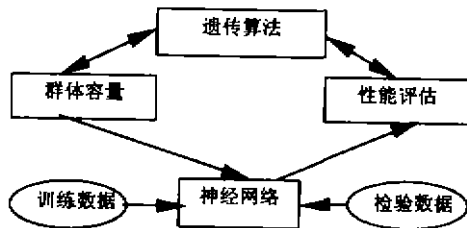


图 1 GAs 与 NN 结合的系统结构图

在 NN 网络中,可以用染色体表示网络的描述信息,遗传算子在一定约束下对当前群体进行改进,通过产生和检验不同参数(如学习率和隐节点数)的 NN 群体,实现参数 NN 优化. 利用 GAs 设计面向特定应用的 NN,可以使得算法系统独立于 NN 的类型,具有很大的灵活性. 比如用户可以选择网络容量或学习速度作为优化准则,使系统能适合于不同的硬件要求^[1].

1.2 遗传算法与模糊逻辑的结合

遗传算法与模糊逻辑 (Fuzzy Logic, FL) 相结合,可以将知识获取和知识表示有机地统一起来. 1989 年,Charles Karr 首先提出了一系列的基本概念并做了许多开创性的工作^[2]. 目前,研究的重点主要为用 GAs 改进模糊逻辑控制器. FL 与 GAs 的主要特征比较如表 2 所示,从中可以发现

两者结合的理论意义和应用价值.

表 2 FL 与 GAs 主要特点比较

	知识存储	学习能力	优化功能	速度	非线性系统
模糊系统	有	无	无	快	适用
遗传算法	无	有	有	快	适用

两种技术都比较适合于处理非线性系统和复杂数据,在效率和速度上均有明显地提高. FL 系统可以比较严密地表示和存储领域知识,如规则或数学模型. 对于结构化的、定义完整的知识,FL 系统能有效地表示问题的解. 然而对于复杂庞大的实际系统,利用人工反复试验的方法来设计 FL 系统是非常困难的.

表 3 GAs 与 FL 结合途径

结合类型	功能描述
耦 台	遗传和模糊模块相互嵌入
模糊系统设计	调整成员隶属度,决定逻辑规则,修改隶属度函数
遗传系统操作	应用模糊逻辑控制器,在评价函数中使用模糊系统
集成系统	学习行为,数据分类

GAs 虽缺少 FL 系统的某些特性,但却在优化规则结构成员函数 (membership function) 和学习模糊规则 (fuzzy rules) 上具有明显优势. GAs 有利于实现于全局搜索,减少陷入局部最优的机会. 目前研究重点为利用 GAs 改进 FL 系统,也有一些研究者致力于用 FL 系统改进 GAs 的性能,例如用模糊规则指导 GAs 的行动. GAs 与 FL 结合的基本方式如表 3 所示^[6]. GAs 与 FL 结合的典型应用过程如图 2.

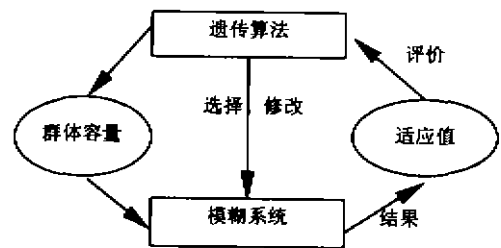


图 2 利用 GAs 改进 FL 系统性能

2.3 遗传算法与专家系统的结合

专家系统 (Expert Systems, ES) 和传统的运筹学技术是比较有效的问题求解方法,但对一些特殊任务和复杂的现实问题往往很难取得理想的效果,如调度 (scheduling) 问题和资源规划 (resources planing) 问题等. GAs 与 ES、运筹学方法相结合,可以极大地改善问题求解过程.

在由 GAs 和 ES 构成的杂合系统中, GAs 部分具有如下特性:

- 1) 用位串表示问题参数, 便于遗传操作;
- 2) 扩大可行解域, 丰富用户信息;
- 3) 同时支持多种数据类型——整型或实型;
- 4) 加强约束, 以保证解的有效性。

GAs 与 ES 集成方式可以加强 ES 启发式解决问题能力, 从而形成功能扩展的 ES 系统。

1.3.1 优化启发式问题解决系统

GAs 和基于 ES 的启发式模块结合用于解决参数优化问题, 可以取得较高的求解效率, 比两种方法独立求解效果均明显。其主要思想是把一个问题分成若干个子问题, 这些子问题可以用遗传算法或规则模块解决。

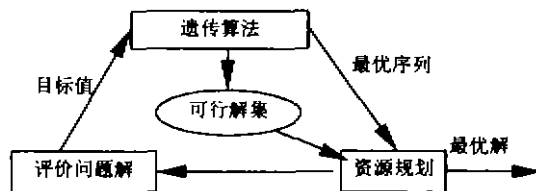


图3 遗传算法优化资源规划模块任务序列结构

GAs 用基因串描述提交给资源规划模块的任务序列, 比单独用规则库系统时任务管理简单, GAs 搜索任务序列的可能排列, 当最优解找到时, 提交给资源规划模块执行^[4]。

1.3.2 规则库知识获取系统

GAs 可以用来从大量数据中发现规则, 在决策过程中, 经常要在冲突和竞争的因素之中进行权衡, 用人工分析获取专家知识一般非常困难而且费时。另一方面, 决策规则往往隐含于数据之中, 所以如何从数据中自动地寻找启发式规则具有重要的理论和应用价值。

到目前为止, 关于 GAs 与 ES 杂合所取得的创造性的成果还很少, GAs 的优化能力可以改进规则库系统(rule-based systems)以及相关的人工智能和复杂问题求解过程。在杂合系统中, ES 一般用于提供系统总体逻辑结构、解释能力和对遗传操作的指导。

3 结束语

通过大量的模拟实验, 归纳并总结了 GAs 与 NN、FL、ES 结合所形成的杂合系统设计的若干原则^[1]。

(1) 采用原系统的编码方式, 保留问题领域特色, 简化用户操作界面;

(2) 实现最大化杂合, 即把原系统中各种优化技术尽量有机集成到杂合系统中, 如果原算法为快速的算法, 则杂合系统的解可以作为其初始解; 如果原系统对问题编码进行连续变换操作, 则应把此操作序列集成于杂合系统的操作算子中; 如果原算法的解码策略富有效率, 则应把其集成到杂合系统的评价技术中的解码部分。

(3) 如果编码策略采用原算法的策略, 需要调整遗传操作算子, 以便产生有效的个体。

参考文献

- 1 Davis L ed. Handbook of Genetic Algorithms. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991
- 2 Schaffer J D, Whitley D, Eshelman L J. Combinations of genetic algorithms and neural networks; a survey of the state of the art. Proceedings of the International Workshop on Combinations of Genetic Algorithms and Neural Networks, Baltimore, 1992, 1~37
- 3 Kadaba N, Nygard K E, Juell P J. Integration of Adaptive Machine Learning and Knowledge-based Systems for Routing and Scheduling Applications. Expert Systems with Applications 1991, 2(1): 15~27
- 4 Harp S A, Samad T. Optimizing Neural Networks with Genetic Algorithms. Proceedings of the American Power Conference, Chicago, 1138~1143
- 5 AL-Attar A. A Hybrid GA-heuristic Search Strategy. AI Expert, 1994, 9(9): 34~37
- 6 李书全, 寇纪松, 李敏强. 遗传算法的随机泛函分析. 系统工程学报, 1998, 13(1): 97~101
- 7 张志强, 李敏强, 寇纪松. 分类器系统在股票买卖规则发现中的应用. 决策与决策支持系统, 1997, 7(4): 92~97

Studies on Hybrid Genetic Algorithms

Li Minqiang, Zhang Zhiqiang, Kou Jisong

Management School, Tianjin University, Tianjin 300072

Abstract Hybrid systems based on genetic algorithms is a new methodology to reform and promoting genetic algorithms in theory and application. It integrates GAs with existing well done methods and algorithms for optimization problems, such as optimization heuristics, domain knowledge acquisition etc.. This paper studies three sorts of hybrid systems, and analyses the characteristics and performance of GAs hybridized with Neural Networks, Fuzzy Logic and Expert System.

Keywords: hybrid systems, genetic algorithms, neural networks, fuzzy logic, expert system

第 3 届中国青年运筹与管理学者大会 征文通知

第 3 届中国青年运筹与管理学者大会拟定于 1999 年 6 月在清华大学召开。大会由中国运筹学会青年工作委员会和清华大学筹办, 欢迎高等院校、科研院所、企事业单位从事运筹与管理研究及应用的青年专家学者(45 岁以下)踊跃投稿并届时参加学术会议。

征文要求:

应征论文必须是未在正式学术刊物上发表过的有关运筹学、管理及应用案例的研究成果, 并符合核心期刊《系统工程理论与实践》的格式要求。一般论文不应超过 5 个标准版面(6000 字以内), 并采用 WORD 或 TEX 系统排版。为加强青年学者间的相互了解, 请在论文后面附 200 字以内的主要作者简介。

运筹与管理是面向应用的学科, 除学术论文外, 我们也非常欢迎企事业单位的工作人员能够撰写有关管理中所存在的实际问题的文章, 供与会者讨论, 并希望借此机会扩大学术团体和企事业单位的合作与交流。

出版形式:

会前将正式出版论文集, 其中优秀论文的扩充版(预计 50 篇)将由《系统工程理论与实践》以增刊形式于会前出版。

重要日期:

- ① 1998 年 9 月 1 日前
寄出论文全文(一式 3 份, 隔行打印)
- ② 1998 年 11 月 1 日前
通知审稿结果及修改要求
- ③ 1999 年 1 月 1 日前
寄出修改后的论文及软盘

联系人: 刘宝碇 博士

通信地址: 北京清华大学应用数学系

邮政编码: 100084

电 话: (010)62788576

传 真: (010)62788789

E-mail: liu@midwest.com.cn