

量子进化算法研究综述

刘文程

(浙江工业大学之江学院, 绍兴 312000)

[摘要] 本文在介绍量子进化算法的基础上, 归纳总结了量子进化算法发展动态与现状, 并对目前量子进化算法的应用领域进行了综述, 抛砖引玉, 希望能为相关问题的研究提供借鉴。

[关键词] 量子理论; 进化算法; 综述

引言

量子学作为 21 世纪最伟大的发现之一, 它为各国学者研究的难题带来了新生的思路, 这种理论帮助解决了一直以来困扰各国学者的难题, 为现代物理学的发展奠定了基础。而进化算法是目前研究较多的并行算法, 它模仿生物学中进化、遗传的过程, 是一种能够自适应的调解搜索寻优算法, 已被成功应用于多个应用研究领域。量子学和进化算法相结合交叉融合产生一门新兴的学科领域, 它的跨学科性为信息科学的发展提供了新的原理和方法, 并且促进了相关的学科的发展。

一、发展动态与现状分析

量子进化算法一方面吸取了量子计算方面的一些概念和理论, 如量子位、量子叠加态等, 采用量子比特编码染色体, 可以使一个量子染色体同时表征多个态的叠加, 利用量子门作为更新算子来完成进化搜索。另一方面, 基于进化机制将进化论、群智能、免疫原理、神经网络、多智能体系统等领域的一些思想、机制、操作和研究成果融入了量子计算, 并设计了新的量子计算模式、搜索操作、优化算法和相应的信息处理系统。

量子进化算法与群智能相结合主要是为了加快收敛速度, 提高算法性能, 何小峰等将量子力学中的量子态、量子位和量子逻辑门等引入蚁群优化算法、蜂群优化算法、人工鱼群算法等群智能优化算法当中去, 提出了量子蚁群优化算法、量子人工蜂群优化算法、量子人工鱼群算法, 并给出了相应的基本思想和通用流程。

量子进化算法, 利用免疫系统的机理再加上量子计算来设计新的模型。赵丽等对基于量子免疫机理的网络入侵检测模型中的两个主要模块检测器生成模块和入侵检测模块的算法进行了详细的设计, 并训练出了多样性高的抗体, 更好地提高系统的检测率。

量子进化算法与神经网络相结合, 可实现优势互补。杨妍等研究了量子进化算法, 并将其与神经网络相融合, 提出了基于量子进化算法的神经网络学习算法, 然后将其应用于工业过程丙烯腈收率建模, 结果表明量子进化神经网络建模具有较快的收敛速度和较高的模型精度, 可以满足工业中要求丙烯腈收率误差不超过 1% 的要求。

二、应用领域

量子进化算法通过在古典算法的基础上加入了量子规律的一些理念, 将量子比特的几率幅用到了对染色体的编码上, 这样一条染色体就可以表示多种态的叠加, 从而丰富了种群。该算法具有收敛速度快、全局收敛性好、种群依赖性低等特点。目前, 量子优化算法的应用极为广泛, 已应用于 TSP 问题、背包问题、函数优化等经典优化问题, 还应用于多址干扰的多用户检测问题、布局问题、投资组合优化、寻找图像稀疏分解的最佳匹配原子、FIR 滤波器设计等问题。

在生产调度领域, 焦璇根据针对多目标柔性作业车间调度中完工时间和交货期的要求模糊的问题, 建立了模糊柔性

作业车间调度问题的数学模型, 提出了结合混巧理论局部优化策略改进旋转角的混巧量子算法, 解决了算法局部收敛问题和后期种群多样性丢失而过早收敛的问题。

在智能机器人领域, 张晓文在足球机器人比赛动态环境中, 将比赛场上白色标志线作为定位特征点, 利用量子免疫算法改善足球机器人的自定位系统, 缓解足球机器人在寻找不到目标的情况下出现的迷失状态, 提高了定位系统的智能性和稳定性。

在图像处理领域, 张毅研究构建了一套完整的量子图像处理体系, 其充分地利用了量子机制实现了高精确性、高实时性图像处理, 从底层图像存储, 到中层图像预处理, 再到上层图像分类, 完美解决了经典图像处理的性能难题。

在小样本学习领域, 张同心研究了支持向量机的核函数理论, 提出了一种基于量子粒子群搜索的支持向量机算法。

结语

在过去的时间内, 量子进化算法较传统量子算法, 显示出了强大的优势, 量子进化算法得到了快速的发展, 取得了一系列重要的研究成果。但这还仅仅是开始, 随着更多的学者在这一领域进行深入的研究, 在不久的将来, 量子进化算法将在更多的领域中取得成效。

基金项目: 浙江工业大学之江学院院级科研项目资助: 基于量子遗传进化的压缩感知图像重构算法研究。

参考文献:

- [1] 张同心. 基于量子粒子群的支持向量机算法的研究与应用 [D]. 浙江大学, 2013.
- [2] 张毅. 面向计算机图像处理的量子算法研究 [D]. 国防科技大学, 2014.
- [3] 张晓文. 基于量子免疫算法的移动机器人自定位研究 [D]. 西安科技大学, 2014.
- [4] 焦璇. 基于混合量子算法的柔性作业车间调度问题研究 [D]. 大连理工大学, 2015.
- [5] 杨妍, 俞金寿. 基于量子进化算法的神经网络及应用 [J]. 计算机工程与应用, 2007 (26): 206-208.
- [6] 赵丽. 基于量子免疫原理的入侵检测模型研究 [D]. 湖南大学, 2010.
- [7] 何小峰. 量子群智能优化算法及其应用研究 [D]. 上海理工大学, 2014.
- [8] 张建明. 基于改进量子进化算法的生产调度问题研究 [D]. 华东理工大学, 2013.
- [9] Qu Z J, Liu X H, Zhang X W, et al. Hamming-distance based adaptive quantum-inspired evolutionary algorithm for network coding resources optimization [J]. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2015, 22 (3): 92-99.
- [10] He Y, Deng Y, Luo M X. The improved evolution pathsto speedup quantum evolution [J]. International Journal of Theoretical Physics, 2016, 55 (4): 1977-1987. □