

蚁群算法及其应用

作者：吕品妍 学号：1300013268

【摘要】蚁群算法是一种模拟自然界蚁群行为的仿生算法，具有分布式计算、易于与其他优化算法相结合、鲁棒性等许多优点，以及易陷于局部最优解、搜索时间长、收敛速度与算法停滞时间不能兼顾等不足。本文介绍了蚁群算法的基本原理与特征，研究现状与优化，以及蚁群算法的应用领域。

【关键词】蚁群算法 优化 应用

优化决策是一门非常实用的学问。近几十年来，学者们为了求解出复杂的优化问题，提出了一些通过模拟自然生态系统机制的仿生算法，在解决难题方面发挥了重要作用。蚁群算法就是其中的一种。

一、定义

蚁群算法(ant colony optimization, ACO)，又称蚂蚁算法，是一种用来在图中寻找优化路径的机率型算法。它由 Marco Dorigo 于 1992 年在他的博士论文中提出，其灵感来源于蚂蚁在寻找食物过程中发现路径的行为。蚁群算法是一种模拟进化算法，初步的研究表明该算法具有许多优良的性质。针对 PID 控制器参数优化设计问题，将蚁群算法设计的结果与遗传算法设计的结果进行了比较，数值仿真结果表明，蚁群算法具有一种新的模拟进化优化方法的有效性和应用价值。[1]

二、原理与特征

经过研究表明，蚂蚁通过释放信息素，并将其遗留在自己曾经经过的道路上，以此来告诉同伴自己曾经走过这条路径，所有的蚂蚁都是通过这种方式来分辨路径的。假设存在一条道路上的信息素最多，那么就证实更多的蚂蚁选择了该道路。所以，同样这也会给后面的蚁群带来一种引导的作用。蚂蚁的这种选择过程实际上是一种自催化的过程，随着信息素强度的增加一直进行迭代循环，蚂蚁最后可以通过正反馈机制选择出更优的路径。[2]

蚁群算法的基本流程是：

- (1) 初始化参数，信息素的初始浓度、蚂蚁和目的地个数等。
- (2) 蚂蚁针对所有的目的节点进行随机选择，并将初始节点加入到搜索禁忌表。而后根据概率公式进行计算选择下一个要走的节点。
- (3) 判断禁忌搜索表是否已满，是则表明蚂蚁已访问完所有节点，记录蚂蚁所走路径。
- (4) 按照蚂蚁所走的路径更新各条路径的信息素浓度。

(5) 算法满足终止条件，输出最优路径。否则，继续运行步骤 2。

综上，蚁群算法是对现实中蚂蚁的一种虚拟过程，但其比现实中的蚂蚁更具有智能，原始蚁群算法的基本思想是将 m 只人工蚂蚁随机放置于 n 个结点，每一只蚂蚁通过一定的概率规则进行结点间的状态转移，遍历所有节点后形成一条有效路径。蚂蚁在创建路径过程中或创建路径后，根据相应的信息素更新规则进行各自路径上的信息素更新操作。当每一只蚂蚁都完成了各自对整条路径的遍历，则对所有路径中的最佳路径进行全局的信息素更新操作。[3]

蚁群算法具有如下优点：

(1) 较强的鲁棒性，抗干扰能力较强；

(2) 分布式计算：蚁群算法是一种基于种群的进化算法，具有并行性，易于并行实现；

(3) 易于与其它方法结合：该方法可以与多种启发式算法结合，以改善算法的性能。[4]

以及以下缺点：

(1) 蚁群算法在运行过程中会出现停滞的现象，还会存在局部特性的缺陷。蚂蚁总是过分的依靠先前蚁群的探索结果，导致最后得不到全局最优解；

(2) 由于启发式的计算量较大，又因为蚁群算法要完成对所有蚂蚁和所有城市的遍历，所以需要相对较长的时间；

(3) 对于收敛速度与防止算法过早停滞之间的平衡很难权衡。[2]

三、研究现状与优化

1991 年，意大利学者 Marco Dorigo 在蚂蚁觅食时受到启发，提出蚁群算法。后来，蚁群算法引起了许多学者的关注，成为研究热点之一。学者们不断提出新的优化改进算法，使蚁群算法得到了广泛的应用。较为经典的有蚁群系统（Ant Colony System, ACS）、最大最小蚂蚁系统（MAX-MIN ant system, MMAS）和基于排列的蚁群算法（Rank-Based Version of Ant System）等。[5]

国内虽然对蚁群算法的探索要晚于国外，但仍然有相当多的成果。从公开发表的论文看，我国最先研究蚁群算法的是东北大学张纪会和徐心和，他们对蚁群算法的原理和特点进行了概括。[4]

郑松，侯迪波，周泽魁对蚁群算法进行了优化改进，方式是加入自适应地调整状态转移概率，提出动态调整选择策略的蚁群算法；[6]

李士勇，陈永强，李研提出了“带精英策略的蚂蚁系统”（Ant System with elitist strategy），作为对基本算法的第一次改进。其中的精英策略是对每次循环后对最优路径进行“奖励”，增加信息素，使这条“精英路径”享有“特权”，更加能够吸引蚂蚁。找到这条最优路径的蚂蚁叫做精英蚂蚁。[7]

张军，胡晓敏，罗旭耀等提出了“基于优化排序的蚂蚁系统”（Rank-Based Version of Ant System）。具体思路是让所有蚂蚁都完成一次循环，构建出路径

以后，按照路径长度对蚂蚁进行排序，蚂蚁释放信息素的多少将以该蚂蚁的排列数 μ 进行加权来决定。寻到至今最优解的蚂蚁和排在前 $(\alpha - 1)$ 的蚂蚁才可以释放信息素（ α 为精英蚂蚁的数量），其它的蚂蚁均不释放信息素。 [8]

学者们还开发了其他许多种改进方法，来选择性地避免蚁群算法原本的缺陷，在此只列举以上方法作为代表。

三、应用

蚁群算法最初被应用到经典的组合优化问题，随着研究的深入，在航迹规划、网络路由、物流配送等领域都得到了广泛的应用，体现了蚁群算法的实用性和通用性。

其中，杨雅宁和蔺勇针对中小型民用无人机的使用背景、模式和使用环境，引入对应的航迹约束条件，提出了新的无人机二维航迹规划方法，有效规划出满足飞行要求的最优航迹路径。 [9]

贾惠彬、薛凯夫等提出了基于蚁群算法的多路径路由算法，基于链路的时延和可用率改进蚁群算法的信息素，通过改进的蚁群算法可以在广域保护通信网络寻找到从源节点到目的节点之间的多条不同质量的传输路径用于计算满足广域保护通信要求的主路由和备用路由，以提高广域保护通信的可靠性。 [10]

阮焕等人用改进的蚁群算法对物流配送路径进行优化，通过“寻优”与“弃差”、局部搜索与全局搜索相结合，提高了算法收敛效率，在面对多种不确定性需求时候的时候，有助于实现电商物流的有效配送。 [11]

蚁群算法自 20 世纪 90 年代问世以来，其理论和应用都有了很大的进步，从最初求解 TSP 问题开始，逐渐发展为一个优化工具，并成功地应用到科学和工程中的多个领域。蚁群算法具有分布式计算、易于与其他优化算法相结合、鲁棒性等许多优点，以及易陷于局部最优解、搜索时间长、收敛速度与算法停滞时间不能兼顾等不足。相信随着对其研究的不断深入，其理论将更加成熟，其应用也将更加广泛。

【参考文献】

[1] 百度百科:

http://baike.baidu.com/link?url=iCVLfTFWFhksqxBrSXUpAW_PAuIhZwrMQp14vuqUtJlp6qs6wzaIDauk99ng6k_3d9U-1A0rM-xYkAYXxFEE6nWD2gAUN5koZ5K11SUr_w0mCrIUNpxBsHcU8wTr0bmS

[2] 丁远远. 基于蚁群算法的图像边缘检测方法研究[D]. 安徽大学, 2016.

[3] 张文光. 基于蚁群算法的电商物流末端配送模式及路径优化研究[D]. 贵州师范大学, 2016.

[4] 张纪会, 徐心和. 一种新的进化算法——蚁群算法[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(3): 84-87.

[5] 孟晓琳. 蚁群算法的研究及其应用[D]. 西南交通大学, 2015.

[6] 郑松, 侯迪波, 周泽魁. 动态调整选择策略的改进蚁群算法[J]. 控制与决策, 2008, 23(2): 225-228.

[7] 李士勇, 陈永强, 李研. 蚁群算法及其应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.

[8] 张军, 胡晓敏, 罗旭耀等. 蚁群优化[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.

[9] 杨雅宁, 蔺勇. 基于蚁群算法的一种无人机二维航迹规划方法研究[J]. 电脑知识与技术, 2016, (28): 189-191.

[10] 贾惠彬, 薛凯夫, 马静, 王增平. 广域保护通信多路径路由选择的改进蚁群算法[J]. 电力系统自动化, 2016, (22): 22-26.

[11] 阮焕, 耿亮, 肖人彬. 基于极值——蚁群算法的电商末端物流弹性配送策略研究[J]. 工业工程, 2016, (01): 51-60+90.