

关于蚁群算法的认识

城市与环境学院 郭浩 1300011074

【摘要】蚁群算法最早于 1992 年被提出，它是一种寻找优化路径的算法，模仿蚂蚁寻找食物的路径选择行为。这种算法有很强的自组织性，对复杂系统的优化问题有很大帮助，但是也有在大空间中搜索时间长、高层次设计与低层次执行难以配合等问题。因此，它也必须经历不断的优化与改进，才能更好地发挥作用。

【关键词】蚁群算法；优化

一、前言

意大利科学家 Marco Dorigo 在 1992 年写作的博士论文中提出了蚁群算法的技术¹，它是一种寻找优化路径的算法，灵感来自于蚂蚁寻找食物的路径选择行为。蚁群算法作为模拟进化算法，具有很多优良的特性。蚁群的觅食行为完全是一种自组织行为，而蚁群算法也是一种自组织算法。研究者曾经比较蚁群算法设计的结果与遗传算法设计的结果，在 PID 控制器参数优化问题上，实验数值仿真结果表明，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。²

二、蚁群觅食的自然优化策略

很多种类的蚂蚁在觅食时都有设置踪迹和追随踪迹的行为，蚂蚁个体从食物源返回蚁巢时，走过的路径会留下一一种特殊的化学物质 Pheromone——信息素。同时，其他觅食的蚂蚁在运动过程中能感知这种物质，倾向于朝着信息素强度高的方向移动，跟随这个信息素踪迹找到食物源。

在一开始，走各种路径的蚂蚁都有，有短有长，但是走更短路径的蚂蚁往返蚁巢的时间更短，重复的频率更快，因此单位时间内在该路径留下的信息素越多，这样，随着时间推移，更多的蚂蚁会被高浓度的信息素吸引过来，从而留下更多的信息素，形成良好的正反馈过程。而走更长路径的蚂蚁正好相反。

当然，对于个体而言，蚂蚁并不知道自己所走的路径是否最短，还是会有不少蚂蚁走上较远的路径，但是一旦蚂蚁群体变得足够大，那么对于群体而言，它们会逐渐接近最优路径，并且从比例上看，走短路径的蚂蚁数量会越来越多。³

蚂蚁不需要通晓地图，只需要根据其他个体的信息素即可找到最优解。事实上，蚂蚁个体之间是通过接触提供的信息传递来协调其行动的，并通过组队相互支援。当聚集的蚂蚁数量达到某一临界数量时，就会涌现出有条理的“蚁队”大军。⁴

三、蚁群算法的实现过程

如果把蚁群的觅食行为简化为算法，那么可以把蚁群的觅食策略抽象为计算机可以操作的规则。在蚁群算法中，蚂蚁是发出行为的对象，即路径寻找者，然后是环境信息，包括蚁巢、障碍物和信息素，其中信息素包括指示食物的信息素和指示蚁巢的信息素。

对于每只蚂蚁而言，它们的任务是寻找食物并且返回蚁巢，具体行为可以分成一下几个：

¹ Wikipedia, “Ant colony optimization algorithms”

² 詹士昌; 吴俊, 基于蚁群算法的 PID 参数优化设计, 测控技术, 2004 年 1 月

³ 李士勇, 陈永, 李研编著, 蚁群算法及其应用, 哈尔滨工业大学出版社, 2004 年 09 月第 1 版, 第 3 页

⁴ 同上, 第 3 页

1.观察和决策：每只蚂蚁处在一个 3*3 个方格组成的世界内，并且能移动的距离也在这个范围之内⁵。它们根据方格中的障碍物、信息素等环境因素作出决策。

2.移动：根据决策方案移动，如果是寻找食物，则选择食物信息素最强的方格，如果是返回蚁巢，就选择巢穴信息素最强的方格。

3.留下信息素：当它们移动若干个方格后，如果找到了食物，则留下强烈的食物信息素，然后返回蚁巢。找到食物之后，留下的信息素会慢慢变弱。

4.自杀：一旦一只蚂蚁完成了它的使命，包括建立一个解决方案和释放信息素，这只蚂蚁将“死掉”，也就是它将被从系统中删除。⁶

这些行为虽然是每只蚂蚁的行为，但是蚂蚁和环境之间的交互把各个蚂蚁连接起来了。在蚁群算法中，一个有限规模的人工蚁群体，可以相互协作地搜索用于解决优化问题的较优解。蚂蚁既能共同地行动，又能独立地工作，显示出了一种相互协作的行为。它们不使用直接通讯，而是用信息素指引着蚂蚁之间的信息交换。每只蚂蚁都能够找出一个解，但很可能是较差解。蚁群中的个体同时建立了很多不同的解决方案，找出高质量的解是群体中所有个体之间全局相互协作的结果⁷。

四、蚁群算法的意义、应用与局限

蚁群算法是一种优化技术，可以用于求解各种工程问题优化解。由于实际工程问题往往复杂性和约束性都很高，并且难以建模。因此，寻找一种适合于大规模并行且具有智能特征的优化算法非常重要。目前，除了业已得到公认的遗传算法、模拟退火法等热门进化类方法，新加入的蚁群算法正在开始崭露头角，为复杂困难的系统优化问题提供了新的具有竞争力的求解算法⁸。

蚁群算法的应用主要分为两类⁹：

1. 静态组合优化问题，其典型代表有 TSP、二次分配问题(quadratic assignment problem, QAP)、车间调度问题、车辆路由问题等；

2.动态组合优化问题，例如网络路由问题。

其实，蚁群算法最早是用于解决旅行商问题。自从蚁群算法在著名的旅行商问题(TSP)和工件排序问题上取得成效以来，已经陆续渗透到其他领域中。

但是，蚁群算法也有它的弱势。G. Bilchev 等人研究了求解连续空间优化问题的蚁群系统模型，并用来解决某些实际工程设计问题，发现其在求解连续优化问题方面的优越性相对要弱一些。¹⁰

同时，必须指出的是，蚁群算法只是一种概率算法，数学上无法对其正确性与可靠性作出可靠的证明。另一方面，在解决问题的时候，算法系统的高层次的行为是需要通过低层次的蚂蚁之间的简单行为交互涌现产生的¹¹。单个蚂蚁控制虽然简单，但并不意味着整个系统设计的简单。设计者必须要将高层次的复杂行为映射到低层次的蚂蚁的简单行为上，这二者之间存在很大差别，这是蚁群算法乃至群集智能中一个极为困难的问题。

五、结语

⁵ 百度百科，“蚁群算法”

⁶ 李士勇，陈永，李研编著，蚁群算法及其应用，哈尔滨工业大学出版社，2004 年 09 月第 1 版，第 18 页

⁷ 同上，第 17 页

⁸ 同上，第 19 页

⁹ 同上，第 19 页

¹⁰ 同上，第 19 页

¹¹ 同上，第 19 页

蚁群算法并不年轻，作为全局搜索算法，它能够有效地避免局部极优。但同时，对大空间的多点全局搜索，却大大增加了搜索所需要的时间。因此，必须在蚁群算法中加入针对具体问题的局部搜索算法，才能更好更快地找到问题的最优解。利用蚁群算法的全局性避开了局部极优，利用局部搜索算法加快了求解的过程，寻求二者的完善结合，是一个非常值得研究的课题。¹²总之，蚁群算法只是千万算法中的一例，其局限性必然存在，而且在技术高速发展的今天，它也必须经历不断的优化与改进，才能更好地发挥作用。

参考文献

- 1.李士勇，陈永，李研编著，蚁群算法及其应用，哈尔滨工业大学出版社，2004 年 09 月第 1 版
- 2.詹士昌； 吴俊，基于蚁群算法的 PID 参数优化设计，测控技术，2004 年 1 月
- 3.Wikipedia, “Ant colony optimization algorithms”
- 4.百度百科, “蚁群算法”

¹² 李士勇 陈永强 李研编著,蚁群算法及其应用,哈尔滨工业大学出版社,2004 年 09 月第 1 版,第 21 页