

文章编号:1009-4822(2004)06-0572-03

## 基本蚁群算法及其改进

孔令军<sup>1</sup>, 张兴华<sup>2</sup>, 陈建国<sup>3</sup>(1. 北华大学 教育技术中心, 吉林 吉林 132021; 2. 北华大学 电气信息工程学院, 吉林 吉林 132021;  
3. 北华大学 后勤服务总公司, 吉林 吉林 132021)**摘要:**给出了群体智能的一个分支——蚁群算法的一个改进算法, 充分利用了算法的并行特点, 提高了算法的效率.**关键词:**蚁群算法; 信息矩阵; 组合优化**中图分类号:**TP301.6**文献标识码:**A

近年来, 计算机网络得到了飞速的发展, 网络已成为社会生活不可缺少的部分. 同时, 人们对网络信息传输的质量和效率的要求也越来越高. 为了进一步提高网络的效率, 更多新算法被引入这个领域, 蚁群算法就是其中之一.

## 1 初期的蚁群算法

基本的蚁群算法 AS 可以简单表述如下: 在 0 时刻进行初始化过程, 蚂蚁放置在不同的城市, 每一条边都有一个初始外激素强度值  $\tau_{ij}(0)$ . 每一只蚂蚁禁忌表的第一个元素置为它的开始城市. 然后, 每一只蚂蚁从城市  $i$  移动到城市  $j$ , 依据两个变量的概率函数选择移动城市 (包括参数  $\alpha$  和  $\beta$ , 见公式 (1.4)). 在  $n$  次循环后, 所有蚂蚁都完成了一次周游, 同时他们的禁忌表将满, 这时, 计算每一只蚂蚁  $k$  的路径长度  $L_k$ ,  $\Delta\tau_{ij}^k$  依据公式 (1.3) 更新. 而且, 保存由蚂蚁找到的最短路径 (即  $\min L_k, k = 1, \dots, m$ ), 置空所有禁忌表. 重复这一过程直到周游计数器达到最大 (用户定义) 周游数  $\max N_C$ , 或者所有蚂蚁都走同一路线. 后一种情况被称为停滞状态. 如果算法在  $N_C$  次循环后结束, 蚂蚁算法的复杂度为  $O(N_C \cdot n^2 \cdot m)$ .

信息素更新公式:

$$\tau_{ij}(t+n) = \rho \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}, \quad (1.1)$$

其中,  $\rho$  是一个参数,  $1 - \rho$  表示在时刻  $t$  和  $t + n$  之间外激素的蒸发,

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k, \quad (1.2)$$

 $\Delta\tau_{ij}^k$  是单位长度上在时刻  $t$  和  $t + n$  之间第  $k$  只蚂蚁在边  $e(i, j)$  留下的外激素的数量, 其中

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k}, & \text{如果在时刻 } t \text{ 和 } t + n \text{ 之间第 } k \text{ 只蚂蚁使用边 } e(i, j), \\ 0, & \text{其他.} \end{cases} \quad (1.3)$$

 $Q$  是一个常数,  $L_k$  是第  $k$  只蚂蚁周游的路程长度.第  $k$  只蚂蚁从城市  $i$  到城市  $j$  的跃迁概率为

$$P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in \Phi_k} [\tau_{ik}(t)]^\alpha [\eta_{ik}]^\beta}, & j \in \Phi_k; \\ 0, & j \notin \Phi_k. \end{cases} \quad (1.3)$$

其中  $\Phi_k = \{N - \text{tabuk}\}$ ,  $N$  为一组城市,  $\text{tabuk}$  表示第  $k$  只蚂蚁的禁忌表,  $\alpha$  和  $\beta$  都是控制外激素与可见度

收稿日期: 2004-04-17

作者简介: 孔令军 (1967-), 男, 工程师, 主要从事计算机应用研究.

的相对重要性的参数. 跃迁概率是可见度和  $t$  时刻外激素强度的权衡.

综合以上所述,图1给出用基本蚁群算法原理解决路由选择优化问题的流程图.

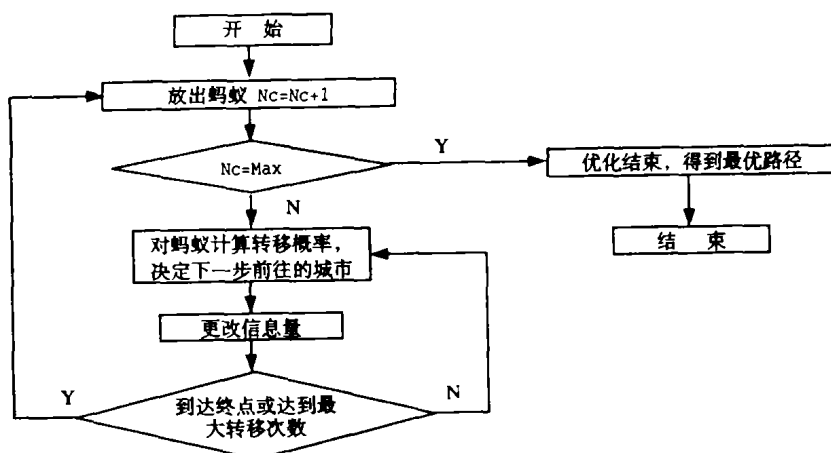


图1 基本蚁群算法解决问题流程

Fig. 1 Flow of basic ant colony

## 2 基本蚁群算法的不足之处

从上面针对路由选择优化问题的分析可以看出,虽然蚁群算法已经被证明是一种有效的解决组合优化问题的方法,但是由于问世的时间比较短,还存在如下不足:

(1)限于局部最优解.从算法解的性质而言,蚁群算法也是在寻找一个比较好的局部最优解,而不是强求是全局最优解.

(2)工作过程的中间停滞问题.和算法开始时收敛速度快一样,在算法工作过程当中,迭代到一定次数后,蚂蚁也可能在某个或某些局部最优解的邻域附近发生停滞.

(3)较长的搜索时间.尽管和其他算法相比,蚁群算法在迭代次数和解的质量上都有一定的优势,但对于目前计算机网络的实际情况,还是需要较长的搜索时间.虽然计算机计算速度的提高和蚁群算法的并行性在一定程度上可以缓解这一问题,但是对于大规模复杂的计算机网络,这还是一个很大的障碍.

## 3 加强信息利用率的蚁群算法

下面从实际应用的角度提出一个改进的算法——加强信息利用率的蚁群算法,其主要改进思想是蚂蚁在网络图中转移的同时在信息矩阵中转移,让寻找不同路径的蚂蚁可以协同工作.根据这个思想建立了新的信息矩阵(略),使蚂蚁遗留下的信息可以对多次工作产生影响.这充分利用了算法的并行特点,减少了算法的循环次数和计算时间,提高了算法在解决这一问题时的效率.下面通过仿真结果进行分析.

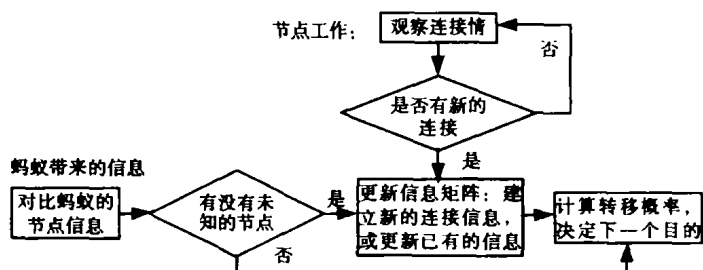


图2 建立信息矩阵流程

Fig. 2 Flow of modeling of information matrix

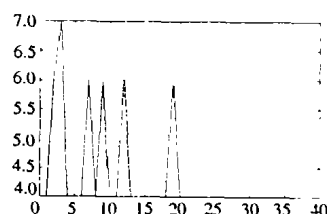


图3 路径优化情况

Fig. 3 Chart of optimizing route

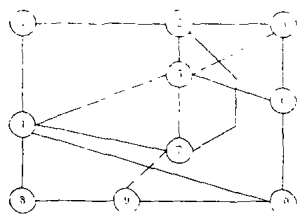


图4 网络模型拓扑连接  
Fig.4 Topological link of network model

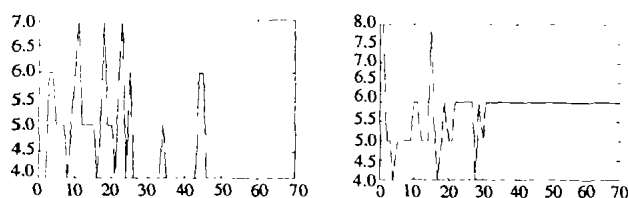


图5 基本蚁群算法仿真结果  
Fig.5 Simulation result of basic ant colony

图2是系统的仿真结果即路径优化结果,横坐标代表循环次数,纵坐标代表蚂蚁经过节点的数目。仿真过程中,初始信息量定为0.75,衰减系数定为0.95,循环次数为40次。和图5基本蚁群算法基于图4的仿真结果相比,可以看出,引入了改进思想后,算法的性能有了比较明显的改善,一般在15~20次循环后就可以稳定在最优路径上。在用基本算法进行仿真时,干扰路径较多的路径很容易停滞在不是最优的结果上,在改进算法中,一样很快达到了最优。

## 4 结 论

蚁群算法是近年新出现的一种从群体智能思想演变而来的新算法,在解决大规模组合优化问题上显示了强大的实力。本文将蚁群算法引入路由选择优化问题,并做了如下的研究探索:蚁群算法作为一种新兴的群体智能算法,在应用方面有比较突出的成绩,但研究者仅局限于仿真试验和思想的引入;从理论的角度详细的论证了蚁群算法解决此问题的可行性,并结合算法工作的过程,分析了基本蚁群算法的特点,提出了改进的方向;为了改善基本蚁群算法的不足,提出了一种针对解决路由选择优化问题的改进蚁群算法——加强信息利用率的蚁群算法。

## 参考文献:

- [1] 谭跃进,陈英武,易进先.系统工程原理[M].长沙:国防科技大学出版社,1999.  
Tan Yuejin, Chen Yingwu, Yi Jinxian. The Theory of System Engineering[M]. Changsha: National Defence Technology Publication, 1999.
- [2] Thomas A. Maufer. IP 技术基础——编址和路由[M].北京:机械工业出版社,2000.  
Thomas A. Maufer. Basic Theory of IP Technology—Address and Access[M]. Beijing: Mechanical Industry Publication, 2000.
- [3] 胡适耕,施保昌.最优化原理[M].武汉:华中理工大学出版社,2000.  
Hu Shigeng, Shi Baochang. The Theory of Optimization[M]. Wuhan: Publication of Middle China University of Technology, 2000.

# Basic Ant Group of Algorithm and Its Improvement

KONG Ling-jun<sup>1</sup>, ZHANG Xing-hua<sup>2</sup>, CHEN Jian-guo<sup>3</sup>

(1. Education Skill Center of Beihua University, Jilin 132021, China;

2. Electric Information Engineering College of Beihua University, Jilin 132021, China;

3. Service Company of Beihua University, Jilin 132021, China)

**Abstract:** A branch of colony intelligence——improvement method of ant group of algorithm, basic ant group of algorithm is introduced and algorithms effect is improved obviously.

**Key words:** Ant colony algorithm; Information matrix; Combinatorial optimization

【责任编辑:吕洪斌】