

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0002.014

# 基于蚁群算法的旅游线路优化研究\*

——以合肥市为例

李旭<sup>1</sup>, 汪海妹<sup>1</sup>, 刘家保<sup>2</sup>, 卫亮<sup>1</sup>

(1.合肥学院 数学与物理系,合肥 230601; 2.安徽新华学院 公共课程部,合肥 230088)

**摘要:**主要探讨了蚁群算法在旅游优化线路中的应用;以合肥市为例,选取合肥市 14 个景点,在 Matlab 环境下应用蚁群算法得到一条合肥一日游的优化旅游线路,并给出相应结果的简单分析.

**关键词:**蚁群算法;旅游;优化;Matlab

**中图分类号:**U121      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-058X(2015)02-0067-04

现如今,旅游已成为一种时尚休闲方式,选择合适的旅游线路,不仅可以节约交通时间,提高交通质量,而且可以节省交通费用.因此,如何寻找这样一条最佳线路显得尤为重要.至今,已有很多学者在这个方面做了大量的研究<sup>[1-3]</sup>.合肥作为一个发展中城市,旅游业正蓬勃发展,并以其独具特色的自然风景吸引了一大批的游客.现将一种优化算法——蚁群算法<sup>[4,5]</sup>,应用到合肥市旅游中,经仿真后得到相关景点的一条优化线路.

## 1 蚁群算法原理

蚂蚁在运动过程中,能够在它所经过的路径上留下一种称为信息素的物质.在运动过程中蚂蚁能感知这种物质,并且以此引导蚂蚁的运动方向.在蚂蚁觅食过程中,由于蚂蚁只对周围一定环境内有感知能力,当在它的感知能力范围以内有食物时,它就直接过去;否则,则看信息素大小进行移动.若周围没有信息素作为信息时,蚂蚁会按照原来自己运动的方向惯性运动下去.而有信息素时总会朝信息素多的方向走.当蚂蚁碰到一个还未经过的路口时,它们会随机挑一条道路行走下去,在这过程中,它本身也会释放信息素.而释放的信息素强度则与路径长度有关,路径越长,释放的信息素浓度越低.于是后来的蚂蚁在经过这个路口时,总是会选择信息素强度高的路径.那么即使一开始每条路径上的蚂蚁数量是一样的,在经过多只蚂蚁反复的选择后,道路短的路径上的信息素强度积累比较高,因此最后所有的蚂蚁都趋向于选择该条路径了,最终整个蚁群会找出最优路径.

## 2 蚁群算法的实现

1) 参数初始化.设置最大循环次数  $N_{\text{cmax}}$  (即有  $N_{\text{cmax}}$  批蚂蚁),在有向图  $E$  上,将  $m$  个蚂蚁置于  $n$  个城市

收稿日期:2014-05-10;修回日期:2014-07-12.

\* 基金项目:大学生创新创业训练项目(201311059068);合肥学院自然科学研究项目(13KY04ZR).

作者简介:李旭(1982-),男,安徽六安人,硕士,助教,从事智能算法理论及应用研究.

点上,令有向图上每条边 $(i, j)$ 的初始化信息量 $\tau_{ij}(t) = \text{const}$ ,其中 $\text{const}$ 表示常数,且初始时刻 $\Delta\tau_{ij}(0) = 0$ .

2) 下一步可以前往的节点.记 $\text{tabu}_k$ 为禁忌表,用它记录蚂蚁 $k$ 当前所走过的景点城市集合,该集合随着 $\text{tabu}_k$ 进化过程作动态调整,直到所有的城市放入到禁忌表中.下一步该走的路从未走过的景点中取,蚂蚁个体根据式(1)计算的概率选择下一个城市 $j$ 并前进, $j \in \{E - \text{tabu}_k\}$ ,

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ik}(t)]^\beta}{\sum_{s \in \text{allowed}_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{is}(t)]^\beta}, & \text{if } j \in \text{allowed}_k \\ 0 & \text{elsewise} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\text{allowed}_k$ 表示蚂蚁下一步可选择的城市; $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素函数; $\alpha$ 为信息启发式因子,表明信息素的相对重要性; $\eta_{ij}(t)$ 为启发函数,通常取 $\eta_{ij}(t) = 1/d_{ij}$ ,表明距离越短,蚂蚁选择该路径的可能性越大; $\beta$ 为期望启发式因子,表示了启发信息的受重视程度.

3) 状态更新和记录.蚂蚁移动到新的城市,路径长度增加,修改禁忌表,一次循环后得到一条路径.

4) 记录迭代中每一只蚂蚁的觅食路线和路线长度.

5) 更新信息素.蚂蚁走过的路径上的信息素会增强,信息素按照式(2)(3)(4)更新如下:

$$\tau_{ij}(t+n) = (1-\rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t) \quad (2)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k(t) \quad (3)$$

$$\Delta\tau_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L_k}, & \text{若第 } k \text{ 只蚂蚁在本次循环中经过 } (i, j) \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (4)$$

在这里, $\rho$ 表示信息素挥发系数, $\Delta\tau_{ij}(t)$ 表示本次循环中路径 $(i, j)$ 上的信息素增量, $\Delta\tau_{ij}^k(t)$ 表示第 $k$ 只蚂蚁经过城市 $(i, j)$ 使之增加的信息素量.

6) 作最短路径的闭合图,输出最终结果(最优解).

另外,其流程图如图1所示.

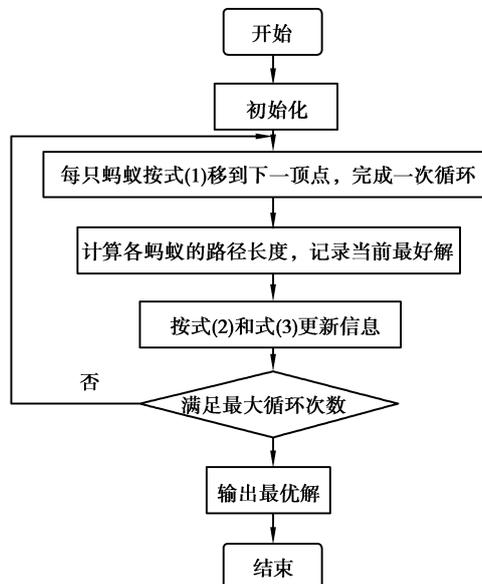


图 1 基本蚁群算法程序流程图

### 3 蚁群算法在合肥市旅游交通中的应用

#### 3.1 数据的预处理

针对合肥市 14 个主要旅游景点(分别是 1.徽园 2.逍遥津 3.省博物馆 4.李鸿章故居 5.植物园 6.海洋公园 7.大蜀山 8.包河公园 9.欢乐岛 10.明教寺 11.花冲公园 12.瑶海公园 13.环城公园 14.杏花公园)的旅游线路进行研究.

#### 3.2 算法的结果

在求解旅游景点之间最优的旅游路线时,必须要得到景点之间的两两距离.查阅相关资料得到这些景点的经纬度坐标,景点之间的相互距离可以根据式(5)和式(6)计算得出.

$$C = \sin(90 - X(i))\sin(90 - X(j))\cos(Y(i) - Y(j)) + \sin(X(i))\sin(X(j)) \quad (5)$$

$$distance(i,j) = R \cdot a \cos(C) \cdot \prod / 180 \quad (6)$$

其中  $X(i), Y(i)$  分别表示景点  $i$  的纬度与经度的坐标;  $X(j), Y(j)$  是  $j$  点的纬度与经度的坐标;  $R$  是地球半径.在 Matlab 仿真中,设置初始蚂蚁数  $m = 14$ ,最大循环次数为  $n_{max} = 50$ ,信息启发式因子  $\alpha = 1$ ,期望启发式因子  $\beta = 10$ ,信息素挥发系数  $\rho = 0.6$ .经仿真计算可得最优路径长度是 46.725 km,其最优路径对应的序号如表 1 所示,Matlab 仿真结果见图 2.由上可知,计算得到的最优路径为瑶海公园→李鸿章故居→逍遥津→明教寺→包河公园→环城公园→省博物馆→杏花公园→大蜀山→植物园→海洋公园→徽园→欢乐岛→花冲公园,且路线总长为 46.725 km.

但在实际生活中,由于一个城市的交通道路错综复杂,两地之间通常不会直线到达,因此这种由经纬度坐标得到的距离,比较理想化,在运用到实际中时会失去其现实意义.故下面介绍一种比较合理的距离,并运用到线路优化中.根据统计资料收集得到这 14 个景点之间的最短行径距离,经 Matlab 仿真计算可得最优路径长度是 65.48 km,其最优路径对应的序号如表 2 所示,Matlab 仿真结果见图 3.

表 1 最优路径对应的序号(根据经纬度)

最优路径	12	4	2	10	8	13	3	14	7	5	6	1	9	11
对应 景点	瑶海公园	李鸿章故居	逍遥津	明教寺	包河公园	环城公园	省博物馆	杏花公园	大蜀山	植物园	海洋公园	徽园	欢乐岛	花冲公园

表 2 最优路径对应的序号(根据行径距离)

最优路径	3	14	4	2	10	8	13	11	12	5	7	1	6	9
对应 景点	省博物馆	杏花公园	李鸿章故居	逍遥津	明教寺	包河公园	环城公园	花冲公园	瑶海公园	植物园	大蜀山	徽园	海洋公园	欢乐岛

可以看到,最优路径是省博物馆→杏花公园→李鸿章故居→逍遥津→明教寺→包河公园→环城公园→花冲公园→瑶海公园→植物园→大蜀山→徽园→海洋公园→欢乐岛,距离为 68.45 km.

由此看到,与前一种方法相比,虽然最优路径距离由 46.725 km 变为了 68.45 km,但考虑实际情况,最终采用 68.45 km 作为合肥一日游的最优路径的距离,这更为贴近真实的最优线路长度.

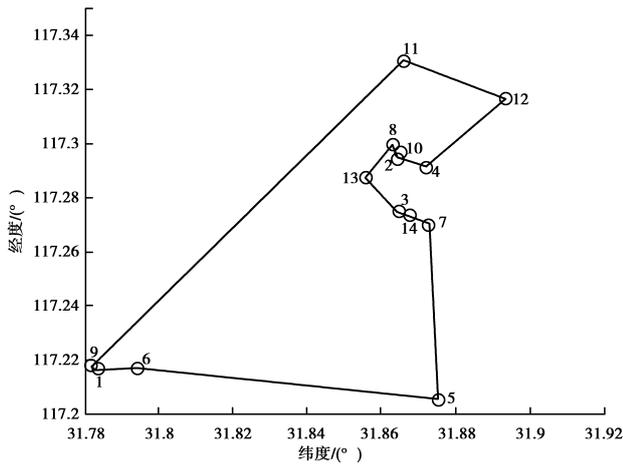


图 2 最优路径的图形(根据经纬度)

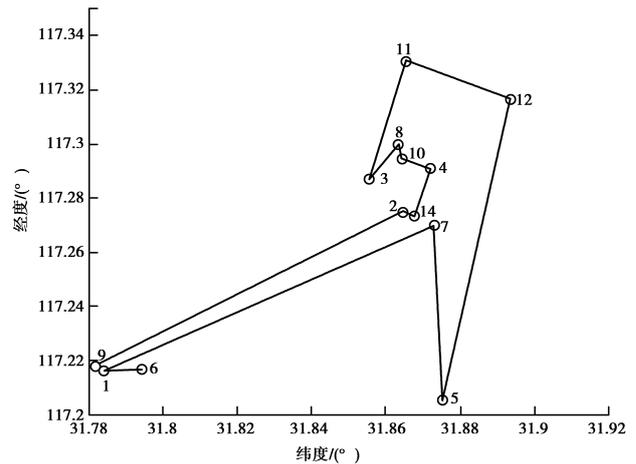


图 3 最优路径的图形(根据行径距离)

## 4 结语

蚁群算法鲁棒性强,适应性好,易与其他算法相结合<sup>[7]</sup>,在数据挖掘、聚类分析等方面都有所应用.将蚁群算法运用到合肥市的旅游线路优化之中,简单易懂,且蚁群算法在求解景点比较少时运行速度也非常快,体现了其在求解复杂优化问题上的优越性.得到的结果对实际旅游线路的选择具有一定的指导意义.

### 参考文献:

- [1] 徐秀花,程晓锦,寇怡.蚁群算法在旅游交通线路中的应用[J].北京印刷学院,2013,21(2):48-50
- [2] 张纪会.自适应蚁群算法[J].控制理论与应用,2000,17(1):1-3
- [3] 聂雷刚,李咏梅,余元惠.基于聚类分析算法的智能旅游规划[J].电脑开发与应用,2011,25(2):28-30
- [4] COLORNI A, DORIGO M, MANIEZZO V. Distributed Optimization by Antcolonies [C]//Proc of 1st European Conf Artificial Life. Pans France;Elsevier,1991
- [5] GLOVER F. Tabu Search [J]. ORSA Journal on Computing,1989,1(3):899-1499
- [6] 段海滨.蚁群算法原理及其应用[M].北京:科学出版社,2005
- [7] 成伟.蚁群算法训练神经网络辨识混沌系统[J].重庆工商大学:自然科学版,2009,26(2):156-161

## Research on Tour Route Optimization Based on Ant Swarm Algorithm ——Taking Hefei City as an Example

LI Xu<sup>1</sup>, WANG Hai-mei<sup>1</sup>, LIU Jia-bao<sup>2</sup>, WEI Liang<sup>1</sup>

(1. Department of Mathematics and Physics, Hefei University, Hefei 230601, China;  
2. Department of General Course Teaching, Xinhua University, Anhui Hefei 230088, China)

**Abstract:** This paper mainly discusses the application of ant swarm algorithm to tour route optimization, obtains an optimized tour route for a daily tour in Hefei City based on ant swarm algorithm under matlab environment taking an example of selecting 14 scenic spots in Hefei City and gives the corresponding brief analysis.

**Key words:** ant swarm algorithm; tour; optimization; matlab

责任编辑:田 静

校 对:李翠薇