人工智能基础实验报告

刘砺志

(2014 级计算机 1 班 22920142203873)

本文是人工智能基础——模拟退火算法解决 TSP 难题的实验报告。

1 实验概述

本次实验要求使用模拟退火算法解决旅行商问题（TSP）。旅行商问题就是指旅行商按一定的顺序访问 N 个城市的每个城市，使得每个城市都能被访问且仅能被访问一次，最后回到起点，而使花费的代价最小。

2 实验原理

下面的伪代码描述了模拟退火（Simulated annealing）算法的流程：

SIMULATED-ANNEALING

Let $s = s_0$
for $k = 0$ through $k_{\max}$ (exclusive)
    $T \leftarrow \text{temperature}(k/k_{\max})$
    Pick a random neighbour, $s_{\text{new}} \leftarrow \text{neighbour}(s)$
    if $P(E(s), E(s_{\text{new}}), T) \geq \text{random}(0, 1)$
        $s \leftarrow s_{\text{new}}$
Output: the final state s

在本问题中，我们使用顶点访问序列（Path representation）来表示状态，即对 0 到 $n-1$ 这 n 个城市的游历顺序为 0 到 $n-1$ 的一个排列，我们直接使用这个排列来编码一种游历方案。

这样，我们采用这条游历路径的总长度来表示这个状态的能量，长度越短，能量越低，越趋于稳定。

对于新状态的产生，有以下 3 种方案：

1、交换

交换又称为 2-OPT 算法，其主要思想是在所有城市中随机选取两个城市，然后将 2 个城市在路径中的序列交换位置产生新的路径。即随机产生 1 到 n 之间的两个相异数 k 和 m，不妨假设 $k < m$，则将原路径

$$w_1, w_2, \cdots, w_k, w_{k+1}, \cdots, w_m, w_{m+1}, \cdots, w_n$$

变为新路径：

$$w_1, w_2, \cdots, w_m, w_{k+1}, \cdots, w_k, w_{m+1}, \cdots, w_n$$

2、置逆

置逆的主要思想是随机在路径中选择两个城市，然后将两个城市之间的城市顺序完全倒置得出新路径。即随机产生两个相异数 k 和 m（假设 $k < m$），则将原路径

$$w_1, w_2, \cdots, w_{k-1}, w_k, w_{k+1}, \cdots, w_{m-1}, w_m, w_{m+1}, \cdots, w_n$$

变为新路径：

$$w_1, w_2, \cdots, w_{k-1}, w_m, w_{m-1}, \cdots, w_{k+1}, w_k, w_{m+1}, \cdots, w_n$$

3、移位

移位的主要思想是随机在路径中选择两个城市，两城市之间的城市统一向右移动一位。如随机选出城市 w_k 和 w_m（假设 $k < m$），则将原路径

$$w_1, w_2, \cdots, w_{k-1}, w_k, w_{k+1}, \cdots, w_{m-1}, w_m, w_{m+1}, \cdots, w_n$$

变为新路径：

$$w_1, w_2, \cdots, w_{k-1}, w_{m+1}, w_k, w_{k+1}, \cdots, w_{m-1}, w_m, w_{m+2}, \cdots, w_n$$

在我的实现中，我混合了上述 3 种策略，以相同的概率选择某种邻域构造策略，产生新解。

3 实验结果

我使用 Python 3.6.0 编写了所有程序，并且利用 matplotlib 库绘制图形展示效果。我设定初始温度为 10，结束温度为 0.00001，降温速率 0.9999，初始状态随机产生，以 1/3 的概率选择一种邻域构造策略。以 TSPLIB 中 burma14 数据集 [4] 为测试样例，得到的测试效果如图 1所示，此时路径长度为 31.5944，比最优解略大。但是从图上看，路径较为杂乱，相比遗传算法，效果差了一些。

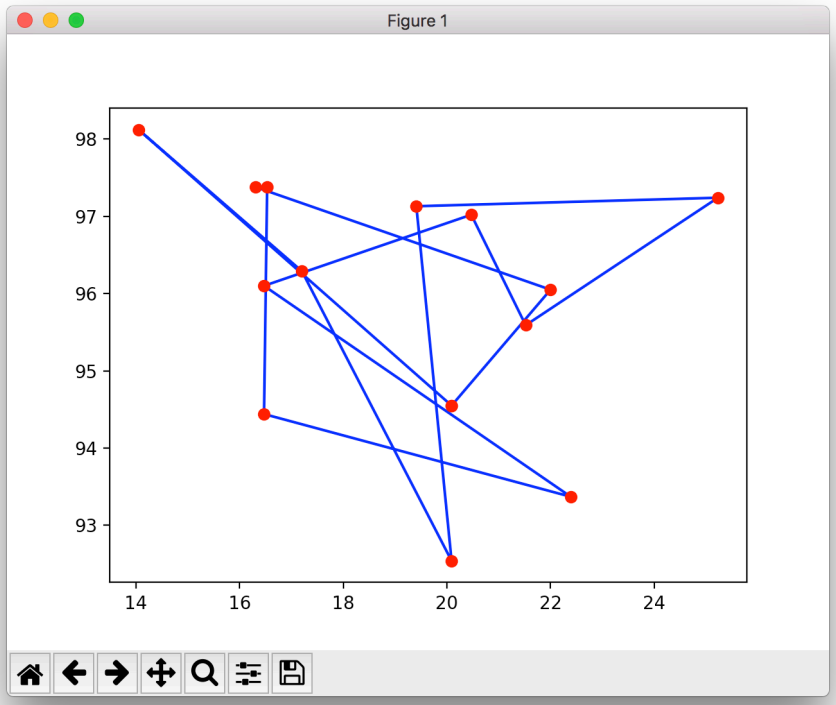

图 1　使用模拟退火算法求解旅行商问题

参考文献

[1] 人工智能, Nils J. Nilsson 著, 郑扣根, 庄越挺译, 潘云鹤校, 北京: 机械工业出版社, 2000 年 9 月

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Simulated_annealing

[3] http://blog.csdn.net/lalor/article/details/7688329/

[4] http://comopt.ifi.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/burma14.tsp.gz