

## 实验二

分别用 Hopfield 网络、进化算法、群智能优化算法解决 TSP 问题,观察实验效果,提交实验报告,其中需说明所采用的算法原理以及相应的实验结果及其分析。在此基础上,给出搜索问题和搜索方法的统一表述,在该表述下解释什么是搜索算法的 Exploration 与 Exploitation 能力,进而给出提升算法的 Exploration 与 Exploitation 能力的设想。

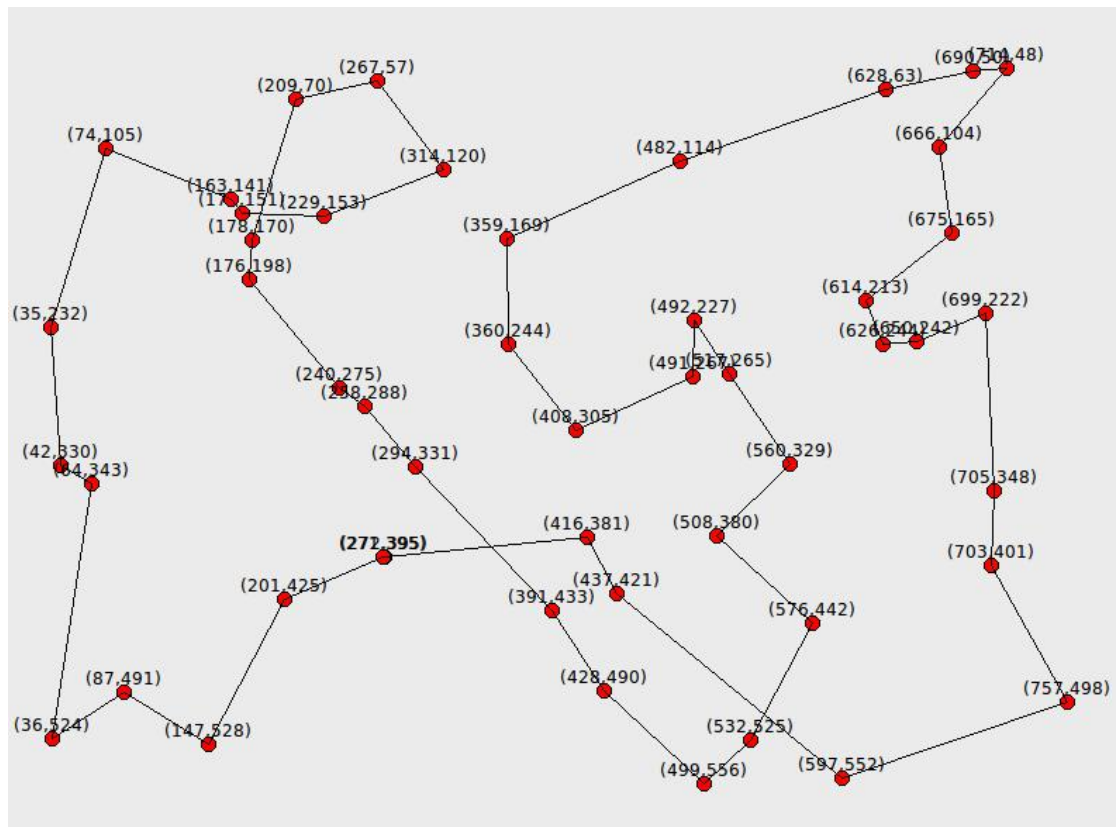
声明 :本实验代码源于 DiamonJoy 的开源代码仓库 TSP<sup>[1]</sup> ,我在此代码的基础上进行了修改 ,并以此作为本次实验的代码。

### 1.进化算法

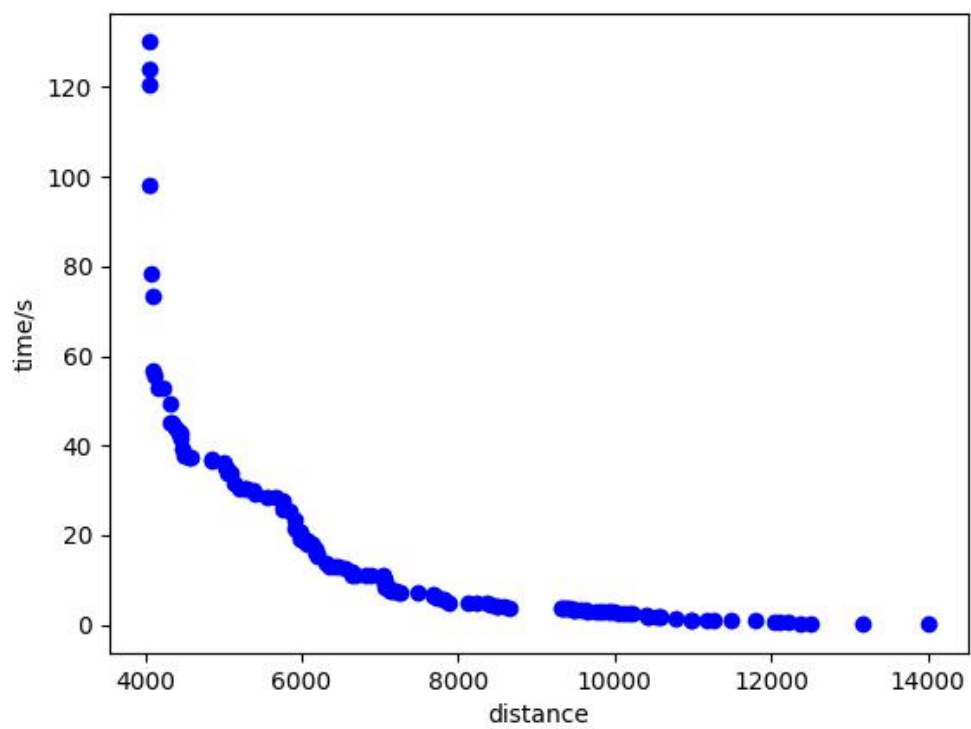
算法原理：

- ① 随机初始化城市坐标，并连接城市
- ② 通过重组和突变两种方式产生后代
  - 重组：选择 If2 序列前子序列交叉到 If1 前段，删除重复元素
  - 突变：选择两个不同位置基因交换，第一个选择的基因重新加入到序列尾端
- ③ 通过评估路径总距离，进行后代的筛选，并更新最佳路径总距离
- ④ 重复②，当迭代次数达到阈值时，终止进化
- ⑤ 输出路径

实验结果：



结果分析：



上图为阈值为 100000（足够大）时，获得的更优解与其出现时算法耗时的关系图，

最优解于 130s 时出现。经过大量实验总结，以及阈值优化算法估算，当重组率为 0.7，突变率为 0.1 时，迭代次数超过 3165 后，不再能产生更优解，此时认为已经达到最优解。

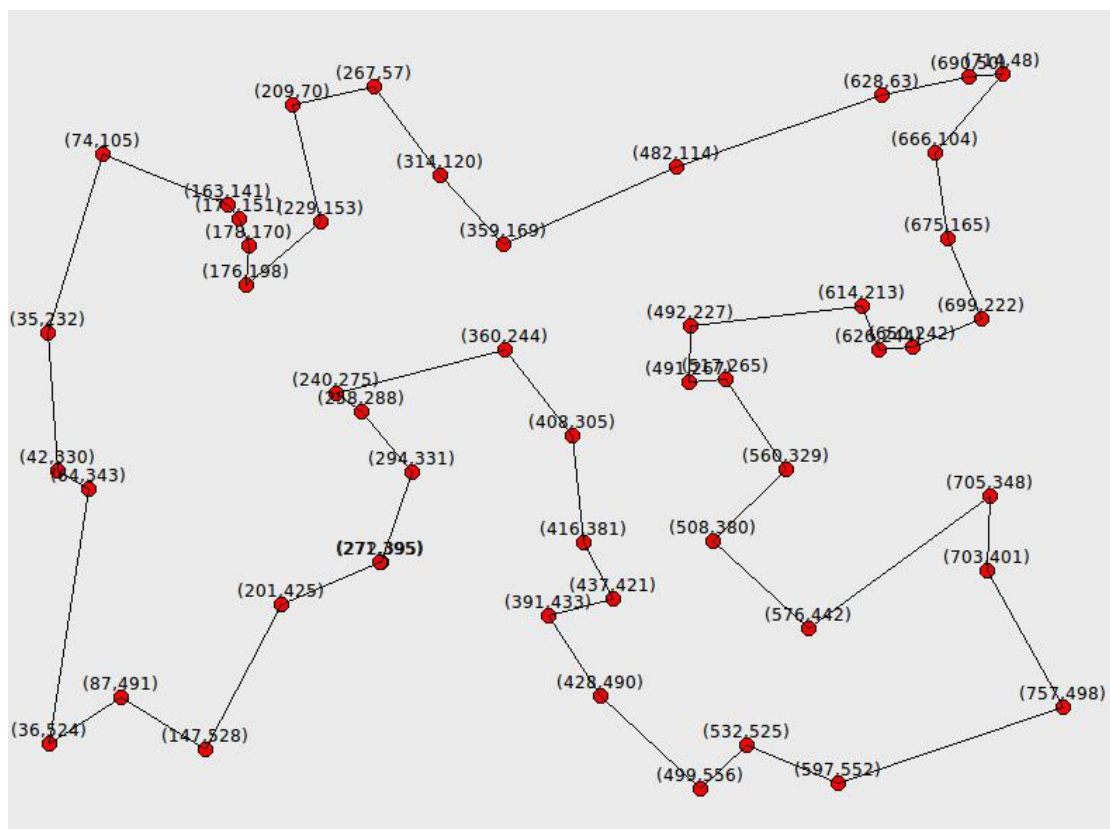
经过阈值优化后，程序总耗时在 160s 左右。

## 2. 群智能算法(Ant Colony Optimization)

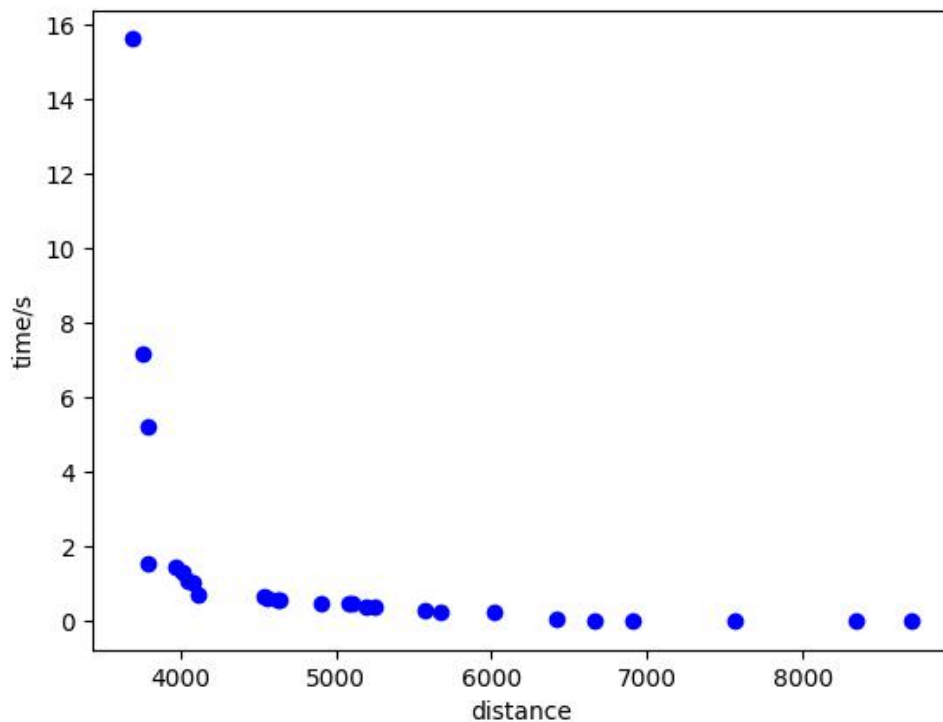
算法原理：

- ① 初始化城市信息、信息素浓度、阈值
- ② 遍历每一只蚂蚁，寻找最优路径
- ③ 更新信息素浓度
- ④ 重复②，当迭代次数达到阈值时，终止搜索
- ⑤ 输出路径

实验结果：



结果分析：



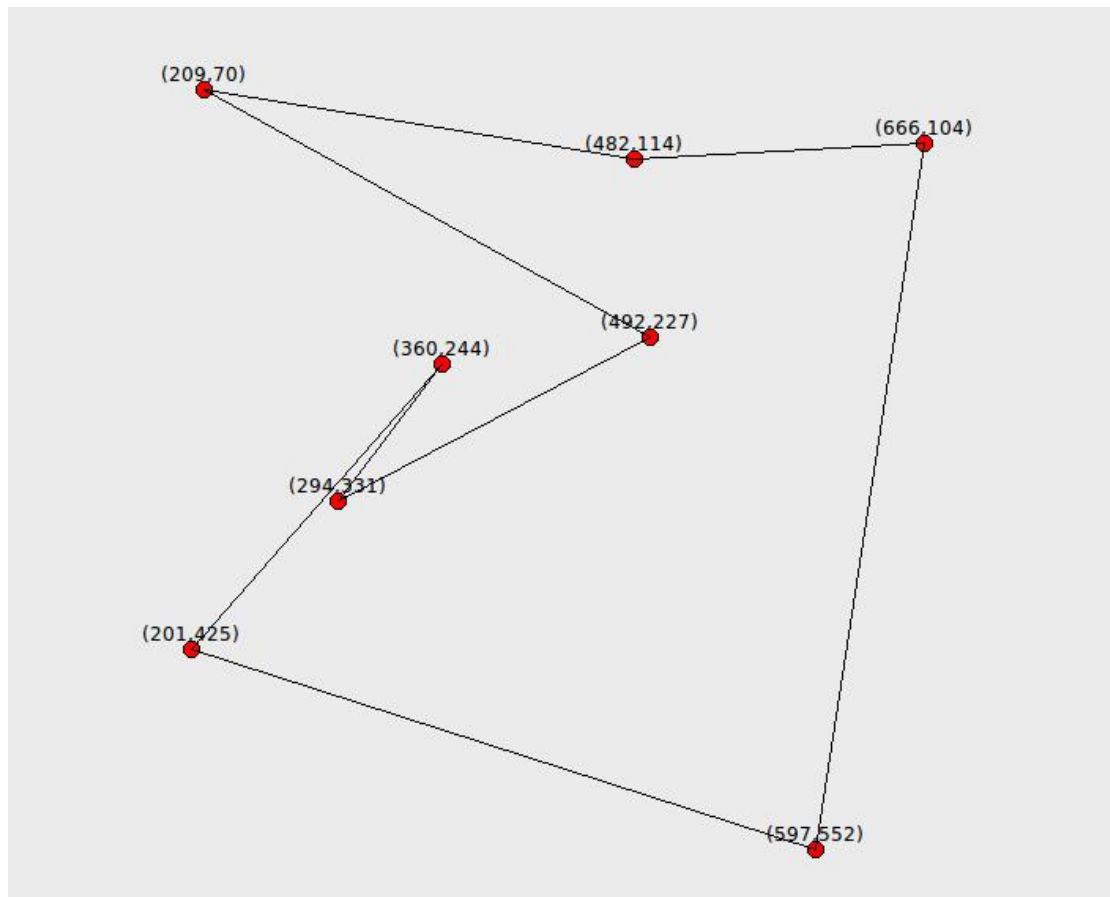
上图为阈值为 1000（足够大）时，获得的更优解与其出现时算法耗时的关系图，最优解于 15.7s 时出现。经过大量实验总结，以及阈值优化算法估算，当信息素衰减率为 0.5 时，迭代次数超过 166 后，不再能产生更优解，此时认为已经达到最优解。经过阈值优化后，程序总耗时在 25.9s 左右。

### 3.Hopfield 网络

算法原理：

将目标函数转换成网络的能量函数。

实验结果：



结果分析：

实验代码中，将 50 个城市缩小为 8 个城市，然而效果依然不佳。

#### 4.实验总结

搜索问题和搜索方法的统一表述：

$$w1 \rightarrow w2 \rightarrow w3 \rightarrow \dots \rightarrow w^*$$

构造解的表述形式，选择更新解的方法，迭代获得更优解，最终得到趋近于完美的解。

#### 5.搜索算法能力

搜索算法的 Exploration 能力是指算法寻找新的搜索空间的能力，Exploitation 能力是指算法拓展已有搜索空间的能力。提升搜索算法的性能，需要寻找 Exploration 和 Exploitation 之间的平衡点。

### Reference:

[1] <https://github.com/DiamonJoy/TSP>