**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[1]，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lf2序列前子序列交叉到lf1前段，删除重复元素

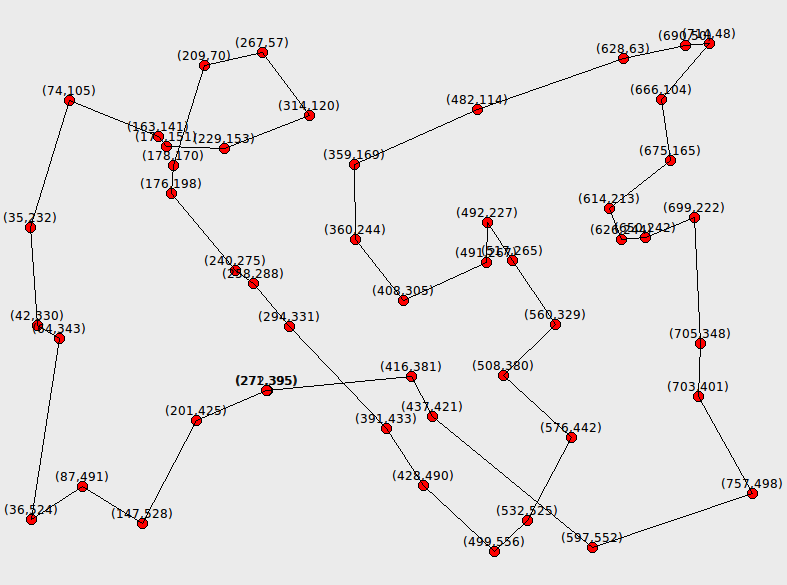
- 突变：选择两个不同位置基因交换，第一个选择的基因重新加入到序列尾端

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

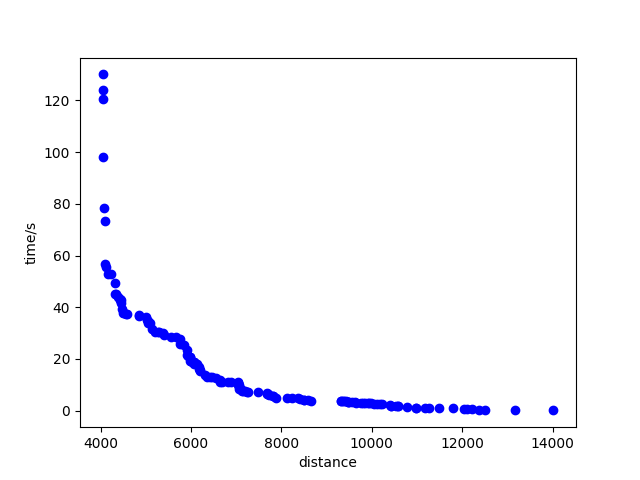
④ 重复②，当迭代次数达到阈值时，终止进化

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。

1. 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

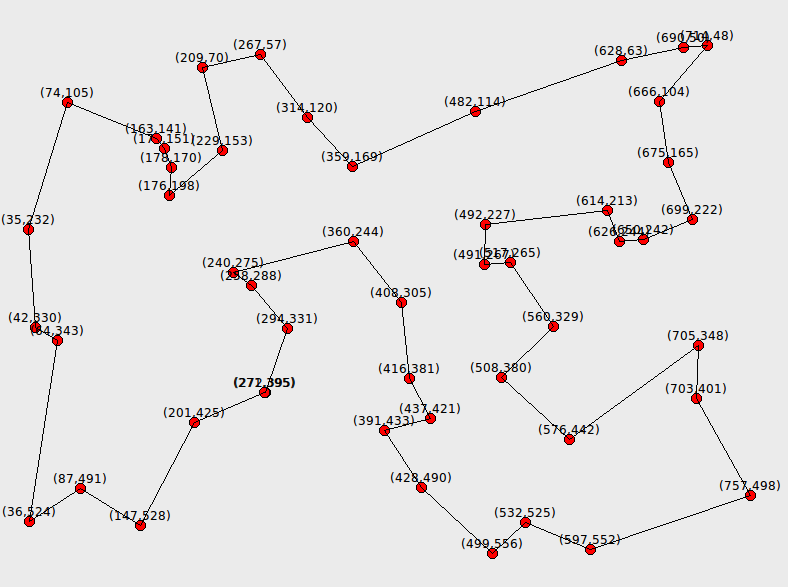
② 遍历每一只蚂蚁，寻找最优路径

③ 更新信息素浓度

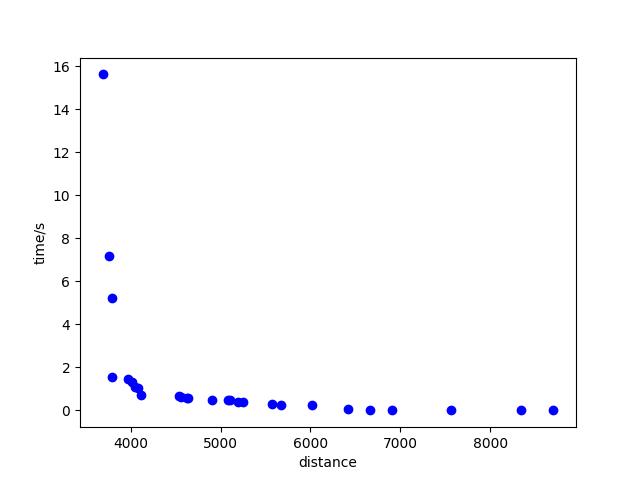
④ 重复②，当迭代次数达到阈值时，终止搜索

⑤ 输出路径

实验结果：



结果分析：



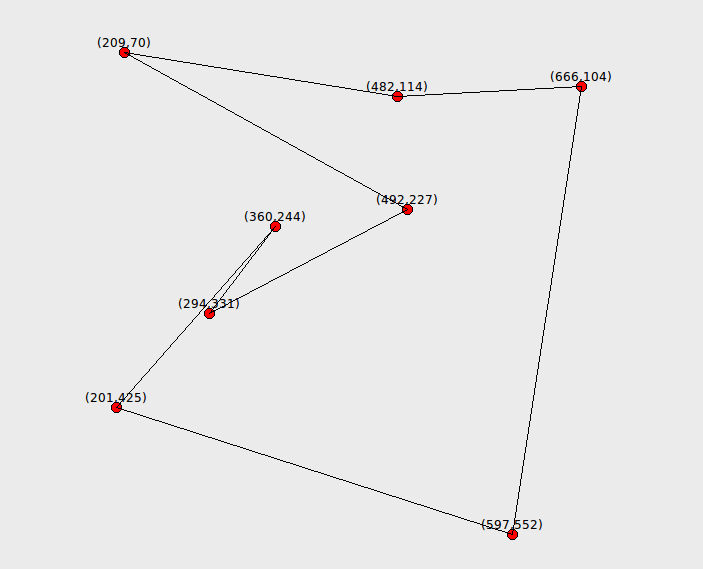
上图为阈值为1000（足够大）时，获得的更优解与其出现时算法耗时的关系图，最优解于15.7s时出现。经过大量实验总结，以及阈值优化算法估算，当信息素衰减率为0.5时，迭代次数超过166后，不再能产生更优解，此时认为已经达到最优解。经过阈值优化后，程序总耗时在25.9s左右。

1. 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。

1. 实验总结

搜索问题和搜索方法的统一表述：

w1->w2->w3->...->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。

1. 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>