



实训报告

作业名称	Extends Task Three: N-Puzzle				
院系	软件学院	班级	教务 2 班	姓名	李明宽
学号	11331173	完成日期	2013 年 07 月 11 日		
QQ	736459905	E-mail	limkuan@mail2.sysu.edu.cn		

一、实验简介

重排拼图游戏（N-数码问题）

以 3*3 拼图（8-数码问题）为例，在 3*3 的方格棋盘上，放置 8 个标有 1、2、3、4、5、6、7、8 数字的方块和 1 个空白格，空白格可以上下左右移动。要求通过反复移动空白格，寻找一条从某初始状态到目标状态的移动路径，如图 1 所示。

重排拼图游戏也叫 N-数码问题(N-puzzle, $N=M*M-1$)，高维数码问题（如 15 数码、24 数码）常常被用来作为一些搜索算法的测试实例。

实验目的

通过完成重排拼图游戏，加深对搜索策略的理解和应用：

- 1) 学会利用广度优先搜索算法求得指定 8-数码问题（3*3 拼图）的最优解；
- 2) 学会利用启发式搜索算法求解随机生成的 24-数码问题（5*5 拼图）。

为了完成 24-数码问题，我们使用了 A*启发式搜索，在广度优先搜索的过程中，通过一个估价函数 $f(n)$ 的值与当前节点深度相加得到

二、盲目搜索策略

广度优先搜索

广度优先搜索是从开始状态开始，借助于队列，依次遍历队列头节点，然后把从头节点状态产生的下一个未访问的状态压入队列，直到找到结果或者队列为空为止。这样进行搜索可以找到最短路径，但是要访问较多的节点，因此只能用于解决不怎么复杂的最短路问题，本实验中用于解决 8-数码问题的最优解。

双向广度优先搜索

此为本实验的附加任务，经过调试我实现了双向的广度优先搜索算法。

双向广度优先搜索是从开始状态与目标状态同时进行广度优先搜索，需要使用 4 个队列分别存储从开始状态进行搜索的当前队列以及已访问过的节点的队列，还有从结束状态进行搜索的待搜索节点队列以及访问过节点队列。判断节点是否在另一个方向的已访问节点队列中出现过，如果出现过则搜索结束。

要注意的是回溯搜索路径的时候，从结束节点进行的广度优先搜索不能使用 `Parent` 的属性进行连接，因此我在 `JisawNode` 的类里添加了 `Son` 属性，以及重新写了计算结果路径的函数。还要注意搜索过程中的细节。

从结果上来看，双向广度优先搜索所遍历的节点数目比单向的要少许多，这个也是对 N-数码问题求解的优化方法。

三、启发式搜索策略

与盲目搜索不同，启发式搜索（如 `A*` 算法）利用问题拥有的启发信息来引导搜索，动态地确定搜索节点的排序，以达到减少搜索范围，降低问题复杂度的目的。

在 N-数码问题中，每搜索到每一个节点时，通过“估价函数”对该节点进行“评估”，然后对每个节点的“估价值”进行排序，优先访问“最优良”节点的邻接节点，能够大大减少求解的时间。该算法与广度优先算法的不同点在于它打乱了待搜索队列，根据估价值对这个队列的节点进行了排序，实现了优先访问估价值最小的节点，从而在一定程度上能够减少对节点的访问次数，但是可能得不到最优的结果。

估价函数

- 1) 所有放错位的数码个数。
- 2) 所有放错位的数码与其正确位置的距离之和。
- 3) 后续节点不正确的数码个数。
- 4) 综合估价函数，适当调整每个估价函数的权值，以达到较快的速度。

在实验中，我使用的估价值有：放错位数码个数 $s3$ ，放错位的数码与正确位置的曼哈顿距离之和 $s2$ ，以及后续节点不正确的数码个数 $s1$ ，包括横向后续以及纵向后续节点。使用了加权值为： $S=s1 * 6 + s2 * 10 + s3$ 得到最终的估价值。

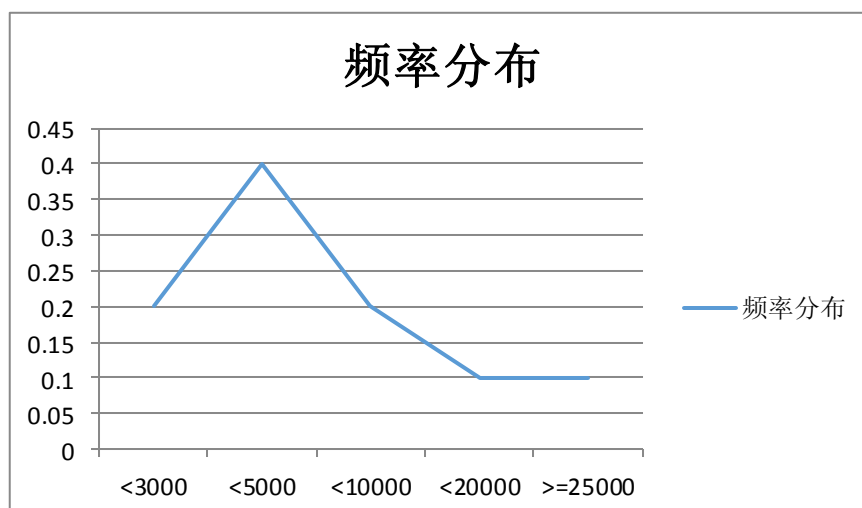
对 Jigsaw 类的 Asearch 函数以及 printResult 函数还有 Runner 的主函数进行了修改实现了可以多次运行生成结果，然后写入到 AsearchResult.txt 文本文件中，经过 50 次连续运行搜索函数，得到了如下的统计数据：

第一次批量测试的结果见<AsearchResult_1.txt>，共运行了 20 次，有 1 次失败的搜索。

统计结果如下：

测试数据	是否找到结果	需要搜索节点	结果路径长度
1	No	25000	-
2	Yes	5122	246
3	Yes	21294	289
4	Yes	2982	256
5	Yes	19004	350
6	Yes	3880	331
7	Yes	5814	327
8	Yes	2964	290
9	Yes	3228	287
10	Yes	3956	296
11	Yes	2932	257
12	Yes	17056	344
13	Yes	3764	246
14	Yes	6491	279
15	Yes	3879	211
16	Yes	4799	326
17	Yes	4582	357
18	Yes	3132	284
19	Yes	7022	274
20	Yes	1981	269

所得到的折线图如下图所示：

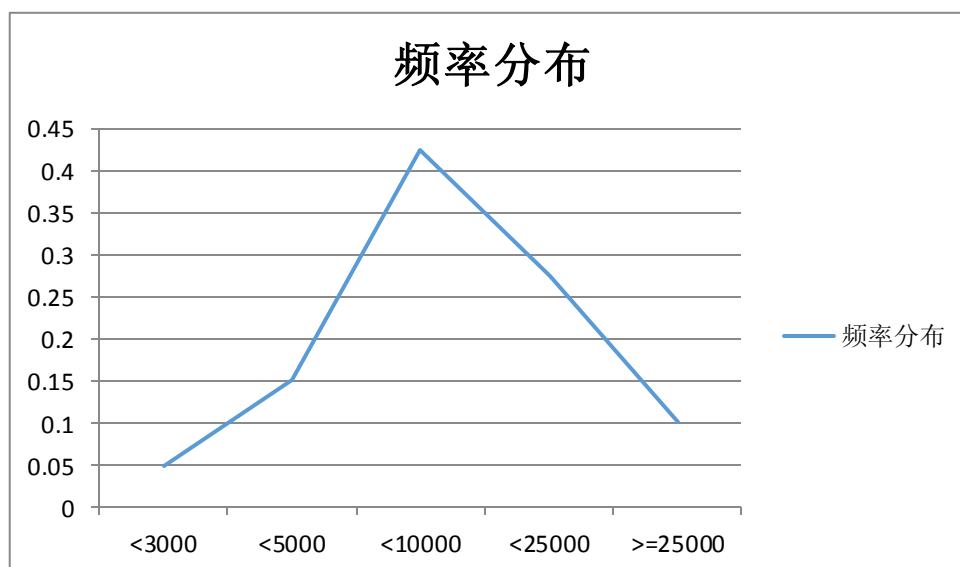


第一次批量测试的结果见<ASearchResult_1.txt>,共运行了 40 次,有 4 次失败的搜索。

统计结果如下:

测试数据	是否找到结果	需要搜索节点	结果路径长度
1	Yes	9938	310
2	Yes	7032	342
3	Yes	15576	432
4	Yes	23962	388
5	Yes	5383	238
6	Yes	6420	308
7	Yes	11026	277
8	Yes	1568	256
9	Yes	5980	287
10	Yes	4425	359
11	Yes	10335	341
12	Yes	14083	312
13	Yes	12304	293
14	Yes	6662	237
15	No	25001	-
16	Yes	3819	266
17	No	25001	-
18	Yes	2918	247
19	Yes	5052	362
20	Yes	21094	367
21	Yes	6131	311
22	Yes	3973	231
23	Yes	15882	364
24	Yes	5493	339
25	Yes	8925	335
26	Yes	12059	266
27	Yes	8361	345
28	No	4690	245
29	Yes	25001	-
30	Yes	21536	308
31	Yes	6311	355
32	Yes	4948	302
33	Yes	5725	306
34	Yes	8889	281
35	Yes	3773	277
36	Yes	8785	350
37	Yes	8795	320
38	Yes	5327	295
39	No	10445	349
40	Yes	25001	-

所得到的折线图如下图所示:



如上两次测试结果，使用上述的启发式搜索能得到较好的结果。