

搜索技术课外作业

- [1] 利用 A* 搜索算法求解 8 数码问题，问最少移动多少次就可达到目标状态？
 画出搜索树，并在搜索树上标注出各状态的估价函数值。估价函数定义为 $f(n) = g(n) + h(n)$ ，其中 $g(n)$ 为节点 n 的深度，如 $g(S_0)=0$ 。 $h(n)$ 为节点 n 与目标棋局不相同的位数（不包括空格），简称“不在位数”，如 $h(S_0)=4$ 。

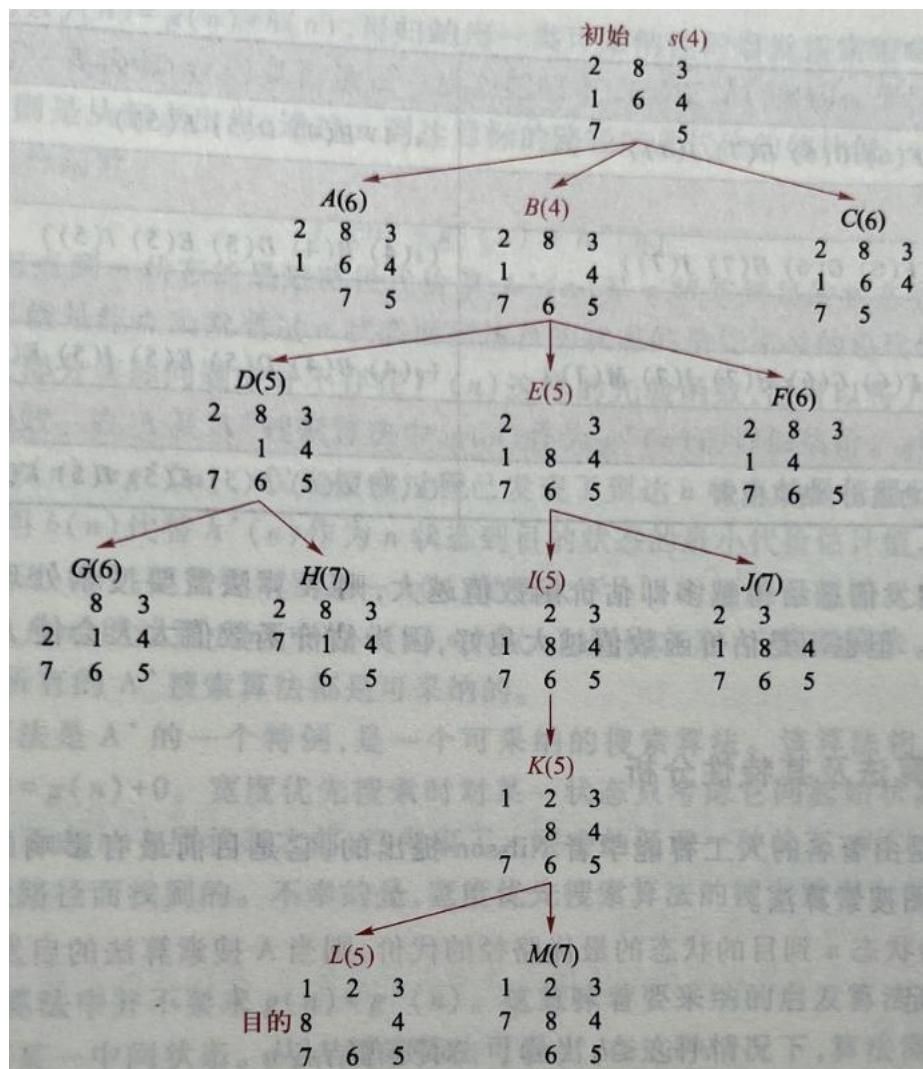
2	8	3
1	6	4
7	5	

初始状态 S_0

1	2	3
8		4
7	6	5

目标状态

解答：搜索树如下：



因为不在位的将牌数小于实际归位的移动步骤数，即 $h(n) \leq h^*(n)$ 。所得的解路 (s, B, E, I, K, L) 为最优解路，其步数为状态 L (5) 上所标注的 5。

[2] 对于8数码问题，令启发式函数 $h(n)$ 为所有数码的当前位置与其目标位置的曼哈顿距离之和。基于上述 $h(n)$ ，用 A* 搜索算法求解初始状态和目标状态如下图所示的8数码问题。对于空白格，规定其按照向上、向下、向左、向右的顺序进行移动。画出搜索图，并在图中标明所有状态的 f, g, h 值。

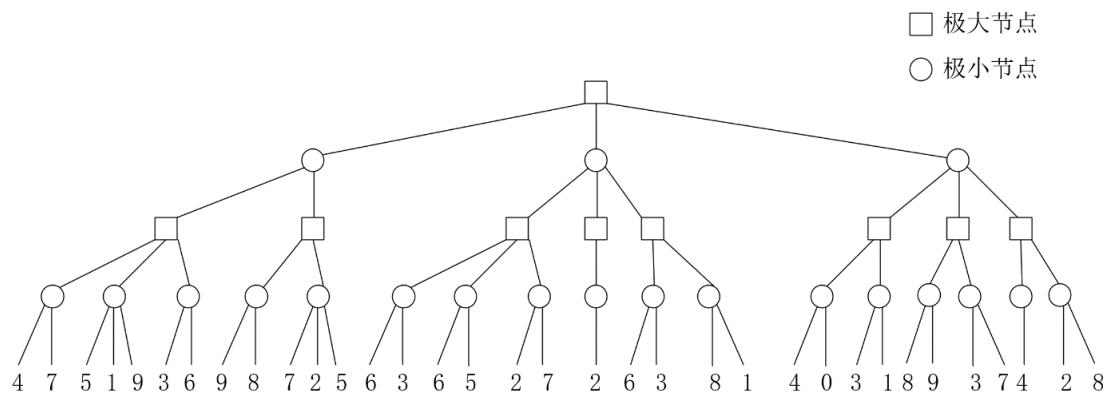
初始:	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> </table>		1	2	3		8	4		7	6	5		目标:	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5
	1	2	3																					
	8	4																						
7	6	5																						
2	8	3																						
1	6	4																						
7		5																						

注：每次行动的成本为1，左右（或上下）相邻数码的曼哈顿距离为1。可使用环检测。

解答：搜索图如下：

→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>		2	3	1	8	4	7	6	5	$f: 4^*$ $g: 1$ $h: 3$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	1	2	3	7	8	4		6	5	$f: 6$ $g: 1$ $h: 5$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	1	2	3	8		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 1$ $h: 5$
	2	3																															
1	8	4																															
7	6	5																															
1	2	3																															
7	8	4																															
	6	5																															
1	2	3																															
8		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2		3	1	8	4	7	6	5	$f: 4^*$ $g: 2$ $h: 2$																						
2		3																															
1	8	4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 4^*$ $g: 3$ $h: 1$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	3		1	8	4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$											
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
2	3																																
1	8	4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 4^*$ $g: 2$ $h: 2$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 4^*$ $g: 3$ $h: 1$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1	6	4	7		5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1	6	4																															
7		5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td><td style="width: 20px; height: 20px;">6</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr> </table>	2	8	3	1		4	7	6	5	$f: 6$ $g: 3$ $h: 3$																						
2	8	3																															
1		4																															
7	6	5																															
→	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">8</td></tr></table>	2	8																														
2	8																																

[3] 在下图所示的博弈树中，方框表示极大方，圆圈表示极小方。以优先生成左边结点的顺序来进行 α - β 剪枝搜索，试在博弈树上给出何处发生剪枝的标记。



解答：如下图，共有 8 处剪枝。

