

# 人工智能导论第一次作业

张立博 2021012487

2023.4.1

## 1 第一题

### 1.1

若搜索树的深度为  $n$ ，每个节点的子节点个数为  $d$

DFS: 时间复杂度为  $O(d^n)$ ，空间复杂度为  $O(dn)$

BFS: 时间复杂度为  $O(d^n)$ ，空间复杂度为  $O(d^n)$

### 1.2

旨在解决树搜索中重复状态和路径冗余的问题，实现上需要多维护一个探索集

### 1.3

假设约束图有  $n$  个变量，每个变量有  $d$  个取值，一共有  $c$  条边

则 AC-3 算法的最坏时间复杂度为  $O(cd^3)$

在 AC-3 算法中，首先将所有约束条件表示为一组弧，然后对每个弧进行处理，直到所有弧都满足弧一致性为止

在处理一个弧时，需要检查该弧关联的两个变量的可能取值组合，因此需要进行  $O(d^2)$  次操作

当一个变量失去一个值时需要对周围的弧重新进行检查，由于一个变量有  $d$  个值，所以以一个弧至少要检查  $d$  次

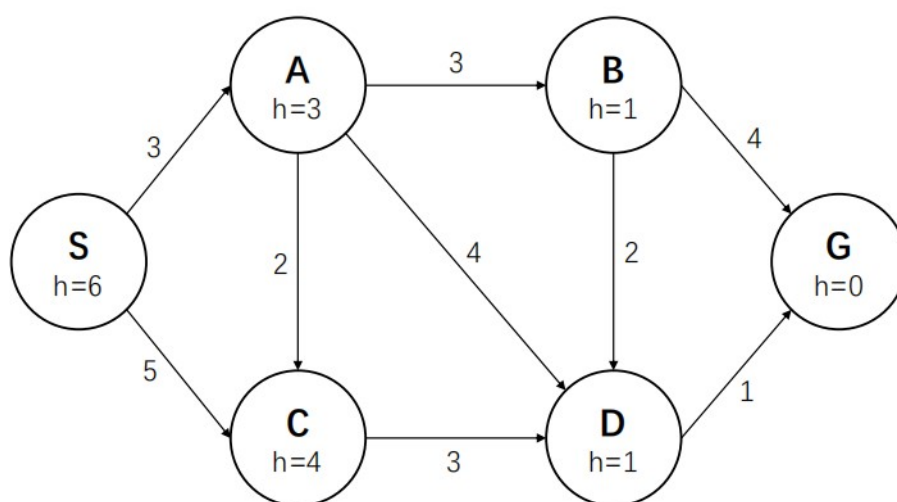
一共有  $c$  条边，所以最坏时间复杂度为  $O(c \cdot d \cdot d^2) = O(cd^3)$

## 1.4

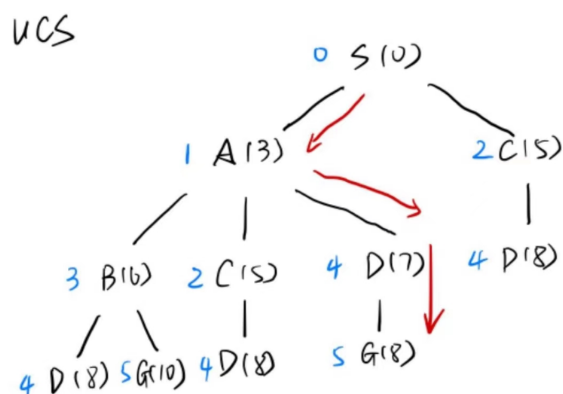
模拟退火在搜索过程中接受差解，并在一定的概率下接受更劣的解，从而有可能跳出局部最优解并找到全局最优解

具体而言，在每个温度下，它从当前解开始，随机选择一个邻居解，并计算其与当前解的差值。如果邻居解更优，则接受该解作为当前解；如果邻居解更劣，则以一定的概率接受该解。随着温度的逐渐降低，接受更劣解的概率逐渐减小，最终搜索收敛于全局最优解。

## 2 第二题



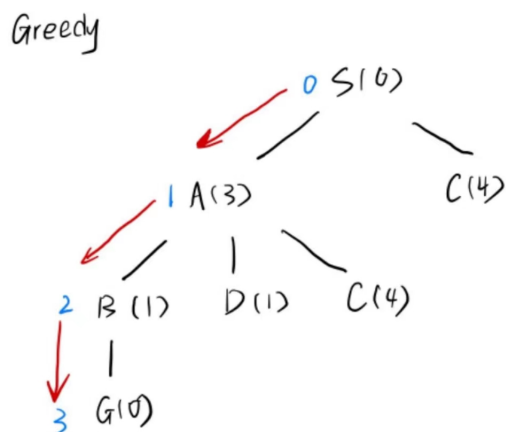
### 2.1 UCS



搜索树如上，字母表示节点，右侧数字表示代价值，左侧序号表示被探索的次序，红色为最优路径

最优路径为  $S \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow G$

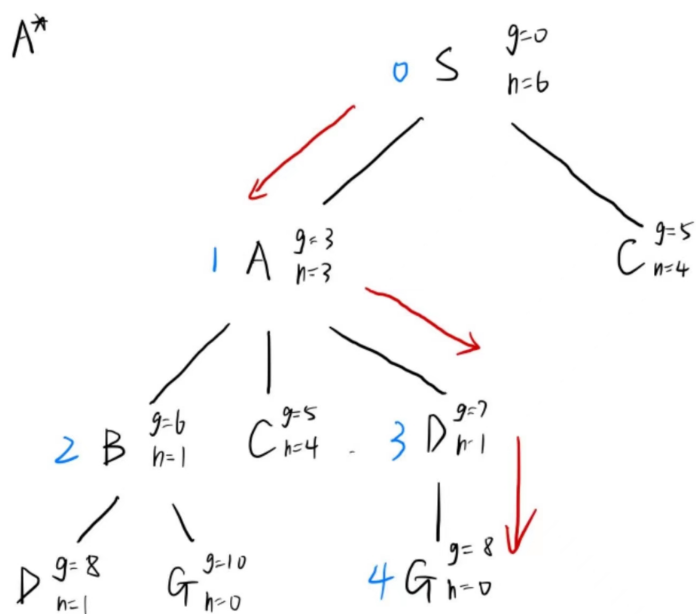
## 2.2 Greedy



搜索树如上，字母表示节点，右侧数字表示启发值，左侧序号表示被探索的次序，红色为最优路径

最优路径为  $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow G$

## 2.3 A\*



搜索树如上，字母表示节点，右侧数字表示代价值和启发值，左侧序号表示被探索的次序，红色为最优路径

最优路径为  $S \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow G$

### 3 第三题

设在一个搜索过程中， $n$  是  $m$  的子节点

则由  $f(n)$  递增得

$$f(m) \leq f(n)$$

$$g(m) + W \cdot h(m) \leq g(n) + W \cdot h(n)$$

设  $c(m, n)$  为  $m$  到  $n$  的代价值，则

$$g(m) + W \cdot h(m) \leq g(m) + c(m, n) + W \cdot h(n)$$

即

$$h(m) - h(n) \leq \frac{c(m, n)}{W}$$

因  $W > 1, c(m, n) \geq 0$

所以

$$h(m) - h(n) \leq \frac{c(m, n)}{W} \leq c(m, n)$$

又  $h(T) = 0$ ，所以  $h(n)$  单调，则  $A^*$  扩展了节点  $n$  之后，就找到了到达节点  $n$  的最佳路径

所以

$$g^*(n) = g(n)$$

$g^*(n)$  为从节点  $S$  到节点  $n$  的最短路径的代价值

设节点  $x$  为从  $S$  到  $T$  的最短路径上  $T$  的祖先 (也可能是  $T$  自己)

则

$$h^*(S) = g^*(x) + h^*(x) = g(x) + h^*(x)$$

又  $h(x) \leq h^*(x)$

所以

$$h^*(S) \geq g(x) + h(x)$$

又  $W > 1, g(x) \geq 0$

所以

$$W \cdot h^*(S) \geq W \cdot g(x) + W \cdot h(x) \geq g(x) + W \cdot h(x) = f(x)$$

令  $x = T$  则

$$W \cdot h^*(S) \geq f(T) = g(T) + W \cdot h(T) = g(T)$$

综上

$$g(T) \leq W \cdot h^*(S)$$