

2022年度 人工知能基礎 中間試験

以下の各問に答えなさい。答えは解答用紙に記入しなさい。

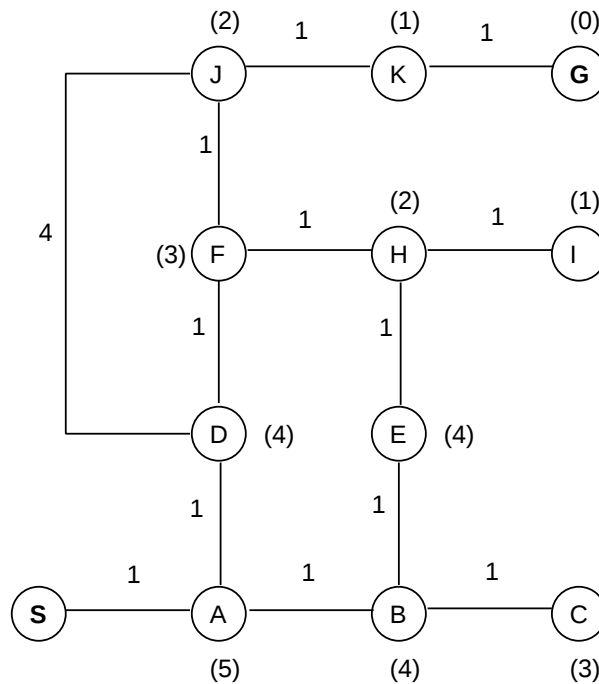
[問 1](20 点)

以下の各記述について、正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

1. エージェント（人工知能システム）が、動作選択に必要な環境情報をセンサを通して完全に知覚できる場合、その環境はアクセス可能であるという。
2. 環境の次の状態が、現在の状態、および、そこでエージェント（人工知能システム）が選択する行動により完全に確定される場合、その環境は決定的であるという。
3. あるアルゴリズムの実行ステップ数は入力サイズ n と定数 $a(> 1)$ に対して $a^n + n^3 + 2n + 1$ であるという。このとき、このアルゴリズムの時間計算量は $O(n^3)$ である。
4. 深さ制限探索はどのような問題に対しても決して最適解を見つけることはない。
5. 探索木の分岐度を b 、解の深さを d としたとき、反復深化探索の時間計算量と空間計算量はともに $O(d^b)$ である。
6. 深さ制限探索は完全性を満たすことは決してない。
7. 二つの正の許容的ヒューリスティック関数 $h'_1(n)$ と $h'_2(n)$ を用いて A^* 探索を行ったとき、 $h'_2(n)$ を用いた場合のほうが常に探索効率が良かった。このとき、一般に $h'_2(n) < h'_1(n)$ と予想することができる。
8. 二つの正の許容的ヒューリスティック関数 $h'_1(n)$ と $h'_2(n)$ を用いて A^* 探索を行う場合、常に $h'_2(n) < h'_1(n)$ が成り立つのであれば、一般に $h'_1(n)$ を用いた探索木の有効分岐数は $h'_2(n)$ のそれよりも小さいと予想することができる。
9. ノード整合およびアーク整合している制約ネットワークには必ず解が存在する。
10. 制約ネットワークのアーク数を e 、各領域の要素数は等しく a であるとするとき後戻り法の最悪計算量は e^a となる。

[問 2] (20 点)

以下のグラフにおいて，S を初期ノード，G を目標ノードとする．



このグラフに (1) 最良優先探索，そして (2) A*探索をそれぞれ適用した場合，各探索アルゴリズムが見つかる解の経路とその経路コストを求めよ．

ただし，探索の過程で f' もしくは h' の値が等しいノードが複数ある場合は，アルファベット順で早い方のノードを先に検査/展開することとする．また，経路上では後戻りはしない (経路上に同じノードが二度以上出現することはない) こととする．

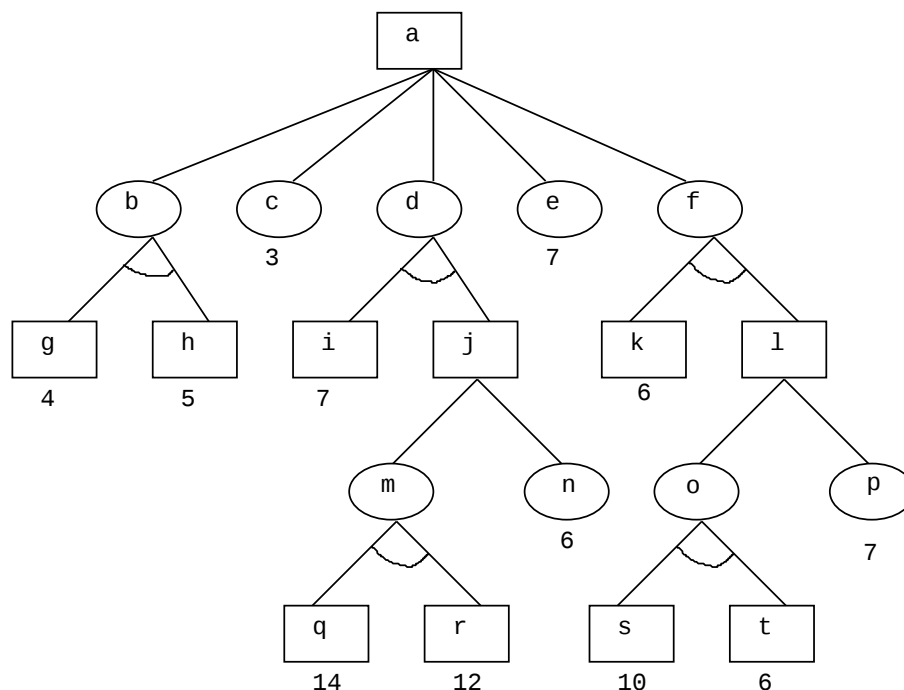
(注: 上の図で，エッジ (枝) に割り当てられた値はノード間のコストとする．また，ノードに割り当てられた括弧内の値は，そのノードのヒューリスティクス関数 h' の値，つまりそのノードから目標ノードまでの最短経路の見積もりコストとする．)

[問 3](20 点)

以下の AND-OR 木のノード a に α β 枝刈り法を適用した場合、 α カットもしくは β カットにより刈り取られるノードをアルゴリズムの過程にそって順に左から右へ並べなさい。また、 α β 枝刈りのアルゴリズムが終了したときにノード a に付与されている値を求めなさい。

なお、カットが適用されてオープンリストから複数のノードが一度に刈り取られるとき、それらのノードを括弧 (“(” と “)”) でくくりなさい。括弧の中のノードの並びはアルファベット順にすること。

(注:以下の図で、長方形で囲まれたノードは最大化ノードを、また、楕円形で囲まれたノードは最小化ノードを意味する。さらに、葉(末端)ノードに付けられた値はそのノードの評価関数の値とする。ただし、評価関数の値は最初からノードに割り当てられているのではなく、 α β 枝刈りアルゴリズムでノードの値を求めにいったときに初めて与えられるものとする。さらに、以下の AND-OR 木では、問題記述の都合上、最初からすべてのノードが記載されているが、上記の問題では α β 枝刈り法のオープンリストに入っているノードだけを枝刈りの対象とする。また、深さ限界については考慮しなくてよい。)



[問 4](20 点)

チェスのナイト (図 1 における K) は将棋の桂馬のような動きをする駒であるが、桂馬との違いは図 1 に示すように 8 方向に桂馬飛びが出来ることである。

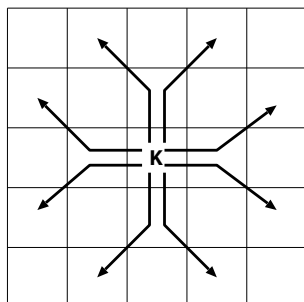


図 1: ナイト駒 (K) の動き

このナイトを用い、 8×8 のチェス板でナイトゲームを行う。チェス板には、図 2 のようにすべての位置にラベルが振られていることとする。ナイトゲームでは、ナイトを S(67 の位置) から出発させて G(34 の位置) まで移動させることが目的である。

11	12	13	14	15	16	17	18
21	22	23	24	25	26	27	28
31	32	33	34 G	35	36	37	38
41	42	43	44	45	46	47	48
51	52	53	54	55	56	57	58
61	62	63	64	65	66	67 S	68
71	72	73	74	75	76	77	78
81	82	83	84	85	86	87	88

図 2: ナイトゲーム

以下の各問に答えよ。ただし、以下の各問では、移動する先の位置をノードと見なし、探索木の同じ深さに複数のノードがある場合は、番号の若いノードを先に展開することとする。また、経路上に同じノードが二度以上出現することはないこととする (つまり、一度検査したノードは再考しない)。

[問 4-1]

図 2 のナイトゲームに幅優先探索を適用した場合に出来る探索木を描きなさい。探索の過程で検査されるノード、展開されるノードを完全に描くこと。

[問 4-2]

図 2 のナイトゲームに深さ優先探索を適用した場合に求まる解経路を示しなさい。

[問 5](20 点)

英文の生成について考える．英文は以下で与えられた書換え規則の集合 (つまり文法) により生成されることとする．以下の各規則は，左辺の記号を右辺の記号に書換えることができることを意味している．例えば，以下の規則で $S \rightarrow NP, VP$ は「 S は NP とそれに引き続く VP に書換えることができる」ということである．(英文法的には「文は名詞句とそれに引き続く動詞句から構成される」と解釈すればよい)

$S \rightarrow NP, VP$
 $NP \rightarrow N$
 $NP \rightarrow DET, N$
 $VP \rightarrow V$
 $VP \rightarrow V, NP$
 $DET \rightarrow [a]$
 $DET \rightarrow [the]$
 $ADJ \rightarrow [big]$
 $N \rightarrow [man]$
 $N \rightarrow [dog]$
 $V \rightarrow [likes]$
 $V \rightarrow [bites]$

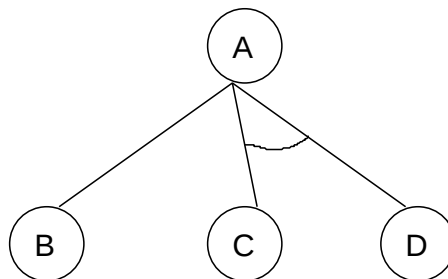
ここで， S, NP, VP, DET, N, V は文法カテゴリーの「文」，「名詞句」，「動詞句」，「冠詞」，「名詞」，そして「動詞」をそれぞれ意味し，それらは非終端記号である．非終端記号にはいずれかの規則を適用し，さらに書換えが可能である．

また， $[]$ で囲まれた文字列は終端記号であり，これ以上の書換えができない．つまりそれは英単語を意味する．

英文の生成では，記号 S から開始して，可能な限り書換え規則を適用する．

[問 5-1] この英文生成問題を AND-OR 木として完全に表現しなさい．ただし，木のノードは非終端記号のみとし，終端記号 (つまり英単語) は木に含めなくてよい．

注意: この問題では以下の A のような風変わりな OR ノードを考える必要があるだろう．



上記においてノード A は OR ノードであるが，単純な OR ノードではない．ノード A は， B もしくは C, D に書換え可能であることを意味している (つまり $B \text{ OR } (C \text{ AND } D)$ の意味になっている) ．

[問 5-2] 次の文のうち，どれが上記の文法により生成できるか，その文の番号を答えなさい．

1. the dog bites the dog

2. the big dog bites the man
3. the man likes
4. bites the man
5. the dogs bites the man
6. dog bites