

2019 年度後期 知能システム学 I 試験問題 (解)

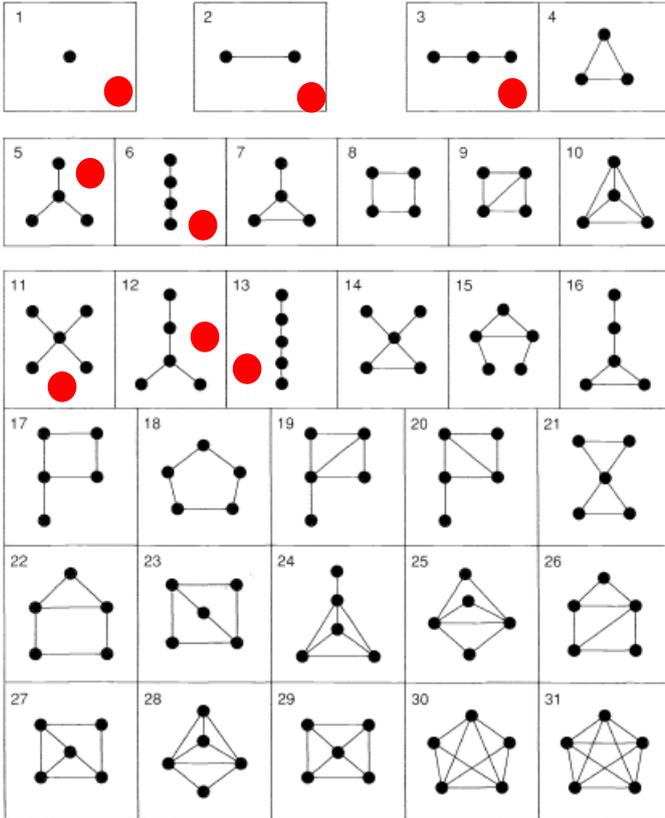
David Ramamonjisoa

2020/1/21

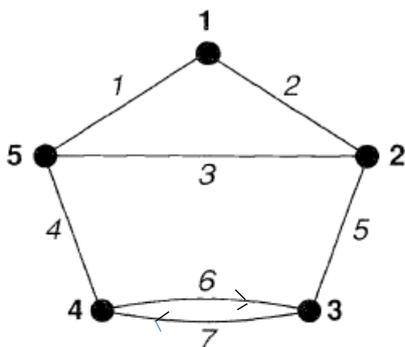
すべての問題を解答しなさい。

問題 1 (30 点) グラフの問題

次の図のグラフから閉路を含めないグラフをすべて見つけよ。(5 点)



次のグラフの隣接行列と連結リストを書け。(5 点)



1 2 3 4 5

0 2 0 0 1 1
2 0 5 0 3 2
0 5 0 7 0 3
0 0 6 0 4 4
1 3 0 4 0 5

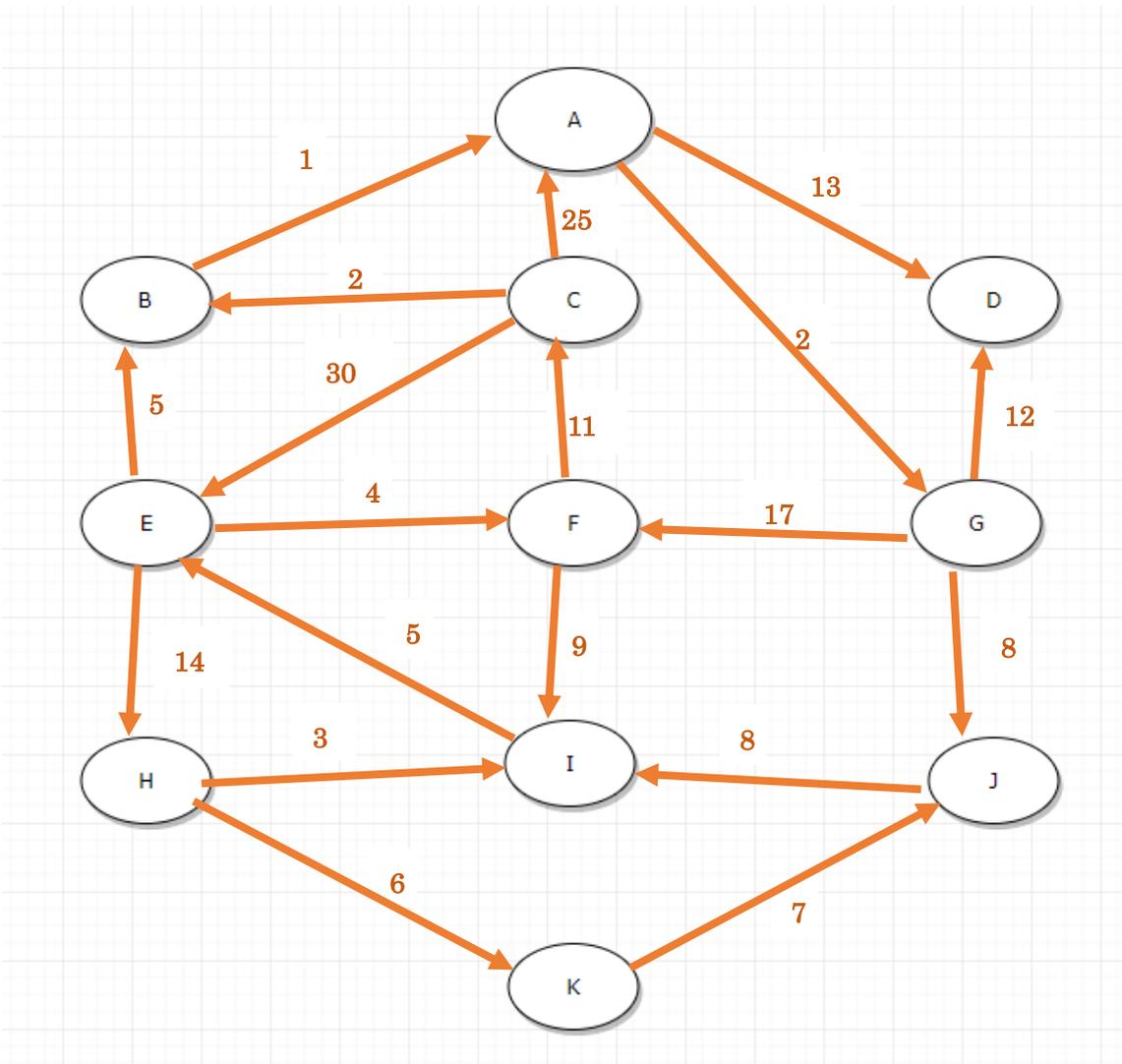
1 = [(2:2), (5:1)]
2 = [(1:2), (5:3), (3:5)]
3 = [(2:5), (4:7)]
4 = [(3:6), (5:4)]
5 = [(1:1), (2:3), (4:4)]

次の隣接行列を持つグラフを描け（ノード名は A,B,C,D,…の様に設定する），連結リスト [(ノード名:重み),…]を書け。（5点）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
0	0	0	0	13	0	0	2	0	0	0	0	A
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
25	2	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D
0	5	0	0	0	0	4	0	14	0	0	0	E
0	0	11	0	0	0	0	0	0	9	0	0	F
0	0	0	12	0	17	0	0	0	0	8	0	G
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	H
0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	I
0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	J
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	K

A =
B =
C =
D =
E =
F =
G =
H =
I =
J =
K =

A = [(D:13), (G:2)]
B = [(A:1)]
C = [(A:25), (B:2), (E:30)]
D = []
E = [(B:5), (F:4), (H:14)]
F = [(C:11), (I:9)]
G = [(D:12), (F:17), (J:8)]
H = [(I:3), (K:6)]
I = [(E:5)]
J = [(I:8)]
K = [(J:7)]



ノード A からノード K までの深さ優先探索、幅優先探索 (常に A,B,C,...順)、均一コスト探索の訪問されたノードのリスト解を求めよ。探索木、OPEN と CLOSED リストの内容を示せ。解はパス(PATH)とそのコストとして示せ。(15 点)

① 深さ優先探索

OPEN	CLOSED
[A]	[]
[D, G]	[A]
[G]	[A, D]
[F, J]	[A, D, G]
[J, C, I]	[A, D, G, F]
[C, I, B]	[A, D, G, F, J]
[I, B, E]	[A, D, G, F, J, C]
[B, E, H]	[A, D, G, F, J, C, I]
[E, H, K]	[A, D, G, F, J, C, I, B]
[H, K]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E]
[K]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E, H]
[]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E, H, K]

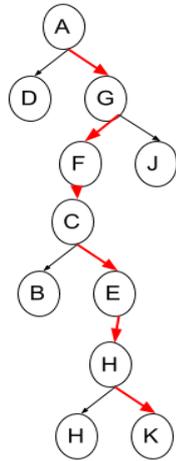
A->G->F->C->E->H->K

② 幅優先探索

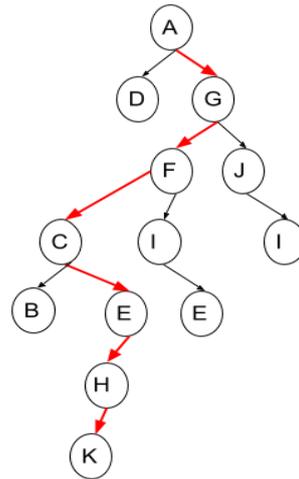
OPEN	CLOSED
[A]	[]
[D, G]	[A]
[G]	[A, D]
[F, J]	[A, D, G]
[J, C, I]	[A, D, G, F]
[C, I, B]	[A, D, G, F, J]
[I, B, E]	[A, D, G, F, J, C]
[B, E, H]	[A, D, G, F, J, C, I]
[E, H, K]	[A, D, G, F, J, C, I, B]
[H, K]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E]
[K]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E, H]
[]	[A, D, G, F, J, C, I, B, E, H, K]

A->G->F->C->E->H->K

深さ優先探索



幅優先探索



③ 均一コスト優先探索

OPEN

- [A]
- [D: 13, G: 2]
- [J: 10, D: 13, F: 19]
- [D: 13, I: 18, F: 19]
- [I: 18, F: 19]
- [F: 19, E: 23]
- [E: 23, C: 30]
- [C: 30, H: 37]
- [B: 32, H: 37]
- [H: 37]
- [K: 43]
- []

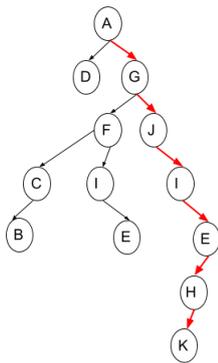
CLOSED

- []
- [A]
- [A, G: 10]
- [A, G: 2, J: 10]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19, E: 23]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19, E: 23, C: 30]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19, E: 23, C: 30, B: 32]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19, E: 23, C: 30, B: 32, H: 37]
- [A, G: 2, J: 10, D: 13, I: 18, F: 19, E: 23, C: 30, B: 32, H: 37, K: 43]

A->G->J->I->E->H->K

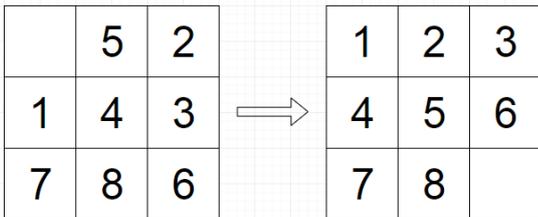
Cost= 43

均一コスト優先探索



問題 2 (25 点) 解探索の問題

以下の「8 パズル」を解く。



1. 問題を定式化する。

状態： タイルの位置

初期状態： 図の右の様なタイルの位置

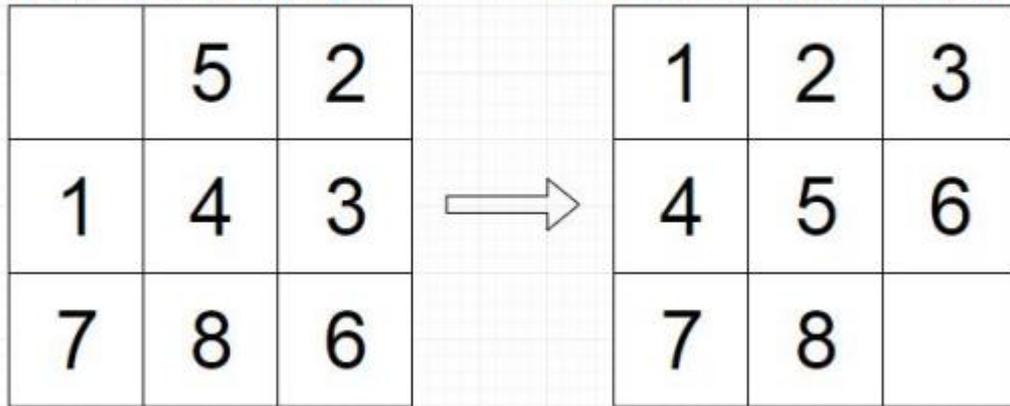
行為： 空所を[上(Up)、下(Down)、右(Right)、左(Left)]に動かす

ゴール検査： 図の右の様な状態になる

経路コスト： 一つの行為は 1

初期状態: (0, 5, 2, 1, 4, 3, 7, 8, 6)

ゴール状態: (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0)



2. 下記の探索木を展開し、深さ 4 までの状態探索木を求めよ。空白を Down(下), Right(右), Up(上), Left(左)の順番で展開し、すべての探索された状態は記憶し、既に現れた状態は記述しないこと。初期状態の深さは 0 とする。

初期状態:(0, 5, 2, 1, 4, 3, 7, 8, 6)

ゴール状態:(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0)

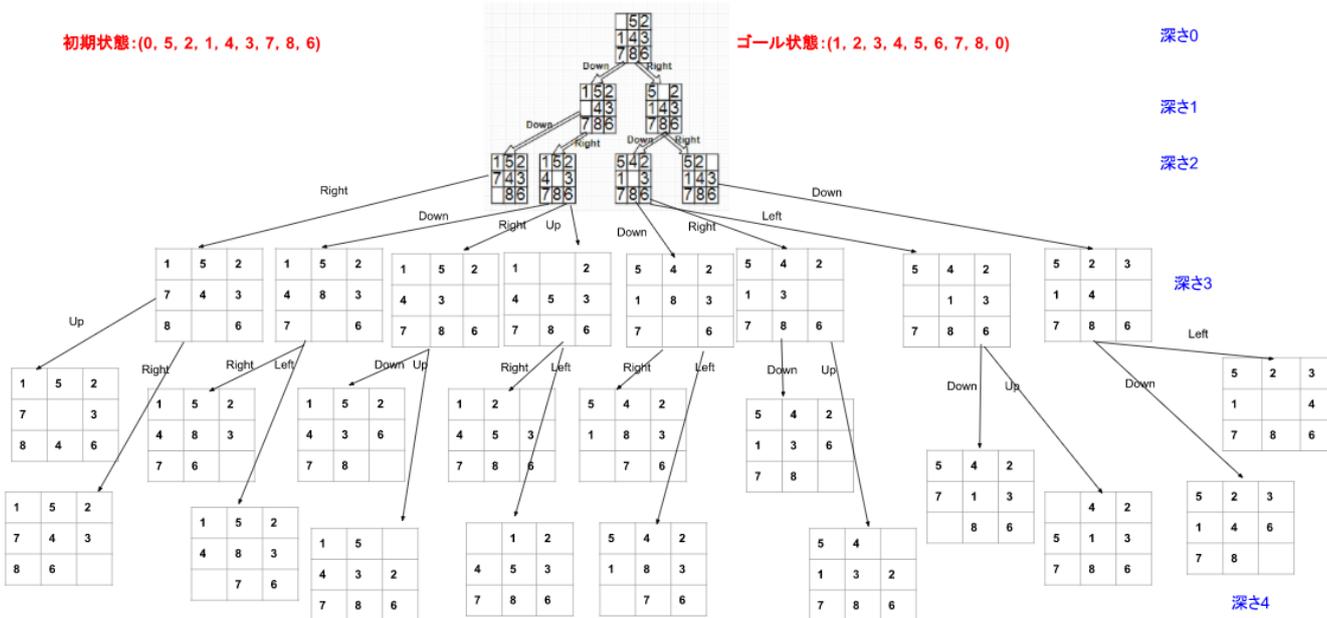
深さ0

深さ1

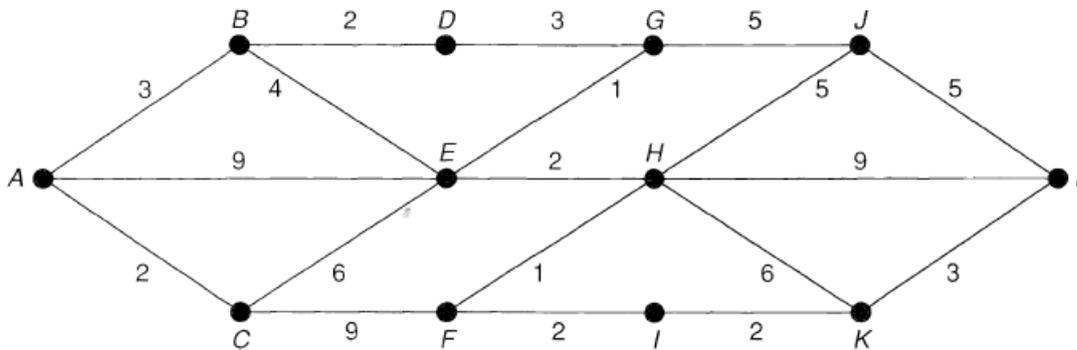
深さ2

深さ3

深さ4



3. 次の図のグラフで初期状態(スタート)が L と終点状態(ゴール)が A とするとき、均一コスト探索によって探索木、Open と Closed リスト、解を求めよ。探索木の一番左の節点から展開する。



- | OPEN | CLOSED |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| [L] | [] |
| [K: 3, J: 5, H: 9] | [L] |
| [J: 5, I: 5, H: 9] | [L, K: 3] |
| [I: 5, H: 9, G: 10] | [A, K: 3, J: 5] |
| [F: 7, H: 9, G: 10] | [A, K: 3, J: 5, I: 5] |
| [H: 9, G: 10, C: 16] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7] |
| [G: 10, E: 11, C: 16] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9] |
| [E: 11, D: 13, C: 16] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10] |
| [D: 13, B: 15, C: 16, A: 20] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10, E: 11] |
| [B: 15, C: 16, A: 18] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10, E: 11, D: 13] |
| [C: 16, A: 18] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10, E: 11, D: 13, B: 15] |
| [A: 18] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10, E: 11, D: 13, B: 15, C: 16] |
| [] | [A, K: 3, J: 5, I: 5, F: 7, H: 9, G: 10, E: 11, D: 13, B: 15, C: 16, A: 18] |

問題 3 (30 点) ヒューリスティックの問題

「8 パズル」の問題を解決すると、どのようなヒューリスティックがある。

	5	2		1	2	3
1	4	3	→	4	5	6
7	8	6		7	8	

授業では2つのヒューリスティック h1 と h2 が提案された。以下の値を求めよ。

h1 の定義：間違いタイルの位置の数

h2 の定義：マンハッタンの距離（状態の間違いタイルの位置からゴール状態の正しいタイルの位置のマス数の総和）

空所は数えない

$$h1(\text{Start}) = (1):1+(2):1+(3):1+(4):1+(5):1+(6):1+(7):0+(8):0 = 6$$

$$h1(\text{Goal}) = 0$$

$$h2(\text{Start}) = (1):1+(2):1+(3):1+(4):1+(5):1+(6):1+(7):0+(8):0 = 6$$

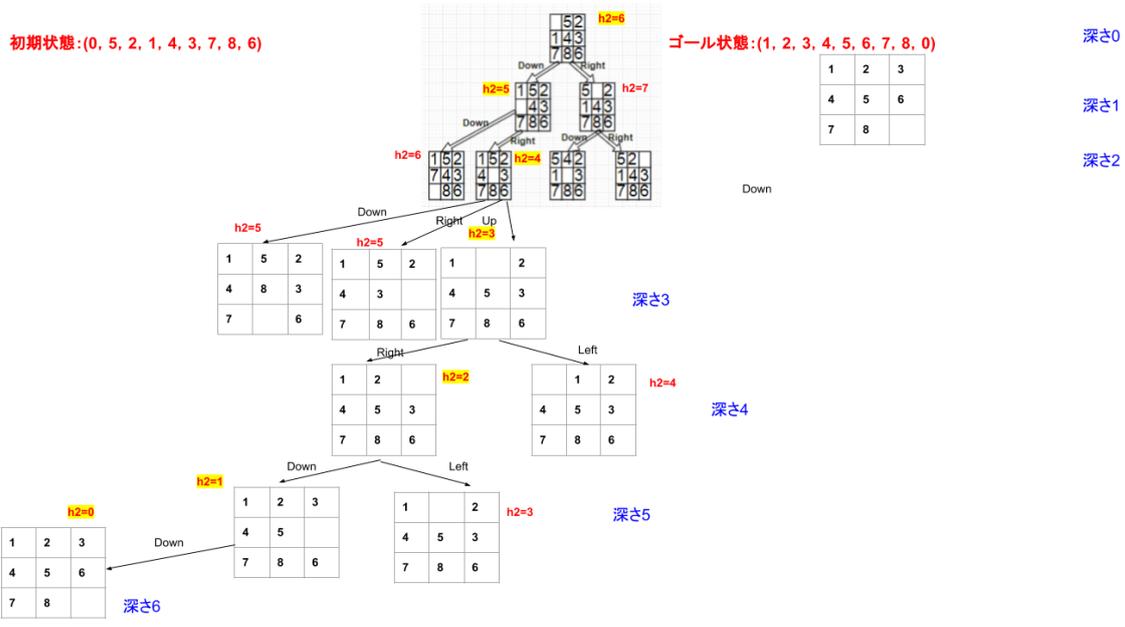
$$h2(\text{Goal}) = 0$$

何の基準でヒューリスティックが優位でしょうか。

ヒューリスティック h1 とヒューリスティック h2 の比較するとき、数の大きいのが優位である。ヒューリスティック h2 方がほとんど数はヒューリスティック h1 より大きいである。

$$\forall n, h_2(n) \geq h_1(n)$$

山登り法と h2 のヒューリスティックを用いて経路の解の探索を行い、深さ 6 まで結論せよ。



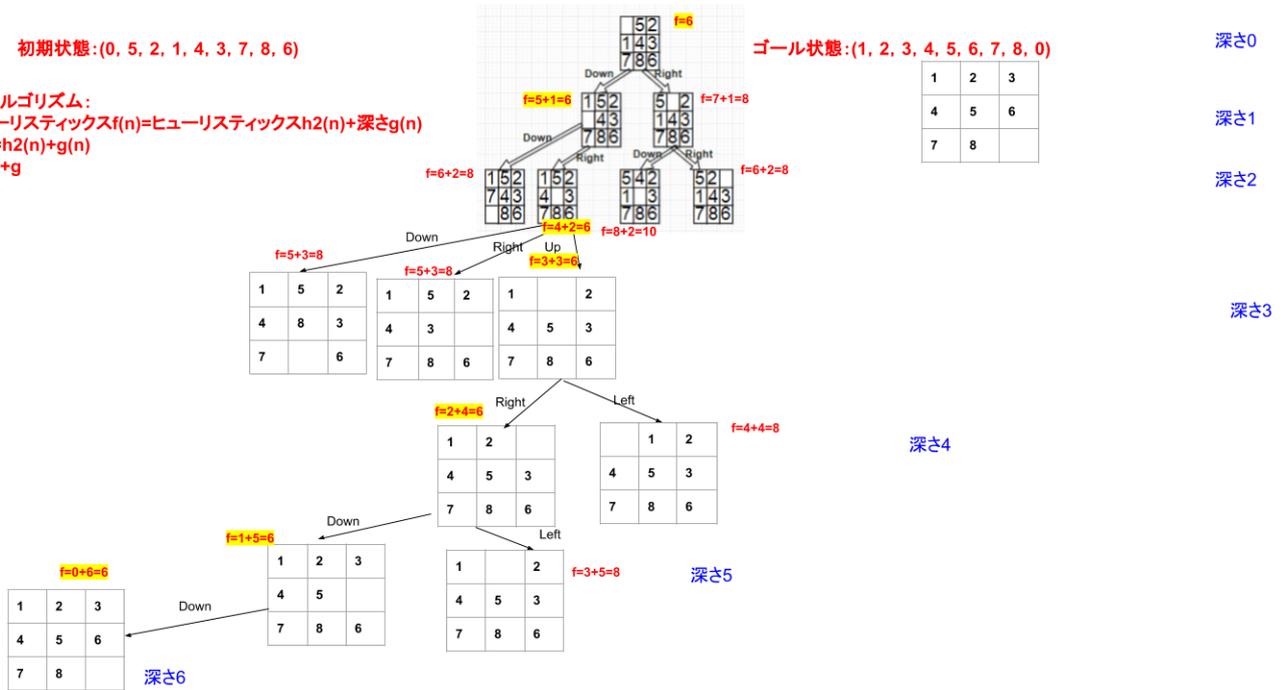
山登り法は現在の状態のヒューリスティック h_2 を計算し、隣接する状態を展開し、それぞれの状態のヒューリスティック h_2 を比較し、一番小さい値を選んで探索を進めます。今回はたまたま深さ 6 でゴールが達成した ($h_2=0$) が、他の問題はゴールを達成せずにアルゴリズムが修了もあります。

A*探索法で経路を求めよ。 $f(n)=g(n)+h_2(n)$ 、 $(g(n) : n$ ノードまでの経路コスト、 $h_2(n)$)
 ※ 探索木を示しなさい。
 以下の図の各々状態のヒューリスティック f 値を求めよ。

初期状態:(0, 5, 2, 1, 4, 3, 7, 8, 6)

A*アルゴリズム:
 ヒューリスティクス $f(n)=\text{ヒューリスティクス}h2(n)+\text{深さ}g(n)$
 $f(n)=h2(n)+g(n)$
 $f=h2+g$

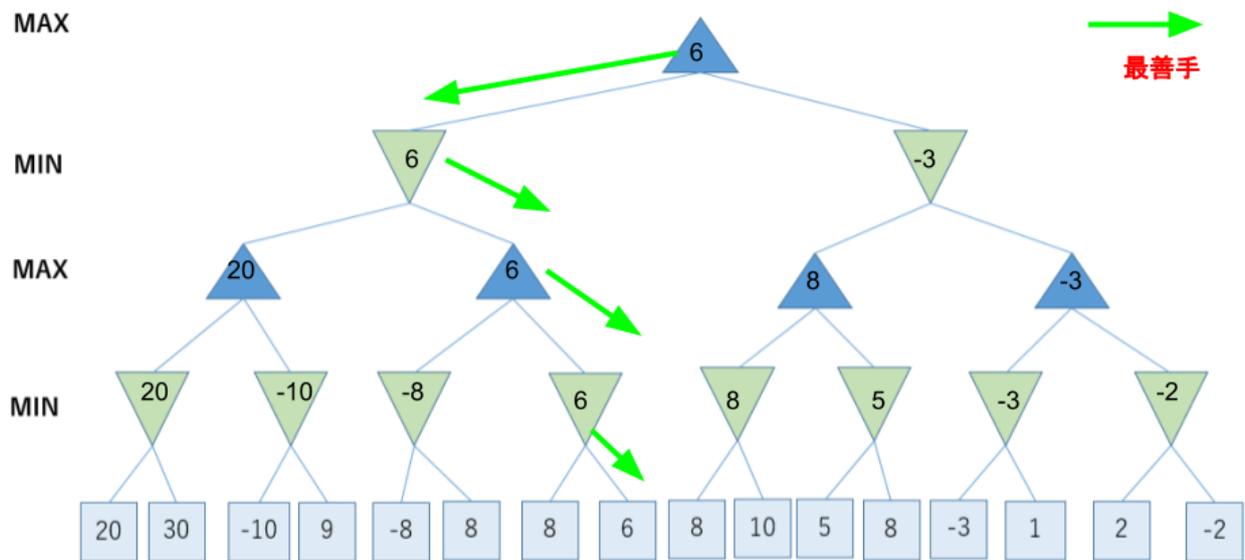
ゴール状態:(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0)



A*アルゴリズムでは状態の一番小さいf値を常に選んで探索を進めていく。Open と Closed ノードもあります。訪問されたノードは Closed に入れる。状態はノードと同じである。黄色のノードは Closed になる。赤色のノードは Open になる。

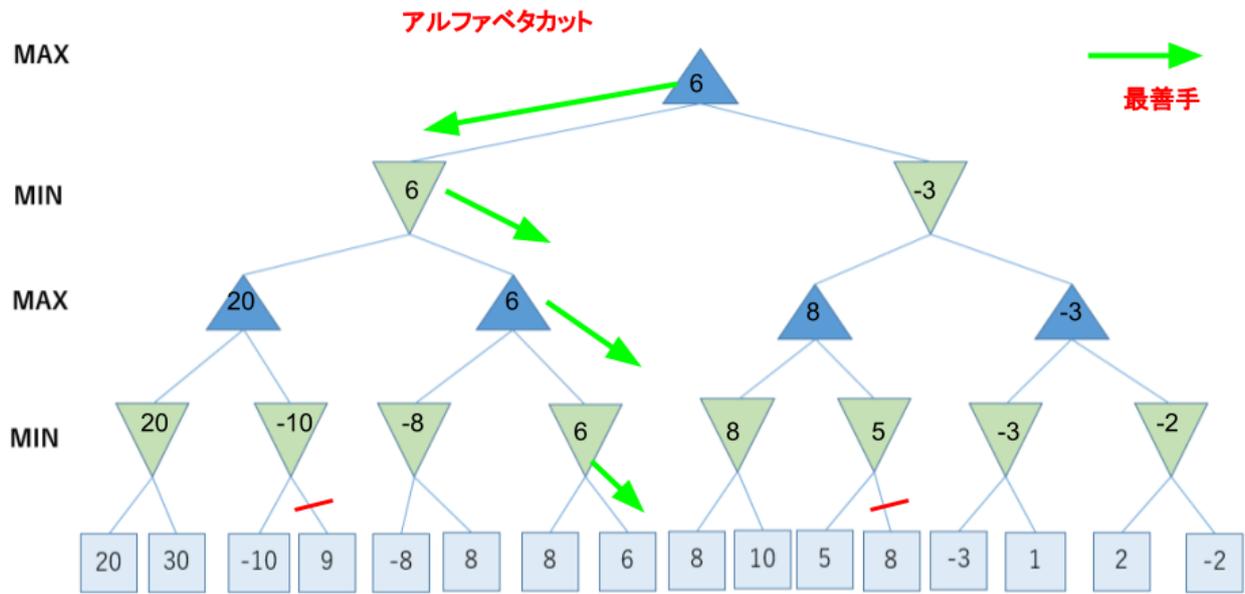
問題 4(15 点)

(1) 以下の図は、ある先手番の局面から 3 手先の局面の評価値を示している。Max の局面は先手番、Min の局面は後手番である。ミニマックス法によりすべての節点の評価値を決定し、ゲーム木の根 Max の局面での先手の手を決定せよ。そのとき、Min の最善の手はどれですか。



(2)

(a) 以下のゲーム木を α - β 法で探索し(左から右へ展開する)、枝刈りされて評価されない節点を示せ。



(b) 以下のゲーム木を α - β 法で探索し (左から右へ展開する)、枝刈りされて評価されない節点を示せ。

