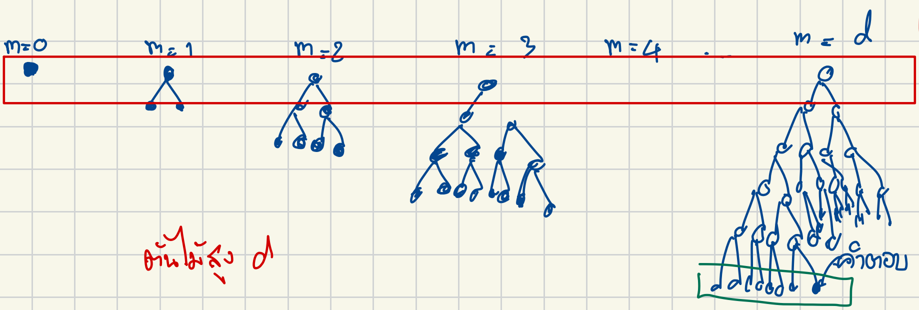
Iterative Deepening Search (IDS)

- Search แบบ DFS แต่ limit ความลึกในแต่ละรอบ

- กำหนด $m = 0$
  $m = 1$
  $m = 2$
  ⋮
  $m = \infty$

```
for m in range(100):
    DFS(m)
```



ต้นไม้สูง d

level 0 จน. node expand

$= b^0 \times (d+1)$

$b^1 (d)$

$b^2 (d-1)$

⋮

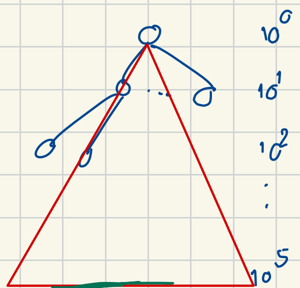
$b^d \times (1)$

2^6.

จำนวน node ที่ expand $= b^0 \times (d+1) + b(d) + \dots + b^d$

Time Complexity : $O(b^d)$

Space Complexity $= \boxed{O(bd)}$



10^0 6 รอบ 1×6

10^1 5 รอบ 10×5

10^2 4 รอบ 100×4

10^3 โดน 3 รอบ 1000×3

10^4 โดน 2 รอบ $10{,}000 \times 2$

10^5 โดน 1 รอบ $= 100{,}000 \times 1$

จน. expand = 123,456 nodes

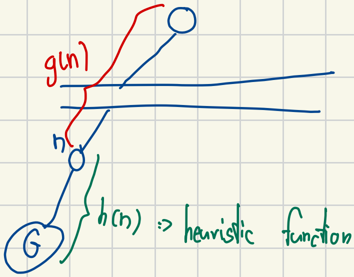
Informed Search

Greedy + A*

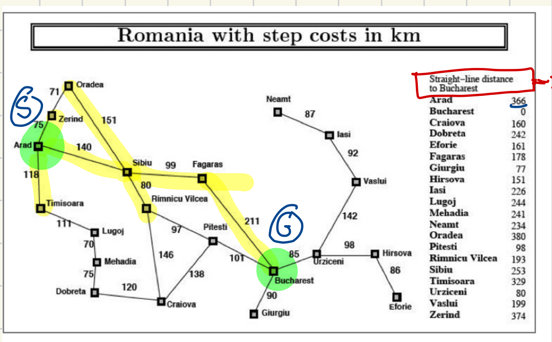
$f(n) = h(n)$ $\quad$ $f(n) = h(n) + g(n)$

Uniform cost

$f(n) = g(n)$



Greedy Search



—> $f(n) = h(n)$ ไม่ใช่ค่าจริง เพราะมันวัดด้วยการกระจัดตรงๆ

จัดเรียงตาม $h(n)$ ทั้งหมดใน fringe ทั้งก้อน

A 366	

A

S 253	T 329	Z 374

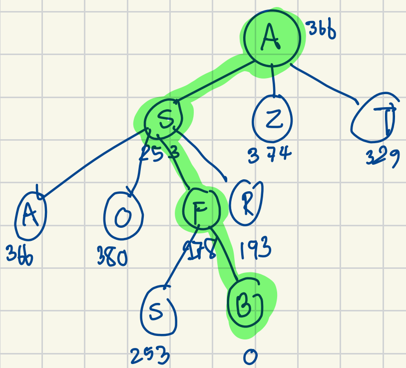
A S

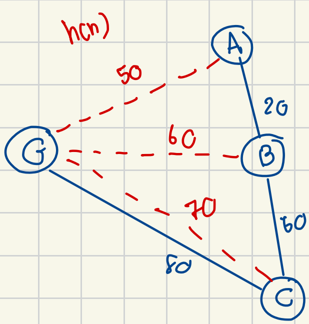
F 178	R 193	T 329	A 366	Z 374	O 380

A S F

B 0	R 193	S 253	T 329	A 366	Z 374	O 380

$\underbrace{A\ S\ F\ B}_{\text{Solution}}$





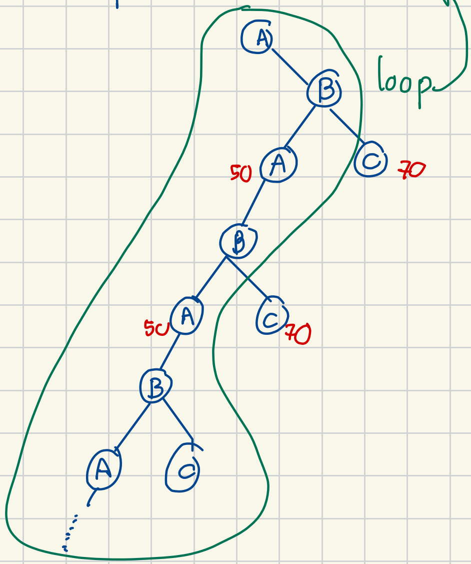
$h(A) = 50$

$h(B) = 60$

$h(C) = 70$

optimality (เป็นคำตอบ least cost solution): No

Completeness (ถ้ามีคำตอบจะเจอ?) : No



Time Complexity
Space Complexity } ขึ้นกับ h(n)

A* Search

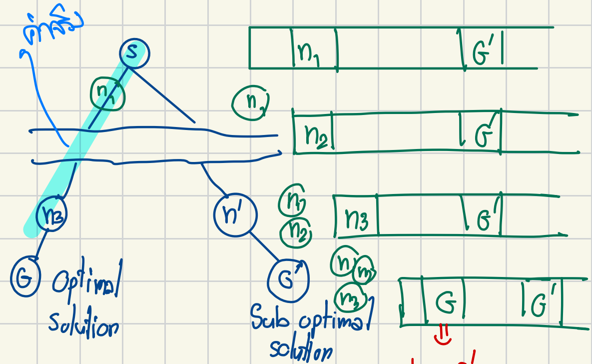
การเปลี่ยน $f(n) = h(n) + g(n)$

$h(n) \leftarrow$ admissible heuristic

จะทำให้ A* ได้ optimal solution

แต่ไม่เสมอไป ขึ้นกับ $h(n)$

Admissible heuristic => heuristic ที่ได้ค่าไม่เกินจริง



มาก่อน G' เพราะเป็น child ของ n_3

$h(n) + g(n)$ = ระยะทางโดยประมาณจาก $S \rightarrow G$ โดยผ่าน node n

Proof

$g(G') > g(G)$ // ระยะทางจริงวัดจาก $S \rightarrow G'$ ต้องมากกว่า $S \rightarrow G$ เสมอ

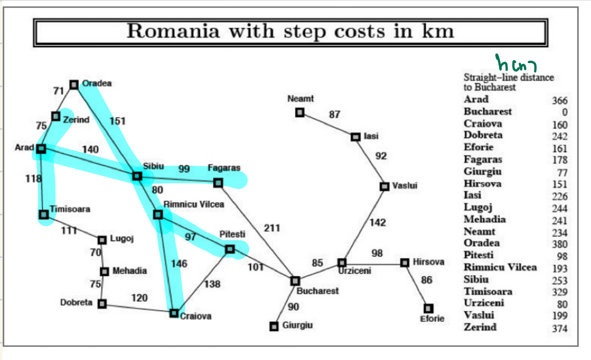
ถ้า $f(n) < f(G')$ เป็นจริง จะได้ optimal

$h(G) + g(G) < h(G') + g(G')$

$0 + g(G) < 0 + g(G')$

พิสูจน์ว่า $f(n) < f(G') \Rightarrow f(n) \leq g(G) < g(G')$

$h(n) + g(n) < h(G') + g(G')$



A

S	T	Z
393	447	449

A S

R	F	T	Z	A	O
413	417	447	449	646	671

A S R

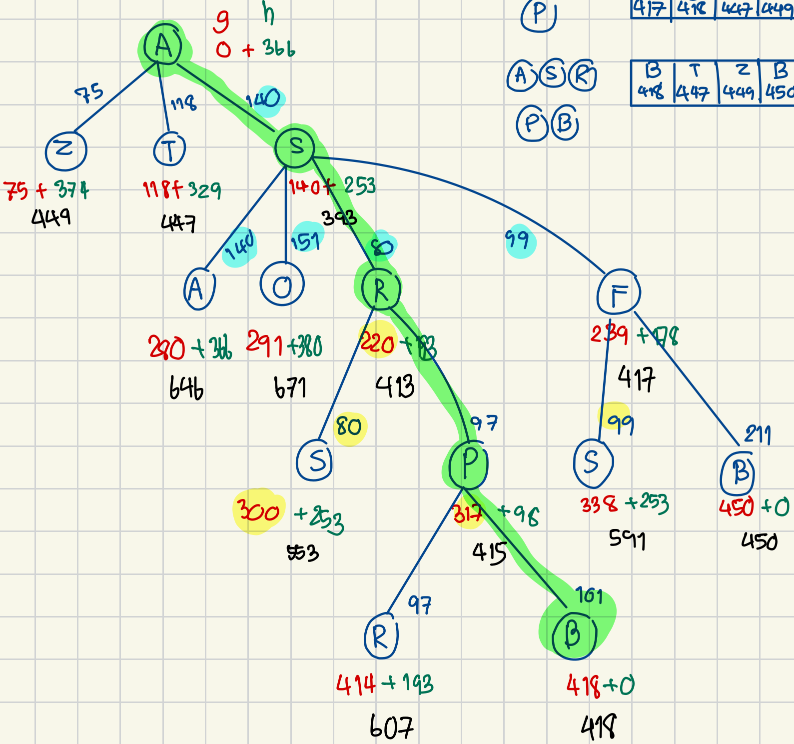
P	F	T	Z	S	A	O
415	417	447	449	553	646	671

A S R P

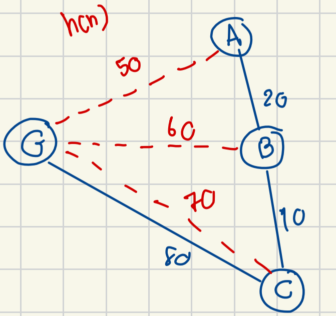
F	B	T	Z	S	R	A	O
417	418	447	449	553	607	646	671

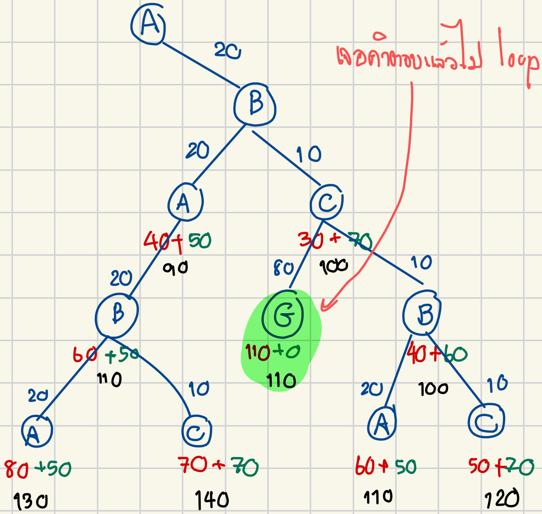
A S R P B

B	T	Z	B	S	R	A	O
418	447	449	450	553	607	646	671



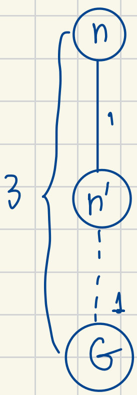
Proof A* Completeness





	A*	Greedy
Optimality	Yes	No
Completenesss	Yes	No
Time Complexity	ขึ้นกับ h(n)	
Space Complexity		

Non Decreasing f(n)



$g(n) = 8$

$h(n) = 3$

$g(n') = 8+1 = 9$

$h(n') = 1$

$f(n) = h(n) + g(n) = 3+8 = 11$

$f(n') = h(n') + g(n') = 1+9 = 10$

เลือก f ไหนดี

ค่าจริง

$f(n') = 10$ | 10, 11, 12, 13, ...

11 | 11, 12, 13, 14, ...

ถ้าเป็น 10 จะขัดแย้งกับกฎ $f(n') = 11$

$f(n') = \max(f(n), f(n'))$ => Non-Decreasing path

เมื่อเข้าสู่ระยะที่ใกล้ G เรื่อยๆ จะประมาณใกล้ค่าจริงเรื่อยๆ แต่ไม่เกินค่าจริง

Relaxed Problem

Current

1	6	4
5	3	
2	8	7

admissible heuristic

h_1 = misplaced tiles จ.น.แผ่นที่ผิดตำแหน่ง = 6

h_2 = total Manhattan Distance

$= 0+3+2+3+1+2+2+0 = 13$

Goal

1	2	3
4	5	6
7	8	

P(8-Puzzle constraint)

P ① ให้เลื่อนแผ่นไปทับช่องว่าง ห้ามเลื่อนทับอีกแผ่น

P ② ให้เลื่อนได้ครั้งละ 1 ช่อง

P_2 เป็น Relaxed P_1

$P \rightarrow P_1 \rightarrow P_2$

$g(n) \geq h_1(n) \geq h_2(n)$

$g(n) = h_1(n) = h_2(n)$

มีโอกาส

ถ้าตัด ① เลื่อนทับแผ่นได้

1	6	4
5	3	
2	8	7

$= 0+3+2+3+1+2+2+0 = 13$ ซึ่งเท่ากับ total Manhattan Distance $\Big\} h_2$

ถ้าตัดกฎ ① ② ; $= h_1$ เพราะแผ่นที่ถูกจะไม่ขยับ

$h_1 < h_2$

Goal

h_2 เลือก h_2 เพราะใกล้ Goal กว่า