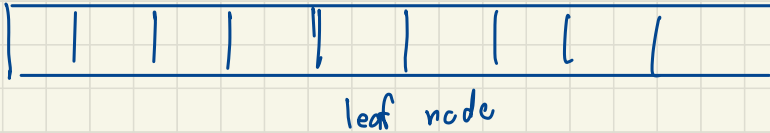
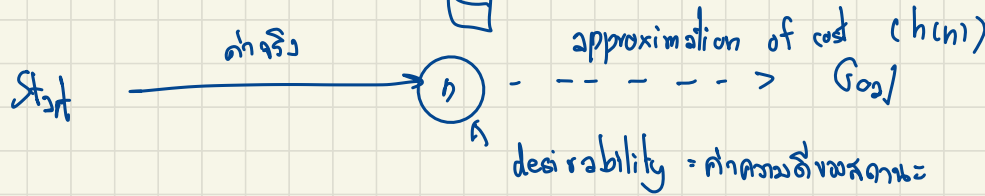
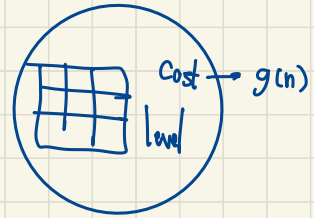


# Informed Search (Revised)

Blind Search  $\Rightarrow$  ไม่มีความรู้เพิ่มเติม  
 BFS / DFS  
 IDS

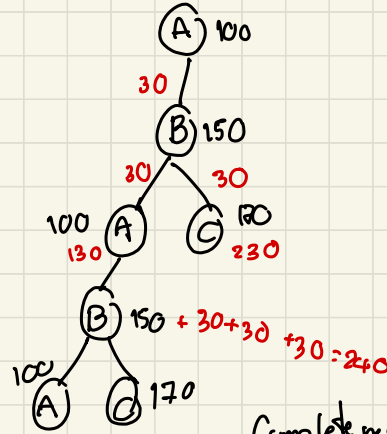
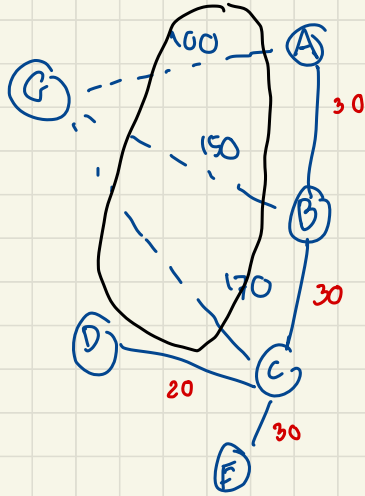


Informed Search  
 Greedy, A\*

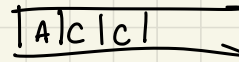
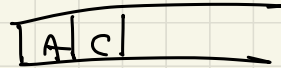


BFS	DFS, IDS	Uniform Cost Search	Greedy	A*
level น้อย $\rightarrow$ มาก	level มาก $\rightarrow$ น้อย	$g(n)$ น้อย $\rightarrow$ มาก	$h(n)$	$g(n) + h(n)$
operation cost = 1		cost $\neq 1$		

Greedy  $\Rightarrow$   $f(n) = h(n)$

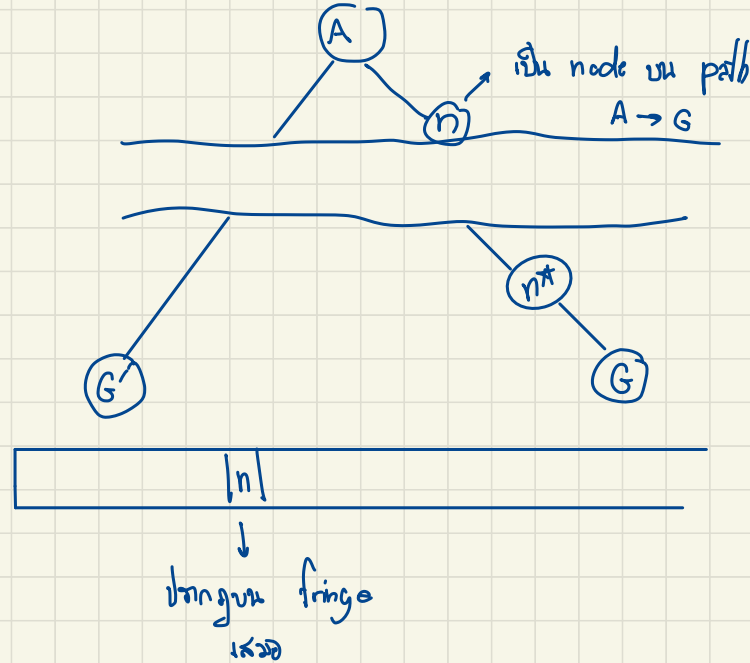


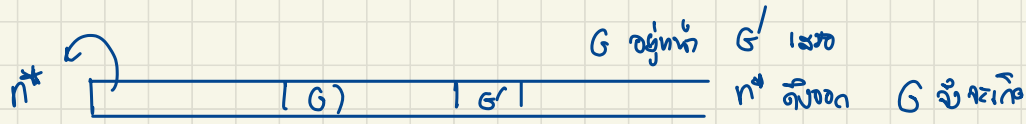
Completeness  $\Rightarrow$  No [2] on [10] loop]



$$A^* \quad f(n) = h(n) + g(n)$$

ถ้า  $h(n)$  เป็น admissible heuristic (ค่าประมาณที่ไม่เกินค่าจริง) ,  $approx \leq actual$   
 แล้ว  $A^*$  จะได้ optimal sol.





$$f(G) = h(G) + g(G) \quad \text{เพราะหา } A \rightarrow n$$

$$f(G') = h(G') + g(G')$$

$$g(G') > g(G) \quad \text{เพราะ suboptimal ต้องมากกว่า}$$

$$\therefore f(G') > f(G)$$

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad \Rightarrow \text{เพราะโดยประมาณ start} \xrightarrow{n} \text{Goal โดยที่ n เป็นค่าจริง}$$

$$\boxed{\text{start} \rightarrow n \dots \rightarrow \text{Goal}}$$

ดังนั้น

$$f(n) \leq g(n) \\ \Downarrow \\ f(G)$$

$$f(n) < f(G) \quad \text{ถ้าให้} \\ n \text{ เป็น fringe อยู่หน้า } G$$

$$\boxed{\quad |n| \quad \quad |G'| \quad}$$

Goal

## Non Decreasing Path

$$f(n) = h^4(n) + g^6(n) \quad \text{ราคทั้งหมด} \geq 10, 11, 12, \dots$$

(n)

1

(n')

$$f(n') = h^2(n') + g^{7 \sim 6+1}(n') \quad \text{ราคทั้งหมด} \geq 9, 10, 11, 12.$$

$$f(n') = 9 \quad \begin{array}{l} f(n') \text{ เป็น } 9 \text{ ต่ำกว่า } f(n) \\ \text{เป็น } 9 \text{ ไว้ได้} \end{array}$$

$$f'(n) = \max(f(n), f(n'))$$

Admissible heuristic นำมา Relaxed Problem

# Iterative Improvement Algorithm

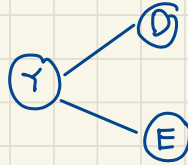
1	4	7
2	3	8
5	6	

↑ ↓ ← → จากเดิมผลลัพธ์เป็นลำดับ sequence of steps

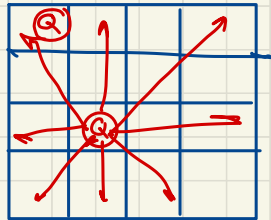
เพื่อปรับปรุงตัวเอง Optimization ตัวแทนผลลัพธ์ที่ดีขึ้น

Optimization

S E N D  
+ M O R E  
M O N E Y

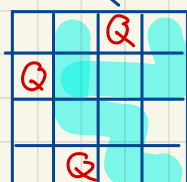
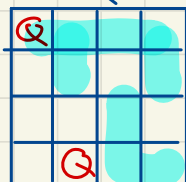
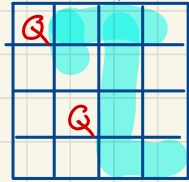
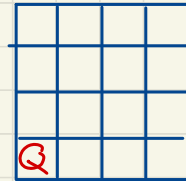
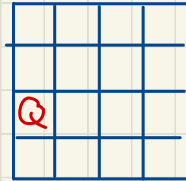
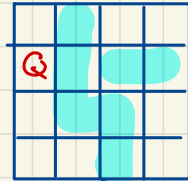
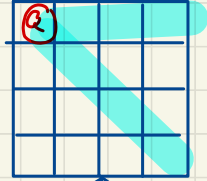
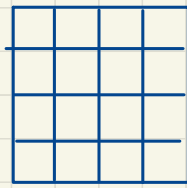


N-Queen  $\Rightarrow$  หาราว Q n ตัวในตารางหมากรุก  $n \times n$

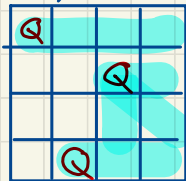


Q อยู่ใน 1 row 1 column เท่านั้น

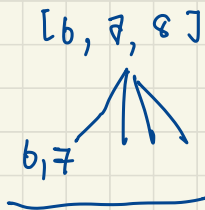
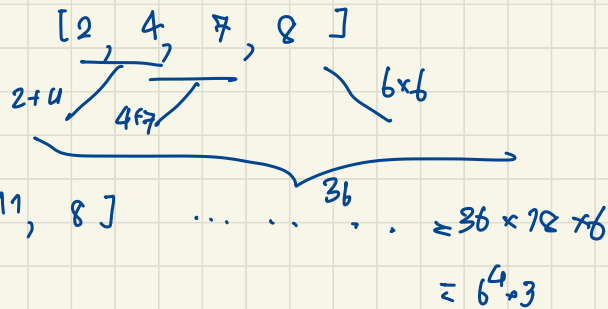




DFS !!



24 - Game



$[13, 11]$

(29)

[

10

]

10 or 2

$\binom{10}{2} \times 6$

270 or

[ 9 ]

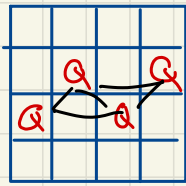
$\binom{9}{2} \times 6$

W DFS sum of all

$\left( \binom{10}{2} \times 6 \right) \left( \binom{9}{2} \times 6 \right) \left( \binom{8}{2} \times 6 \right) \dots \left( \binom{2}{2} \times 6 \right)$



# Hill climbing vs. Simulated Annealing



4 column

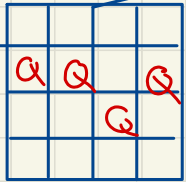
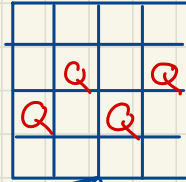
[3, 2, 3, 2]

$h(n) = 5 \Rightarrow 5$  conflicts

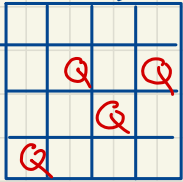
4 queens

Hill climbing

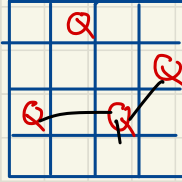
เลือก  $h$  ที่น้อย



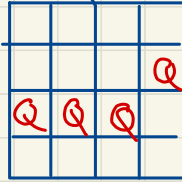
$h(n) = 5$



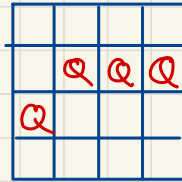
3



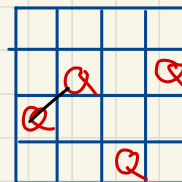
2



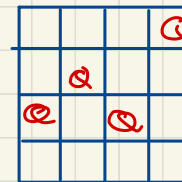
4



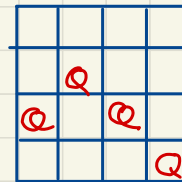
4



2



3



5

	a	
a		a
	a	

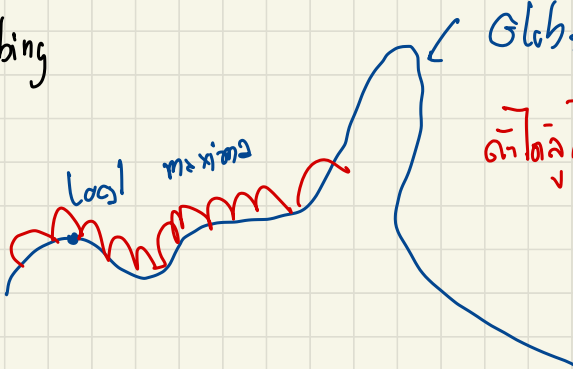
	a	
		a
	a	
a		

	a	
		a
a	a	a

	a	
		a
a		
	a	


Hill Climbing

hcn)



Global maxima

ค่าได้มากที่สุด ในขั้นตอน

# Simulated Annealing

พบบางครั้ง local maxima ให้สุ่มเลือกเป็น next

$$\Delta E = E(\text{next}) - E(\text{current})$$

if  $\Delta E > 0$  : เลือก (next) ดีกว่า (current)

current = next

else

$\Delta E \leq 0$  :  $\leftarrow$  in probability

$$P = e^{-\frac{\Delta E}{T}} \leftarrow \text{accept}$$

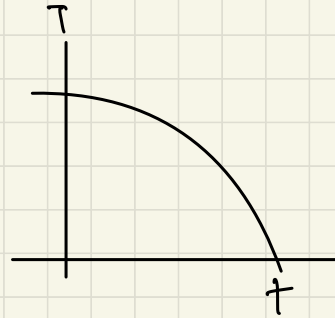
while  $T > 0$  :

Generate Successor (current)

เลือก 1 node

if  $\Delta E > 0$  : current = next

else



$$e^{\Delta E/T} = e^{-|\Delta E/T|}$$

$$= \frac{1}{e^{|\Delta E/T|}}$$

$$\Delta E \text{ 277}$$

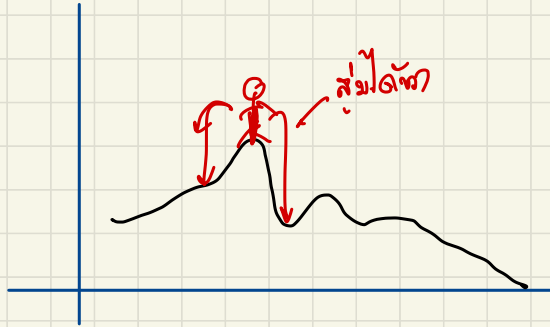
$$\Downarrow$$

$$e^{|\Delta E/T|} \text{ 277}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{1}{e^{|\Delta E/T|}} \sim \text{น้อย}$$

Prob หนึ่ง  
ก็ลดลง



แต่  $\Delta E$  น้อย

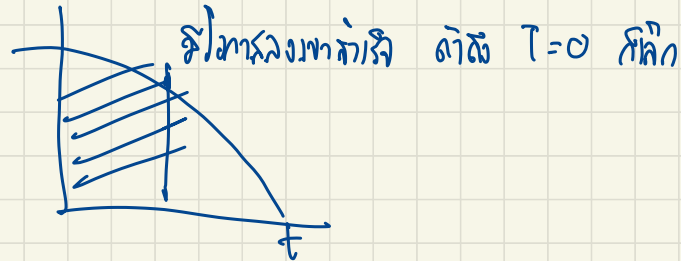
$T$  มาก  
 $e \frac{|\Delta E|}{T}$  น้อย

$\downarrow$

$\frac{1}{e \frac{|\Delta E|}{T}}$  มาก

$\Rightarrow$

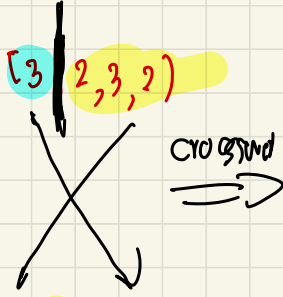
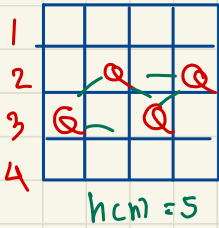
ในบริเวณ  $T$  อุณหภูมิสูง ค่า  $P_{\text{max}}$



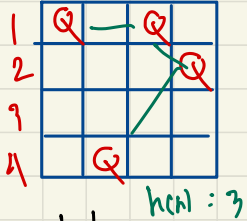
ในขณะนั้น search บริเวณที่ค่า  $P$  สูง

# Genetic Algorithm (GA)

Crossover



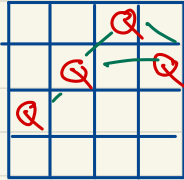
$$[3, 4, 1, 2] \quad h(n) = 4$$



$$[1, 4 | 1, 2]$$

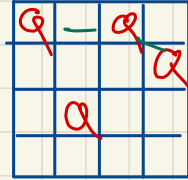
$$[1, 2, 3, 2] \quad h(n) = 5$$

Mutation



$$[3, 2, 1, 2]$$

5



$$[1, 3, 1, 2] = 2$$

$$[1, 4 | 1, 2]$$

$$[1, 3 | 1, 2]$$

Selection

[1, 4, 1, 2]

[1, 3, 1, 2]

อาจได้ลำดับ  
จึงหาอีกมี 17 3