ALGORITMI EURISTICI

SONO ALGORITMI MIRATI A FORNIRE UNA "BUONA" SOLUZIONE, ANCHE SE NON OTTIMA, AD UN PROBLEMA MOLTO COMPLESSO. QUESTO TIPO DI RICERCA SI CHIAMA RICERCA INFORMATA, SFRUTTA LA CONOSCENZA SPECIFICA DEL DOMINIO APPLICATIVO PER FORNIRE SUGGERIMENTI SU DOVE SI POTREBBE TROVARE LA SOLUZIONE.

↳ I SUGGERIMENTI HANNO LA FORMA DI UNA FUNZIONE EURISTICA DENOTATA CON: $h(n)$

↳ = COSTO STIMATO DEL CAMMINO MENO COSTOSO DALLO STATO DEL NODO n AD UNO STATO OBIETTIVO.

↳ ESEMPIO: LINEA D'ARIA

RICERCA BEST-FIRST GREEDY

TIPO DI RICERCA CHE ESPANDE PRIMA IL NODO CON IL VALORE <u>PIÙ BASSO</u> DI $h(n)$, CIOÈ IL PIÙ VICINO ALL'OBIETTIVO.
IN QUESTO CASO LA FUNZIONE DI VALUTAZIONE È:

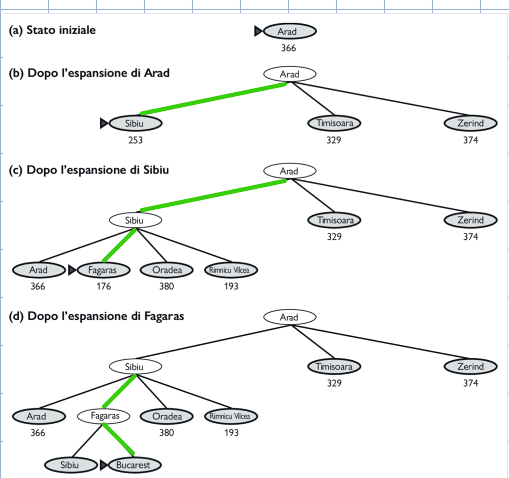
$$f(n) = h(n)$$

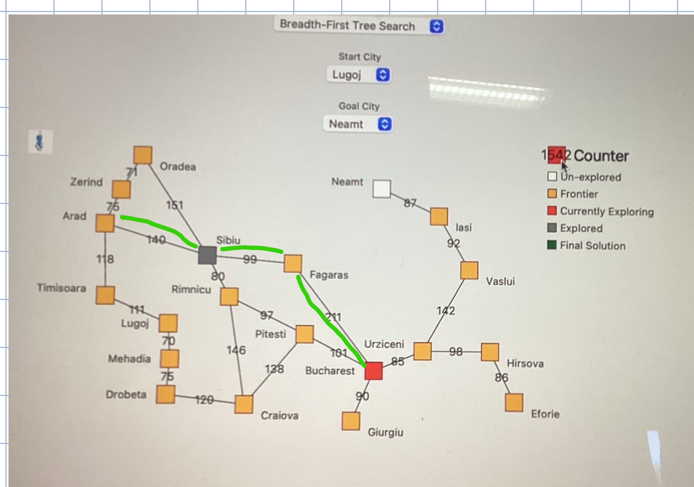
ESEMPIO

PROBLEMA ROMANIA, USIAMO <u>L'EURISTICA DELLA DISTANZA IN LINEA D'ARIA.</u>

Arad	366	Mehadia	241
Bucarest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

→ DISTANZE IN LINEA D'ARIA FINO A <u>BUCHAREST</u>





PRESTAZIONI

QUESTA RICERCA È COMPLETA NEGLI SPAZI DEGLI STATI FINITI, NEL CASO PEGGIORE LA COMPLESSITÀ SIA SPAZIALE CHE TEMPORALE È: $O(|V|)$

↳ CON UNA BUONA FUNZIONE EURISTICA SI PUÒ ARRIVARE A: $O(b \cdot m)$

RICERCA A*

È LA FORMA PIÚ DIFFUSA DI RICERCA INFORMATA, UTILIZZA LA FUNZIONE DI VALUTAZIONE:

$$f(m) = g(m) + h(m)$$

$g(m)$: COSTO DEL CAMMINO DALLA RADICE AL NODO m

$h(m)$: COSTO STIMATO DEL CAMMINO PIÚ BREVE DA m A UNO STATO OBIETTIVO

ABBIAMO QUINDI $f(m)$ CHE È LA STIMA DEL COSTO TOTALE DEL CAMMINO PASSANTE PER m IN GRADO DI RAGGIUNGERE L'OBIETTIVO

$\boxed{\text{ESEMPIO}}$

Arad	366	Mehadia	241
Bucarest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

→ VALORI USATI PER $h(m)$

$g(m) + h(m) = 0 + 366$

$g(m) + h(m) = 140 + 253$

COSTO DALLA RADICE

LINEA D'ARIA

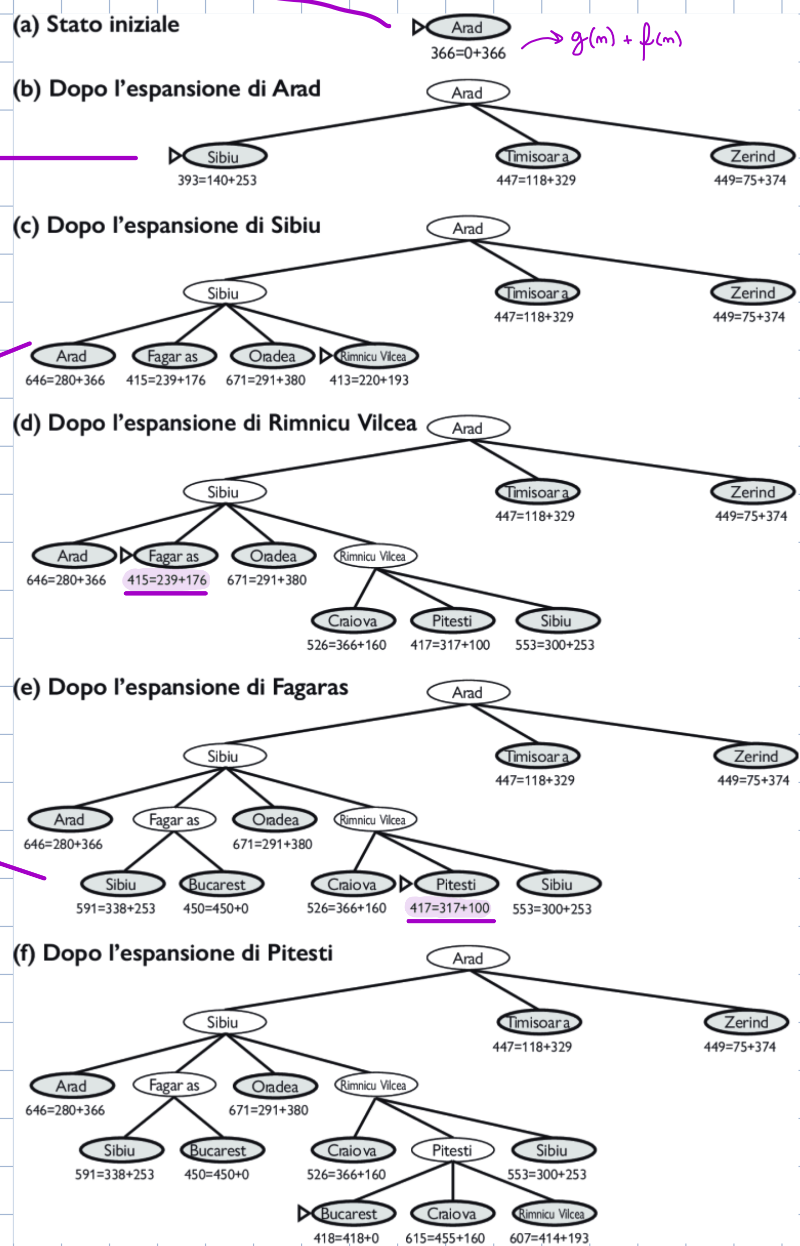
COSTO RADICE-SIBIU

SIBIU-RIMNICU

$g(m) + h(m) = (140 + 80) + 193$

COSTO DALLA RADICE PASSANDO PER SIBIU

LINEA D'ARIA



SI TORNA INDIETRO E SI SCEGLIE FAGARAS XCHÉ HA IL COSTO MINORE (415)

EURISTICA AMMISSIBILE

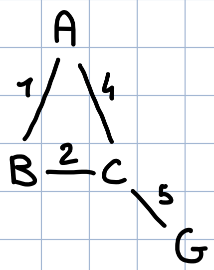
UN'EURISTICA AMMISSIBILE È UNA FUNZIONE $h(m)$ CHE NON SOVRASTIMA MAI IL COSTO REALE PER RAGGIUNGERE L'OBIETTIVO DA UN NODO m.

OVVERO CHE NON VA MAI OLTRE IL VALORE EFFETTIVO

FORMALMENTE ABBIAMO:

$$h(m) \leq h^*(m)$$

COSTO MINIMO EFFETTIVO PER ARRIVARE ALL'OBIETTIVO DAL NODO m



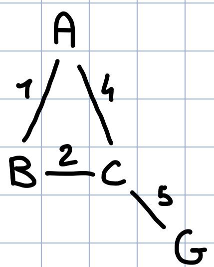
EURISTICA AMMISSIBILE

$h(A) = 6$
$h(B) = 4$
$h(C) = 2$
$h(GOAL) = 0$

COSTO MINIMO EFFETTIVO

ABCG = 8
BCG = 7
C = 5

RISPETTA $h(m) \leq h(m)^*$



EURISTICA <u>NON</u> AMMISSIBILE

$h(A) = 10$
$h(B) = 8$
$h(C) = 6$
$h(GOAL) = 0$

COSTO MINIMO EFFETTIVO

ABCG = 8
BCG = 7
C = 5

PROBLEMA: SE $h(m)$ È SOVRASTIMATA $f(m)$ RISULTERÀ GONFIATA E A^* POTREBBE SCARTARE PERCORSI OTTIMALI

EURISTICA CONSISTENTE / MONOTONA

UN'EURISTICA CONSISTENTE HA LA CARATTERISTICA:

$$h(m) \leq c(m, m') + h(m')$$

COSTO EURISTICO DA m

COSTO SPOSTAMENTO DA m A m'

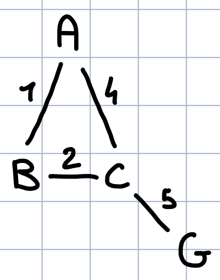
COSTO EURISTICO DA m'

PER OGNI NODO m NEL GRAFO E OGNI SUO SUCCESSORE m', IL COSTO STIMATO $h(m)$ È $\leq$ AL COSTO DI PASSO PER ANDARE DA m A m' SOMMATO AL COSTO STIMATO $h(m')$

LE EURISTICHE MONOTONE GARANTISCONO CHE LA SOLUZIONE MENO COSTOSA VENGA TROVATA PER PRIMA.

SE $h(m)$ È CONSISTENTE I VALORI DI $f(m)$ LUNGO UN CAMMINO SONO NON DECRESCENTI

EURISTICA **NON** AMMISSIBILE



$h(A) = 6$
$h(B) = 4$
$h(C) = 7$
$h(GOAL) = 0$

AD ESEMPIO $h(C) = 7 > h(B) + c(B,C) = 4+2 = 6$

$$\downarrow$$
$$7 > 6$$

CASI PARTICOLARI

SE $h(m) = 0$ E QUINDI $f(m) = g(m)$ $\longrightarrow$ RICERCA UC/DIJKSTRA

SE $g(m) = 0$ E QUINDI $f(m) = h(m)$ $\longrightarrow$ RICERCA GREEDY BEST FIRST

PRESTAZIONI

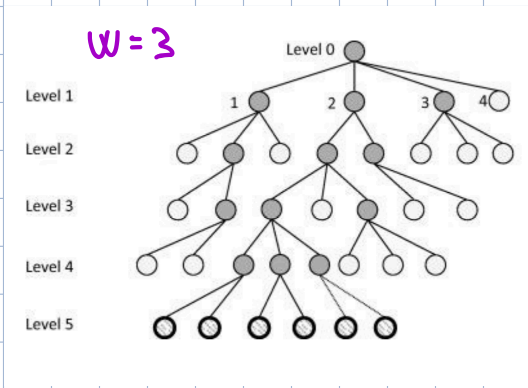
TEMPO = ESPONENZIALE
SPAZIO = MANTIENE TUTTI I NODI IN MEMORIA
OTTIMALITÀ = SI

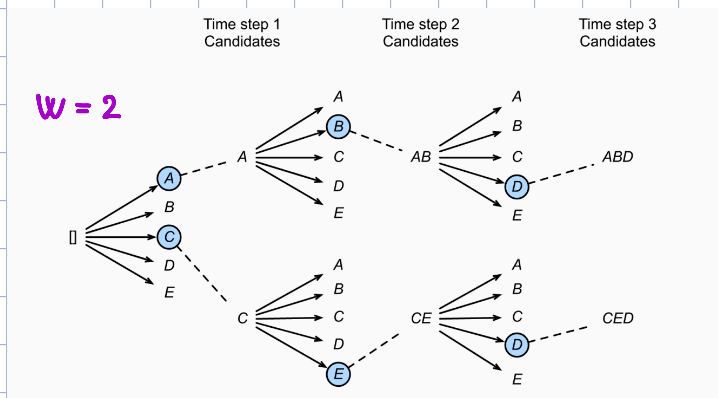
BEAM SEARCH

UTILIZZO DELLA MEMORIA MIGLIORATO

↳ FASCIO (BEAM WIDTH) W = MASSIMO NUMERO DI NODI MANTENUTO AD OGNI LVL

↳ TRA I NODI GENERATI SI SCELGONO W NODI IN BASE AD UNA FUNZIONE DI VALUTAZIONE





LUNGHEZZA MASSIMA OUTPUT = 3

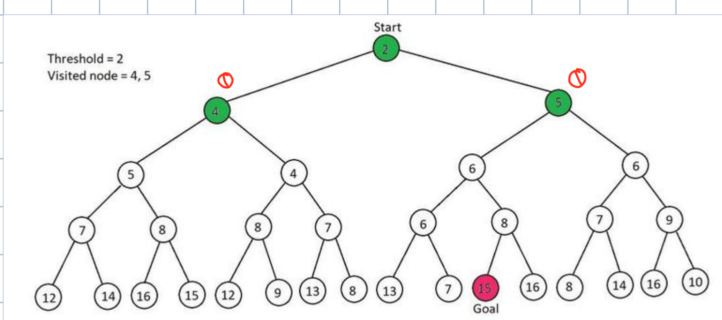
SOLUZIONI CANDIDATE: A, C, AB, CE, ABD, CED

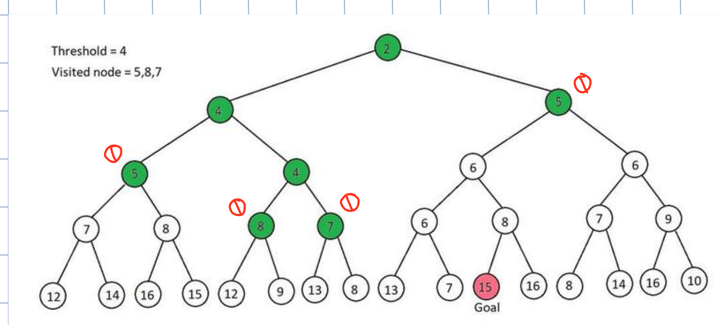
IDA*

UTILIZZA A*, AD OGNI ITERAZIONE RICERCA IN PROFONDITÀ CON UN LIMITE DATO DAL VALORE DELLA FUNZIONE f.

↳ f - LIMIT = VIENE INCREMENTATO FINO A TROVARE IL GOAL.

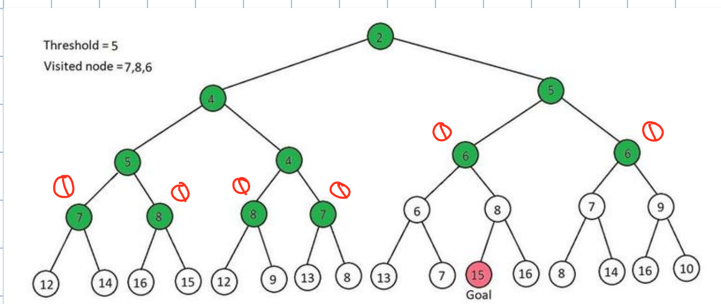
PONIAMO INIZIALMENTE IL LIMITE = A f DELLA RADICE, OGNI VOLTA CHE SIAMO SU UN NODO SE f DI QUEL NODO È ≤ DEL LIMITE ALLORA ESPANDIAMO IL NODO TROVANDO I SUOI FIGLI, ALTRIMENTI NON LO ESPANDIAMO.
PER OGNI FIGLIO ESPANSO FACCIAMO LO STESSO, SE NON POSSIAMO PIÙ ESPANDERE PERCHÉ I COSTI SONO TUTTI > F-LIMIT ALLORA PONIAMO IL LIMITE UGUALE AL MINOR COSTO TRA I FIGLI E RICOMINCIAMO DALLA RADICE.

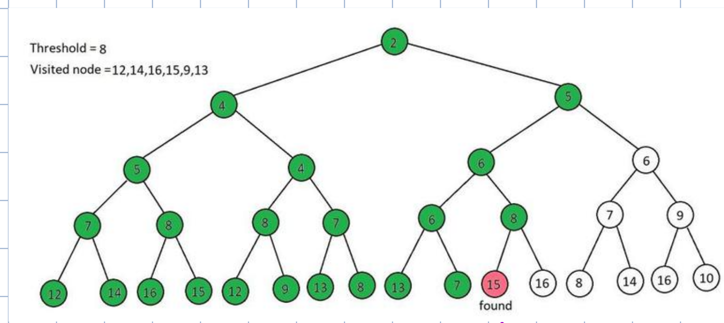




NON POSSO PIÚ ESPANDERE, PONGO TRESHOLD = 4

NON POSSO PIÚ ESPANDERE, PONGO TRESHOLD = 5





ANDANDO AVANTI PORREMO THRESHOLD = 8

GOAL

PRESTAZIONI

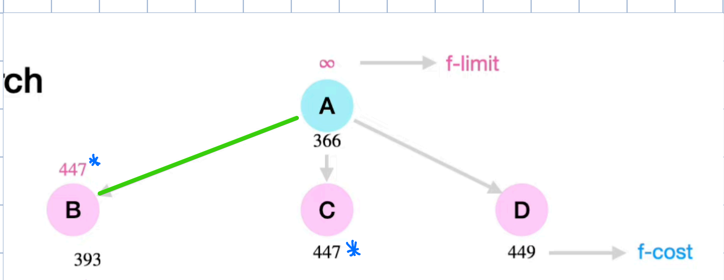
OCCUPAZIONE DI MEMORIA $O(bd)$

BEST FIRST RICORSIVO

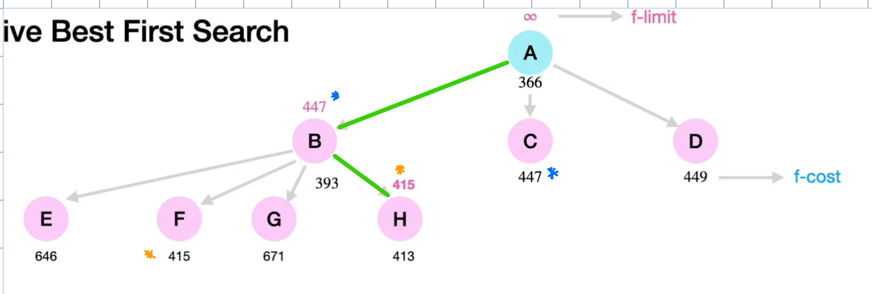
TENTA DI IMITARE BEST FIRST

- VIENE SCELTO IL NODO CON COSTO MINORE
  - VIENE SALVATO IL NODO <u>ALTERNATIVO</u> CON COSTO MINORE (LIMITE)
- PROCEDENDO CON IL NODO SCELTO, SE QUESTO SUPERA IL LIMITE SI TORNA INDIETRO AL NODO ALTERNATIVO.

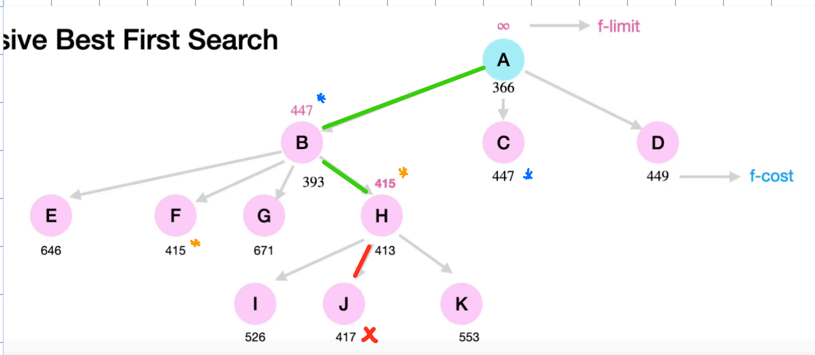
PRIMA DI TORNARE SOSTITUISCE IL VALORE DEL NODO CON QUELLO MINORE TRA LE FOGLIE CHE HANNO SFORATO IL LIMITE, COSÍ DA RI-ESPANDERLO IN CASO CE NE FOSSE BISOGNO.

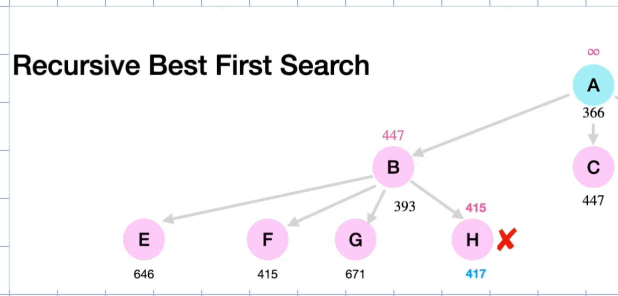


SCELGO IL NODO B CHE HA COSTO MINORE, SALVO C COME MIGLIOR ALTERNATIVA



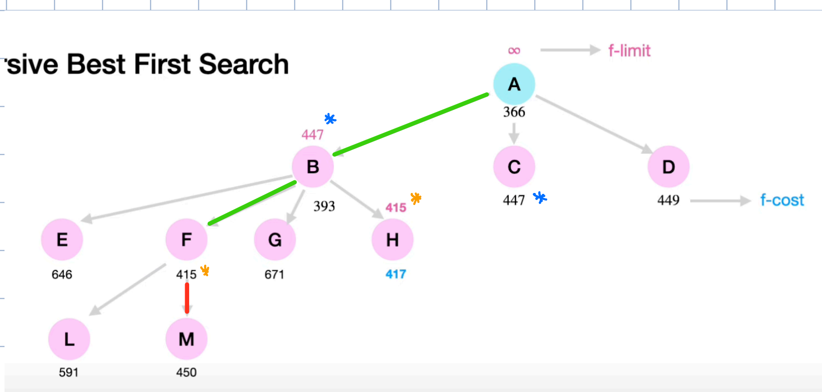
IL LIMITE È 447, SCELGO H,
SALVO LIMITE = 415

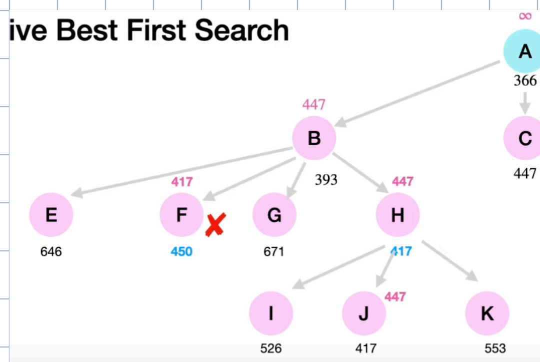




LIMITE SFORATO, COSTO MINIMO 417 > LIMITE 415
TORNO QUINDI AL CAMMINO ALTERNATIVO

TORNANDO AL CAMMINO ALTERNATIVO
ETICHETTO H CON IL NUOVO COSTO
417, PONENDOLO COME NUOVO LIMITE

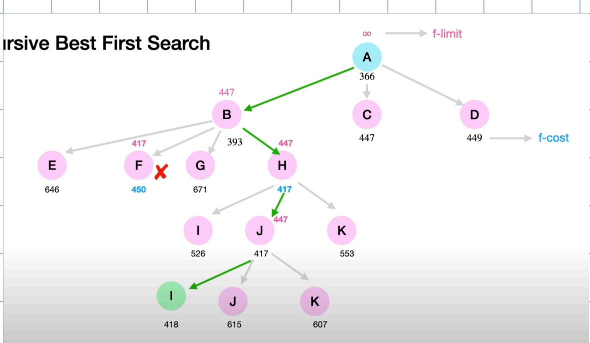




SFORA IL LIMITE, ETICHETTO F = 450
E TORNO ALL'ALTERNATIVO CHE SAREBBE
H CON 417

AGGIORNO ANCHE IL BACKUP DI H
CHE ORA È 447

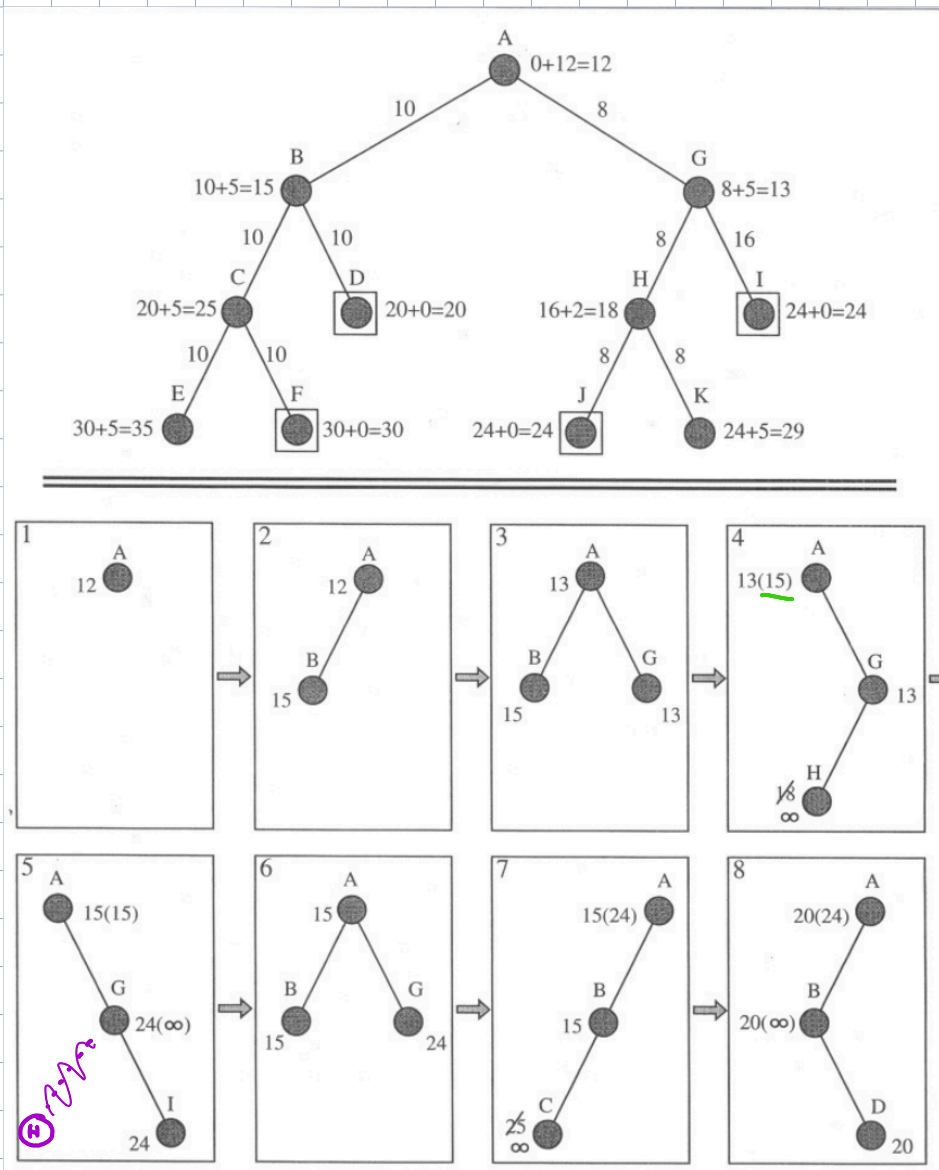
... COSÌ VIA



SMA* (A* CON MEMORIA LIMITATA)

PROCEDE COME A* FINO AD ESAURIMENTO DELLA MEMORIA.

↳ QUANDO FINISCE LA MEMORIA DIMENTICA IL NODO PEGGIORE DOPO AVER SALVATO IL SUO VALORE NEL NODO PADRE (COSÍ DA POTERLO RIUTILIZZARE SE SERVISSE)



MEMORIA MASSIMA = 2

1) ESPANDO A, TROVO B e G
SCELGO G XCHÉ HA COSTO 13
(B e G IN MEMORIA)

4) DEVO ESPANDERE G MA HO MEMORIA PIENA, ELIMINO B E RICORDO IL SUO VALORE 15 NEL NODO A.
ADESSO CHE HO LIBERATO MEMORIA ESPANDO G TROVANDO H, AVENDO H e G IN MEMORIA QUESTA È DI NUOVO PIENA, INOLTRE H NON È UN GOAL QUINDI LO SEGNO A ∞ E LO RICORDO NEL PADRE, OVVERO G.

5) RIMUOVO H DALLA MEMORIA, ESPANDO G E TROVO I, QUESTO È UN GOAL CON COSTO 24, TUTTAVIA AVENDO A CHE RICORDA 15 CHE È < 24 POTREBBE ESSERCI UN'ALTRA VIA

7) RICORDO 24, RIMUOVO G E I LIBERANDO MEMORIA ED ESPANDO NUOVAMENTE A PROSEGUENDO CON B

. . . . .

TROVO D CON COSTO <u>20</u>!!!