

**COMPITO DI FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE L-S e**  
**INTELLIGENZA ARTIFICIALE MODULO A**

**Prof. Paola Mello Tempo 2h e 30**

**11 Luglio 2006**

**Esercizio 1 (punti 5)**

Si definisca un predicato Prolog `memberlist(L1,L2,L3)` che partendo da una lista L1 ed una lista di liste L2 ne restituisca una in uscita composta dai soli elementi della lista L1 che appartengono agli elementi (liste) di L2 in medesima posizione. In altre parole, l'*n*-esimo elemento di L1 va riportato nella lista L3 solo se appartiene anche all'*n*-esimo elemento di L2

Si definiscano tutti i predicati utilizzati, anche se già visti a lezione.

Esempio:

```
?- memberlist([2,5,7,9], [[3,4], [2,5], [7], []], L3).  
Yes L3= [5,7].
```

**Esercizio 2 (punti 7)**

Si consideri il seguente programma Prolog:

```
permutation([], []).  
permutation([X|Xs], [Z|Zs]) :- sel(Z, [X|Xs], Ys), permutation(Ys, Zs).  
sel(X, [X|Xs], Xs).  
sel(Y, [X|Xs], [X|Ys]) :- sel(Y, Xs, Ys).
```

Si mostri l'albero SLDNF relativo al goal:

```
?- not(permutation([1,X], [2,X,3])).
```

**Esercizio 3 (punti 7)**

Si formalizzino le seguenti frasi in logica dei predicati:

- Tutti i rettori d'università sono di area umanistica o medica o scientifica
- Esiste almeno un rettore di università
- Non vi è alcun rettore d'università che sia di area umanistica o di area medica

Le si trasformi in clausole e poi si usi poi il principio di risoluzione per derivare il teorema "vi è un rettore d'università che è di area scientifica".

**Esercizio 4 (punti 8)**

Un robot per l'esplorazione spaziale è atterrato su Marte: il suo compito è partire dalla base di atterraggio, collezionare 3 rocce (diverse tra loro e poste in 3 siti diversi, lontani dalla base) in un qualunque ordine e tornare alla base.

Il modulo di navigazione ha a disposizione 4 mosse per andare direttamente da un punto qualunque ad un altro di interesse. (**go-to-base**, **go-to-rock-1**, **go-to-rock-2**, **go-to-rock-3**). E' noto inoltre il tempo che richiede ogni spostamento da un punto all'altro. Oltre a determinare il percorso per raccogliere le rocce, il modulo di navigazione deve anche determinare il percorso che richieda il tempo minore a percorrerlo.

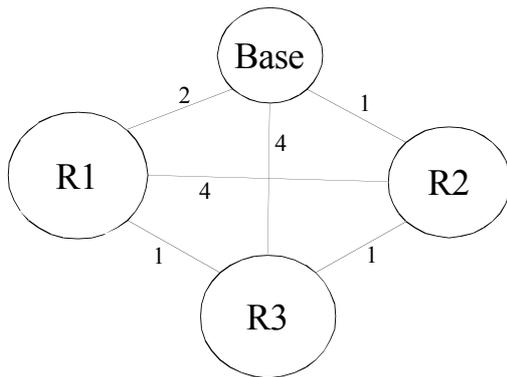
Si formuli il problema come un problema di ricerca in uno spazio degli stati, specificando lo spazio degli stati, lo stato iniziale, e lo stato di successo (stato goal). A tal fine si consideri la seguente rappresentazione dello stato:

Stato: (Posizione-corrente, Roccia1, Roccia2, Roccia3). Quali sono i domini delle variabili?

Si utilizzi poi la strategia di ricerca A\* e si spieghi perchè è la più appropriata al fine di raccogliere le rocce nel minor tempo possibile.

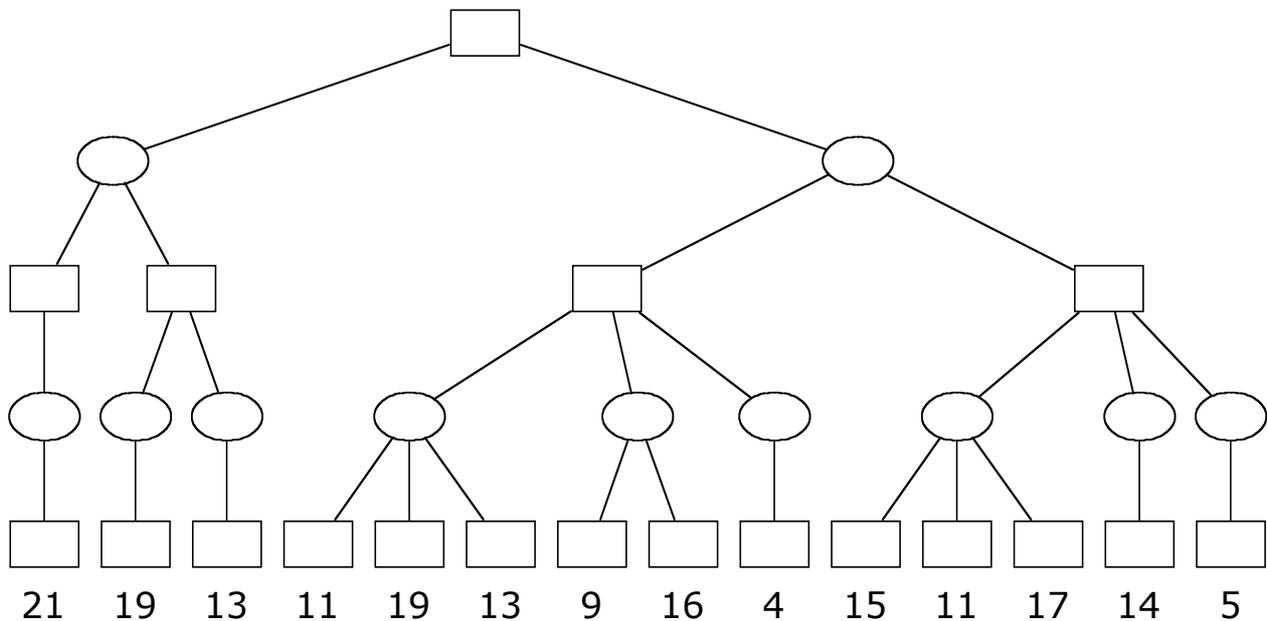
Si consideri la seguente euristica: si considerino ognuna delle rocce ancora mancanti, e si calcoli per ognuna di queste il tempo per andare nel sito apposito e poi tornare alla base direttamente. Il valore euristico di uno stato è dato dal minimo tra questi valori; se tutte le rocce sono già state raccolte, si consideri il solo costo per tornare alla base. Tale euristica è ammissibile?

Si disegni l'albero di ricerca ottenuto dinamicamente applicando l'algoritmo A\*, usando l'euristica fornita e ipotizzando che i tempi di percorrenza siano i seguenti:



**Esercizio 5 (punti 5)**

Si consideri il seguente albero di gioco, dove i punteggi sono tutti dal punto di vista del primo giocatore (Max):



Si mostri come l'albero viene esplorato dagli algoritmi min-max e alfa-beta. Si mostri la soluzione ottenuta nei due casi e i rami che vengono tagliati.

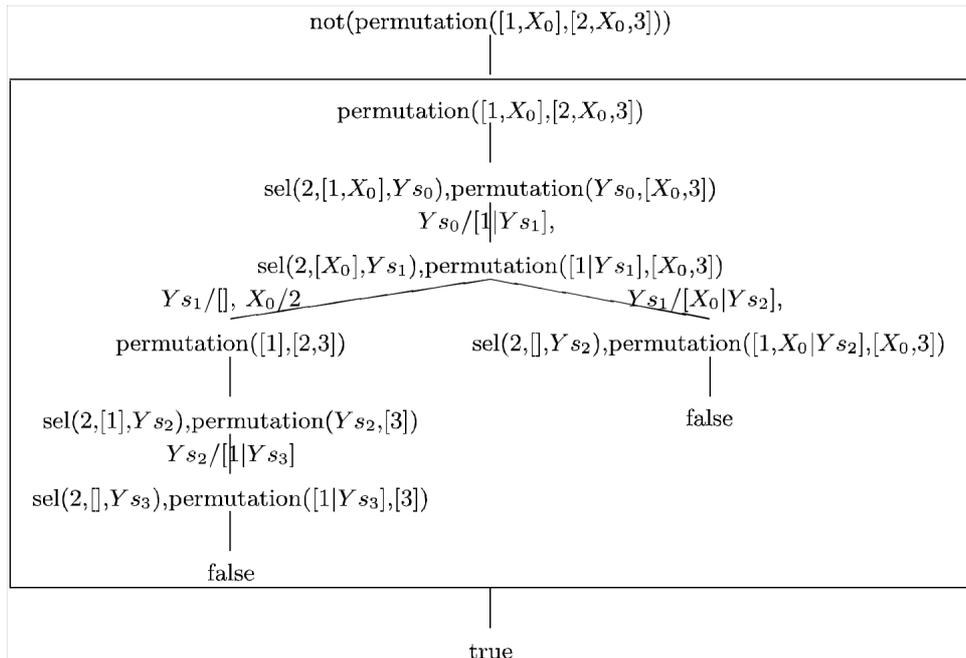
## SOLUZIONE

### Esercizio 1

```
memberlist([], _, []).
memberlist([A|B], [C|L2], [A|L3]) :- member(A,C),!,memberlist(B,L2,L3).
memberlist([_|B], [_|L2], L3) :- memberlist(B,L2,L3).
```

```
member(X, [X|_]).
member(X, [_|_]) :- member(X, _).
```

### Esercizio 2



### Esercizio 3

#### Traduzione in logica

- Tutti i rettori d'università sono di area umanistica o medica o scientifica  
 $\forall X(\text{rettore}(X) \Rightarrow \text{umanista}(X) \vee \text{medico}(X) \vee \text{scientifico}(X))$
- Esiste almeno un rettore di università  
 $\exists X \text{rettore}(X)$
- Non vi è alcun rettore d'università che sia di area umanistica o di area medica  
 $\neg(\exists X(\text{rettore}(X) \wedge (\text{umanista}(X) \vee \text{medico}(X))))$
- Goal: vi è un rettore d'università che è di area scientifica  
 $\exists X(\text{rettore}(X) \wedge \text{scientifico}(X))$   
 Goal negato:  $\neg(\exists X(\text{rettore}(X) \wedge \text{scientifico}(X)))$

#### Trasformazione in clausole

- $\neg \text{rettore}(X) \vee \text{umanista}(X) \vee \text{medico}(X) \vee \text{scientifico}(X)$
- $\neg \text{rettore}(X) \vee \neg \text{umanista}(X)$
- $\neg \text{rettore}(X) \vee \neg \text{medico}(X)$
- $\text{rettore}(c1)$
- $\neg \text{rettore}(X) \vee \neg \text{scientifico}(X)$

## Risoluzione

1.  $\neg \text{rettore}(A) \vee \text{umanista}(A) \vee \text{medico}(A) \vee \text{scientifico}(A)$
2.  $\neg \text{rettore}(A) \vee \neg \text{umanista}(A)$
3.  $\neg \text{rettore}(A) \vee \neg \text{medico}(A)$
4.  $\neg \text{rettore}(A) \vee \neg \text{scientifico}(A)$
5.  $\text{rettore}(c1)$
6. (da 1, 5)  $\text{umanista}(c1) \vee \text{medico}(c1) \vee \text{scientifico}(c1)$
7. (da 2, 5, 6)  $\text{medico}(c1) \vee \text{scientifico}(c1)$
8. (da 4, 5, 7)  $\text{medico}(c1)$
9. (da 3, 4, 8)  $\square$

## Esercizio 4

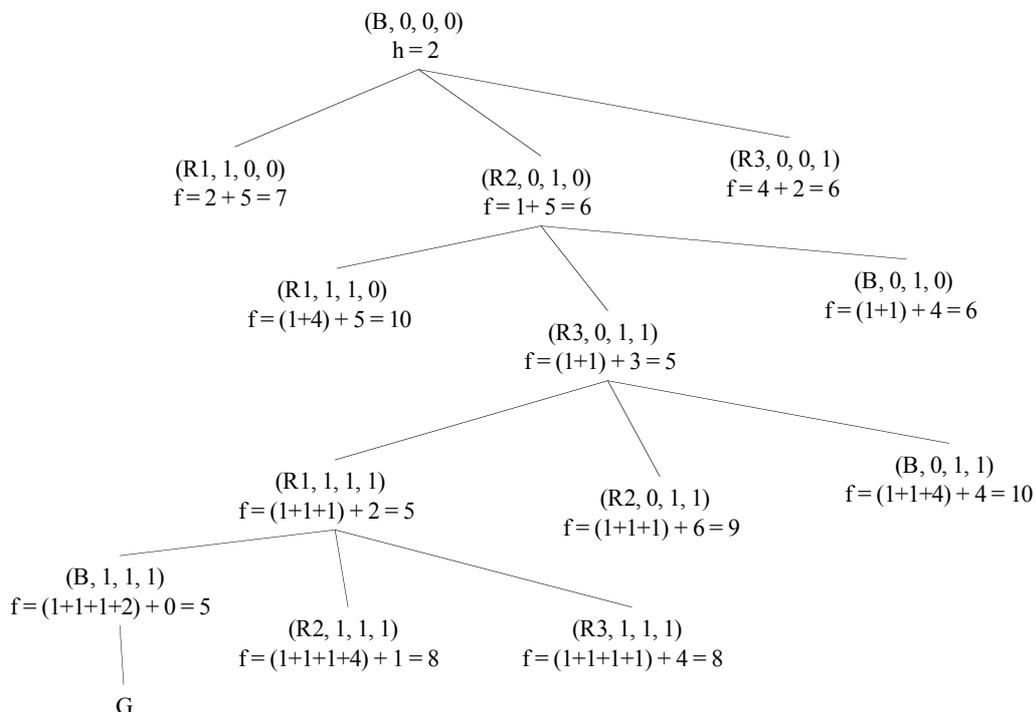
### Soluzione

Stato: (Posizione-corrente, Roccia1, Roccia2, Roccia3), con:

- Posizione-corrente :: [B, R1, R2, R3]
- Roccia1, Roccia2, Roccia3 :: [1 (roccia prelevata) | 0 (roccia da prelevare)]

Stato iniziale: (B, 0, 0, 0)

Stato finale: (B, 1, 1, 1)

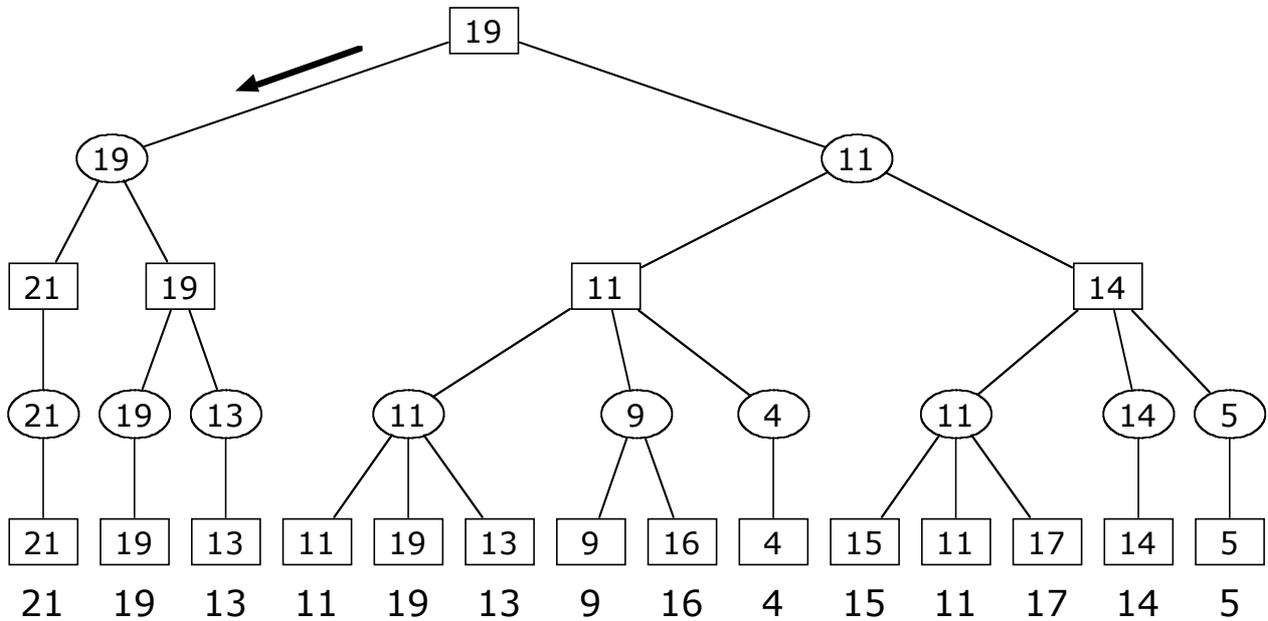


L'euristica non è ammissibile, per via del fatto che si deve tornare alla base direttamente. Ad esempio, supponiamo di essere nello stato (R3, 1, 1, 1): in tal caso l'euristica suggerisce di tornare alla base direttamente (costo del percorso 4); però, esiste una soluzione da tale stato (passando per R2) che ha costo minore; ciò significa che l'euristica è pessimista. Ciò è dovuto al fatto che le

distanze tra i nodi non rispettano la disuguaglianza triangolare, e quindi non è detto che il cammino diretto sia anche quello ottimo. Qualora invece si fossero potuti considerare i percorsi minimi per tornare alla base, allora l'euristica sarebbe stata ammissibile.

**Esercizio 5**

min-max:



alfa-beta:

