

COMPITO DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

9 Luglio 2001 Aula 7 h. 10.30 (3 ore)

Prof. Evelina Lamma

Esercizio 1 (punti 7)

Si trasformino in logica dei predicati e poi in forma a clausole le seguenti frasi in linguaggio comune:

1. Tutti i blocchi nella stanza di Giovanni sono più piccoli dei blocchi nella stanza di Maria
2. A è un blocco rosso
3. B è un blocco verde
4. Il blocco A è o nella stanza di Maria o nella stanza di Giovanni
5. Il blocco B è nella stanza di Giovanni
6. Il blocco B non è più piccolo del blocco A

Si mostri poi come la risoluzione, tramite una strategia linear-input, permetta di rispondere alla seguente domanda:

Q. Esiste una stanza in cui si trova un blocco rosso?

Esercizio 2 (punti 9)

Si consideri il seguente problema a vincoli. Ci sono 4 squadre di calcio A, B, C, D che devono affrontarsi in 6 giornate. Ogni coppia di squadre si affronta esattamente 2 volte in queste sei giornate (in andata e ritorno). Ogni squadra può giocare una sola partita in una giornata e se la coppia Squadra1, Squadra2 gioca una giornata in andata, non può giocare nella giornata successiva la partita di ritorno. Infine, le squadre A e C giocano nello stesso stadio, quindi non possono giocare nella stessa giornata in casa.

Si modelli il problema come problema a vincoli e si esplori l'albero di ricerca fino al primo fallimento utilizzando la strategia forward checking.

Esercizio 3 (punti 6)

Dato il seguente programma Prolog che cancella gli elementi ripetuti in testa a una lista ordinata:

```
delete_ord(_, [], []) :- !.
delete_ord(H, [X|T], [X|T]) :- H/=X, !.
delete_ord(H, [H|T], T) :- not member(H, T), !.
delete_ord(H, [_|T], T1) :- delete_ord(H, T, T1).
```

Si rappresenti l'albero di derivazione SLDNF relativo al goal:

```
?- delete_ord(1, [1,1,2], L).
```

senza espandere le chiamate al predicato member/2 che si suppone di sistema.

Esercizio 4 (punti 9)

Si scriva un metainterprete che agisce su un programma formato da clausole: $\langle \text{Head} \rangle :- \langle \text{Body} \rangle$.
dove: $\langle \text{Head} \rangle$ può essere o un normale atomo Prolog $p(t_1, \dots, t_n)$ dove t_1, \dots, t_n sono gli argomenti, oppure un atomo della forma: $p(t_1, \dots, t_n, \text{pre})$ dove t_1, \dots, t_n sono gli argomenti, mentre pre è una precondizione, ossia un goal che deve essere soddisfatto (dimostrato) affinché la clausola possa essere utilizzata nella dimostrazione di un goal $p(X_1, \dots, X_n)$. $\langle \text{Body} \rangle$ è una usuale congiunzione di goal. Si noti quindi che i goal possono avere un parametro in meno rispetto alla testa delle clausole che possono essere usate per la loro risoluzione.

Il metainterprete durante la risoluzione di un goal $p(X_1, \dots, X_n)$ deve controllare se esiste nel programma una definizione per p (ossia una clausola con stesso simbolo predicativo e stessa arità). In questo caso procede con la normale risoluzione. In caso contrario, se esiste una clausola con stesso simbolo predicativo e arità uguale a quella del goal più 1, si procede all'unificazione e alla dimostrazione della precondizione. Se la precondizione ha successo si può utilizzare la clausola nella risoluzione.

Esempio: dato il goal $-p(3, K)$ e il programma

```
p(X, Y, g(X)) :- r(Y).  
r(2).  
r(3).  
g(K, r(K)).
```

Per $p/2$ non esiste una definizione, quindi si controlla se esiste una definizione per $p/3$. Tale definizione c'è e quindi si procede alla risoluzione se la sua precondizione, che risulta $g(3)$, può essere dimostrata. Per $g/1$ non c'è una definizione, ma c'è per $g/2$. Quindi si procede alla risoluzione se la sua precondizione, $r(3)$, può essere dimostrata. Per $r/1$ c'è una definizione quindi si procede alla normale risoluzione che termina con successo. Quindi viene dimostrata la precondizione di p e quindi si passa alla risoluzione del body $r(Y)$. Per $r/1$ c'è una definizione quindi si procede alla normale risoluzione che termina con successo e ha due soluzioni con $K/2$ oppure $K/3$

Soluzione

ESERCIZIO 1

Traduzione:

1. $\forall X, \forall Y$ blocco(X) and blocco(Y) and istanza(giovanni,X) and istanza (maria,Y) \rightarrow piupiccolo(X,Y).
2. Blocco(a) and rosso(a)
3. Blocco(b) and verde(b)
4. inStanza(giovanni,a) or-ex istanza(maria,a).
5. in Stanza(giovanni,b).
6. Not piupiccolo(b,a).

Query: Esiste X,Y stanza (X,Y) and blocco(Y) and rosso(Y)

Clausole

7. Not blocco(X) or not blocco(Y) or not istanza(giovanni,X) or not istanza (maria,Y) or piupiccolo(X,Y).
8. Blocco(a)
9. rosso(a)
10. Blocco(b)
11. verde(b)
12. not inStanza(giovanni,a) or not istanza(maria,a)
13. inStanza(giovanni,a) or istanza(maria,a)
14. inStanza(giovanni,b).
15. Not piupiccolo(b,a).
16. Not istanza (X,Y) or not blocco(Y) or not rosso(Y)

Risoluzione:

16 con 8

Not istanza (X,a) or or not rosso(a)

Con 9

Not istanza (X,a)

Con 13

Istanza(maria,a) \rightarrow nota legame X/giovanni

Con 7

Not blocco(X) or not blocco(a) or not istanza(giovanni,X) or piupiccolo(X,a).

Con 15

Not blocco(b) or not blocco(a) or not istanza(giovanni,b)

Con 10

not blocco(a) or not istanza(giovanni,b)

con 8

not istanza(giovanni,b)

con 14 Contraddizione.

Esercizio 2

Variabili: partite X_{ij} è la j -esima partita nella giornata i .

Domini: coppie di squadre

$X_{11}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{12}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{21}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{22}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{31}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{32}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{41}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{42}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{51}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{52}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{61}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{62}:: [(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$

Vincoli

Ogni coppia di squadre si affronta esattamente una volta:

$\text{alldifferent}([X_{11}, X_{12}, \dots, X_{62}])$

Ogni squadra gioca una sola partita in ogni giornata:

$X_{ij} = (Sq1, Sq2) \text{ and } X_{ik} = (Sq3, Sq4) \ j \neq k \Rightarrow \text{alldifferent}([Sq1, Sq2, Sq3, Sq4])$

Se una coppia gioca una partita di andata, non può giocare quella di ritorno la giornata successiva:

$X_{ij} = (Sq1, Sq2) \text{ and } X_{hk} = (Sq3, Sq4) \ h=i \pm 1 \Rightarrow Sq1 \neq Sq4 \text{ OR } Sq2 \neq Sq3$

A e C non possono giocare contemporaneamente in casa:

$X_{ij} = (Sq1, Sq2) \text{ and } X_{ik} = (Sq3, Sq4) \ h=i \pm 1 \Rightarrow Sq1 \neq A \text{ OR } Sq3 \neq C$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12}:: [(D, C)]$
 $X_{21}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{22}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{31}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{32}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{41}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{42}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{51}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{52}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{61}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$
 $X_{62}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B), (D, C)]$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{22}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{31}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{32}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{41}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{42}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{51}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62}:: [(A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21} = (A, C)$
 $X_{22} :: [(B, D), (D, B)]$
 $X_{31} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{32} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{41} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{42} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{51} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62} :: [(A, D), (B, C), (B, D), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21} = (A, C)$
 $X_{22} = (B, D)$
 $X_{31} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B)]$
 $X_{32} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B)]$
 $X_{41} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{42} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{51} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62} :: [(A, D), (B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

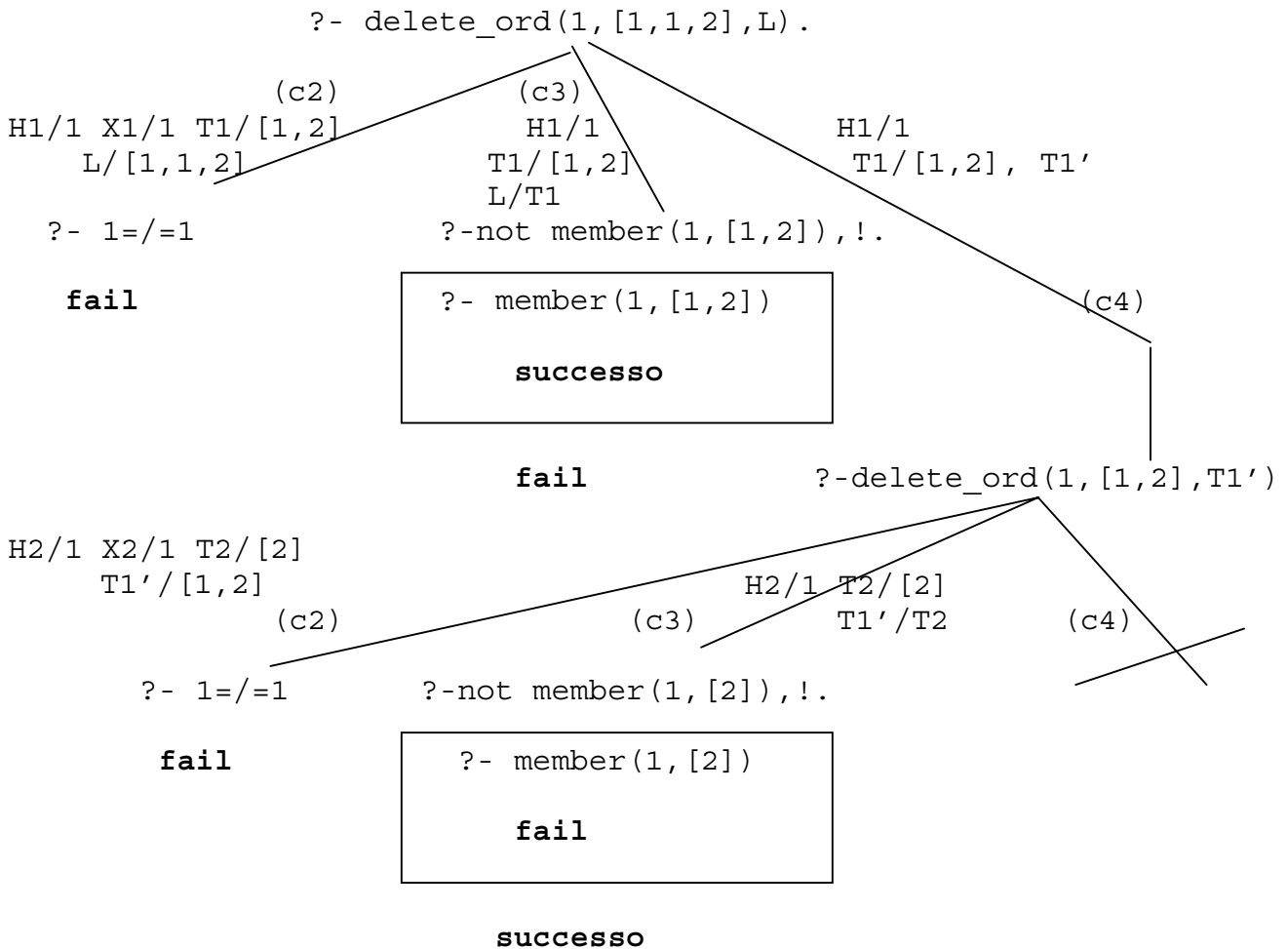
$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21} = (A, C)$
 $X_{22} = (B, D)$
 $X_{31} = (A, D)$
 $X_{32} :: [(B, C)]$
 $X_{41} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{42} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{51} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62} :: [(B, C), (B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21} = (A, C)$
 $X_{22} = (B, D)$
 $X_{31} = (A, D)$
 $X_{32} = (B, C)$
 $X_{41} :: [(B, A), (C, A), (D, B)]$
 $X_{42} :: [(B, A), (C, A), (D, B)]$
 $X_{51} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

$X_{11} = (A, B)$
 $X_{12} = (D, C)$
 $X_{21} = (A, C)$
 $X_{22} = (B, D)$
 $X_{31} = (A, D)$
 $X_{32} = (B, C)$
 $X_{41} = (B, A)$
 $X_{42} :: []$
 $X_{51} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{52} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{61} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$
 $X_{62} :: [(B, A), (C, A), (D, A), (C, B), (D, B)]$

Fallimento - Backtracking. Alternativa per x_{41}

Soluzione:



La risposta calcolata è:

L= [2]

Esercizio 4

```

solve(true) .
solve((A,B)):- solve(A), solve(B) .
solve(Goal):- functor(Goal,P,A),
               functor(Temp,P,A),
               clause(Temp,Body), !,
               Temp=Goal,
               solve(Body) .
  
```

```

solve(Goal):- functor(Goal,P,A),
               A1 is A+1,
               functor(Temp,P,A1),
  
```

```
clause(Temp,Body),
Goal=..[G|Arg],
append(Arg, [Pre], Argnew),
Goalnew =..[G|Argnew],
clause(Goalnew,Body),
solve(Pre),
solve(Body).
```