

# Esercitazione/ approfondimento Prolog e Sistemi Esperti

---

- Presi da: I. Bratko: Programmare in Prolog per Intelligenza Artificiale, Masson ed Addison-Wesley, 1988.
- **Base di conoscenza per identificare gli animali (problema di classificazione)**
  - :- op(100,xfx,[has,gives,'does not',eats,lays,isa]).
  - :- op(100,xf,[swims,flies]).
  - :- op(900,xfx,:).
  - :- op(800,xfx,was).
  - :- op(870,fx,if).
  - :- op(880,xfx,then).
  - :- op(550,xfy,or).
  - :- op(540,xfy,and).
  - :- op(300,fx,'derived by').
  - :- op(600,xfx,from).
  - :- op(600,xfx,by).

# ALTRI ESEMPI

---

rule1: if

Animal has hair or  
Animal gives milk then  
Animal isa mammal.

rule2: if

Animal has feathers or  
Animal flies and  
Animal lays eggs then  
Animal isa bird.

rule3: if

Animal isa mammal and  
(Animal eats meat or  
Animal has pointed teeth and  
Animal has claws and  
Animal has 'forward pointing 'eyes') then  
Animal isa carnivore.

# ALTRI ESEMPI

---

```
rule4:  if
        Animal isa carnivore          and
        Animal has 'tawny colour'     and
        Animal has 'dark spots'       then
        Animal isa cheetach.
```

```
rule5:  if
        Animal isa carnivore          and
        Animal has 'tawny colour'     and
        Animal has 'black stripes'    then
        Animal isa tiger.
```

```
rule6:  if
        Animal isa bird               and
        Animal 'does not' fly         and
        Animal swims                  then
        Animal isa penguin.
```

# ALTRI ESEMPI

---

```
rule7: if
    Animal isa bird                and
    Animal isa 'good flyer'        then
    Animal isa albatross.

fact: X isa animal:-
member(X,[cheetah,tiger,penguin,albatross]).
askable(_ gives_, 'Animal' gives 'What').
askable(_ flies, 'Animal' flies).
askable(_ lays eggs, 'Animal' lays eggs).
askable(_ eats_, 'Animal' eats 'What').
askable(_ has_, 'Animal' has 'Something').
askable(_ 'does not'_, 'Animal' 'does not' 'Do something').
askable(_ swims, 'Animal' swims).
askable(_ isa 'good flier', 'Animal' isa 'good flier').
```

Nota: sono tutti fatti Prolog dal punto di vista sintattico.

# UN SECONDO ESEMPIO

---

Base di conoscenza per individuare guasti in una rete elettrica (diagnosi).

```
broken_rule: if
    on(Device)                and
    device(Device)            and
    not working(Device)       and
    connected(Device,Fuse)    and
proved (intact(Fuse))
then
proved(broken(Device)) .
fuse_ok_rule: if
    connected(Device,Fuse)    and
    working(Device)
then
proved(intact(Fuse)) .
```

## UN SECONDO ESEMPIO

---

```
fused_rule:
if connected(Device1, Fuse)           and
   on(Device1)                         and
   device(Device1)                     and
   not working(Device1)                and
   samefuse(Device2, Device1)         and
   on(Device2)                         and
   not working(Device2)
then
proved(failed(Fuse)) .
```

*se due differenti dispositivi sono connessi ad un fusibile e sono entrambi on ma non in funzione allora il fusibile è rotto (si assume che non possano essere rotti entrambi i dispositivi).*

# UN SECONDO ESEMPIO

---

```
same_fuse_rule: if
    connected(Device1,Fuse) and
    connected(Device2,Fuse) and
    different(Device1,Device2)
then
somefuse(Device1,Device2) .
fact: different(X,Y) :- not (X=Y) .
fact: device(heater) .
fact: device(light1) .
fact: device(light2) .
fact: device(light3) .
fact: device(light4) .
fact: connected(light1,fuse1) .
fact: connected(light2,fuse1) .
fact: connected(heater,fuse1) .
```

## UN SECONDO ESEMPIO

---

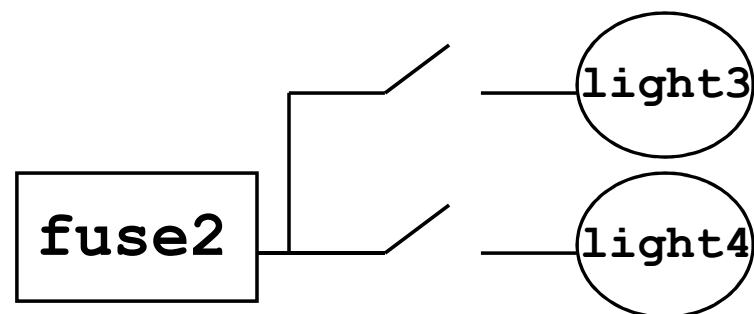
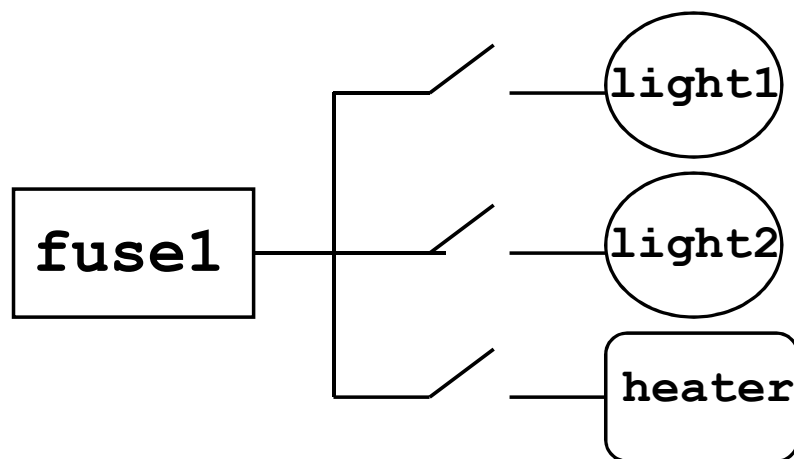
```
fact: connected(light3,fuse2).
```

```
fact: connected(light4,fuse2).
```

```
askable(on(D), on('Device')).
```

```
askable(working(D), working('Device')).
```

- *Nota: sono tutti fatti Prolog.*





# USO DEL PROLOG

---

- Per utilizzare direttamente Prolog andrebbero traslati come regole del tipo:

```
Animal isa mammal:-
```

```
    Animal has hair;
```

```
    Animal gives milk.
```

```
Animal isa carnivore:-
```

```
    Animal isa mammal,
```

```
    Animal eats meat.
```

- Adesso aggiungiamo dei fatti sul particolare problema:

```
peter has hair.
```

```
peter is lazy.
```

```
peter is big.
```

# USO DEL PROLOG

---

```
peter has 'tawny colour'.  
peter has 'black stripes'.  
peter eats meat.
```

- e poi interroghiamo:  
?- peter isa tiger.  
yes  
? peter isa cheetah.  
no.
- Non ci va bene per due motivi:
  - 1) I fatti devono essere introdotti tutti all'inizio;
  - 2) Manca una spiegazione (il tracing di Prolog è troppo povero).  
==> approccio meta-interpretato

# MOTORE DI INFERENZA IN PROLOG

---

- Per dare una risposta Answ a una domanda Q (simile alla ricerca in grafi AND/OR):

Se  $Q$  è un fatto allora Answ è:  $Q$  is true;

Se c'è una regola del tipo:

if Condition then  $Q$  allora esplora Condition per generare la risposta Answ;

Se  $Q$  è askable allora chiedi all'utente per avere una risposta per  $Q$ ;

Se  $Q$  è della forma  $Q1$  and  $Q2$  allora esplora  $Q1$ . Se  $Q1$  è falso allora Answ è “ $Q$  e falso”, altrimenti esplora  $Q2$  e poi combina le risposte di  $Q1$  e  $Q2$  in Answ;

Se  $Q$  è della forma  $Q1$  or  $Q2$  allora esplora  $Q1$ . Se  $Q1$  è vero allora Answ è “ $Q$  è vero”, o alternativamente esplora  $Q2$  e poi combina le risposte di  $Q1$  e  $Q2$  in Answ.

# MOTORE DI INFERENZA IN PROLOG

---

- Le domande del tipo not  $Q$  sono più problematiche e le tratteremo nel seguito.

**Interfaccia con l'utente: why e how.**

- La domanda **why** può essere generata dall'utente quando il sistema chiede all'utente qualche informazione e l'utente vuole sapere perchè gli viene chiesta tale informazione.

`Is a true?`

`why?`

- Because:

`I can use a to investigate b by rule Ra, and`

`I can use b to investigate c by rule Rb, and .....`

`I can use y to investigate z by rule Ry, and`

`z was your original question.`

- Catena di regole e (sotto)goals che connettono l'informazione richiesta con il goal originale (traccia). Why è ottenuto muovendosi in su nello spazio di ricerca dal corrente (sotto)goal al top goal.

# MOTORE DI INFERENZA IN PROLOG

---

- Dunque la traccia (catena dei goals e regole fra il goal corrente e il top goal) deve essere mantenuta esplicitamente durante il processo di ragionamento.
- Inoltre, quando l'utente ottiene una risposta può avere interesse a sapere come questa risposta è stata ottenuta.
- How fa vedere i goal e sottogoal che dimostrano la conclusione, cioè, in pratica, l'albero AND/OR di soluzione.
- Esempio:  

```
peter isa carnivore  
was derived by rule3 from  
peter isa mammal  
was derived by rule1 from  
peter has hair  
was told  
and  
peter eats meat  
was told
```

# IMPLEMENTAZIONE

---

- Procedure principali:

**explore (Goal, Trace, Answer)**

che trova una risposta **Answer** a un goal **Goal** con la traccia **Trace**.

**useranswer (Goal, Trace, Answer)**

che genera la soluzione per un “askable” **Goal** chiedendola all'utente e risponde anche a domande di tipo 'why'.

**present (Answer)**

mostra i risultati e risponde a domande di tipo 'how'.

**explore (Goal, Trace, Answer)**

“trova una risposta **Answer** a un dato goal **Goal**. Cerca una soluzione positiva. **Answer** falso solo quando sono state tentate con insuccesso tutte le possibilità. Nota: si suppone che ci sia solo una regola applicabile per ogni tipo di goal; **Goal** negativi devono sempre essere istanziati”

# IMPLEMENTAZIONE

---

```
:- op(900,xfx, :).  
:- op(800,xfx,was).  
:- op(870,fx,if).  
:- op(880,xfx,then).  
:- op(550,xfy,or).  
:- op(540,xfy,and).  
:- op(300,fx,'derived by').  
:- op(600,xfx,from).  
:- op(600,xfx,by).  
explore(Goal,Trace,Goal is true was 'found  
as a fact'):- fact : Goal.
```

# IMPLEMENTAZIONE

---

```
explore(Goal,Trace,Goal is true was 'found as a fact'):-  
    fact : Goal.  
explore(Goal,Trace,Goal is TruthValue was 'derived by' Rule from  
    Answer):-  
    Rule : if Condition then Goal,  
    explore(Condition,[Goal by Rule|Trace],Answer),  
    truth(Answer, TruthValue).  
explore(not Goal, trace, Answer) :- !,  
    explore(Goal,Trace,Answer1),  
    invert(Answer1,Answer).  
explore(Goal1 and Goal2, Trace, Answer):-!,  
    explore(Goal1, Trace,Answer1),  
    continue(Answer1, Goal1 and Goal2, Trace, Answer).
```



# IMPLEMENTAZIONE

---

```
explore(Goal1 and Goal2, Trace, Answer):-!,
    explore(Goal1, Trace,Answer1),
    continue(Answer1, Goal1 and Goal2, Trace, Answer) .
explore(Goal1 or Goal2, Trace, Answer):-
    exploreyes(Goal1, Trace,Answer);
    exploreyes(Goal2, Trace,Answer) .
explore(Goal1 or Goal2, Trace, Answer1 and Answer2):-!,
    not exploreyes(Goal1, Trace,_);
    not exploreyes(Goal2, Trace,_),
    explore(Goal1, Trace,Answer1);
    explore(Goal2, Trace,Answer2) .
explore(Goal,Trace,Goal is Answer was told):-
    useranswer(Goal,Trace,answer) .
```

# IMPLEMENTAZIONE

---

```
exploreyes (Goal, Trace, Answer) :-  
    explore (Goal, Trace, Answer) ,  
    positive (Answer) .  
continue (Answer1, Goal1 and Goal2, Trace, Answer) :-  
    positive (Answer1) ,  
    explore (Goal2, Trace, Answer2) ,  
    (positive (Answer2) ,  
     Answer=Answer1 and Answer2 ;  
     negative (Answer2) , Answer=Answer2) .  
continue (Answer1, Goal1 and Goal2, _, Answer1) :-  
    negative (Answer1) .  
truth (Question is TruthValue was Found, TruthValue) :- !.
```

# IMPLEMENTAZIONE

---

```
truth(Answer1 and Answer2, TruthValue) :-
    truth(Answer1, true),
    truth(Answer2, true), !,
    TruthValue = true;
    TruthValue = false.

positive(Answer) :-
    truth(Answer, true).

negative(Answer) :-
    truth(Answer, false).
invert(Goal is true was Found,
       (not Goal) is false was Found).
invert(Goal is false was Found,
       (not Goal) is true was Found).
```

# ESERCITAZIONE PROPOSTA:

## Terminare l'intero shell

---

- Definire le procedure:

**useranswer (Goal , Trace , Answer)**

- Tenendo conto del fatto che:
  - deve fare la domanda una sola volta per lo stesso goal controllando che sia askable;
  - fare il trace se richiesto dall'utente mediante why;
  - se goal contiene delle variabili farle istanziare dall'utente.

**present (Answer)**

per mostrare la soluzione e eventualmente la spiegazione how

**expert**

Il goal top-level dello shell che chiede il goal e poi mostra la risposta;