

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ**6^ο Εξάμηνο****Ο Μηχανισμός Εκτέλεσης της PROLOG**

- Ενοποίηση (Unification)
- Αρχή της Ανάλυσης (Resolution Principle)

Δημοσθένης Σταμάτης<http://www.iee.ihu.gr/~demos>

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής & Ηλεκτρονικών Συστημάτων

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```
(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).
```

ΑΡΧΙΚΗ ΕΡΩΤΗΣΗ:

```
?- dark(Z), big(Z).
```

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```

(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).

```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P9)

$\theta = \{ Z=X \}$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

?- black(X), big(X).

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```

(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat). % black(cat) :- true.
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).

```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P7)

$\theta = \{ X=cat \}$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

?- true, big(cat).

false % Οπισθοδρόμηση (Backtracking)

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```
(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).      % black(cat) :- true.
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).
```

Ακύρωση της προηγούμενης ενοποίησης

$$\theta = \{X=cat\}$$

Οπισθοδρόμηση στην προηγούμενη ερώτηση

?- black(X), big(X).

false % Οπισθοδρόμηση (Δεν υπάρχει εναλλακτική λύση)

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```
(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).
```

Ακύρωση της προηγούμενης ενοποίησης

$$\theta = \{Z=X\}$$

Οπισθοδρόμηση στην προηγούμενη ερώτηση

?- dark(Z), big(Z).

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```
(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).
```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P10)

$\theta = \{ Z=X \}$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

?- brown(X), big(X).

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```
(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear). % brown(bear) :- true
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).
```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P5)

$\theta = \{ X=bear \}$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

?- true, big(bear).

Z = bear % καθώς και Z = X

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```

(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).      % brown(bear) :- true
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).

```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P5)

$\theta = \{ X = \text{bear} \}$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

?- true, big(bear).

Z = bear ; \leftarrow Εναλλακτική λύση => Οπισθοδρόμηση

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```

(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).

```

Ακύρωση της προηγούμενης ενοποίησης

$\theta = \cancel{X} = \text{bear} \}$

Οπισθοδρόμηση στην προηγούμενη ερώτηση

?- brown(X), big(X).

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

```

(P1) big(horse).
(P2) big(elephant).
(P3) big(bear).
(P4) small(cat).
(P5) brown(bear).
(P6) brown(horse).      % brown(horse) :- true
(P7) black(cat).
(P8) gray(elephant).
(P9) dark(X) :- black(X).
(P10) dark(X) :- brown(X).

```

Ενοποίηση -> Από τη φράση (P5)

$$\theta = \{ X = \text{horse} \}$$

Αρχή της Ανάλυσης -> Νέα ΕΡΩΤΗΣΗ:

```

?- true, big(horse).
Z = horse      % καθώς και Z = X

```

Εκτέλεση Ερώτησης στην PROLOG!

Η διαδικασία εκτέλεσης μίας ερώτησης στην Prolog βασίζεται σε ένα μηχανισμό **ΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ (Unification)** και στην **ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (Resolution Principle)**

Δοθείσης μίας ερώτησης

$$?- G_1, G_2, \dots, G_{i-1}, G_i, G_{i+1}, \dots, G_n$$

και μίας φράσης

$$G :- A_1, A_2, \dots, A_k$$

τέτοιων ώστε το G_i και το G να μπορούν να ενοποιηθούν

Παράγεται η νέα ερώτηση:




$$?- (G_1, G_2, \dots, G_{i-1}, A_1, A_2, \dots, A_k, G_{i+1}, \dots, G_n) \theta$$

θ η αντικατάσταση μεταβλητών με όρους έτσι ώστε τα G_i και G να

ενοποιούνται: $(G_i) \theta = (G) \theta$

Η Ενοποίηση στην PROLOG!

Δύο όροι **t1** και **t2** μπορούν να ενοποιηθούν όταν:

-  Ο **t1** είναι σταθερά, ο **t2** η ίδια σταθερά
-  Ο **t1** είναι μεταβλητή, ο **t2** οτιδήποτε
-  Ο **t1** είναι σύνθετος όρος με συναρτησιακό σύμβολο **f** και **n** ορίσματα ο **t2** είναι επίσης σύνθετος όρος με συναρτησιακό σύμβολο **f** και **n** ορίσματα και τα **n** ορίσματα του **t1** μπορούν να ενοποιηθούν με τα αντίστοιχα **n** ορίσματα του **t2**

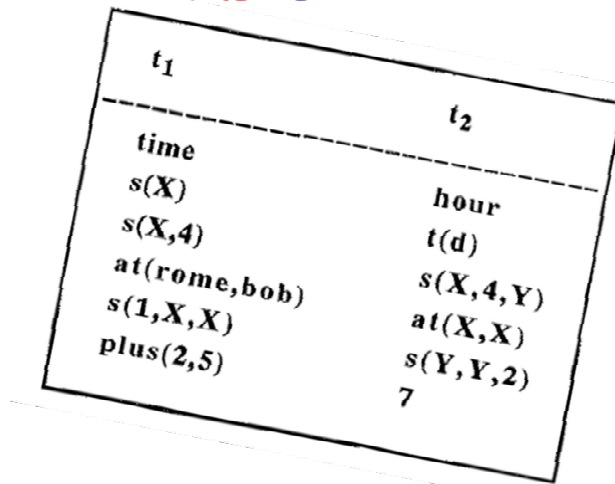
Η Ενοποίηση στην PROLOG!

Ενοποιούνται:

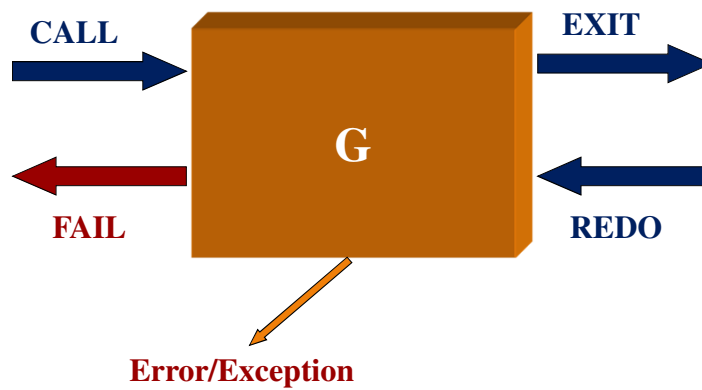
t ₁	t ₂	θ	Αντικατάσταση
X	red	red	{ X=red }
cheese	Y	cheese	{ Y=cheese }
size(X,big)	size(lion,Y)	size(lion,big)	{ X=lion,Y=big }
book(prolog)	book(prolog)	book(prolog)	{ }
same(dog,X)	same(S,S)	same(dog,dog)	{ S=dog,X=dog }
g(h(X),[])	g(Y,Z)	g(h(X),[])	{ Y=h(X),Z=[] }
t(s(p,q),P)	t(s(L,M),G)	t(s(p,q),G)	{ L=p,M=q,P=G }

Η Ενοποίηση στην PROLOG!

ΔΕΝ Ενοποιούνται:



Μηχανισμός Παρακολούθησης της Εκτέλεσης Μοντέλο Εκτέλεσης [του Lawrence Byrd]



Μηχανισμός Παρακολούθησης της Εκτέλεσης

?- G1, G2, G3.

