

# Εργαστήριο Λογικού Προγραμματισμού

---

**Μανόλης Μαρακάκης, Καθηγητής**

[mmarak@cs.hmu.gr](mailto:mmarak@cs.hmu.gr)

**Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Σχολή Μηχανικών  
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο**

# **Ενότητα 7: Μαθήματα 10, 11, 12, 13 & 14**

## **Ενσωματωμένα Κατηγορήματα**

## 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

- ❑ Η Prolog διαθέτει για τον προγραμματιστή **ενσωματωμένα κατηγορήματα** τα οποία υποστηρίζουν την λύση προγραμματιστικών προβλημάτων όπως είναι η δυνατότητα **εισόδου και εξόδου**, η υποστήριξη **μέτα-προγραμματισμού**.
- ❑ Διακρίνουμε τις εξής **κατηγορίες ενσωματωμένων κατηγορημάτων**:
  - 1. Κατηγορήματα **Εισόδου – Εξόδου**.
  - 2. **Μέτα-λογικά** Κατηγορήματα
  - 3. Κατηγορήματα που **συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου**.
  - 4. Κατηγορήματα **Τροποποίησης του Προγράμματος**.
  - 5. Διάφορα **άλλα Κατηγορήματα**.

# Ενότητα 7: Μάθημα 13

## □ 7.Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

- 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου.

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

- ❑ 7.1. Είσοδος από αρχείο και έξοδος σε αρχείο
- ❑ 7.2. Μετα-λογικά Κατηγορήματα
  - 7.2.1. Κατηγορήματα Σύγκρισης Όρων
  - 7.2.2. Κατηγορήματα που εξετάζουν την δομή ενός σύνθετου ή απλού όρου.
  - 7.2.3. Κατηγορήματα που αναλύουν έναν όρο στα συστατικά του μέρη.
  - 7.2.4. Κατηγορήματα που εξετάζουν την τρέχουσα δέσμευση των όρων.
- ❑ 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου.
- ❑ 7.4. Κατηγορήματα Τροποποίησης του Προγράμματος
- ❑ 7.5. Άλλα Ενσωματωμένα Κατηγορήματα
- ❑ 7.6. Παραδείγματα

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου.

- ❑ Κάθε φορά που δημιουργείται μια λύση, η προηγούμενη χάνεται.
- ❑ Υπάρχουν προβλήματα που έχουν πολλές λύσεις και **θέλουμε να τις μαζέψουμε όλες σε μια λίστα**.
  - Δηλαδή χρειάζεται να συλλέξουμε σε μια λίστα όλα τα αντικείμενα που δημιουργήθηκαν από τις λύσεις ενός στόχου.
- ❑ Αυτό μπορεί να γίνει με
  - **επαναληπτική οπισθοδρόμηση** και
  - **σταδιακή συλλογή των λύσεων σε μια λίστα**.
- ❑ Τα κατηγορήματα «**bagof/3**», «**setof/3**» και «**findall/3**» αυτοματοποιούν αυτή τη διαδικασία. **Συλλέγουν όλα τα αντικείμενα που ικανοποιούν κάποιο στόχο**.

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: $\text{bagof}(X,G,L)$ .

- ❑ Το κατηγορήμα « $\text{bagof}(X,G,L)$ » είναι αληθές, εάν  $L$  είναι η λίστα όλων των όρων  $X$  που δημιουργούνται από τις λύσεις του στόχου  $G$ .
- Εάν ο στόχος  $G$  δεν έχει λύσεις, τότε ο στόχος «?- $\text{bagof}(X,G,L)$ .» αποτυγχάνει.
- Εάν υπάρχουν άλλες μεταβλητές στο στόχο  $G$  πλην του  $X$ , λαμβάνεται ότι έχουν **υπαρξιακή δέσμευση**.

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: `bagof(X,G,L)`.

❑ **Παράδειγμα:** Έστω το παρακάτω πρόγραμμα.

- `likes(yannis, anna).`
- `likes(eleni, yannis).`
- `likes(manos, anna).`
- `likes(yannis, mannos).`
- `likes(manos, eleni).`
- `likes(anna, eleni).`
- `likes(anna, mannos).`

❑ Η ερμηνεία του στόχου "`?- bagof(X, likes(X,Y),L).`" είναι η εξής: «Βρες και καταχώρησε στη λίστα `L` όλα τα `X` για τα οποία υπάρχει συγκεκριμένο `Y` ώστε ο στόχος να είναι αληθής.»



# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: **bagof(X,G,L).**

❑ ?- bagof(X, likes(X, Y), L).

➤ L = [yannis, manos],

➤ Y = anna;

➤ L=[manos,anna],

➤ Y=eleni;

➤ L=[yannis,anna],

➤ Y=manos;

➤ L=[eleni],

➤ Y=yannis

❑ ***Το Πρόγραμμα:***

➤ likes(yannis, anna).

➤ likes(eleni, yannis).

➤ likes(manos, anna).

➤ likes(yannis, manos).

➤ likes(manos, eleni).

➤ likes(anna, eleni).

➤ likes(anna, manos).

❑ ?- bagof( (Y,L), bagof(X,likes(X,Y),L), LL).

LL=[(anna, [yannis,manos]), (eleni, [manos,anna]),  
(manos, [yannis,anna]), (yannis, [eleni])]

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: **bagof**(X,G,L).

❑ Το κατηγορήμα **bagof/3** παίρνει την ακόλουθη πιο γενική μορφή.

- **bagof**(X, Y<sup>G</sup>,L)
- L είναι η λίστα όλων των όρων X που δημιουργούνται από τις λύσεις του στόχου G ανεξάρτητα από την τιμή της μεταβλητής Y.
- Η μεταβλητή Y είναι υπαρξιακή μεταβλητή. Ο συμβολισμός Y<sup>G</sup> σημαίνει «υπάρχει ένα Y για το οποίο ο στόχος G είναι αληθής».

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: `bagof(X,G,L).`

□ Η ερμηνεία του στόχου "`?- bagof(X, Y^likes(X,Y), L).`" είναι η εξής: «Βρες και καταχώρησε στη λίστα **L** όλα τα **X** για τα οποία ικανοποιείται ο στόχος

**ανεξάρτητα από την τιμή του Y.**»

- `?- bagof(X, Y^likes(X,Y), L).`
- `L = [yannis, eleni, manos, yannis, manos, anna, anna]`
- Δηλαδή, αυτός ο στόχος δίνει όλες τις τιμές του **X** ανεξάρτητα από τις τιμές του **Y**.

□ **Το Πρόγραμμα:**

- `likes(yannis, anna).`
- `likes(eleni, yannis).`
- `likes(manos, anna).`
- `likes(yannis, mannos).`
- `likes(manos, eleni).`
- `likes(anna, eleni).`
- `likes(anna, mannos).`

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου:  $\text{setof}(X,G,L)$ .

- Το κατηγορήμα « $\text{setof}(X,G,L)$ » είναι αληθές, εάν  $L$  η **ταξινομημένη λίστα των διακριτών όρων  $X$**  που δημιουργούνται από τις λύσεις του στόχου  $G$ .
- Εάν ο στόχος  $G$  δεν έχει λύσεις, τότε ο στόχος «?- $\text{setof}(X,G,L)$ .» αποτυγχάνει.

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: $\text{setof}(X,G,L)$ .

❑ ?-  $\text{setof}(X, \text{likes}(X,Y), L)$ .

- $L = [\text{manos}, \text{yannis}]$ ,
- $Y = \text{anna}$ ;
- $L = [\text{anna}, \text{manos}]$ ,
- $Y = \text{eleni}$ ;
- $L = [\text{anna}, \text{yannis}]$ ,
- $Y = \text{manos}$ ;
- $L = [\text{eleni}]$ ,
- $Y = \text{yannis}$

❑ *Το Πρόγραμμα:*

- $\text{likes}(\text{yannis}, \text{anna})$ .
- $\text{likes}(\text{eleni}, \text{yannis})$ .
- $\text{likes}(\text{manos}, \text{anna})$ .
- $\text{likes}(\text{yannis}, \text{manos})$ .
- $\text{likes}(\text{manos}, \text{eleni})$ .
- $\text{likes}(\text{anna}, \text{eleni})$ .
- $\text{likes}(\text{anna}, \text{manos})$ .

❑ ?-  $\text{setof}((Y,L), \text{setof}(X, \text{likes}(X,Y), L), LL)$ .

$LL = [(\text{anna}, [\text{manos}, \text{yannis}]), (\text{eleni}, [\text{anna}, \text{manos}]),$   
 $(\text{manos}, [\text{anna}, \text{yannis}]), (\text{yannis}, [\text{eleni}])]$

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: $\text{setof}(X,G,L)$ .

□ Το κατηγορήμα  $\text{setof}/3$  παίρνει την ακόλουθη πιο γενική μορφή.

- $\text{setof}(X, Y^G, L)$
- $L$  είναι η ταξινομημένη λίστα όλων των όρων  $X$  που δημιουργούνται από τις λύσεις του στόχου  $G$  ανεξάρτητα από την τιμή της μεταβλητής  $Y$ .
- Η μεταβλητή  $Y$  είναι υπαρξιακή μεταβλητή. Ο συμβολισμός  $Y^G$  σημαίνει «υπάρχει ένα  $Y$  για το οποίο ο στόχος  $G$  είναι αληθής».

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: $\text{setof}(X,G,L)$ .

- Η ερμηνεία του στόχου " $\text{?- setof}(X, Y^{\wedge}\text{likes}(X,Y), L)$ ." είναι η εξής: «Βρες και καταχώρησε στη λίστα  $L$  όλα τα  $X$  για τα οποία ικανοποιείται ο στόχος **ανεξάρτητα από την τιμή του  $Y$ .**»
- $\text{?- setof}(X, Y^{\wedge}\text{likes}(X,Y), L)$ .
  - $L = [\text{anna}, \text{eleni}, \text{manos}, \text{yannis}]$
  - Δηλαδή, αυτός ο στόχος δίνει όλες τις τιμές του  $X$  ανεξάρτητα από τις τιμές του  $Y$  αλλά μόνο μια φορά την κάθε τιμή

### □ Το Πρόγραμμα:

- $\text{likes}(\text{yannis}, \text{anna})$ .
- $\text{likes}(\text{eleni}, \text{yannis})$ .
- $\text{likes}(\text{manos}, \text{anna})$ .
- $\text{likes}(\text{yannis}, \text{manos})$ .
- $\text{likes}(\text{manos}, \text{eleni})$ .
- $\text{likes}(\text{anna}, \text{eleni})$ .
- $\text{likes}(\text{anna}, \text{manos})$ .

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: **setof(X,G,L)**.

- ❑ Έστω ότι έχουμε ένα πρόγραμμα το οποίο συλλέγει τις τιμές ενός όρου από κάποια κατηγορήματα είτε με «**bagof/3**» ή με «**setof/3**» και
  - ❖ Θα θέλαμε **όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές του στόχου να τις χειριστεί ως υπαρξιακές.**
- ❑ Αυτό μπορούμε να το κάνουμε καλώντας τα «**bagof/3**» και «**setof/3**» με τους εξής στόχους αντίστοιχα
  - «**bagof(X, Goal^Goal, List)**» και
  - «**setof(X, Goal^Goal, List)**»



# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: **setof(X,G,L)**.

□ Οι κλήσεις και οι απαντήσεις στόχων της μορφής «?- **bagof(X,Goal^Goal,List)**» και «?- **setof(X,Goal^Goal,List)**».

□ | ?- **bagof(X, p(X,Y,Z)^p(X,Y,Z), L)**.

➤ **L** = [**yannis,yannis, yannis, yannis, maria, maria, maria, maria**] ? yes

□ | ?- **setof(X, p(X,Y,Z)^p(X,Y,Z), L)**.

➤ **L** = [**maria, yannis**] ? yes

□ | ?- **setof(Z, p(X,Y,Z)^p(X,Y,Z), L)**.

➤ **L** = [basketball, chess, geography, **maths**, physics, tennis, volleyball] ? yes

□ | ?- **bagof(Z, p(X,Y,Z)^p(X,Y,Z), L)**.

➤ **L** = [**maths**, physics, volleyball, basketball, **maths**, geography, chess, tennis] ? yes

□ *Έστω το Πρόγραμμα:*

➤ p(yannis,likes,maths).

➤ p(yannis,likes,physics)

➤ p(yannis,plays,volleyball).

➤ p(yannis,plays,basketball)

.

➤ p(maria,likes,maths).

➤ p(maria,likes,geography).

➤ p(maria,plays,chess).

➤ p(maria,plays,tennis).

## 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου:  $\text{findall}(X, G, L)$ .

- Το κατηγορήμα « $\text{findall}(X, G, L)$ » είναι αληθές, εάν  $L$  είναι η λίστα **όλων των όρων**  $X$  που δημιουργούνται από τις λύσεις του στόχου  $G$ .
  - Εάν υπάρχουν **ελεύθερες μεταβλητές** στο στόχο  $G$  πλην του  $X$ , λαμβάνεται ότι έχουν **υπαρξιακή δέσμευση**.
  - Το κατηγορήμα « $\text{findall}/3$ » έχει **παρόμοιο ορισμό** μ' αυτό του « $\text{bagof}/3$ ».

# 7. Ενσωματωμένα Κατηγορήματα

## 7.3. Κατηγορήματα που συλλέγουν όλες τις λύσεις ενός στόχου: findall(X,G,L).

❑ ?- findall(X, likes(X,Y), L).

➤ L = [yannis, eleni, manos,  
yannis, manos, anna, anna]

❑ Η μεταβλητή Y λαμβάνεται ότι έχει **υπαρξιακή δέσμευση**.

❑ Ο αντίστοιχος στόχος για το bagof/3 είναι ο εξής.

➤ ?- bagof(X, Y^likes(X,Y), L).

➤ L = [yannis, eleni, manos,  
yannis, manos, anna, anna]

❑ *Το Πρόγραμμα:*

➤ likes(yannis, anna).

➤ likes(eleni, yannis).

➤ likes(manos, anna).

➤ likes(yannis, manos).

➤ likes(manos, eleni).

➤ likes(anna, eleni).

➤ likes(anna, manos).

**Τέλος Διάλεξης**

**Ευχαριστώ!**

**Ερωτήσεις;**