



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Ευφυής Προγραμματισμός

Ενότητα 8: Κανόνες Πρώτης Τάξης

Ιωάννης Χατζηλυγερούδης

Πολυτεχνική Σχολή

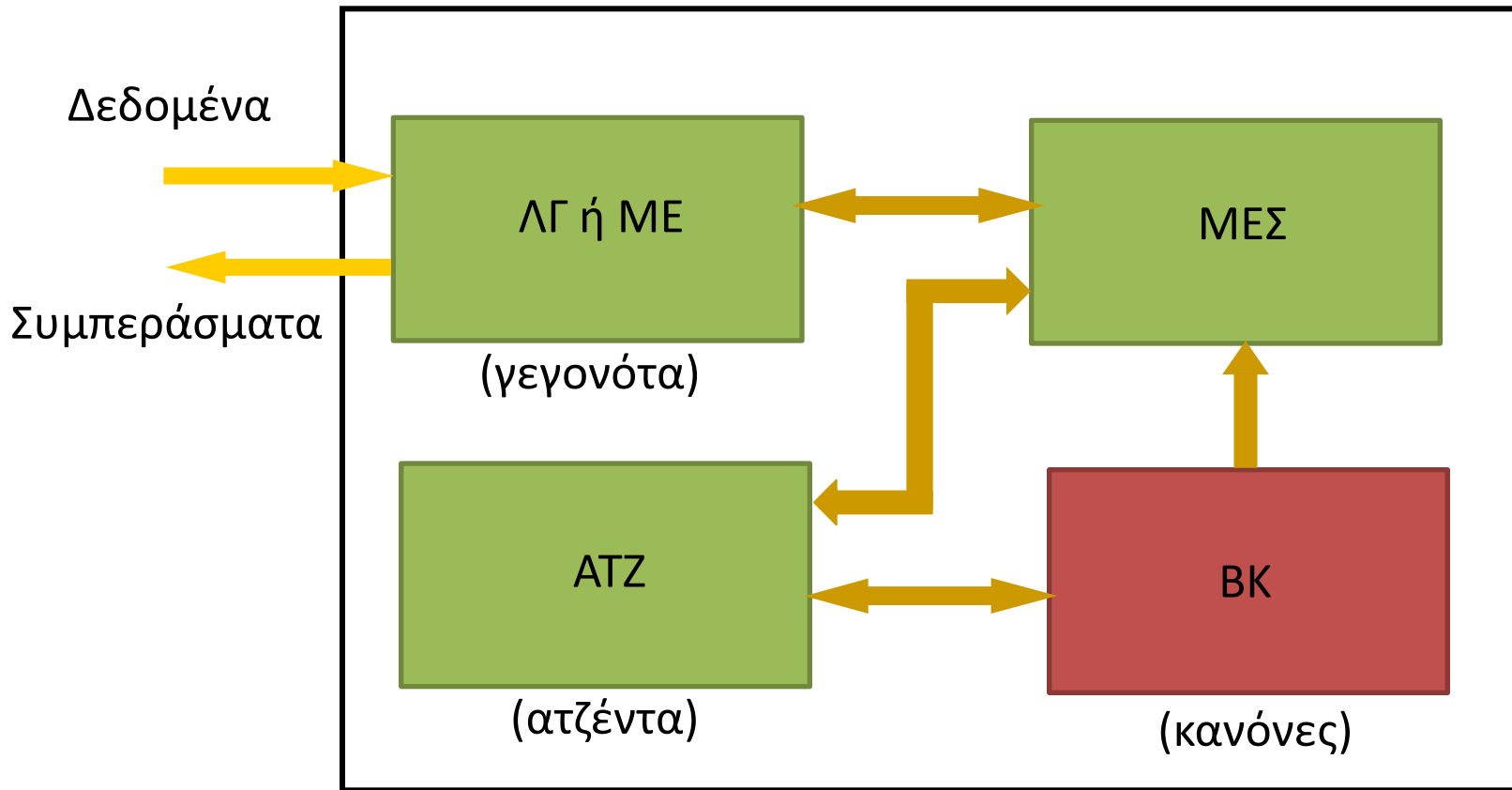
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Κανόνες Πρώτης Τάξης

Τύποι Συστημάτων Κανόνων

- **Δίκτυα εξαγωγής συμπερασμάτων (Inference networks)**
 - Η βάση κανόνων μπορεί να παρασταθεί σαν ένα δίκτυο αλληλοσυνδεόμενων κανόνων και γεγονότων
 - Οι σχέσεις μεταξύ κανόνων και γεγονότων είναι προκαθορισμένες
- **Συστήματα ταιριάσματος προτύπων (Pattern-matching systems)**
 - Τα συμπεράσματα πιο γενικά και μπορεί να θεωρηθούν σαν ένα σύνολο γεγονότων που μπορεί να ταιριάζουν ή όχι με διάφορα πρότυπα που αποτελούν τις υποθέσεις των κανόνων
 - Τα πρότυπα περιέχουν μεταβλητές για τις οποίες αναζητούνται τιμές
 - Οι σχέσεις μεταξύ κανόνων και γεγονότων σχηματοποιούνται κατά τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων

Βασική Αρχιτεκτονική-Συστήματα Ταιριάσματος Προτύπων



Κανόνες Παραγωγής-Σύνταξη

Δυνατότητα αναπαράστασης προτύπων (patterns)

(χρήση οποιουδήποτε αριθμού μεταβλητών και σταθερών σε υποθέσεις και συμπεράσματα)

- `<condition> := <pattern>`
- `<conclusion> := <action> < pattern >`
- `<pattern> := (<predicate> {<variable>/<constant>}*)`
- `<fact> := ({<constant>}*)`

```
if (person ?name ?age) and
    (graterthan ?age 15) and
    (lessthan ?age 23)
then assert (teenager ?name ?age)
```

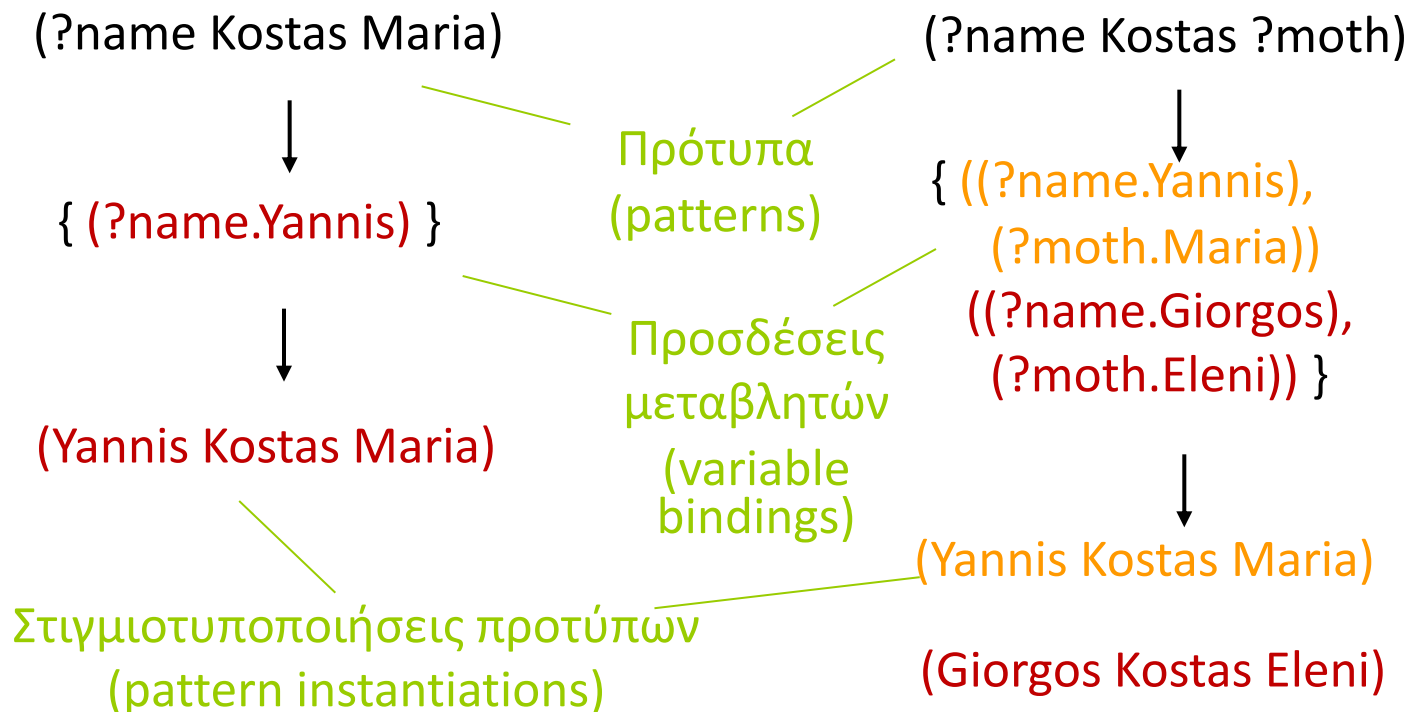
Ταίριασμα Προτύπων (Pattern Matching)

- Ορισμός:

Ένα πρότυπο (*pattern*) *ταιριάζει (matches)* με ένα γεγονός (*fact*) αν υπάρχουν προσδέσεις (*bindings*), δηλ. τιμές, για τις μεταβλητές στο πρότυπο τέτοιες που, αν αντικαταστήσουμε με τις μεταβλητές με τις (προσδεδεδεμένες) τιμές τους, το γεγονός και το πρότυπο γίνονται συντακτικά ταυτόσημα.

Παράδειγμα Ταιριάσματος

ME={ (Yannis Kostas Maria),
(Giorgos Kostas Eleni),
(Petros Pavlos Maria) }



Παραγωγή Συνόλου Σύγκρισης (1)

ME={ (person Yannis Kostas Maria),
(person Petros Pavlos Eleni),
(person Giorgos Kostas Maria)
(equal Yannis Yannis)
(equal Kostas Kostas) ... }

if is(person ?name1 ?fath1 ?moth1) **and**
is(person ?name2 ?fath2 ?moth2) **and**
is(equal ?fath1 ?fath2) **and**
is(equal ?moth1 ?moth2) **and**
isnot(equal ?name1 ?name2)
then assert(brother ?name1 ?name2)

{ (person Yannis Kostas Maria),
(person Petros Pavlos Eleni),
(person Giorgos Kostas Maria)

{ (person Yannis Kostas Maria),
(person Petros Pavlos Eleni),
(person Giorgos Kostas Maria)

Παράγονται εννέα (9) στιγμιότυπα του κανόνα

Παραγωγή Συνόλου Σύγκρισης (2)

- Μόνο των δύο (2) από αυτά ικανοποιούνται οι συνθήκες

```
if is(person Yannis Kostas Maria) and  
is(person Giorgos Kostas Maria) and  
is(equal Kostas Kostas) and  
is(equal Maria Maria) and  
isnot(equal Yannis Giorgos)  
then assert(brother Yannis Giorgos)
```

```
if is(person Giorgos Kostas Maria) and  
is(person Yannis Kostas Maria) and  
is(equal Kostas Kostas) and  
is(equal Maria Maria) and  
isnot(equal Giorgos Yannis)  
then assert(brother Giorgos Yannis )
```

Στρατηγικές Επίλυσης Σύγκρουσης (1)

- Μέθοδοι επιλογής ενός κανόνα από το σύνολο σύγκρουσης,
- με βάση κάποιο ή κάποια κριτήρια
- Κριτήρια απόδοσης :
 - Ευαισθησία (Sensitivity) (ανταπόκριση σε αλλαγές)
 - Σταθερότητα (Stability) (στη γραμμή συλλογισμού)

Στρατηγικές Επίλυσης Σύγκρουσης

(2)

- Τύποι Ελέγχου/Στρατηγικών
- **Καθολικός/ές** (ανεξάρτητος/ες του πεδίου εφαρμογής, ενσωματωμένος/ες στον ΔΚ)
- **Τοπικός/ές** (εξαρτώμενος/ες από το πεδίο εφαρμογής, υπό μορφή μετα-κανόνων, σχεδιάζεται από τον μηχανικό γνώσης)

Καθολικές Στρατηγικές (1)

- **Τυχαία επιλογή**
- **Σειρά αναγραφής** (ο πρώτος στη σειρά)
- **Διαθλαστικότητα** (Refractoriness)

Δεν επιτρέπεται η πυροδότηση ενός κανόνα με ίδια δεδομένα περισσότερες από μια φορές.

- **Εξειδίκευση** (Specificity)

Προτιμούνται κανόνες με περισσότερες συνθήκες. Ευνοεί τον χειρισμό εξαιρέσεων. (Π.χ. $ME = \{A, B, C\}$ R1: if A and B and C then D, R2: if A and B then E. Θα εκτελεστεί πρώτα ο R1 και μετά ο R2).

Καθολικές Στρατηγικές (2)

- **Επικαιρότητα (Recency)**

Προτιμούνται κανόνες που ενεργοποιούνται από πιο πρόσφατα δεδομένα. Χρήση ετικετών χρόνου. Καλή σταθερότητα (πρόσφατα δεδομένα). Ευαισθησία υπό προϋποθέσεις (χρόνος εισαγωγής νέων δεδομένων).

Αδυναμία: αγνόηση παλιών δεδομένων. (Π.χ. $ME=\{A, B\}$, R1: if A then C, R2: if B then D, R3: if C then E. Αν εκτελεστεί ο R1 μετά θα εκτελεστεί ο R3, και όχι ο R2).

- **Προτεραιότητα (Priority)**

Δίνεται ένας βαθμός προτεραιότητας φανερά σε κάθε κανόνα. Δυσκολία: ο καθορισμός των βαθμών προτεραιότητας

Αλγόριθμος RETE (1)

- Χρησιμοποιείται για να αυξήσει την αποδοτικότητα pattern matching συστημάτων προς τα εμπρός λογισμού
- Βασίζεται στο γεγονός ότι συνήθως με την εκτέλεση ενός κανόνα, μόνο μικρές αλλαγές γίνονται στη βάση γεγονότων και έτσι το σύνολο των κανόνων που ικανοποιούνται σε κάθε κύκλο αλλάζει ελάχιστα.
- Αντί να συγκρίνει τους κανόνες με τα γεγονότα για να παράγει μια λίστα ικανοποιήσιμων κανόνων, ελέγχει τις αλλαγές που υπόκειται η λίστα αυτή σε κάθε κύκλο

Αλγόριθμος RETE (2)

Ο αλγόριθμος RETE επιτυγχάνει επιτάχυνση της διαδικασίας pattern matching δημιουργώντας 2 δίκτυα:

- Το δίκτυο προτύπων (pattern network)
 - Κάθε κόμβος είναι ένα πρότυπο
 - Οι κόμβοι προτύπων λέγονται και κόμβοι μιας εισόδου (1-input nodes)
- Το δίκτυο συνδέσεων (join network)
 - Οι κόμβοι λέγονται και κόμβοι δύο εισόδων (2-input nodes)

Αλγόριθμος RETE (3)

- Οι πληροφορίες κάθε κόμβου των δικτύων κρατιέται στη μνήμη.
- Κάθε φορά που ένα νέο γεγονός προστίθεται ή αφαιρείται από τη ΛΓ, ανανεώνονται τα δίκτυα.
- Ο Rete θυσιάζει μνήμη για να κερδίσει χρόνο

Παράδειγμα (1)

Έστω το pattern – matching σύστημα, όπου τα pattern έχουν τη μορφή:

(τύπος επίπλου, χρώμα, μέγεθος, βάρος)

Το σύστημα αποτελείται από τους εξής δύο κανόνες:

**R1: if (table, ?c, big, ?w1) and
 (bed, ?c, medium, light) and
 (chair, ?c, medium, ?w2)
then (Room-Decoration = PERFECT)**

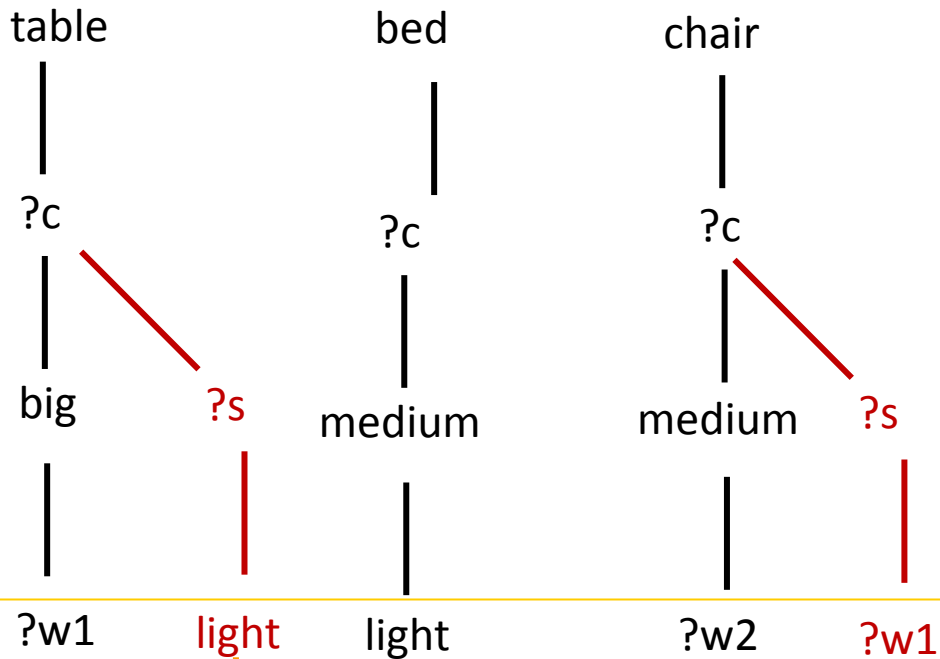
**R2: if (table, ?c, ?s, light) and
 (chair, ?c, ?s, ?w1)
then (Room-Decoration = GOOD)**

Παράδειγμα (2)

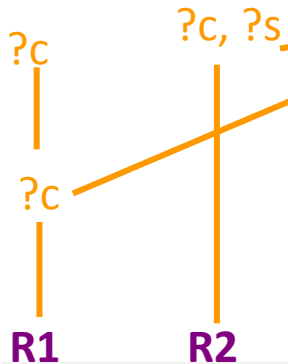
Έστω τα γεγονότα:

1. (bed, brown, big, heavy)
2. (bed, black, medium, light)
3. (bed, black, medium, heavy)
4. (table, black, big, heavy)
5. (table, brown, small, light)
6. (table, yellow, big, light)
7. (table, black, small, light)
8. (chair, black, medium, light)
9. (chair, brown, small, light)
10. (chair, black, small, light)

Παράδειγμα (3)



?w1 light light ?w2 ?w1

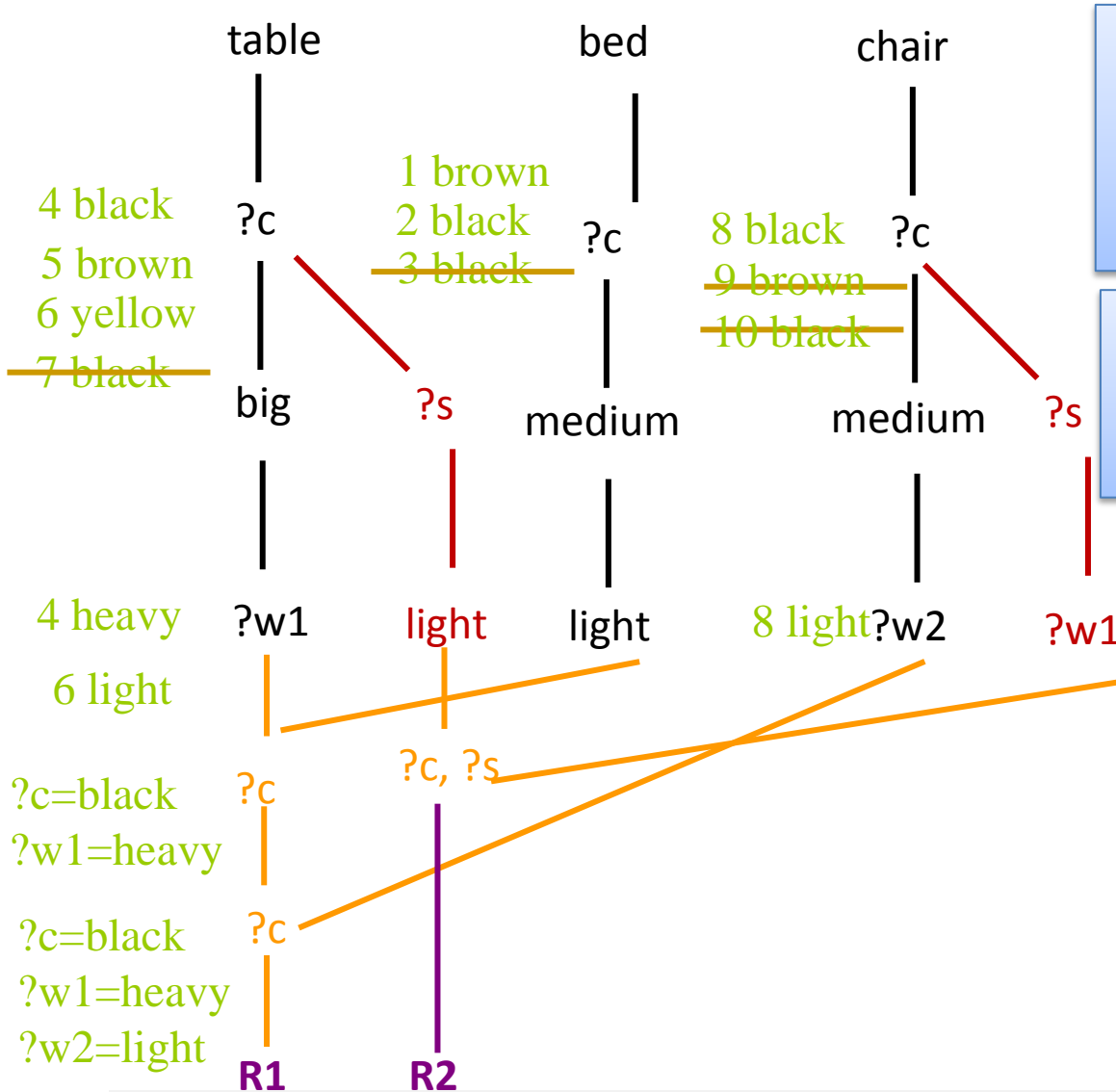


**R1: if (table, ?c, big, ?w1) and
(bed, ?c, medium, light) and
(chair, ?c, medium, ?w2)
then (Room-Decoration = PERFECT)**

**R2: if (table, ?c, ?s, light) and
(chair, ?c, ?s, ?w1)
then (Room-Decoration = GOOD)**

- 1.(bed, brown, big, heavy)
- 2.(bed, black, medium, light)
- 3.(bed, black, medium, heavy)
- 4.(table, black, big, heavy)
- 5.(table, brown, small, light)
- 6.(table, yellow, big, light)
- 7.(table, black, small, light)
- 8.(chair, black, medium, light)
- 9.(chair, brown, small, light)
- 10.(chair, black, small, light)

Παράδειγμα (3)



R1: if (table, ?c, big, ?w1) and
 (bed, ?c, medium, light) and
 (chair, ?c, medium, ?w2)
 then (Room-Decoration = PERFECT)

R2: if (table, ?c, ?s, light) and
 (chair, ?c, ?s, ?w1)
 then (Room-Decoration = GOOD)

- 1.(bed, brown, big, heavy)
- 2.(bed, black, medium, light)
- 3.(bed, black, medium, heavy)
- 4.(table, black, big, heavy)
- 5.(table, brown, small, light)
- 6.(table, yellow, big, light)
- 7.(table, black, small, light)
- 8.(chair, black, medium, light)
- 9.(chair, brown, small, light)
- 10.(chair, black, small, light)

Πλεονεκτήματα ΕΣΒΚ

- Ευελιξία-Τμηματικότητα (κάθε κανόνας είναι μια ξεχωριστή μονάδα γνώσης που μπορεί να προστεθεί, μεταβληθεί ή αφαιρεθεί ανεξάρτητα από τους άλλους κανόνες του συστήματος)
- Ομοιομορφία και απλότητα στην έκφραση της γνώσης
- Φυσικότητα έκφρασης
- Εύκολη παροχή εξηγήσεων

Μειονεκτήματα ΕΣΒΚ

- Κίνδυνος δημιουργίας ατέρμονων αλυσιδώσεων μεταξύ κανόνων και γεγονότων (κυρίως με την προσθήκη νέων κανόνων)
- Κίνδυνος δημιουργίας αντιφάσεων
- Μειωμένη αποδοτικότητα
- Αδιαφάνεια
- Δυσκολία κάλυψης πεδίων με πολλές παραμέτρους και ευαίσθητη εξάρτηση των συμπερασμάτων από αυτές
- Περιορισμένη εκφραστικότητα αναπαράστασης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ιωάννης Χατζηλυγερούδης 2015.
«Ευφυής Προγραμματισμός». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1095/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

