

Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τμήμα Μηχ/κών Η/Υ & Πληροφορικής

# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## ΜΕΡΟΣ Β'

Ι. ΧΑΤΖΗΛΥΓΕΡΟΥΔΗΣ

# 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

# ΤΑΙΡΙΑΣΜΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ (PATTERN MATCHING)

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

# ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΝΤΑΞΗ (5)

Δυνατότητα αναπαράστασης προτύπων (patterns)

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

**<condition>** := <predicate> <pattern>

**<conclusion>** := <action> < pattern >

**<pattern>** := ({<variable>/<constant>}\*)

**<fact>** := ({<constant>}\*)

**if** is(person ?name ?age) **and**  
graterthan(?age 12) **and**  
lessthan(?age 20)  
**then** assert(teenager ?name ?age)

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΑΙΡΙΑΣΜΑΤΟΣ

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

(?name Kostas Maria)

{ (?name.Yannis) }

(Yannis Kostas Maria)

Στιγμιότυποι προτύπων  
(pattern instantiations)

Πρότυπα  
(patterns)

Προσδέσεις  
μεταβλητών  
(variable  
bindings)

(?name Kostas ?moth)

{ ((?name.Yannis),  
(?moth.Maria))  
((?name.Giorgos),  
(?moth.Eleni)) }

(Yannis Kostas Maria)

(Giorgos Kostas Eleni)

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΥΝΟΛΟΥ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (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

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΥΝΟΛΟΥ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (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 )
```

# Ο 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





## Ο Αλγόριθμος RETE (2)

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

- Το δίκτυο προτύπων (pattern network)
- Το δίκτυο συνδέσεων (join network)

# Παράδειγμα (1)

Έστω ένα σύστημα pattern – matching, 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)

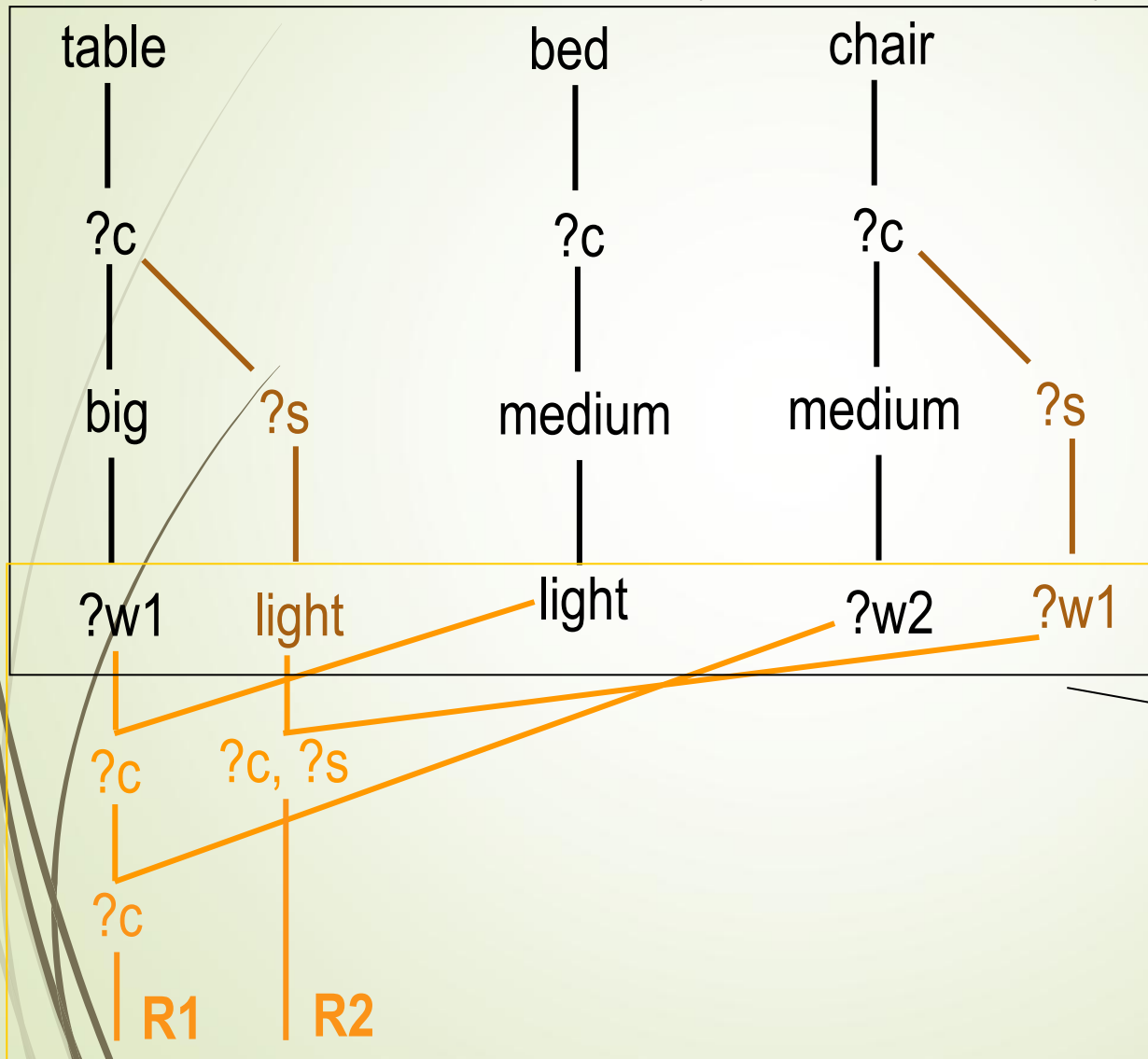
Έστω τα γεγονότα:

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)

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)

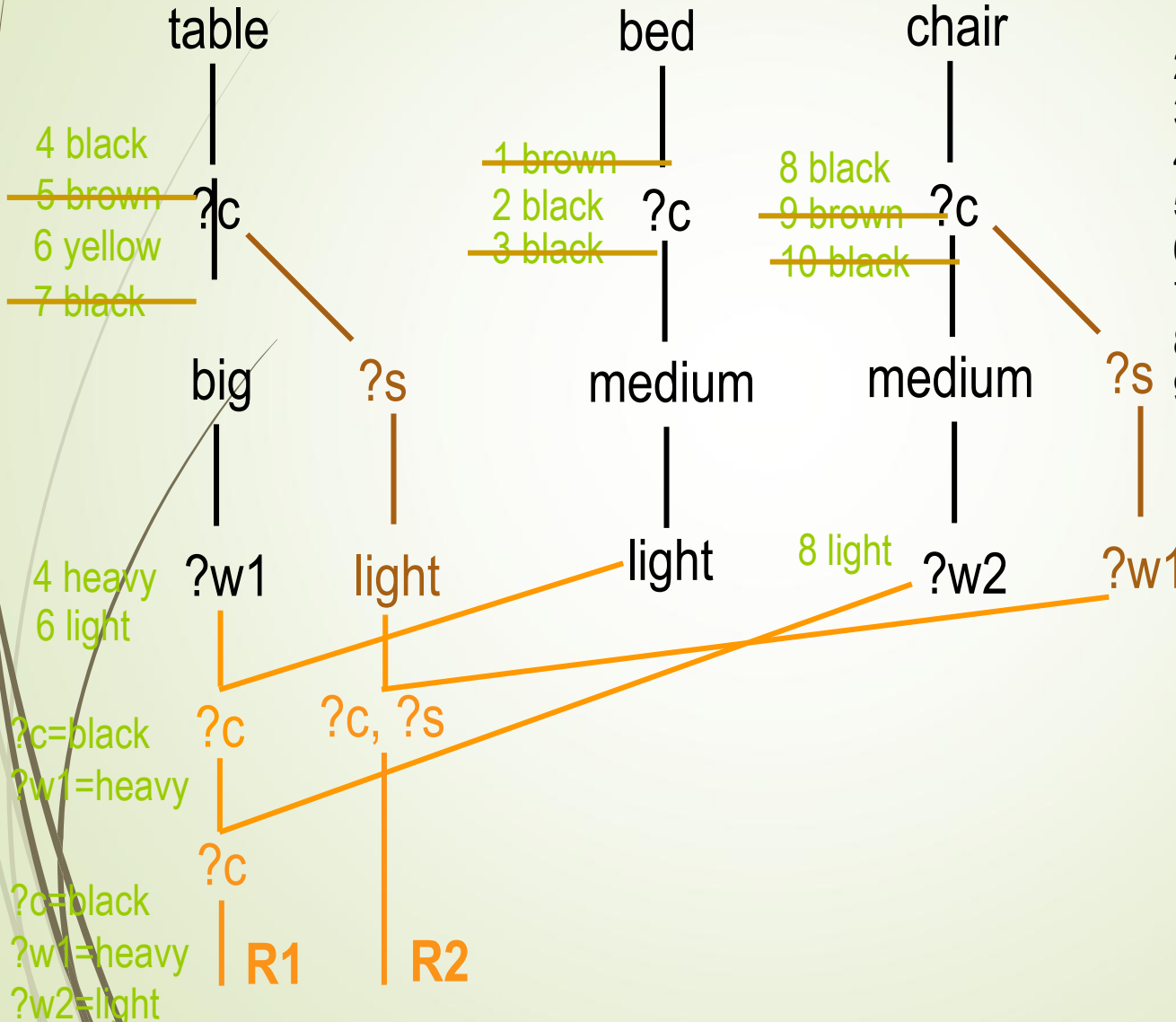
Δίκτυο προτύπων

Δίκτυο συνδέσεων

# 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)



# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΩΝ

- ▶ 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

# ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΩΝ

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