

Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Μηχ/κών Η/Υ & Πληροφορικής

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΝΟΝΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

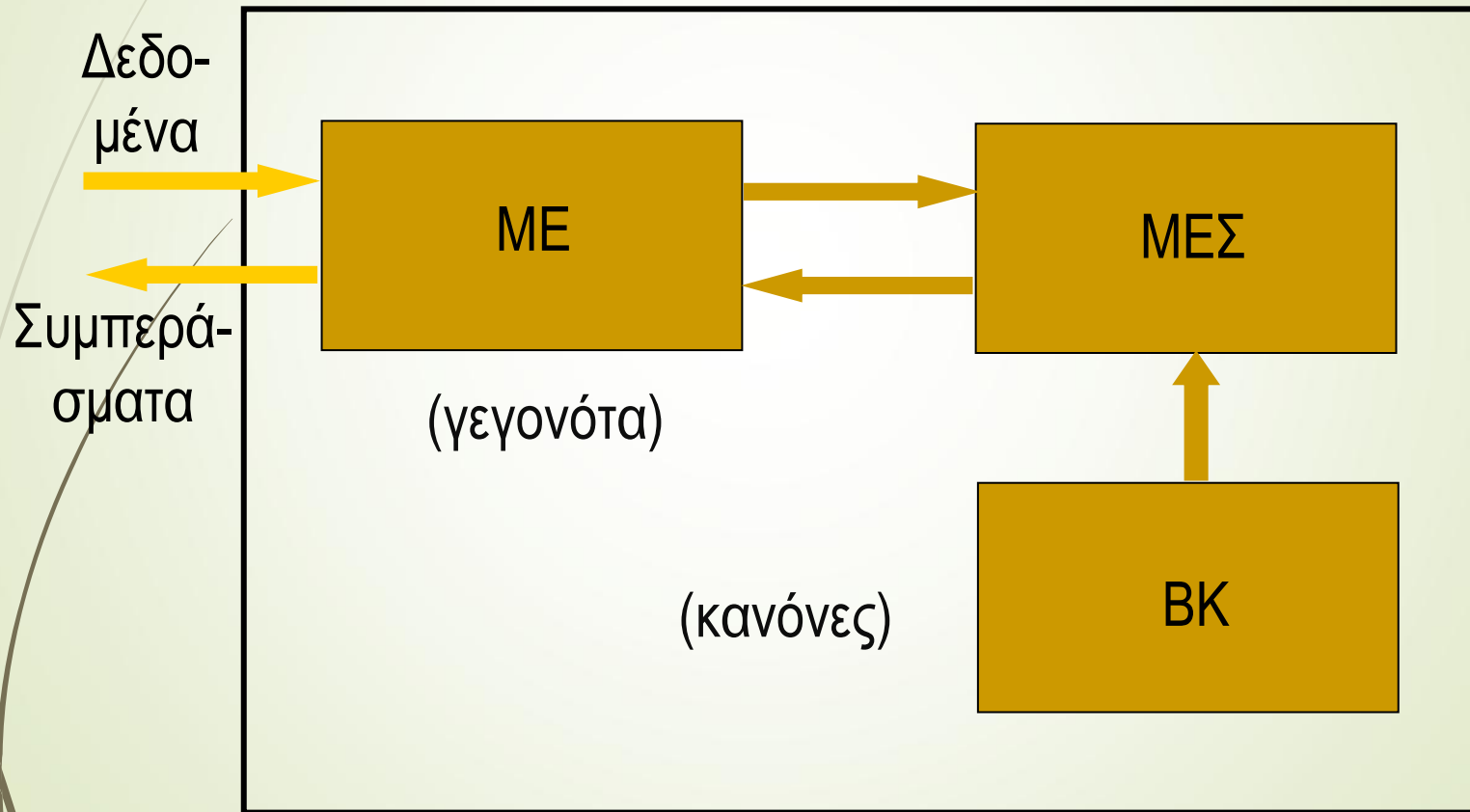
ΜΕΡΟΣ Α'

Ι. ΧΑΤΖΗΛΥΓΕΡΟΥΔΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ΚΑΝΟΝΕΣ

- ❑ Γλώσσα αναπαράστασης γνώσης οι *κανόνες παραγωγής* ή *συμβολικοί κανόνες*
- ❑ Επικρατούσα *αρχιτεκτονική* αυτή του *συστήματος παραγωγής*, ως ψυχολογικό μοντέλο περιγραφής της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Newell and Simon, 1970s)
 - ✓ Η γνώση για τη λύση ενός προβλήματος υπό μορφή διακεκριμένων γνωστικών μονάδων (= παραγωγές)
 - ✓ Οι παραγωγές περιέχουν τον τρόπο αντίδρασης (= ενέργειες) του ανθρώπου σε εξωτερικά ερεθίσματα
- ❑ Ομοιότητες με ψυχολογική θεωρία της νόησης (δύο στάδια μνήμης: βραχυπρόθεσμη ή μικρής διάρκειας-short term memory, μακροπρόθεσμη ή μακράς διάρκειας-long term memory).

ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ



ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΝΤΑΞΗ

Βασική δομή

if <συνθήκες/υποθέσεις>
then <ενέργειες/συμπεράσματα>

Π.χ. **if** shape is long and
color is yellow
then fruit is banana

Βασική σύνταξη-1

<rule> := **if** <conditions> **then** <conclusions>

<conditions> := <condition> {**and** <condition>}*

<conclusions> := <conclusion> {**and** <conclusion>}*

<condition> := <variable> <l-predicate> <value>

<conclusion> := <variable> <r-predicate> <value>

<l-predicate> := is / isnot / > ...

<r-predicate> := is

<fact> := <variable> <predicate> <constant>

ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΝΤΑΞΗ

Βασική σύνταξη-2

<rule> := **if** <conditions> **then** <conclusions>

<conditions> := <condition> {**and** <condition>}*

<conclusions> := <conclusion> {**and** <conclusion>}*

<condition> := <predicate> (<variable> , <value>)

<conclusion> := <action> (<variable>, <value>)

<predicate> := is / isnot / >

<action> := assert, retract

<fact> := (<variable>, <constant>)

Π.χ. **if** is(shape, long) and

is(color, yellow)

then assert(fruit, banana)

ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΝΤΑΞΗ

Δυνατότητα για διάζευξη στις συνθήκες

<conditions> := <disjunction> {**and** <disjunction>}*

<disjunction> := <condition> {**or** <condition>}*

if is(shape, long) and
is(color, yellow)

then assert(fruit, banana)

if is(shape, long) and
is(color, green)

then assert(fruit, banana)

if is(shape, long) **and**
(is(color, yellow) **or**
is(color, green))

then assert(fruit, banana)

ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΝΤΑΞΗ

Δυνατότητα αναπαράστασης χαρακτηριστικών αντικειμένων

(Χρήση της τριάδας object-attribute-value αντί της δυάδας variable-value. Τα χαρακτηριστικά-attributes παίζουν τον ρόλο των μεταβλητών-variables)

<condition> := <predicate> (<object>, <attribute>, <value>)

<conclusion> := <action> (<object>, <attribute>, <value>)

<fact> := (<object>, <attribute>, <value>)

if is(fruit, shape, long) **and**

is(fruit, color, yellow)

then assert(fruit, identity, banana)

[**then** assert(meal, fruit, banana)]

ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ/ ΣΥΜΒΟΛΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ-ΤΥΠΟΙ

❑ Προτασιακοί κανόνες

Δεν επιτρέπουν τη χρήση μεταβλητών σε καμία θέση.

❑ Κανόνες πρώτης τάξεως

Επιτρέπουν τη χρήση μεταβλητών σε οποιαδήποτε θέση πλην κατηγορήματος.

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


ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ-ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

❑ Ως προς το πλήθος των τιμών

✓ Απλής τιμής (single-valued)

Π.χ. fever, shape

✓ Πολλαπλής τιμής (multi-valued)

Π.χ. disease, color

❑ Ως προς την εξαγωγή συμπερασμάτων

✓ Εισόδου ή Ερωτούμενες (input or askable)

✓ Ενδιάμεσες ή Συμπερασινομένες (intermediate or inferable)

✓ Εξόδου ή Στόχου (output or goal)

ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

➤ **Ορθή αλυσίδωση (forward chaining)**

Ξεκινά από τις υποθέσεις ενός κανόνα και αν είναι αληθείς προχωρά στην εξαγωγή του συμπεράσματος του κανόνα.

➤ **Ανάστροφη αλυσίδωση (backward chaining)**

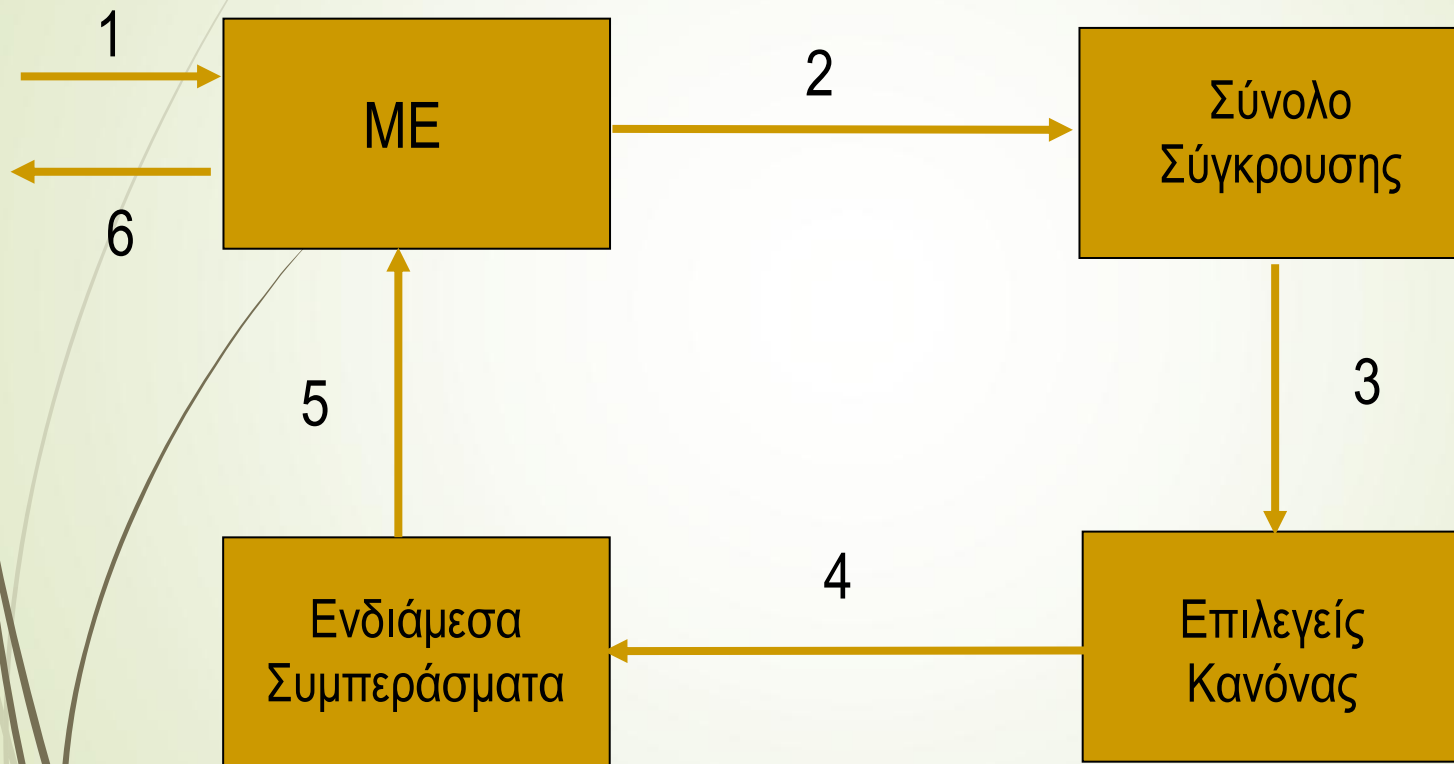
Ξεκινά από το συμπέρασμα ενός κανόνα και προχωρά στη διερεύνηση της αλήθειας των υποθέσεων. Αν οι υποθέσεις είναι αληθείς εξάγεται το συμπέρασμα.

ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Διαδικασία (κύκλος **select-execute** ή **recognize-act**)

1. Αρχικοποίηση της ΜΕ
2. Εύρεση Κανόνων που ικανοποιούνται
(Σύνολο Σύγκρουσης)
3. Επιλογή ενός Κανόνα
4. Πυροδότηση του Κανόνα
5. Ενημέρωση της ΜΕ
6. Αν κατάσταση λύσης, σταμάτα.
Αλλιώς, πήγαινε στο βήμα 2.

ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ



ΟΡΘΗ ΑΛΥΣΙΔΩΣΗ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΒΑΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ

R1: if C and D then F

R2: if F and G then E

R3: if F and H then I

R4: if B and G then H

R5: if A then C

R6: if B then D

ME = {A, B, G}

Στόχος: I

{A, B, G}

R4 → H {A, B, G, H}

R5 → C {A, B, G, H, C}

R6 → D {A, B, G, H, C, D}

R1 → F {A, B, G, H, C, D, F}

R2 → E {A, B, G, H, C, D, F, E}

R3 → I {A, B, G, H, C, D, F, E, I}



ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΑΛΥΣΙΔΩΣΗ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΒΑΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ

R1: if C and D then F

R2: if F and G then E

R3: if F and H then I

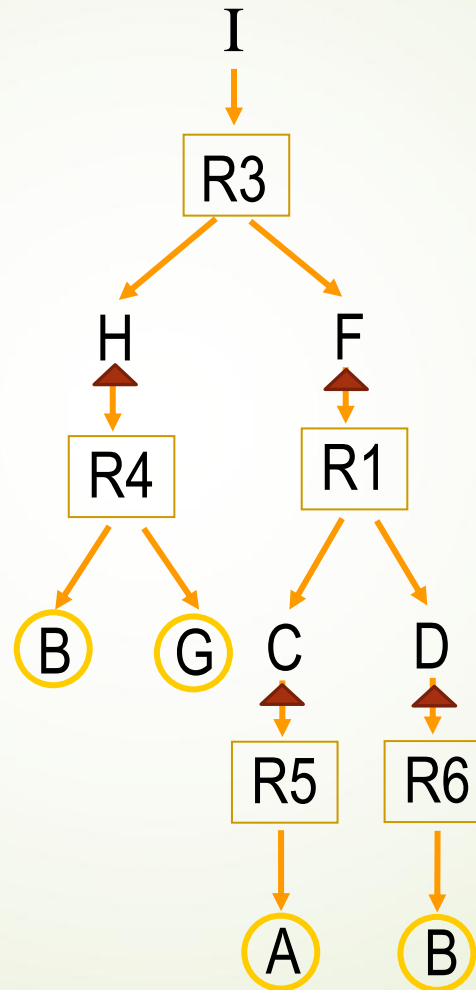
R4: if B and G then H

R5: if A then C

R6: if B then D

ME = {A, B, G}

Στόχος: I



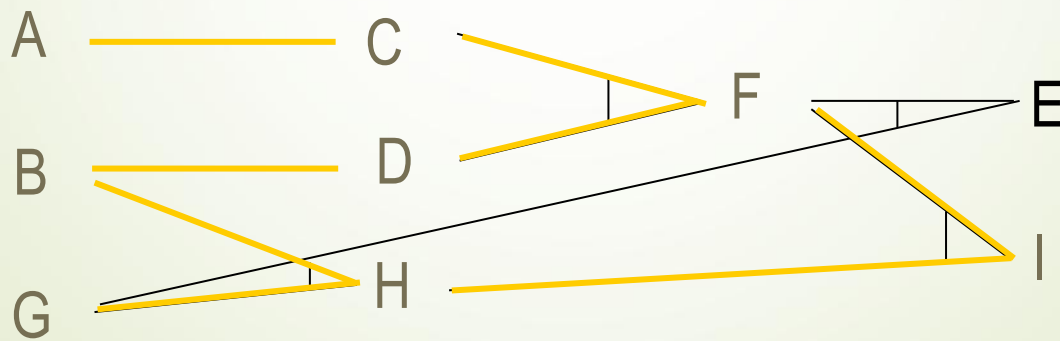
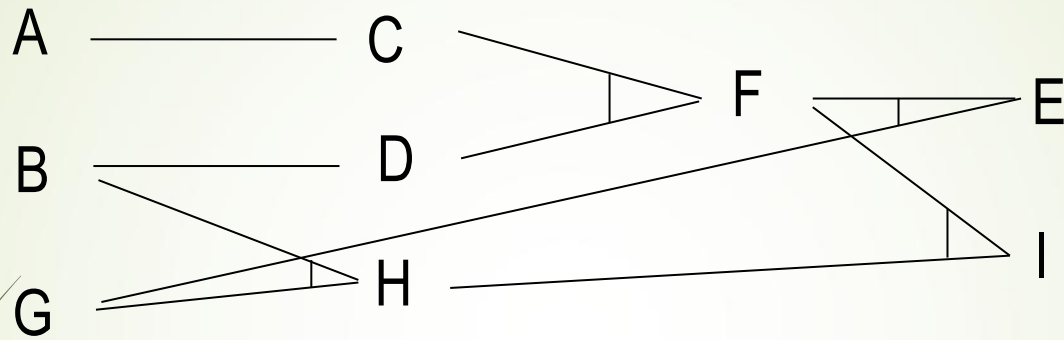
{A, B, G, C, D, H, F, I}

{A, B, G, C, D, H, F}

{A, B, G, C, D}

{A, B, G}

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΒΑΣΗΣ ΚΑΝΟΝΩΝ-ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΥ



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ Ή ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

- 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)

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)

ΚΑΘΟΛΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ (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).

ΚΑΘΟΛΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ (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. $ME=\{A, B\}$, $R1: \text{if } A \text{ then } C$, $R2: \text{if } B \text{ then } D$, $R3: \text{if } C \text{ then } E$. 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