



# Συστήματα Γνώσης

Θεωρητικό Κομμάτι Μαθήματος  
Ενότητα 5: Χαρακτηριστικά, Δομή και Λειτουργία  
Συστημάτων Γνώσης

Νίκος Βασιλειάδης, Αναπλ. Καθηγητής  
Τμήμα Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Χαρακτηριστικά, Δομή και Λειτουργία Συστημάτων Γνώσης

# Συστήματα Γνώσης

- Προγράμματα τα οποία:
  - Επιδεικνύουν νοήμονα συμπεριφορά σε συγκεκριμένους τομείς και διαδικασίες, ανάλογη ενός ανθρώπου με ειδικότητα στον τομέα (π.χ. επιστήμονα, τεχνικού, εμπειρογνώμονα)
  - Κωδικοποιούν και χειρίζονται τη **γνώση** και τη **συλλογιστική** ενός ανθρώπου σε έναν εξειδικευμένο τομέα, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων ή την παροχή συμβουλών.
- Απαιτούν γνώση.
  - Αποκτάται μέσω εμπειρίας ή μελέτης.
  - Περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες, τις εμπειρίες, τις ικανότητες, και τις δεξιότητες που κατέχει ένας άνθρωπος.
- Αρχικά χαρακτηριζόταν ως **έμπειρα συστήματα (expert systems)** γιατί στηριζόταν κυρίως στην εμπειρική γνώση.



# Συστήματα Γνώσης

## Χρήση - Εφαρμογές

- Χρησιμοποιούνται με δύο τρόπους:
  - Από κάποιον άνθρωπο μη-ειδικό, για να παρέχει λύσεις σε συγκεκριμένα προβλήματα.
  - Συμβουλευτικά, από έναν άνθρωπο-ειδικό ο οποίος καλείται να πάρει κάποια απόφαση.
- Τυπικές κατηγορίες εφαρμογών:
  - Ερμηνεία δεδομένων (π.χ. ηχητικών / ηλεκτρομαγνητικών σημάτων)
  - Διάγνωση δυσλειτουργιών (π.χ. βλαβών σε μηχανήματα ή ασθενειών σε ανθρώπους)
  - Διαμόρφωση σύνθετων αντικειμένων (π.χ. πολύπλοκων υπολογιστικών συστημάτων)



# Ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης (1/3)

- Για την ανάπτυξη ενός συστήματος γνώσης πρέπει να συνεργαστούν:
  - Ένας **ειδικός** του **τομέα (domain expert)**.
    - Εξειδικευμένος σε έναν τομέα ανθρώπινης δραστηριότητας.
    - Βοηθάει στη μεταφορά της γνώσης στο σύστημα.
    - Η γνώση που θα μεταφερθεί μπορεί να αποτελεί:
      - α) δική του εμπειρία,
      - β) κοινή επιστημονική ή τεχνολογική γνώση,
      - γ) γνώση καταγεγραμμένη σε βάσεις δεδομένων ή σε έγγραφα.



# Ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης (2/3)

- Για την ανάπτυξη ενός συστήματος γνώσης πρέπει να συνεργαστούν:
  - Ένας **μηχανικός γνώσης (knowledge engineer)**
    - Πληροφορικός, ειδικευμένος σε θέματα ΤΝ και συστημάτων γνώσης.
    - Συνεργάζεται με τον ειδικό με σκοπό τη μεταφορά της γνώσης στο σύστημα.
    - Με βάση τα αποτελέσματα της συνεργασίας σχεδιάζει το σύστημα και τη δομή της γνώσης και στη συνέχεια το αναπτύσσει, με τη βοήθεια προγραμματιστών.



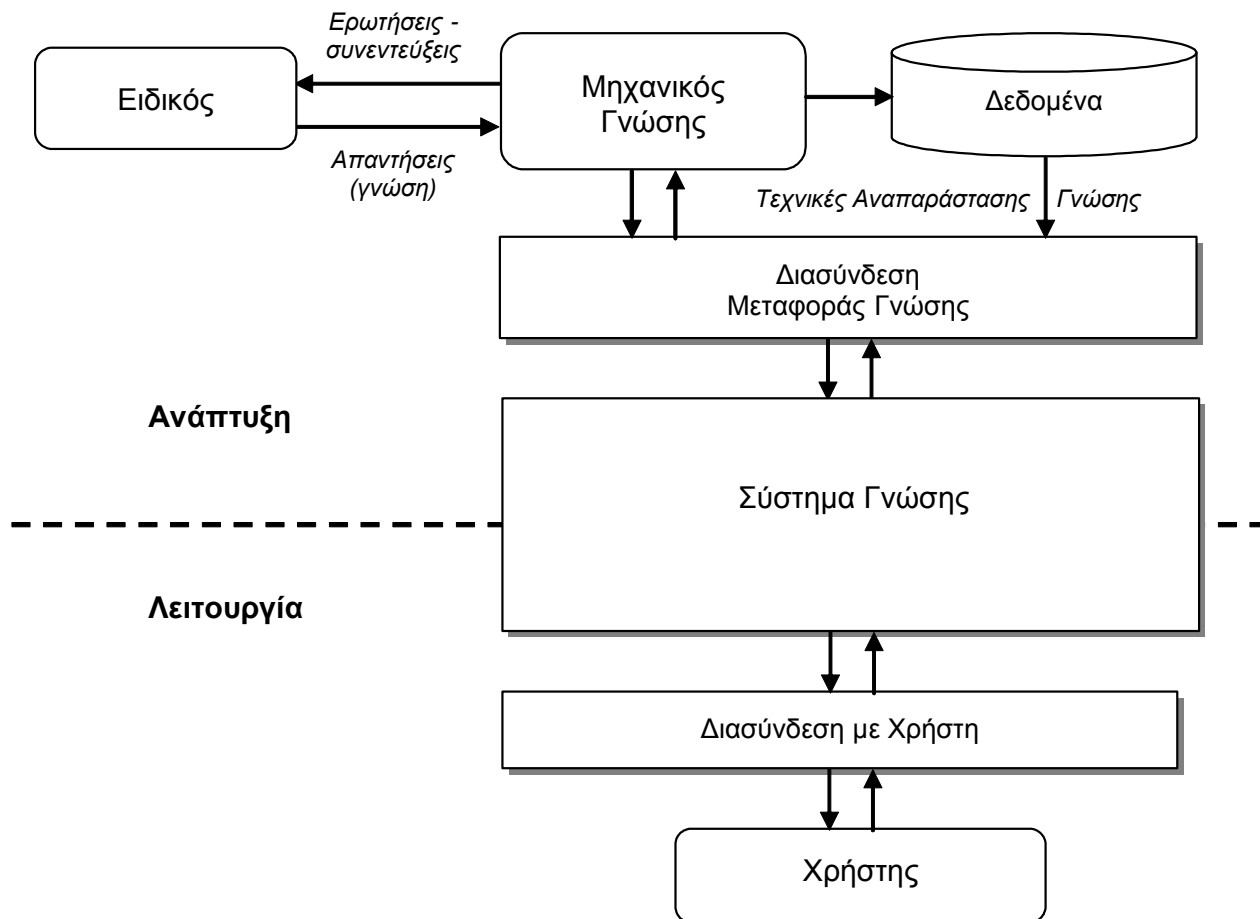


# Ανάπτυξη Συστημάτων Γνώσης (3/3)

- Το τελικό σύστημα χρησιμοποιείται από τον τελικό χρήστη (end user).
  - Δεν είναι απαραίτητο να είναι σχετικός με την επιστήμη των υπολογιστών ή με τον τομέα με τον οποίο ασχολείται το σύστημα γνώσης.
- Ο τομέας της ΤΝ που ασχολείται με την ανάπτυξη συστημάτων γνώσης ονομάζεται **τεχνολογία της γνώσης (knowledge engineering)**.



# Ανάπτυξη και Λειτουργία Συστήματος Γνώσης



# Χαρακτηριστικά Συστημάτων Γνώσης

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΝΩΣΗΣ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
Παράσταση και χειρισμός γνώσης σε επίπεδο συμβόλων	Παράσταση και χειρισμός δεδομένων σε επίπεδο αριθμητικών υπολογισμών
Χρήση γλωσσών που πλησιάζουν την ανθρώπινη	Χρήση γλωσσών που βρίσκονται πλησιέστερα στον τρόπο λειτουργίας του Η/Υ
<b>Βάση γνώσης (δεδομένα και εξαγωγή συμπερασμάτων)</b>	<b>Βάση δεδομένων - η γνώση ενσωματώνεται στο πρόγραμμα</b>
<b>Ευχέρεια στην επέκταση και αναθεώρηση της γνώσης</b>	<b>Η αναθεώρηση της υπάρχουσας γνώσης επιβάλλει ευρείας κλίμακας μεταβολές στο πρόγραμμα</b>
Δυνατότητα χειρισμού ασαφούς, αβέβαιης και μη-πλήρους γνώσης	Δυσχέρεια στο χειρισμό ασαφούς, αβέβαιης και μη-πλήρους γνώσης
Δυνατότητα μη μονότονης συλλογιστικής	Δυσχέρεια στη χρήση μη μονότονης συλλογιστικής
<b>Επεξήγηση του δρόμου συλλογισμού</b>	<b>Ανυπαρξία επεξήγησης</b>



# Χαρακτηριστικά Εμπείρων Συστημάτων

- Τα συστήματα γνώσης που βασίζονται στην εμπειρική γνώση ενός ανθρώπου-ειδικού (έμπειρα συστήματα) έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά:

ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
Προσομοιώνουν τον τρόπο επίλυσης ενός προβλήματος	Προσομοιώνουν το ίδιο το πρόβλημα
Χρήση ευριστικών μεθόδων για περιορισμό του χώρου αναζήτησης	Χρήση αλγορίθμων

Ισχύει και για τα συστήματα γνώσης που βασίζονται στη συλλογιστική των περιπτώσεων.



# Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα ΣΓ

## Σε Σχέση Με Άνθρωπο-Ειδικό

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΕΙΔΙΚΟΣ		ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΝΩΣΗΣ	
<b>Μειονεκτήματα</b>	Γνώση διαθέσιμη όταν ο ίδιος είναι παρών	<b>Πλεονεκτήματα</b>	Γνώση πάντα διαθέσιμη.
	Δυσκολία μεταφοράς-αποτύπωσης γνώσης		Ευκολία μεταφοράς-αποτύπωσης γνώσης
	Συναισθηματικές παρορμήσεις		Εργάζεται με συνέπεια
	Η απόδοσή του επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες		Εργάζεται οπουδήποτε
	Υψηλό κόστος		Χαμηλό κόστος λειτουργίας / Υψηλό κόστος ανάπτυξης
	Υποκειμενικότητα		Αντικειμενικότητα αν η γνώση προέρχεται από πολλούς ειδικούς



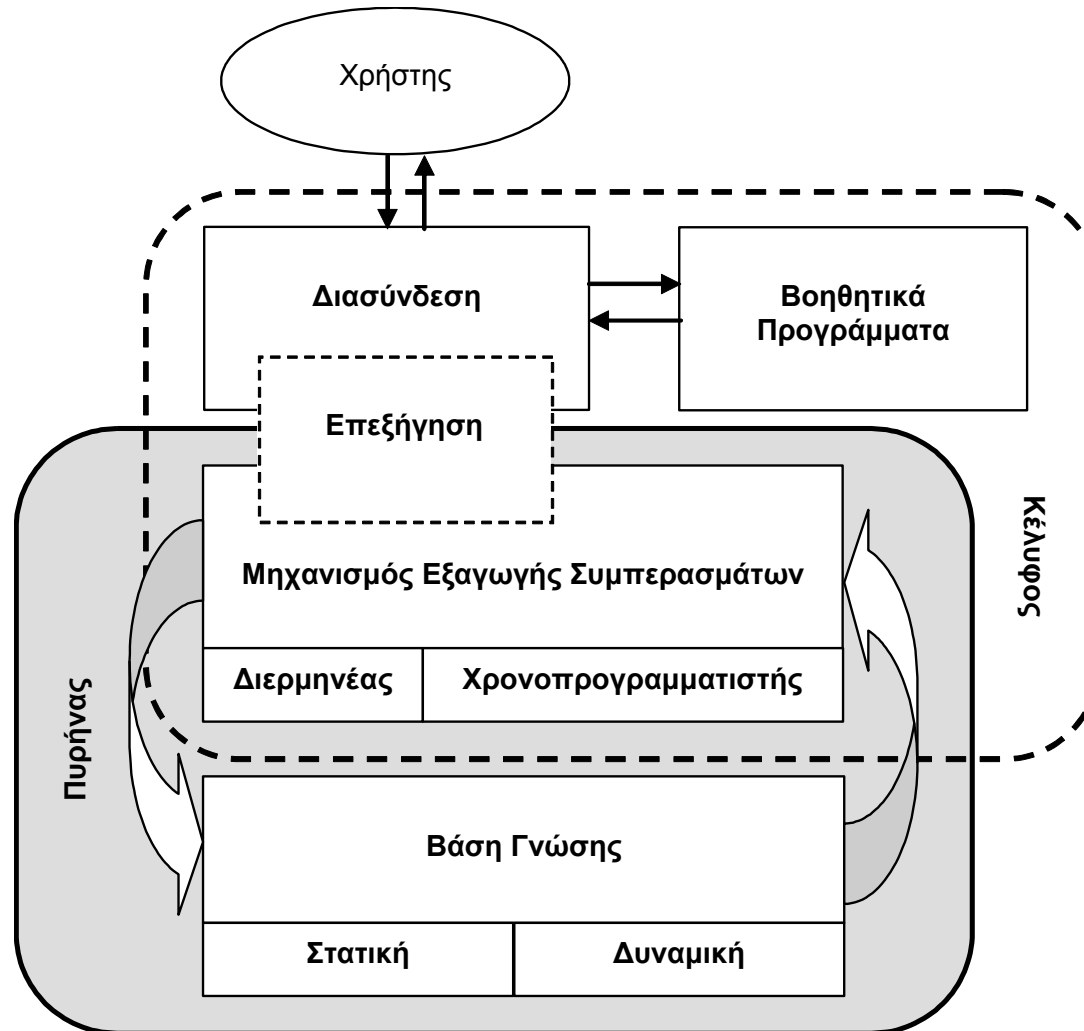
# Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα ΣΓ

## Σε Σχέση Με Άνθρωπο-Ειδικό

ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΕΙΔΙΚΟΣ		ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΝΩΣΗΣ	
<b>Πλεονεκτήματα</b>	Δημιουργικότητα, Ευρύνοια	<b>Μειονεκτήματα</b>	Απουσία έμπνευσης, Περιορισμένο πεδίο σκέψης
	Κοινή λογική		Δυσχέρεια στη μεταφύτευση της κοινής λογικής
	Γνώση των ορίων και δυνατοτήτων τους (μετα-γνώση)		Έλλειψη μετα-γνώσης
	Εκφραστική και λειτουργική επεξήγηση τρόπου σκέψης		Μηχανική επεξήγηση του τρόπου λήψης απόφασης
	Ο έλεγχος της γνώσης γίνεται υποσυνείδητα		Πρέπει η γνώση να ελέγχεται για ορθότητα, πληρότητα, συνέπεια
	Αυτονομία στη μάθηση		Πρέπει να προγραμματιστούν για να μαθαίνουν αυτόματα
	Απόκριση σε πραγματικό χρόνο		Δυσκολία απόκρισης σε πραγματικό χρόνο



# Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης



# Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης

- Ένα σύστημα γνώσης αποτελείται συνήθως από μία ομάδα προγραμμάτων που μπορούν να χωρισθούν σε 3 κατηγορίες:
  - Τον **πυρήνα** του συστήματος γνώσης ο οποίος αποτελείται από δύο μέρη:
    - Τη **βάση γνώσης**.
    - Το **μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων**.
  - Τη **διασύνδεση** και
  - Ένα σύνολο βοηθητικών προγραμμάτων (π.χ. γραφικά-στατιστικά πακέτα, βάσεις δεδομένων, κτλ.)





# Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης

- Ο διαχωρισμός της γνώσης από το μηχανισμό χειρισμού, στον πυρήνα, προσφέρει **διαφάνεια**.
  - Με αλλαγή της γνώσης, το σύστημα γνώσης μπορεί να εκτελεί διαφορετικές λειτουργίες.
- **Κέλυφος (shell)**
  - Ο συνδυασμός της διασύνδεσης με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων.
  - Προέρχεται από την αφαίρεση της βάσης γνώσης από ένα σύστημα γνώσης.
  - Αποτελεί ένα εργαλείο ανάπτυξης συστημάτων γνώσης.
  - Η συνηθέστερη έκφραση είναι **κέλυφος εμπείρων συστημάτων (expert system shell)**, γιατί τα πρώτα κελύφη προήλθαν από τα έμπειρα συστήματα.



# Βάση Γνώσης (Knowledge Base)

- Περιέχει τη γνώση του συστήματος
  - Προέκυψε κατά τη διαδικασία ανάπτυξης
  - Υπάρχουν διάφορες μορφές αναπαράστασης γνώσης (π.χ. κανόνες, πλαίσια).
- Αποτελείται από δύο μέρη:
  - **Στατική**: Περιέχει διαδικασίες, κανόνες, πλαίσια που περιγράφουν το πρόβλημα και τις γνωσιολογικές διαδικασίες επίλυσής τους (αρχικά δεδομένα).
    - Δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.
  - **Δυναμική**: Περιέχει μερικά συμπεράσματα και δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος, καθώς και την τελική λύση του προβλήματος.
    - **Χώρος εργασίας (working memory)**.



# Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων (**Inference Engine**)

- Υπεύθυνος για το χειρισμό της βάσης γνώσης και την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Χωρίζεται σε δύο μέρη:
  - **Διερμηνέας (interpreter)**: Χειρισμός της υπάρχουσας γνώσης και παραγωγή νέας.
    - Είναι υπεύθυνος για την εφαρμογή της συλλογιστικής (reasoning) και την εκτέλεση των κανόνων.
  - **Χρονοπρογραμματιστής (scheduler)**: Αποφασίζει πότε και με ποια σειρά θα χρησιμοποιηθούν οι κανόνες, επιλύοντας το πρόβλημα της **συγκρούσεως (conflict)**.
    - Στρατηγικές επίλυσης συγκρούσεων
    - Μετα-κανόνες



# Διασύνδεση

- Δημιουργεί ένα φιλικό περιβάλλον για την επικοινωνία του χρήστη με το σύστημα γνώσης.
- Υπάρχουν 2 ειδών χρήστες:
  - Ο **τελικός χρήστης (end user)** που χρησιμοποιεί το ΣΓ
    - Γραφικές ευκολίες / απεικονίσεις για είσοδο / έξοδο
  - Ο **ειδικός (expert)** ή ο **μηχανικός γνώσης (knowledge engineer)** που δημιουργήσε τη βάση γνώσης για να προσθέσει ή να αλλάξει γνώση.
    - Απαιτείται έλεγχος της συμφωνίας της νέας γνώσης με την παλιά (**consistency check**).



# Μηχανισμός Επεξήγησης

- Ο χρήστης μπορεί να κάνει ερωτήσεις στο ΣΓ σχετικά με:
  - Τους σκοπούς των ερωτήσεων.
  - Την πορεία του συλλογισμού.
- Ο **μηχανισμός επεξήγησης** αλληλεπιδρά με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων
  - Η πορεία της συλλογιστικής συνδέεται άμεσα με τον τρόπο εκτέλεσης των κανόνων.
- Ο **μηχανισμός επεξήγησης** πρέπει να απαντά στις ερωτήσεις **Πώς & Γιατί**
  - **Πώς (how)** κατέληξε σε ένα συμπέρασμα
  - **Γιατί (why)** ζητά κάποια πληροφορία από το χρήστη.



# Ερώτηση «πώς» (how)

- **Πώς** το ΣΓ κατέληξε σε ένα συμπέρασμα;
- Κρατάει πληροφορίες σχετικά με την αποδεικτική διαδικασία
- Παραθέτει τους κανόνες που ενεργοποιήθηκαν και οδήγησαν στην απόδειξη της τρέχουσας απάντησης
- Παράδειγμα
  - γεγονότα: **A, C**
  - κανόνες: **1: IF A THEN B, 2: IF C THEN D, 3: IF B & D THEN E**
  - Βγαίνει το συμπέρασμα **E**. **Πώς?** Το **E** βγήκε από τον κανόνα 3, επειδή τα **B & D** ισχύουν



# Ερώτηση «γιατί» (why)

- **Γιατί** το ΣΓ ζητά κάποια πληροφορία από το χρήστη;
- Ψάχνει να βρει τους κανόνες που έχουν στην υπόθεσή τους την τρέχουσα πληροφορία
- Μπορεί να επιστρέψει όλη την κατοπινή αλυσίδα συλλογισμών που θα προκαλέσει η ενεργοποίηση αυτών των κανόνων.
- Παράδειγμα:
  - κανόνες: **1: IF A THEN B**, **2: IF C THEN D**, **3: IF B & D THEN E**
  - Ισχύει το **E**? Κάποια στιγμή το σύστημα ρωτάει τον χρήστη αν ισχύει το **A**.
  - **Γιατί**? Γιατί αν γνωρίζω το **A** μπορώ να αποδείξω το **B** που το χρειάζομαι για να αποδείξω το **E**



# Αρχιτεκτονική Μαυροπίνακα

## Blackboard Architecture

- Η επίλυση δύσκολων προβλημάτων απαιτεί κατακερματισμό του προβλήματος σε μικρότερα και απλούστερα υποπροβλήματα, τα οποία επιλύονται ανεξάρτητα.
  - Η λύση του συνολικού προβλήματος συνδυάζει τις λύσεις των επιμέρους προβλημάτων.
- Κάθε επιμέρους πρόβλημα ανατίθεται σε μια **πηγή γνώσης (knowledge source)**.
  - Ημιαυτόνομο σύστημα γνώσης με τη δική του βάση γνώσης και πιθανόν διαφορετικές μορφές αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικές από τις υπόλοιπες πηγές.





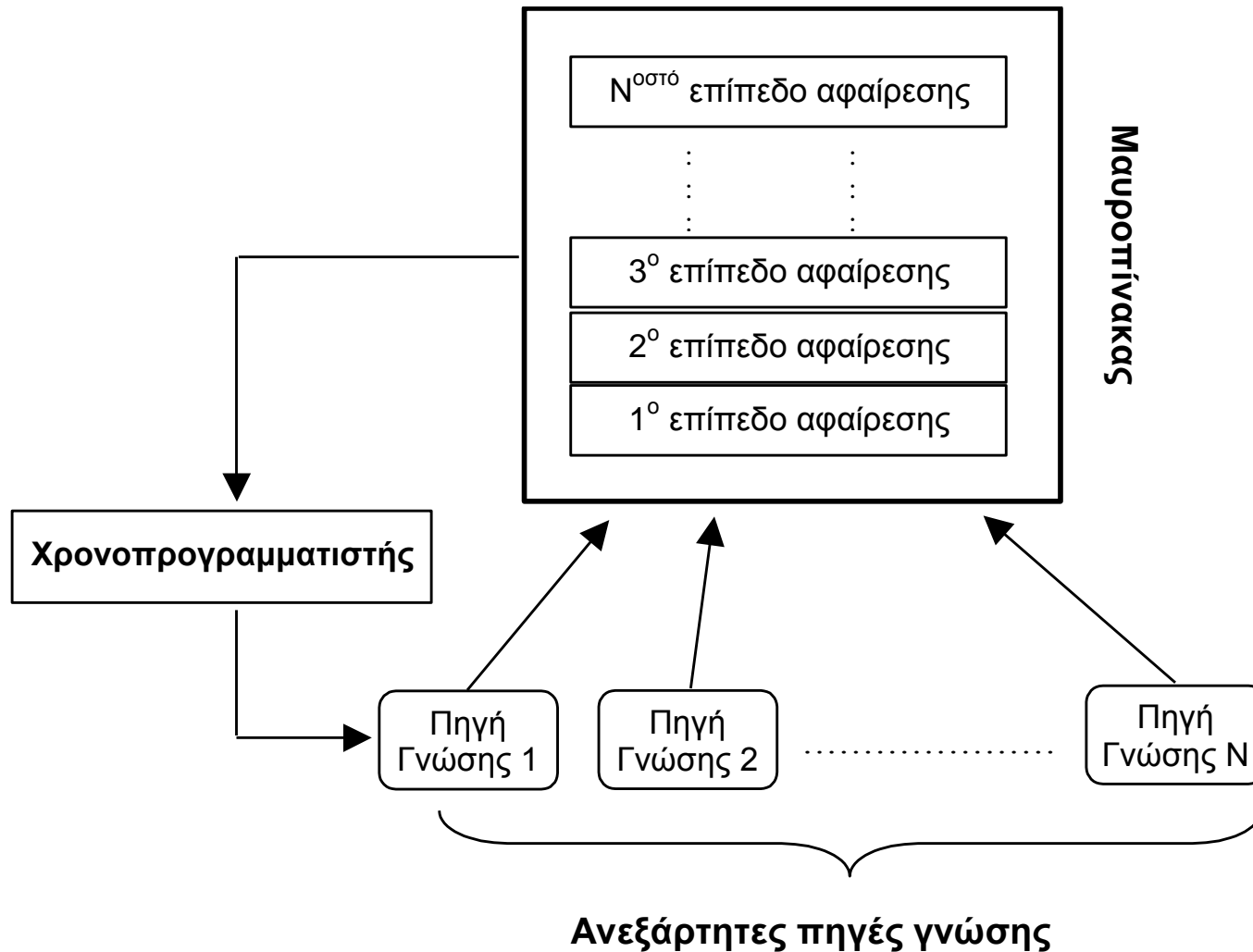
# Αρχιτεκτονική Μαυροπίνακα

## Χώρος Αναζήτησης

- Ο χώρος αναζήτησης διαιρείται σε ιεραρχία επιμέρους **συνόλων μερικών λύσεων**.
  - Κάθε σύνολο χαρακτηρίζεται από διαφορετικό επίπεδο **αφαίρεσης**.
  - Π.χ., στο HEARSAY τα επιμέρους σύνολα είναι ήχοι, φθόγγοι, συλλαβές, λέξεις, ομάδες λέξεων και πραγματικές προτάσεις.
- **Μαυροπίνακας**: Κοινόχρηστη περιοχή μνήμης, που περιέχει τις μερικές λύσεις των διαφόρων επιπέδων αφαίρεσης.
  - Κάθε πηγή γνώσης παρατηρεί και τροποποιεί το περιεχόμενο του μαυροπίνακα.
  - Οι πηγές γνώσης δεν μπορούν να επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους.



# Μοντέλο Αρχιτεκτονικής Μαυροπίνακας



# Αρχιτεκτονική Μαυροπίνακα

## Λειτουργία Συστήματος

- Οι πηγές γνώσης λειτουργούν ταυτόχρονα.
- Παρατηρούν τις μερικές λύσεις που υπάρχουν στο μαυροπίνακα.
- Δημιουργούν νέες μερικές λύσεις, σε μεγαλύτερο επίπεδο λεπτομέρειας.
- Τροποποιούν ή διαγράφουν μια υπάρχουσα μερική λύση.
  - Νέα δεδομένα που ήρθαν στο μαυροπίνακα αναιρούν τα δεδομένα που ήδη υπήρχαν σε αυτόν.



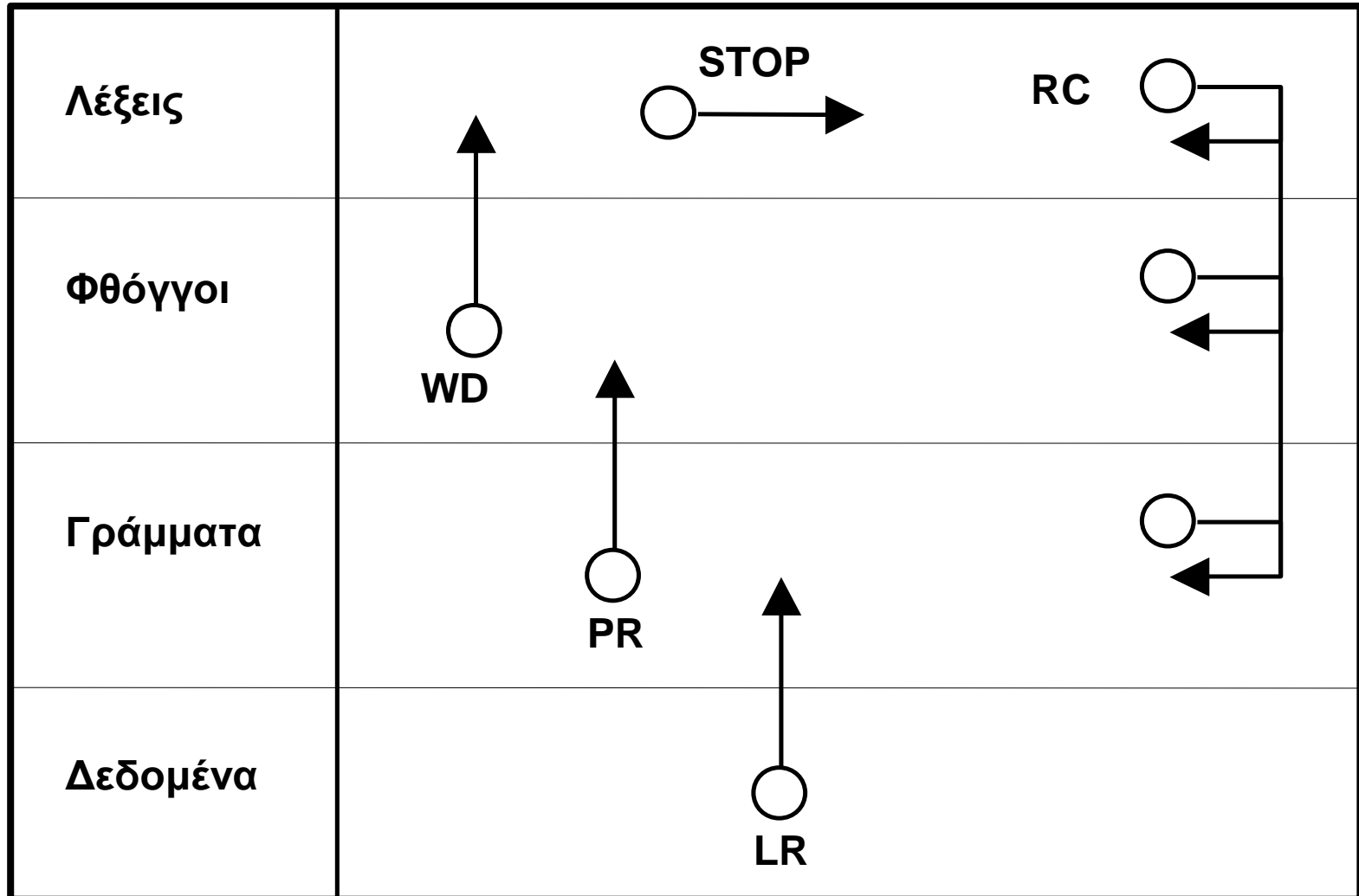
# Αρχιτεκτονική Μαυροπίνακα

## Χρονοπρογραμματιστής

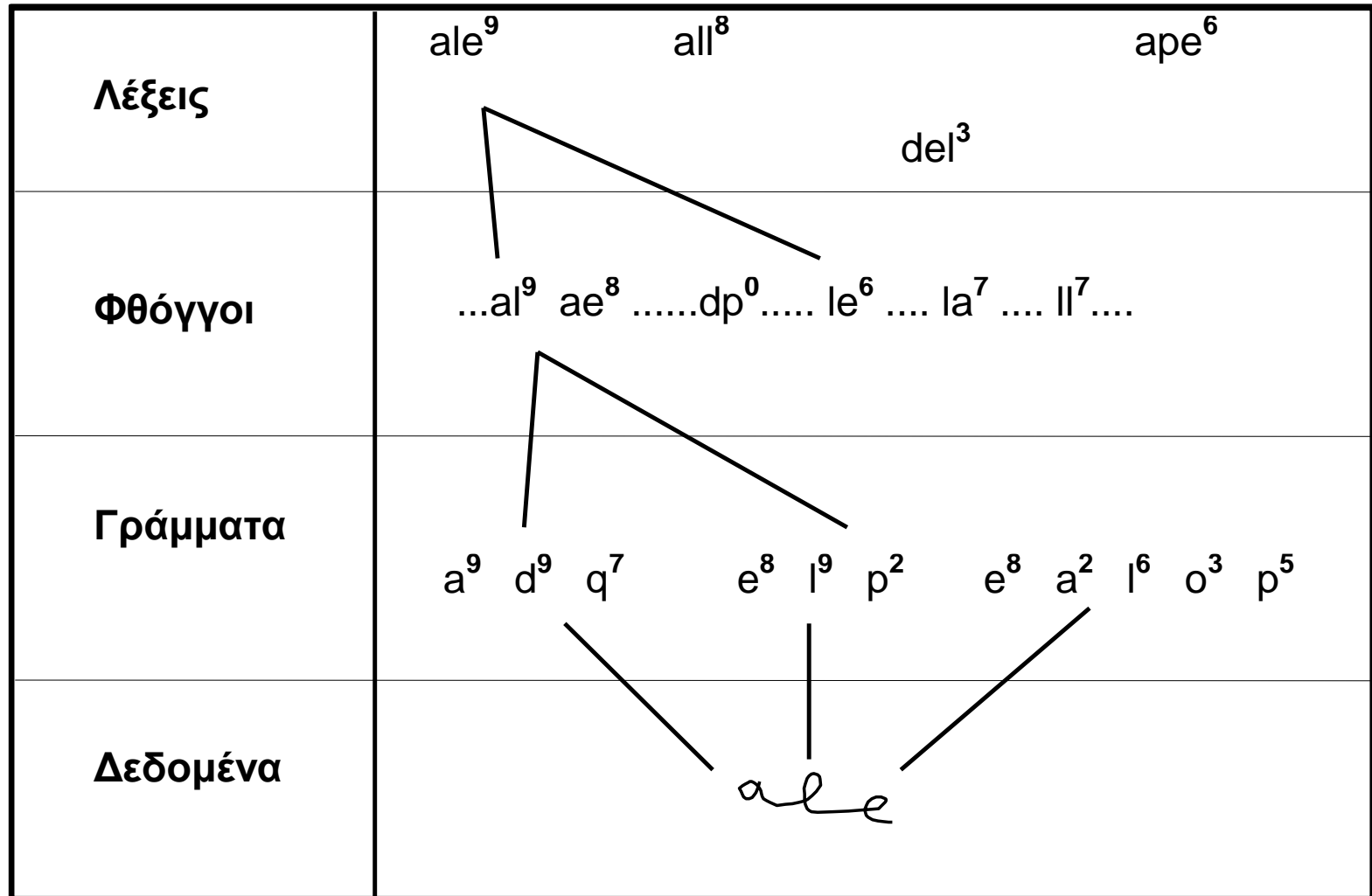
- Ελέγχει τα δεδομένα που υπάρχουν στο μαυροπίνακα
  - Κρίνει σε ποια πηγή γνώσης πρέπει να επιτραπεί η πρόσβαση
- Διατηρεί μια ατζέντα με τις αιτήσεις των υπολοίπων πηγών γνώσης που ζήτησαν πρόσβαση στο μαυροπίνακα.
- Επιτρέπει σε μία μόνο από τις πηγές γνώσης να έχει πρόσβαση στο μαυροπίνακα, σε κάθε κύκλο εκτέλεσης του συστήματος.
- Εάν κάποια στιγμή δεν υπάρχει καμία αίτηση για πρόσβαση στο μαυροπίνακα, η λειτουργία του συνολικού συστήματος τερματίζεται.



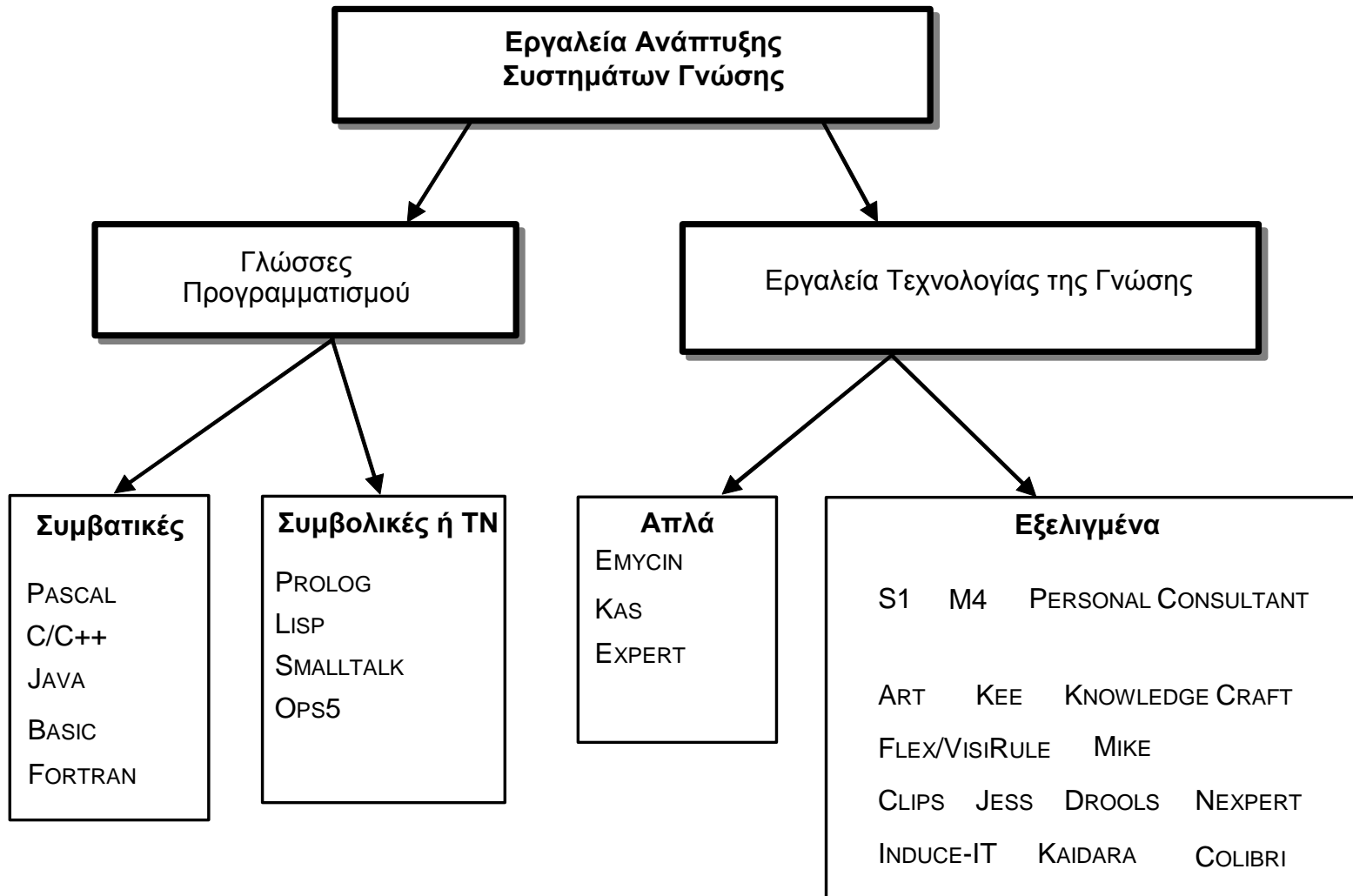
# Παράδειγμα Επιπέδων Αφαίρεσης σε Σύστημα Αναγνώρισης Ομιλίας



# Παράδειγμα Αναγνώρισης Λέξης



# Εργαλεία Ανάπτυξης Συστημάτων Γνώσης



# (Κλασικές) Γλώσσες Προγραμματισμού ΤΝ

- Αποτελούν εργαλείο για γρήγορη κατασκευή πρωτοτύπου του ΣΓ
  - Ο κώδικας μπορεί να εκτελεστεί και να ελεγχθεί την ώρα που δημιουργείται.
  - Η διασύνδεση με το χρήστη δεν είναι (ήταν) αρκετά εξελιγμένη.
  - Διαθέτουν συνήθως έναν απλό μηχανισμό ελέγχου.
- Δίνουν στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να δημιουργήσει:
  - Μηχανισμό ελέγχου για το σύστημα γνώσης (συλλογιστική).
  - Τρόπο αναπαράστασης της γνώσης, με τις δομές δεδομένων.
- Κατηγορίες γλωσσών προγραμματισμού ΤΝ:
  - Συναρτησιακός προγραμματισμός (π.χ. LISP)
  - Λογικός προγραμματισμός (π.χ. PROLOG)
  - Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (π.χ. SMALLTALK)
  - Προγραμματισμός με κανόνες παραγωγής (π.χ. OPS5, CLIPS)





# Προγραμματισμός με Κανόνες Παραγωγής (**OPS5, CLIPS**)

- Αποτελεί φυσικό τρόπο υλοποίησης της γνώσης.
- Είναι εύκολος στην εκμάθηση, λόγω απλότητας
  - Η απλότητα είναι αρκετές φορές περιοριστική, αφού δεν επιτρέπει τη δημιουργία σύνθετων αναπαραστάσεων της γνώσης ή απλών διαδικαστικών αλγορίθμων.
- Χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Rete
  - Επιταχύνει την ταυτοποίηση (pattern matching) των κανόνων με τα δεδομένα στη μνήμη εργασίας



# Προγραμματισμός με Κανόνες Παραγωγής (**OPS5, CLIPS**)

- Μηχανισμός ελέγχου:
  - Βασίζεται στη συγκέντρωση των ενεργοποιημένων κανόνων στο σύνολο συγκρούσεων.
  - Εφαρμόζονται ευριστικοί αλγόριθμοι επίλυσης συγκρούσεων για την επιλογή του κανόνα που θα εκτελεστεί.
- Λύσεις:
  - Συνδυασμός με άλλες προγραμματιστικές τεχνικές (π.χ. συναρτήσεις, αντικείμενα / CLIPS)
  - Χρήση προηγμένων αρχιτεκτονικών δόμησης συστημάτων TN (π.χ. μαυροπίνακας)



# Εργαλεία Τεχνολογίας Γνώσης

- Εξειδικευμένα εργαλεία για την ανάπτυξη συστημάτων γνώσης.
- Σημαντικά χαρακτηριστικά:
  - Μορφές αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής
  - Ευκολίες διασύνδεσης με το χρήστη και με το περιβάλλον γενικότερα
- Τα σύγχρονα εργαλεία είναι εξελιγμένα
  - Τα απλά εργαλεία παρουσιάστηκαν κυρίως στις δεκαετίες του '70 και του '80



# Απλά Εργαλεία

- Είναι γνωστά ως κελύφη εμπείρων συστημάτων (expert system shells).
- Προήλθαν από υπάρχοντα έμπειρα συστήματα, με αφαίρεση της βάσης γνώσης τους
  - Περιβάλλουν ως κελύφη μια βάση γνώσης.
- Ο όρος χρησιμοποιείται καταχρηστικά για να περιγράψει όλα τα εργαλεία τεχνολογίας γνώσης



# Εξελιγμένα Εργαλεία

- Υποστηρίζουν:
  - Πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής
  - Εξελιγμένες δυνατότητες διασύνδεσης.
  - Μεγαλύτερη γενικότητα εφαρμογών.
- Διαφορές με τα απλά εργαλεία:
  - Δε δεσμεύονται από τη δόμηση και τους περιορισμούς κάποιου συστήματος γνώσης.
  - Δίνουν πολλές δυνατότητες στην κατασκευή και τη συντήρηση των συστημάτων γνώσης.
  - Δυσκολότερα στην εκμάθηση
    - Περιέχουν πολλές και ετερογενείς προγραμματιστικές έννοιες



# Είδη Εξελιγμένων Εργαλείων

- Κάποια προήλθαν αρχικά από έμπειρα συστήματα
  - Στη συνέχεια μετατράπηκαν και επεκτάθηκαν ώστε να υποστηρίζουν περισσότερα είδη αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής.
  - Π.χ. PERSONAL CONSULTANT, S1 και M4, κ.ά.
- Κάποια αναπτύχθηκαν από την αρχή σε γλώσσα προγραμματισμού
  - ART, KEE, και KNOWLEDGE CRAFT (αναπτύχθηκαν σε LISP)
  - FLEX και MIKE (αναπτύχθηκαν σε PROLOG)
  - NEXPERT και CLIPS (αναπτύχθηκαν σε C/C++)
  - JESS, Drools (αναπτύχθηκαν σε JAVA)
- Υπάρχουν εργαλεία που υποστηρίζουν την ανάπτυξη συστημάτων γνώσης με τη χρήση της συλλογιστικής των περιπτώσεων
  - Π.χ. INDUCE-IT, KAIDARA, Colibri, κτλ.



# Το Κέλυφος ΕΜΥCIN

- Προήλθε από το έμπειρο σύστημα MYCIN.
- Τα γεγονότα παριστάνονται σαν τριάδες: "έννοια-παράμετρος-τιμή".
  - Κάθε τριάδα συνοδεύεται και από ένα συντελεστή βεβαιότητας.
- Οι κανόνες εκτελούνται ανάστροφα:
  - Όταν επαληθεύεται η συνθήκη τότε προστίθενται στη μνήμη οι τριάδες της ενέργειας.
  - Η ενέργεια συνοδεύεται με συντελεστές βεβαιότητας.
- Υποστηρίζονται μετα-κανόνες:
  - Εξετάζουν τις συνθήκες των κανόνων που μπορούν να εκτελεστούν.
  - Καθορίζουν τη σειρά εκτέλεσης, ή αποτρέπουν την εκτέλεση κάποιων κανόνων.
- Μειονέκτημα: Δεν είναι κατάλληλα για την επίλυση όλων των προβλημάτων, αφού δημιουργήθηκαν από έμπειρο σύστημα που επιλύει συγκεκριμένο πρόβλημα.



# Personal Consultant

- Εξέλιξη του ΕΜΥCIN.
  - Γεγονότα και Κανόνες.
  - Τα γεγονότα παριστάνονται με τριάδες
  - Υποστηρίζει αβεβαιότητα
  - **Υποστηρίζει ανάστροφη και ορθή συλλογιστική**
- Εξελιγμένες δυνατότητες:
  - Επεξεργαστής κειμένου για τη βάση γνώσης
  - Επεξήγηση πορείας συλλογισμού
  - Πρόγραμμα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας
  - Έλεγχος της συνέπειας της βάσης γνώσης





# ART (Automated Reasoning Tool)

- Προσφέρει διάφορους τρόπους αναπαράστασης γνώσης
  - Κανόνες (ορθή - ανάστροφη συλλογιστική)
  - Πλαίσια, Σενάρια, ...
- Εξελιγμένοι μηχανισμοί ελέγχου
  - Αρχιτεκτονική μαυροπίνακα
  - Μηχανισμός **συντήρησης αλήθειας (truth maintenance)**
- Εξελιγμένες δυνατότητες:
  - Γραφικό εργαλείο για τη σταδιακή ανάπτυξη της βάσης γνώσης μέσω παραθύρων, μενού, κλπ.
  - Δυνατότητα κλήσης προγραμμάτων σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Εμμανουήλ Ρήγας

Θεσσαλονίκη, 17/3/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ