



Τμήμα Φυσικοθεραπείας



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΥΓΕΙΑΣ

Έμπειρα Συστήματα

Δρ. Ισίδωρος Περίκος

Ορισμοί Έμπειρα Συστήματα (Ε.Σ)

- **Hayes-Roth (1984):** αναφέρει ότι τα έμπειρα συστήματα χρησιμοποιούν ανθρώπινη γνώση για να επιλύσουν προβλήματα που κανονικά για να επιλυθούν χρειάζονταν ανθρώπινη γνώση.
- **Sell (1985):** Ε.Σ είναι ένα σύστημα βασιζόμενο στη γνώση που προσομοιάζει τη σκέψη του ειδικού προκειμένου να επιλύσει σημαντικά προβλήματα σε ένα πεδίο.
- **Hart (1986):** Ε.Σ είναι προγράμματα τα οποία εκτελούν εργασίες τις οποίες συνήθως τις κάνουν ειδικοί.



Ορισμοί Έμπειρα Συστήματα (Ε.Σ)

- Doukidis (1988) και (Doukidis and Paul 1992): ΕΣ είναι ένα πρόγραμμα που βοηθά το χρήστη παρέχοντας πληροφορίες σε κάποιο ιδιαίτερο πεδίο.
- **Έμπειρο Σύστημα (ΕΣ) (Expert Systems):**
 - Ένα πρόγραμμα το οποίο ενσωματώνει τη γνώση ενός ειδικού (human expert) για την επίλυση προβλημάτων
 - Περιλαμβάνει τόσο διαδικαστική (procedural) όσο και περιγραφική (descriptive) γνώση
 - Διαθέτει εμπειρία επίλυσης ενός προβλήματος η οποία προέρχεται κυρίως από γνώση παρά από λογική σκέψη.
 - Είναι ένα πρόγραμμα το οποίο αποτελείται από γνώση και διαθέτει έναν μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων.

Έμπειρα Συστήματα (Ε.Σ)

- Απαιτούν **Εμπειρική γνώση**.
 - Δεν είναι μόνο γνώση ή εκπαίδευση πάνω σε ένα συγκεκριμένο τομέα.
 - Περιλαμβάνει εξειδικευμένες ικανότητες που έχουν αποκτηθεί με κόπο και χρόνο.
- 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.

Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Έμπειρου Συστήματος

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΕΙΔΙΚΟΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Ε.Σ)
	Γνώση Διαθέσιμη όταν ο ίδιος είναι παρών		Γνώση πάντα διαθέσιμη
	Δυσκολία μεταφοράς-αποτύπωσης γνώσης		Ευκολία μεταφοράς-αποτύπωσης γνώσης
	Συναισθηματικές παρορμήσεις		Εργάζεται με συνέπεια
	Η απόδοση του επηρεάζεται από εξωγενείς παράγοντες		Εργάζεται οπουδήποτε
	Υψηλό Κόστος		Χαμηλό κόστος λειτουργίας-Υψηλό Κόστος Ανάπτυξης
	Υποκειμενικότητα		Αντικειμενικότητα αν η γνώση προέρχεται από πολλούς ειδικούς
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΕΙΔΙΚΟΣ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (Ε.Σ)
	Δημιουργικότητα		Απουσία έμπνευσης. Περιορισμένο πεδίο σκέψης
	Κοινή Λογική		Δυσχέρεια στη μεταφύτευση της κοινής λογικής
	Γνώση των ορίων και δυνατοτήτων τους		Έλλειψη μετα-γνώση
	Εκφραστική και λειτουργική επεξήγηση του τρόπου σκέψης τους		Μηχανική επεξήγηση του τρόπου λήψης απόφασης
	Έλεγχος της γνώσης γίνεται υποσυνείδητα		Πρέπει η γνώση να ελέγχεται για ορθότητα πληρότητα και συνέπεια
	Αυτονομία στη μάθηση		Πρέπει να προγραμματιστούν για να μαθαίνουν αυτόματα
	Απόκριση σε πραγματικό χρόνο		Δυσκολία Απόκρισης σε πραγματικό χρόνο

Ανάπτυξη Έμπειρων Συστημάτων

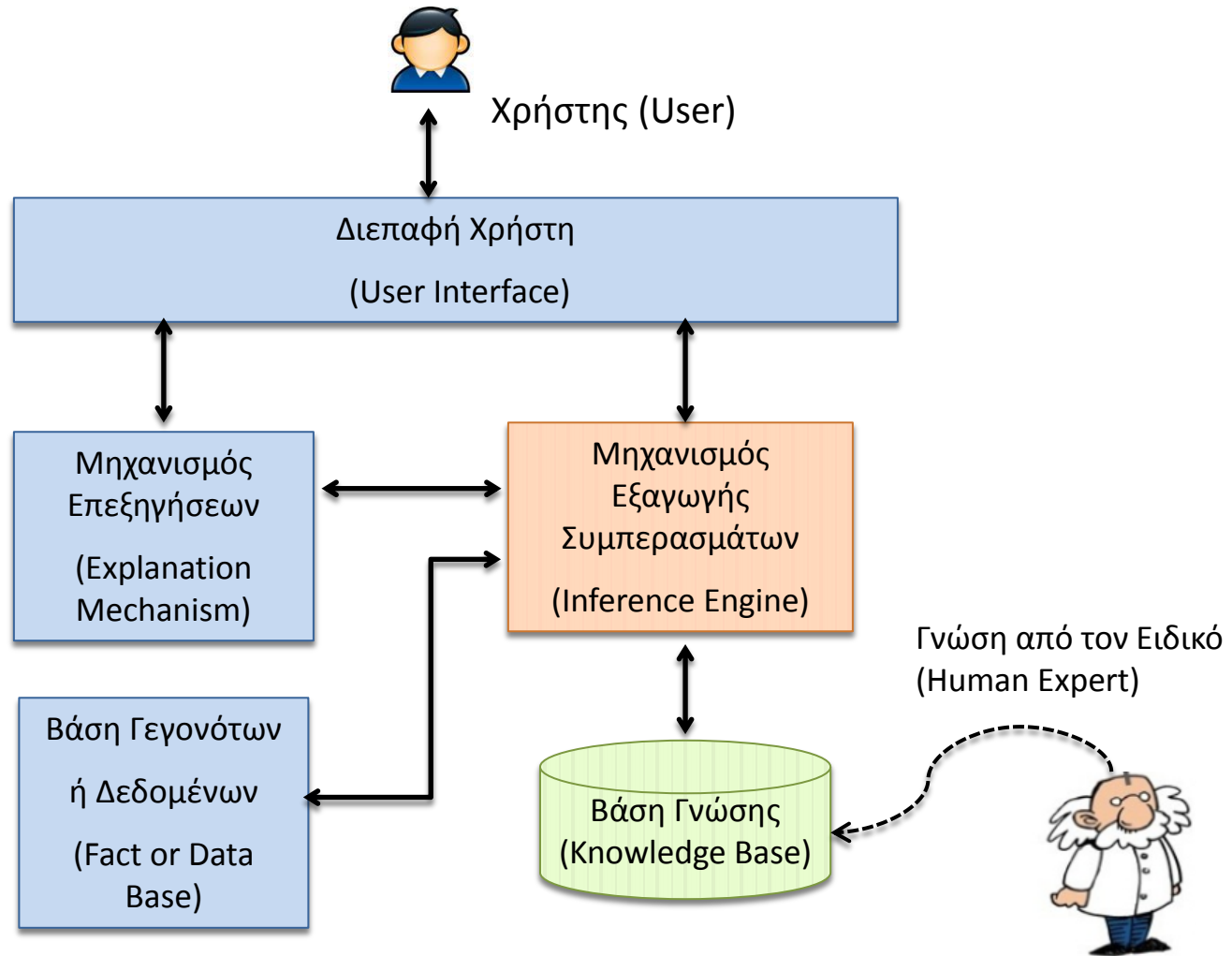
- Για την ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος πρέπει να συνεργαστούν:
 - Ένας ειδικός του τομέα (Domain Expert).
 - Είναι κάποιος άνθρωπος εξειδικευμένος σε ένα τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας.
 - Η γνώση του για τον τομέα αυτό θα μεταφερθεί στο σύστημα.
- Ένας μηχανικός γνώσης (Knowledge Engineer) με σκοπό τη λήψη της εμπειρίας του πρώτου.
 - Είναι ένας επιστήμονας της πληροφορικής, ειδικευμένος σε θέματα ΤΝ και έμπειρων συστημάτων.
 - Με βάση τα αποτελέσματα της συνεργασίας σχεδιάζει το σύστημα και τη δομή της γνώσης και στη συνέχεια το αναπτύσσει.
- Ο τομέας της ΤΝ που ασχολείται με την ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων ονομάζεται τεχνολογία της γνώσης (knowledge engineering)

Έμπειρα Συστήματα

- **Βασικά Χαρακτηριστικά ΕΣ**

- Χρήση ευριστικής γνώσης (heuristic knowledge) σχετικής με το πεδίο της εφαρμογής
- Διαχωρισμός γνώσης από το χειρισμό της
 $ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ = ΓΝΩΣΗ + ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΣ$
- Διαχείριση συμβόλων (συμβολικός υπολογισμός-symbolic computation)

Δομή Έμπειρου Συστήματος



Βάση Γνώσης

- Η Βάση Γνώσης (Knowledge Base) περιέχει την κωδικοποιημένη γνώση όπως την όρισε κάποιος ειδικός.πάρχουν διάφορες μορφές αναπαράστασης γνώσης:
- Κανόνες: if <...>
 then
 <...> else
- Σημασιολογικά Δίκτυα (Semantic Nets), Πλαίσια (Frames), Αντικειμενοστραφή Μοντέλα, κ.α

Βάση Γνώσης

- **Στατική:**

- Δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος
- Αρχικά δεδομένα , διαδικασίες, κανόνες, πλαίσια
- Περιγραφή του προβλήματος και των γνωσιολογικών επίλυσης του

- **Δυναμική:**

- Χώρος Εργασίας (working Memory)
- Μερικά Συμπεράσματα που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος
- Τελική λύση του προβλήματος

Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων

- **Ο Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων:** (Inference Engine) αποτελεί τον πυρήνα του ΕΣ που συνδυάζει την γενική γνώση που είναι αποθηκευμένη στην Βάση Γνώσης και την εξειδικευμένη που βρίσκεται στην Λειτουργική Μνήμη για να εξάγει μια απόφαση-συμπέρασμα.
- **Διερμηνέας (interpreter)**
 - Χειρισμός υπάρχουσας γνώσης και παραγωγή νέας.
 - Εφαρμογή συλλογιστικής (reasoning) και εκτέλεση κανόνων.
- **Χρονοπρογραμματιστής (scheduler)**
 - Αποφασίζει πότε και με ποια σειρά θα πυροδοτηθούν οι κανόνες.
 - Επιλύει το πρόβλημα των συγκρούσεων (conflict).
 - Στρατηγικές Επίλυσης Σύγκρουσης.

Διεπαφή

- Διεπαφή χρήστη (User Interface) είναι μέρος του συστήματος όπου ο χρήστης θέτει τα ερωτήματά του και αναλαμβάνει να μεταφέρει τα ερωτήματα στην μηχανή συμπερασμού του συστήματος. Στην συνέχεια μεταφέρει και προβάλλει τα αποτελέσματα στον χρήστη.
- Ο χρήστης αλληλεπιδρά με το Έμπειρο Σύστημα δια μέσω της διεπαφής.
- Δημιουργία φιλικού περιβάλλοντος για επικοινωνία του χρήστη με το σύστημα.

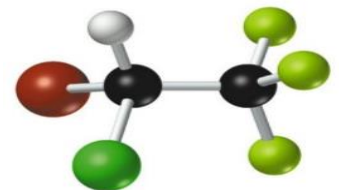
Μηχανισμός Επεξήγησης

- Αναλαμβάνει να εξηγήσει στον χρήστη πως προέκυψε το τελικό συμπέρασμα του συστήματος και την συλλογιστική που ακολουθήθηκε.
- Αλληλεπιδρά με τον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων.
- Κρατάει πληροφορίες σχετικά με την αποδεικτική διαδικασία, και παραθέτει τους κανόνες που ενεργοποιήθηκαν σε κάθε κύκλο λειτουργίας

Γνωστά Έμπειρα Συστήματα

DENDRAL

- Αναπτύχθηκε το 1965 στο πανεπιστήμιου του Στάφορντ από τους Bruce Buchanan, Joshua Lederberg και Edward Feigenbaum και κύριος στόχος ήταν η παροχή βοήθειας σε χημικούς για την πρόβλεψη της μοριακής δομής οργανικών ενώσεων.
- Κύριο χαρακτηριστικό του *Dendral* ήταν η χρήση ευριστικών κανόνων για τον περιορισμό του χώρου αναζήτησης.
- Το σύστημα που ήταν υλοποιημένο στην γλώσσα *Lisp* γνώρισε μεγάλη επιτυχία και ο Buchanan στη συνέχεια διαχωρίζοντας την μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων από την βάση γνώσης παράγαγε το πρώτο εργαλείο ανάπτυξης έμπειρων συστημάτων.



Γνωστά Έμπειρα Συστήματα

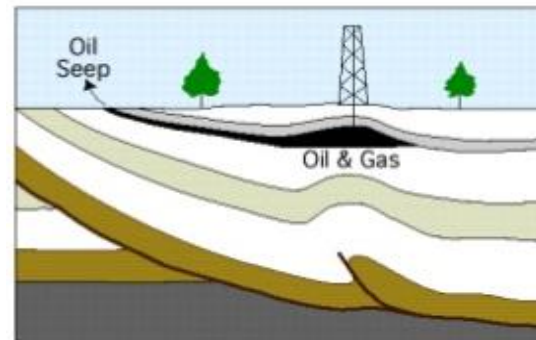
MYCIN

- Διάγνωση μηνιγγίτιδας.
- Λόγω της σοβαρότητας αυτών των μολύνσεων, η θεραπευτική αγωγή χρειάζεται να αρχίσει άμεσα, πριν δηλαδή την πάροδο 48 ωρών που είναι το χρονικό διάστημα που συνήθως απαιτείται, με χρήση καλλιεργειών, για την αναγνώριση των ταυτοτήτων των μικροβιολογικών οργανισμών που είναι υπεύθυνοι για τη μόλυνση.
- Χειρισμός αβέβαιων γνώσεων με συντελεστές βεβαιότητας

Γνωστά Έμπειρα Συστήματα

PROSPECTOR

- Ενεργεί ως σύμβουλος ώστε να βοηθήσει τους γεωλόγους - εξερευνητές στην αναζήτησή τους για κοιτάσματα ορυκτών.
- Με βάση μια γεωλογική περιοχή, εκτιμάει την πιθανότητα να βρεθούν συγκεκριμένοι τύποι μεταλλικών ορυκτών σε αυτήν, προσπαθώντας μάλιστα να προβλέψει και την ακριβή θέση του κοιτάσματος.
- Χρήση σημασιολογικών δικτύων και δικτύων πιθανοτήτων



Διαδικασία Ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων

- Ο κύκλος ζωής ανάπτυξη Έμπειρων Συστημάτων αποτελείται:
 - Ανάλυση του Προβλήματος (Problem Analysis)
 - Απόκτηση της Γνώσης (Knowledge Acquisition)
 - Σχεδίαση
 - Υλοποίηση
 - Επαλήθευση και Έλεγχος Αξιοπιστίας
 - Συντήρηση

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Ανάλυση προβλήματος:**

- Στο στάδιο της ανάλυσης του προβλήματος προσδιορίζεται η μορφή της επιθυμητής λύσης του προβλήματος.
- Είναι το πρόβλημα **κατάλληλο** για επίλυση από ένα έμπειρο σύστημα ή συμβατικό πρόγραμμα;
- Πρέπει να διερευνηθεί η ύπαρξη έτοιμων μελετών περιπτώσεων επίλυσης του προβλήματος (case-studies) και να εξεταστεί αν υπάρχουν διαθέσιμα τα κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξη του συστήματος.
- Εκτίμηση του κόστους της ανάπτυξης ενός Έμπειρου Συστήματος όπως του ανθρώπινου δυναμικού, του χρόνου κ.α
- **Ποια είναι τα οφέλη από την κατασκευή του έμπειρου συστήματος;**

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Ανάλυση Προβλήματος:**
 - Εκτίμηση Εφαρμοσιμότητας Έμπειρων Συστημάτων.
 - Εκτίμηση διαθεσιμότητας πόρων.
 - Εκτίμηση κόστους-ωφέλειας.

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Απόκτηση της Γνώσης:** είναι η διαδικασία της εξαγωγής, δόμησης και οργάνωσης της γνώσης από πολλαπλές πηγές γνώσεων, συνήθως ανθρώπους ειδικούς, έτσι ώστε η να μετασχηματιστεί σε μία μορφή αναγνώσιμη από το υπολογιστικό σύστημα.
- **Εκμαίευση Γνώσης (Knowledge Elicitation) :** από τον άνθρωπο ειδικό, μέσω ενός κύκλου συνόδων μεταξύ του μηχανικού γνώσης και του ειδικού του τομέα.

Απόκτηση της Γνώσης

- **Κλασική μέθοδος** εκμαίευσης της γνώσης είναι η χρήση των πλεγμάτων ρεπερτορίων (repertory grids).
- Μη κλασικές Μέθοδοι:
 - **Ημι-Αυτόματες Μέθοδοι:** Ο ειδικός εισάγει απευθείας τη γνώση στο σύστημα χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό, πχ TEIRESIAS, OPAL κλπ.
 - **Αυτόματες μέθοδοι** όπου το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης (machine Learning).

Απόκτηση της Γνώσης

- **Ανάλυση της γνώσης** (knowledge analysis): εκμαίευση της γνώσης από τον άνθρωπο-ειδικό με σκοπό τη δημιουργία ενός **μοντέλου της γνώσης** (knowledge Modeling)
- Ευριστικές διαδικασίες, έννοιες ή δομές ταξινόμησης αναλύονται και τυποποιούνται σε αναπαραστάσεις που μπορεί να είναι της μορφής των ευριστικών κανόνων, των σημασιολογικών δικτύων ή των σχημάτων ταξινόμησης
- Οι αναπαραστάσεις μετασχηματίζονται σε συγκεκριμένα σχήματα που υποστηρίζονται από το εργαλείο ανάπτυξης του Έμπειρου Συστήματος.
- Υπάρχουν μεθοδολογίες που τυποποιούν τη μοντελοποίηση της γνώσης, όπως η KADS.

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- Σχεδίαση:
- Προσδιορίζονται:
 - Η μορφή με την οποία θα γίνει η αναπαράστασης της γνώσης, όπως κανόνες, πλαίσια κτλ.
 - Η επιλογή του εργαλείου ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων που θα χρησιμοποιηθεί και το οποίο θα κρίνει σε μεγάλο βαθμό τη μορφή της αναπαράστασης της γνώσης.
 - Η συλλογιστική που θα χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Σχεδίαση:**
- Παράγεται η αρχιτεκτονική του συστήματος
- Λαμβάνονται υπόψη:
 - Οι αποφάσεις που είχαν ληφθεί κατά το στάδιο της ανάλυσης του προβλήματος σχετικά με την τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί και το μοντέλο της γνώσης που είχε επιλεγεί.
 - Η σχεδίαση να ικανοποιεί τις δεσμεύσεις απέναντι στις απαιτήσεις των χρηστών

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Σχεδίαση:**

- Τελική επιλογή γλώσσας αναπαράστασης
- Τελική επιλογή εργαλείου ανάπτυξης
- Τελική σχεδίαση αρχιτεκτονικής
- Προσδιορισμός εισόδων-εξόδων υποσυστημάτων

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Υλοποίηση:**
- Κωδικοποιείται το μοντέλο της γνώσης χρησιμοποιώντας εργαλεία ανάπτυξης Έμπειρων Συστημάτων, με βάση τις αποφάσεις που ελήφθησαν κατά το στάδιο της σχεδίασης.
- Αναπτύσσεται ένα πρωτότυπο σύστημα επίδειξης.
 - Αν το πρωτότυπο σύστημα αποδειχθεί ότι όντως ικανοποιεί τις απαιτήσεις που τέθηκαν στη φάση της ανάλυσης του συστήματος και επαληθεύει τη γνώση που αποκτήθηκε από τον ειδικό και μοντελοποιήθηκε από το μηχανικό γνώσης, μέσω των διαδικασιών επαλήθευσης και ελέγχου, **καθοδηγεί** την περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος.
 - **Διαφορετικά**, ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των αποκλίσεων, είναι δυνατό να οδηγήσει σε επανασχεδιασμό του συστήματος

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Υλοποίηση:**

- Πλήρης Απόκτηση Γνώσης (Knowledge Acquisition)
- Αναπαράσταση Γνώσης (Knowledge Representation)
- Αυξητική Ανάπτυξη (Incremental Development)

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- Επαλήθευση και Έλεγχος Αξιοπιστίας
 - Η διαδικασία επαλήθευσης του συστήματος περιλαμβάνει τον έλεγχο της συμβατότητας του συστήματος με τις αρχικές προδιαγραφές.
 - Επιβεβαίωση της συνέπειας και πληρότητας της κωδικοποίησης της γνώσης που περιέχεται στο Έμπειρο Σύστημα είτε στην επαλήθευση της λειτουργίας του μηχανισμού εξαγωγής συμπερασμάτων, είτε στον έλεγχο της λειτουργίας του περιβάλλοντος διεπαφής.
 - Ο έλεγχος πραγματοποιείται από το μηχανικό της γνώσης με τη βοήθεια εργαλείων, όπως π.χ. των CHECK, TEIRESIAS κ.α

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- Επαλήθευση και Έλεγχος Αξιοπιστίας
 - Έλεγχος αξιοπιστίας (validation): συνίσταται στην επιβεβαίωση της ορθότητας και της γενικότητας της γνώσης που περιέχει το Έμπειρο Σύστημα

Δηλαδή:

- ✓ Ορθότητα Αναπαράστασης
- ✓ Ορθότητα Συμπερασμάτων

Ανάπτυξη Έμπειρου Συστήματος

- **Συντήρηση:**
 - Διόρθωση λαθών λειτουργίας
 - Βελτιώσεις και επεκτάσεις

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Γενικού σκοπού

Συμβατικές Γλώσσες : Pascal, Fortran C, Java

Συμβολικές ή Γλώσσες ΤΝ : LISP,
PROLOG, OPS5, Smalltalk

Περιβάλλοντα Knowledge Engineering
Environment : LOOPS, KEE

Ειδικού σκοπού

Κελύφη Έμπειρων Συστημάτων : VP-Expert,
CLIPS, Flex, Mike

Γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης

- **Κατηγορίες Γλωσσών:**

- Συναρτησιακός Προγραμματισμός (πχ. Lisp)
- Λογικός Προγραμματισμός (πχ. Prolog)
- Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός (πχ. Smalltalk)
- Προγραμματισμός με Κανόνες παραγωγής (πχ. OPS5)

Γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης

- **Συναρτησιακός Προγραμματισμός (πχ. Lisp)**
 - Είναι προσανατολισμένος στον χειρισμό συμβόλων και λιστών.
 - Η γνώση του προβλήματος αναμιγνύεται με τη γνώση του τρόπου επίλυσης

Γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης

- **Λογικός Προγραμματισμός (πχ. Prolog)**
 - Συμβολική γλώσσα που βασίζεται στην κατηγορηματική λογική πρώτης τάξης.
 - Τα προβλήματα περιγράφονται με μορφή γεγονότων και κανόνων
 - Υπάρχει σαφής διαχωρισμός της γνώσης από το μηχανισμό ελέγχου
 - Δεν περιέχει τον ακριβή αλγόριθμο επίλυσης του προβλήματος

Γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης

- **Προγραμματισμός με Κανόνες Παραγωγής (π.χ. OPS5)**
 - Αποτελεί φυσικό τρόπο υλοποίησης της γνώσης
 - Είναι εύκολος στην εκμάθηση λόγω απλότητας των δομών και της γλώσσας.
 - Η απλότητα είναι αρκετές φορές περιοριστική αφού δεν επιτρέπει τη δημιουργία σύνθετων αναπαραστάσεων της γνώσης ή απλών διαδικαστικών αλγορίθμων.