
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23

Τεχνολογία Γνώσης

Κατά την ανάπτυξη των συστημάτων γνώσης προκύπτουν διάφορα θέματα που χρήζουν αντιμετώπισης, όπως η πηγή της γνώσης, ο τρόπος απόκτησής της, η μέθοδος αναπαράστασής της στον υπολογιστή, καθώς και ο τρόπος αποθήκευσης, ανάκλησης και χειρισμού της. Όλα τα παραπάνω ζητήματα, και γενικότερα η διαδικασία ανάπτυξης των συστημάτων γνώσης, αντιμετωπίζονται από την *τεχνολογία της γνώσης* (*knowledge engineering*). Η τεχνολογία γνώσης περιλαμβάνει τυπικές μεθοδολογίες για ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός συστήματος γνώσης, από την αρχική ανάλυση του προς αντιμετώπιση προβλήματος ως τη χρήση και τη συντήρησή του.

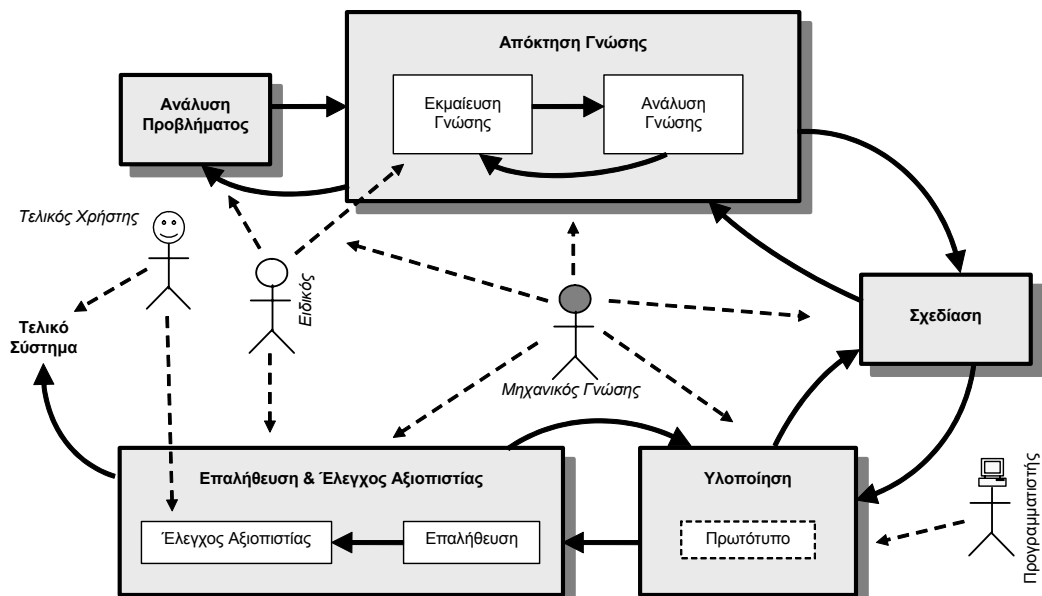
Στη συνέχεια του κεφαλαίου, παρουσιάζονται διάφορα θέματα της τεχνολογίας της γνώσης, όπως η ανάλυση του προς επίλυση προβλήματος με τη μεθοδολογία KADS, οι διάφορες τεχνικές εκμαίευσης γνώσης, καθώς και μέθοδοι επαλήθευσης και ελέγχου της αξιοπιστίας των συστημάτων γνώσης. Τέλος, παρουσιάζονται τα διάφορα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των συστημάτων γνώσης.

23.1 Διαδικασία Ανάπτυξης Συστημάτων Γνώσης

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος γνώσης είναι όμοια σε πολλά σημεία με τη διαδικασία ανάπτυξης οποιουδήποτε λογισμικού, καθώς ένα σύστημα γνώσης δεν παύει να είναι λογισμικό. Οι διαφορές προκύπτουν από την ιδιαιτερότητα των πληροφοριακών συστημάτων που βασίζονται στη γνώση, τα οποία είναι προσανατολισμένα στα αποτελέσματα (*result-oriented*), δηλαδή στην επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν, και όχι στη ροή των δεδομένων ή των εγγράφων (*document-oriented*), όπως είναι συνήθως τα συμβατικά πληροφοριακά συστήματα. Η διαδικασία ανάπτυξης των συστημάτων γνώσης είναι κυκλική, καθώς περιλαμβάνει τη σταδιακή ανάπτυξη ολοένα και πολυπλοκότερων πρωτοτύπων του συστήματος (*rapid prototyping*), τον έλεγχό τους και την επιστροφή της διαδικασίας σε προηγούμενα στάδια για επέκταση ή/και αναθεώρηση των επιλογών που έγιναν. Τα βασικά στάδια της ανάπτυξης ενός συστήματος γνώσης, τα οποία επαναλαμβάνονται κυκλικά, είναι τα ακόλουθα (Σχήμα 23.1):

- Ανάλυση του προβλήματος.
- Απόκτηση της γνώσης.
- Σχεδίαση.
- Υλοποίηση.
- Επαλήθευση και έλεγχος αξιοπιστίας.

Στη συνέχεια, γίνεται μια σύντομη αναφορά στο κάθε ένα από αυτά τα στάδια, ενώ τα τρία από αυτά, δηλαδή η ανάλυση προβλήματος, η απόκτηση γνώσης και η επαλήθευση και ο έλεγχος αξιοπιστίας, αναλύονται περαιτέρω σε ξεχωριστές ενότητες. Η σχεδίαση δε διαφέρει σημαντικά σε σχέση με την αντίστοιχη φάση της τεχνολογίας (συμβατικού) λογισμικού και δεν αναλύεται περαιτέρω, ενώ η φάση της υλοποίησης πραγματοποιείται με τεχνικές προγραμματισμού που αναλύονται σε άλλα Μέρη του βιβλίου, όπως αυτό της *Επίλυσης Προβλημάτων* και της *Αναπαράστασης Γνώσης και Συλλογιστικής*.



Σχήμα 23.1: Διαδικασία ανάπτυξης συστημάτων γνώσης.

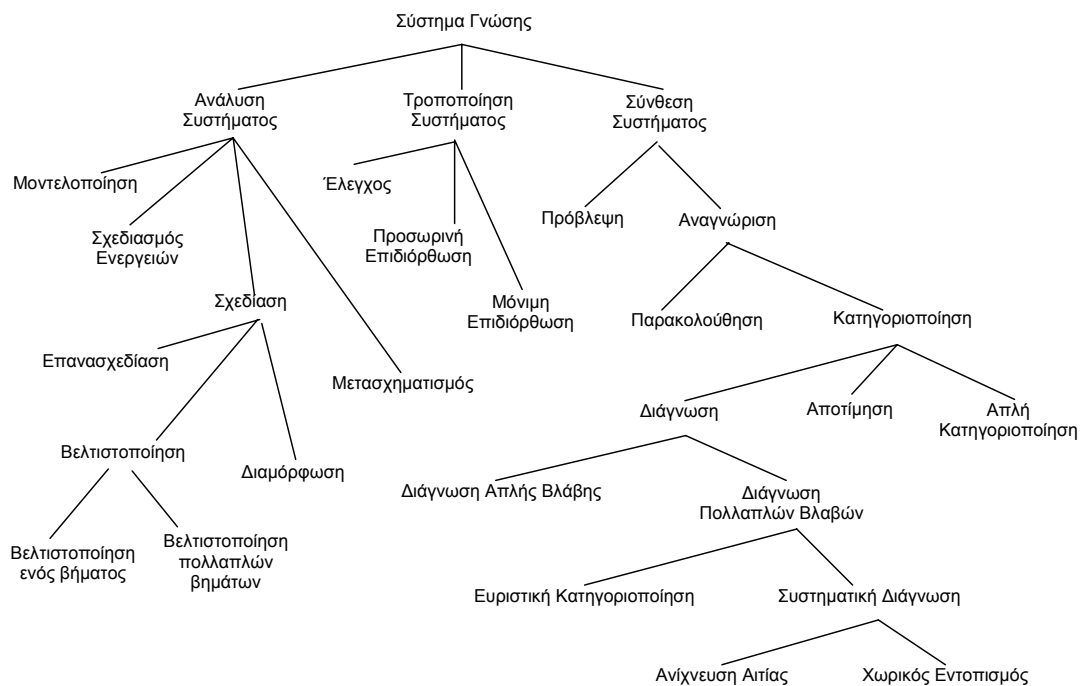
Ανάλυση του προβλήματος

Σε αυτό το στάδιο αναλύεται το πρόβλημα που πρέπει να επιλύει το σύστημα και προσδιορίζεται η μορφή της επιθυμητής λύσης. Τα κυριότερα ζητήματα που εξετάζονται στο στάδιο αυτό είναι τα ακόλουθα:

- Εξετάζεται αν το πρόβλημα είναι *κατάλληλο* για να επιλυθεί από σύστημα γνώσης ή από συμβατικό πρόγραμμα. Συνήθως σύστημα γνώσης χρειάζεται όταν υπάρχει γνώση για το πρόβλημα, η οποία μπορεί είτε να περιγραφεί αναλυτικά από κάποιον ειδικό ή να βρεθεί από επιστημονικά-τεχνολογικά εγχειρίδια, από το χρόνο και τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι ειδικοί να λύσουν ένα τέτοιο πρόβλημα και τελικά από την ύπαρξη και τη διαθεσιμότητα ειδικών πάνω στον τομέα του προβλήματος.

- *Επίπεδο εξαγωγής συμπερασμάτων (inference layer)*, το οποίο έχει δηλωτική φύση και εκφράζει πώς οργανώνεται η γνώση σε επίπεδο αντικειμένων και πώς χρησιμοποιείται στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων.
- *Επίπεδο διεργασιών (task layer)*, το οποίο έχει διαδικαστική φύση και υποδεικνύει πώς πρέπει να εκτελεστούν οι στόχοι και οι υπο-στόχοι (δηλαδή οι διεργασίες) του προβλήματος ώστε αυτό να λυθεί.
- *Επίπεδο στρατηγικής (strategy layer)*, το οποίο παρέχει τρόπους με τους οποίους θα παρακολουθείται και θα ελέγχεται η εκτέλεση των διεργασιών επίλυσης προβλημάτων.

Σε σχέση με τη χρήση μοντέλων, η μεθοδολογία KADS παρέχει μια βιβλιοθήκη από έτοιμες δομημένες περιγραφές διαφόρων τύπων διεργασιών που μπορεί να επιτελεί ένα σύστημα, όπως κατηγοριοποίηση, διαμόρφωση, διάγνωση, κτλ. Οι περιγραφές αυτές ονομάζονται *ερμηνευτικά μοντέλα (interpretation models)* και αποτελούν επαναχρησιμοποιήσιμα μοντέλα γενικής χρήσης τα οποία περιγράφουν με σαφήνεια ποια στοιχεία γνώσης και ποιες συμπερασματικές διαδικασίες είναι απαραίτητες για κάθε είδος διεργασίας.



Σχήμα 23.2: Η ιεραρχία διεργασιών του KADS.

Η μεθοδολογία KADS συστήνει την επιλογή και χρήση κάποιου τέτοιου μοντέλου, ανάλογα με το είδος του πεδίου της γνώσης. Τα ερμηνευτικά μοντέλα υποστηρίζουν τη δημιουργία του επιπέδου εξαγωγής συμπερασμάτων, καθοδηγώντας ως προς τον αριθμό, το είδος και τη σχετική διάταξη των πιθανών συμπερασματικών διαδικασιών. Τα ερμηνευτικά μοντέλα βρίσκονται οργανωμένα σε μια ιεραρχία διεργασιών (Σχήμα 23.2), όπου στην κορυφή της ιεραρχίας υπάρχουν γενικά ερμηνευτικά μοντέλα τα οποία προσαρμόζονται σταδιακά και γίνονται όλο και πιο συγκεκριμένα, καθώς η

Αντικρουόμενοι κανόνες

Αντικρουόμενοι (conflicting) είναι οι κανόνες οι οποίοι έχουν ίδιες συνθήκες αλλά καταλήγουν σε διαφορετικά συμπεράσματα, όπως οι ακόλουθοι:

```
rule5:
  if    humidity is high and
        temperature is hot
  then  there will be thunderstorms
```

```
rule6:
  if    temperature is hot and
        humidity is high
  then  there will be sunshine
```

Οι αντικρουόμενοι κανόνες προκαλούν προβλήματα ορθότητας στο σύστημα γνώσης καθώς καταλήγουν σε αντίθετα συμπεράσματα (αντίφαση). Βέβαια για την ανίχνευσή τους ισχύουν τα ίδια με τους πλεονάζοντες κανόνες: θα πρέπει να υπάρχει μια ορθή και πλήρης οντολογία που ορίζει τις έννοιες που χρησιμοποιούνται στο σύστημα γνώσης, έτσι ώστε να είναι σε θέση το σύστημα ελέγχου να "καταλάβει" ότι οι έννοιες *thunderstorms* και *sunshine* είναι αντίθετες.

Υπονοούμενοι κανόνες

Ένας κανόνας υπονοείται (subsumed rule) από κάποιον άλλο αν έχει περισσότερους περιορισμούς στη συνθήκη του από έναν άλλο, ενώ και οι δύο έχουν το ίδιο συμπέρασμα.

```
rule7:
  if    temperature is hot and
        humidity is high
  then  there will be thunderstorms
```

```
rule8:
  if    temperature is hot and
        humidity is high and
        pressure is low
  then  there will be thunderstorms
```

Μόνο ένας από τους παραπάνω κανόνες είναι απαραίτητος, γιατί είτε ο κανόνας **rule7** είναι πολύ εξειδικευμένος ενώ δε χρειάζεται ή ο **rule8** είναι πολύ γενικός, άρα ελλιπής.

Αν υπάρχουν συντελεστές βεβαιότητας, τότε μπορεί οι υπονοούμενοι κανόνες να χρησιμοποιούνται συνειδητά από το μηχανικό γνώσης για την αύξηση της βεβαιότητας του συμπεράσματος.

```
rule7:
  if    ...
  then  there will be thunderstorms      CF=0.7
```