

Τέλος, το σύστημα XCON κατασκευάστηκε για λογαριασμό της εταιρείας υπολογιστών DEC και χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των χαρακτηριστικών ενός υπολογιστή (δίσκοι, μνήμη, περιφερειακά, κτλ.), ώστε αυτός να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του πελάτη. Οι πελάτες μπορούσαν να θέσουν οποιεσδήποτε προδιαγραφές στην παραγγελία του υπολογιστή τους και το σύστημα έβρισκε τον κατάλληλο συνδυασμό και τη χωρική διάταξη των εξαρτημάτων που ικανοποιούσαν τις απαιτήσεις των πελατών, αποφεύγοντας τις ασυμβατότητες λειτουργίας και διασύνδεσης μεταξύ τους.

Τα παραπάνω συστήματα γνώσης, μαζί με τα αντίστοιχα πεδία εφαρμογών, παρουσιάζονται εκτενέστερα στο ΜΕΡΟΣ ΣΤ του βιβλίου.

21.2 Αρχιτεκτονική Συστημάτων Γνώσης

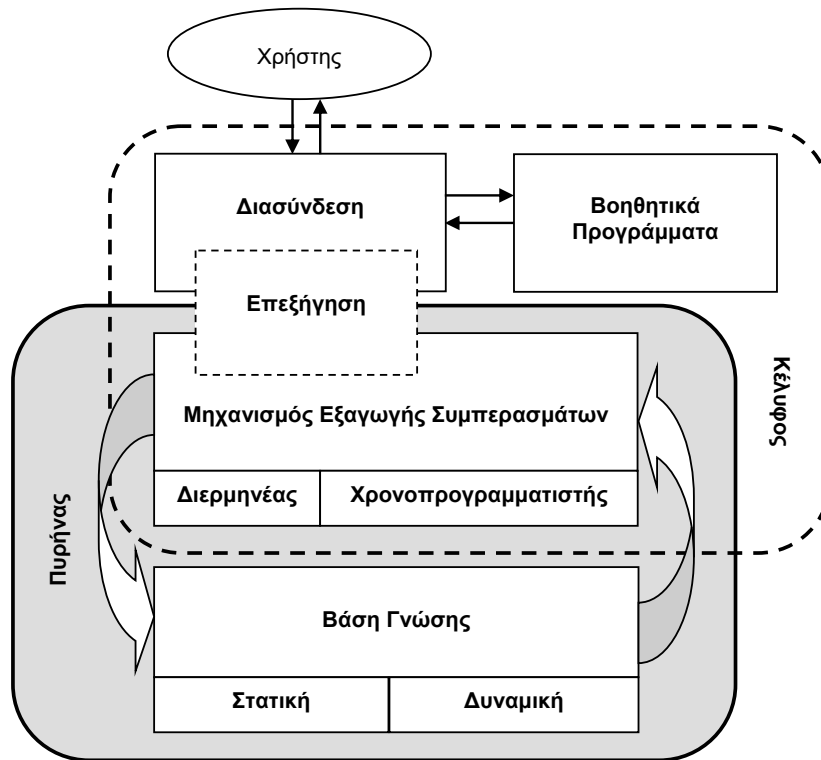
Η αρχιτεκτονική ενός συστήματος γνώσης εξαρτάται συνήθως από την πολυπλοκότητα του προβλήματος που καλείται να επιλύσει. Σε απλά προβλήματα, όπου η βάση γνώσης δεν διασπάται σε ανεξάρτητα τμήματα, η δομή και λειτουργία του συστήματος γνώσης είναι απλή. Σε πολύπλοκα προβλήματα όμως, όπου υπάρχει διαφοροποίηση της βάσης γνώσης ανάλογα με το τμήμα του προβλήματος που αντιμετωπίζεται, είναι δυνατή η διάσπαση του συστήματος σε ημιανεξάρτητα συστήματα γνώσης τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους στο πλαίσιο της *αρχιτεκτονικής του μαυροπίνακα*. Οι παραπάνω αρχιτεκτονικές παρουσιάζονται στις επόμενες ενότητες.

21.2.1 Δομή και Λειτουργία

Ένα σύστημα γνώσης αποτελείται συνήθως από μία ομάδα προγραμμάτων που μπορεί να χωρισθούν σε δύο κατηγορίες: τον *πυρήνα* του συστήματος και ένα σύνολο *βοηθητικών προγραμμάτων* (Σχήμα 21.2).

Ο πυρήνας του συστήματος γνώσης αποτελείται από δύο μέρη: τη *βάση γνώσης* και το *μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων*. Γίνεται δηλαδή πλήρης διαχωρισμός της γνώσης του συστήματος από το μηχανισμό χειρισμού της. Ο διαχωρισμός αυτός προσφέρει διαφάνεια στον προγραμματισμό του συστήματος και ευκολία προσθήκης, αφαίρεσης και τροποποίησης της γνώσης. Είναι μάλιστα δυνατόν, με κατάλληλη αλλαγή μόνο της γνώσης του συστήματος και διατήρηση όλων των υπολοίπων συνιστωσών, αυτό να εκτελεί μια εντελώς διαφορετική λειτουργία. Ο πυρήνας του συστήματος γνώσης αναπτύσσεται συνήθως σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ανάπτυξης υψηλού επιπέδου, το οποίο μπορεί να είναι είτε μία γλώσσα προγραμματισμού ή κάποιο εργαλείο εξειδικευμένο για την ανάπτυξη συστημάτων γνώσης.

Τα βοηθητικά προγράμματα που συνοδεύουν το σύστημα γνώσης χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διασύνδεση και επικοινωνία του συστήματος με το χρήστη, για το χειρισμό εξωτερικών βάσεων δεδομένων, για τη συνεργασία με περιφερειακά μηχανήματα, κτλ. Ο συνδυασμός αυτών των βοηθητικών προγραμμάτων με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων αποτελεί ένα εργαλείο ανάπτυξης συστημάτων γνώσης που πολλές φορές αναφέρεται και ως *κέλυφος* γιατί προέρχεται από την αφαίρεση της βάσης γνώσης από ένα σύστημα γνώσης. Η συνηθέστερη έκφραση είναι *κέλυφος εμπειρών συστημάτων* (*expert system shell*), γιατί τα πρώτα κελύφη προήλθαν από τα έμπειρα συστήματα.



Σχήμα 21.2: Δομή συστήματος γνώσης.

Στη συνέχεια περιγράφονται πιο αναλυτικά τα στοιχεία του πυρήνα ενός συστήματος γνώσης.

Βάση γνώσης

Η *βάση γνώσης* (*knowledge base*) περιέχει όλη τη γνώση του συστήματος, όπως την κατέγραψε ο μηχανικός γνώσης με τη βοήθεια του ανθρώπου-ειδικού κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του συστήματος γνώσης.

Υπάρχουν διάφορες μορφές αναπαράστασης γνώσης, οι οποίες αναπτύσσονται αναλυτικά στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Η πιο συνήθης μορφή αναπαράστασης της γνώσης είναι οι *κανόνες*, με τους οποίους συνυπάρχει και συνεργάζεται κάποια δομημένη μορφή αναπαράστασης, όπως για παράδειγμα τα *πλαίσια*. Η βάση γνώσης αποτελείται από δύο μέρη:

- Το πρώτο μέρος ονομάζεται *στατική* βάση γνώσης και περιέχει τις διαδικασίες, τους κανόνες και τα *πλαίσια* που περιγράφουν το πρόβλημα και τις γνωστικές διαδικασίες επίλυσής τους. Ο όρος *στατική* υποδηλώνει ότι αυτό το τμήμα της βάσης γνώσης δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.
- Το δεύτερο μέρος ονομάζεται *δυναμική* βάση γνώσης και περιέχει τα δεδομένα και *πλαίσια* που περιγράφουν τη λύση του προβλήματος, δηλαδή τα μερικά συμπεράσματα που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος, καθώς και την τελική λύση του προβλήματος. Το τμήμα αυτό της βάσης γνώσης ονομάζεται και *χώρος εργασίας* (*working memory*).

Μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων

Ο *μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων* (*inference engine*) είναι το τμήμα του πυρήνα που είναι υπεύθυνο για το χειρισμό της βάσης γνώσης και την εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτήν. Η δομή του μηχανισμού εξαγωγής συμπερασμάτων εξαρτάται από την οργάνωση και τον τρόπο αναπαράστασης της γνώσης. Χωρίζεται σε δύο μέρη, το *διερμηνέα* (*interpreter*) και το *χρονοπρογραμματιστή* (*scheduler*).

Ο *διερμηνέας* ασχολείται με το χειρισμό της υπάρχουσας γνώσης και με την παραγωγή νέας. Η εξαγωγή συμπερασμάτων βασίζεται σε διάφορες συλλογιστικές καθώς και τεχνικές χειρισμού αβεβαιότητας ή ασάφειας. Ο *διερμηνέας* αποτελείται συνήθως από αλγορίθμους που υλοποιούν με κάποιον τρόπο την αντίστοιχη συλλογιστική. Για παράδειγμα, όταν η αναπαράσταση γνώσης γίνεται με κανόνες και η συλλογιστική που χρησιμοποιείται είναι η συνεπαγωγική, τότε αυτή μπορεί να υλοποιηθεί είτε με ορθή είτε με ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης.

Ο *χρονοπρογραμματιστής* αποφασίζει πότε και με ποια σειρά θα χρησιμοποιηθούν τα διάφορα στοιχεία της βάσης γνώσης, επιλύοντας το πρόβλημα της *συγκρούσεως* (*conflict*) των κανόνων μεταξύ τους. Δύο ή περισσότεροι κανόνες συγκρούονται όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι συνθήκες τους. Στην περίπτωση αυτή πρέπει, με βάση κάποια κριτήρια, να επιλεγεί ένας από τους υποψήφιους κανόνες και να εκτελεστεί. Εκτός από τις συνηθισμένες στρατηγικές επίλυσης συγκρούσεων, που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, μπορεί να χρησιμοποιούνται και *μετα-κανόνες*, οι οποίοι αποφασίζουν ποιοι κανόνες θα επιλεγούν βάσει της τρέχουσας κατάστασης της μνήμης εργασίας.

Διασύνδεση

Αυτό το τμήμα είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία ενός φιλικού περιβάλλοντος διασύνδεσης του συστήματος γνώσης με το χρήστη. Το σύστημα γνώσης συνήθως πραγματοποιεί ερωτήσεις προς το χρήστη προκειμένου να αντλήσει κάποια δεδομένα για να εξάγει συμπεράσματα. Ο χρήστης μπορεί μέσω της διασύνδεσης να κάνει ερωτήσεις στο σύστημα γνώσης σχετικά με τους σκοπούς των ερωτήσεων ή/και την πορεία του συλλογισμού και να βλέπει τις αντίστοιχες απαντήσεις.

Ένα τμήμα της διασύνδεσης απευθύνεται και στον ειδικό που παρείχε τη γνώση στο σύστημα ή στο μηχανικό της γνώσης που δημιούργησε το σύστημα. Με τη χρήση εξειδικευμένων εργαλείων αναπαράστασης γνώσης μπορεί να προστεθεί νέα γνώση στο σύστημα ή να μεταβληθεί η ήδη υπάρχουσα. Η νέα γνώση πρέπει να ελεγχθεί ως προς τη *συμβατότητά* της με την ήδη υπάρχουσα (*consistency check*). Η διαδικασία αυτή πρέπει, στην ιδανική περίπτωση, να επιτελείται αυτόματα από το σύστημα.

Να σημειωθεί τέλος ότι στον όρο διασύνδεση συμπεριλαμβάνεται και η διασύνδεση του συστήματος γνώσης με το περιβάλλον του, μέσω συσκευών αλληλεπίδρασης, όπως *αισθητήρων* (*sensors*) και *μηχανισμών δράσης* (*effectors*). Αυτό καθιστά ένα σύστημα γνώσης ένα είδος ευφυούς πράκτορα με την ευρεία έννοια (βλ. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27). Επίσης, στην ίδια κατηγορία ανήκει και η διασύνδεση με τα βοηθητικά προγράμματα, όπως για παράδειγμα με συστήματα βάσεων δεδομένων, προγράμματα γραφικής απεικόνισης, στατιστικά πακέτα, κλπ.