

# Κεφάλαιο 8

## *Βασικές Αρχές Αναπαράστασης Γνώσης και Συλλογιστικής*

Τεχνητή Νοημοσύνη - Β' Έκδοση

Ι. Βλαχάβας, Π. Κεφαλάς, Ν. Βασιλειάδης, Φ. Κόκκορας, Η. Σακελλαρίου

# Αναπαράσταση Γνώσης

Σύνολο συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών, οι οποίες καθιστούν δυνατή την περιγραφή ενός κόσμου.

- ❖ Η φυσική γλώσσα είναι ακατάλληλη για αναπαράσταση γνώσης
  - ❑ Πολυσημαντικότητα (ambiguity)
  - ❑ Ερμηνεία με βάση τα συμφραζόμενα (context)
- ❖ Χρειάζεται μονοσήμαντος και τυποποιημένος συμβολισμός
  - ❑ Επακριβής αναπαράσταση γνώσης
  - ❑ Συνδυασμός με μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων (**inference mechanism**)
- ❖ Μία μέθοδος αναπαράστασης γνώσης έχει:
  - ❑ *Συντακτικό (syntax)*: Σύμβολα και κανόνες συνδυασμού τους
  - ❑ *Σημασιολογία (semantics)*: Καθορισμός των εννοιών που αποδίδονται στα σύμβολα και στους συνδυασμούς που επιτρέπει το συντακτικό.

# Δεδομένα, Πληροφορία, Γνώση και Σοφία



# Δεδομένα

- ❖ Μη-οργανωμένα και μη-επεξεργασμένα γεγονότα σχετικά με αντικείμενα ή συμβάντα του πραγματικού κόσμου
- ❖ Μετρήσιμες ή υπολογίσιμες τιμές των ιδιοτήτων των αντικειμένων
  - ❑ Π.χ. η τιμή πώλησης ενός προϊόντος σε μία εμπορική συναλλαγή
  - ❑ Π.χ. η ημερομηνία γέννησης ενός ατόμου
- ❖ Είναι στατικά
  - ❑ Από τη στιγμή που θα καταγραφούν δεν αλλάζουν
- ❖ Χωρίς ένα πλαίσιο αναφοράς, δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμα
  - ❑ Δεν αποτελούν πληροφορία

# Πληροφορία

- ❖ Χρειάζεται ένα εννοιολογικό πεδίο που να επιτρέπει την ερμηνεία της
- ❖ Αποτελείται από δεδομένα που έχουν φιλτραριστεί και μορφοποιηθεί κατάλληλα
  - ❑ Π.χ., ετήσιο άθροισμα πωλήσεων κάποιου υποκαταστήματος επιχείρησης
  - ❑ Επεξεργασμένη πληροφορία, λόγω της άθροισης
  - ❑ Φιλτραρισμένη πληροφορία, λόγω του συγκεκριμένου υποκαταστήματος
- ❖ Η πληροφορία, σε σύγκριση με τα δεδομένα, έχει νόημα, σκοπό και συνάφεια, ώστε να μπορεί να ερμηνεύεται και να διευκολύνει στη λήψη αποφάσεων.

# Γνώση

- ❖ Πληροφορία που έχει υποστεί μία σειρά ειδικών ελέγχων για την πιστοποίησή της
  - ❑ Π.χ. επιστημονική γνώση
  - ❑ Π.χ. γνώση που προέρχεται από μακρόχρονη επιβεβαίωση των καθημερινών εμπειριών
  - ❑ Π.χ. η επαναλαμβανόμενη παρατήρηση πως οι πωλήσεις από ένα συγκεκριμένο υποκατάστημα αυξάνονται 20% κατά τους καλοκαιρινούς μήνες
- ❖ Αναδεικνύει τη σημαντικότητα της πληροφορίας συσχετίζοντάς τη με χρήσιμα συμπεράσματα ή αναγκαίες ενέργειες.

**Γνώση** θεωρείται η κατανόηση που αποκτάται μέσω εμπειρίας ή μελέτης και συμπεριλαμβάνει όλες τις πληροφορίες, τις εμπειρίες, τις ικανότητες, τις δεξιότητες και την κοινή λογική, που κατέχει ένας άνθρωπος.

- ❖ Έχει συνήθως αφηρημένη ή γενικευμένη μορφή.
  - ❑ Π.χ. όλοι οι ρόμβοι είναι τετράπλευρα.
- ❖ ποιότητα γνώσης = ποιότητα πληροφορίας + αξιοπιστία κανόνων πιστοποίησης

**Σοφία** (*wisdom*): Ικανότητα να χρησιμοποιεί κάποιος τη γνώση όσο το δυνατόν αποδοτικότερα (αναθεώρηση, μάθηση, διορατικότητα, πρόβλεψη).

# Είδη Γνώσης

- ❖ **Αντικείμενα (objects):** Αναπαράσταση των αντικειμένων ενός κόσμου και της σχέσης τους
  - ❑ Σημασιολογική γνώση (semantic knowledge), ιεραρχικά δομημένη.
- ❖ **Γεγονότα (events):** Αναπαράσταση των ενεργειών και της χρονικής ακολουθίας με την οποία συμβαίνουν, καθώς και τις σχέσεις αίτιου-αποτελέσματος.
  - ❑ Επεισοδιακή γνώση (episodical knowledge).
  - ❑ Προσωπικές εμπειρίες ενός ατόμου, οργανωμένες χρονικά και χωρικά σε επεισόδια και όχι σε έννοιες ή σχέσεις.
- ❖ **Εκτέλεση (performance):** Αναπαράσταση των δεξιοτήτων για το πώς κάποιος κάνει πράγματα (εκτελεί εργασία ή διεκπεραιώνει διαδικασία)
  - ❑ Διαδικαστική γνώση (procedural knowledge).
- ❖ **Μετα-γνώση (meta-knowledge):** Αναπαράσταση της γνώσης για το τι γνωρίζει κάποιος και πότε πρέπει να το εφαρμόσει.
  - ❑ Συνώνυμη της σοφίας.



# Κριτήρια Αξιολόγησης Μεθόδων Αναπαράστασης Γνώσης

- ❖ Επάρκεια αναπαράστασης (representational adequacy).
  - ❑ Η ικανότητα να αναπαριστά όλα τα είδη της γνώσης.
- ❖ Επάρκεια συνεπαγωγής (inferential adequacy).
  - ❑ Η ικανότητα να συνεργάζεται με μηχανισμούς που επεξεργάζονται υπάρχουσες δομές γνώσης.
- ❖ Αποδοτικότητα συνεπαγωγής (inferential efficiency).
  - ❑ Η ικανότητα να μπορεί να εισάγει επιπλέον πληροφορίες στις δομές γνώσης, έτσι ώστε να κατευθύνει τους μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων γρηγορότερα προς τη λύση.
- ❖ Αποδοτικότητα απόκτησης (acquisitional efficiency).
  - ❑ Η ικανότητα να επιτρέπει την απόκτηση νέας γνώσης εύκολα και γρήγορα.

# Διαδικαστική Αναπαράσταση

- ❖ Αναπαράσταση γνώσης μέσω εξειδικευμένων διαδικασιών,
  - ❑ Κωδικοποίηση σε γλώσσα προγραμματισμού
  - ❑ Επίλυση συγκεκριμένων υποπροβλημάτων
  - ❑ Ενεργοποιούνται είτε από άλλες διαδικασίες είτε από δεδομένα
  - ❑ *Δαίμονες* (demons): Ενεργοποιούνται μόλις ικανοποιηθεί μια συνθήκη
- ❖ Ανάμιξη της γνώσης ελέγχου για την επίλυση του προβλήματος με την ίδια την γνώση για το πρόβλημα, το οποίο προκαλεί.
  - ❑ Πλεονέκτημα: Γρηγορότερη επεξεργασία της κωδικοποιημένης γνώσης
  - ❑ Μειονέκτημα: Αυξημένη δυσκολία αναθεώρησης ή προσθήκης γνώσης
  - ❑ Μειονέκτημα: Μικρότερη διαφάνεια του προγράμματος
- ❖ Συνήθως απαιτείται συνδυασμός διαδικαστικών και δηλωτικών μεθόδων.



# Συλλογιστική (reasoning)

- ❖ Αναπόσπαστο συστατικό της νοημοσύνης

**Συλλογιστική:** Μέθοδος με την οποία τμήματα υπάρχουσας γνώσης συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να παράγουν νέα γνώση ή να εξάγουν συμπεράσματα.

- ❖ Κάθε μέθοδος αναπαράστασης της γνώσης έχει τις δικές της συλλογιστικές.
- ❖ Πιο γνωστές συλλογιστικές (για συστήματα κανόνων):
  - Συνεπαγωγή (*deduction*)
  - Επαγωγή (*induction*)
  - Απαγωγή (*abduction*)
- ❖ Εξελεγμένες συλλογιστικές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα γνώσης:
  - Συλλογιστική των Μοντέλων (*model-based reasoning*)
  - Ποιοτική Συλλογιστική (*qualitative reasoning*)
  - Συλλογιστική των Περιπτώσεων (*case-based reasoning*)
    - Συλλογιστική με αναλογίες (*analogical reasoning*)

# Εξαγωγή Συμπερασμάτων (inference)

- ❖ Εξαρτάται από:
  - ❑ τη συλλογιστική
  - ❑ τη στρατηγική αναζήτησης στη γνώση ενός προβλήματος
- ❖ *Στρατηγική αναζήτησης*: Ο τρόπος με τον οποίο έχει δομηθεί και κωδικοποιηθεί η γνώση προκειμένου να δώσει λύση σε ένα πρόβλημα.
- ❖ Η **στρατηγική αναζήτησης** υλοποιείται με διάφορους τρόπους:
  - ❑ **Οδηγούμενη από τους στόχους** (goal driven ή top-down): Ξεκινάμε από πιθανά συμπεράσματα και φτάνουμε στις αιτίες που τα στηρίζουν.
  - ❑ **Οδηγούμενη από τα δεδομένα** (data driven ή bottom-up): Ξεκινάμε από τα δεδομένα του προβλήματος και φτάνουμε σε συμπεράσματα.
- ❖ Οι **συλλογιστικές** υλοποιούνται από έναν ή περισσότερους εναλλακτικούς μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων (*inference mechanisms*)

**Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων:** Αλγόριθμος που συνδυάζει τις δομές που αναπαριστούν τα διάφορα τμήματα της γνώσης που βρίσκονται αποθηκευμένα στη μνήμη του υπολογιστή, σύμφωνα με το αφαιρετικό μοντέλο της συλλογιστικής, και παράγει νέες δομές που επίσης αποθηκεύει στον υπολογιστή.

# Είδη Συλλογιστικής

**Συνεπαγωγική συλλογιστική (*deductive reasoning*):** Εξάγει συμπεράσματα βασισμένα στους κλασικούς μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων της λογικής.

Δεδομένου του κανόνα: Όλα τα σκυλιά του Κώστα είναι καφέ  
και του γεγονότος: Αυτά τα σκυλιά είναι του Κώστα  
Συμπέρασμα που εξάγεται: Αυτά τα σκυλιά είναι καφέ

**Επαγωγική συλλογιστική (*inductive reasoning*):** αφορά την εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων από ένα σύνολο παραδειγμάτων.

Δεδομένων των γεγονότων: Το σκυλί Α είναι του Κώστα και είναι καφέ.  
Το σκυλί Β είναι του Κώστα και είναι καφέ.  
...  
Κανόνας που εξάγεται: Όλα τα σκυλιά του Κώστα είναι καφέ.

**Απαγωγική συλλογιστική (*abductive reasoning*):** Εξαγωγή συμπερασμάτων κατά την οποία, με δεδομένα μία βάση γνώσης και μερικές παρατηρήσεις (*observations*) επιχειρείται η εύρεση υποθέσεων οι οποίες μαζί με τη βάση γνώσης εξηγούν τις παρατηρήσεις.

Δεδομένου του κανόνα: Όλα τα σκυλιά του Κώστα είναι καφέ  
και του αποτελέσματος: Τα σκυλιά είναι καφέ  
Υπόθεση που γίνεται: Αυτά τα σκυλιά είναι του Κώστα

# Σύγκριση Συλλογιστικών

## Επαγωγή vs. Απαγωγή

- ❖ Και οι 2 εμπεριέχουν τη δημιουργία και τον έλεγχο υποθέσεων.
- ❖ Στην επαγωγή, η υπόθεση αφορά ένα γενικό κανόνα που εξηγεί τα γεγονότα
  - ❑ Η ορθότητα του κανόνα-υπόθεση απαιτεί μεγάλο αριθμό παρόμοιων καταστάσεων
- ❖ Στην απαγωγή η υπόθεση αφορά ένα συγκεκριμένο γεγονός
  - ❑ Για την εξαγωγή συμπεράσματος αρκεί μία μόνο κατάσταση

## Συνεπαγωγή vs. Απαγωγή

- ❖ Στη συνεπαγωγή, το συμπέρασμα που εξάγεται είναι λογικό επακόλουθο του γενικού κανόνα και του γεγονότος που καταγράφεται ως αληθές
  - ❑ Όταν ο γενικός κανόνας δεν είναι απολύτως βέβαιος, τότε δεν μπορεί να εφαρμοστεί
  - ❑ Π.χ. Σχεδόν όλα τα σκυλιά του Κώστα είναι καφέ
- ❖ Στην απαγωγή, η υπόθεση είναι **μία** από τις πιθανές και δεν είναι απόλυτα αληθής
  - ❑ Όταν ο γενικός κανόνας δεν είναι απολύτως βέβαιος, εξακολουθεί να είναι εφαρμόσιμη
  - ❑ Το γεγονός-υπόθεση εξακολουθεί να αποτελεί μια πιθανή εξήγηση της παρατήρησης