

Διαχείριση Γνώσης

Επικ. Καθ. Κωνσταντίνος Μεταξιώτης
kmetax@unipi.gr

Δρ. Κωνσταντίνος Εργαζάκης
Επιστημονικός Υπεύθυνος
kergaz@epu.ntua.gr



Πανεπιστήμιο Πειραιώς - Τμήμα Πληροφορικής

Περιεχόμενα – Κωδικοποίηση Γνώσης

- Τι είναι η Κωδικοποίηση Γνώσης - Πλεονεκτήματα
- Εργαλεία και Διαδικασίες Κωδικοποίησης Γνώσης

Με τι Σχετίζεται η Κωδικοποίηση Γνώσης

- Σχετίζεται με την οργάνωση και την αναπαράσταση της γνώσης πριν γίνει προσβάσιμη σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό
- Αφορά στην μετατροπή της άρρητης γνώσης σε ρητή, σε μορφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, την μετατροπή της μη-τεκμηριωμένης γνώσης σε τεκμηριωμένη
- Η επιχειρησιακή γνώση γίνεται ορατή, προσβάσιμη και χρησιμοποιήσιμη από όλους για λήψη αποφάσεων

Γιατί Χρειάζεται η Κωδικοποίηση Γνώσης

- Η κωδικοποίηση γνώσης χρειάζεται για να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα από το πληροφοριακό σύστημα με αυτοματοποιημένο τρόπο
 - Λήψη αποφάσεων σε διάφορους τομείς
 - Δημιουργία Συστημάτων Διαχείρισης Γνώσης για διάφορες εφαρμογές
- Η εξαγωγή συμπερασμάτων εξαρτάται από:
 - Τη συλλογιστική
 - Τη στρατηγική αναζήτησης

Γιατί Χρειάζεται η Κωδικοποίηση Γνώσης

- Η φυσική γλώσσα είναι ακατάλληλη για αναπαράσταση γνώσης λόγω αμφισημίας (ambiguity) και ερμηνείας με βάση τα συμφραζόμενα (context)
- Για ένα Σύστημα Διαχείρισης Γνώσης πρέπει να χρησιμοποιείται ένας μονοσήμαντος και τυποποιημένος συμβολισμός

Συλλογιστική (Reasoning)

- Είναι μέθοδος με την οποία τμήματα υπάρχουσας γνώσης συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να παράγουν νέα γνώση ή να εξάγουν συμπεράσματα
 - Συνεπαγωγική συλλογιστική
 - Επαγωγική συλλογιστική
 - Απαγωγική συλλογιστική
 - Συλλογιστική βασισμένη σε περιπτώσεις
 - Συλλογιστική βασισμένη σε μοντέλα

Στρατηγική Αναζήτησης (Search Strategy)

- Ο τρόπος με τον οποίο έχει δομηθεί και κωδικοποιηθεί η γνώση προκειμένου να δώσει λύση σε ένα πρόβλημα
 - Οδηγούμενη από τους στόχους (goal driven): Ξεκινάμε από πιθανά συμπεράσματα και φτάνουμε στις αιτίες που τα στηρίζουν
 - Οδηγούμενη από τα δεδομένα (data driven): Ξεκινάμε από τα δεδομένα του προβλήματος και φτάνουμε σε συμπεράσματα

Εφαρμογές Συστημάτων Διαχείρισης Γνώσης

- Διάγνωση (diagnosis)
 - Διάγνωση βλαβών ενός συστήματος βάσει παρατηρήσεων και μετρήσεων
- Πρόγνωση (prediction)
 - Πρόβλεψη πιθανών μελλοντικών επιπτώσεων με βάση δεδομένες καταστάσεις
- Εκπαίδευση (instruction)
 - Κατανόηση, αξιολόγηση και διόρθωση απαντήσεων εκπαιδευόμενων σε εκπαιδευτικά προβλήματα

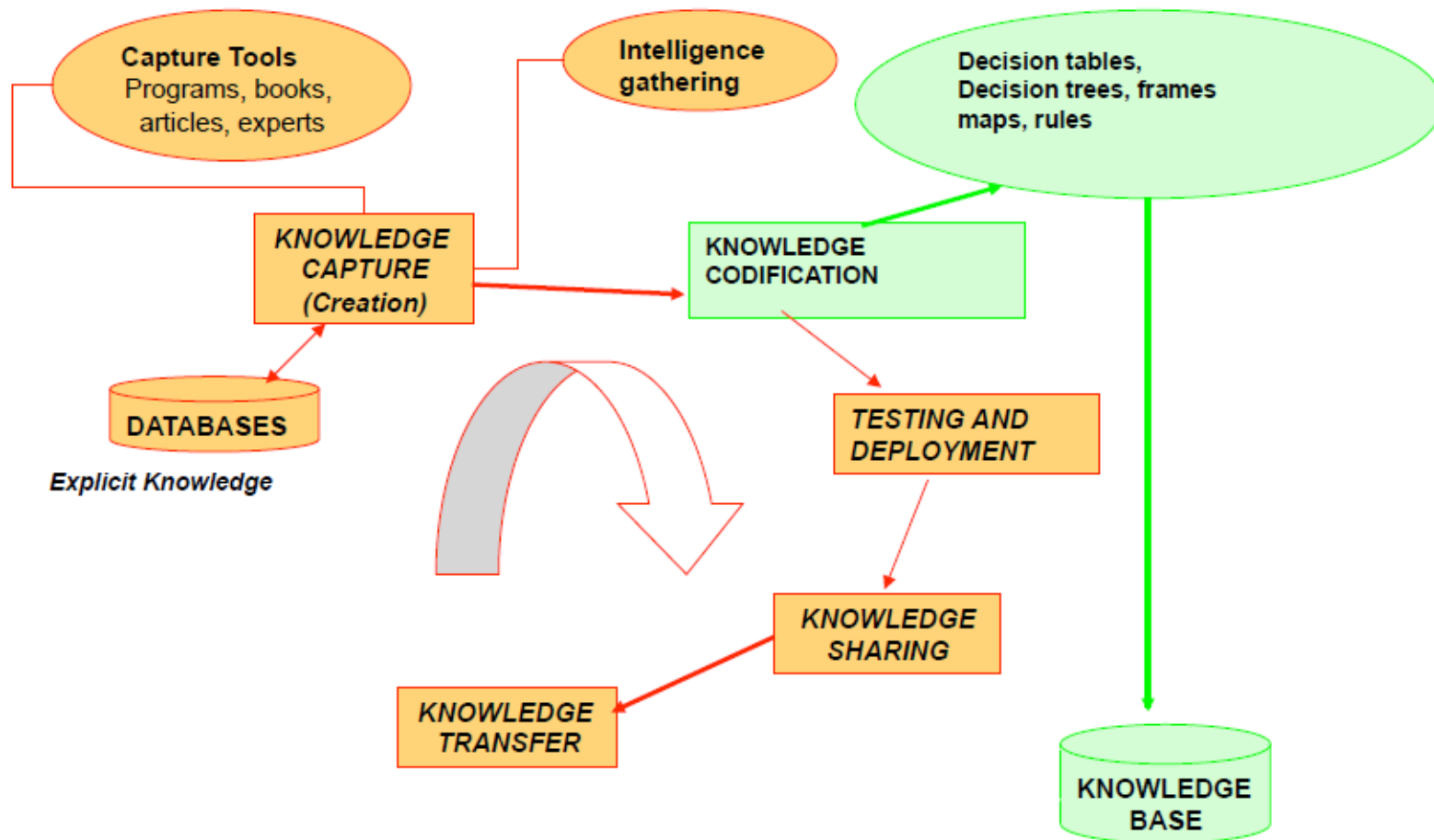
Εφαρμογές Συστημάτων Διαχείρισης Γνώσης

- Παρακολούθηση καταστάσεων (monitoring)
 - Σύγκριση παρατηρούμενων παραμέτρων με αναμενόμενες καταστάσεις
- Επιδιόρθωση λαθών (repair)
 - Ανάπτυξη και εκτέλεση σχεδίων (πλάνων) για τη διαχείριση βλαβών
- Ερμηνεία (interpretation)
 - Περιγραφή αντικειμένων και καταστάσεων βάσει δεδομένων από παρατηρήσεις

Πλεονεκτήματα της Κωδικοποίησης Γνώσης

- Χρήση για εκπαιδευτικούς σκοπούς: εκπαίδευση νέου προσωπικού, βάσει της γνώσης που έχει κωδικοποιηθεί από τους έμπειρους υπαλλήλους/ ειδικούς
- Δυνατότητα πρόβλεψης: εξαγωγή σεναρίων/ συμπερασμάτων σχετικά με τα πιθανά αποτελέσματα/ έκβαση μιας δεδομένης κατάστασης και δυνατότητα έγκαιρης προειδοποίησης και προτάσεων για διορθωτικές κινήσεις
- Διάγνωση, διευθέτηση συμπτωμάτων που προέρχονται από συγκεκριμένες καταστάσεις/ παράγοντες
- Δυνατότητα ολοκληρωμένου σχεδιασμού και προγραμματισμού σειράς ενεργειών πριν αναληφθεί οποιαδήποτε δράση

Η Κωδικοποίηση Γνώσης στα Πλαίσια του Κύκλου Ανάπτυξης ενός Συστήματος Διαχείρισης Γνώσης



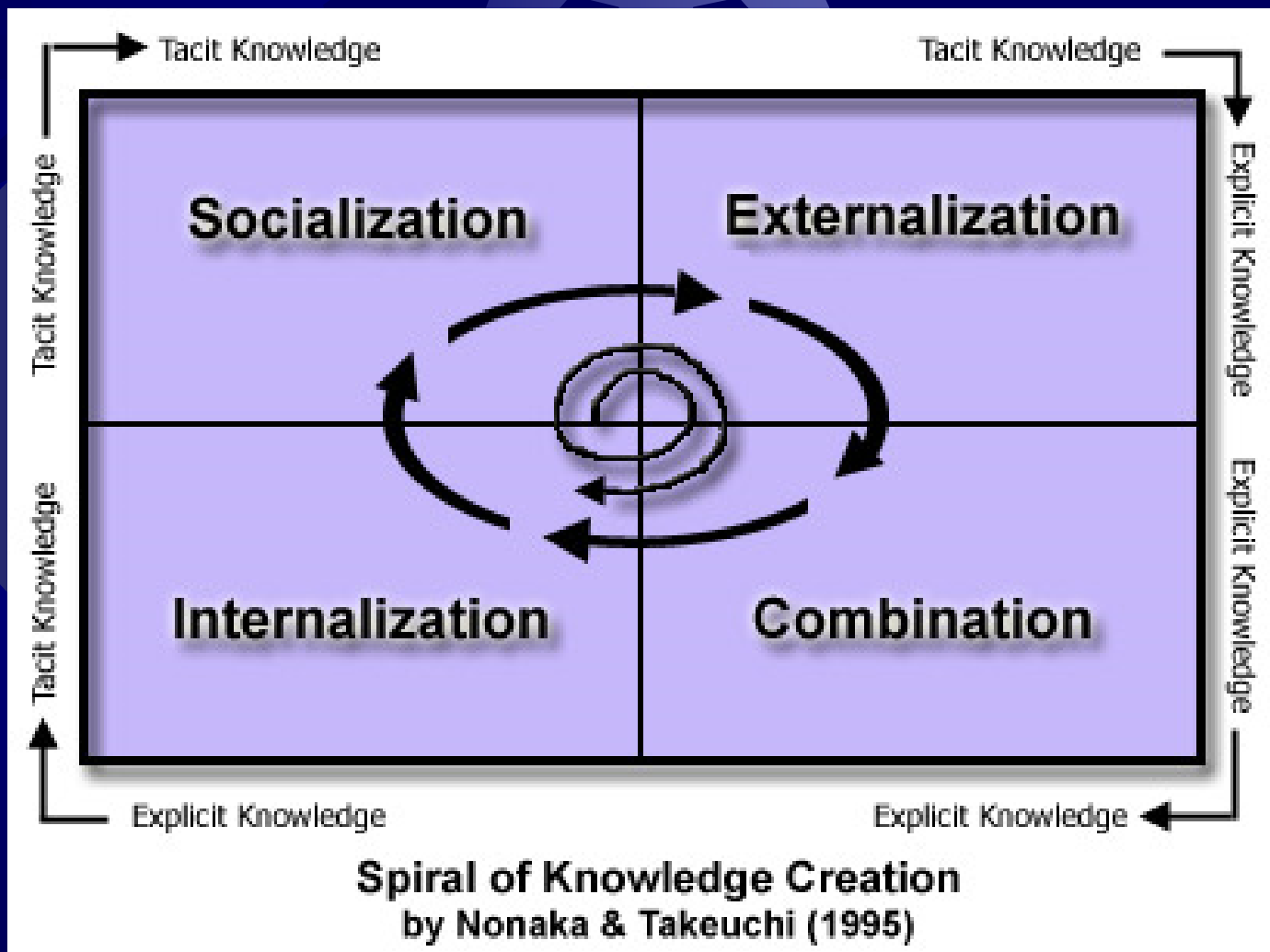
Σημαντικές Παράμετροι για τον Μηχανικό Γνώσης

- Η καταγεγραμμένη γνώση είναι συχνά δύσκολα προσβάσιμη (γιατί είναι είτε κατακερματισμένη ή οργανωμένη με όχι ποιοτικό τρόπο)
- Η διάδοση της νέας γνώσης είναι πολύ αργή διαδικασία
- Συχνά, η γνώση δεν βρίσκεται στη σωστή μορφή
- Συχνά, η γνώση δεν είναι διαθέσιμη την σωστή χρονική στιγμή όταν χρειάζεται
- Συχνά, η γνώση δεν βρίσκεται στη σωστή τοποθεσία, όταν θα έπρεπε να βρίσκεται
- Συχνά η γνώση προκύπτει ότι δεν είναι πλήρης

Μέθοδοι Μετατροπής Γνώσης

- Μετατροπή από άρρητη σε άρρητη γνώση οδηγεί τον Μηχανικό Γνώσης σε επαφή (socialization) με τους ειδικούς για την κωδικοποίηση της γνώσης
- Μετατροπή από άρρητη σε ρητή γνώση συνεπάγεται εξωτερίκευση (externalization) επεξήγηση ή αποσαφήνιση της άρρητης γνώσης μέσω αναλογιών, μοντέλων ή μεταφορών
- Μετατροπή από ρητή σε άρρητη γνώση συνεπάγεται μια διαδικασία «εσωτερικοποίησης»
- Μετατροπή ρητής σε ρητή γνώση εμπεριέχει συνδυασμό, κατηγοριοποίηση, αναδιοργάνωση διαφόρων τμημάτων της ρητής γνώσης, κάτι που οδηγεί σε νέα γνώση.

Μέθοδοι Μετατροπής Γνώσης



Κωδικοποιώντας τη γνώση

- Ένας οργανισμός πρέπει να εστιάσει στα ακόλουθα ερωτήματα πριν την κωδικοποίηση της γνώσης:
 - Ποιους οργανωτικούς στόχους θα εξυπηρετεί ή κωδικοποιημένη γνώση;
 - Ποια γνώση υπάρχει στον οργανισμό που θα βοηθήσουν στην επίτευξη αυτών των στόχων;
 - Πόσο χρήσιμη είναι αυτή η γνώση που πρόκειται να κωδικοποιηθεί;
 - Μέσω ποιας διαδικασίας θα γίνει η κωδικοποίηση της γνώσης;
- Η κωδικοποίηση όλης της διαθέσιμης άρρητης γνώσης σε μια βάση γνώσης είναι συχνά δύσκολο να γίνει, διότι αυτή η γνώση έχει αναπτυχθεί στα μυαλά των ειδικών σε μεγάλο χρονικό διάστημα

Περιεχόμενα – Αναπαράσταση και Κωδικοποίηση Γνώσης

- Τι είναι η Κωδικοποίηση Γνώσης - Πλεονεκτήματα
- Εργαλεία και Διαδικασίες Κωδικοποίησης Γνώσης

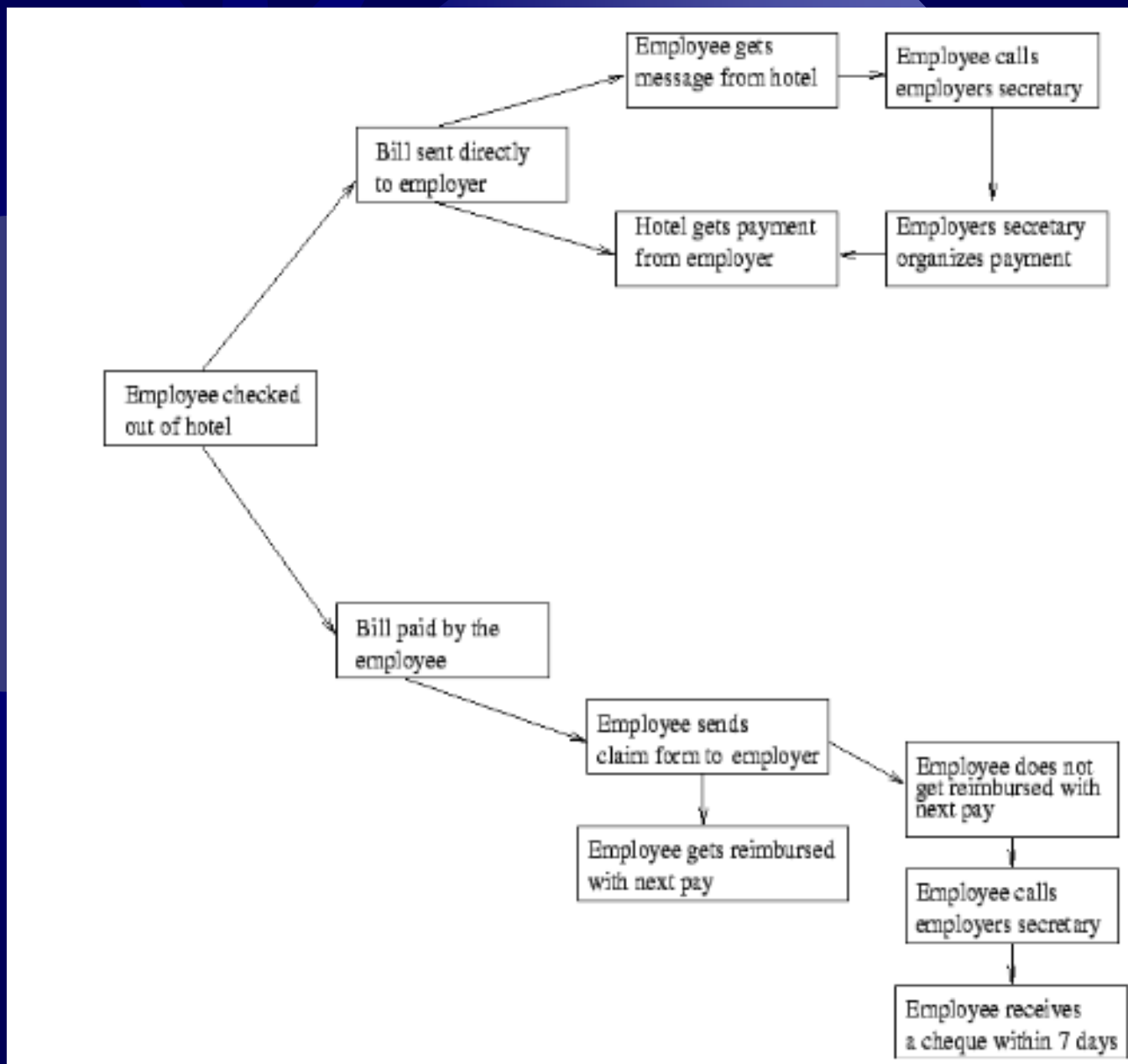
Εργαλεία

- Εργαλεία κωδικοποίησης/ διαδικασίες:
 - Χάρτες γνώσης (knowledge maps)
 - Πίνακες απόφασης (decision tables)
 - Δέντρα απόφασης (decision trees)
 - Πλαίσια (frames)
 - Κανόνες (rules)
 - Συλλογιστική βασισμένη σε περιπτώσεις (case-based reasoning)
 - Πράκτορες βασισμένοι στη γνώση (knowledge-based agents)

Χάρτες Γνώσης (Knowledge Maps)

- Είναι μια γραφική αναπαράσταση της γνώσης
- Μπορούν να αναπαραστήσουν ρητή και άρρητη γνώση
- Αποτελεί ένα κατάλογο που καταδεικνύει στους ανθρώπους πού μπορούν να βρουν συγκεκριμένη γνώση (π.χ. σε αποθήκες γνώσης, σε ειδικούς κλπ)
- Βοηθάει στην αναγνώριση των πλεονεκτημάτων του οργανισμού που πρέπει να αξιοποιηθούν και τα γνωστικά κενά που πρέπει να συμπληρωθούν
- Βοηθάει στην καταγραφή της άρρητης και ρητής γνώσης από κείμενα και από τους ειδικούς

Παράδειγμα Χάρτη Γνώσης



Παράδειγμα Χάρτη Γνώσης

- Ένας συνηθισμένος χάρτης γνώσης που χρησιμοποιείται στην διοίκηση προσωπικού είναι αυτός που υποστηρίζει τη διαδικασία αντιστοίχισης υπαλλήλων σε εργασίες, ανάλογα με τις δεξιότητες/ ικανότητές τους. Βήματα για τη δημιουργία του χάρτη γνώσης:
 - Ανάπτυξη δομής των απαιτήσεων γνώσης/ ικανοτήτων σχετικά με τις εργασίες
 - Καθορισμός γνώσης που απαιτείται για συγκεκριμένες εργασίες
 - Βαθμολόγηση απόδοσης υπαλλήλων για κάθε γνωστική απαίτηση
 - Σύνδεση του χάρτη γνώσης με κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα

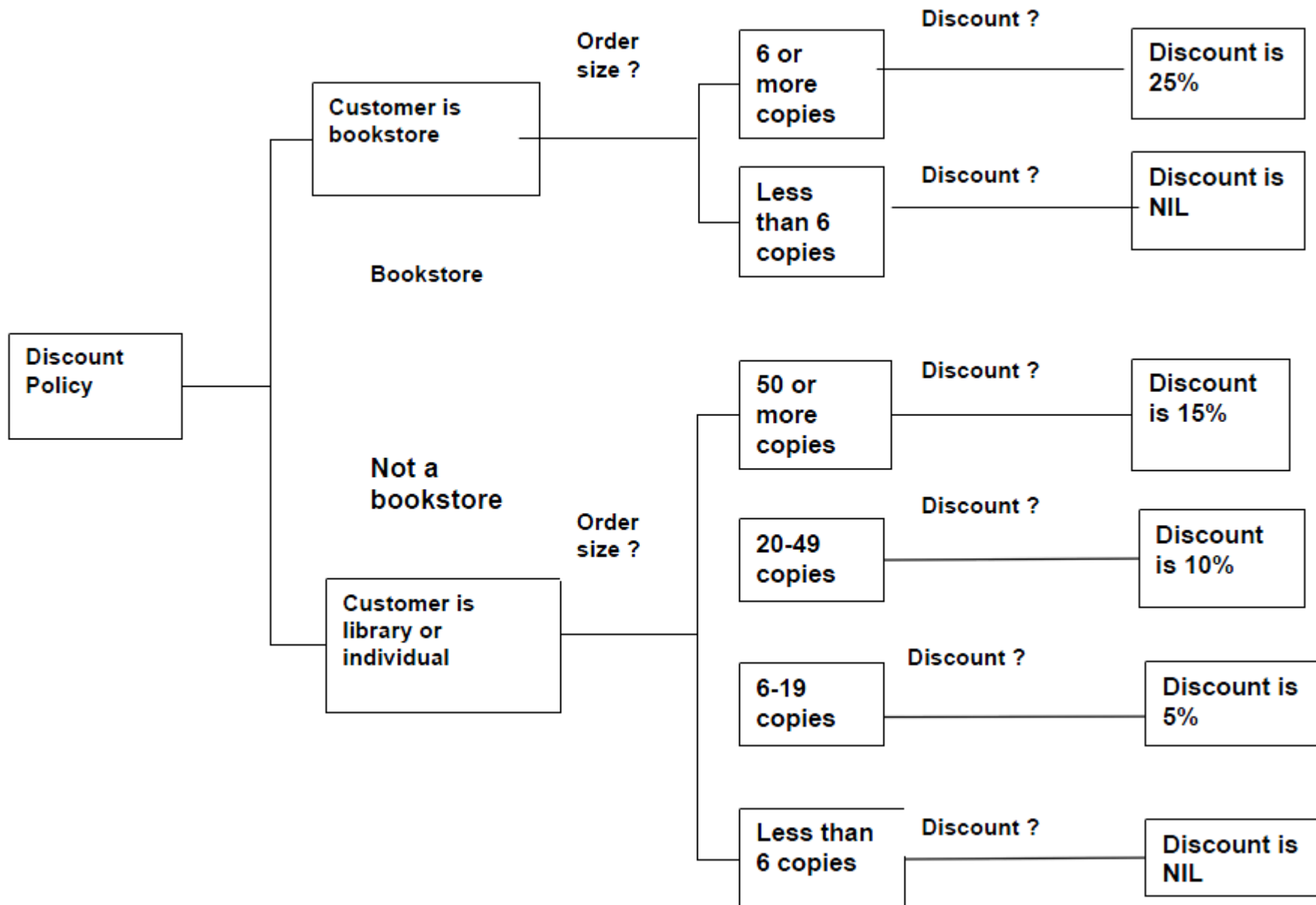
Ανάπτυξη Χαρτών Γνώσης

- Όταν είναι γνωστό που βρίσκεται η γνώση τότε απλά δημιουργείται ένας δεσμός εκεί και συνοδεύεται από οδηγίες για το πώς να προσπελαθεί
- Το intranet μιας εταιρείας είναι το πιο κοινό μέσο για την δημοσίευση του χάρτη γνώσης
- Βασικά κριτήρια για την απόφαση ανάπτυξης ενός χάρτη γνώσης: σαφήνεια στόχου, ευκολία χρήσης, ακρίβεια και εγκυρότητα του περιεχομένου

Δέντρα Απόφασης (Decision Trees)

- Αποτελούνται από κόμβους που αναπαριστούν στόχους και συνδέσμους που αναπαριστούν αποφάσεις ή αποτελέσματα
- Όλοι οι κόμβοι εκτός από τον αρχικό κόμβο (ρίζα) αποτελούν στιγμιότυπα του κύριου στόχου
- Αποτελεί το πρώτο βήμα πριν την κωδικοποίηση της γνώσης
- Επιτρέπει την πιστοποίηση της λογικής μέσω γραφικής αναπαράστασης σε περίπλοκες καταστάσεις που οδηγούν σε περιορισμένο αριθμό δράσεων

Παράδειγμα Δέντρου Απόφασης



Πίνακες Απόφασης (Decision Tables)

- Μοιάζουν αρκετά με ένα φύλλο spreadsheet, χωρισμένο σε μια λίστα συνθηκών και τις αντίστοιχες τιμές τους, και μια λίστα συμπερασμάτων
- Οι συνθήκες συνδυάζονται με τα συμπεράσματα
- Αποτελεί μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιείται αρκετά για την κωδικοποίηση της γνώσης
- Αποτελείται από ορισμένες συνθήκες, κανόνες και δράσεις

Παράδειγμα Πίνακα Απόφασης (Decision Table) (1/4)

		Condition Entry					
		1	2	3	4	5	6
IF (condition)	Customer is bookstore	Y	Y	N	N	N	N
	Order size > 6 copies	Y	N	N	N	N	N
	Customer is librarian/individual			Y	Y	Y	Y
	Order size 50 copies or more			Y	N	N	N
	Order size 20-49 copies				Y	N	N
	Order size 6-19 copies					Y	N
THEN (action)	Allow 25% discount	X					
	Allow 15% discount			X			
	Allow 10% discount				X		
	Allow 5% discount					X	
	Allow no discount		X				X
Action Stub		Action Entry					

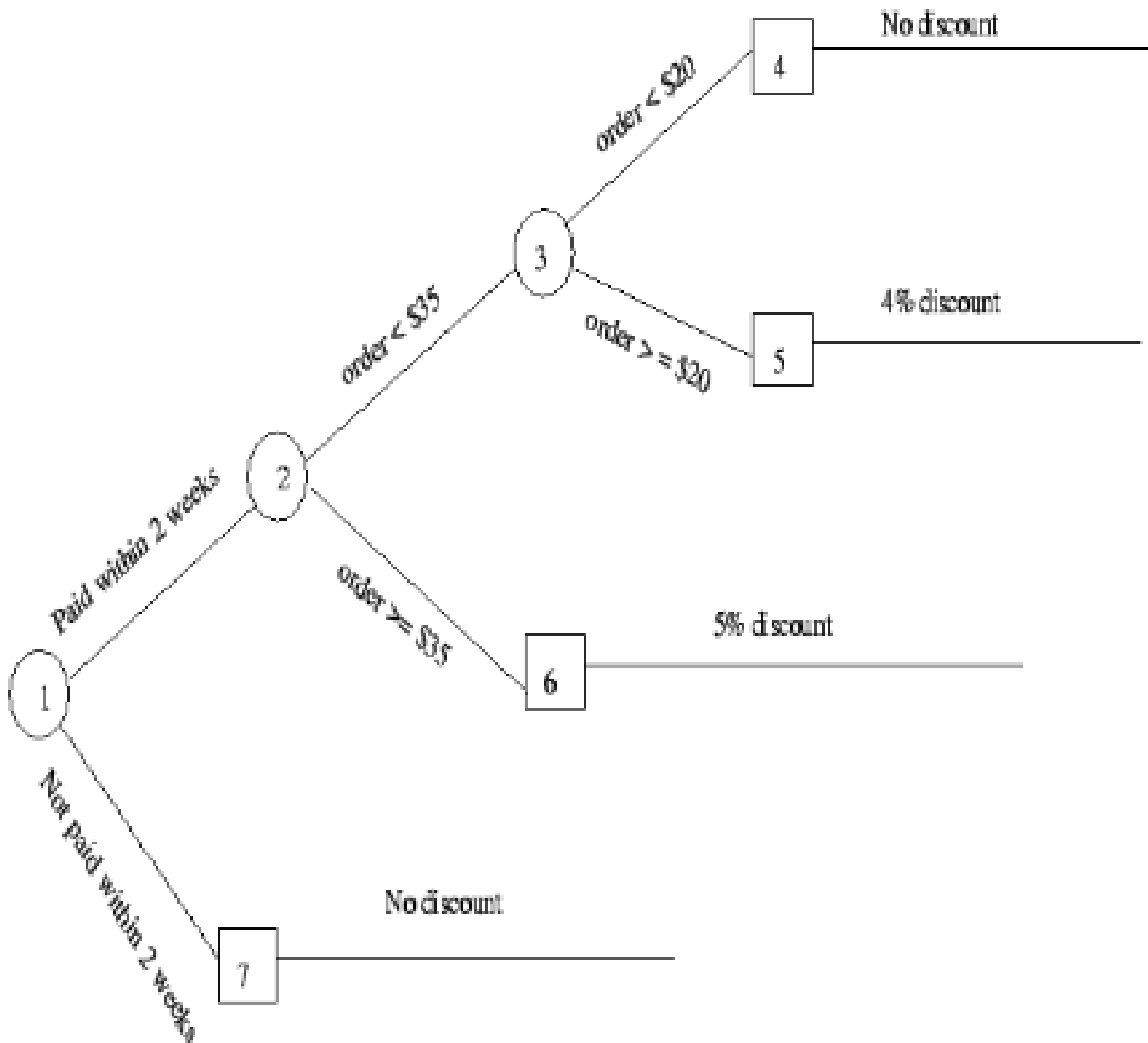
Παράδειγμα Πίνακα Απόφασης (Decision Table) (2/4)

- Έστω ότι μια εταιρεία τηλεφωνίας στέλνει μηνιαία τιμολόγια σε πελάτες που προμηθεύονται τηλεκάρτες και τους παρέχει έκπτωση αν οι πληρωμές γίνουν μέσα σε 2 εβδομάδες, ως εξής:
- “Αν το ποσό της παραγγελίας για τις τηλεκάρτες είναι περισσότερο από \$35, υπάρχει μείωση 5%. Αν το ποσό είναι πιο περισσότερο ή ίσο με \$20 και μικρότερο ή ίσο με \$35, μείωση 4%. Αν το ποσό είναι λιγότερο από \$20, δεν υπάρχει έκπτωση”
- Θα αναπτύξουμε το δέντρο απόφασης για τις αποφάσεις σχετικά με την έκπτωση

Παράδειγμα Πίνακα Απόφασης (Decision Table) (3/4)

CONDITIONS AND ACTIONS	RULES			
	1	2	3	4
Paid within 2 weeks	Y	Y	Y	N
Order > \$35	Y	N	N	-
\$20 <= Order <= \$35	N	Y	N	-
Order < \$20	N	N	Y	-
5% discount	X			
4% discount		X		
No discount			X	X

Παράδειγμα Πίνακα Απόφασης (Decision Table) (4/4)



Πλαίσια (Frames)

- Αποτελούν ένα από τους πιο προσηφιείς τρόπους αναπαράστασης γνώσης όσο αφορά δεδομένα και γεγονότα
- Χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση:
 - ▣ Των εννοιών και των αντικειμένων του προβλήματος
 - ▣ Των χαρακτηριστικών που περιγράφουν τις έννοιες και τα αντικείμενα
 - ▣ Των αλληλεξαρτήσεων ή σχέσεων μεταξύ τους
- Ομαδοποιούν σχετικές μεταξύ τους πληροφορίες

Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (1/6)

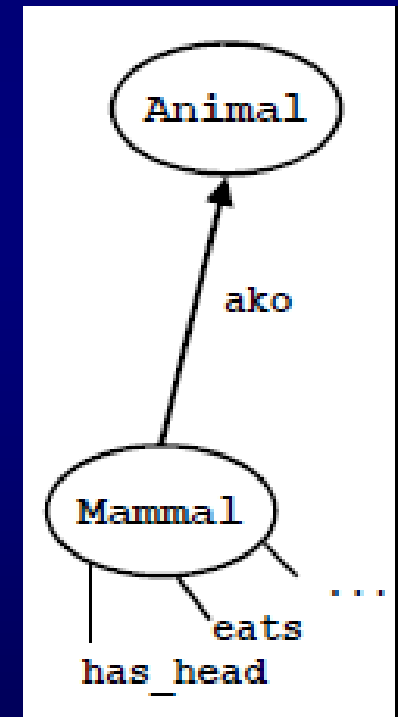
■ Παράδειγμα: Πλαίσιο **Mammal**

- ako: Animal
- has_head: yes
- warm_blooded: yes
- eats: everything

Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (2/6)

■ Ιδιότητες πλαισίων:

- ❑ Τα πλαίσια μπορούν να παρομοιαστούν με ένα γράφο εννοιών
- ❑ Κάθε κόμβος (node) του γράφου εκφράζει μια έννοια και μπορεί να είναι:
- ❑ Κλάση αντικειμένων (class)
- ❑ Αντικείμενο (object)



Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (3/6)

- Ιδιότητες πλαισίων:
 - Όνομα (π.χ. Mammal)
 - Σχισμές (slots) που εκφράζουν ιδιότητες-χαρακτηριστικά (π.χ. has_head, warm_blooded, eats)
- Κάθε δεσμός (link) του γράφου μπορεί να είναι μια ιεραρχική συσχέτιση ako (a kind of), isa (is a), instance_of (instance of)

Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (4/6)

■ Ιδιότητες Σχισμών:

- ❑ Σε κάθε σχισμή αντιστοιχεί ένα γέμισμα (filler) (η τιμή του). Π.χ. yes, everything
- ❑ Υπάρχουν σχισμές των οποίων το γέμισμα περιλαμβάνει λίστα τιμών. Π.χ. likes: (apples, bananas)
- ❑ Σε κάθε σχισμή μπορούν να υπάρχουν προσδιορισμοί-περιορισμοί (facet). Π.χ. age: {integer}

Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (5/6)

- Προσκόλληση διαδικασιών. Αντί για την τιμή μιας ιδιότητας μπορεί να οριστεί μια διαδικασία η οποία θα καλείται μόνο αν χρειάζεται, για να δώσει ένα αποτέλεσμα
- Οι διαδικασίες αυτές ονομάζονται *daemons*. Π.χ. η ιδιότητα *ηλικία* μπορεί να υπολογιστεί όταν χρειάζεται από την ιδιότητα *ημερομηνία γεννήσεως* και την τρέχουσα ημερομηνία

Παράδειγμα Πλαισίου (Frame) (6/6)

■ Πλαίσιο Human:

- ako: Mammal
- birthday: {date} (τύπος δεδομένων)
- nationality: {string}
- age: [(birthday-cur_date)/365] (deamon)

Κανόνες (Rules)

- Είναι από τις πιο προσηφιείς μεθόδους αναπαράστασης γνώσης
- Πλεονεκτήματα:
 - Η γνώση αναπαρίσταται με τρόπο που πλησιάζει την ανθρώπινη γνώση για τις περισσότερες δραστηριότητες που απαιτούν νοημοσύνη
 - Η εξαγωγή συμπερασμάτων γίνεται με εύκολο τρόπο (επάρκεια συνεπαγωγών)

Είδη Κανόνων

- Κανόνες παραγωγής (production rules).
- Συμπερασματικοί κανόνες (deductive rules)
- Ενεργοί κανόνες (active rules)

Κανόνες Παραγωγής

- Μορφή: IF συνθήκες THEN ενέργειες
- Εκφράζουν: διαδικαστική γνώση
- Ερμηνεία: AN οι συνθήκες αληθεύουν ΤΟΤΕ εκτέλεσε τις ενέργειες
- Παράδειγμα: IF ο εκτυπωτής τυπώνει σωστά AND τα χρώματα δεν τυπώνονται σωστά, THEN αλλάξτε την κεφαλή με το έγχρωμο μελάνι

Συμπερασματικοί Κανόνες

- Μορφή: IF συνθήκες THEN συμπέρασμα
- Εκφράζουν: δηλωτική γνώση
- Ερμηνεία: AN οι συνθήκες αληθεύουν ΤΟΤΕ αληθεύει και το συμπέρασμα
- Παράδειγμα: IF ο εκτυπωτής τυπώνει σωστά AND τα χρώματα δεν τυπώνονται σωστά THEN έχει τελειώσει το έγχρωμο μελάνι

Ενεργοί Κανόνες

- Μορφή: ΟΝ γεγονός IF συνθήκες THEN ενέργειες
- Εκφράζουν: διαδικαστική γνώση
- Ερμηνεία: ΟΤΑΝ συμβεί το γεγονός ΑΝ οι συνθήκες αληθεύουν ΤΟΤΕ εκτέλεσε τις ενέργειες
- Παράδειγμα: ΟΝ εκτύπωση IF τα χρώματα δεν τυπώνονται σωστά THEN αλλάξτε την κεφαλή με το έγχρωμο μελάνι

Πλεονεκτήματα Κανόνων

- Κάθε κανόνας ορίζει ένα μικρό και (σχεδόν) ανεξάρτητο τμήμα της γνώσης για ένα πρόβλημα (modularity)
- Νέοι κανόνες μπορούν να προστεθούν σε ένα σύνολο κανόνων (σχεδόν) ανεξάρτητα από άλλους υπάρχοντες κανόνες (incrementability)
- Κανόνες που ήδη υπάρχουν σε ένα σύνολο κανόνων μπορούν να αλλάξουν (σχεδόν) ανεξάρτητα από άλλους κανόνες (modifiability)

Συλλογιστική Συστημάτων Κανόνων

- Χρησιμοποιείται κυρίως η συνεπαγωγική συλλογιστική (deductive reasoning)

- Από τις προτάσεις: ΑΝ ισχύει το A ΤΟΤΕ ισχύει και το B

κανόνας

Ισχύει το A

γεγονός

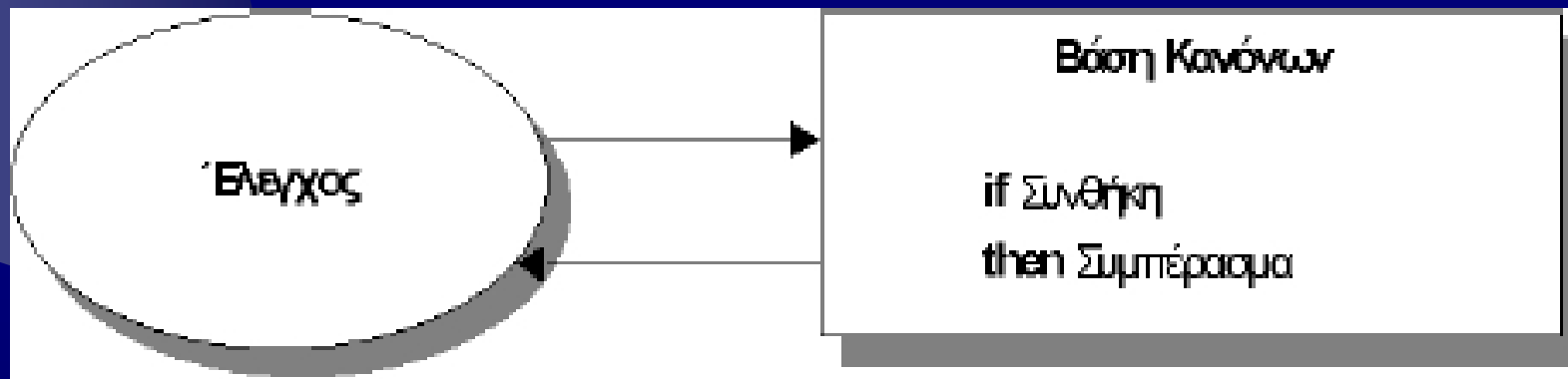
- Η συνεπαγωγική συλλογιστική εξάγει το συμπέρασμα: Ισχύει το B

Συνεπαγωγική Συλλογιστική – Παράδειγμα

- 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

Συστήματα Εξαγωγής Συμπερασμάτων

- Αποτελούνται από:
 - Τη βάση κανόνων (rule base)
 - Τον έλεγχο (control)



Έλεγχος (Control)

- Ο έλεγχος καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελεστούν οι κανόνες για να εξαχθούν τα συμπεράσματα.
- Ο έλεγχος ουσιαστικά υλοποιεί τη συλλογιστική
- Στα συστήματα εξαγωγής συμπερασμάτων, η συνεπαγωγική συλλογιστική υλοποιείται με δυο τρόπους ή ακολουθίες εκτέλεσης

Ακολουθία Εκτέλεσης (Chaining)

- Ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης (backward chaining).
 - Η εξαγωγή συμπερασμάτων ξεκινά από το δεξιό μέρος του κανόνα και προσπαθεί να βρει αν οι προϋποθέσεις είναι αληθείς
 - Εξετάζονται όλοι οι εναλλακτικοί τρόποι απόδειξης του συμπεράσματος ακόμα και αυτοί που δεν είναι αληθείς ως ότου αποδειχθεί η αλήθεια του συμπεράσματος
 - Ενδείκνυται όταν υπάρχουν λίγα συμπεράσματα και πολλά δεδομένα για τα οποία το σύστημα μας καθοδηγεί ζητώντας τα με μια λογική σειρά και όσα χρειάζονται
 - Εφαρμογές: Συστήματα ελέγχου λειτουργίας (monitoring)

Backward Chaining

■ IF A THEN B

- ❑ Ισχύει το B? Πρέπει να αποδείξουμε το A.
- ❑ Αν ισχύει το A, τότε ισχύει και το B
- ❑ Αν όχι, τότε πρέπει να συνεχιστεί το ψάξιμο
- ❑ Από τα δεξιά προς τα αριστερά

■ IF A THEN B

■ IF C THEN B

■ IF D THEN B

■ IF D THEN W

■ D

- ❑ Ισχύει το B?
- ❑ Θα εξεταστούν οι 3 πρώτοι κανόνες
- ❑ Μόνο ο 3^{ος} δίνει θετικό αποτέλεσμα
- ❑ Ασχολούμαστε μόνο με τον προς απόδειξη στόχο

Ακολουθία Εκτέλεσης (Chaining)

- Ορθή ακολουθία εκτέλεσης (forward chaining).
 - Η εξαγωγή συμπερασμάτων εξετάζει πρώτα αν οι προϋποθέσεις στο αριστερό μέρος του κανόνα είναι αληθείς έτσι ώστε το συμπέρασμα στο δεξιό μέρος να είναι αληθές
 - Εξετάζονται μόνο οι αληθείς τρόποι απόδειξης, αλλά το σύστημα μπορεί να συμπεράνει περισσότερα συμπεράσματα από τα επιθυμητά
 - Ενδείκνυνται όταν υπάρχουν λίγα δεδομένα (δίνονται στο σύστημα όλα μαζί στην αρχή) και μπορούν να οδηγήσουν σε πολλά συμπεράσματα
 - Εφαρμογές: Συστήματα διάγνωσης

Forward Chaining

■ IF A THEN B

□ Ισχύει το A. Άρα ισχύει και το B

□ Από τα αριστερά προς τα δεξιά.

■ IF A THEN B

■ IF C THEN B

■ IF D THEN B

■ IF D THEN W

■ D

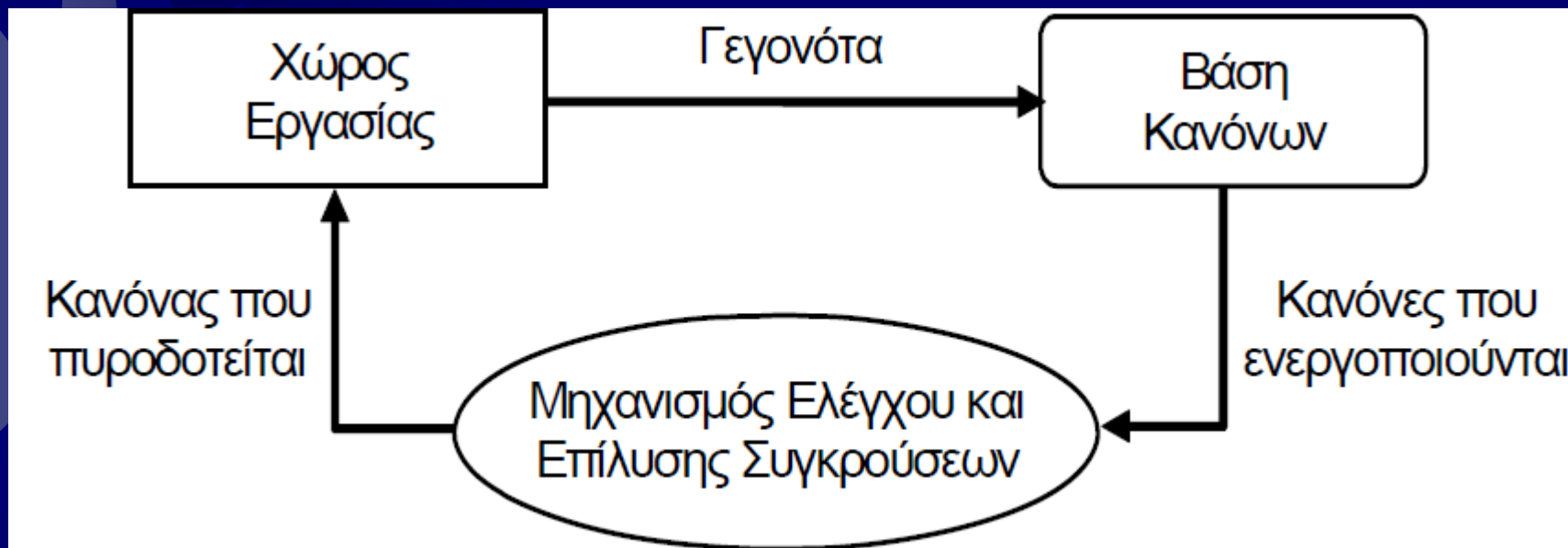
□ Θα εκτελεστούν ο 3^{ος} και ο 4^{ος} κανόνες

□ Εκτός από το ζητούμενο αποτέλεσμα (αν ισχύει το B), θα δώσει και «αχρείαστα» αποτελέσματα

Συστήματα Παραγωγής (Production Rules)

- Εκτελούν κανόνες παραγωγής: IF συνθήκη THEN ενέργειες
- Αποτελούνται από:
 - Το χώρο εργασίας (working memory) που περιέχει στοιχεία της μνήμης εργασίας (working memory elements)
 - Το μηχανισμό ελέγχου (control ή scheduler) και επίλυσης συγκρούσεων (conflict resolution) ο οποίος είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση των κανόνων, βάσει μιας στρατηγικής επίλυσης συγκρούσεων (conflict resolution strategy)

Δομή και Λειτουργία Συστήματος Παραγωγής



Χώρος Εργασίας Συστήματος Παραγωγής

- Ο χώρος εργασίας (working memory) είναι δυναμικός. Τα περιεχόμενα του είναι διαφορετικά σε κάθε κύκλο λειτουργίας του συστήματος
- Οι κανόνες παραγωγής είναι αυτοί που καθορίζουν τα περιεχόμενα του χώρου εργασίας, προσθέτοντας ή αφαιρώντας γεγονότα από αυτόν, σύμφωνα με τις ενέργειες του κάθε κανόνα

Συλλογιστική και Ακολουθία Εκτέλεσης Συστήματος Παραγωγής

- Ορθή ακολουθία εκτέλεσης κανόνων
- Δεν έχει νόημα ο όρος εξαγωγή συμπερασμάτων, γιατί οι κανόνες παραγωγής αναφέρονται σε ενέργειες που εκτελούνται
- Το ταίριασμα των κανόνων που περιέχουν μεταβλητές με δεδομένα στη μνήμη εργασίας που περιέχουν σταθερές, παραπέμπει στη συνεπαγωγική συλλογιστική

Κύκλος Λειτουργίας Συστήματος Παραγωγής

- Ως ότου δε μπορεί να εκτελεστεί κανένας κανόνας επανέλαβε:
 1. Βρες όλους τους κανόνες που ενεργοποιούνται και σχημάτισε το σύνολο συγκρούσεων
 2. Σύμφωνα με τον μηχανισμό επίλυσης συγκρούσεων διάλεξε ένα κανόνα
 3. Πυροδότησε τον κανόνα που διάλεξες στο βήμα 2

Επίλυση Συγκρούσεων

- Ένας κανόνας ενεργοποιείται (triggers) όταν οι συνθήκες του κανόνα ικανοποιούνται
- Όταν ένας κανόνας πυροδοτείται (fires) τότε οι ενέργειές του εφαρμόζονται ή εκτελούνται
- Το σύνολο των κανόνων που ενεργοποιούνται σχηματίζουν το σύνολο σύγκρουσης (conflict set)

Στρατηγικές Επίλυσης Συγκρούσεων

- Τυχαία (random): Επιλέγεται ένας κανόνας στην τύχη
- Διάταξης (ordering): επιλέγεται ο κανόνας που είναι πρώτος στη σειρά ή έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα βάση κάποιου αριθμητικού μεγέθους
- Αποφυγή επανάληψης (refractoriness): δεν επιλέγεται ο ίδιος κανόνας με τα ίδια δεδομένα για δεύτερη συνεχή φορά. Αποφεύγονται άσκοπες ή ατέρμονες επαναλήψεις
- Επιλογή του πιο πρόσφατου (recency): Επιλέγεται ο κανόνας που ενεργοποιείται από τα πιο πρόσφατα δεδομένα που προστέθηκαν στο χώρο εργασίας. Ακολουθείται μια χρονικά συνεπής πορεία σκέψης
- Επιλογή του πιο ειδικού ή συγκεκριμένου (specificity): Επιλέγεται ο κανόνας που είναι πιο ειδικός ή πιο συγκεκριμένος από τους άλλους, δηλαδή η συνθήκη του εκφράζεται με αναλυτικότερο τρόπο. Εξετάζονται πρώτα τα πιο συγκεκριμένα θέματα τα οποία οδηγούν πιθανότατα σε λύση πιο γρήγορα.

Συλλογιστική Βασισμένη σε Περιπτώσεις (Case-Based Reasoning)

- Χρησιμοποιεί συγκεκριμένες περιπτώσεις ή παραδείγματα προβλημάτων που αντιμετωπίστηκαν στο παρελθόν για την επίλυση νέων προβλημάτων
- Η επιλογή της κατάλληλης περίπτωσης βασίζεται στην ομοιότητά της με την τωρινή

Συλλογιστική Βασισμένη σε Περιπτώσεις (Case-Based Reasoning) - Αρχιτεκτονική

- Βιβλιοθήκη παλιών περιπτώσεων
- Μέθοδος ταιριάσματος και ανάκλησης περιπτώσεων από τη βιβλιοθήκη, βάσει των χαρακτηριστικών του προβλήματος
- Μέθοδος προσαρμογής της λύσης που δόθηκε στο παρελθόν, όταν η τωρινή δεν είναι ακριβώς ίδια με την παλιά
- Μέθοδος δοκιμής, επαλήθευσης και επιδιόρθωσης της προσαρμοσμένης λύσης
- Μέθοδος εκμάθησης της λύσης όταν η νέα περίπτωση μαζί με τη λύση που υιοθετήθηκε συνιστούν μια πολύ διαφορετική περίπτωση από αυτές που υπάρχουν στη βιβλιοθήκη

Συλλογιστική Βασισμένη σε Περιπτώσεις (Case-Based Reasoning) – Οργάνωση της Βιβλιοθήκης

- Με απλό τρόπο, π.χ. παράθεση περιπτώσεων
- Ιεραρχικά, όπου οι περιπτώσεις οργανώνονται σε επίπεδα βάσει των παραμέτρων εισόδου ή τους στόχους του προς επίλυση προβλήματος
- Η αναζήτηση στη βιβλιοθήκη βασίζεται σε «έξυπνη» δεικτοδότηση των περιπτώσεων (case indexing) για να είναι αποδοτική.
- Δεν πρέπει να αντιστοιχούν πολλές περιπτώσεις σε συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων γιατί θα ανακαλούνται πολλές άσχετες περιπτώσεις
- Η πολύ αυστηρή συνεκτικότητα μπορεί να οδηγήσει σε αντίθετα αποτελέσματα γιατί τις περισσότερες φορές δεν θα «ταιριάζει» καμία περίπτωση

Συλλογιστική Βασισμένη σε Περιπτώσεις (Case-Based Reasoning) – Explanation-based Indexing

- Οι περιπτώσεις δεικτοδοτούνται βάσει κάποιων παρατηρούμενων χαρακτηριστικών του προβλήματος πριν και μετά από κάποια δράση
- Επεξήγηση του λόγου για τον οποίο δόθηκαν τα χαρακτηριστικά
- Περιγραφή του στόχου που προσπαθεί να επιτευχθεί από τη συγκεκριμένη δράση

Συστήματα Case-Based Reasoning

- Ο χρήστης εισάγει το πρόβλημα που αντιμετωπίζει και ζητά από το σύστημα να του εμφανίσει από τη βιβλιοθήκη τις περιπτώσεις που ταιριάζουν
- Ο χρήστης ή το σύστημα κρίνει αν η ανακληθείσα περίπτωση είναι σωστή και αν όχι ζητά κάποια επόμενη
- Όταν ανακληθεί κάποια περίπτωση, η λύση που υιοθετήθηκε στο παρελθόν προσαρμόζεται βάσει των χαρακτηριστικών της νέας περίπτωσης
- Η προσαρμοσμένη λύση αποθηκεύεται στη βιβλιοθήκη του συστήματος για μελλοντική χρήση
- Η γνώση του συστήματος επεκτείνεται

Παράδειγμα – Το Σύστημα Pas

- Προσδιορίζει αυτόματα την αξία μιας ακίνητης περιουσίας. Συγκρίνει το μέγεθος, τη λειτουργία για την οποία προορίζεται και τα χαρακτηριστικά του ακινήτου με κάποιο ανάλογο ακίνητο που βρίσκεται στην ίδια περιοχή
- Ανάκληση της κατάλληλης (πιο πρόσφατης) περίπτωσης αγοραπωλησίας. Ανακαλεί, βαθμολογεί και ταξινομεί κατά φθίνουσα σειρά ομοιότητας τις 10 πιο συναφείς περιπτώσεις.

Το Σύστημα Pas / Βαθμολόγηση Περιπτώσεων

- Βάρη ή σπουδαιότητα κάθε χαρακτηριστικού βάσει του οποίου γίνεται η σύγκριση: π.χ. το εμβαδόν παίζει πιο σπουδαίο ρόλο από τον όροφο
- Πώς βαθμολογούνται οι διαφορές στη σύγκριση των χαρακτηριστικών: π.χ. αν η ηλικία του σπιτιού της τρέχουσας περίπτωσης είναι 22 χρόνια σε σχέση με τα 20 χρόνια του σπιτιού που βρίσκεται στη βιβλιοθήκη περιπτώσεων, τότε αυτή η μικρή διαφορά δεν παίζει μεγάλο ρόλο

Το Σύστημα Pas / Προσαρμογή Περίπτωσης

- Προσαρμογή της περίπτωσης που επιλέχθηκε εφόσον δεν είναι δυνατό να ταιριάζουν ακριβώς, ακόμα και αν ο βαθμός ομοιότητάς τους είναι υψηλός
- Χρήση κανόνων (critics), οι οποίοι αυξάνουν ή μειώνουν την αξία πώλησης του σπιτιού που ανακλήθηκε από τη βιβλιοθήκη προσαρμόζοντάς το στην περίπτωση του τρέχοντος σπιτιού
- Η αύξηση ή μείωση εξαρτάται από τη διαφορά των τιμών κάποιων χαρακτηριστικών μεταξύ των δυο σπιτιών.

Το Σύστημα Pas / Παράδειγμα Προσαρμογής

- Έστω ότι το σπίτι A είναι η ακίνητη περιουσία που πρέπει να εκτιμηθεί και το σπίτι B είναι μια αποθηκευμένη στο σύστημα περίπτωση ακινήτου που πωλήθηκε πρόσφατα και αξιολογήθηκε από το σύστημα μέσα στις 10 πιο «κοντινές περιπτώσεις»
- Έστω ότι το ακίνητο A διαθέτει και πισίνα ενώ το ακίνητο B δεν διαθέτει
- Σε αυτή την περίπτωση, η τιμή του ακινήτου A σε σχέση με τη τιμή του ακινήτου B θα πρέπει να προσαρμοστεί κατάλληλα

Το Σύστημα Pas / Παράδειγμα Προσαρμογής

- Μπορεί να προστεθεί ένας κανόνας που σχετίζεται με το επιπλέον χαρακτηριστικό (της πισίνας). Αυτός ο κανόνας θα αφορά την αύξηση της τιμής κατά το κόστος κατασκευής της πισίνας (π.χ. 20.000€)
- Συνεπώς, αν το ακίνητο Β πωλήθηκε για 250.000€, το ακίνητο Α λόγω της πισίνας θα πρέπει να πωληθεί 270.000€

Το Σύστημα Pas / Διαδικασία Προσαρμογής

- Η διαδικασία προσαρμογής είναι αθροιστική και πραγματοποιείται για όλα τα χαρακτηριστικά που συγκρίνονται.
- Π.χ. αν το εμβαδόν των δυο ακινήτων είναι λίγο διαφορετικό, τότε η προσαρμογή θα μπορούσε να είναι μια μικρή διαφοροποίηση της τιμής, π.χ. 2500€ για κάθε τετραγωνικό που διαφέρουν τα δυο ακίνητα
- Π.χ. αν το ακίνητο A είναι 110m² ενώ το B είναι 105m², τότε η τιμή του ακινήτου A αυξάνεται κατά $2500€/m^2 \times 5m^2 = 10.500€$ και γίνεται $270.000€ + 10.500€ = 285.000€$

Μειονεκτήματα Προσαρμογών

- Οι πολλές προσαρμογές καταλήγουν σε ανακριβείς τιμές
- Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ οι κανόνες προσαρμογής αντιμετωπίζουν κάθε χαρακτηριστικό ως ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα, στην πραγματικότητα υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών
- Το σύστημα επιβάλλει βαθμούς «ποινής» ανάλογα με τον αριθμό των προσαρμογών που λαμβάνουν τελικά χώρα
- Όποια περίπτωση έχει λιγότερους βαθμούς ποινής θεωρείται ότι βρίσκεται πιο κοντά στην τωρινή περίπτωση
- Η τελική αξία προκύπτει από το μέσω όρο ενός αριθμού περιπτώσεων (π.χ. τριών) με τους λιγότερους βαθμούς «ποινής»

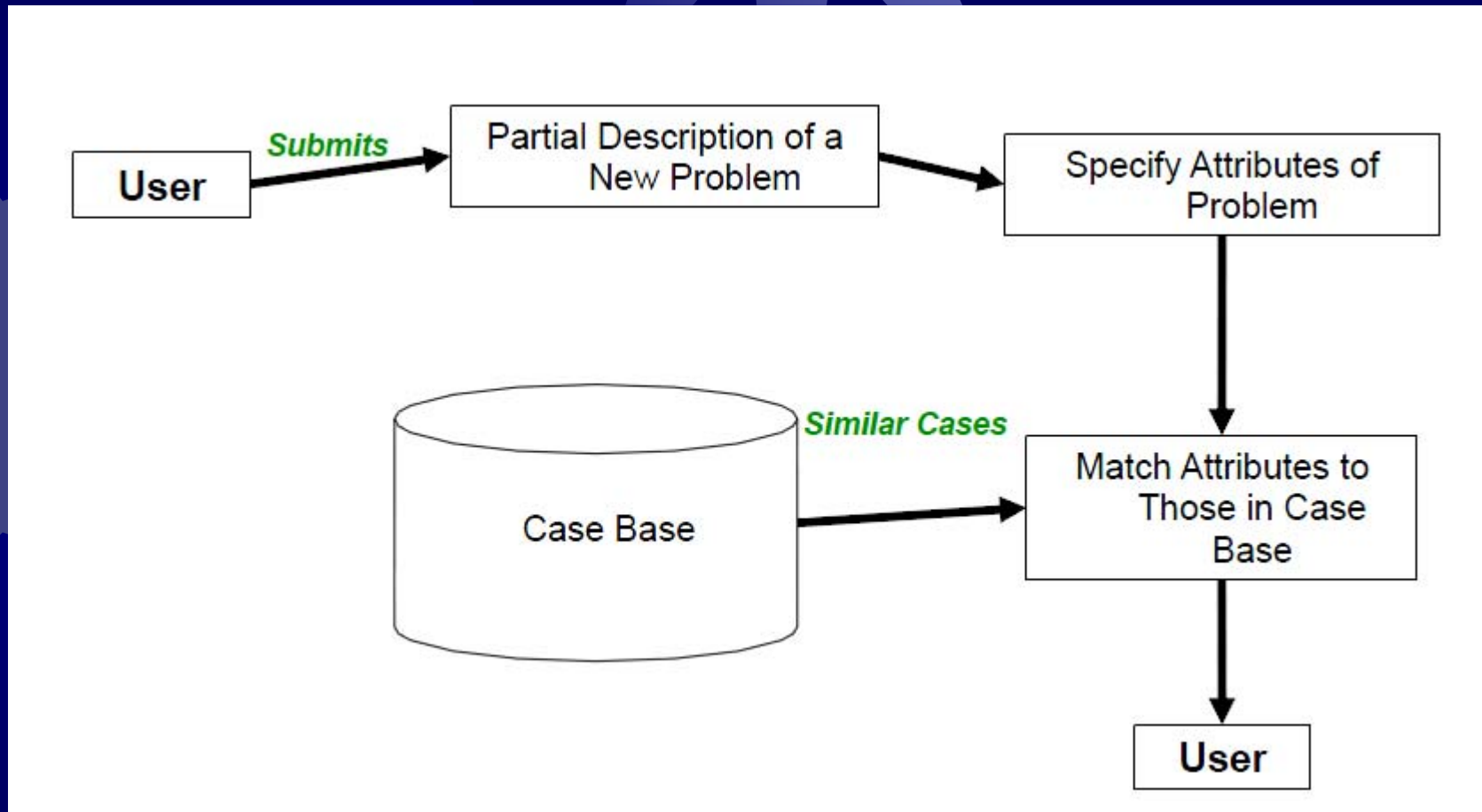
Συστήματα Case-Based Reasoning / Πλεονεκτήματα

- Τα συστήματα αυτά βρίσκονται πιο κοντά στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται οι άνθρωποι (συλλογιστική με αναλογίες)
- Η διαδικασία απόκτησης της γνώσης απλουστεύεται
 - Η γνώση υπάρχει ήδη σε παλαιότερα έγγραφα ή βάσεις δεδομένων
 - Η βιβλιοθήκη των περιπτώσεων μπορεί να αποτελείται από τη συλλογική εμπειρία ενός οργανισμού ή μιας εταιρείας και όχι ενός μόνο ειδικού
 - Η γνώση δεν υπόκειται σε μετατροπές που μπορούν να την αλλοιώσουν
 - Στα έμπειρα συστήματα η γνώση του ειδικού έχει υποστεί μετατροπές από τον ειδικό που αναγκάζεται να ομαδοποιήσει τις εμπειρίες του και τον μηχανικό γνώσης που μετατρέπει αφαιρετικά τις εμπειρίες σε κανόνες

Συστήματα Case-Based Reasoning / Μειονεκτήματα

- Υπολογιστικό κόστος αναζήτησης στη βιβλιοθήκη των περιπτώσεων
- Η απόδοση και ποιότητα των λύσεων που παρέχονται επηρεάζεται από την ορθή δόμηση της βιβλιοθήκης, την ποιότητα και την ποσότητα των περιπτώσεων που βρίσκονται στη βιβλιοθήκη
- Δυσκολίες στην προσαρμογή της λύσης στην τρέχουσα κατάσταση, όταν δεν υπάρχουν αριθμητικές μέθοδοι αλλά απαιτούνται ευρετικές-εμπειρικές σχέσεις

Γενική Διαδικασία Case-Based Reasoning



Πράκτορες που Βασίζονται στη Γνώση (Knowledge-Based Agents)

- Ένας «έξυπνος πράκτορας» (intelligent agent) είναι ένας κώδικας προγράμματος που είναι ικανός να εκτελεί αυτόνομες πράξεις και δράσεις σε μικρό χρόνο
- Μπορούν να επιδείξουν συμπεριφορά που είναι εστιασμένη στον στόχο, λαμβάνοντας πρωτοβουλίες
- Μπορούν να προγραμματιστούν να αλληλεπιδρούν με άλλους πράκτορες ή ανθρώπους χρησιμοποιώντας κάποια γλώσσα επικοινωνίας
- Μπορούν να προγραμματιστούν να μάθουν από τη συμπεριφορά του χρήστη και να αποκτήσουν μελλοντική συμπεριφορά για να βοηθήσουν τον χρήστη

Γενικές Απαιτήσεις από τον Μηχανικό Γνώσης

■ Απαιτήσεις γνώσης

- ❑ Τεχνολογία υπολογιστών και λειτουργικών συστημάτων
- ❑ Βάσεις γνώσης και εξόρυξη δεδομένων
- ❑ Ειδική γνώση σχετιζόμενη με τον τομέα του προβλήματος
- ❑ Γνωστική ψυχολογία

■ Απαιτούμενες ικανότητες

- ❑ Διαπροσωπική επικοινωνία
- ❑ Ικανότητα να καταλαβαίνει με ακρίβεια τις απαιτήσεις του έργου
- ❑ Ικανότητα γρήγορης δημιουργίας πρωτοτύπου
- ❑ Ικανότητες που σχετίζονται με την προσωπικότητά του

Ο Ρόλος του Σχεδιασμού – Αρχικά Βήματα

- «Σπάσιμο» του Συστήματος Διαχείρισης Γνώσης σε modules
- Έρευνα για επιμέρους λύσεις
- Σύνδεση των επιμέρους λύσεων μέσω κανόνων και διαδικασιών ώστε να προσεγγιστεί η τελική λύση
- Απλοποίηση των κανόνων ώστε να είναι πιο εύκολοι στην κατανόηση

Ο Ρόλος του Σχεδιασμού – Περαιτέρω Βήματα

- Απόφαση για την γλώσσα προγραμματισμού
- Επιλογή του κατάλληλου πακέτου λογισμικού
- Ανάπτυξη του GUI και υποστηρικτικών λειτουργιών του συστήματος
- Επαλήθευση και πιστοποίηση του συστήματος