



Ιόνιο Πανεπιστήμιο
Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Ψηφιακές Εφαρμογές & Καινοτομία»

Τεχνολογίες Ευφυούς Διαχείρισης Ανθρωπιστικών Δεδομένων

Φοίβος Μυλωνάς
fmylonas@ionio.gr

Προχωρημένα Θέματα Διαχείρισης & Αναπαράστασης Γνώσης

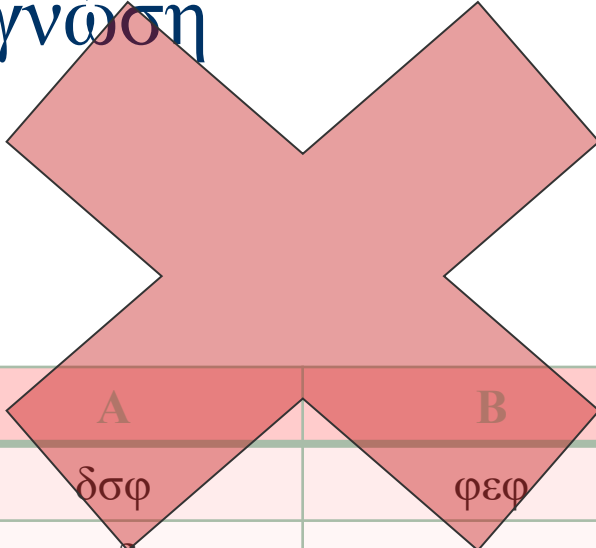
- ▣ Δεδομένα, Πληροφορίες, Γνώση - Είδη Γνώσης
- ▣ Κωδικοποίηση, Αναπαράσταση και Διαχείριση Γνώσης (ΔΓ)
- ▣ Ο κύκλος της ΔΓ
- ▣ Συλλογιστικές
- ▣ Στρατηγική Αναζήτησης, Εφαρμογές ΔΓ
- ▣ Λογική (*προτασιακή, κατηγορηματική, διαζευκτική*)
- ▣ Δομημένες Αναπαραστάσεις Γνώσης (*δένδρα, πίνακες, χάρτες, πλαίσια*)
- ▣ **Κανόνες**, Ακολουθία Εκτέλεσης (*chaining*)

Δεδομένα, πληροφορία και γνώση

- ◆ **Δεδομένο (data):** είναι μια μετρήσιμη ή υπολογίσιμη τιμή μίας ιδιότητας.
- ◆ **Πληροφορία (information):** αποτελείται από δεδομένα τα οποία όμως έχουν φιλτραριστεί και μορφοποιηθεί κατάλληλα.
- ◆ **Γνώση (knowledge):** είναι πληροφορία η οποία έχει υποστεί μία σειρά ειδικών ελέγχων για την πιστοποίησή της και έχει κάποιο νόημα.

Δεδομένα, πληροφορία και γνώση

- ◆ Ένα σύνολο από δεδομένα ονομάζεται γνώση



A	B
δσφ	φεφ
φδ	τητε
ηη	ργ

- Ένα σύνολο από δεδομένα με σημασιολογικό περιεχόμενο ονομάζεται γνώση!

Αθλήματα με μπάλα	Αθλήματα χωρίς μπάλα
ποδόσφαιρο	κολύμβηση
μπάσκετ	άρση βαρών
βόλεϋ	ακοντισμός

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 οργάνωση, 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 και έχει κάποιο νόημα.
 - 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 την **σημαντικότητα** της **πληροφορίας** **συσχετίζοντάς** τη με **χρήσιμα συμπεράσματα** ή **αναγκαίες ενέργειες**.

Γνώση

- ◆ «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».

Είδη γνώσης

- ◆ Αντικείμενα (objects)
- ◆ Γεγονότα (events)
- ◆ Εκτέλεση (performance)
- ◆ Μετα-γνώση (meta-knowledge)

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.

Είδη γνώσης

- ◆ **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.

Κωδικοποίηση Γνώσης

- ◆ **Κωδικοποίηση** της Γνώσης $\equiv$ Knowledge **Codification**
 - Όρος της «Διαχείρισης της Γνώσης»
- ◆ **Αναπαράσταση** της Γνώσης $\equiv$ Knowledge **Representation**
 - Όρος της «Τεχνολογίας της Γνώσης»
- ◆ **Διαχείριση** της Γνώσης $\equiv$ Knowledge **Management**

Κωδικοποίηση Γνώσης

- ◆ Η οργάνωση και η αναπαράσταση της γνώσης πριν αυτή γίνει προσβάσιμη σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό.
- ◆ Οι μορφές που παίρνει η γνώση είναι συνήθως, δένδρα ή πίνακες αποφάσεων, πλαίσια, κανόνες, κλπ.

Κωδικοποίηση Γνώσης

- ◆ Από τη σκοπιά της **Διαχείρισης Γνώσης**
 - Η μετατροπή της **άρρητης** γνώσης σε **ρητή**, σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- ◆ Από τη σκοπιά των **Πληροφοριακών Συστημάτων**
 - Η μετατροπή μη-τεκμηριωμένης πληροφορίας σε τεκμηριωμένη
- ◆ Με τη φάση αυτή, η επιχειρησιακή γνώση γίνεται ορατή, προσβάσιμη, και χρησιμοποιήσιμη από όλους για λήψη αποφάσεων.

Αναπαράσταση Γνώσης

◆ Από τη σκοπιά των Συστημάτων Γνώσης

- Αναπαράσταση γνώσης είναι ένα **σύνολο συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών**, οι οποίες καθιστούν δυνατή την περιγραφή ενός κόσμου.

◆ Μία μέθοδος αναπαράστασης γνώσης έχει:

- **Συντακτικό (syntax)**
- **Σημασιολογία (semantics).**

Γιατί χρειάζεται ?

- ◆ Η αναπαράσταση της γνώσης χρειάζεται για να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα από τον υπολογιστή με αυτόματο τρόπο:
 - Λήψη αποφάσεων σε διάφορους τομείς
 - Δημιουργία συστημάτων ΔΓ για διάφορες εφαρμογές
- ◆ Η εξαγωγή συμπερασμάτων εξαρτάται
 - από την συλλογιστική
 - από την στρατηγική αναζήτησης

Γιατί χρειάζεται ?

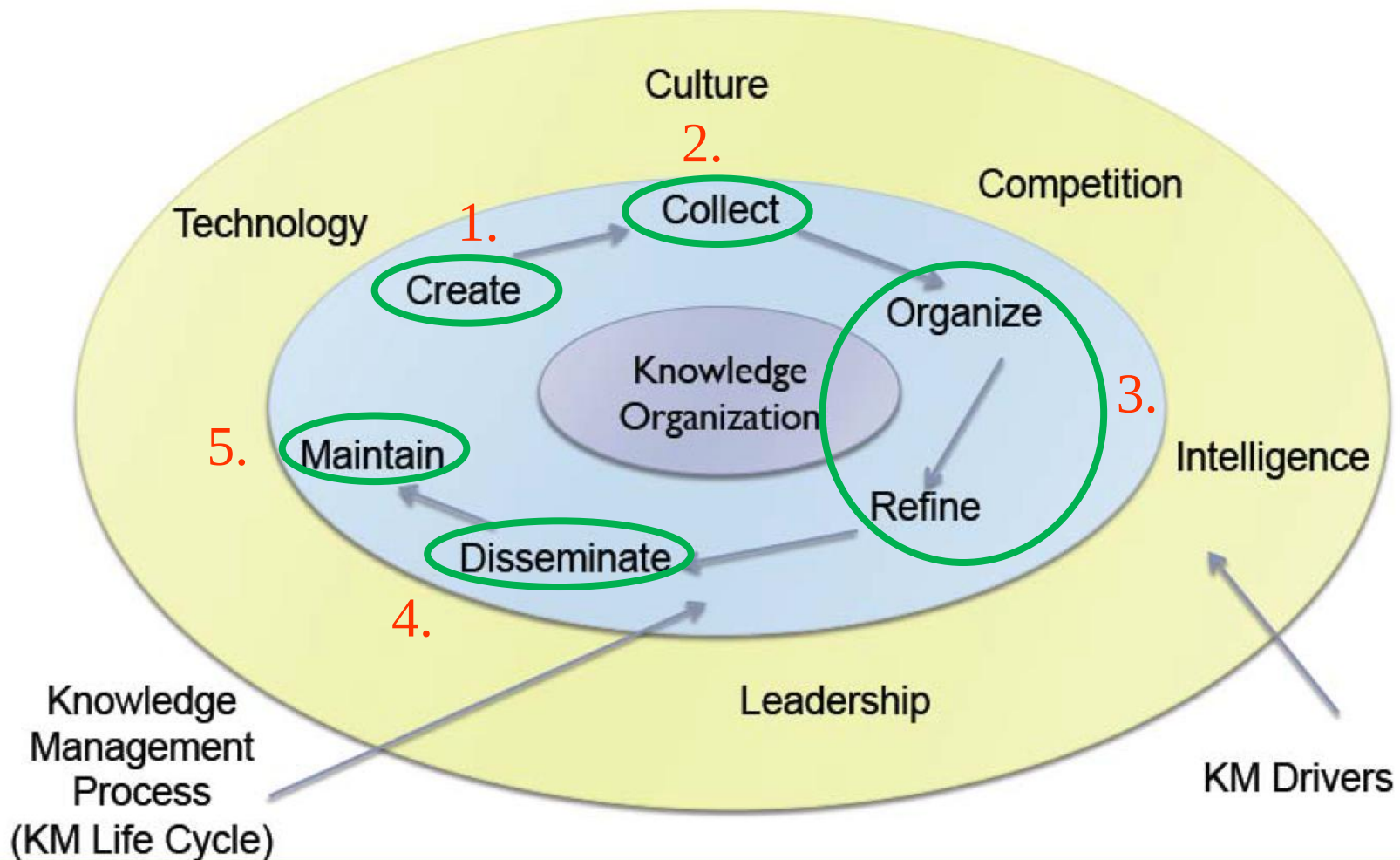
- ◆ Η φυσική γλώσσα είναι **ακατάλληλη** για αναπαράσταση γνώσης λόγω της πολυσημαντικότητας (**ambiguity**) και της ερμηνείας με βάση τα συμφραζόμενα (**context**).
 - Για τα συστήματα ΔΓ πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας **μονοσήμαντος** και **τυποποιημένος συμβολισμός**.

Διαχείριση Γνώσης

- ◆ Η Διαχείριση Γνώσης μπορεί να οριστεί ως **το σύνολο των ενεργειών που γίνονται για να αξιοποιηθούν όσο το δυνατό καλύτερα οι πηγές γνώσης (knowledge resources).**
- ◆ Η Διαχείριση Γνώσης **εστιάζει** στο να **οργανώνει** και να **καθιστά διαθέσιμη** τη γνώση που είναι **σημαντική**, όταν και όποτε αυτό απαιτείται.
- ◆ Σχετίζεται με την έννοια του Διανοητικού Κεφαλαίου (Intellectual Capital), τόσο του ανθρώπινου, όσο και του οργανισμού/της επιχείρησης.

http://en.wikipedia.org/wiki/Intellectual_capital

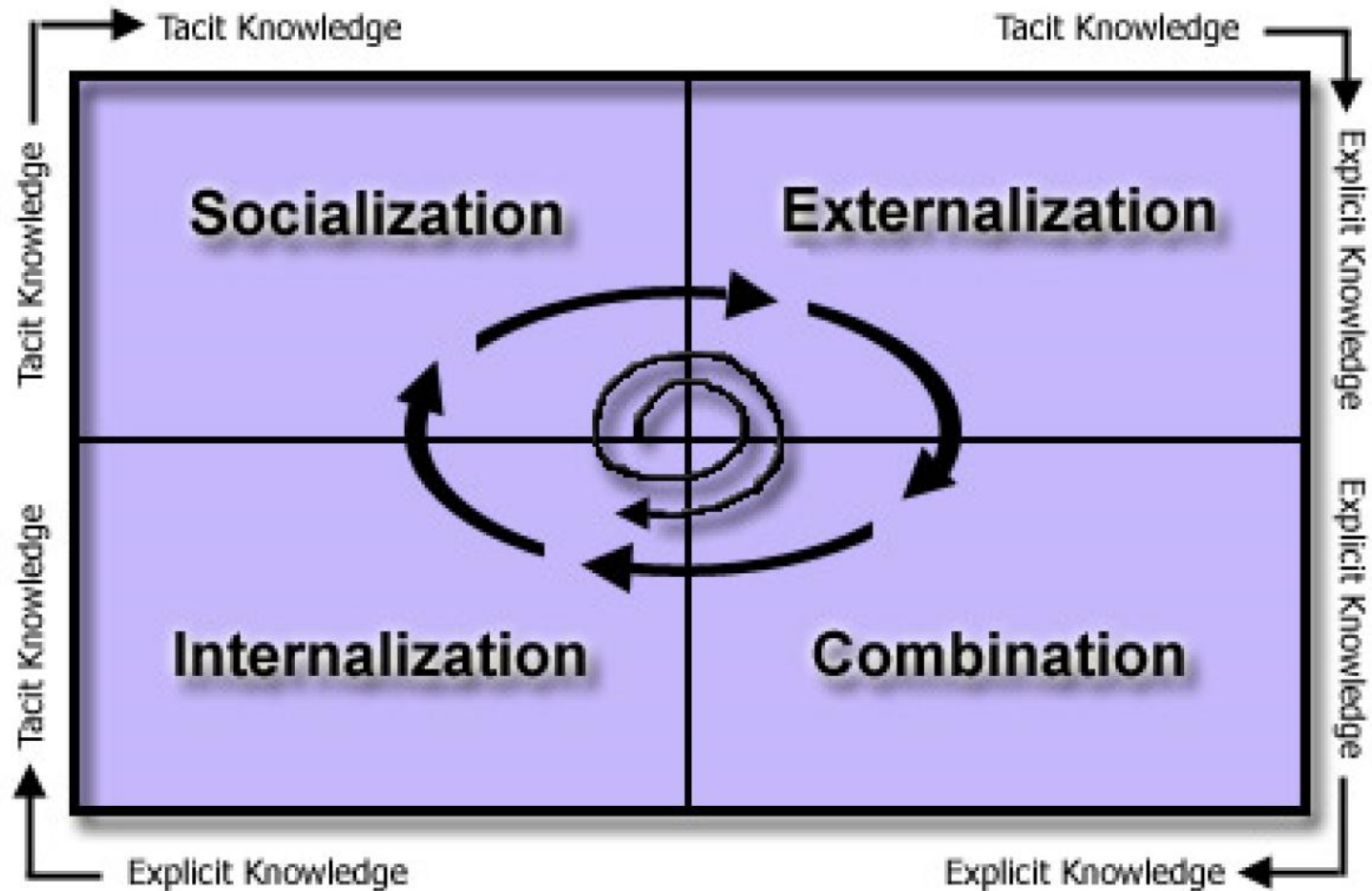
Ο κύκλος της Διαχείρισης Γνώσης



1. Δημιουργία Γνώσης (Knowledge Creation)

- ◆ Η γνώση δημιουργείται στο μυαλό των ατόμων
 - Συνήθως συνδυάζοντας προηγούμενη Γνώση που έλαβαν από άλλους ανθρώπους, με τη δικιά τους **οπτική** και **εμπειρίες**.
- ◆ Άλλοι τρόποι για την δημιουργία νέας γνώσης σε ένα οργανισμό/επιχείρηση είναι:
 - προσλαμβάνοντας νέους εργαζόμενους,
 - «ενοικιάζοντας» συμβούλους ή επαγγελματίες για συγκεκριμένες εργασίες,
 - αποκτώντας άλλες εταιρείες και όλη την βάση γνώσης που αυτές κατέχουν.
- ◆ Η γνώση δημιουργείται και μέσω **ομαδικής συνεργασίας**, για την επίλυση ενός προβλήματος.

1. Δημιουργία Γνώσης (Knowledge Creation)



**Spiral of Knowledge Creation
by Nonaka & Takeuchi (1995)**

2. Συλλογή Γνώσης

(Knowledge Collection/Capture/Acquisition)

- ◆ Είναι η διαδικασία **μετατροπής της γνώσης σε τέτοια μορφή ώστε να μπορεί να αποθηκευθεί στη βάση γνώσης του οργανισμού/της επιχείρησης.**
- ◆ Η **ρητή γνώση (explicit knowledge)** είναι πολύ πιο εύκολο να συλλεχθεί και να καταγραφεί.
- ◆ Η **άρρητη γνώση (tacit knowledge)** είναι δύσκολο να καταγραφεί και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πρόθεση των ανθρώπων να μοιράζονται με σαφή τρόπο τη γνώση που κατέχουν.

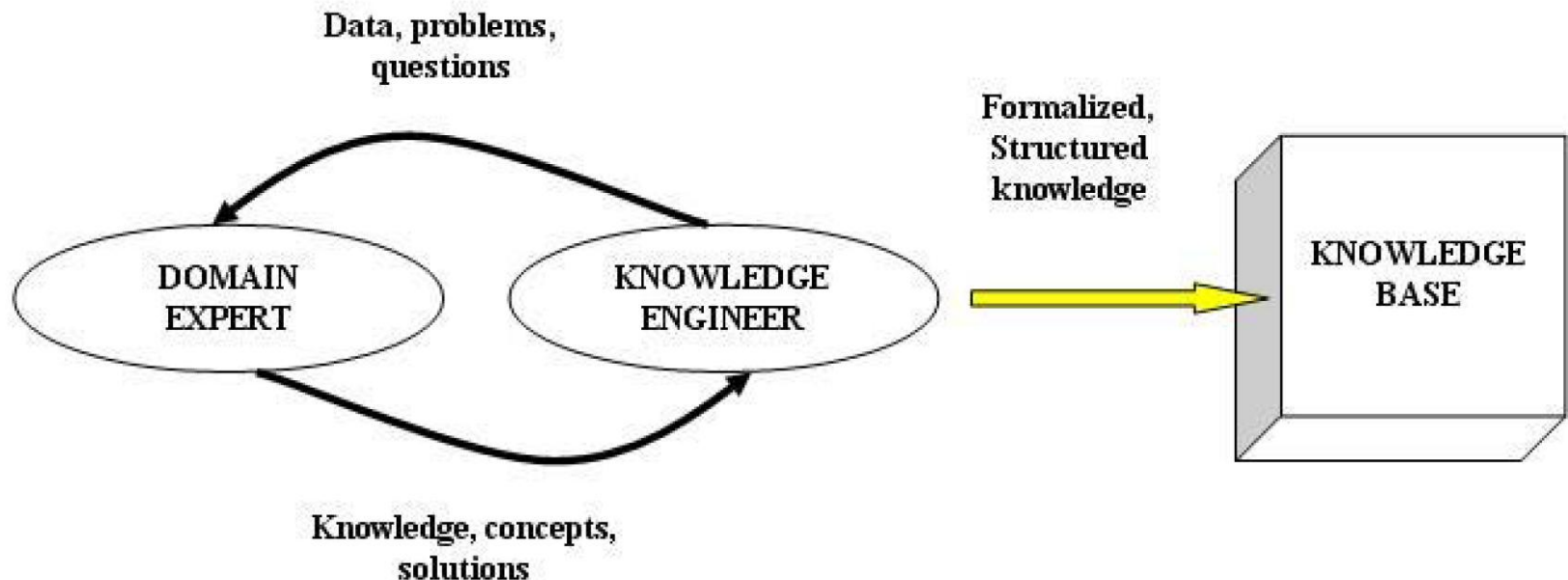
2. Συλλογή Γνώσης

(Knowledge Collection/Capture/Acquisition)

- ◆ **Ρητή γνώση (explicit knowledge) vs. Άρρητη γνώση (tacit knowledge)**
 - Το να πούμε σε κάποιον ότι «η Κέρκυρα είναι στην Ελλάδα» είναι ένα κομμάτι ρητής γνώσης που μπορεί να καταγραφεί, να μεταδοθεί και να κατανοηθεί από έναν παραλήπτη.
 - Όμως, η ικανότητα να ομιλούμε μία γλώσσα, να κάνουμε αλγεβρικές πράξεις ή να σχεδιάζουμε και να χρησιμοποιούμε πολύπλοκο μηχανολογικό εξοπλισμό απαιτεί διάφορα είδη γνώσης τα οποία δεν είναι πάντα ρητά και τα οποία είναι δύσκολο ή και αδύνατο να μεταφερθούν ρητά σε άλλους χρήστες.
- ◆ Η γνώση που αποθηκεύεται θα πρέπει να είναι δυνατό να εντοπίζεται εύκολα και να εμπλουτίζεται με τα απαραίτητα μετα-δεδομένα (π.χ. ποιος τη δημιούργησε και πότε).

2. Συλλογή Γνώσης

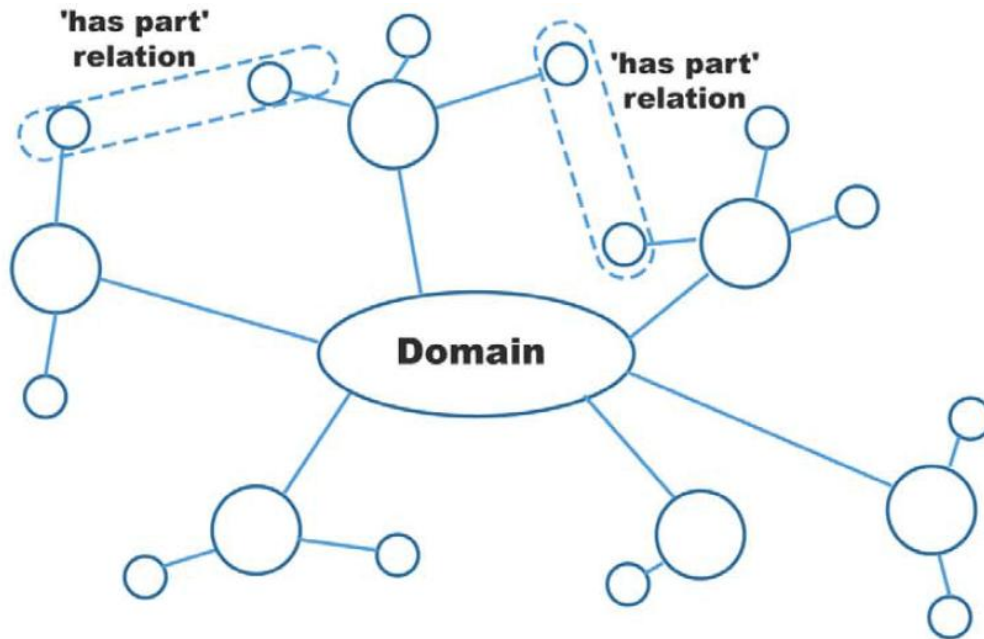
- ◆ Πολλοί οργανισμοί έχουν δοκιμάσει διάφορους τρόπους και κίνητρα για την συλλογή της γνώσης των εργαζομένων τους (π.χ. κάνοντας την διαδικασία υποχρεωτική ή δίνοντας ανταλλάγματα). Είναι αμφιλεγόμενο ζήτημα το κατά πόσο η παροχή κινήτρων έχει αποτέλεσμα ή όχι.



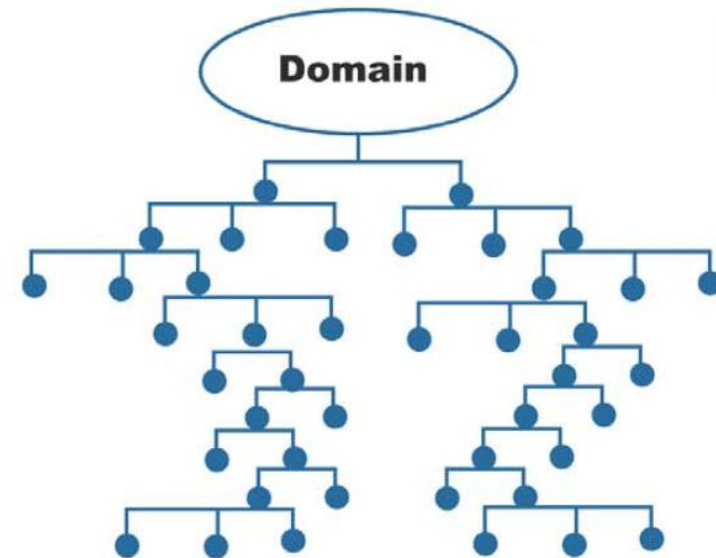
3. Οργάνωση / Αποθήκευση / Βελτίωση Γνώσης

- ◆ Η γνώση έχει πολύ μεγαλύτερη αξία όταν είναι πιο **εύκολα προσβάσιμη** και **προσεκτικά διατυπωμένη**.
- ◆ Όταν η γνώση αποθηκευτεί στη βάση γνώσης του οργανισμού/της επιχείρησης, η **χρηστικότητα (usability)** και **προσβασιμότητά της (accessibility)** μπορούν να βελτιωθούν σε σημαντικό βαθμό με το να εισαχθεί σε ένα γενικότερο **πλαίσιο (context)** και μέσω της ενίσχυσής της με επιπρόσθετη γνώση.
- ◆ Η γνώση μπορεί να **αποθηκεύεται** και να **οργανώνεται** μέσω της χρήσης **οντολογιών (ontologies)** και **ταξονομιών (taxonomies)**.

3. Οργάνωση / Αποθήκευση / Βελτίωση Γνώσης



ONTOLOGY



TAXONOMY

4. Διάχυση Γνώσης

- ◆ Αφορά στη διαδικασία διάχυσης της γνώσης που έχει αποθηκευτεί στη βάση γνώσης του οργανισμού.
- ◆ Συνήθως χρησιμοποιούνται τεχνολογίες Internet / Intranet / Extranet.
- ◆ Στα πλαίσια της ομάδας ενός έργου, η σχετική με το έργο γνώση μπορεί να διανεμηθεί μέσω **κοινόχρηστων αποθηκών πληροφορίας** ή με τη βοήθεια **μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου με επισυναπτόμενα**.
- ◆ Ο ρόλος της ηγεσίας είναι να δημιουργεί το κλίμα εκείνο που ενθαρρύνει τη διάχυση της γνώσης, όπου το προσωπικό αισθάνεται ασφαλές, ώστε να **συνεισφέρει στο γνωστικό ενεργητικό**, αλλά και όπου τέτοιες συνεισφορές αναγνωρίζονται και **ανταμείβονται**.

4. Διάχυση Γνώσης

- ◆ Πολλές εταιρίες έχουν δημιουργήσει **νέες θέσεις εργασίας** (π.χ. chief knowledge officers, knowledge managers), που έχουν στόχο την **υποστήριξη και προώθηση της συλλογής, επεξεργασίας και διάχυσης της γνώσης**.
- ◆ Πολλές εταιρίες αναδιατυπώνουν τα συστήματα αξιολόγησης και αμοιβών με στόχο να ενισχύσουν μία επιχειρηματική κουλτούρα που:
 - θα ενθαρρύνει την ενεργή συμβολή των στελεχών τους στην **εξάπλωση της επιχειρηματικής γνώσης**,
 - θα προάγει τη δημιουργία **σχέσεων εμπιστοσύνης και ομαδικής εργασίας** και
 - θα επικροτεί την **καινοτομία (innovation)**.

5. Συντήρηση Γνώσης

- ◆ Η **συντήρηση** της γνώσης είναι πολύ σημαντική. Σχετίζεται με την **ενημέρωση (update)** της βάσης γνώσης σε τακτά διαστήματα με **δυναμικό τρόπο** και στον εντοπισμό των τμημάτων της γνώσης που είναι πλέον παλιά (**out of date**).
- ◆ Η **ανάγκη για συντήρηση** της βάσης γνώσης πηγάζει από το γεγονός ότι οι **αλλαγές** στο επιχειρηματικό περιβάλλον είναι **διαρκείς και γρήγορες** και επομένως για να λαμβάνονται οι σωστές αποφάσεις, πρέπει να υπάρχει και η **σωστή βάση γνώσης**.

5. Συντήρηση Γνώσης

- ◆ Οι διαδικασίες συντήρησης της βάσης γνώσης μπορεί να είναι:
 - **προσθήκη** νέων στοιχείων γνώσης,
 - **επεξεργασία** υπάρχουσας γνώσης,
 - **μεταφορά** στο **προσκήνιο** ή στο **παρασκήνιο** στοιχείων γνώσης (π.χ. μπορεί κάποια στοιχεία γνώσης λόγω αλλαγών στο περιβάλλον να γίνονται πιο σημαντικά/πιο ασήμαντα),
 - **διαγραφή** στοιχείων γνώσης.

Κριτήρια Αξιολόγησης Μεθόδων Αναπ. 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.

Ορισμοί

- ◆ Αναπαράσταση γνώσης είναι ένα **σύνολο συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών**, οι οποίες καθιστούν δυνατή την περιγραφή ενός κόσμου.
- ◆ Μία μέθοδος αναπαράστασης γνώσης έχει:
 - Συντακτικό (syntax)
 - Σημασιολογία (semantics).
- ◆ Κάθε μέθοδος αναπαράστασης της γνώσης έχει έναν διαφορετικό **μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων**.
 - Μηχανισμός που χρησιμοποιείται για εξαγωγή συμπερασμάτων από υπάρχουσα γνώση.

Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων

- ◆ Ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων υλοποιείται από:
 - Την **στρατηγική αναζήτησης** της λύσης ενός προβλήματος, πάνω στη γνώση του προβλήματος.
 - Την **συλλογιστική** (reasoning).
- ◆ 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.
- ◆ Η συλλογιστική είναι ο γενικός τρόπος παραγωγής γνώσης από ήδη υπάρχουσα γνώση.

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:
 - Συνεπαγωγική συλλογιστική
 - Επαγωγική συλλογιστική
 - Απαγωγική συλλογιστική
 - Συλλογιστική βασισμένη σε περιπτώσεις
 - Συλλογιστική βασισμένη σε μοντέλα

Είδη Συλλογιστικής

- ◆ **Συνεπαγωγική συλλογιστική** (deductive reasoning): Εξάγει συμπεράσματα βασισμένη 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

Είδη Συλλογιστικής

- ◆ **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.

Είδη Συλλογιστικής

- ◆ **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.**

Σύγκριση Συλλογιστικών

- ◆ **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.

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 ΔΓ

◆ Διάγνωση (diagnosis)

- Διάγνωση βλαβών ενός συστήματος βάσει παρατηρήσεων και μετρήσεων

◆ Πρόγνωση (prognosis-prediction)

- Πρόβλεψη πιθανών μελλοντικών επιπτώσεων με βάση δεδομένες καταστάσεις

◆ Εκπαίδευση (instruction)

- Κατανόηση, αξιολόγηση και διόρθωση απάντησης μαθητών σε εκπαιδευτικά προβλήματα

Εφαρμογές Συστημάτων ΔΓ

◆ Παρακολούθηση καταστάσεων (monitoring)

- Σύγκριση παρατηρούμενων παραμέτρων με αναμενόμενες καταστάσεις

◆ Επιδιόρθωση λαθών (repair-remedy)

- Ανάπτυξη και εκτέλεση σχεδίων (πλάνων) για τη διαχείριση βλαβών

◆ Ερμηνεία (interpretation)

- Περιγραφή αντικειμένων και καταστάσεων βάσει δεδομένων από παρατηρήσεις

Εφαρμογές Συστημάτων ΔΓ

◆ Διαμόρφωση (configuration)

- Ικανοποίηση απαιτήσεων και περιορισμών για τη συναρμολόγηση εξαρτημάτων

◆ Έλεγχος (control)

- Έλεγχος της συμπεριφοράς ενός συστήματος. Περιλαμβάνει πολλά από τα προηγούμενα.

Εφαρμογές Συστημάτων ΔΓ

◆ Σχεδιασμός (planning)

- Η εύρεση μιας ακολουθίας ενεργειών, οι οποίες αν εφαρμοσθούν σε μια δεδομένη αρχική κατάσταση, προκαλούν την επίτευξη προκαθορισμένων στόχων

◆ Χρονοπρογραμματισμός (scheduling)

- Η ορθή χρονική διάταξη μιας ακολουθίας ενεργειών που πρέπει να γίνουν ώστε (α) να μπορούν να γίνουν ή (β) να μεγιστοποιηθεί το όφελος ή (γ) να ελαχιστοποιηθεί το κόστος

Μέθοδοι Αναπαράστασης Γνώσης

◆ Λογική

- **Προτασιακή** λογική (propositional logic)
- **Κατηγορηματική** λογική (predicate logic)
- **Διαζευκτική** μορφή της λογικής (clausal form of logic)

Λογική

- ◆ Η μαθηματική λογική (mathematical logic) είναι η συστηματική μελέτη των έγκυρων ισχυρισμών (valid arguments) με χρήση εννοιών από τα μαθηματικά.
- ◆ Ένας ισχυρισμός (argument) αποτελείται από συγκεκριμένες δηλώσεις (ή προτάσεις), τις υποθέσεις (premises), από τις οποίες παράγονται άλλες δηλώσεις που ονομάζονται συμπεράσματα (conclusions)

Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί, (Δήλωση)

Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος, (Δήλωση)

επομένως, ο Σωκράτης είναι θνητός (Συμπέρασμα)

Προτασιακή Λογική

- ◆ Στην προτασιακή λογική (propositional logic) κάθε γεγονός αναπαριστάται με μια λογική πρόταση, η οποία χαρακτηρίζεται είτε ως **αληθής** (true) ή ως **ψευδής** (false).
- ◆ Οι λογικές προτάσεις μπορούν να **συνδυαστούν** με τη χρήση **λογικών συμβόλων ή συνδετικών** (connectives).

Συνδετικά και Σημασία

Σύμβολο	Ονομασία / Επεξήγηση
$\wedge$	σύζευξη (λογικό "ΚΑΙ")
$\vee$	διάζευξη (λογικό "Η")
$\neg$	άρνηση
$\rightarrow$	συνεπαγωγή ("ΕΑΝ ΤΟΤΕ")
$\leftrightarrow$	διπλή συνεπαγωγή ή ισοδυναμία ("ΑΝ ΚΑΙ ΜΟΝΟ ΑΝ").

Παράδειγμα

- ◆ P : "Ο Νίκος είναι προγραμματιστής"
- ◆ Q : "Ο Νίκος έχει Υπολογιστή"
- ◆ $P \rightarrow Q$: Εάν "Ο Νίκος είναι προγραμματιστής", τότε "Ο Νίκος έχει Υπολογιστή"
- ◆ R : "Το τρίγωνο ΑΒΓ είναι ισόπλευρο"
- ◆ V : "Το τρίγωνο ΑΒΓ έχει όλες τις πλευρές του ίσες"
- ◆ $R \leftrightarrow V$: "Το τρίγωνο ΑΒΓ είναι ισόπλευρο" αν και μόνο αν "Το τρίγωνο ΑΒΓ έχει όλες τις πλευρές του ίσες"

Κατηγορηματική Λογική

- ◆ Η κατηγορηματική λογική (predicate logic) επεκτείνει την προτασιακή λογική εισάγοντας
 - όρους (terms),
 - κατηγορήματα (predicates) και
 - ποσοδείκτες (quantifiers).

Κατηγορηματική Λογική

Σύμβολο	Ονομασία / Επεξήγηση
$\wedge$	Σύζευξη (λογικό "ΚΑΙ")
$\vee$	Διάζευξη (λογικό "Η")
$\neg$	Άρνηση
$\rightarrow$	συνεπαγωγή ("ΕΑΝ ΤΟΤΕ")
$\leftrightarrow$	ισοδυναμία ("ΕΑΝ ΚΑΙ ΜΟΝΟ ΕΑΝ")
$\forall$	καθολικός ποσοδείκτης ($\forall x$ σημαίνει για κάθε x)
$\exists$	υπαρξιακός ποσοδείκτης ($\exists x$ σημαίνει υπάρχει x)

Κατηγορήματα και Ορίσματα

- ◆ Ένα γεγονός αναπαριστάται με έναν ατομικό τύπο της μορφής:

$$P(A_1, A_2, \dots, A_n)$$

- ◆ όπου το P ονομάζεται κατηγορημα (predicate) και τα $A_1, A_2, \dots, A_n$ ορίσματα (arguments).

- ◆ Παράδειγμα:

Κάθε άνθρωπος έχει όνομα

$$\forall x \exists y (\text{ΑΝΘΡΩΠΟΣ}(x) \rightarrow \text{ΟΝΟΜΑ}(x, y)) .$$

Όλοι οι παίκτες του μπάσκετ είναι ψηλοί

$$\forall x (\text{ΠΑΙΧΤΗΣ_ΜΠΑΣΚΕΤ}(x) \rightarrow \text{ΨΗΛΟΣ}(x)) .$$

Παράδειγμα Αναπαράστασης σε Λογική

- ◆ Κάθε ζώο το οποίο έχει τρίχωμα ή παράγει γάλα είναι θηλαστικό.
- ◆ Κάθε ζώο που έχει φτερά και γεννάει αυγά είναι πουλί.
- ◆ Κάθε θηλαστικό που τρέφεται με κρέας ή έχει κοφτερά δόντια είναι σαρκοβόρο.
- ◆ Κάθε σαρκοβόρο με χρώμα καφέ-πορτοκαλί που έχει ρίγες είναι τίγρης.
- ◆ Κάθε σαρκοβόρο με χρώμα καφέ-πορτοκαλί που έχει μαύρες βούλες είναι τσιτάχ.
- ◆ Κάθε πουλί το οποίο δεν πετά και κολυμπά είναι πιγκουΐνος.

Παράδειγμα Αναπαράστασης σε Λογική

- ◆ Κάθε ζώο το οποίο έχει τρίχωμα ή παράγει γάλα είναι θηλαστικό.

$\forall x \text{ (} \text{ΕΧΕΙ}(x, \text{ΤΡΙΧΩΜΑ}) \vee \text{ΠΑΡΑΓΕΙ}(x, \text{ΓΑΛΑ}) \text{) } \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΘΗΛΑΣΤΙΚΟ}) \text{ .}$

- ◆ Κάθε ζώο που έχει φτερά και γεννάει αυγά είναι πουλί.

$\forall x \text{ (} \text{ΕΧΕΙ}(x, \text{ΦΤΕΡΑ}) \wedge \text{ΓΕΝΝΑΕΙ}(x, \text{ΑΥΓΑ}) \text{) } \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΠΟΥΛΙ}) \text{ .}$

- ◆ Κάθε θηλαστικό που τρέφεται με κρέας ή έχει κοφτερά δόντια είναι σαρκοβόρο.

$\forall x \text{ (} \text{ΕΙΔΟΣ}(x, \text{ΘΗΛΑΣΤΙΚΟ}) \wedge \text{(} \text{ΤΡΕΦΕΤΑΙ}(x, \text{ΚΡΕΑΣ}) \vee \text{ΕΧΕΙ}(x, \text{ΔΟΝΤΙΑ}(\text{ΚΟΦΤΕΡΑ})) \text{)) } \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΣΑΡΚΟΒΟΡΟ}) \text{ .}$

Παράδειγμα Αναπαράστασης σε Λογική

- ◆ Κάθε σαρκοβόρο με χρώμα καφέ-πορτοκαλί που έχει ρίγες είναι τίγρης.

$\forall x \text{ (ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΣΑΡΚΟΒΟΡΟ}) \wedge \text{ΧΡΩΜΑ}(x, \text{ΚΑΦΕ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ}) \wedge \text{ΕΧΕΙ}(x, \text{ΡΙΓΕΣ(ΜΑΥΡΕΣ)}) \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΤΙΓΡΗΣ}) .$

- ◆ Κάθε σαρκοβόρο με χρώμα καφέ-πορτοκαλί που έχει μαύρες βούλες είναι τσιτάχ.

$\forall x \text{ (ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΣΑΡΚΟΒΟΡΟ}) \wedge \text{ΧΡΩΜΑ}(x, \text{ΚΑΦΕ-ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ}) \wedge \text{ΕΧΕΙ}(x, \text{ΒΟΥΛΕΣ(ΜΑΥΡΕΣ)}) \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΤΣΙΤΑΧ}) .$

- ◆ Κάθε πουλί το οποίο δεν πετά και κολυμπά είναι πιγκουΐνος.

$\forall x \text{ (ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΠΟΥΛΙ}) \wedge (\neg \text{ΠΕΤΑ}(x)) \wedge \text{ΚΟΛΥΜΠΑ}(x) \rightarrow \text{ΕΙΝΑΙ}(x, \text{ΠΙΓΚΟΥΙΝΟΣ}) .$

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Κατηγορηματικής Λογικής

◆ Πλεονεκτήματα

- αντιστοιχία με τη φυσική γλώσσα
- ικανοποιητική έκφραση ποσοτικοποίησης των εννοιών με τους κατάλληλους ποσοδείκτες
- ικανότητα να συλλάβει τη γενικότητα.

◆ Μειονεκτήματα

- αδυναμία έκφρασης της ασάφειας
- αθροιστικότητα των αποτελεσμάτων
- δεν προσφέρει τη δυνατότητα λογισμού με εύλογες υποθέσεις.

Διαζευκτική Μορφή της Λογικής

- ◆ Η γνώση αναπαρίσταται σαν **σύζευξη διαζεύξεων**
(conjunction of disjunctions):

$(\neg \text{ΠΑΡΑΓΕΙ}(\mathbf{x}, \text{ΓΑΛΑ}) \vee \text{ΕΙΝΑΙ}(\mathbf{x}, \text{ΘΗΛΑΣΤΙΚΟ})) \wedge$

$(\neg \text{ΕΧΕΙ}(\mathbf{x}, \text{ΦΤΕΡΑ}) \vee \text{ΕΙΝΑΙ}(\mathbf{x}, \text{ΠΟΥΛΙ}))$

$\neg \text{ΠΑΡΑΓΕΙ}(\mathbf{x}, \text{ΓΑΛΑ}) \vee \text{ΕΙΝΑΙ}(\mathbf{x}, \text{ΘΗΛΑΣΤΙΚΟ})$ (πρώτη διάζευξη)

$\neg \text{ΕΧΕΙ}(\mathbf{x}, \text{ΦΤΕΡΑ}) \vee \text{ΕΙΝΑΙ}(\mathbf{x}, \text{ΠΟΥΛΙ})$ (δεύτερη διάζευξη)



Μέθοδοι Αναπαράστασης Γνώσης

◆ Δομημένες αναπαραστάσεις γνώσης

- Σημασιολογικά Δίκτυα (semantic networks)
- Πλαίσια (frames)
- Αντικείμενα (objects)
- Εννοιολογικοί γράφοι (conceptual graphs)

◆ Κανόνες (rules)

- Συμπερασματικοί κανόνες (deductive rules)
- Κανόνες Παραγωγής (production rules)
- Κανόνες οδηγούμενοι από γεγονότα (event-driven rules)

Μέθοδοι Αναπαράστασης Γνώσης

◆ Δένδρα και Πίνακες Απόφασης

- Decision trees – tables

◆ Χάρτες Γνώσης

- Knowledge Maps

◆ Συλλογιστική βασισμένη σε περιπτώσεις

- Case-based reasoning

Πίνακες Απόφασης

- ◆ Μοιάζουν με φύλλο εργασίας (spreadsheet)
- ◆ Έχουν μία λίστα από συνθήκες και τις αντίστοιχες τιμές και μία λίστα από συμπεράσματα
- ◆ Οι συνθήκες αντιπαρατίθενται με τα συμπεράσματα

Παράδειγμα Πίνακα Απόφασης

	Condition Stub	Condition Entry					
		1	2	3	4	5	6
IF (condition)	Customer is bookstore	Y	Y				
	Order size > 6 copies	Y	N				
	Customer is librarian/individual			Y	Y	Y	Y
	Order size 50 copies or more			Y			
	Order size 20-49 copies				Y		
	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					

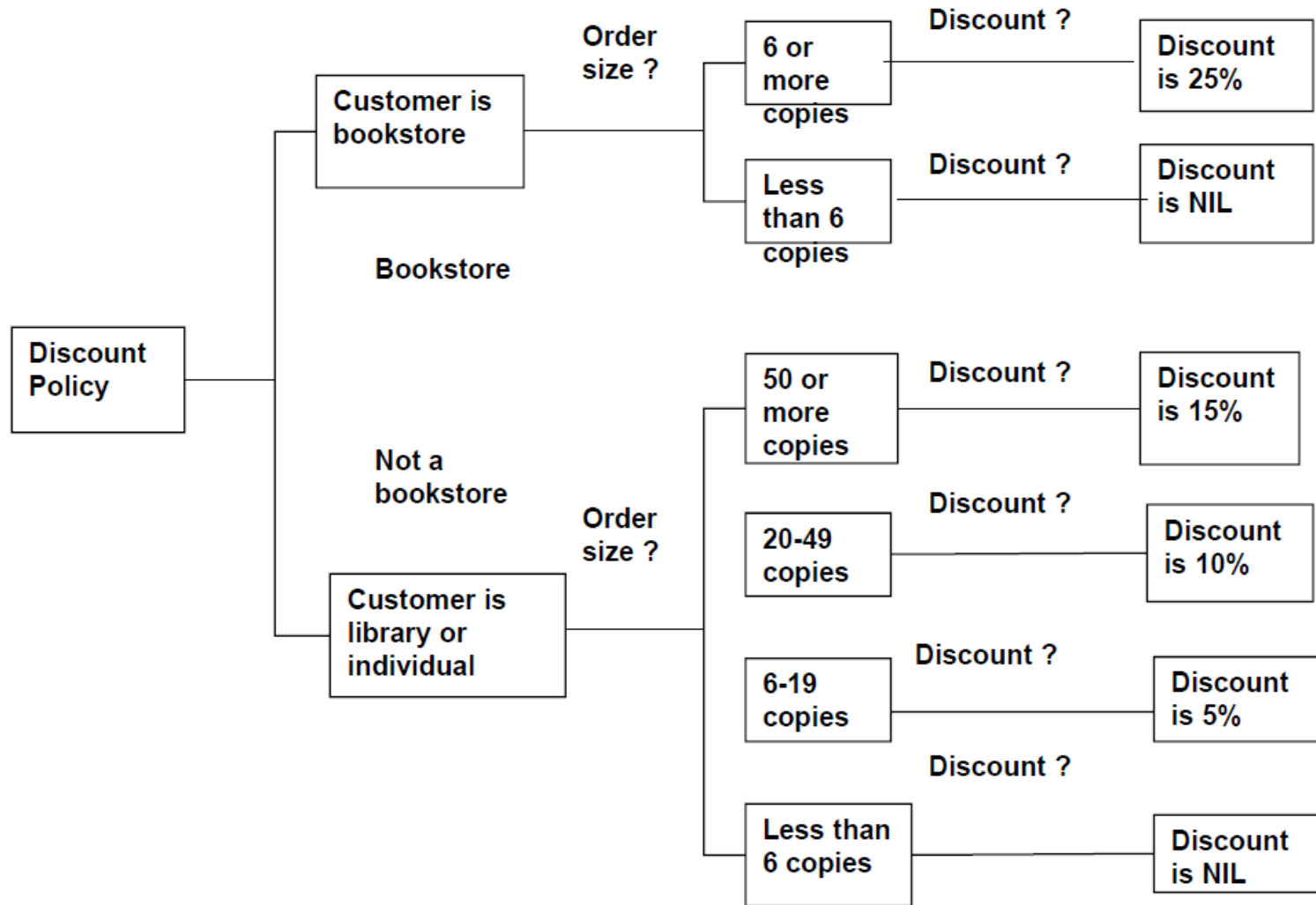
Δένδρα Απόφασης

- ◆ Πρόκειται για **σημασιολογικό δίκτυο** με **ιεραρχική δομή**.
- ◆ Αποτελείται από **κόμβους** που αναπαριστούν **στόχους** και **δεσμούς (links)** που αναπαριστούν **αποφάσεις** ή **αποτελέσματα**.
- ◆ Διαβάζεται από τα **αριστερά προς τα δεξιά** (ή από **πάνω προς τα κάτω**), από τη **ρίζα** προς τα **φύλλα**.

Δένδρα Απόφασης

- ◆ Τα φύλλα είναι στιγμιότυπα του κύριου στόχου (της ρίζας).
- ◆ Αποτελεί το πρώτο βήμα πριν από την κωδικοποίηση της γνώσης.
- ◆ Επιτρέπει τη γραφική απεικόνιση και επαλήθευση της λογικής της επίλυσης ενός σύνθετου προβλήματος με πολλές συνθήκες αλλά λίγες ενέργειες.

Παράδειγμα Δένδρου Απόφασης



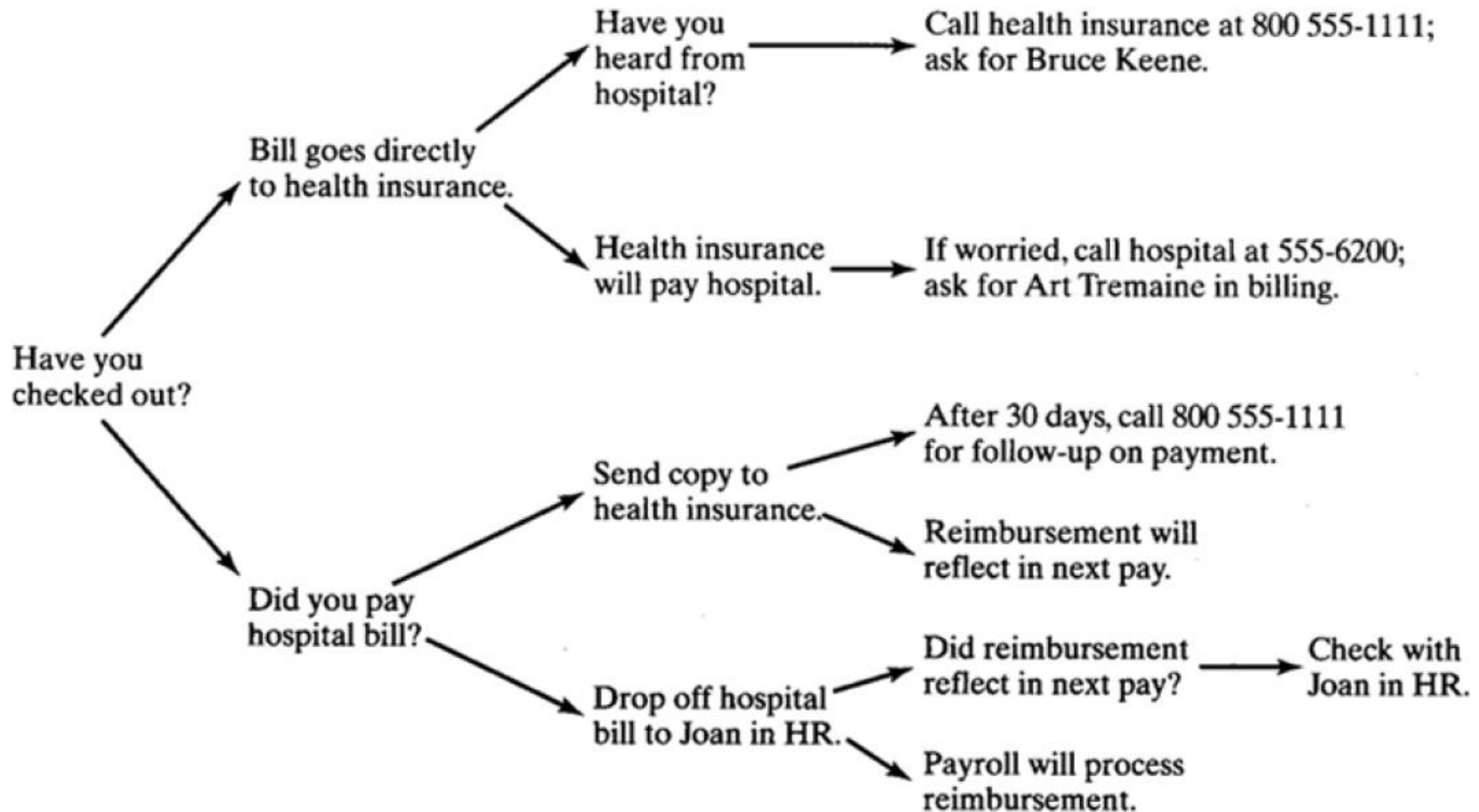
Χάρτες Γνώσης

- ◆ Είναι μία γραφική αναπαράσταση της οργάνωσης της γνώσης, αλλά χωρίς την ίδια τη γνώση.
- ◆ Αποτελεί έναν **κατάλογο** ο οποίος “δείχνει” στους κατάλληλους ανθρώπους, έγγραφα και αποθήκες γνώσης.
- ◆ Κατευθύνει τους ανθρώπους στην πηγή που πρέπει να ανατρέξουν όταν χρειάζονται συγκεκριμένου είδους εμπειρία.
- ◆ Αναγνωρίζει και **ρητή** και **άρρητη** γνώση.

Χάρτες Γνώσης

- ◆ Επιτελεί ουσιαστικά μία λειτουργία καθοδήγησης των χρηστών σε πηγές γνώσης.
- ◆ Με τη βοήθεια των χαρτών γνώσης μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ισχυρά σημεία στην οργάνωση της γνώσης που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε και τα σημεία ελλειπούς γνώσης που πρέπει να ενισχυθούν.

Παράδειγμα Χάρτη Γνώσης



Ανάπτυξη Χαρτών Γνώσης

- ◆ Όταν είναι γνωστό που βρίσκεται η γνώση, τότε απλά δημιουργείται ένας δεσμός (link) προς αυτό το μέρος και οδηγίες πώς να το προσπελάσουμε.
- ◆ Οι χάρτες γνώσης «δημοσιεύονται» στο intranet μιας εταιρίας.
- ◆ Πότε αξίζει τον κόπο να δημιουργηθούν;
 - Ξεκάθαρος στόχος, ευκολία χρήσης, ακρίβεια περιεχομένου

Πλαίσια

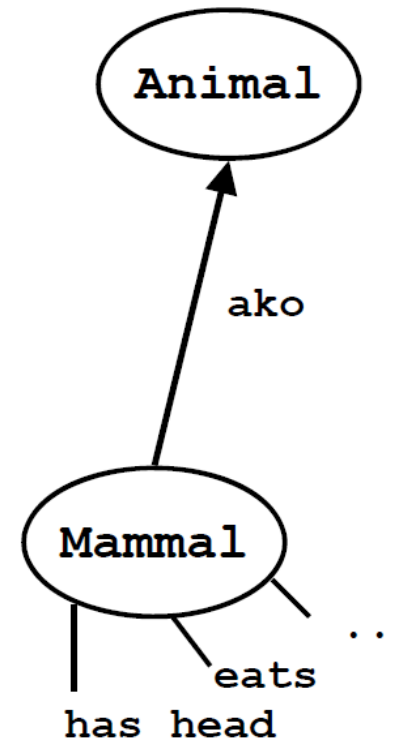
- ◆ Ο πιο προσφιλής τρόπος αναπαράστασης γνώσης όσον αφορά δεδομένα και γεγονότα.
- ◆ Αναπτύχθηκε από τον Marvin Minsky για την αναπαράσταση στερεότυπων καταστάσεων.
- ◆ Χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση:
 - των εννοιών και των αντικειμένων του προβλήματος
 - των χαρακτηριστικών που περιγράφουν τις έννοιες και τα αντικείμενα
 - των αλληλεξαρτήσεων ή σχέσεων μεταξύ τους

Πλαίσια

- ◆ Ομαδοποιούν σχετικές μεταξύ τους πληροφορίες.
- ◆ Παράδειγμα: Πλαίσιο Mammal
 - ako: Animal
 - has_head: yes
 - warm_blooded: yes
 - eats: everything

Ιδιότητες Πλαισίων

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



Ιδιότητες Πλαισίων

- ◆ Κάθε κόμβος έχει προσκολλημένα:
 - 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 μία ιεραρχική συσχέτιση ako (a kind of), isa (is a), instance_of (instance of).
 - Π.χ. Mammal ako Animal

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}

Προσκόλληση διαδικασιών

- ◆ Αντί για την τιμή της ιδιότητας μπορεί να οριστεί μια διαδικασία η οποία θα καλείται μόνον εάν χρειάζεται (IF-NEEDED) για να δώσει κάποιο αποτέλεσμα.
- ◆ Οι διαδικασίες αυτές ονομάζονται και δαίμονες (daemons).
 - Π.χ. η ιδιότητα ηλικία μπορεί να υπολογιστεί όταν χρειάζεται, από την ιδιότητα ημερομηνία γεννήσεως και την τρέχουσα ημερομηνία.

Πλαίσια - Παράδειγμα

◆ Πλαίσιο Human:

- ako: Mammal
- birthday: {date}
 - Τύπος δεδομένων
- nationality: {string}
- age: [(birthday-cur_date())/365]
 - Δαίμονας-Διαδικασία υπολογισμού
- buys: {string}
- owns: {instance}
 - Οι τιμές είναι ονόματα άλλων πλαισίων-στιγμιωτύπων
 - Ουσιαστικά ορίζει δεσμούς-σχέσεις μεταξύ πλαισίων των οποίων η σημασία ορίζεται από τον χρήστη

Κλάσεις

- ◆ Τα πλαίσια ανήκουν σε Κλάσεις - Κατηγορίες (Classes)
- ◆ Οι κλάσεις είναι αντιπροσωπευτικά πλαίσια τα οποία καλούνται και **πρότυπα** (prototypes).
- ◆ Κάθε αντικείμενο μιας κλάσης είναι **στιγμιότυπο** (instance) της κλάσης αυτής .
- ◆ Όλα τα αντικείμενα της ίδιας κλάσης μοιράζονται τις ίδιες ιδιότητες.

Στιγμιότυπο - Παράδειγμα

◆ Στιγμιότυπο An_animal:

- instance_of: Mammal
 - Κληρονομεί όλα τα χαρακτηριστικά και τις default τιμές της κλάσης Mammal

◆ Στιγμιότυπο John:

- instance_of: Human
- birthday: 01/08/1966
- eats: vegetables

Σχέση Στιγμιότυπου - Κλάσης

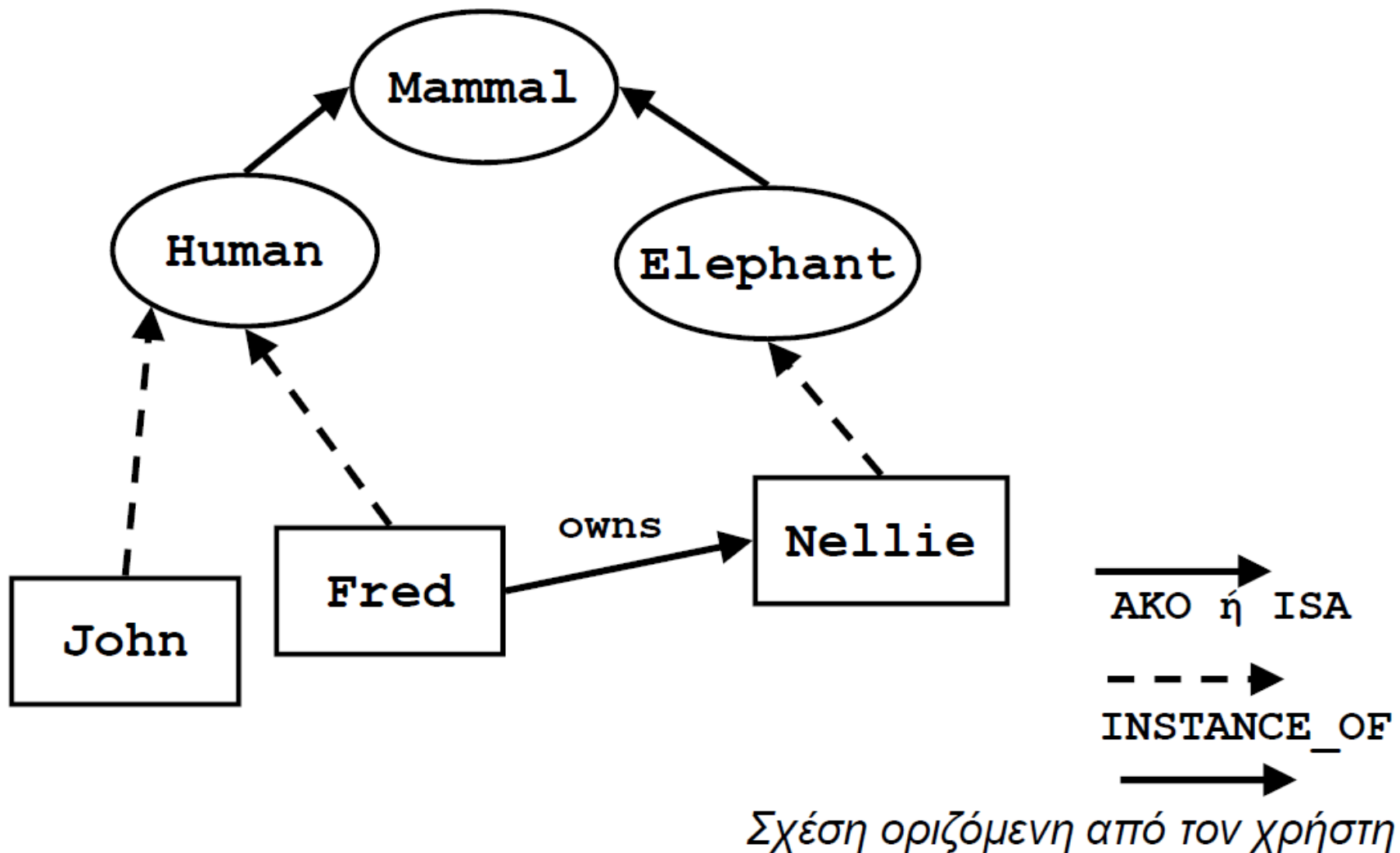
- ◆ Οι δεσμοί είναι τύπου INSTANCE_OF
- ◆ Στο στιγμιότυπο δεν επιτρέπεται να οριστούν νέες σχισμές, αλλά μπορούν να πάρουν τιμές οι υπάρχουσες σχισμές ή να κληρονομηθούν οι default τιμές.

Στιγμιότυπο - Παράδειγμα

◆ Στιγμιότυπο Fred:

- instance_of: Human
- birthday: 05/10/1972
- buys: apples
- owns: Nellie
 - Όνομα άλλου πλαισίου
 - Ορίζει μια σχέση με ένα άλλο πλαίσιο

Πλαίσια - Παράδειγμα



Ιεραρχία Κλάσεων

- ◆ Οι κλάσεις είναι οργανωμένες **ιεραρχικά** και έχουν τη δυνατότητα **κληρονόμησης** (inheritance) προκαθορισμένων (default) τιμών και ιδιοτήτων.
- ◆ Μία κλάση μπορεί να είναι υποκλάση – υποκατηγορία (subclass) μιας άλλης κλάσης.

Ιεραρχία κλάσεων

- ◆ Η ιεραρχία εκφράζεται με τη σχέση ΑΚΟ ή ISA (ίδια συμπεριφορά)
 - Στην υποκλάση μπορούν να προστεθούν νέες σχισμές-ιδιότητες
 - ή
 - Στην υποκλάση κληρονομούνται οι υπάρχουσες ιδιότητες από κόμβους ψηλότερα στην ιεραρχία και αυτές αλλάζουν default τιμές ή οι περιορισμοί τους γίνονται διαφορετικοί (πιο περιοριστικοί-αυστηροί).

Πλαίσια - Παράδειγμα

- ◆ Πλαίσιο Greek:
 - ako: Human
 - nationality: greek

Κληρονομικότητα

- ◆ Αν για κάποιο πλαίσιο δεν υπάρχει η τιμή κάποιου χαρακτηριστικού, τότε αυτή κληρονομείται ακολουθώντας την ιεραρχία (προκαθορισμένες-default τιμές).
- ◆ Π.χ. Greek has_head yes, λόγω
 - Greek ako Human και
 - Human ako Mammal και
 - Mammal has_head yes

Κληρονομικότητα

- ◆ Οι προκαθορισμένες τιμές είναι ένας τρόπος για να υλοποιηθεί η **συλλογιστική των εύλογων υποθέσεων** (default reasoning).
- ◆ Οι default τιμές μπορούν να αναιρεθούν (override) από πιο συγκεκριμένες τιμές στα χαμηλότερα επίπεδα της ιεραρχίας.
- ◆ Π.χ. John eats vegetables, αν και
 - John instance_of Human και
 - Human ako Mammal και
 - Mammal eats everything

Κληρονομικότητα - Αλγόριθμος

- ◆ Ανάκληση μίας τιμής (T) μίας ιδιότητας (A) ενός αντικειμένου (O):
 - Αν η ιδιότητα A υπάρχει στο αντικείμενο O
 - Τότε επέστρεψε την τιμή της T.
 - Αλλιώς ακολούθησε την ιεραρχία δεσμών ako ή instance_of και επανέλαβε τη διαδικασία με αντικείμενο O το αμέσως παραπάνω αντικείμενο της ιεραρχίας

Πολλαπλή Κληρονομικότητα

- ◆ Μία κλάση είναι υποκλάση 2 ή περισσότερων κλάσεων
 - Π.χ. Feline ako mammal και carnivore
- ◆ Όταν μία ιδιότητα υπάρχει και στις 2 υπερκλάσεις ενός πλαισίου, μπορεί να κληρονομηθεί μέσω 2 διαφορετικών δρόμων, οδηγώντας σε αντικρουόμενα αποτελέσματα
 - Π.χ. ιδιότητα eats

Πλαίσια - Παράδειγμα

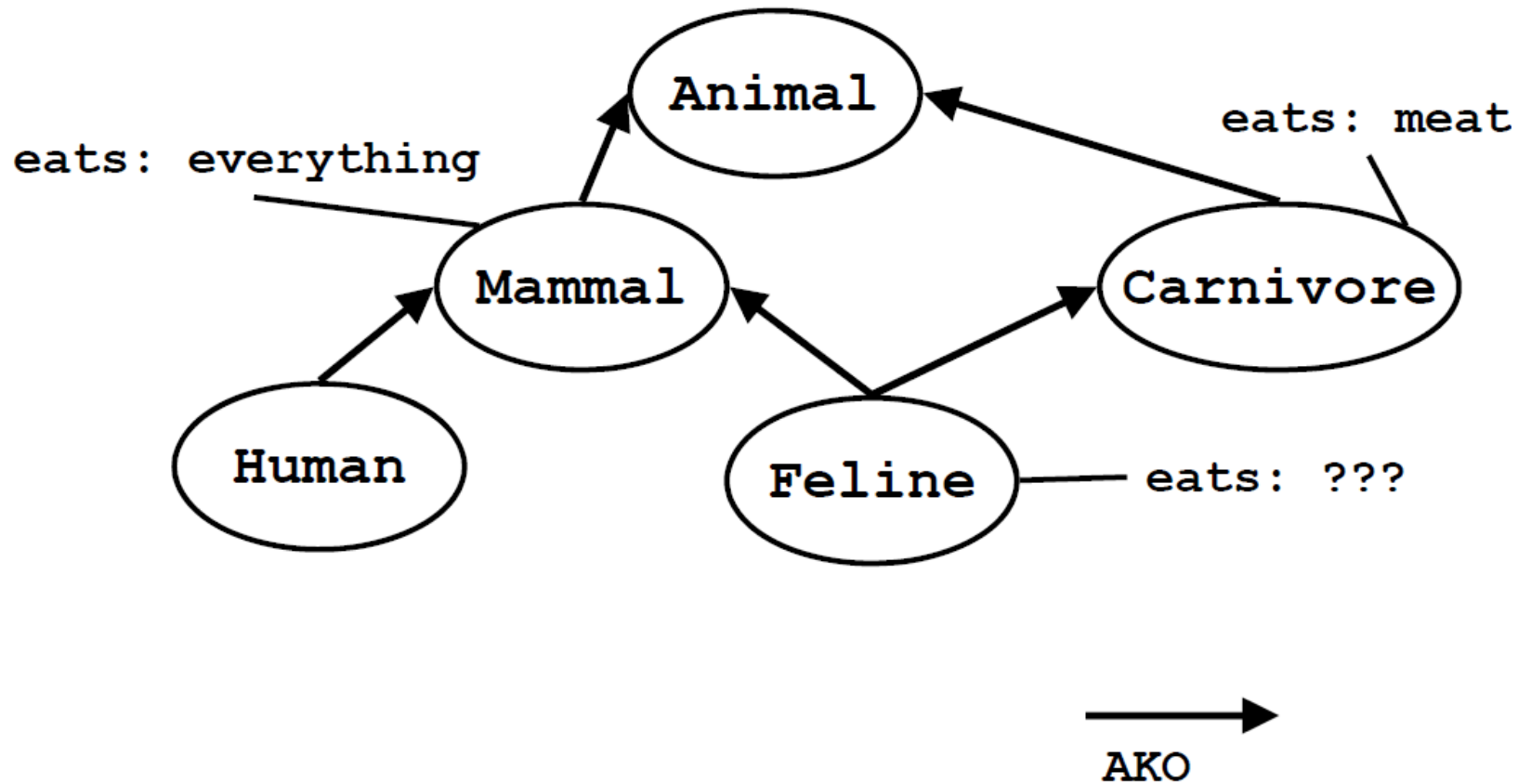
◆ Πλαίσιο Carnivore:

- ako: Animal
- eats: meat
- pointed_Teath: yes

◆ Πλαίσιο Feline:

- ako: Mammal, Carnivore
 - Πολλαπλή κληρονομικότητα
- sharp_claws: yes

Πλαίσια - Παράδειγμα



Χρήση Πλαισίων

- ◆ Τα πλαίσια χρησιμεύουν στην στατική (κυρίως) απεικόνιση ενός πεδίου γνώσης.
- ◆ Έχουν ελάχιστες διαδικαστικές-υπολογιστικές δυνατότητες μέσω των δαιμόνων.
- ◆ Πολλές φορές χρησιμεύουν για να ταιριάξουμε ένα άγνωστο αντικείμενο σε μία γνωστή ιεραρχία-ταξινόμηση.

Αναπαράσταση Γνώσης με **Κανόνες**

◆ Είναι από τις πιο προσφιλείς μεθόδους αναπαράστασης γνώσης.

◆ **Πλεονεκτήματα:**

- Η γνώση αναπαριστάται 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)

- Συστήματα παραγωγής: π.χ. CLIPS, Flex

◆ Συμπερασματικοί Κανόνες (Deductive rules)

- Συστήματα εξαγωγής συμπερασμάτων: π.χ. Prolog

◆ Ενεργοί Κανόνες (Active Rules)

- Ενεργά Συστήματα: π.χ. Oracle Triggers, Δαίμονες πλαισίων

Κανόνες Παραγωγής

- ◆ Μορφή: **IF** συνθήκες **THEN** ενέργειες
- ◆ Εκφράζουν: Διαδικαστική γνώση
- ◆ Ερμηνεία:
Αν οι συνθήκες αληθεύουν
Τότε εκτέλεσε τις ενέργειες
- ◆ Παράδειγμα:
IF ο εκτυπωτής τυπώνει σωστά **AND**
τα χρώματα δε τυπώνονται σωστά
THEN αλλάξτε την κεφαλή με το έγχρωμο μελάνι

Συμπερασματικοί Κανόνες

- ◆ Μορφή: **IF** συνθήκες **THEN** συμπέρασμα
- ◆ Εκφράζουν: Δηλωτική γνώση
- ◆ Ερμηνεία:
Αν οι συνθήκες αληθεύουν
Τότε αληθεύει και το συμπέρασμα
- ◆ Παράδειγμα:
IF ο εκτυπωτής τυπώνει σωστά **AND**
τα χρώματα δε τυπώνονται σωστά
THEN έχει τελειώσει το έγχρωμο μελάνι

Ενεργοί Κανόνες

◆ Μορφή:

ON γεγονός IF συνθήκες THEN ενέργειες

◆ Εκφράζουν: Διαδικαστική γνώση

◆ Ερμηνεία:

Όταν συμβεί το γεγονός

Αν οι συνθήκες αληθεύουν

Τότε εκτέλεσε τις ενέργειες

◆ Παράδειγμα:

ON εκτύπωση

IF τα χρώματα δε τυπώνονται σωστά

THEN αλλάξτε την κεφαλή με το έγχρωμο μελάν

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
Εάν ισχύει το A Τότε ισχύει το B κανόνας
Ισχύει το A γεγονός
 - η συνεπαγωγική συλλογιστική εξάγει το συμπέρασμα
Ισχύει το B
- ◆ Modus Ponens (τρόπος του θέτειν)

Συνεπαγωγική συλλογιστική - Παράδειγμα

◆ Δεδομένου του κανόνα:

Όλα τα σκυλιά του Κώστα είναι καφέ

◆ και του γεγονότος:

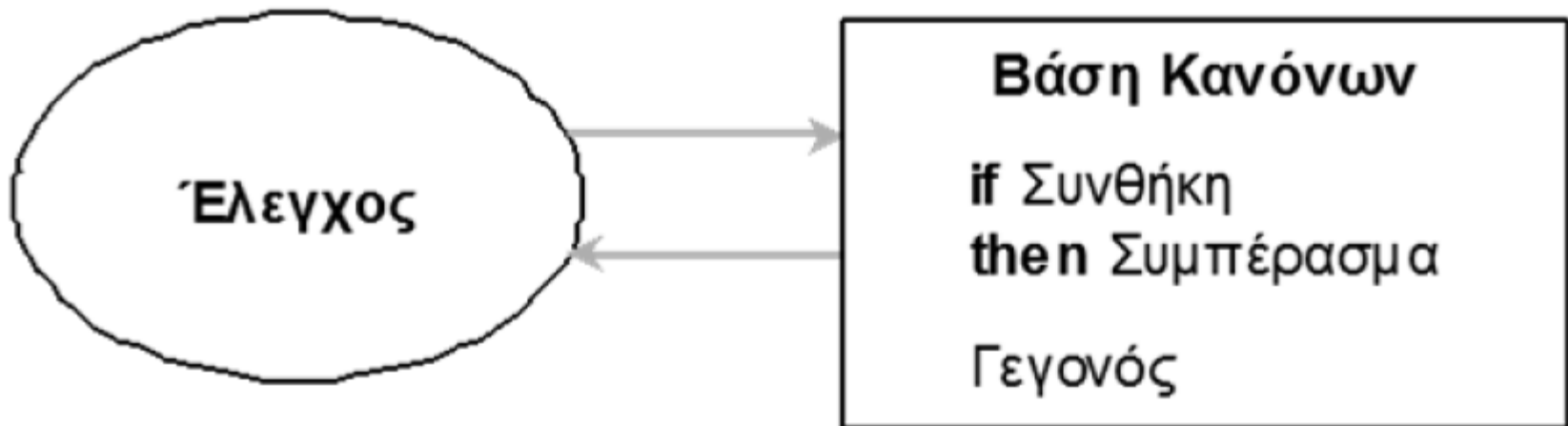
Αυτά τα σκυλιά είναι του Κώστα

◆ Συμπέρασμα που εξάγεται:

Αυτά τα σκυλιά είναι καφέ

Συστήματα Εξαγωγής Συμπερασμάτων

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



Βάση Κανόνων

- ◆ Περιέχει ένα **σύνολο από κανόνες**.
- ◆ Περιέχονται και τα δεδομένα του προγράμματος υπό τη μορφή **γεγονότων (facts)**, που μπορούν να θεωρηθούν κανόνες χωρίς συνθήκη (πάντα αληθείς).
 - **IF true THEN Γεγονός**

Έλεγχος (control)

- ◆ Ο έλεγχος καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελεστούν οι κανόνες για να εξαχθούν τα συμπεράσματα.
 - Π.χ. στην Prolog ο έλεγχος είναι ο depth-first μηχανισμός ταυτοποίησης.
- ◆ Ο έλεγχος ουσιαστικά υλοποιεί την συλλογιστική!
 - Στα Συστήματα Εξαγωγής Συμπερασμάτων, η Συνεπαγωγική Συλλογιστική υλοποιείται με 2 τρόπους ή ακολουθίες εκτέλεσης:

Ακολουθία Εκτέλεσης (Chaining)

◆ Ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης

- **Backward chaining**
- IF A THEN B
 - Ισχύει το B? Πρέπει να αποδείξω το A.
 - Αν ισχύει το A, τότε ισχύει και το B.
 - Αν όχι, τότε πρέπει να ψάξω και άλλο.
- Από τα δεξιά προς τα αριστερά

◆ Ορθή ακολουθία εκτέλεσης

- **Forward chaining**
- IF A THEN B
 - Ισχύει το A. Άρα ισχύει το B.
- Από τα αριστερά προς τα δεξιά

Ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης

- ◆ 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, έως ότου αποδειχθεί η αλήθεια του συμπεράσματος.

Ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης

IF A THEN B

IF C THEN B

IF D THEN B

IF D THEN W

D

- ◆ Ισχύει το B?
- ◆ Θα εξεταστούν και οι 3 κανόνες...
 - Μόνο ο 3ος δίνει αποτέλεσμα θετικό.
 - Ασχολείται μόνο με τον προς απόδειξη στόχο.

Ανάστροφη ακολουθία εκτέλεσης

- ◆ Ενδείκνυται όταν υπάρχουν λίγα συμπεράσματα και πολλά δεδομένα, για τα οποία το σύστημα μας καθοδηγεί ζητώντας τα με μια λογική σειρά και όσα χρειάζονται.
 - Ισχύει το A?, το C?, το D?
- ◆ Εφαρμογές: Συστήματα Ελέγχου Λειτουργίας
(Monitoring).

Παράδειγμα

```
1:if has(Animal,hair) or  
    gives(Animal,milk)  
    then isa(Animal,mammal) .
```

```
2:if has(Animal,feathers) or  
    (flies(Animal) and  
    lays(Animal,eggs))  
    then isa(Animal,bird) .
```

Παράδειγμα

```
3:if isa(Animal,mammal) and
    (eats(Animal,meat) or
     (has(Animal,pointed_teeth) and
      has(Animal,claws) and
      has(Animal,forward_pointing_eyes)))
then isa(Animal,carnivore) .
```

```
4:if isa(Animal,carnivore) and
    has(Animal,tawny_colour) and
    has(Animal,dark_spots)
then isa(Animal,cheetah) .
```

Παράδειγμα

```
5:if has(Animal,tawny_colour) and  
    isa(Animal,carnivore) and  
    has(Animal,black_stripes)  
    then isa(Animal,tiger) .
```

```
6:if isa(Animal,bird) and  
    not flies(Animal) and swims(Animal)  
    then isa(Animal,penguin) .
```

```
7:if isa(Animal,bird) and  
    isa(Animal,good_flyer)  
    then isa(Animal,albatros) .
```

Ορθή ακολουθία εκτέλεσης

- ◆ Η εξαγωγή συμπερασμάτων εξετάζει πρώτα αν οι προϋποθέσεις στο αριστερό μέρος του κανόνα είναι αληθείς έτσι ώστε το συμπέρασμα που αναφέρεται στο δεξιό μέρος να είναι αληθές.
- ◆ Εξετάζονται μόνο οι αληθείς τρόποι απόδειξης, αλλά το σύστημα μπορεί να συμπεράνει περισσότερα συμπεράσματα από τα επιθυμητά.

Ορθή ακολουθία εκτέλεσης

IF A THEN B

IF C THEN B

IF D THEN B

IF D THEN W

D

- ◆ Θα εκτελεστούν ο 3ος και 4ος κανόνες
 - Δεν θα ασχοληθεί με κανόνες που δεν δίνουν θετικά αποτελέσματα
 - Εκτός από το ζητούμενο αποτέλεσμα θα δώσει και «αχρείαστα» αποτελέσματα.

Ορθή ακολουθία εκτέλεσης

- ◆ Ενδείκνυται όταν υπάρχουν λίγα δεδομένα (δίδονται στο σύστημα όλα μαζί στην αρχή) και μπορούν να οδηγήσουν σε πολλά συμπεράσματα.
 - Από το D προκύπτουν τα B και W
- ◆ Εφαρμογές: Συστήματα Διάγνωσης.

Συζήτηση - Ερωτήσεις

