



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τεχνητή Νοημοσύνη

Ενότητα 11: Σημαντικά Δίκτυα

Ιωάννης Χατζηλυγερούδης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

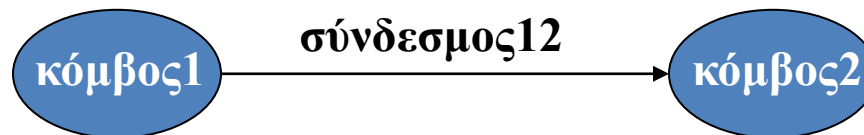
Σημαντικά Δίκτυα

Σημαντικά Δίκτυα

- Βασίζονται στην αίσθηση ότι ένα χαρακτηριστικό της ανθρώπινης μνήμης είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού συσχετίσεων μεταξύ των τμημάτων πληροφορίας που βρίσκεται αποθηκευμένη σ' αυτή.
- Ονομάζονται **σημαντικά ή σημασιολογικά ή συσχετιστικά δίκτυα** (semantic or associative networks). Ο όρος 'σημαντικά' προήλθε από το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν πρωταρχικά (από τον Quillian, 1968) για αναπαράσταση της έννοιας (σημαντικής ή σημασιολογίας) λέξεων της Αγγλικής γλώσσας.
- Υπάρχουν πολλοί τύποι σημαντικών δικτύων. Κοινό γνώρισμα, η χρήση των στοιχείων 'κόμβος' (node) και 'σύνδεσμος' (link) για την αναπαράσταση γνώσης.

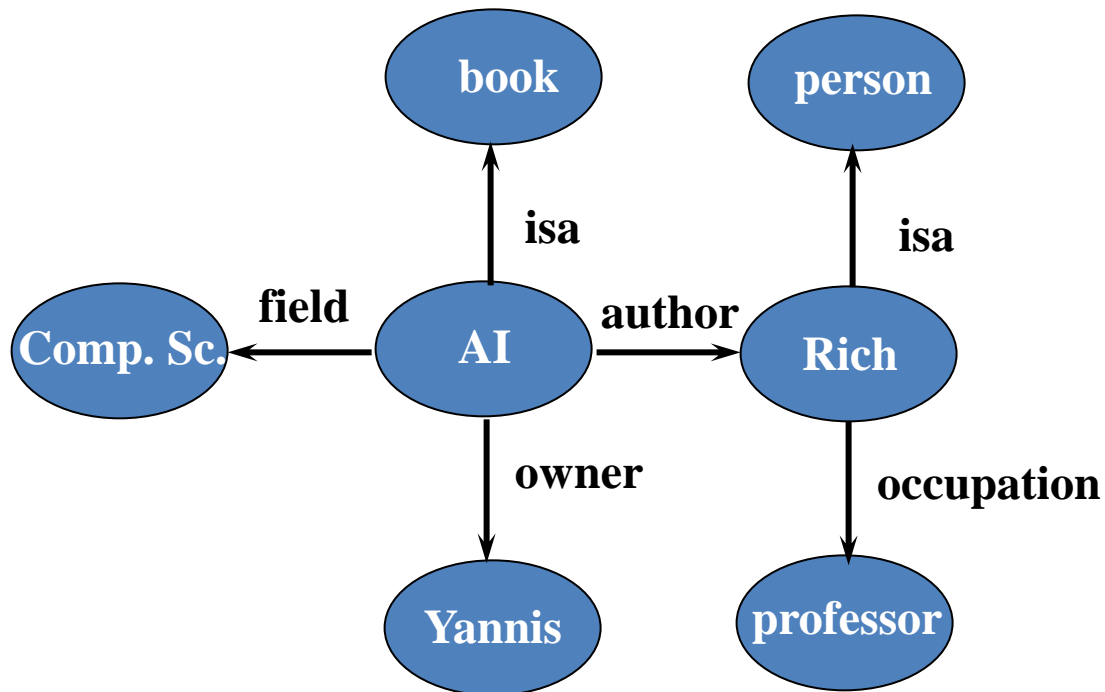
Βασικές Έννοιες (1)

- Βασικά στοιχεία είναι ενός σημαντικού δικτύου είναι οι έννοιες **‘κόμβος’** και **‘σύνδεσμος’**.
- Οι κόμβοι παριστάνουν **οντότητες** (φυσικά αντικείμενα, έννοιες, γεγονότα, καταστάσεις κλπ). Οι σύνδεσμοι συνδέουν τους κόμβους μεταξύ τους και παριστάνουν **δυναμικές σχέσεις** μεταξύ τους.
- Η αναπαράσταση μέσω ενός σημαντικού δικτύου αποτυπώνεται καλύτερα γραφικά. Η βασική δομική μονάδα ενός τέτοιου γραφήματος είναι:



Βασικές Έννοιες (2)

- Ένα απλό Σημαντικό Δίκτυο



Βασικές Έννοιες (3)

- Κάθε βασική μονάδα ενός σημαντικού δικτύου μπορεί να θεωρηθεί ότι παριστάνει ένα κατηγορημα 2-θέσεων. Π.χ. στο προηγούμενο παράδειγμα μπορούμε να διακρίνουμε, μεταξύ άλλων, τις παρακάτω ατομικές προτάσεις για τα κατηγορήματα *isa*, *author*, *owner*:
- *isa* (AI, book), *author* (Rich, AI), *owner* (Yannis, AI)
- Οι κόμβοι μπορεί να παριστάνουν είτε **γενικές** (generic) οντότητες είτε **ατομικές** (individual). Π.χ. στο προηγούμενο παράδειγμα οι κόμβοι 'book' και 'person' παριστάνουν γενικές οντότητες, δηλ. κλάσεις αντικειμένων, ενώ οι 'Yannis' και 'AI' ατομικές οντότητες, δηλ. συγκεκριμένα αντικείμενα

Βασικές Έννοιες (4)

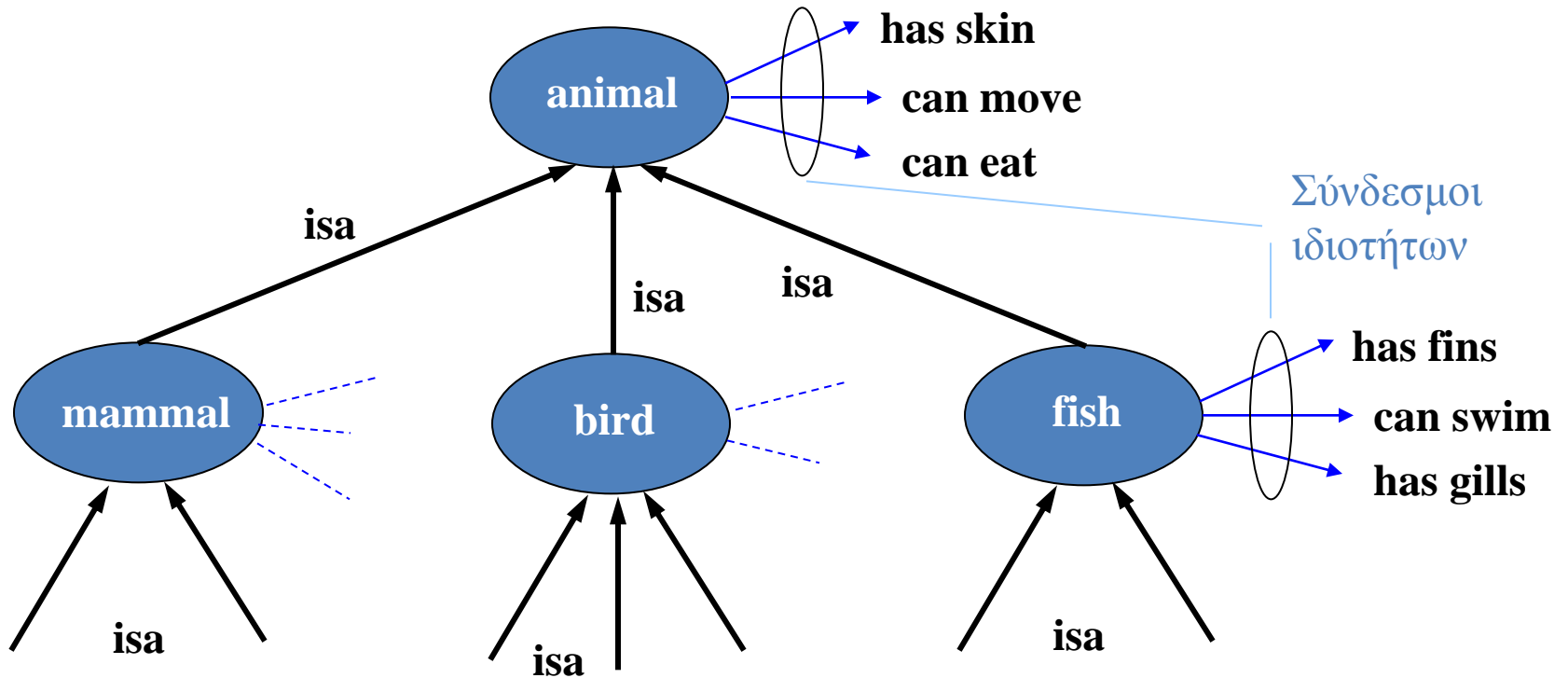
- Η βάση γνώσης (ΒΓ) ενός σημαντικού δικτύου είναι μια συλλογή αντικειμένων (κάθε είδους) και σχέσεων μεταξύ τους ώστε να αντιπροσωπεύουν το αντίστοιχο δίκτυο. Οι τροποποιήσεις στη ΒΓ, δηλ. εισαγωγή ή διαγραφή αντικειμένων και σχέσεων, απαιτούν τη σχεδίαση ενός ισχυρού μηχανισμού διαχείρισης.

Ιεραρχικά Δίκτυα (1)

- Οι κόμβοι είναι οργανωμένοι σε μια ιεραρχία.
- Οι κόμβοι ενός επιπέδου είναι υπο-περιπτώσεις (υπο-κατηγορίες) των κόμβων του παραπάνω επιπέδου και έχουν σαν υπο-περιπτώσεις (υπο-κατηγορίες) τους κόμβους του παρακάτω επιπέδου.
- Οι κόμβοι ενός επιπέδου συνδέονται με αυτούς του παραπάνω ή παρακάτω επιπέδου με **συνδέσμους τύπου isa**. Γι' αυτό καλούνται και **ιεραρχίες isa**.
- Υπάρχουν σύνδεσμοι που συσχετίζουν ένα σύνολο χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων με κάθε κόμβο και λέγονται **σύνδεσμοι ιδιοτήτων** (property links). Οι ιδιότητες αυτές χαρακτηρίζουν (ή ορίζουν) το αντικείμενο. Ένας συνήθης σύνδεσμος ιδιοτήτων είναι ο has_part ή has_property ή απλώς has.

Ιεραρχικά Δίκτυα (2)

- Παράδειγμα ιεραρχικού σημαντικού δικτύου



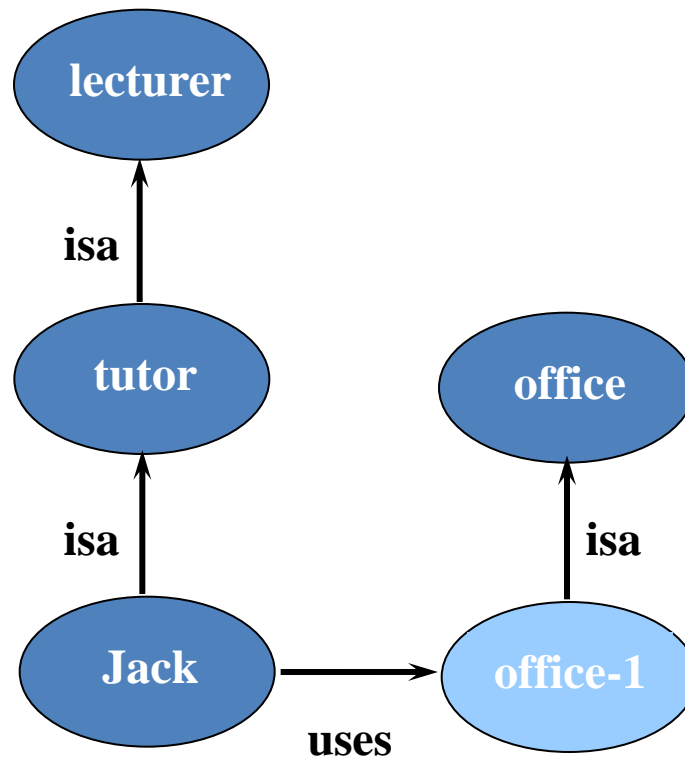
Κληρονόμηση Ιδιοτήτων

- Σ' ένα ιεραρχικό δίκτυο, ιδιότητες που ισχύουν για ένα αντικείμενο-κόμβο στην ιεραρχία, ισχύουν επίσης και για αντικείμενα-κόμβους που βρίσκονται χαμηλότερα στην ιεραρχία και συνδέονται μαζί του με συνδέσμους isa, χωρίς να είναι αναγκαίο να αναπαρασταθούν φανερά και σ' αυτούς.
- Αυτό εισάγει ένα μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων που ονομάζεται **κληρονόμηση ιδιοτήτων** (property inheritance). Σύμφωνα μ' αυτόν, για να εξάγουμε συμπεράσματα, αρκεί να προχωράμε προς τα πάνω στην ιεραρχία, μέχρι να συναντήσουμε τον ζητούμενο ισχυρισμό. Π.χ. από το προηγούμενο δίκτυο, μπορούμε να συνάγουμε τα συμπεράσματα ότι ένα ψάρι (fish), εκτός από το ότι has fins, can swim και has gills, επίσης has skin, can move και can eat, λόγω κληρονομικότητας από το animal.

Δίκτυα με Στιγμιότυπα (1)

- Μια επέκταση των ιεραρχικών δικτύων ήταν η εισαγωγή της έννοιας της **στιγμιοτυποποίησης** (instantiation) σ' αυτά, δηλ. η χρήση **στιγμιοτύπων** (instances) για την αναπαράσταση συγκεκριμένων αντιπροσώπων μιας κλάσης.
- Π.χ. αν θέλουμε να αναπαραστήσουμε το γεγονός “Jack uses an office”, δεδομένου ότι είναι λέκτορας (lecturer) και δάσκαλος (tutor), θα χρησιμοποιήσουμε το επόμενο δίκτυο, όπου ‘office-1’ είναι ένα στιγμιότυπο της πιο γενικής έννοιας ‘office’.

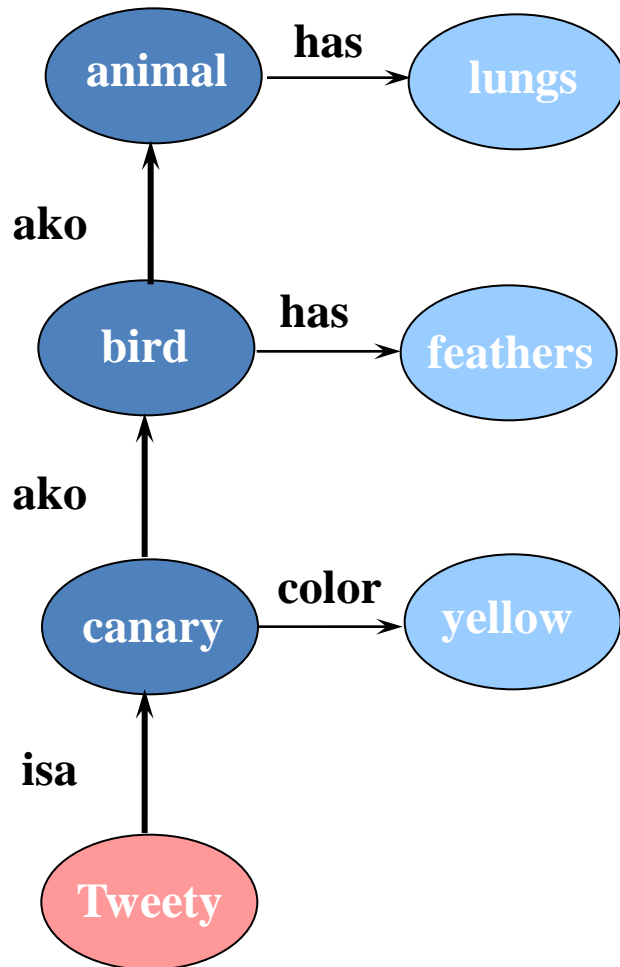
Δίκτυα με Στιγμιότυπα (2)



Δίκτυα με Στιγμιότυπα (3)

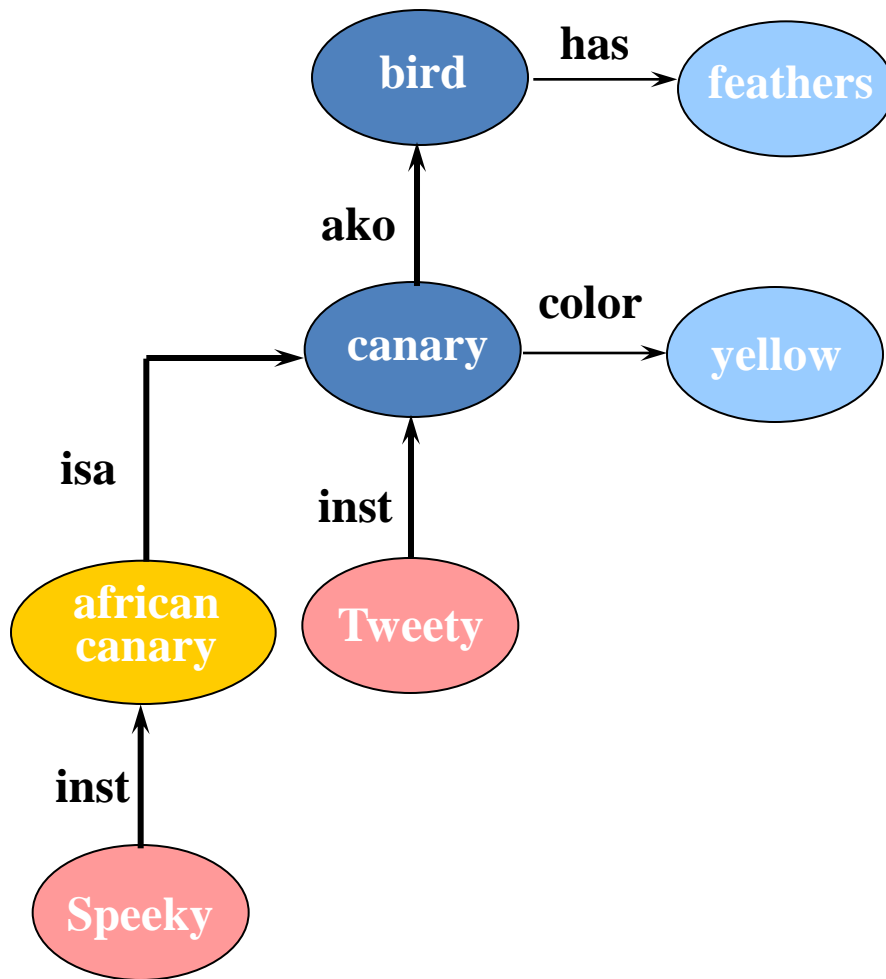
- Γενικότερα, σ' ένα σύγχρονο ιεραρχικό δίκτυο ξεχωρίζουμε δύο τύπους κόμβων: **κόμβος-κλάση** (που παριστάνει μια γενική έννοια, μια κλάση αντικειμένων) και **κόμβος-στιγμιότυπο** (που παριστάνει μια συγκεκριμένη οντότητα, μια ατομική έννοια).
- Συνήθως χρησιμοποιείται ξεχωριστή σχέση για τη σύνδεση ενός κόμβου-στιγμιότυπο και ενός κόμβου-κλάση απ' αυτή μεταξύ δύο κόμβων-κλάση.
- Τέτοιες δυάδες συμβολισμού των σχέσεων αυτών είναι:
 - (sub, inst), (ako, isa), (isa, inst)

Δίκτυα με Στιγμιότυπα (4)



- Εδώ, χρησιμοποιείται το ζεύγος **ako** (από το a kind of) και **isa** για αναπαράσταση ιεραρχικών σχέσεων. Θα μπορούσαμε αντ' αυτών να χρησιμοποιήσουμε τα **sub** και **inst** αντίστοιχα.
- Η **κληρονόμηση ιδιοτήτων** ισχύει και για τους κόμβους στιγμιότυπα. Κληρονομούν ιδιότητες από την κλάση τους μέσω του **isa** και από τις κλάσεις πάνω απ' αυτήν μέσω των συνδέσμων **ako**
- Π.χ. αν ο προς απόδειξη ισχυρισμός είναι 'Tweety has feathers', τότε επειδή η ιδιότητα αυτή δεν υπάρχει στον κόμβο 'Tweety', η διαδικασία προχωρά στον κόμβο 'canary' μέσω του **isa**. Επειδή και κει δεν υπάρχει, προχωρά στον κόμβο 'bird', όπου υπάρχει η ιδιότητα και επομένως επιστρέφει ότι ο ισχυρισμός είναι αληθής.

Δίκτυα με Στιγματότυπα (5)

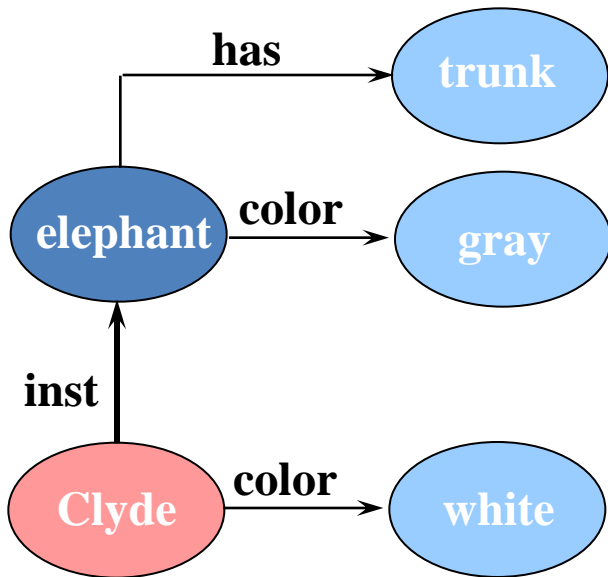


- Εδώ, χρησιμοποιείται η τριάδα **ako**, **isa** και **inst** για τη αναπαράσταση ιεραρχικών σχέσεων.
- Στην περίπτωση αυτή η σχέση **isa** αναφέρεται σε δύο κόμβους-κλάσεις, όπου ο χαμηλότερα ευρισκόμενος δεν μπορεί να έχει νέες ιδιότητες, μόνο κληρονομεί αυτές του πιο πάνω κόμβου.
- Το μόνο που επιτρέπεται είναι η αλλαγή τιμών στις ιδιότητες.

Ιεραρχικά Δίκτυα Με Στιγμιότυπα

- Σχέση ako
 - ✓ Χρησιμοποιείται για τη δήλωση ιεραρχικής σχέσης μεταξύ δύο κόμβων-κλάσεων.
 - ✓ Μπορούν να προστεθούν νέοι σύνδεσμοι ιδιοτήτων στον κόμβο-υποκλάση.
- Σχέση isa
 - ✓ Χρησιμοποιείται για τη δήλωση ιεραρχικής σχέσης μεταξύ δύο κόμβων-κλάσεων.
 - ✓ Δεν μπορούν να προστεθούν νέοι σύνδεσμοι ιδιοτήτων στον κόμβο-υποκλάση.
- Σχέση inst
 - ✓ Χρησιμοποιείται για τη δήλωση ιεραρχικής σχέσης μεταξύ ενός κόμβου-στιγμιότυπου και ενός κόμβου-κλάσης.
 - ✓ Δεν μπορούν να προστεθούν νέοι σύνδεσμοι ιδιοτήτων στον κόμβο-υποκλάση.

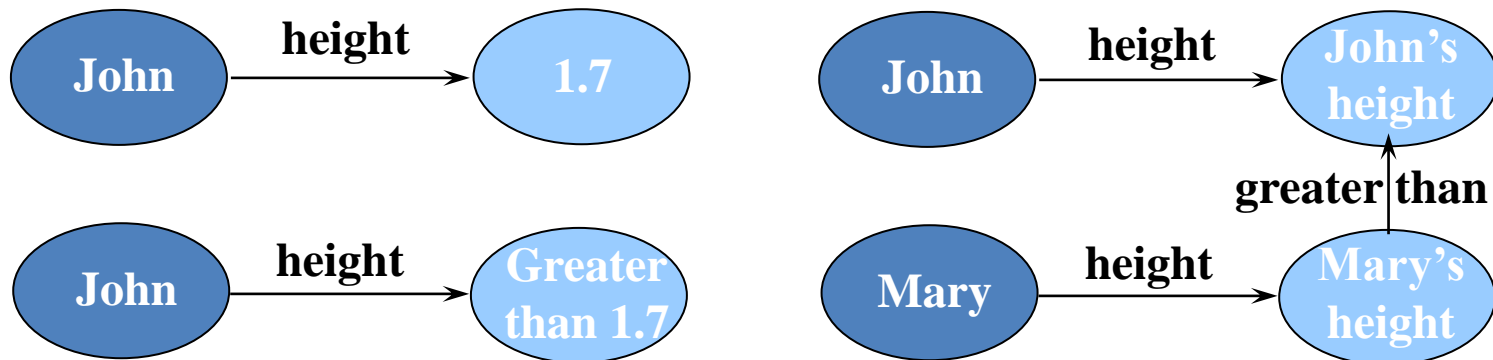
Εξ' Ορισμού Συλλογισμός



- Εδώ, φαίνεται πόσο φυσικά ένα σημαντικό δίκτυο μπορεί να χειριστεί εξαιρέσεις.
- Ο Clyde είναι λευκός ελέφαντας, ενώ συνήθως οι ελέφαντες είναι γκριζοί. Όταν ζητήσουμε το χρώμα του Clyde, επειδή συναντάμε πρώτα τον δικό του σύνδεσμο ιδιότητας για το χρώμα, απαντάμε λευκό (white), χωρίς να χρειαστεί να ανέβουμε στον 'elephant'. Δηλ. ένας σύνδεσμος ιδιότητας **επισκιάζει** (ή **καλύπτει**) ένα ίδιο σύνδεσμο που βρίσκεται πιο ψηλά στην ιεραρχία.

Προβλήματα (1)

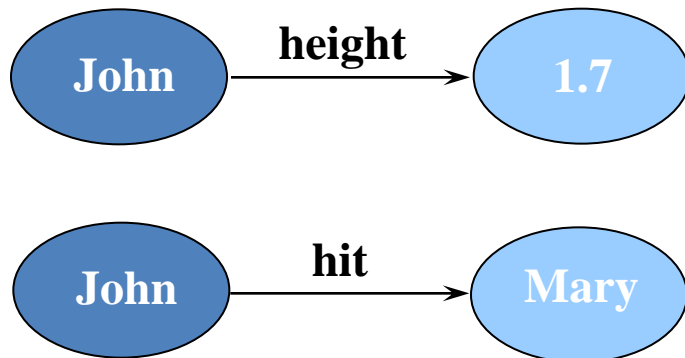
- Είναι κυρίως προβλήματα ερμηνείας κόμβων και συνδέσμων.
- Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να αναπαραστήσουμε τα παρακάτω γεγονότα:
- “John’s height is 1.7”, “John’s height is greater than 1.7m”
- “John’s height is greater than Mary’s”.
- Τότε κατασκευάζουμε τα παρακάτω σημαντικά δίκτυα.



Προσέξτε ότι οι κόμβοι προορισμού του συνδέσμου 'height' έχουν διαφορετικές έννοιες, παριστάνουν εντελώς διαφορετικές οντότητες.

Προβλήματα (2)

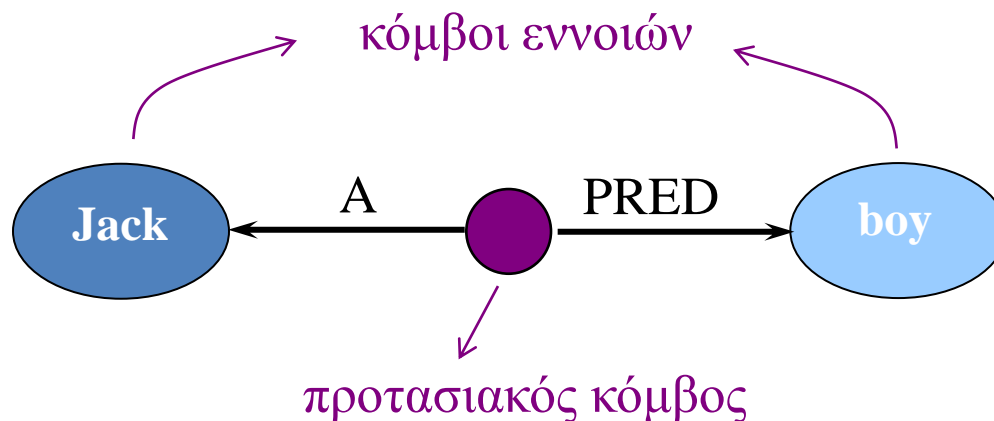
- Επίσης, αν κάποιος δει ένα κόμβο-κλάση με το όνομα 'τηλέφωνο', δεν είναι καθαρό το τι ακριβώς σημαίνει: την έννοια τηλέφωνο, την κλάση (δηλ. το σύνολο) των τηλεφώνων ή ένα τυπικό τηλέφωνο. Παρομοίως και ένας κόμβος-στιγμιότυπο μπορεί να ερμηνευθεί πολλαπλά: ένα συγκεκριμένο τηλέφωνο ή ένα τυχαίο τηλέφωνο.
- Ας υποθέσουμε τώρα ότι θέλουμε να αναπαραστήσουμε τα γεγονότα:
- "John's height is 1.7", "John hit Mary". Οι αναπαραστάσεις είναι:



Παρατηρούμε ότι στη μια περίπτωση ο σύνδεσμος αντιπροσωπεύει μια ιδιότητα, ενώ στην άλλη μια ενέργεια, δηλ. δύο διαφορετικά πράγματα.

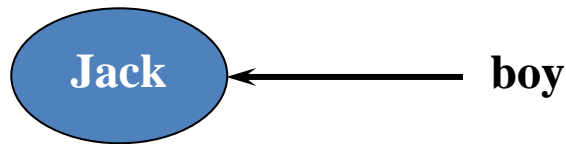
Προτασιακά Δίκτυα (1)

- Ένας άλλος τύπος σημαντικών δικτύων είναι τα λεγόμενα **προτασιακά δίκτυα** (proposition nets). Χρησιμοποιούν την έννοια του **προτασιακού κόμβου** (proposition node) και προσπαθούν να μιμηθούν την κατηγορηματική λογική.
- Π.χ. το απλό γεγονός (κατηγορηματικό 1ου βαθμού ή μιας θέσης) “Jack is a boy”, παριστάνεται ως εξής:



Προτασιακά Δίκτυα (2)

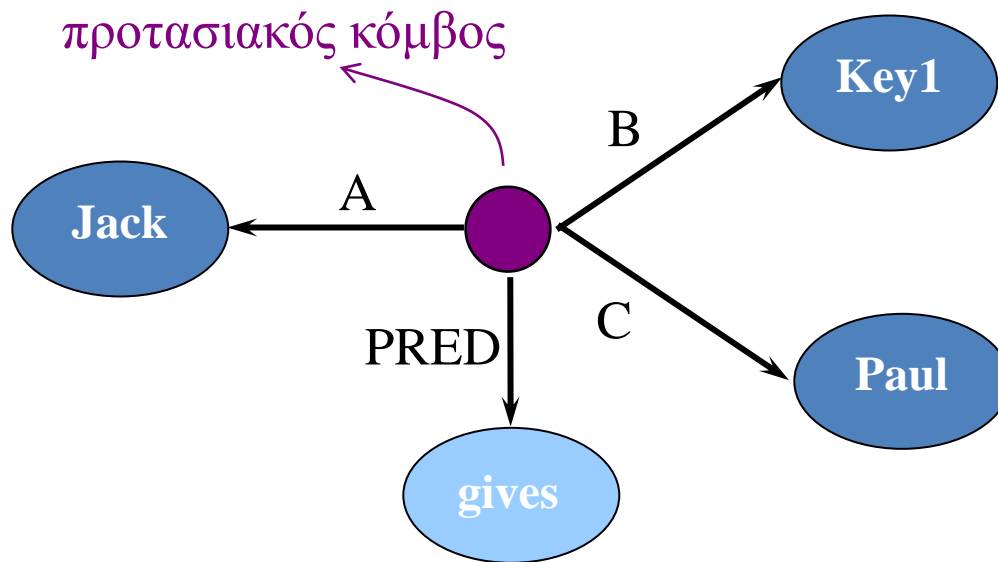
- Το οποίο απλοποιείται ως εξής:



- όπου ο προτασιακός κόμβος αντιπροσωπεύεται από το **όνομα** (boy) του κατηγορήματος (ώστε να θυμίζει το boy(Jack)). Το όνομα ενεργεί σαν φύλακας-θέσης για τον προτασιακό κόμβο. Ο σύνδεσμος προς τον κόμβο του κατηγορήματος είναι κρυμμένος/υπονοείται.

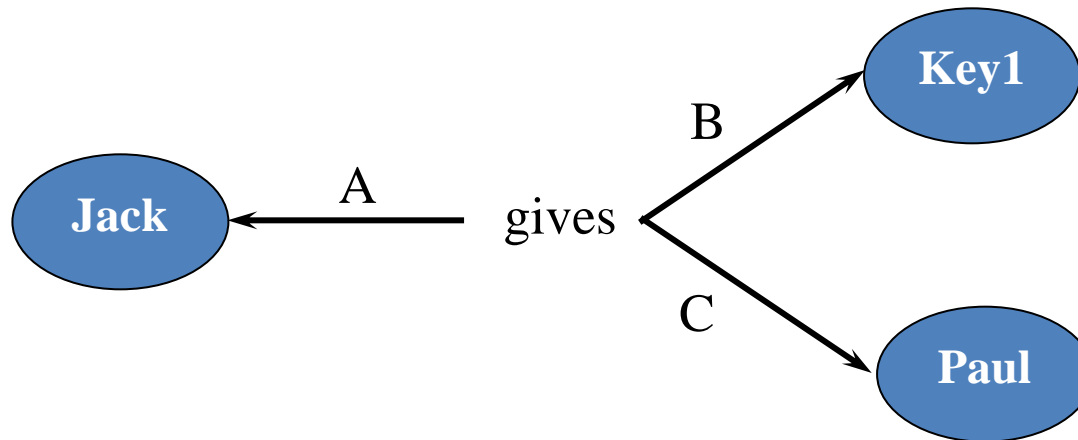
Προτασιακά Δίκτυα (3)

- Ένα πιο σύνθετο γεγονός, π.χ. “Jack gives the key to Paul”, που περιέχει ένα κατηγορημα τρίτου βαθμού (ή τριών θέσεων) παριστάνεται με το επόμενο δίκτυο.



Προτασιακά Δίκτυα (4)

- Η απλοποιημένη του παράσταση είναι:



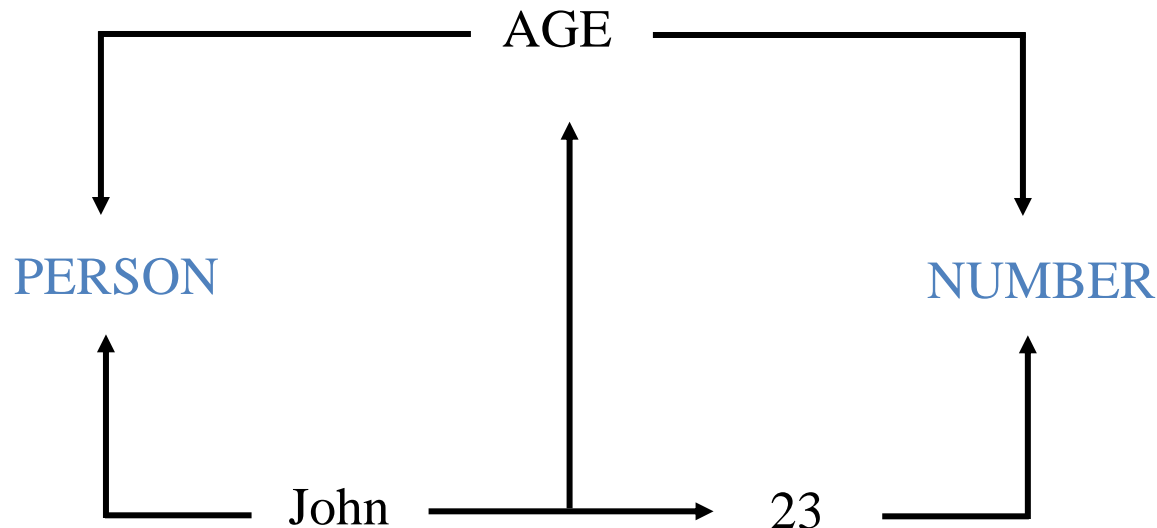
- Τα A, B, C δείχνουν τη σειρά των ορισμάτων του κατηγορήματος

Διαδικαστικά Δίκτυα (1)

- Τα **διαδικαστικά σημαντικά δίκτυα** (procedural semantic nets-PSNs) χρησιμοποιούν τους όρους **κλάση** (class) και **σχέση** (relation) για την αναπαράσταση του τύπου μιας έννοιας (κόμβος) και του τύπου μιας σχέσης (σύνδεσμος) στο δίκτυο.
- Μια κλάση είναι μια συλλογή από αντικείμενα με κοινές ιδιότητες. Τα συγκεκριμένα αντικείμενα μιας κλάσης ονομάζονται **στιγμιότυπα** (instances) της κλάσης και μπορεί να είναι κι' αυτά κλάσεις.
- Μια σχέση είναι μια απεικόνιση από μια κλάση, που ονομάζεται **πεδίο ορισμού** (domain) σε μια άλλη κλάση, που ονομάζεται **πεδίο τιμών** (range). Οι σχέσεις μπορεί να θεωρηθούν σαν κλάσεις με στιγμιότυπα ισχυρισμούς (assertions).

Διαδικαστικά Δίκτυα (2)

- Π.χ. το γεγονός “John is a person whose age is 23”, παριστάνεται ως εξής:



PERSON, NUMBER: κλάσεις
AGE: σχέση (πεδίο ορισμού:
PERSON, πεδίο τιμών: NUMBER)

Σύνδεσμοι: δείχνουν τον τύπο
(‘John’ και ‘23’ στιγμιότυπα των
PERSON και NUMBER)

Διαδικαστικά Δίκτυα (3)

- Η κύρια ιδέα είναι να συσχετίσουμε **προγράμματα** με κάθε τύπο κλάσης και σχέσης ανεξάρτητα μεταξύ τους. Ένα πρόγραμμα θεωρείται σαν μια κλάση της οποίας τα στιγμιότυπα καλούνται διαδικασίες και αντιστοιχούν σε ενεργοποιήσεις προγραμμάτων
- Υπάρχουν τέσσερις βασικές λειτουργίες σε κάθε κλάση και σχέση: **πρόσθεσε** (add) ένα στιγμιότυπο σε μια κλάση, **διάγραψε** (remove) ένα στιγμιότυπο από μια κλάση, **ανάκτησε** (fetch) όλα τα στιγμιότυπα μιας κλάσης, **έλεγχξε** (test) αν ένα στιγμιότυπο ανήκει σε μια κλάση. Κάθε λειτουργία αποτελεί ένα πρόγραμμα προσαρτημένο σε κάθε κλάση ή σχέση.
- Π.χ. για να εκφράσουμε το γεγονός ότι η έννοια της σχέσης PROFIT (κέρδος) είναι η διαφορά της τιμής μείον το κόστος, δημιουργούμε ένα πρόγραμμα για τη λειτουργία fetch που φέρνει την τιμή και το κόστος ενός προϊόντος και υπολογίζει τη διαφορά.

Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Η αναπαράσταση με σημαντικά δίκτυα ανταποκρίνεται στη δομή του πραγματικού κόσμου, οπότε δημιουργεί αναπαραστάσεις με μεγάλη φυσικότητα.
- Οδηγεί σε συμπαγείς αναπαραστάσεις, δηλ. αναπαραστάσεις όπου όλες οι εμπλεκόμενες οντότητες σχετίζονται σε μια ενιαία περιγραφή.
- Εύκολη αναπαράσταση και χειρισμός εξαιρέσεων (μη μονότονη αναπαράσταση).

Μειονεκτήματα

- Προβλήματα ερμηνείας.
- Πολύπλοκη διαδικασία αναζήτησης και κληρονόμησης πληροφορίας.
- Πολύπλοκος μηχανισμός διαχείρισης της βάσης γνώσης (έλλειψη τμηματικότητας)

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ιωάννης Χατζηλυγερούδης 2015.
«Ευφυής Προγραμματισμός». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1095/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

