



Υπολογιστική Λογική και Λογικός Προγραμματισμός

Ενότητα 1: Εισαγωγή στην Λογική και στον Λογικό
Προγραμματισμό.

Νίκος Βασιλειάδης, Αναπλ. Καθηγητής
Τμήμα Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Εισαγωγή στην Λογική και στον Λογικό Προγραμματισμό.

Λογική (1/2)

- Η **Λογική** είναι η ανάλυση των μεθόδων του συλλογισμού.
 - Προσπαθεί να αποσαφηνίσει και να τυποποιήσει τη διαδικασία της ανθρώπινης σκέψης.
- Η λογική ενδιαφέρεται περισσότερο για τη **μορφή** παρά για το περιεχόμενο του συλλογισμού.
 1. Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί. Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος. Άρα ο Σωκράτης είναι θνητός.
 2. Όλα τα κουνέλια αγαπούν τα καρότα. Ο Μπάνυ είναι κουνέλι. Άρα ο Μπάνυ αγαπάει τα καρότα.



Λογική (2/2)

- Οι συλλογισμοί έχουν την ίδια μορφή.
 - Όλα τα A είναι B. Το S είναι A. Άρα το S είναι B.
- Η αλήθεια ή το ψεύδος των υποθέσεων και συμπερασμάτων δεν ενδιαφέρουν τη Λογική.
 - Την ενδιαφέρει μόνον εάν η αλήθεια της υπόθεσης συνεπάγεται την αλήθεια του συμπεράσματος.
- Η **μαθηματική λογική** είναι η συστηματική μελέτη των **έγκυρων ισχυρισμών** και **μεθόδων συλλογισμού** με χρήση εννοιών από τα μαθηματικά.



Μαθηματική Λογική

- Η **μαθηματική λογική** είναι ένας κλάδος των μαθηματικών και της επιστήμης υπολογιστών.
 - Στενή σχέση και με τη φιλοσοφική λογική.
- Το πεδίο περιλαμβάνει:
 - τη μαθηματική μελέτη της λογικής και
 - τις εφαρμογές της τυπικής λογικής σε άλλες περιοχές των μαθηματικών.
- Οι βασικότερες ιδέες στη μαθηματική λογική περιλαμβάνουν:
 - τη μελέτη της εκφραστικής ισχύος των **τυπικών συστημάτων** και
 - της συμπερασματικής ισχύος των **συστημάτων τυπικών αποδείξεων**.



Ορολογία

- Τυπικό σύστημα.
 - Γλώσσα της Λογικής.
 - Επιτρεπτά σύμβολα (λέξεις), σημεία στίξης, συντακτικό (συνδυασμοί συμβόλων, επιτρεπτές προτάσεις), σημασία συμβόλων, σημασία συνδυασμού συμβόλων.
- Σύστημα τυπικών αποδείξεων.
 - «Σύστημα» κατασκευής αποδείξεων για τη γλώσσα της Λογικής.
 - Θεωρητικό-μαθηματικό ή/και υπολογιστικό.
 - Μέθοδοι (αλγόριθμοι) συνδυασμού προτάσεων της γλώσσας για παραγωγή νέων προτάσεων – συμπερασμάτων.



Τυπικό σύστημα (1/2)

- Τυπικό σύστημα (formal system) ή λογικό σύστημα.
- Αποτελείται από μια **τυπική γλώσσα** σε συνδυασμό με ένα **συμπερασματικό σύστημα**.
 - **Συμπερασματικό σύστημα**: ένα σύνολο από συμπερασματικούς κανόνες και/ή αξιώματα.
 - **Συμπερασματικός κανόνας**: μέθοδος με την οποία συνδυάζονται λογικές προτάσεις μεταξύ τους και παράγουν ως συμπέρασμα έναν έγκυρο ισχυρισμό / λογική πρόταση.
- Ένα τυπικό σύστημα χρησιμοποιείται για να παράγει μια έκφραση από μια ή περισσότερες άλλες εκφράσεις που διατυπώνονται ως υποθέσεις.
 - Οι εκφράσεις που υποτίθεται ότι είναι αληθείς (υποθέσεις) λέγονται **αξιώματα**.
 - Οι εκφράσεις που παράγονται λέγονται **θεωρήματα**.



Τυπικό σύστημα (2/2)

- Τα τυπικά συστήματα αποτελούνται από :
 - Ένα πεπερασμένο σύνολο από πρωτογενή σύμβολα (αλφάβητο) που χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστούν προτάσεις (πεπερασμένες συμβολοσειρές).
 - Μια γραμματική, που καθορίζει πως οι προτάσεις κατασκευάζονται από τα σύμβολα του αλφαβήτου.
 - Συνήθως απαιτείται να υπάρχει μια διαδικασία που να αποφασίζει αν μια πρόταση είναι καλά ορισμένη.
 - Ένα σύνολο από αξιώματα ή σχήμα αξιωμάτων, όπου κάθε αξίωμα (ή παραγόμενο αξίωμα) πρέπει να είναι καλά ορισμένο.
 - Ένα σύνολο από συμπερασματικούς κανόνες.



Μαθηματική Απόδειξη

- Μια πειστική παρουσίαση ότι κάποια μαθηματική πρόταση είναι **απαραίτητα ορθή**.
 - Η απόδειξη πρέπει να δείχνει ότι μια πρόταση είναι αληθής για όλες τις περιπτώσεις που εφαρμόζεται, χωρίς καμία εξαίρεση.
- Οι αποδείξεις χρησιμοποιούν τη **λογική**.
- Το αποτέλεσμα που αποδεικνύεται λέγεται **θεώρημα**.
 - Η απόδειξη δείχνει πώς παράγεται το θεώρημα από τα αξιώματα, με εφαρμογή των συμπερασματικών κανόνων.
- Τα **αξιώματα** είναι οι προτάσεις που δεν αποδεικνύονται.
 - Όταν ένα θεώρημα έχει αποδειχτεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την απόδειξη άλλων προτάσεων.



Ιστορία Μαθηματικής Λογικής (1/2)

- Μαθηματική λογική ονομάστηκε από τον **Peano** αυτό που αργότερα ονομάστηκε συμβολική λογική.
 - Στην κλασική της έκδοση, οι βασικές αρχές θυμίζουν τη λογική του **Αριστοτέλη**, γραμμένες όμως με συμβολικό τρόπο αντί για φυσική γλώσσα.
- Οι **Boole** και **de Morgan** (19^{ος} αιώνας) παρουσίασαν ένα συστηματικό τρόπο μελέτης της λογικής.
 - Αναμορφώθηκε και συμπληρώθηκε το παραδοσιακό Αριστοτέλειο δόγμα της λογικής.



Ιστορία Μαθηματικής Λογικής (2/2)

- Η αρχική Ελληνική ανάπτυξη της λογικής έδωσε μεγάλη έμφαση στις *μορφές των ισχυρισμών*.
- Η τρέχουσα μαθηματική λογική ενδιαφέρεται για τη *συνδυαστική μελέτη του περιεχομένου*.
- Αυτό καλύπτει τόσο το *συντακτικό* όσο και την *ερμηνεία*,
 - δηλαδή τόσο τη *μορφή* των εκφράσεων όσο και το *νόημά* τους.



Υπολογιστική Λογική

- Ο όρος «**Υπολογιστική Λογική**» (Computational logic) αφορά στην χρήση της λογικής για την εκτέλεση ή την ανάλυση υπολογισμών.
 - Είναι συνώνυμος του όρου «Λογική στην Επιστήμη των Υπολογιστών» (logic in computer science).
- **Τεχνητή Νοημοσύνη:**
 - Στις δεκαετίες 50-60, οι ερευνητές πρόβλεψαν ότι όταν η ανθρώπινη γνώση θα μπορούσε να εκφράζεται χρησιμοποιώντας τη μαθηματική λογική, θα ήταν πιθανό να δημιουργηθεί ένα μηχάνημα το οποίο θα συλλογίζεται.
 - Αποδείχθηκε ότι είναι πιο δύσκολο από ό,τι αναμενόταν, λόγω της πολυπλοκότητας της ανθρώπινης σκέψης.
- **Λογικός προγραμματισμός:**
 - Ένα πρόγραμμα αποτελείται από ένα σύνολο αξιωμάτων και κανόνων.
 - Τα συστήματα του λογικού προγραμματισμού (Prolog), υπολογίζουν τις συνέπειες των αξιωμάτων και των κανόνων, προκειμένου να απαντήσουν σε ένα ερώτημα.



Υπολογιστική Λογική

- Η ACM περιλαμβάνει την λογική στους ακόλουθους τομείς της Πληροφορικής:
 - **Θεωρητική Πληροφορική**: Λογική ερμηνεία προγραμμάτων, Μαθηματική λογική και τυπικές γλώσσες.
 - **Υλικό Υπολογιστών** (hardware): Λογική (Άλγεβρα) Boole.
 - **Τεχνητή Νοημοσύνη**: λογικοί φορμαλισμοί για αναπαράσταση γνώσης, λογική Horn για τον λογικό προγραμματισμό, περιγραφική λογική (οντολογίες).
- Οι υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία για τους επιστήμονες της λογικής.
 - Αυτοματοποιημένη απόδειξη θεωρημάτων.



Σχέση Λογικής με την Επιστήμη

Υπολογιστών (1/3)

- Υπάρχει μεγάλη σχέση μεταξύ της λογικής και της επιστήμης υπολογιστών.
 - Αρχικοί πρωτοπόροι της επιστήμης υπολογιστών, όπως ο [Alan Turing](#), ήταν επίσης μαθηματικοί και λογικοί.
- Στην επιστήμη υπολογιστών, η συντακτική μελέτη μιας τυπικής γλώσσας επιτρέπει σε μια συμβολοσειρά να μετασχηματιστεί από ένα μεταγλωττιστή σε μια σειρά εντολών μηχανής.
- Η εννοιολογική μελέτη επιτρέπει σε έναν προγραμματιστή να επιλέξει ποιες συμβολοσειρές να χρησιμοποιήσει για να επιτύχει ένα συγκεκριμένο στόχο.



Σχέση Λογικής με την Επιστήμη

Υπολογιστών (2/3)

- Η μελέτη της θεωρίας υπολογισιμότητας στην επιστήμη υπολογιστών εστιάζει σε πραγματικές γλώσσες προγραμματισμού και την εφικτή υπολογισιμότητα (feasible computability).
 - Η μαθηματική λογική εστιάζει στην υπολογισιμότητα ως θεωρητική έννοια, και στη μη-υπολογισιμότητα.
- Η μελέτη της σημασιολογίας (semantics) γλωσσών προγραμματισμού σχετίζεται με την τροπική λογική (modal logic).
 - Η επαλήθευση προγράμματος (program verification) σχετίζεται με τον έλεγχο μοντέλων (model checking).



Σχέση Λογικής με την Επιστήμη

Υπολογιστών (3/3)

- Λογισμοί όπως ο λάμδα λογισμός και η συνδυαστική λογική (combinatory logic) μελετώνται ως ιδεατές γλώσσες προγραμματισμού.
 - Συναρτησιακός Προγραμματισμός (LISP, ML, Schema, Haskell).
- Η επιστήμη υπολογιστών συμβάλλει στα μαθηματικά με την ανάπτυξη τεχνικών για τον αυτόματο έλεγχο ή και εύρεση αποδείξεων.
 - Αυτόματη απόδειξη θεωρημάτων (automated theorem proving) και ο Λογικός Προγραμματισμός (**Prolog**).



Λογικός Προγραμματισμός

- Τι είναι?
 - Η χρήση της **Μαθηματικής Λογικής** στον **προγραμματισμό υπολογιστών**.
- Γιατί χρειάζεται?
 - Για να βελτιώσει τη διαδικασία του προγραμματισμού.
 - Επικέντρωση του προγραμματιστή στην λογική της επίλυσης ενός προβλήματος και όχι στην υλοποίηση της επίλυσης από τον υπολογιστή.
 - Μείωση χρόνου ανάπτυξης προγραμμάτων.
 - Καλύτερος έλεγχος ορθότητας προγραμμάτων.



Δηλωτικός Προγραμματισμός (1/2)

- Ο Λογικός Προγραμματισμός είναι ένα είδος Δηλωτικού Προγραμματισμού.
- Δηλωτικός Προγραμματισμός:
 - ο προγραμματιστής δηλώνει τι ισχύει για το πρόβλημα (αντικείμενα, ιδιότητες, συσχετίσεις, περιορισμοί) και
 - το “σύστημα” (compiler/interpreter) αναλαμβάνει μόνο του να συνδυάσει τις δηλώσεις και να επιλύσει το πρόβλημα.
- Στο Δηλωτικό Προγραμματισμό ο προγραμματιστής ΔΕΝ περιγράφει αλγόριθμο.
 - Βήματα ροής εντολών.



Δηλωτικός Προγραμματισμός (2/2)

- Στον Λογικό Προγραμματισμό:
 - οι δηλώσεις είναι λογικές εκφράσεις.
 - το “σύστημα” είναι αποδείκτης θεωρημάτων (theorem prover).
- Στον Συναρτησιακό Προγραμματισμό:
 - οι δηλώσεις είναι ορισμοί συναρτήσεων.
 - το “σύστημα” είναι μια μηχανή ροής δεδομένων (dataflow machine).



Διαφορά Διαδικαστικού και Δηλωτικού Προγραμματισμού (1/2)

- Σε ένα οποιοδήποτε πρόγραμμα, διακρίνουμε το τμήμα της λογικής και το τμήμα του ελέγχου.
- Σύμφωνα με την κλασική εξίσωση του Kowalski:

πρόγραμμα = λογική + έλεγχος.



Διαφορά Διαδικαστικού και Δηλωτικού Προγραμματισμού (2/2)

- Στο συμβατικό (διαδικαστικό) προγραμματισμό (π.χ. C), το τμήμα της λογικής και το τμήμα του ελέγχου είναι αλληλένδετα και δεν διαχωρίζονται.
 - Ο προγραμματιστής πρέπει να καθορίσει επακριβώς τη ροή ελέγχου του προγράμματος, ανάλογα με τη λογική και τα διαθέσιμα δεδομένα του προβλήματος.
- Στο δηλωτικό προγραμματισμό γίνεται σαφής διαχωρισμός λογικής και ελέγχου.
 - Χρειάζεται να περιγραφεί μόνο η λογική του προς επίλυση προβλήματος ενώ ο έλεγχος αφήνεται στο σύστημα.



Λογικός ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

- Για να **προγραμματίσει** κάποιος με υπολογιστή θα πρέπει να είναι σε θέση να υπαγορεύσει στον υπολογιστή τι να κάνει (**διαδικασία**).
- Άρα, τα συστήματα Λογικού Προγραμματισμού πρέπει να μετατρέπουν εύκολα και αποδοτικά τις λογικές εκφράσεις (**δηλώσεις**) του προγραμματιστή σε εντολές (**διαδικασίες**) προς τον υπολογιστή.
- Αυτό σημαίνει πως η **δηλωτική** και η **διαδικαστική** ερμηνεία ενός λογικού προγράμματος πρέπει να είναι **ισοδύναμες**
 - μετατρέψιμες μονοσήμαντα από τη μία στην άλλη.



Δηλωτική και Διαδικαστική Ερμηνεία

IF α & β & γ THEN δ

- **Δηλωτική ερμηνεία:** Εάν το α και το β και το γ είναι αληθή, τότε και το δ είναι αληθές.
- **Διαδικαστική ερμηνεία:** Για να αποδείξω ότι το δ είναι αληθές, αρκεί να αποδείξω ότι το α και το β και το γ είναι αληθή.
- **Διαδικαστικός προγραμματισμός:** Για να εκτελέσω την διαδικασία δ , πρέπει να εκτελέσω τις διαδικασίες α , β και γ .



Γλώσσα Prolog

- **PRO**gramming in **LOGic**.
- Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος αντιπρόσωπος του Λογικού Προγραμματισμού.
- Είναι υποσύνολο της **κατηγορηματικής λογικής πρώτης τάξεως (προτάσεις Horn)**.
- Βασίζεται στην αντιστοιχία της δηλωτικής και διαδικαστικής ερμηνείας ενός λογικού προγράμματος.
- Πρώτος διερμηνέας 1972 στην Μασσαλία (Colmerauer, Kowalski).



Χρήσεις της Prolog (1/2)

- Η PROLOG χρησιμοποιείται για απόδειξη θεωρημάτων.
 - Καθαρός Λογικός Προγραμματισμός.
- Για να χρησιμοποιηθεί ως πρακτική γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού είναι απαραίτητη η επέκτασή της.
 - ενσωματωμένα κατηγορήματα (built-in predicates).
 - παρέχονται από τον εκάστοτε κατασκευαστή του διερμηνέα της PROLOG.
 - Π.χ. μαθηματικές πράξεις/συναρτήσεις, είσοδος/έξοδος σε αρχεία- συσκευές, έλεγχος τύπου δεδομένων, διαχείριση λύσεων και προγράμματος, κτλ.
- Οι δυνατότητες αυτές βρίσκονται **πέρα** (extra-logical) και **πάνω** (meta-logical) από τη μαθηματική λογική.



Χρήσεις της Prolog (2/2)

- Εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών που σχετίζονται με:
 - την κατανόηση της φυσικής γλώσσας.
 - την ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων / συστημάτων γνώσης.
 - τον χειρισμό και την επεξεργασία συμβολικών παραστάσεων.
 - την προσομοίωση λειτουργίας λογικών κυκλωμάτων.
 - την αναγνώριση και ταξινόμηση ψηφιοποιημένων σχημάτων.
- Η Prolog μαζί με την LISP αποτελούν τις δύο βασικές γλώσσες ανάπτυξης προγραμμάτων Τεχνητής Νοημοσύνης.
- Η ανάπτυξη του **Σημασιολογικού Ιστού (Semantic Web)** έδωσε νέα ώθηση στη χρήση συστημάτων λογικής και κανόνων.



QuickSort

- Αλγόριθμος «διαίρει & βασίλευε» (divide and conquer) για την ταξινόμηση μιας λίστας ή πίνακα αριθμών.
- Αρχικά χωρίζει την λίστα των αριθμών σε δύο μικρότερες (μικρότερα – μεγαλύτερα) βάσει ενός αριθμού που επιλέγει τυχαία από την λίστα (pivot).
- Στη συνέχεια ταξινομεί (αναδρομικά) τις δύο υπολίστες με τον ίδιο ακριβώς αλγόριθμο.

```
function quicksort('array')
  if length('array') ≤ 1
    return 'array'
  // an array of zero or one elements is already sorted
  select and remove a pivot value 'pivot' from 'array'
  create empty lists 'less' and 'greater'
  for each 'x' in 'array'
    if 'x' ≤ 'pivot' then append 'x' to 'less'
    else append 'x' to 'greater'
  return concatenate(quicksort('less'), 'pivot', quicksort('greater'))
  // two recursive calls
```



QuickSort σε C

```
01 #include <stdio.h>
02 #include <stdlib.h>
03
04 void swap(int *x,int *y)
05 {
06     int temp;
07     temp = *x;
08     *x = *y;
09     *y = temp;
10 }
11
12 int choose_pivot(int i,int j )
13 {
14     return((i+j) /2);
15 }
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43 void printlist(int list[],int n)
44 {
45     int i;
46     for(i=0;i<n;i++){
47         printf("%d\t",list[i]);
48     }
49 }
50 void main()
51 {
52     const int MAX_ELEMENTS = 10;
53     int list[MAX_ELEMENTS];
54
55     int i = 0;
56
57     // generate random numbers and fill them to the list
58     for(i = 0; i < MAX_ELEMENTS; i++){
59         list[i] = rand();
60     }
61     printf("The list before sorting is:\n");
62     printlist(list,MAX_ELEMENTS);
63
64     // sort the list using quicksort
65     quicksort(list,0,MAX_ELEMENTS-1);
66
67     // print the result
68     printf("The list after sorting using quicksort algorithm:\n");
69     printlist(list,MAX_ELEMENTS);
70 }
```

```
17 void quicksort(int list[],int m,int n)
18 {
19     int key,i,j,k;
20     if( m < n)
21     {
22         k = choose_pivot(m,n);
23         swap(&list[m],&list[k]);
24         key = list[m];
25         i = m+1;
26         j = n;
27         while(i <= j)
28         {
29             while((i <= n) && (list[i] <= key))
30                 i++;
31             while((j >= m) && (list[j] > key))
32                 j--;
33             if( i < j)
34                 swap(&list[i],&list[j]);
35         }
36         // swap two elements
37         swap(&list[m],&list[j]);
38         // recursively sort the lesser list
39         quicksort(list,m,j-1);
40         quicksort(list,j+1,n);
41     }
42 }
```



QuickSort σε Prolog

```
quick_sort([],[]).
```

```
quick_sort([H|T],Sorted) :-
```

```
    pivoting(H,T,L1,L2),                % χώρισε
```

```
    quick_sort(L1,Sorted1),            % αναδρομικά ταξινόμηση
```

```
    quick_sort(L2,Sorted2),            % αναδρομικά ταξινόμηση
```

```
    append(Sorted1,[H|Sorted2], Sorted). % ένωση
```

```
pivoting(H,[],[],[]).
```

```
pivoting(H,[X|T],[X|L],G) :- % τα μικρότερα αριστερά
```

```
    X=<H, pivoting(H,T,L,G).
```

```
pivoting(H,[X|T],L,[X|G]):- % τα μεγαλύτερα δεξιά
```

```
    X>H, pivoting(H,T,L,G).
```



Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web)

- Ο Tim Berners-Lee, που επινόησε το WWW το 1989, είχε το όραμα ενός ιστού δεδομένων **αυτόματα επεξεργάσιμων** από τις εφαρμογές, βάσει του **νοήματος** και **όχι της μορφής** της πληροφορίας.
- Ο **Σημασιολογικός Ιστός (ΣΙ)** αποτελεί το επόμενο μεγάλο βήμα εξέλιξης στο web.
 - Web 3.0 = Web 2.0 + Semantic Web
- Ο ΣΙ περιλαμβάνει τη σαφή αναπαράσταση του νοήματος των πληροφοριών και των εγγράφων.
 - Χρήση **μεταδεδομένων** που περιγράφουν τη σημασία του περιεχομένου των εγγράφων/υπηρεσιών.
 - Χρήση **οντολογιών** που περιγράφουν τη σημασία των μεταδεδομένων.



Τεχνολογίες του ΣΙ (1/2)

- Ο ΣΙ χρησιμοποιεί κλασικές μεθόδους αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής, **όπως είναι η λογική και ο λογικός προγραμματισμός**, προσαρμοσμένες στο ανοικτό και απρόβλεπτο περιβάλλον του διαδικτύου.
- **Μεταδεδομένα (metadata)**.
 - Δεδομένα που περιγράφουν το πραγματικό νόημα του περιεχομένου.
 - Χρησιμοποιείται το μοντέλο RDF.
 - Σημασιολογικά Δίκτυα (Semantic nets).
 - Μοιάζουν με τα γεγονότα (facts) του λογικού προγραμματισμού.



Τεχνολογίες του ΣΙ (2/2)

- **Οντολογίες.**
 - Μαθηματικά ορισμένα λεξιλόγια των μεταδεδομένων.
 - Επιτρεπτοί τύποι, ιδιότητες, συσχετίσεις, περιορισμοί.
 - Χρήση **περιγραφικής λογικής**.
 - Υποσύνολο της **κατηγορηματικής λογικής**.
- **Κανόνες και Λογική.**
 - Επιτρέπουν την επεξεργασία των μεταδεδομένων με τη χρήση σημασιολογικών συσχετίσεων που ορίζονται από τον χρήστη σύμφωνα με την «λογική» της εκάστοτε εφαρμογής.
 - Μπορούν να συλλάβουν πιο πολύπλοκους συσχετισμούς μεταξύ των δεδομένων από τις οντολογίες.

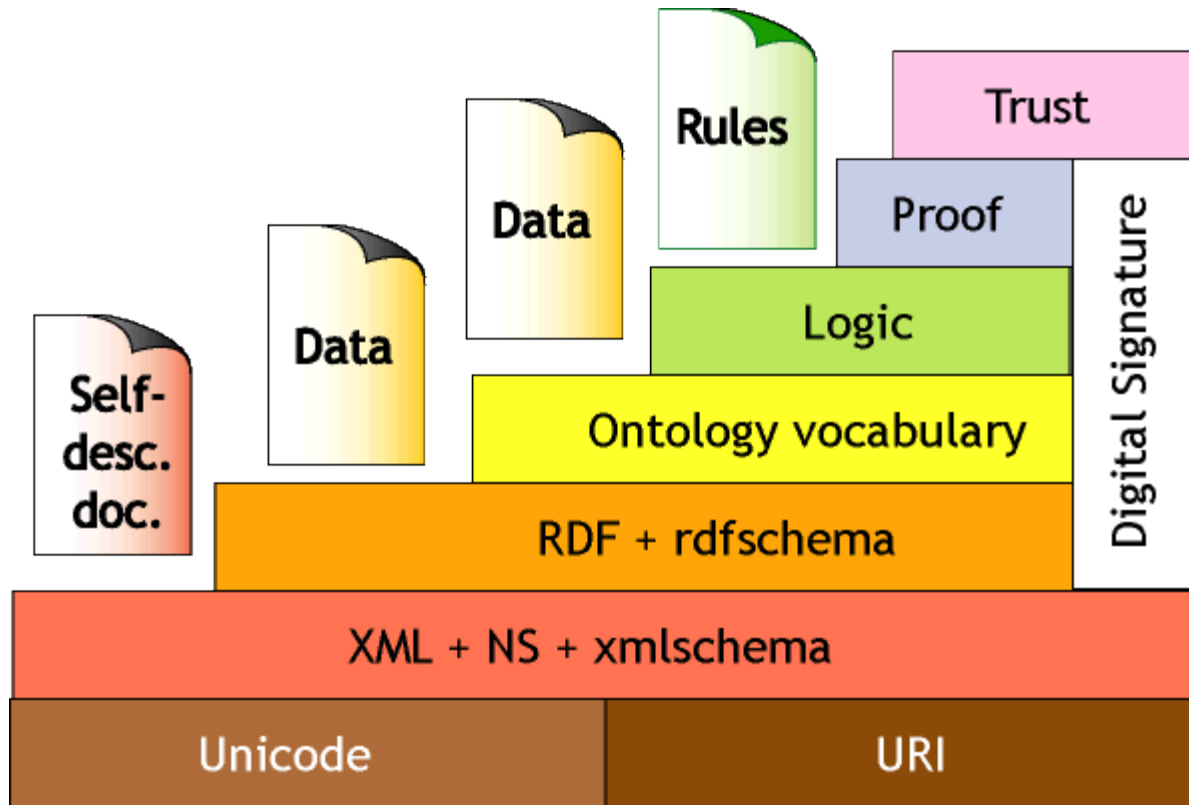


Πλεονέκτημα χρήσης λογικών κανόνων

- Εύκολη δημιουργία εξηγήσεων προς το χρήστη σχετικά με τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε.
 - Τα διαδοχικά βήματα του μηχανισμού εξαγωγής συμπερασμάτων.
- Η παροχή εξηγήσεων αυξάνει την εμπιστοσύνη των χρηστών στις παρεχόμενες υπηρεσίες του ΣΙ.



Αρχιτεκτονική ΣΙ



Σύγχρονες – Πρακτικές εφαρμογές Λογικής/Λογικού Προγραμματισμού

- <http://ruletheweb.org/>
- www.youtube.com
- www.imdb.com
- <http://schema.org/>

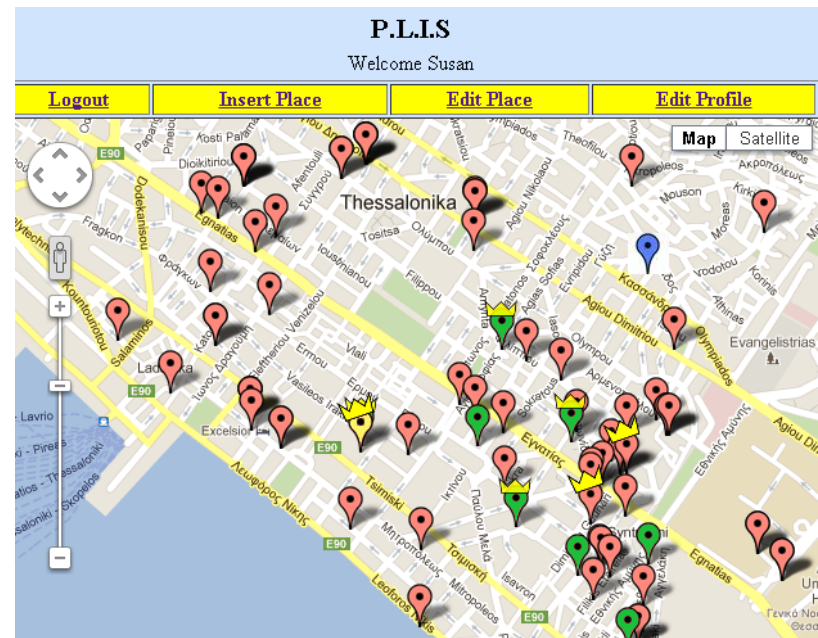


PLIS (1/2)

- PLIS

Σύστημα εξατομικευμένης πληροφόρησης – προώθησης βάσει context (τοποθεσία, χρόνου, κλπ.)

βασισμένο
σε κανόνες.



PLIS (2/2)

RuleML 2012

The 6th International Symposium on Rules: Research Based and Industry Focused
Montpellier, France, August 27-29(30), 2012

Best Challenge Demo Award



PLIS+: A Rule-Based Personalized Location Information System, by Iosif Viktoratos, Athanasios Tsadiras and Nick Bassiliades

Cafe Delmundo

Category:cafe

coffee:1.5

ice_cream:2.5

Rules Explanation:Half prices for coffee and ice-cream (1.5 and 2.5 Euro) for women on Fridays after 18:00 o'clock

[Become POI owner](#)



IBM Watson

- Είναι ένα νοήμον σύστημα (artificial intelligence) ικανό να απαντάει σε ερωτήσεις που του τίθενται σε φυσική γλώσσα.
 - Είναι συνδυασμός προηγμένου hardware και software.
- Το 2011 διαγωνίστηκε στο τηλεπαιχνίδι Jeopardy! εναντίον των 2 καλύτερων ανθρώπων-παικτών όλων των εποχών και τους κέρδισε.
 - Είχε πρόσβαση σε 200 εκατομμύρια σελίδες περιεχομένου (4 TB) (π.χ. Wikipedia) αλλά κατά την διάρκεια του παιχνιδιού δεν είχε πρόσβαση στο Internet.
- Το software του Watson είναι γραμμένο σε Java, C++ και **Prolog**.
 - Interface φυσικής γλώσσας / κατανόηση και παραγωγή κειμένου σε φυσική γλώσσα.



Υλοποιήσεις Prolog

- Εμπορικές:
 - LPA-PROLOG.
 - Visual Prolog.
 - SICStus Prolog (Quintus).
- Ελεύθερες:
 - [SWI-Prolog](#), Ciao, XSB Prolog, YAP-Prolog, GNU Prolog, ...
- ECLIPSE Prolog.
 - Ξεκίνησε ως εμπορική.
 - Εξαγοράστηκε από την CISCO.
 - Έγινε open-source.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νίκος Βασιλειάδης.
«Υπολογιστική Λογική και Λογικός Προγραμματισμός. Εισαγωγή στην Λογική
και στον Λογικό Προγραμματισμό». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS163/>



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».



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

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

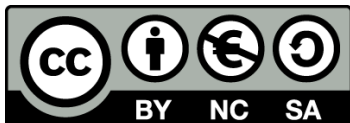
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Εμμανουήλ Ρήγας
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2013-2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

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.

