
ΕΠΛ 412 Λογική στην Πληροφορική

ΕΙΣΑΓΩΓΗ στο μάθημα

Άννα Φιλίππου
annap@cs.ucy.ac.cy

Στοιχεία του μαθήματος

- **Διδάσκουσα:** Άννα Φιλίππου
 - **Γραφείο:** FST-01 105
 - **Τηλέφωνο:** 22-892699
 - **E-mail:** annap@cs.ucy.ac.cy
 - **Ιστοσελίδα του μαθήματος:** <http://www.cs.ucy.ac.cy/~annap/epl412>
- **Βοηθός μαθήματος:** Κυριακή Ψαρά
- **Διαλέξεις**
 - Τρίτη και Παρασκευή, 10:30 - 12:00
- **Φροντιστήριο**
 - Τετάρτη: 12.00 – 13.00

Περιγραφή

- Τα μάθημα θα παρουσιάσει κύριες έννοιες της Λογικής που βρίσκουν εφαρμογή στην Πληροφορική εστιάζοντας
 - στον προτασιακό λογισμό
 - στον πρωτοβάθμιο κατηγορηματικό λογισμό
 - στον γραμμικό και διακλαδωμένο χρονικό λογισμό
 - στον τροπικό λογισμό

- με έμφαση στην εφαρμογή των σχετικών εννοιών στην Πληροφορική.

- Προαπαιτούμενο:
 - ΕΠΑ 111 (Διακριτές Δομές στην Πληροφορική και Υπολογισμό)

Περιεχόμενα

- Προτασιακός Λογισμός
 - σύνταξη και σημασιολογία
 - τυπικά συστήματα
 - εφαρμογές
- Πρωτοβάθμιος κατηγορηματικός λογισμός:
 - σύνταξη και σημασιολογία
 - αποδεικτική θεωρία
 - Εφαρμογές
- Γραμμικός και Διακλαδωμένος Χρονικός Λογισμός
 - LTL, CTL: σύνταξη και σημασιολογία,
 - αλγόριθμοι μοντελοελέγχου.
- Τριάδες Hoare και συστήματα απόδειξης της ορθότητας προγραμμάτων.
- Τροπικός Λογισμός

Στόχοι

- Βασικός στόχος του μαθήματος είναι η προετοιμασία των φοιτητών για να χρησιμοποιήσουν τη Μαθηματική Λογική ως εργαλείο στην Πληροφορική.
- Ανάπτυξη λογικής και μαθηματικής ωριμότητας
- Εξοικείωση με τον συμπερασματικό συλλογισμό
- Αναγνώριση της Λογικής ως έναν από τους θεμέλιους λίθους της Πληροφορικής
- Εφαρμογές της Λογικής στην ανάλυση της ορθότητας προγραμμάτων και συστημάτων.

Βιβλιογραφία

- M. Huth and A. Ryan. *Logic in Computer Science: Modeling and Reasoning about Concurrent Systems*. Cambridge University Press, 2nd edition, 2004.
- M. Ben-Ari. *Mathematical Logic for Computer Science*. Springer-Verlag, 2nd edition, 2003.

Αξιολόγηση

5 σειρές ασκήσεων	20%
Ενδιάμεση Εξέταση	30%
Τελική εξέταση	50%

Τι είναι η Λογική;

- **Λογική** είναι οι αρχές του έγκυρου συλλογισμού και συμπερασμού.
- Ρίζες στη **Φιλοσοφία**
- Μέρος του **trivium** (βάση των ακαδημαϊκών σπουδών κατά τον Μεσαίωνα): *λογική, γραμματική, ρητορική*
Η Λογική είναι η τέχνη της σκέψης
Η Γραμματική είναι η τέχνη της επινόησης συμβόλων και του συνδυασμού αυτών για τη διατύπωση της σκέψης
Η Ρητορική είναι η τέχνη της διατύπωσης της σκέψης από άτομο σε άτομο μέσω κατάλληλης χρήσης της γλώσσας
- Λογική: Γλώσσα + Σημασιολογία + Συμπερασμός

Ιστορία της Λογικής

- 5ος αιώνας π.Χ. – 19ος αιώνας μ.Χ.
 - Συλλογιστική Λογική, Αριστοτέλης
 - Επιχειρήματα σε φυσική γλώσσα
 - Παράδοξα
 - Αυτή η πρόταση είναι ψευδής.
- Μέσα με τέλη του 19 αιώνα μ.Χ.
 - Συμβολική Λογική
 - Απόδοση της Λογικής μέσω μαθηματική γλώσσας
 - George Boole, 1847: Boolean Algebra
- Τέλη του 19ου αιώνας – μέσα του 20ου αιώνα
 - Μαθηματική Λογική
 - Frege: Λογική – η γλώσσα των Μαθηματικών
 - Το πρόγραμμα του Hilbert: Η επινόηση ενός τυπικού συστήματος που θα επιτρέπει την απόδειξη κάθε μαθηματικής αλήθειας μέσω μιας μηχανικής διαδικασίας
 - Godel, Turing, Church, Tarski

Ιστορίας της Λογικής (2)

- Λογική στην Πληροφορική: μαθηματικό υπόβαθρο καθώς και εργαλείο
- Προσφέρει μία πλειάδα από γλώσσες και μοντέλα (κυκλώματα, τύποι, διατύπωση ερωτημάτων σε βάσεις δεδομένων, χρονικές λογικές)

“It is reasonable to expect that the relationship between computation and mathematical logic will be as fruitful in the next century as that between physics and analysis in the last.”

J. MacCarthy, 1961

“Logic plays a similar role in Computer Science to that played by calculus in the physical sciences and traditional engineering disciplines.”

M. Vardi, 2007

“Computer Science is applied logic.”

D. Leivant, 1998

Εφαρμογές της Λογικής στην Πληροφορική

- Αρχιτεκτονική – Boolean Circuits

Υπολογισμός με βάση τις λογικές πράξεις

ENIAC

Boole: Οι «κανόνες του μυαλού» έθεσαν τη βάση για του «κανόνες του υπολογισμού».

- Βάσεις Δεδομένων

- relational algebra,

- SQL, γλώσσα ισοδύναμη με πρωτοβάθμια λογική

- Τεχνητή Νοημοσύνη – αυτοματοποιημένες αποδείξεις, ευφυή συστήματα

- Τεχνολογία Λογισμικού – προδιαγραφή και επαλήθευση συστημάτων

- Η Λογική μας παρέχει τη δυνατότητα να διατυπώσουμε και να αποδείξουμε την ορθότητα των προγραμμάτων μας. (Intel bug 1995)

Εφαρμογές της Λογικής στην Πληροφορική

- **Γλώσσες Προγραμματισμού**
 - σημασιολογία, λογικός προγραμματισμός, συστήματα τύπων
- **Θεωρία Αλγορίθμων – Πολυπλοκότητα**
 - Κάποια προβλήματα είναι τόσο «δύσκολα» που κανένας υπολογιστής δεν μπορεί να τα λύσει λόγω της ύπαρξης ενός τεράστιου συνδυασμού δυνατοτήτων που χρειάζεται να διερευνηθεί για την επίλυσή τους. Η Λογική παρέχει τα εφόδια για να αναλύσουμε τι είναι επιλύσιμο. Θεωρία NP-Completeness
- **Ασφάλεια Συστημάτων**
 - proof-carrying code
- ...
- Το μάθημά μας θα μελετήσει την Προτασιακή και την Πρωτοβάθμια Λογική, Χρονικές και Τροπικές Λογικές καθώς και εφαρμογές τους σε περιοχές από τις πιο πάνω.