

EE728 (22A004) - Προχωρημένα Θέματα Θεωρίας Πληροφορίας Γενικές Πληροφορίες

Πρόγραμμα Διαλέξεων : Τετάρτη 3-6 μ.μ.
Αίθουσα : EET

Διδάσκων : Δημήτρης Τουμπακάρης
email : dtouba@upatras.gr
Ώρες Γραφείου : Τρίτη 12 - 2 μ.μ. ή κατόπιν συνεννόησης

Ιστοσελίδα μαθήματος : <http://eclass.upatras.gr/courses/EE728/>

Όλοι όσοι σκοπεύουν να παρακολουθήσουν το μάθημα παρακαλούνται να γραφτούν στο eclass προκειμένου να λαμβάνουν τις ανακοινώσεις του διδάσκοντα.

Σκοπός του μαθήματος

Σκοπός του μαθήματος είναι η εμβάθυνση σε βασικά θέματα Θεωρίας Πληροφορίας τα οποία αναφέρθηκαν στο μάθημα “Θεωρία Πληροφορίας”, καθώς και η επέκταση σε άλλα θέματα. Συγκεκριμένα, θα αποδειχθούν το Θεώρημα Κωδικοποίησης Πηγής (για πηγές χωρίς μνήμη), καθώς και το Θεώρημα Κωδικοποίησης Καναλιού (για διακριτά κανάλια χωρίς μνήμη). Στη συνέχεια, θα γίνει εισαγωγή στη Θεωρία Πληροφορίας Δικτύων (Network Information Theory). Εάν ο χρόνος το επιτρέψει θα γίνει αναφορά και σε άλλα θέματα (Θεωρία Ρυθμού-Παραμόρφωσης, Πολυπλοκότητα κατά Kolmogorov).

Προαπαιτούμενες γνώσεις

Είναι επιθυμητό όσοι σκοπεύουν να παρακολουθήσουν το μάθημα να έχουν πάρει στο παρελθόν το μάθημα “Θεωρία Πληροφορίας” (ή αντίστοιχο), δεδομένου ότι οι βασικές έννοιες και ποσότητες της Θεωρίας Πληροφορίας θα θεωρηθούν γνωστές. Όσοι δεν είχαν καμία επαφή με Θεωρία Πληροφορίας στο παρελθόν θα πρέπει να έχουν τη διάθεση να καλύψουν μόνοι τους μέρος της ύλης του μαθήματος “Θεωρία Πληροφορίας” παράλληλα με το μάθημα “Προχωρημένα Θέματα Θεωρίας Πληροφορίας”.

Επίσης, θα υποτεθεί επαρκής γνώση Συνδυαστικής και Θεωρίας Πιθανοτήτων στο επίπεδο του Sheldon Ross, A first course in probability. Δείτε, επίσης, τη 2η διάλεξη του μαθήματος “Θεωρία Πληροφορίας”.

Όσοι έχουν αμφιβολίες για το εάν οι γνώσεις τους επαρκούν για την παρακολούθηση του μαθήματος παρακαλούνται να επικοινωνήσουν με το διδάσκοντα.

Βιβλίο μαθήματος

Επειδή ο διδάσκων δεν έχει καταφέρει να εντοπίσει ελληνόγλωσσο βιβλίο που να αντιστοιχεί στην ύλη του μαθήματος, έχει ζητηθεί να δοθεί στους φοιτητές που θα δηλώσουν το μάθημα το βιβλίο των Cover & Thomas (βλ. παρακάτω). Θα χρησιμοποιηθούν, επίσης, σημειώσεις οι οποίες θα είναι διαθέσιμες στο eclass.

Άλλα βιβλία

Για την προετοιμασία του μαθήματος ο διδάσκων έχει χρησιμοποιήσει σε μεγάλο βαθμό το βιβλίο:

T. M. Cover & J. A. Thomas, Elements of Information Theory, 2nd edition, Wiley, New York, 2006.

Το βιβλίο αυτό αποτελεί ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα βιβλία για τη διδασκαλία του μαθήματος Θεωρίας Πληροφορίας σε πανεπιστήμια παγκοσμίως. Είναι καλογραμμένο, δίνει έμφαση στη διαίσθηση, καλύπτει ένα μεγάλο εύρος θεμάτων της Θεωρίας Πληροφορίας και αποτελεί εξαιρετική αναφορά. Το επίπεδό του είναι συγκρίσιμο με αυτό του μαθήματος (αν και στο μάθημα θα καλυφθεί ένα υποσύνολο των θεμάτων του βιβλίου).

Το βιβλίο θα διατίθεται για ολιγόωρο δανεισμό από το διδάσκοντα. Επίσης, έχει ζητηθεί ένα αντίτυπο της 1ης έκδοσης να βρίσκεται πάντα στη βιβλιοθήκη. Γενικά, για τα θέματα που θα καλυφθούν στο μάθημα, η 1η έκδοση δε διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από τη 2η. Κάποιες διαφορές υπάρχουν στη Θεωρία Πληροφορίας Δικτύων και θα επισημανθούν στις διαλέξεις.

Ένα δεύτερο, πολύ σημαντικό βιβλίο είναι το

R. Gallager, Information Theory and Reliable Communication, Wiley, 1968.

Αποτελεί πιθανότατα το πιο κλασικό βιβλίο Θεωρίας Πληροφορίας και από τα πιο απαιτητικά όσον αφορά την κατανόηση. Έχει χρησιμοποιηθεί σε μερικά σημεία των διαλέξεων. Καλύπτει μικρότερο εύρος θεμάτων σε σύγκριση με το βιβλίο των Cover & Thomas, αλλά σε μεγαλύτερο βάθος. Η μελέτη του συνιστάται σε όσους επιθυμούν να ασχοληθούν ερευνητικά με τη Θεωρία Πληροφορίας.

Το βιβλίο θα διατίθεται για σύντομο δανεισμό από το διδάσκοντα.

* Για μια πιο αναλυτική λίστα βιβλίων δείτε το Φυλλάδιο 2.

Απαιτήσεις μαθήματος/εξέταση

- Ο τρόπος εξέτασης θα είναι ο ίδιος για όλους τους εγγεγραμμένους φοιτητές (προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς).
- Γραπτή τελική εξέταση. Ανοικτές σημειώσεις διδάσκοντα, οποιοδήποτε βιβλίο (όχι, όμως βιβλία με λύσεις ασκήσεων), φυλλάδια μαθήματος καθώς και χειρόγραφες πρωτότυπες προσωπικές σημειώσεις φοιτητών (όχι φωτοαντίγραφα).

- Προαιρετική Εργασία (project). Εμβάθυνση σε κάποιο από τα θέματα του μαθήματος. Πιθανή παρουσίαση στην τάξη.

Τελικός βαθμός = $\max\{(0.5 \times \text{Τελική Εξέταση} + 0.5 \times \text{Εργασία}), \text{Τελική Εξέταση}\}$, εφόσον ο βαθμός της τελικής εξέτασης είναι ≥ 5 .

Η Εργασία θα προσμετρηθεί και το Σεπτέμβριο (εφόσον, όμως, παραδοθεί πριν τη λήξη της εξεταστικής του Ιουνίου).

Δομή του μαθήματος

Επανάληψη βασικών εννοιών, ποσοτήτων και θεωρημάτων Θεωρίας Πληροφορίας. Ιδιότητα Ασυμπτωτικής Ισοδιαμέρισης (AEP). Θεώρημα Κωδικοποίησης Πηγής. Απόδειξη για πηγές χωρίς μνήμη. Ανισότητα Fano. Διακριτά κανάλια χωρίς μνήμη. Ιδιότητα από Κοινού Ασυμπτωτικής Ισοδιαμέρισης (Joint AEP). Χωρητικότητα. Θεώρημα Κωδικοποίησης Καναλιού. Απόδειξη. Χωρητικότητα καναλιών με ανάδραση. Αποκωδικοποίηση Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood) και Εκθέτης Σφάλματος (Error Exponent). Θεώρημα διαχωρισμού πηγής-καναλιού. Διαφορική εντροπία. Χωρητικότητα καναλιών διακριτού χρόνου. Χωρητικότητα Γκαουσιανού καναλιού (επανάληψη). Χωρητικότητα παράλληλων Γκαουσιανών καναλιών και waterfilling. Θεωρία Πληροφορίας Δικτύων (Network Information Theory). Το Κανάλι Πολλαπλής Πρόσβασης (MAC). Το Κανάλι Ευρυεκπομπής (Broadcast), το Κανάλι Παρεμβολών (Interference), το Κανάλι Μεταγωγής (Relay). Θεώρημα Κωδικοποίησης Slepian-Wolf. Εάν προλάβουμε: Εισαγωγή στη Θεωρία Ρυθμού-Παραμόρφωσης (Rate Distortion Theory). Πολυπλοκότητα κατά Kolmogorov.

Λεπτομέρειες δίνονται στο Φυλλάδιο 3. Ενδέχεται να υπάρξουν μικροαλλαγές ανάλογα με τα ενδιαφέροντα των φοιτητών που θα παρακολουθήσουν το μάθημα.