

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

Πρόγραμμα Διαλέξεων : Τρίτη 9 π.μ. -12 μ.μ.
Αίθουσα : EET

Διδάσκων : Δημήτρης Τουμπακάρης
email : dtouba@upatras.gr
Ώρες Γραφείου : Θα καθοριστούν στο 1ο μάθημα

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 παρακολουθήσει 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. Δείτε και κάποια σχόλια σχετικά με το θέμα στην Περιγραφή του Μαθήματος στο eclass.

Βιβλίο μαθήματος

Επειδή δεν έχω καταφέρει να εντοπίσω Ελληνόγλωσσο βιβλίο που να αντιστοιχεί στην ύλη του μαθήματος, τα προηγούμενα έτη είχε γίνει προσπάθεια να δοθεί στους φοιτητές που δηλώνουν το μάθημα το βιβλίο των Cover & Thomas (βλ. παρακάτω). Ωστόσο, ο εκδοτικός Wiley δε δέχεται, πλέον, να διαθέσει βιβλία στα Πανεπιστήμια στην τιμή που προσφέρει το Υπουργείο. Πέρυσι ζητήθηκε από τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος να προτείνουν ένα βιβλίο ο καθένας για να δημιουργηθεί μία λίστα 25 βιβλίων που θα αγοράζονταν σε ηλεκτρονική μορφή και θα έχει πρόσβαση σε αυτά οποιοσδήποτε διαθέτει διεύθυνση IP του Πανεπιστημίου Πατρών. Εγώ ζήτησα το βιβλίο των Cover & Thomas. Ωστόσο, κατά τα φαινόμενα, το βιβλίο δε θα είναι μέσα σε αυτά που θα αγοραστούν.

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 και ένα αντίτυπο της 2ης έκδοσης να βρίσκονται 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 (για παράδειγμα δεν καλύπτει τη Θεωρία Πληροφορίας Δικτύων), 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.

Τέλος, σχετικά πρόσφατα (πριν από 1, περίπου, χρόνο) αναρτήθηκαν στο Διαδίκτυο οι σημειώσεις των El Gamal & Kim: <http://circuit.ucsd.edu/~yhk/init.html>. Προσωπικά τις θεωρώ πολύ καλές. Περιέχουν πάρα πολλή πληροφορία και πρόσφατα αποτελέσματα, αλλά είναι πιο δύσκολες από το βιβλίο των Cover & Thomas.

* 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).
- Εάν υπάρχουν φοιτητές που θεωρούν ότι δικαιούνται να εξεταστούν με ειδικό τρόπο με βάση τους Νόμους και τις αποφάσεις του Πανεπιστημίου ή/και του Τμήματος παρακαλούνται να επικοινωνήσουν μαζί μου το αργότερο μία (1) εβδομάδα μετά από την έναρξη του εξαμήνου για να καθοριστεί ο τρόπος εξέτασής τους και να μπορέσω να ενημερωθώ εγκαίρως από τη Γραμματεία για τις ισχύουσες διατάξεις και αποφάσεις του Τμήματος και του Πανεπιστημίου.
- 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 και παρουσίαση στην τάξη στο τέλος του εξαμήνου.

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 από τη λήξη της εξεταστικής του Ιουνίου και παρουσιαστεί στο μάθημα). Εργασία που δε θα παρουσιαστεί στην τάξη δε θα προσμετρηθεί. Εάν ζητήσετε θέμα εργασίας θα πρέπει να την παρουσιάσετε και να την παραδώσετε. Αλλιώς δε θα βάλω προβιβάσιμο βαθμό τον Ιούνιο.

- Με τη συμμετοχή σας στο μάθημα αποδέχεστε ότι δε θα παράσχετε και δε θα λάβετε βοήθεια από συναδέλφους σας που παρακολουθούν το μάθημα, εκτός εάν ζητήσετε και λάβετε συγκεκριμένη άδεια από το διδάσκοντα για την προετοιμασία των εργασιών (projects) ή/και την επίλυση των προαιρετικών ασκήσεων που θα δοθούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Αξιολόγηση διδάσκοντα

Στο τέλος του εξαμήνου θα δοθεί η ευκαιρία σε όσους παρακολούθησαν το μάθημα να αξιολογήσουν ανώνυμα το διδάσκοντα.

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.