

Διάλεξη 0

Εισαγωγή και πληροφορίες για το μάθημα, Τρίτη 13/2/18

Περιεχόμενα

- [1. Πληροφορίες](#)
- [2. Τι είναι η επιχειρησιακή έρευνα:](#)
- [3. Σκοπός του μαθήματος](#)
- [4. Δομή του μαθήματος](#)

1. Πληροφορίες

Διδάσκων: Αντώνης Δημάκης
email: dimakis@aueb.gr
γραφείο: [Ύδρας 28, 3ος όροφος](#)
ώρες γραφείου: Πέμπτη 1-3μμ
τηλ.: 210 8203 924

Βοηθός: Δέσποινα Μεντζελιώτου
email: dmentz@aueb.gr

Διαλέξεις: Τρίτη 3-5μμ Δ22, Πέμπτη 11-1μμ Δ22
Φροντιστήρια: Πέμπτη 7-9μμ A32 **κατόπιν ανακοίνωσης**

Αξιολόγηση: τελικός βαθμός = 60% βαθμός τελικής εξέτασης + 30% βαθμός προόδου + 10% βαθμός εργασιών, εάν ο βαθμός τελικής εξέτασης είναι τουλάχιστον 4. Διαφορετικά, τελικός βαθμός = βαθμός τελικής εξέτασης.

Εργασίες: 5-6 ομαδικές εργασίες (με ομάδες το πολύ 2 ατόμων) που θα περιέχουν και προγραμματισμό.

Συγγράμματα:

- [1. *Επιχειρησιακή Έρευνα*. Hamdy Taha, 10η έκδοση/2016, εκδόσεις Τζιόλα.](#)
- [2. *Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα*. τόμος Α', τεύχος Α', Hillier Frederick S., Lieberman Gerald J., έκδοση: 2η έκδ./1985, εκδόσεις Παπαζήση. **\(δεν συνίσταται!\)**](#)

3. [Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα, Hillier & Lieberman, 10η έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα.](#)

Επιθυμητές γνώσεις: Συναρτήσεις πολλών μεταβλητών, μερικές παράγωγοι, διάνυσμα κλίσης, συνθήκες για τοπικά ακρότατα (μέγιστο/ελάχιστο), κυρτή συνάρτηση, τετραγωνικές μορφές, θετικά ορισμένοι πίνακες. Βασικές γνώσεις προγραμματισμού σε γλώσσα υψηλού επιπέδου.

Επικοινωνία: Εγγραφείτε στο [eclass](#) ώστε να λαμβάνετε ανακοινώσεις για το μάθημα. Όλο το υλικό θα διανέμεται αποκλειστικά μέσω eclass.

2. Τι είναι η επιχειρησιακή έρευνα;

Είναι το πεδίο που ασχολείται με τον βέλτιστο σχεδιασμό και λειτουργία τεχνικών συστημάτων από κάθε τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η βελτιστοποίηση αυτή γίνεται βάσει ποσοτικών κριτηρίων για αυτό και κεντρικό ρόλο έχει η μελέτη μαθηματικών ιδιοτήτων και αλγορίθμων.

Έχει φυσική εφαρμογή σε τεχνικά συστήματα αφού πάντα ο σχεδιασμός τους στοχεύει στη βέλτιστη λειτουργία (κάτω από τους εκάστοτε περιορισμούς και προδιαγραφές). Για παράδειγμα, ένας αλγόριθμος ανάγνωσης μονάδας δίσκου σε ένα λειτουργικό σύστημα έχει σκοπό την ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης ανάγνωσης, ενώ ένας αλγόριθμος ελέγχου συμφόρησης (πχ, Transmission Control Protocol) έχει στόχο τη μεγιστοποίηση της ταχύτητας επιτυχούς αποστολής δεδομένων. Το ίδιο ισχύει και για όλους τους κλάδους της μηχανικής, πχ., ηλεκτρονική, μηχανολογία κτλ. Εξίσου σημαντική εφαρμογή βρίσκει και σε συστήματα που εμπλέκουν τον άνθρωπο κατά τη λειτουργία τους, όπως συστήματα διοίκησης, παραγωγής και η οικονομία συνολικά.

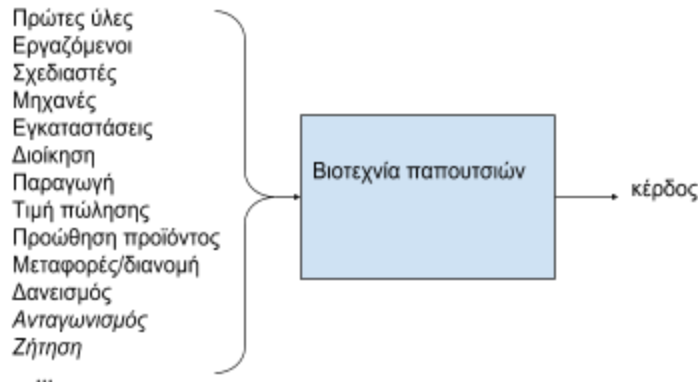
Κατά τον 2ο παγκόσμιο πόλεμο η επιχειρησιακή έρευνα χρησιμοποιήθηκε ευρέως στο βέλτιστο σχεδιασμό στρατιωτικών επιχειρήσεων (πχ, σχηματισμός πολεμικών πλοίων συνοδείας, βελτιστοποίηση γραμμών τροφοδοσίας). Η ορολογία αυτή έδωσε το όνομά της σε ολόκληρο το πεδίο. Ιστορικές και άλλες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε και στο λήμμα [operations research στη Wikipedia](#).

3. Μεθοδολογία της Επιχειρησιακής Έρευνας

Η βελτιστοποίηση ενός συστήματος απαιτεί τη σύγκριση διαφορετικών επιλογών σχεδιασμού ή παραμέτρων λειτουργίας ώστε να βρεθεί ο καλύτερος συνδυασμός. Αυτό όμως τις περισσότερες φορές είναι δύσκολο να γίνει στην πράξη μιας και οι διαφορετικές επιλογές είναι πάρα πολλές ή/και οι πειραματισμοί με το πραγματικό σύστημα είναι αδύνατος.

Παράδειγμα

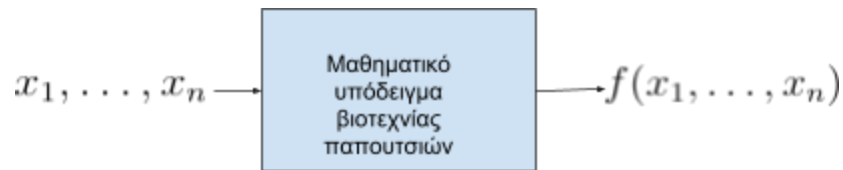
Θεωρήστε μια βιοτεχνία κατασκευής παπουτσιών που πρέπει να αποφασίσει όλες τις παραμέτρους παραγωγής ώστε να μεγιστοποιεί το κέρδος της. Εδώ, ο πειραματισμός με διαφορετικά επίπεδα πρώτων υλών (πχ, ποσότητα δέρματος ενός συγκεκριμένου τύπου) δεν είναι δυνατόν να γίνει.



Έτσι, η “αναζήτηση” των καλύτερων παραμέτρων δεν γίνεται με το ίδιο το σύστημα, αλλά με ένα μαθηματικό υπόδειγμα που το περιγράφει. Αυτό πρέπει να μην είναι πολύ απλοϊκό (οπότε και να μη συμπεριφέρεται όπως το πραγματικό σύστημα) αλλά και όχι πάρα πολύ πολύπλοκο ώστε να είναι δυνατό να μελετηθούν οι ιδιότητές του. Στο 1ο μέρος του μαθήματος (βλ. παρακάτω) θα ασχοληθούμε με την κατασκευή υποδειγμάτων για ορισμένα πραγματικά προβλήματα. Για κάθε τέτοιο πρόβλημα, δεν υπάρχει “ένα και μοναδικό” υπόδειγμα. Η επιλογή ενός κατάλληλου υποδείγματος απαιτεί εμπειρία και διαίσθηση για αυτό και θα εξετάσουμε διάφορα συνηθισμένα υποδείγματα που χρησιμοποιούνται για πολλά πραγματικά προβλήματα.

Παράδειγμα

Ένα μαθηματικό υπόδειγμα για το κέρδος της βιοτεχνίας παπουτσιών είναι μια συνάρτηση όπου η τιμή $f(x_1, \dots, x_n)$ της $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ δίνει το κέρδος συναρτήσει των τιμών x_1, \dots, x_n των n πιο σημαντικών παραμέτρων.



Η αναζήτηση των βέλτιστων επιπέδων τιμών x_1, \dots, x_n γίνεται πια στο υπόδειγμα και όχι για την πραγματική βιοτεχνία.

Αφού επιλέξουμε το υπόδειγμα, προσπαθούμε να εξάγουμε χρήσιμες μαθηματικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την επιλογή των βέλτιστων παραμέτρων. Για παράδειγμα, οι βέλτιστες παράμετροι θα χαρακτηρίζονται ως οι λύσεις ενός συστήματος εξισώσεων. Τις περισσότερες φορές, ακόμα και στα απλούστερα υποδείγματα, η λύση των εξισώσεων αυτών δε μπορεί να γίνει αλγεβρικά “με το χέρι” αλλά προσεγγίζεται μέσω αλγορίθμων. Στα μέρη 2 έως 5 του μαθήματος θα μελετήσουμε τρόπους κατασκευής εξισώσεων και αλγορίθμους λύσης τους.

Δυστυχώς δεν υπάρχει μια γενική μέθοδος ή ένας γενικός αλγόριθμος που μπορεί να επιλύει όλα τα προβλήματα βελτιστοποίησης. Υπάρχουν όμως κάποιοι κοινοί τύποι προβλημάτων που απαντώνται συχνά στις εφαρμογές, για τους οποίους υπάρχουν εξειδικευμένες μέθοδοι/αλγόριθμοι επίλυσης. Η δομή του μαθήματος αντικατοπτρίζει τους διαφορετικούς αυτούς τύπους.

4. Σκοπός του μαθήματος

Το μάθημα αποτελεί μια εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα για προπτυχιακούς φοιτητές πληροφορικής. Θα καλυφθούν η βασική θεωρία, παραδείγματα διατύπωσης μαθηματικών υποδειγμάτων, βασικοί τύποι προβλημάτων και αλγόριθμοι επίλυσης τους. (Βλ. [Δομή του μαθήματος](#).)

Η επιχειρησιακή έρευνα έχει δύο σημεία συνάντησης με την πληροφορική, που δικαιολογούν την περίληψή τους σε προγράμματα σπουδών πολλών τμημάτων πληροφορικής:

- Πολλά τεχνικά συστήματα που μας ενδιαφέρουν είναι συστήματα υπολογιστών, πχ, λειτουργικά συστήματα, τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, μονάδες αποθήκευσης, κινητά τηλέφωνα. Η επιλογή βέλτιστων παραμέτρων, αλγορίθμων κτλ. μπορεί να γίνει με τις ιδέες και τεχνικές που θα καλυφθούν στο μάθημα αυτό.
- Για την αναζήτηση των βέλτιστων παραμέτρων λειτουργίας χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι, παρόμοιοι με τους αλγόριθμους αναζήτησης σε διακριτά δεδομένα όπως η δυαδική αναζήτηση. Πολλοί γνωστοί αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στην

πληροφορική, όπως ο υπολογισμός ριζών, η εύρεση συντομότερων μονοπατιών με Bellman-Ford, αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης (Support Vector Machines), ο αλγόριθμος Viterbi, βασίζονται σε ιδέες και τεχνικές που θα διδαχθείτε στο μάθημα.

5. Δομή του μαθήματος

1. Διατύπωση μαθηματικών υποδειγμάτων προβλημάτων βελτιστοποίησης
 - a. Γραμμικά/Μη γραμμικά προβλήματα
 - b. Κυρτά/Μη κυρτά προβλήματα
 - c. Συνεχής/Ακέραιος/Μικτός προγραμματισμός
 - d. Στατικά/Δυναμικά προβλήματα
2. Βελτιστοποίηση χωρίς περιορισμούς
 - a. Κριτήριο της παραγώγου για τοπικά ακρότατα
 - b. Αλγόριθμοι αναζήτησης
3. Βελτιστοποίηση με περιορισμούς
 - a. Η μέθοδος του Lagrange
 - b. Συνθήκες Karush-Kuhn-Tucker
 - c. Αλγόριθμοι επίλυσης
4. Γραμμικός προγραμματισμός
 - a. Ο αλγόριθμος simplex
 - b. Αλγόριθμοι εσωτερικών σημείων
5. Δυναμικός προγραμματισμός
 - a. Εξίσωση δυναμικού προγραμματισμού
 - b. Αναδρομή προς τα πίσω