Έντυπο Καταγραφής Πληροφοριών και Συγκέντρωσης Εκπαιδευτικού Υλικού για τα Ανοικτά Μαθήματα

Έκδοση: 1.0102, Απρίλιος 2014

Πράξη «Κεντρικό Μητρώο Ελληνικών Ανοικτών Μαθημάτων»

Σύνδεσμος: http://ocw-project.gunet.gr

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Περιεχόμενα

1.Πληροφορίες και εκπαιδευτικό υλικό Ακαδημαϊκού Μαθήματος

1.1 Πληροφορίες μαθήματος

Όνομα διδάσκοντος/διδασκόντων (Instructor /s)

Νικόλαος Καραμπετάκης

Nicholas P. Karampetakis

Τίτλος Μαθήματος (Course title) όπως αναφέρεται στο πρόγραμμα σπουδών (ΠΣ)

Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου

Optimal Control Theory

Δικτυακός τόπος μαθήματος

http://eclass.auth.gr/courses/MATH106/

Κωδικός Μαθήματος (Course Code) όπως αναφέρεται στο ΠΣ

0844

Επίπεδο μαθήματος/Κύκλος σπουδών (Course level/cycle)

Μεταπτυχιακό (Graduate)/Δεύτερος κύκλος σπουδών (Second cycle)

Έτος σπουδών (Year of Study)

Έτος: 1

Εξάμηνο (Semester)

Εξάμηνο: 2

Τύπος μαθήματος (Type of course)

Επιλογής (optional)

Διδακτικές ώρες στο εξάμηνο: 39

Γλώσσα διδασκαλίας (Course language)

Ελληνική

Ομάδα στόχος (Target Group)

Οι μεταπτυχιακοί φοιτητές του τμήματος Μαθηματικών.

Πιστωτικές μονάδες (ECTS)

Αριθμός μονάδων: 10

Περισσότερα για τον/τους διδάσκοντες (More about instructor)

http://anadrasis.web.auth.gr/new/karampetakhs%20page.htm
Ο Νικόλαος Καραμπετάκης είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Μαθηματικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Είναι πτυχιούχος (1985-1989) και κάτοχος διδακτορικού διπλώματος (1989-1993) του Μαθηματικού Τμήματος του Α.Π.Θ. Τα κύρια ερευνητικά του ενδιαφέροντα είναι: Αλγεβρικές Μέθοδοι για Ανάλυση, Σύνθεση και Σχεδίαση Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου, Μαθηματική Θεωρία Συστημάτων, Θεωρία Πινάκων. Είναι μέλος των: a) IFAC Technical Committee on Linear Systems και b) Vice-Chair στο IEEE Action Group on Symbolic Methods for CACSD.

Nicholas P. Karampetakis is Associate Professor at the Department of Mathematics of the Aristotle University of Thessaloniki. He received his B.Sc. in Mathematics, with excellence, (1985-1989) and his Ph.D. in Mathematics, with excellence, (1989-1993) from the Department of Mathematics of the Aristotle University of Thessaloniki. His basic research interests are: Developing algebraic-polynomial methods for the Analysis and Synthesis of linear, time-invariant, multivariable automatic control systems, Mathematical Systems Theory, Theory of matrices and Polynomial matrices. He is member of the: a) IFAC Technical Committee on Linear Systems and b) Vice-Chair of the IEEE Action Group on Symbolic Methods for CACSD.

Φωτογραφία διδάσκοντος

Περιγραφή μαθήματος (Course Overview / Description /Synopsis)

Το πρόβλημα του βέλτιστου ελέγχου. Βασικές μαθηματικές έννοιες από το λογισμό μεταβολών. Ακρότατα συναρτησιακών. Εξίσωση Euler-Lagrange. Ακρότατα συναρτησιακών με περιορισμούς. Βέλτιστος έλεγχος αιτιοκρατικών συστημάτων με ή και χωρίς φραγμό στο διάνυσμα ελέγχου. Αρχή ελαχίστου του Pontryagin. Το πρόβλημα γραμμικής τετραγωνικής ρύθμισης (LQ) και παρακολούθησης. Εξισώσεις Riccati. Πρόβλημα ελαχίστου χρόνου. Θεωρία Hamilton-Jacobi-Bellman. Δυναμικός προγραμματισμός. Το πρόβλημα της γραμμικής τετραγωνικής Gaussian βελτιστοποίησης (LQG). Εφαρμογές στο MATLAB.

The optimal control problem basic mathematical notion from the variational calculus - minimization of functionals - Euler-Lagrance equation - minimization of functional under constraints - optimal control of continuous or discrete time systems with or without state/input constraints - the minimum principle of Pontryagin - the linear quadratic (LQ) regulation and tracking problem - Riccati equation - bang-bang control - Hamilton-Jacobi-Bellman theory - dynamic programming - the linear quadratic Gaussian (LQG) problem - applications in Matlab.

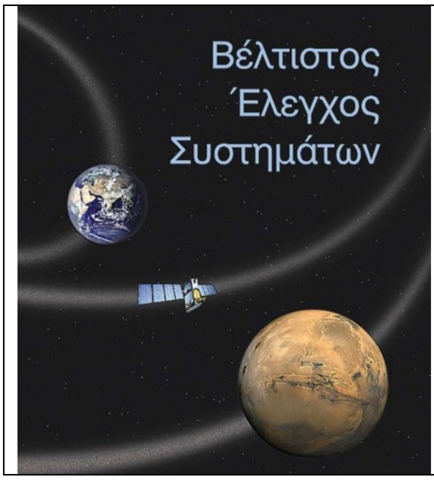
Περιεχόμενα μαθήματος (Course Contents)

- Από τον Λογισμό των Μεταβολών στην Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.
- Εισαγωγή στη Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.
- Ακρότατα συναρτήσεων μίας ή πολλών μεταβλητών.
- Εισαγωγή στο Λογισμό Μεταβολών.
- Ακρότατα συναρτησιακών μίας συνάρτησης.
- Ακρότατα συναρτησιακών διανυσματικών συναρτήσεων.
- Συναρτησιακά καμπύλων με ασυνέχεια στις παραγώγους.
- Συναρτησιακά καμπύλων οι οποίες υπόκεινται σε δεσμούς.
- Εφαρμογές του Λογισμού Μεταβολών στον Βέλτιστο Έλεγχο.
- Γραμμικό Τετραγωνικό Πρόβλημα.
- Βέλτιστος Έλεγχος με φραγμένη είσοδο-Αρχή ελαχίστου του Pontryagin.

Λέξεις κλειδιά (Keywords)

Βέλτιστος έλεγχος, μεταβλητές, ακρότατα, συναρτήσεις, διανύσματα, γραμμικό τετραγωγικό πρόβλημα

Προτεινόμενη φωτογραφία για το μάθημα



Ομάδα ανάπτυξης περιεχομένου (Content Development)

Αναστασία Γρηγοριάδου

Anastasia Grigoriadou

Οργάνωση μαθήματος.

Δομή και συχνότητα διδασκαλίας (Course Meeting Times / Course Structure).

- Ώρες γραφείου: Τρίτη 11:00-13:00, Τετάρτη 11:00-13:00μμ, Γραφείο 3'3 στο γυάλινο κτίριο.
- Διαλέξεις : 1 φορά την εβδομάδα (τρίωρη διάλεξη) για 13 εβδομάδες στο εργαστήριο υπολογιστών.

(Course Meeting Times / Course Structure)

- Office Hours : Tuesday 11:00-13:00, Wednesday 11:00-13:00, Office 3'3, Left Wing, New Building
- Lectures: Once a week (3 hours lecture) for 13 weeks at the laboratory.

Μέθοδος διδασκαλίας (teaching method)

Παρακολούθηση Διαλέξεων στο Εργαστήριο.

Attending Lectures at the Laboratory.

Μέθοδοι αξιολόγησης/ βαθμολόγησης (Assessment method and criteria).

- Εξετάσεις
- Μηνιαίες υποχρεωτικές εργασίες (30% του τελικού βαθμού)

- Exams
- Compulsory Written Assignment (30% of the final grade)

Τύποι εκπαιδευτικού υλικού (course format)

Διαφάνειες

Σημειώσεις

Προτεινόμενα συγγράμματα

1. Burl J.B. (1998). Linear Optimal Control: H2 and H∞ Methods. Addison-Wesley.
2. Lewis F.L. (1995). Optimal Control. 2nd edition. John Wiley and Sons; New York.
3. Donald E. Kirk (1970), Optimal Control Theory: An Introduction, Prentice Hall.
4. D. S. Naidu, (2003), Optimal Control Systems, CRC Press.
5. A.Shina, (2007), Linear systems: optimal and robust control, CRC Press.
6. V.M. Tikhomirov, (1999), Ιστορίες για μέγιστα και ελάχιστα, Εκδόσεις Κάτοπτρο.
7. Καραμπετάκης Ν., (2009), Βέλτιστος Έλεγχος Συστημάτων, Εκδόσεις Ζήτη.
8. Κυβεντίδης Θ., (1994), Λογισμός μεταβολών, Εκδόσεις Ζήτη.

Προαπαιτούμενα (Expected prior knowledge/prerequisites and preparation)

- Ανάλυση (Διαφορικός και Ολοκληρωτικός Λογισμός, Λογισμός Μεταβολών)
- Βασικές αρχές από την Μαθηματική Θεωρία Συστημάτων.

- Analysis (Calculus)
- Mathematical System Theory

1.2 Πληροφορίες για τις θεματικές ενότητες ή ενότητες διαλέξεων

Αριθμός Θεματικών Ενοτήτων

11

Τίτλοι Θεματικών Ενοτήτων

Ενότητα 1. Από τον Λογισμό των Μεταβολών στην Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.

Ενότητα 2. Εισαγωγή στη Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.

Ενότητα 3. Ακρότατα συναρτήσεων μίας ή πολλών μεταβλητών.

Ενότητα 4. Εισαγωγή στο Λογισμό Μεταβολών.

Ενότητα 5. Ακρότατα συναρτησιακών μίας συνάρτησης.

Ενότητα 6. Ακρότατα συναρτησιακών διανυσματικών συναρτήσεων.

Ενότητα 7. Συναρτησιακά καμπύλων με ασυνέχεια στις παραγώγους.

Ενότητα 8. Συναρτησιακά καμπύλων οι οποίες υπόκεινται σε δεσμούς.

Ενότητα 9. Εφαρμογές του Λογισμού Μεταβολών στον Βέλτιστο Έλεγχο.

Ενότητα 10. Γραμμικό Τετραγωνικό Πρόβλημα.

Ενότητα 11. Βέλτιστος Έλεγχος με φραγμένη είσοδο-Αρχή ελαχίστου του Pontryagin.

Αναλυτική περιγραφή ενοτήτων

Ενότητα 1 : Η πρώτη ενότητα αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια αναφορά στο ιστορικό της γέννησης του σημαντικού κλάδου των Μαθηματικών, του Λογισμού των Μεταβολών. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται, ως άμεση εφαρμογή του Λογισμού των Μεταβολών, η ανάπτυξη της Θεωρίας του Βέλτιστου Ελέγχου, δίνοντας ταυτόχρονα αρκετές εφαρμογές από την καθημερινότητα.

Ενότητα 2 : Στην δεύτερη ενότητα γίνεται μια επανάληψη σε έννοιες με τις οποίες πρέπει να είναι εξοικειωμένος όποιος θέλει να εντρυφήσει στον Λογισμό των Μεταβολών και στην Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα γίνεται αναφορά σε προβλήματα βελτιστοποίησης συναρτήσεων μιας ή και περισσοτέρων μεταβλητών καθώς και εννοιών από την μελέτη συστημάτων στον χώρο των καταστάσεων. Τέλος παρουσιάζεται μια σειρά από προβλήματα της Θεωρίας Βέλτιστου Ελέγχου τα οποία θα μελετήσουμε σε επόμενες ενότητες.

Ενότητα 3 : Στην τρίτη ενότητα γίνεται μια επανάληψη στην βελτιστοποίηση συναρτήσεων μιας ή και περισσοτέρων μεταβλητών. Αποτελεί ουσιαστικά μια πιο αναλυτική παρουσίαση του αντίστοιχου αντικειμένου που παρουσιάστηκε στην ενότητα 2. Η όλη παρουσίαση είναι στα αγγλικά.

Ενότητα 4 : Στην τέταρτη ενότητα γίνεται ένας παραλληλισμός μεταξύ της έννοιας της συνάρτησης και της έννοιας του συναρτησιακού (το πεδίο ορισμού, γραμμικότητα, νόρμα διανύσματος/συνάρτησης, η έννοια της απόστασης μεταξύ διανυσμάτων/ συναρτήσεων, συνέχεια, μεταβολή). Στο τέλος διατυπώνεται το Βασικό Θεώρημα του Λογισμού των Μεταβολών, βάσει του οποίου διατυπώνεται μια αναγκαία συνθήκη ύπαρξης ακροτάτου σε ένα συναρτησιακό.

Ενότητα 5 : Στην πέμπτη ενότητα διατυπώνουμε ικανές (Legendre - Jacobi) και αναγκαίες (Euler - Lagrange) συνθήκες για την εύρεση τοπικού ακρότατου ενός συναρτησιακού το οποίο εξαρτάται από μια συνάρτηση μιας μεταβλητής π.χ. J(t,x(t),x’(t)). Δεδομένων των αρχικών συνθηκών της συνάρτησης x(t) παρουσιάζουμε την τερματική συνθήκη ή συνθήκη εγκαρσιότητας που πρέπει να πληροί η συνάρτηση x(t) και εξετάζουμε όλες τις ειδικές περιπτώσεις που μπορεί να έχουμε. Τέλος εξετάζουμε την περίπτωση που δεν είναι γνωστές και οι αρχικές αλλά και οι τελικές συνθήκες της συνάρτησης x(t), διατυπώνοντας συνθήκες εγκαρσιότητας που πρέπει να ικανοποιούνται και από τις αρχικές αλλά και τις τελικές συνθήκες. Παρουσιάζονται μερικές κλασικές εφαρμογές όπως η επίλυση του βραχυστόχρονου προβλήματος (brachistochrone problem) καθώς και το πρόβλημα της αλυσίδας (hanging chain or catenary problem).

Ενότητα 6 : Στην έκτη ενότητα γενικεύονται όλα τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 5 σε συναρτησιακά διανυσματικών συναρτήσεων, δηλαδή συναρτησιακά που περιέχουν μια ή παραπάνω συναρτήσεις μιας μεταβλητής και τις παραγώγους τους.

Ενότητα 7 : Ενώ στην ενότητα 6, μελετήσαμε την ύπαρξη τοπικού ακρότατου ενός συναρτησιακού J(t,x(t),x’(t)), το οποίο εξαρτάται από μια διανυσματική συνάρτηση x(t) και την συνεχή παράγωγο της, στην ενότητα αυτή μελετούμε την περίπτωση που η παράγωγος της διανυσματικής συνάρτησης x(t) έχει ένα πεπερασμένο πλήθος σημείων ασυνέχειας. Πέρα των γνωστών συνθηκών που διατυπώσαμε σε προηγούμενες ενότητες, έχουμε να προσθέσουμε και συνθήκες που πρέπει να ικανοποιεί η διανυσματική συνάρτηση x(t) και η παράγωγος της, στα σημεία ασυνέχειας της παραγώγου της x(t). Οι συνθήκες αυτές είναι γνωστές και ως συνθήκες Weierstrass-Erdmann.

Ενότητα 8 : Στην όγδοη ενότητα μελετούμε το πρόβλημα της Ενότητας 6, δηλαδή την εύρεση τοπικού ακρότατου ενός συναρτησιακού J(t,x(t),x’(t)), το οποίο εξαρτάται από μια διανυσματική συνάρτηση $x(t)=(x_1(t),x_2(t),\ldots,x_n(t))$ δεδομένου όμως ότι ικανοποιείται ένα πλήθος από m διαφορικές εξισώσεις της μορφής $q_i(t,x(t),x'(t))=0$, i=1,2,…,m. Με άλλα λόγια, η διανυσματική συνάρτηση x(t) υπόκειται σε δεσμούς που ερμηνεύονται από ένα σύνολο διαφορικών εξισώσεων. Κάτι αντίστοιχο έχουμε συναντήσει όταν θέλαμε να υπολογίσουμε το τοπικό ακρότατο μιας συνάρτησης πολλών μεταβλητών, δεδομένου ότι οι μεταβλητές αυτές υπόκεινται σε κάποιους δεσμούς. Όπως τότε, έγινε χρήση των πολλαπλασιαστών Lagrange, έτσι και εδώ χρησιμοποιούμε πολλαπλασιαστές Lagrange που όμως τώρα δεν είναι σταθερές αλλά συναρτήσεις.

Ενότητα 9 : Οι ενότητες 1-8 πραγματεύονται τον Λογισμό των Μεταβολών. Με την ένατη ενότητα μπαίνουμε στον Βέλτιστο Έλεγχο Συστημάτων. Ξεκινούμε με την επίλυση του προβλήματος Bolza. Ποιο συγκεκριμένα μελετούμε την ύπαρξη τοπικού ακρότατου του συναρτησιακού $J(u) = h\big(x(t_f),t_f\big) + \int_{t_0}^{t_f} F(x(t),u(t),t)dt$ δεδομένου ότι το x t ικανοποιεί το σύστημα διαφορικών εξισώσεων $\dot{x}(t) = a(x(t),u(t),t)$. Στην ενότητα αυτή μελετούμε την περίπτωση που η είσοδος *u(t)* δεν είναι φραγμένη. Είναι ένα πρόβλημα με δεσμούς όπως αυτό που συναντήσαμε και στην ενότητα 8. Η διαφορά, έγκειται στο ότι ορίζουμε μια συνάρτηση γνωστή και ως Χαμιλτονιανή, μέσω της οποίας ορίσουμε τις ικανές και αναγκαίες συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται ώστε το συναρτησιακό μας να παρουσιάζει ακρότατο. Επίσης όλες οι συνθήκες εγκαρσιότητας ορίζονται μέσω της Χαμιλτονιανής που έχουμε ορίσει.

Ενότητα 10 : Στην δέκατη ενότητα μελετούμε μια ειδική κατηγορία του προβλήματος που αναφέραμε στην Ενότητα 9 : το γραμμικό τετραγωνικό πρόβλημα (Linear Quadratic Regulator problem (LQR)) ή πρόβλημα βέλτιστου ρυθμιστή με πεπερασμένο χρονικό ορίζοντα ή με άπειρο χρονικό ορίζοντα. Και στις δύο περιπτώσεις η λύση είναι ανάδραση κατάστασης. Για τον προσδιορισμό της ανάδρασης κατάστασης στο πρώτο πρόβλημα, που έχουμε πεπερασμένο χρονικό ορίζοντα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την διαφορική εξίσωση πινάκων Riccatti, ενώ στην περίπτωση που έχουμε άπειρο χρονικό ορίζοντα παρατηρούμε ότι η διαφορική εξίσωση πινάκων Riccatti ανάγεται σε αλγεβρική εξίσωση. Ενώ στην πρώτη περίπτωση (πεπερασμένος χρονικός ορίζοντας) υπάρχει πάντα λύση, στην δεύτερη περίπτωση (άπειρος χρονικός ορίζοντας) για να έχει το πρόβλημα μας λύση θα πρέπει οι μεταβλητές του χώρου κατάστασης που εμπλέκονται στο συναρτησιακό να είναι ελέγξιμες ή τουλάχιστο σταθεροποιήσιμες για να μην απειρίζεται η συνάρτηση κόστους. Τέλος λύνουμε μια γενίκευση του προβλήματος αυτού, που είναι το πρόβλημα ανίχνευσης (tracking problem).

Ενότητα 11: Στην εντέκατη ενότητα μελετούμε το πρόβλημα της ενότητας 9, με την μόνη διαφορά ότι η είσοδος είναι φραγμένη. Στην περίπτωση αυτή μια από τις συνθήκες που είχαμε για την ύπαρξη ακρότατου αντικαθίσταται από την αρχή ελαχίστου (σε άλλα βιβλία μεγίστου, λόγω διαφοράς ορισμού της Χαμιλτονιανής) του Pontryagin. Βασιζόμενοι στην αρχή αυτή επιλύουμε τα προβλήματα : α) του ελαχίστου χρόνου, β) των ελαχίστων καυσίμων και γ) της ελάχιστης ενέργειας.

Λέξεις – κλειδιά ανά ενότητα

Ενότητα 1. Από τον Λογισμό των Μεταβολών στην Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.

- Το πρόβλημα της Διδούς
- Ισοπεριμετρικό πρόβλημα.
- Ισοεπιφανειακό πρόβλημα
- Το πρόβλημα της αλυσίδας.
- Ο νόμος της ανάκλασης.
- Ο νόμος της διάθλασης.
- Πρόβλημα αεροδυναμικής.
- Ταυτόχρονο πρόβλημα
- Κυκλοειδής καμπύλη
- Βραχυστόχρονο πρόβλημα.
- Λογισμός των Μεταβολών.
- Το πρόβλημα του Βέλτιστου Ελέγχου

Ενότητα 2. Εισαγωγή στη Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου.

- θετικά (αρνητικά) ορισμένοι πίνακες
- κλίση συνάρτησης
- πίνακας καμπυλότητας

- στατική βελτιστοποίηση
- πολλαπλασιαστές Lagrange
- ελεγξιμότητα
- παρατηρησιμότητα
- κριτήριο απόδοσης
- πρόβλημα ελαχίστου χρόνου
- πρόβλημα ελέγχου τελικής τιμής
- πρόβλημα ελάχιστης ενέργειας
- πρόβλημα παρακολούθησης
- πρόβλημα ρυθμιστή

Ενότητα 3. Ακρότατα συναρτήσεων μίας ή πολλών μεταβλητών.

- θετικά (αρνητικά) ορισμένοι πίνακες
- κλίση συνάρτησης
- Ιακωβιανή
- πίνακας καμπυλότητας
- στατική βελτιστοποίηση
- πολλαπλασιαστές Lagrange

Ενότητα 4. Εισαγωγή στο Λογισμό Μεταβολών.

- Συναρτησιακό,
- Γραμμικό συναρτησιακό
- Νόρμα συνάρτησης
- Νορμικός χώρος
- Ισχυρή (ασθενής) νόρμα
- Συνέχεια συναρτησιακού
- Μεταβολή συναρτησιακού
- Πρώτη μεταβολή συναρτησιακού
- Διαφορικό Frechet
- Ισχυρό (ασθενές) τοπικό ακρότατο

Ενότητα 5. Ακρότατα συναρτησιακών μιας συνάρτησης.

- Συνθήκες Euler – Lagrange
- Συνθήκες Legendre – Jacobi
- Τερματική συνθήκη ή συνθήκη εγκαρσιότητας (tranversality conditions)

Ενότητα 6. Ακρότατα συναρτησιακών διανυσματικών συναρτήσεων.

- Συνθήκες Euler – Lagrange

- Συνθήκες Legendre – Jacobi
- Τερματική συνθήκη ή συνθήκη εγκαρσιότητας (tranversality conditions)

Ενότητα 7. Συναρτησιακά καμπύλων με ασυνέχεια στις παραγώγους.

- Συνθήκες Euler – Lagrange
- Συνθήκες Legendre – Jacobi
- Γωνιακές Συνθήκες Weierstrass-Erdmann

Ενότητα 8. Συναρτησιακά καμπύλων οι οποίες υπόκεινται σε δεσμούς.

- Συναρτησιακή εξάρτηση
- Πολλαπλασιαστές Lagrange
- Ισοπεριμετρικό πρόβλημα

Ενότητα 9. Εφαρμογές του Λογισμού Μεταβολών στον Βέλτιστο Έλεγχο.

- Πρόβλημα Bolza
- Χαμιλτονιανή συνάρτηση ελέγχου (συνάρτηση Pontryagin)
- Μεταβλητές στον χώρο των καταστάσεων (state space variables)
- Συζευγμένες μεταβλητές στον χώρο των καταστάσεων (costate variables)
- Εξίσωση σύζευξης (coupling equation)
- Συνθήκη στατικότητας (stationarity equation)

Ενότητα 10. Γραμμικό Τετραγωνικό Πρόβλημα.

- Διαφορική εξίσωση πινάκων Riccatti
- Αλγεβρική εξίσωση πινάκων Riccatti
- Γραμμικό τετραγωνικό πρόβλημα ή πρόβλημα βέλτιστου ρυθμιστή
- Linear Quadratic Regulator (LQR) πρόβλημα
- Ανιχνεύσιμο (detectable)
- Σταθεροποιήσιμο (stabilizable)
- Cholesky παραγοντοποίηση
- Πρόβλημα ανίχνευσης (tracking problem)

Ενότητα 11. Βέλτιστος Έλεγχος με φραγμένη είσοδο-Αρχή ελαχίστου του Pontryagin.

- Αρχή ελαχίστου του Pontryagin
- Πρόβλημα ελαχίστου χρόνου (time optimal control problem)
- Bang-bang control
- Πρόβλημα ελαχίστων καυσίμων (fuel optimal control problem)
- Bang-off-bang control
- Πρόβλημα ελάχιστης ενέργειας (energy optimal control problem)

2. Πληροφορίες για το πλαίσιο διάθεσης του μαθήματος

2.1 Πλαίσιο Διάθεσης: Ίδρυμα Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Ίδρυμα:

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Aristotle University of Thessaloniki

2.2.Πλαίσιο Διάθεσης: Πρόγραμμα Σπουδών

Τίτλος τμήματος:

Γεωπονίας

School of Agriculture

Τομέας:

Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας
(Εργαστήριο Γεωργίας)

Department of Field Crops and Ecology

Τίτλος προγράμματος σπουδών

Στην ελληνική γλώσσα. Υποχρεωτικό.

Στην αγγλική γλώσσα. Υποχρεωτικό.

Μαθησιακά αποτελέσματα (Key learning outcomes)

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές θα έχουν:

1) Γνώσεις σχετικά με τις αποφάσεις που θα πρέπει να ληφθούν κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός πειράματος.

2) Γνώσεις σχετικά με τις επιλογές και δυνατότητες που έχουν σχετικά με τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

3) Πρακτικές ικανότητες και δεξιότητες στην πραγματοποίηση των στατιστικών αναλύσεων.

4) Κριτική σκέψη σχετικά με τη βιολογική σημαντικότητα και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της στατιστικής ανάλυσης.

5) Ικανότητα για παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πειράματος σε μορφή κατάλληλη για τη διάχυση των αποτελεσμάτων στην επιστημονική κοινότητα.

Επίπεδο Προγράμματος Σπουδών

Μεταπτυχιακό (Graduate) / Δεύτερος κύκλος (Second cycle)

Ομάδα στόχος

Οι φοιτητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας

Graduate Students of School of Agriculture