

Guia docent

200244 - ASTNL - Anàlisi de Sèries Temporals No Lineals

Última modificació: 19/05/2024

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura optativa).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: ANTONIO JAVIER PONS RIVERO

Altres: Segon quadrimestre:
CRISTINA MASOLLER - M-A
ANTONIO JAVIER PONS RIVERO - M-A

REQUISITS

L'alumne necessitarà bones habilitats computacionals i haurà d'estar familiaritzat amb Matlab o amb un altre llenguatge de programació (C, fortran, python, R, etc.)

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

GM-CE2. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.

GM-CE1. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.

GM-CE3. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

GM-CE4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

GM-CE6. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:

GM-CB5. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.

GM-CG1. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.

GM-CB4. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.

GM-CG2. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

GM-CG3. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

GM-CG4. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

GM-CG6. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

04 COE. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

07 AAT. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Classes teòriques: el curs es divideix en diferents parts on els conceptes matemàtics s'introdueixen gradualment. Es farà èmfasi en exemples específics i en anàlisi de dades reals que facilitin la comprensió dels conceptes i les seves aplicacions pràctiques.

Classes pràctiques: sessions pràctiques d'ordinador.

Auto-estudi per fer exercicis i activitats: Els alumnes treballaran en grups reduïts (2-3 estudiants) o individualment els problemes proposats pels professors.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudi de sistemes dinàmics complexos també és l'estudi de les eines utilitzades per caracteritzar-les. Les tècniques d'anàlisi no lineal ajuden a donar a conèixer les dinàmiques subjacents de les sèries temporals que es troben actualment a tot arreu. Aquestes tècniques s'ocupen de la distinció entre el comportament determinístic i l'estocàstic, permeten definir mesures de complexitat per caracteritzar sistemes dinàmics, establir relacions de sincronització entre diferents sèries temporals o classificar sistemes diferents eficientment. També participen en el control eficient de molts sistemes. Aquest tipus d'anàlisi dóna lloc a una àmplia disposició de tècniques matemàtiques que es desenvolupen amb l'ajuda d'algoritmes informàtics. L'objectiu del curs és proporcionar una visió àmplia dels principals conceptes i mètodes, que inclouen dinàmiques no lineals, eines matemàtiques, habilitats informàtiques i aplicacions interdisciplinàries.

Com a resultat, l'estudiant adquirirà una bona comprensió general de les diferents tècniques necessàries per caracteritzar sèries de temps no lineals. El curs serà formal, però al mateix temps, es farà èmfasi en les aplicacions pràctiques de les tècniques discutides.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Mètodes Linials i les seves limitacions

Descripció:

Sistemes Dinàmics. Sèries temporals univariants. Revisió d'anàlisi de Fourier i anàlisi de correlació.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 9h

Caracterització de sèries temporals estocàstiques i deterministes

Descripció:

Càlcul d'exponents de Lyapunov, mètodes d'espai de fase, anàlisi simbòlic, dades subrogades, entropia i mesures de complexitat

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 18h

Mesures de sincronització i causalitat

Descripció:

Sèries temporals bivariades i multivariades. Anàlisi de fases de Hilbert i mètodes per identificar i quantificar la sincronització en sèries temporals. Informació mútua, transferència d'informació i mesures de causalitat.

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 18h

Tècniques de control i assimilació de dades

Descripció:

Assimilació de dades. Filtres de Kalman lineals. Filtres de Kalman no lineals. Aplicacions.

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 18h

Aprenentatge automàtic i Mètodes de classificació

Descripció:

Arbres de classificació i regressió. Mètodes de Kernel. Xarxes neuronals artificials: Perceptró, Perceptró multicapa. Xarxes neuronals profundes. Xarxes neuronals convolucionals. Xarxes neuronals recurrents. Altres mètodes de xarxa. Aplicacions i implementacions numèriques. Debats ètics oberts.

Dedicació: 45h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 9h

Aprenentatge autònom: 27h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Els estudiants han de presentar un informe per a cada mòdul del curs. Un dels informes pot ser una presentació oral breu que serà seguida de preguntes. La qualificació final serà la mitjana de les qualificacions obtingudes als informes.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els alumnes presentaran un informe per a cada mòdul del curs. Un d'ells pot ser una breu presentació oral que serà seguida de preguntes.

Les qualificacions obtingudes en els informes tindran en compte l'assistència i la participació activa a classe. Al final del curs, s'establirà un termini per presentar els informes. Els informes rebuts fins a 48 hores després del termini seran sancionats en un 50%. Si algun estudiant vol millorar la nota final, se li donarà l'oportunitat de fer una prova oral addicional.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Kantz, Holger; Schreiber, Thomas. Nonlinear time series analysis [en línia]. 2nd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2004 [Consulta: 03/03/2021]. Disponible a: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511755798>. ISBN 978-0521529020.
- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, cop. 2006. ISBN 978-0387-31073-2.

Complementària:

- Kutz, Jose Nathan. Data-driven modeling & scientific computation : methods for complex systems & big data [en línia]. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, [2013] [Consulta: 13/07/2022]. Disponible a: <https://web-p-ebshost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ehost/ebookviewer/ebook?sid=cce84553-b0da-4fca-b8ad-6307d8abc913%40redis&vid=0&format=EB>. ISBN 9780199660346.
- Pikovsky, Arkady; Rosenblum, Michael; Kurths, Jürgen. Synchronization : a universal concept in nonlinear sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 9780521533522.
- Press, William H. Numerical recipes : the art of scientific computing. 3rd ed. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, cop. 2007. ISBN 978-0521880688.