UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Mètodes Numèrics i Probabilístics

2026/2027

Codi: 104395
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs
Matemàtica Computacional i Analítica de Dades	OB	2

Professor/a de contacte

Nom : Carles Barril Basil

Correu electrònic : carles.barril@uab.cat

Equip docent

Sundus Zafar

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al final del document.

Prerequisits

Es recomanable haver fet al menys un curs d'anàlisis, un d'àlgebra lineal i un de probabilitat.

Objectius

En els cursos d'anàlisis ens han ensenyat a calcular àrees de funcions per mitjà d'integrals, però també que no totes les funcions tenen una integral que es pugui expressar en una quantitat finita de funcions elementals.

En els cursos d'àlgebra ens han ensenyat que un polinomi de grau n té n arrels (reals o complexes), però també que no necessàriament tots els polinomis de grau 5 o superior es poden resoldre per mitjà de radicals. I també que moltes altres equacions no polinomials no es poden resoldre de forma explícita.

En els cursos d'àlgebra ens han ensenyat a resoldre sistemes d'equacions mitjançant el mètode de Cramer, però sabeu que per resoldre un sistema 20x20 d'aquesta manera es necessitaria més temps del que té l'univers?

En el primer curs de càlcul numèric ja es van introduir mètodes per resoldre aquest tipus de problemes, no per mètodes exactes, sinó per aproximacions numèriques. Aquesta forma d'abordar els problemes presenta algunes avantatges i alguns inconvenients.

Les avantatges principals són que d'aquesta manera es poden resoldre problemes que d'altra manera seria impossible de resoldre. Una desavantatge és que no es troba mai la solució exacte sinó una aproximació numèrica. Això queda compensant per l'avantatge de que podem decidir a priori el grau de precisió amb la que volem obtenir la solució i aquest pot ser tan gran com desitgem (i disposem d'un ordinador prou bo com per fer-ho amb un temps raonable). Un altra desavantatge és que el càlcul numèric es troba permanentment

lluitant contra tota mena d'errors en les dades inicials, en la introducció de dades, i en el arrodoniment de les operacions, i aquests errors a més es propaguen a mesura que fem més i més operacions amb dades ja corruptes. Per tant, els mètodes de càlcul numèric han de saber lidiar també amb aquest problema.

El primer curs de càlcul numèric es va acabar amb la resolució d'integrals de forma numèrica. En aquest segon curs ho seguirem fent amb nous mètodes més potents.

Un altra forma de calcular integrals, per més inversemblant que sembli, és mitjançant mètodes aleatoris. Aquests mètodes s'han anomenat tradicionalment mètodes de Montecarlo com a paradigma de la meca del joc d'atzar. Veurem com es poden calcular àrees de funcions en una o varies dimensions de forma estadística utilitzant variables aleatòries. També es mostraran mètodes per generar realitzacions de variables aleatòries amb funcions de densitat arbitràries.

En aquest curs presentarem un nou tipus de problemes matemàtics que son molt freqüents en les modelitzacions de problemes de la vida real. De fet, pocs problemes de la vida real acaben simplement necessitant del càlcul d'una integral o de la solució d'una equació polinomial. La majoria dels problemes que es plantegen a la vida real acaben en problemes d'equacions diferencials, ja siguin ordinàries o be parcials. En un problema d'equacions diferencials, l'objectiu no es trobar un número que resolgui un problema, sinó trobar una funció.

Alguns problemes d'equacions diferencials ordinàries poden ser resolts de forma exacte i això s'ha fet en l'assignatura de segon semestre que es diu Equacions Diferencials Ordinàries. Però com que moltes equacions diferencials tampoc son resolubles de forma algebraica o analítica amb un nombre finit de termes, cal també usar d'eines numèriques per resoldre-les.

Resultats d'aprenentatge

- CM12 (Contrastar l'ús del càlcul numèric amb l'ús de l'abstracció pròpia de les matemàtiques per resoldre un problema.) Contrastar l'ús del càlcul numèric amb l'ús de l'abstracció pròpia de les matemàtiques per resoldre un problema.
- CM13 (Controlar els errors produïts per les màquines en calcular.) Controlar els errors produïts per les màquines en calcular.
- SM12 (Desenvolupar estratègies autònomes per a la resolució de problemes de mètodes numèrics, discriminant els problemes rutinaris dels no rutinaris i dissenyant una estratègia per a resoldre un problema.) Desenvolupar estratègies autònomes per a la resolució de problemes de mètodes numèrics, discriminant els problemes rutinaris dels no rutinaris i dissenyant una estratègia per a resoldre un problema.
- SM13 (Utilitzar les estructures algorísmiques i de representació de dades adequades per a la resolució d'un problema matemàtic.) Utilitzar les estructures algorísmiques i de representació de dades adequades per a la resolució d'un problema matemàtic.

Continguts

1.- Integració numèrica. Mètodes de Newton-Côtes i Gaussians

1.1 - Algoritmes adaptatius

2.- Mètodes de Montecarlo per calcular integrals múltiples

2.1- Integrals com esperances de variables aleatòries

2.2- Generació de variables aleatòries

3.- Integració numèrica d'equacions diferencials ordinàries

3.1- Problema de valors inicials

3.1.2- Ordre de consistència i de convergència

3.1.3- Mètodes de Taylor

3.1.4- Mètodes de Runge-Kutta

3.1.5- Control de pas

3.2- Problema de valors a la frontera

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Classes de problemes	8	0,32	
Classes de teoria	27	1,08	
Classes de pràctiques	14	0,56	
Estudi, resolució de problemes i realització de programes	96	3,84	

Les eines de les matemàtiques, i molt particularment les del càlcul numèric necessiten ser apreses i practicades. Per molt memoritzada que tinguem una fórmula o un teorema, si no l'hem aplicat cap vegada, es molt possible que no surti be a la primera. A més, les eines de càlcul numèric s'han fet per resoldre problemes que necessiten una gran quantitat de càlculs i aquest càlculs els farà normalment un ordinador, amb un programa que haurem fet nosaltres. Encara que el programa sigui fet per un altra persona, convé conèixer com funciona per tal de detectar si algun resultat pot ser inestable o incorrecte.

Però no podem fer un programa per aplicar un mètode si abans no l'hem practicat a mà, ni que sigui amb un problema simple o fins i tot trivial pel qual ni tan sols hagués calgut del mètode numèric.

Les sessions teòriques estaran dedicades a l'exposició per part del professor dels diversos mètodes i la seva anàlisi. L'exposició dels mètodes anirà acompanyada d'exemples del seu comportament, duts a terme amb ordinador, que estaran orientats tant a facilitar la comprensió del mètode com a motivar la seva anàlisi.

A les sessions de problemes es resoldran problemes de tipus teòric i de càlcul. En el cas de problemes de càlcul, n'hi haurà que requeriran l'ús de calculadora i n'hi haurà que requeriran l'ús d'ordinador. En aquest darrer cas els problemes no seran computacionalment intensius, de manera que els algorismes necessaris es podran implementar ràpidament en un llenguatge numèric interpretat o fins i tot en un full de càlcul. Es combinarà la resolució de problemes per part del professor per a tota la classe, per part d'un estudiant per tota la classe i per tots els estudiants alhora, de manera personal en grup, amb l'ajut del professor.

Les sessions de pràctiques d'ordinador constitueixen la part de l'assignatura dedicada a introduir la computació científica. Estaran dedicades a la solució de problemes computacionalment més intensius, que s'implementaran en un llenguatge compilat. En la solució d'aquests problemes els estudiants construiran progressivament la seva biblioteca personal de rutines que implementen mètodes numèrics bàsics.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè l'alumnat completi les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen final	0.39	3	0,12	CM12, CM13
Programa Ordinador	0.4	0	0	SM12, SM13
Examen Parcial	0.21	2	0,08	CM12, CM13

L'avaluació del curs es durà a terme a partir de tres activitats:

- Examen parcial (EP): examen de part de l'assignatura, amb preguntes teòriques i problemes.
- Examen final (EF): examen de tota l'assignatura, amb preguntes teòriques i problemes.
- Pràctiques d'ordinador (PR): qüestionaris de cada pràctica i prova escrita sobre les pràctiques.

A més, els estudiants es podran presentar a un examen de recuperació (ER) amb les mateixes característiques que l'examen (EF). Si l'alumne es presenta a l'examen de recuperació, la nota ER reemplaçarà les notes EP i EF (és a dir les notes EP i EF passaran a ser iguals a la nota obtinguda a l'examen de recuperació). Les pràctiques no seran recuperables.

És requisit per a superar l'assignatura que max(0.35*EP+0.65*EF,EF, ER)>=3.5 i que PR>=3.5.

La nota final de l'assignatura serà 0.6*max(0.35*EP+0.65*EF,EF,ER)+0.4*PR

Les matrícules d'honor s'atorgaran a la primera avaluació completa de l'assignatura. No seran retirades en cas que un altre estudiant obtingui una qualificació més gran després de considerar l'examen (ER).

Un alumne que no s'hagi presentat a cap examen escrit constarà com a \"No avaluable\".

Avaluació única

L'alumnat que s'hagi acollit a la modalitat d'avaluació única haurà de realitzar l'examen final (EF) de l'assignatura en la mateixa data que els estudiants de l'avaluació continuada. Aquesta prova suposarà el 60% de la nota. En aquesta mateixa data l'estudiant haurà de lliurar els qüestionaris de les pràctiques i es farà una avaluació oral de les pràctiques. L'avaluació de les pràctiques suposarà un 40% de la nota final. A més, els estudiants es podran presentara un examen de recuperació (ER) amb les mateixes característiques que l'examen (EF). Si l'alumne es presenta a l'examen de recuperació, la nota ER reemplaçarà la nota EF (és a dir la nota EF passarà a ser igual a la nota obtinguda a l'examen de recuperació). És requisit per a superar l'assignatura que EF>=3.5 i que PR>=3.5.

Bibliografia

Bibliografia bàsica:
A. Aubanell, A. Benseny, A. Delshams. Eines bàsiques de càlcul numèric. Manuals de la UAB 7, Publ. UAB, 1991.
M. Grau, M. Noguera. Càlcul numèric. Edicions UPC, 1993.
J.D. Faires, R. Burden. Métodos numéricos, 3a ed. Thomson, 2004.
G. Dahlquist, A. Björk. Numerical methods. Prentice Hall, 1964.
R. Burden, J.D. Faires. Numerical analysis, 6a ed. Brooks/Cole, 1997. En castellà: Análisis numérico, 6a ed., International Thomosn, 1998.
G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann. Numerical mathematics. Springer, 1991.
Bibliografia avançada:
E. Isaacson, H.B. Keller. Analysis of numerical methods. Wiley, 1966.
J. Stoer, R. Bulirsch. Introduction to numerical analysis, 3a ed. Springer, 2002.
A. Ralston and P. Rabinowitz. A first course in numerical analysis. McGraw-Hill, 1988.
A. Quarteroni, R. Sacco and F. Saleri. Numerical Mathematics. Springer, 2000.

Programari

Python, R o C segons les preferències de l'alumnat.

En aquesta assignatura, es permet l'ús de tecnologies d'Intel·ligència Artificial (IA) com a part integrant del desenvolupament del treball, sempre que el resultat final reflecteixi una contribució significativa de l'estudiant en l'anàlisi i la reflexió personal. L'estudiant haurà d'identificar clarament quines parts han estat generades amb aquesta tecnologia, especificar les eines emprades i incloure una reflexió crítica sobre com aquestes han influït en el procés i el resultat final de l'activitat. La no transparència de l'ús de la IA es considerarà falta d'honestedat acadèmica i pot comportar una penalització en la nota de l'activitat, o sancions majors en casos de gravetat.

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través d'aquest enllaç. Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Tipus de docència	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(TE) Teoria	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(SEM) Seminaris	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt