

Inleiding tot de numerieke wiskunde (E002910)

Cursusomvang (nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)

Studiepunten 3.0

Studietijd 90 u

Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2024-2025

A (semester 2)

Nederlands

Gent

werkcollege

hoorcollege

Lesgevers in academiejaar 2024-2025

Van Acoleyen, Karel

TW06

Verantwoordelijk lesgever

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2024-2025

stptn

aanbodsessie

Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen (afstudeerrichting biomedische ingenieurstechnieken)

3

A

Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen (afstudeerrichting chemische technologie en materiaalkunde)

3

A

Bachelor of Science in de ingenieurswetenschappen (afstudeerrichting werktuigkunde-elektrotechniek)

3

A

Vorbereidingsprogramma tot Master of Science in de ingenieurswetenschappen: biomedische ingenieurstechnieken en tot Master of Science in Biomedical Engineering

3

A

Onderwijstalen

Nederlands

Trefwoorden

Numerieke methodes, numerieke simulatie, niet-lineaire vergelijkingen, lineaire stelsels, differentiaalvergelijkingen: begin- en randvoorwaardenproblemen in 1D en nD, eindige differentie, eindige elementen, numerieke integratie.

Situering

In uiteenlopende ingenieursdisciplines spelen wiskundige modellen een vooraanstaande rol. Zo leiden vele modellen (bvb. optimalisatieproblemen) tot (stelsels) van niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen. Van bijzonder belang zijn ook modellen (bv. van reactie-diffusie-convectieproblemen) die geformuleerd worden met behulp van differentiaalvergelijkingen. Slechts in enkele speciale gevallen kan er een analytische (of zelfs maar een semi-analytische) oplossing opgesteld worden. Als dusdanig is men in de praktijk bijna altijd aangewezen op een of meerdere numerieke benaderingsmethoden.

Het opleidingsonderdeel 'Inleiding tot de numerieke wiskunde' heeft tot doel om, binnen de voorziene beperkte ruimte, een toegankelijke, maar solide, inleiding te geven tot de meest essentiële numerieke methoden voor (a) niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen en stelsels van zulke vergelijkingen, (b) beginwaardeproblemen voor (stelsels van) gewone en partiële differentiaalvergelijkingen, (c) randwaardeproblemen voor gewone en partiële differentiaalvergelijkingen van 2e orde. Doorheen de cursus wordt er ook aandacht besteed aan de computationele fouten die inherent zijn aan numerieke simulaties: afrondingsfouten die voortkomen uit het rekenen met floating-point getallen en de benaderingsfouten geassocieerd aan een specifieke numerieke methode. Verdere begrippen die aan bod komen zijn de conditionering van een bepaald probleem en zowel de stabiliteit als complexiteit van een bijhorende algoritme. Als dusdanig heeft de cursus ook als doel om de student een algemene intuïtie bij te brengen voor numerieke modellering, wat later nog van pas kan komen bij het programmeren van eigen simulaties of bij het gebruik van bestaande softwarepakketten.

In dit opleidingsonderdeel wordt gekozen voor een toepassingsgerichte aanpak. Voor de verschillende numerieke methoden worden de achterliggende basisgedachten toegelicht en wordt de bruikbaarheid bij het oplossen van praktische vraagstukken geïllustreerd. Streng wiskundige bewijzen worden enkel gegeven worden voor een beperkt aantal numerieke methoden.

Inhoud

- Algemene concepten: computationele fouten (afroundingsfouten en benaderingsfouten), rekenen met floating-point getallen, conditionering van een probleem.
- Niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen: Methode van vastpunteraties, Methode van Newton, Bisectiemethode, Stelsels van niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen: methoden van Newton en vastpunteraties
- Lineaire stelsels: vector- en matrixnormen, conditiegetal. Complexiteit LU decompositie, volle versus ijle lineaire systemen, iteratieve methoden (Jacobi en Gauss-Seidel)
- Gewone differentiaalvergelijkingen van 1e orde: beginwaardeproblemen: Methoden van Euler, Methoden van Runge-Kutta, Meervoudige stappenmethoden van Adams-Bashforth en Adam-Moulton, Predictor-correctormethoden, Beginwaardeprobleem van hogere orde/Stelsels van 1e orde DVn. Lokale en globale fout van een benaderingsmethode.
- Randwaardeproblemen voor een gewone differentiaal-vergelijking van 2e orde op een begrens interval met (niet-) homogene Dirichlet/Neuman randcondities: shootingmethode, eindige differentie methode, eindige element methode.
- Numerieke eindige differentie methodes voor partiële differentiaalvergelijkingen, tijdsafhankelijke problemen (e.g. diffusie, golven, transport), Von Neumann stabiliteitsanalyse voor expliciete en impliciete methodes, statische 2D randwaardeproblemen (e.g. Poisson vergelijking).
- Numerieke integratie: Newton-Cotes, eenvoudigste kwadratuurformules (rechthoekmethode, middelpuntmethode, trapeziummethode...), Gaussische kwadratuur

Begincompetenties

Wiskundige analyse I, Wiskundige analyse II, Meetkunde en lineaire algebra.

Eindcompetenties

- 1 Begrijpen en beheersen van standaard numerieke methoden voor enkele basisvraagstukken, variërend van algebraïsche (stelsels van) vergelijkingen over beginwaardeproblemen voor gewone differentiaalvergelijkingen tot randwaardenproblemen in 1 dimensie, zoals die voorkomen in vele wiskundige modellen.
- 2 De algoritmen kritisch kunnen gebruiken in praktische toepassingen met behulp van software.

Creditcontractvoorwaarde

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk na gunstige beoordeling van de competenties

Examencontractvoorwaarde

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

Didactische werkvormen

Werkcollege, Hoorcollege

Studiemateriaal

Type: Syllabus

Naam: Inleiding tot de numerieke wiskunde

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Taal : Nederlands

Beschikbaar op Ufora : Ja

Beschikbaar via studentenvereniging : Ja

Type: Handouts

Naam: Leermateriaal

Richtprijs: Gratis of betaald door opleiding

Optioneel: nee

Referenties

- Michael Heath, Scientific Computing, McGraw-Hill Professional, ISBN 0072399104
- Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers And Scientists, <https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html>

Vakinhoudelijke studiebegeleiding

Begeleiding van studenten: de lesgever of zijn medewerkers zijn na de hoorcolleges bereikbaar voor uitleg; er is begeleiding tijdens de werkcolleges; individuele uitleg is mogelijk via email of na afspraak.

Evaluatiemomenten

periodegebonden evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Schriftelijke evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Schriftelijke evaluatie

Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Niet van toepassing

Toelichtingen bij de evaluatievormen

Periodegebonden evaluatie:
schriftelijk examen met gesloten boek - theorie;
schriftelijk examen met open boek en PC - oefeningen.

Eindscoreberekening

- theorie (8ptn)
- oefeningen (12ptn)