

Computationele biovloeistofmechanica (E092923)

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

Studiepunten 6.0

Studietijd 180 u

Aanbodssessies en werkvormen in academiejaar 2023-2024

A (semester 2)	Engels	Gent	hoorcollege werkcollege
----------------	--------	------	----------------------------

B (semester 2)	Nederlands	Gent
----------------	------------	------

Lesgevers in academiejaar 2023-2024

Debbaut, Charlotte	TW06	Verantwoordelijk lesgever
Segers, Patrick	TW06	Medelesgever

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2023-2024

	stptn	aanbodssessie
Master of Science in Biomedical Engineering	6	A
Master of Science in de ingenieurswetenschappen: biomedische ingenieurstechnieken	6	B

Onderwijstalen

Engels, Nederlands

Trefwoorden

Computationele vloeistofdynamica, numerieke biomechanica, hemodynamica, segmentatie van medische beelden, projectwerk.

Situering

Binnen deze cursus doorlopen de studenten stap voor stap de volledige workflow om een numeriek stromingsmodel op te stellen van de vloeistofstroming (bijv. bloed) doorheen een patiënt-specifieke geometrie. Eerst moet er een gedetailleerd 3D-model van de simulatiegeometrie gecreëerd worden op basis van patiënt-specifieke medische beelden (MRI, CT ...). Vervolgens wordt het stromingsveld binnen deze modelgeometrie berekend, en worden de resultaten verder verwerkt en geanalyseerd. We vertrekken binnen deze cursus telkens van een klinisch relevante casus, zoals bijv. het berekenen van het stromingsveld in de aorta van een patiënt met een cardiovasculaire pathologie (zoals een aneurysma). Het finale doel is om te leren hoe men het stromingsveld in patiënt-specifieke modellen dient te berekenen en interpreteren. Dit zijn vaardigheden en kennis die ook relevant kunnen zijn voor andere ingenieursdisciplines waarin computational fluid dynamics (CFD) een belangrijke rol speelt, bijv. lucht- en ruimtevaartkunde. Na de inleidende lessen omtrent de cursus en de basisprincipes van computationele vloeistofdynamica ontvangen de studenten de medische beelden (bijv. DICOM) van de casus. De studenten doorlopen vervolgens de volgende workflow:

- (i) Aanleren van segmentatietechnieken voor medische beelden om tot de simulatiegeometrie te komen;
- (ii) Genereren van een rekenrooster (tetraëder/hexaëder meshes) voor het stromingsdomein;
- (iii) Aanleren hoe een CFD-probleem te implementeren in aangepaste software: de implementatie van randvoorwaarden, rheologische eigenschappen...;
- (iv) Oplossen van de numerieke CFD-simulaties om het stromingsveld te berekenen, inclusief het gebruik van high performance computing (HPC);
- (v) Verwerking en interpretatie van de resultaten.

Inhoud

- 1 Inleiding tot de cursus (workflow die gevolgd zal worden, basiswetten van de stromingsmechanica etc.)
- 2 Basisprincipes van computationele vloeistofmechanica (numerieke oplossings- en discretisatie-methodes, verschillen tussen eindige volume / element / verschilmethoden etc.)
- 3 Introductie van de patiënt-specifieke casus en de bijhorende onderzoeksvragen
- 4 Inleiding tot de softwarepakketten (bijv. Mimics, Ansys Workbench, SimVascular...) en software tutorial(s)
- 5 Segmentatietechnieken voor medische beelden en bijhorende analyse (bijv. morfologische parameters)
- 6 Genereren van een rekenrooster en uitvoeren van een mesh-sensitiviteitsstudie (vereisten, elementtypes, grenslagen etc.)
- 7 Opzetten van CFD-berekeningen met de focus op randvoorwaarden, solver-instellingen, transiënte simulaties etc., en introductie tot HPC om CFD-simulaties uit te voeren
- 8 Verwerking, rapportering en interpretatie van de resulterende data

Begincompetenties

Stromingsmechanica zoals gedoceerd in de cursussen "Transportverschijnselen" en "Biomechanica"

Studenten die de cursus Biomechanica niet aan de UGent volgden, zullen tijdens de eerste 2 sessies van de cursus Computationele biovloeistofmechanica een alternatieve module moeten volgen om hen de nodige achtergrond te geven.

Eindcompetenties

- 1 Kennis van en praktische ervaring met segmentatie van medische beelden, generatie van rekenroosters en gebruik van gepaste software voor het numeriek oplossen van een stationair en transiënt stromingsprobleem in het biomedische domein, en dit met het oog op patiënt-specifieke simulaties.
- 2 Praktische kennis en vaardigheden over het uitvoeren van CFD-simulaties met gebruik van High Performance Computing (HPC).
- 3 Praktische kennis en vaardigheden omtrent het verwerken van resultaten van numerieke stromingsmodellen, de berekening van betekenisvolle hemodynamische parameters, alsook de presentatie en interpretatie van deze gegevens.
- 4 Op ervaring gebaseerde inzichten in het belang van de kwaliteit en densiteit van het numerieke rekenrooster, de keuze van randvoorwaarden en de gebruikersafhankelijkheid voor de uitkomst van een numerieke stromingsberekening.
- 5 Vaardigheden op het vlak van projectmanagement, organisatie, rapporteren en communicatie.

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

Groepswerk, Werkcollege, Hoorcollege, Zelfstandig werk

Toelichtingen bij de didactische werkvormen

De cursus zal on campus georganiseerd worden.

Leermateriaal

Slides en documenten gebruikt tijdens de lessen
 Medische beelden
 Software pakketten (open source of studentenversies, bijv. Mimics, Ansys Workbench etc.)
 Gebruik van eigen laptop
 Ufora

Referenties

Vakinhoudelijke studiebegeleiding

Groepsfeedback en individuele feedback tijdens contactmomenten

Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Mondelinge evaluatie, Werkstuk

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Mondelinge evaluatie, Werkstuk

Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Participatie, Presentatie, Peer en/of self assessment, Werkstuk

Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Examen in de tweede examenperiode is niet mogelijk

Toelichtingen bij de evaluatievormen

Niet-periodegebonden evaluatie: beoordeling van tussentijdse resultaten van projectwerk, voortgangspresentaties en peer assessment.

Periodegebonden evaluatie: beoordeling van verslag omtrent projectwerk en mondeling examen.

Eindscoreberekening

Niet-periodegebonden evaluatie (projectwerk en voortgangspresentaties): 50% van totale score.

Periodegebonden evaluatie (verslag en mondeling examen): 50% van totale score.

Tussentijdse deadlines worden gebruikt bij de niet-periodegebonden evaluatie.

Wanneer een deadline niet wordt gehaald, zal een punt worden afgetrokken (van het eindresultaat op 10) voor elke gemiste deadline.

Wanneer men minder dan 10/20 heeft voor minstens één van de onderdelen (PGE of NPGE) kan men niet meer slagen voor het geheel van het opleidingsonderdeel.

Indien de eindscore toch een cijfer van tien of meer op twintig zou zijn, wordt dit teruggebracht tot het hoogste niet-geslaagd cijfer (nl. 9/20).