



FDD3375 Högprestandamodellering med finita element 7,5 hp

High Performance Finite Element Modeling

När kurs inte längre ges har student möjlighet att examineras under ytterligare två läsår.

Fastställande

Kursplan för FDD3375 gäller från och med HT16

Betygsskala

Utbildningsnivå

Forskarnivå

Särskild behörighet

Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

Lärandemål

Det övergripande målet är att studenterna ska förstå hur man modellerar PDE numeriskt med FEM i ett generellt ramverk, i denna kurs FEniCS-HPC, med skalbar prestanda.

Konkret innebär det att studenterna ska kunna:

* Härleda adaptiva finita elementmetoder för generella PDE med relevans inom industrin: Navier-Stokes

ekvationer för inkompressibelt flöde, vågekvationen, Naviers elasticitetsekvation, och multifysikkombinationer av dessa ekvationer.

* Redogöra för generella FEM-algoritmer som assemblering, adaptivitet och nätförfining och ha en grundläggande förståelse för implementationen i FEniCS-HPC.

* Redogöra för och parallella datastrukturer och algoritmer för distribuerat minne i ett generellt FEMramverk

och inspektera dess implementation i FEniCS-HPC: distribuerat beräkningsnät, spökentiter, distribuerad gles linjär algebra, lokal nätförfining med bisektion för ett distribuerat beräkningsnät och generell målbaserad adaptiv felkontroll.

* Använda ett generella ramverk, t.ex. FEniCS-HPC, för att modellera och lösa generella PDE på superdator i ett projekt som studenten utformar själv.

Kursinnehåll

Grundläggande naturlagar uttrycks typiskt i form av PDE. Finita elementmetoden (FEM) har växt fram till att vara ett universellt verktyg för att beräkna lösningar av PDE med en mängd tillämpningar i teknik och vetenskap. Detta är en avancerad kurs som introducerar Navier-Stokes ekvationer som en grundläggande modell för fluidmekanik, adaptiva finita elementmetoder med residual-baserad stabilisering för att beräkna lösningsapproximationer, inklusive förutsägelse av grova kvantiteter i turbulenta flöden så som luftmotstånd, och generella automatiserade parallella FEM-algoritmer i FEniCSHPC.

Dessutom kommer studenterna få lära sig andra fysikaliska fenomen så som elasticitet och akustiska vågor, och multi-fysikkombinationer av fenomen med hjälp av samma generella metodik. De teoretiska delarna av kursen rör stabilitetsanalys av den numeriska metoden, målinriktad a posteriori felanalys och skalbara distribuerade datastrukturer och algoritmer för beräkningsnätet och gles linjär algebra. Kursdelen med datorimplementation fokuserar på FEM för Navier-Stokes ekvationer i FEniCSHPC, inspektering av parallellprestanda, och tillämpning av metoderna på superdatorer.

Kurslitteratur

[1] Johan Hoffman, Johan Jansson, Niclas Jansson, Rodrigo Vilela de Abreu, and Claes Johnson, Computability and Adaptivity in CFD, Encyclopedia of Computational Mechanics, 2016

[2] Johan Hoffman, Johan Jansson, Niclas Jansson, FEniCS-HPC: Automated predictive high-performance finite element computing with applications in aerodynamics, Proceedings of PPAM 2015, Lecture Notes in Computer Science, 2015

[3] Niclas Jansson, Johan Jansson, Johan Hoffman, Framework for massively parallel finite element computational fluid dynamics on tetrahedral meshes, SIAM Journal on Scientific Computing, 2012

[4] <http://fenicsproject.org>

Examination

Examinator beslutar, baserat på rekommendation från KTH:s handläggare av stöd till studenter med funktionsnedsättning, om eventuell anpassad examination för studenter med dokumenterad, varaktig funktionsnedsättning.

Examinator får medge annan examinationsform vid omexamination av enstaka studenter.

Etiskt förhållningssätt

- Vid grupparbete har alla i gruppen ansvar för gruppens arbete.
- Vid examination ska varje student ärligt redovisa hjälp som erhållits och källor som använts.
- Vid muntlig examination ska varje student kunna redogöra för hela uppgiften och hela lösningen.