



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Kursplan för

Maskininlärning i beräkningsmekanik Machine Learning in Computational Mechanics

FHLN40, 7,5 högskolepoäng, A (Avancerad nivå)

Gäller för: Läsåret 2023/24

Fakultet: Lunds tekniska högskola

Beslutad av: Programledning M

Beslutsdatum: 2023-04-11

Allmänna uppgifter

Valfri för: BME4, F4, M4-bem, Pi4-bem

Undervisningsspråk: Kursen ges på engelska

Syfte

Syftet med kursen är att ge studenten en grundläggande förståelse för, och att introducera den praktiska användningen av, metoder för maskininlärning som är tillämpliga på beräkningsmekanik. Detta innefattar förmågan att identifiera tillämpningar, såsom maskininlärning för hållfasthetslära (fackverks- och balkstrukturer) och materialmodellering (identifiering av materialparametrar). Dessutom kommer vi att lösa diskretiserade problem med finita elementmetoden med hjälp av Deep Energy-metoden och diskutera begreppet finita elementmodeller av reducerad ordning.

Mål

Kunskap och förståelse

För godkänd kurs skall studenten

- förstå begreppen för algoritmer för maskininlärning som används inom beräkningsmekanik
- förstå hur algoritmer för maskininlärning tillämpas på problem inom beräkningsmekaniken
- förstå skillnaderna mellan de olika typerna av algoritmer för maskininlärning som används för att lösa problem inom beräkningsmekanik
- förstå hur vanliga programvaror för maskininlärning kan användas inom beräkningsmekanik

Färdighet och förmåga

För godkänd kurs skall studenten

- kunna lösa strukturella problem inom solidmekanik med metoder för maskininläring
- kunna använda metoder för maskininläring för att identifiera parametrar i konstitutiva modeller
- kunna hitta datadrivna lösningar på balanslagarna (differentialekvationer) inom beräkningsmekanik
- kunna hitta lösningar för finita element med hjälp av Deep Energy-metoden
- kunna tillämpa vanliga programvaror för maskininläring

Värderingsförmåga och förhållningssätt

För godkänd kurs skall studenten

- ha förmåga att analysera, modellera och simulera problem inom beräkningsmekanik med metoder för maskininläring samt att kritiskt tolka resultatet
- ha förståelse för begränsningar i algoritmer för maskininläring, t.ex. över- och underanpassning

Kursinnehåll

I kursen kommer specifikt följande moment att behandlas

- Grundläggande begrepp inom maskininläring som tillämpas inom beräkningsmekanik, t.ex. fysik-informerade neurala nätverk (PINN), Deep Energy metoden, Reduced Order Models (ROM) etc.
- Approximering av funktioner med hjälp av neurala nätverk för deformerbare fackverks- och balkstrukturer
- Identifiera parametrar i konstitutiva modeller genom maskininläring som tillämpas på inversa problem
- Lösning av problem med finita elementmetoden med hjälp av Deep Energy-metoder
- Modeller av reducerad ordning för linjära finita elementmetoder

Kursens examination

Betygsskala: TH - (U,3,4,5) - (Underkänd, Tre, Fyra, Fem)

Prestationsbedömning: Examination sker genom projektuppgift samt dugga. För slutbetyg krävs godkänt i båda momenten. Projektet bedöms med underkänd eller godkänt med 15-30 poäng. Duggan bedöms med underkänd eller godkänd med 15-30 poäng. Betyg på kursen ges med underkänt, 3, 4 eller 5. Vid slutbetyg räknas delmomentens poäng ihop och delas med 10 och bedöms därefter enligt en skala där mindre än 3,0 ger betyg underkänt. 3,0 - 3,9 ger betyg 3. 4,0 - 4,9 ger betyg 4. 5,0 och uppåt ger betyg 5.

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt stöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Delmoment

Kod: 0123. **Benämning:** Projekt.

Antal högskolepoäng: 4,5. **Betygsskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Projektet bedöms med underkänt eller godkänt med 15-30 poäng. Projektet kan endast göras under kursens gång och vid ev underkänt ges studenten möjlighet till komplettering.

Kod: 0223. **Benämning:** Dugga.

Antal högskolepoäng: 3. **Betygsskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftlig dugga som bedöms med underkänt eller godkänt med 15-30 poäng. Vid eventuellt underkänt ges studenten möjlighet att skriva en omdugga ca 2 veckor efter ordinarie duggatillfället.

Antagningsuppgifter

Förkunskapskrav:

- Finita elementmetoden
- FHLLF01 Finita elementmetoden eller FHLLF10 Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik eller FHLLF20 Finita elementmetoden eller FHLLF25 Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik

Begränsat antal platser: 40

Urvalskriterier: Avslutade universitetspoäng inom programmet. Prioritet ges till studenter som är inskrivna på program som inkluderar kursen i sin läroplan.

Kurslitteratur

- Stefan Kollmannsberger, Davide D'Angella, Moritz Jokeit, Leon Herrmann: Deep Learning in Computational Mechanics, An Introductory Course. Springer, 2021, ISBN: 978-3-030-76587-3.

Kontaktinfo och övrigt

Kursansvarig: Ralf Denzer, ralf.denzer@solid.lth.se

Hemsida: <http://www.solid.lth.se>