SF2525 Beräkningsmetoder för stokastiska differentialekvationer och maskininlärning 7,5 hp

Computational Methods for Stochastic Differential Equations and Machine Learning

Fastställande

Skolchef vid SCI-skolan har 2022-02-24 beslutat att fastställa denna kursplan att gälla från och med VT 2022, diarienummer: S-2022-0529

Betygsskala

P, F

Utbildningsnivå

Avancerad nivå

Huvudområden

Matematik

Särskild behörighet

Engelska B / Engelska 6

Kursens förkunskapskrav är linjär algebra, analys, differentialekvationer, sannolikhetsteori, programmering och numeriska metoder motsvarande de tre första åren på KTH.

Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

Lärandemål

Efter avslutad kurs kan studenten modellera, analysera och effektivt beräkna lösningar till problem med slumpmässiga fenomen i naturvetenskap och teknik. Studenten lär sig den grundläggande matematiska teorin för stokastiska differentialekvationer, maskininlärning och optimal styrning och tillämpar detta främst på några problem i finansiell matematik, maskininlärning och kemiska reaktioner i t.ex. cellbiologi.

Mer precist betyder kursmålet att studenten kan:

1. formulera några modeller i naturvetenskap och teknik baserat på stokastiska differentialekvationer och analysera metoder för att bestämma deras lösning,
2. härleda och använda sambandet mellan förväntade värden för stokastiska diffusionsprocesser och lösningar till vissa deterministiska partiella differentialekvationer,
3. formulera, använda och analysera de viktigaste numeriska metoderna för stokastiska differentialekvationer, baserat på Monte Carlo stokastik och partiella differentialekvationer,
4. formulera några optimala styrproblem i naturvetenskap och teknik,
5. formulera, använda och analysera deterministiska och stokastiska optimala styrproblem både som minimeringsproblem med differentialekvationsbivillkor och som dynamisk programmering, vilket leder till ickelinjära Hamilton-Jacobi-Bellman partiella differentialekvationer,
6. härleda Black-Scholes ekvation för optioner i finansiell matematik och analysera alternativen för att bestämma optionspriset numeriskt,
7. formulera, använda och analysera det grundläggande maskininlärningsproblemet att bestämma ett neuralt nätverk som approximerar givna data med hjälp av den stokastiska gradientmetoden,
8. använda maskininlärningsprogrammet TensorFlow för att konstruera neurala nätverk som approximerar givna data,
9. formulera differentiella nollsummespel,
10. använda optimal styrteori för att bestämma och analysera reaktionshastigheter för stokastiska differentialekvationer med litet brus.

Kursinnehåll

Kursen behandlar stokastiska differentialekvationer och deras numeriska lösning med tillämpningar i finansiell matematik, maskininlärning, reglerteknik och Monte Carlo-metoder. Grundläggande frågor diskuteras för att lösa stokastiska differentialekvationer, t.ex. om man vill bestämma priset på en option är det då mer effektivt att lösa den deter-

ministiska Black and Scholes partiella differentialekvation eller att använda en stokastiskt baserad Monte Carlo-metod.

Kursen behandlar grundläggande teori för stokastiska differentialekvationer inklusive svag och stark approximation, effektiva numeriska metoder och feluppskattningar, relationen mellan stokastiska differentialekvationer och partiella differentialekvationer, stokastiska partiella differentialekvationer, variansreduktion.

Examination

- LAB1 - Laborationer, 3,5 hp, betygsskala: P, F
- TEN1 - Skriftlig tentamen, 4,0 hp, betygsskala: P, F

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.

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

Examinator beslutar, i samråd med KTH:s samordnare för funktionsnedsättning (Funka), om eventuell anpassad examination för studenter med dokumenterad, varaktig funktionsnedsättning. Examinator får medge annan examinationsform vid omexamination av enstaka studenter.

Övriga krav för slutbetyg

Kursen innehåller föreläsningar, hemuppgifter, programmering med TensorFlow och projekt med studentpresentationer av forskningsuppsatser.
Hemuppgifterna och projekten görs i grupp och ger bonuspoäng vid en avslutande skriftlig tentamen.

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.