



Kursplan

Fakulteten för teknik
Institutionen för matematik och fysik

4MA510 Monte Carlo-metoder, 7,5 högskolepoäng
Monte Carlo methods, 7.5 credits

Huvudområde

Matematik

Ämnesgrupp

Matematik

Nivå

Avancerad nivå

Fördjupning

A1N

Fastställande

Fastställd 2025-06-25.

Kursplanen gäller från och med vårtermin 2026.

Förkunskaper

1MA501 Sannolikhetslära och statistik 7,5 hp eller motsvarande kurs i matematisk statistik, och 15 högskolepoäng i matematik på G2F-nivå.

Mål

Efter slutförd kurs skall studenten kunna:

Kunskap och förståelse

- A.1 visa förståelse för de fundamentala sannolikheteoretiska resultaten som Monte Carlo-metoder bygger på, såsom stora talens lag och centrala gränsvärdessatsen, samt kunna motivera metodernas användning.
- A.2 redogöra för principerna bakom, härleda grundläggande egenskaper för, och förklara den teoretiska uppbyggnaden av centrala algoritmer och metoder för generering av slumpstal från olika sannolikhetsfördelningar, simulering av

stokastiska processer, variansreduktion och Markovkedje-Monte Carlo (MCMC).

- A.3 beskriva och identifiera allmänna situationer och problemtyper där olika Monte Carlometoder är lämpliga och effektiva.

Färdighet och förmåga

- B.1 implementera och tillämpa grundläggande och avancerade algoritmer för generering av slumpstal från olika endimensionella och flerdimensionella fördelningar.
- B.2 implementera och tillämpa metoder för simulering av grundläggande stokastiska processer.
- B.3 för givna problemställningar, föreslå, implementera och tillämpa lämpliga variansreducerande tekniker för att öka effektiviteten i Monte Carlo-simuleringar.
- B.4 implementera grundläggande Markovkedje-Monte Carlo-algoritmer.
- B.5 använda och motivera valet av tekniker för att validera, analysera och tolka resultat från Monte Carlo-simuleringar.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

- C.1 kritiskt jämföra och värdera olika variansreducerande metoders lämplighet, styrkor och svagheter i förhållande till specifika problemställningar och beräkningsmässiga förutsättningar.
- C.2 visa förmåga att bedöma tillförlitligheten och precisionen i simuleringsresultat.

Innehåll

Kursen ger en grundlig genomgång av de centrala teoretiska och praktiska aspekterna av Monte Carlo-metoder. Detta inkluderar metoder för att generera slumpstal och andra sannolikhetsmodeller, samt att genomföra simuleringar med hjälp av Markovkedje Monte Carlo (MCMC). Vidare behandlas tekniker för att analysera och validera simuleringsresultat samt metoder för att öka simuleringars effektivitet genom variansreduktion.

Följande moment behandlas i kursen:

- Grundläggande principer och teoretisk bakgrund
- Stora talens lag och centrala gränsvärdessatsen i kontexten av Monte Carlosimulering.
- Grundläggande komplexitetsteori för Monte Carlo-metoder.
- Generering av endimensionella slumpstal
- Allmänna metoder för generering från sannolikhetsfördelningar:
- Inversa transformeringsmetoden
- Acceptans-avvisningsmetoden
- Sammansättningsmetoden
- Generering från specifika diskreta fördelningar: Poisson-, binomial- och geometrisk fördelning.
- Generering från specifika kontinuerliga fördelningar: Likformig, exponential- och normalfördelning.
- Generering av flerdimensionella slumpvariabler och stokastiska processer
- Metoder för generering av flerdimensionella normalfördelade slumpvariabler

(inklusive Choleskydekomposition och egenvärdesdekomposition).

- Generering av flerdimensionella slumpvariabler med hjälp av copulamodeller.
- Simulering av grundläggande stokastiska processer (såsom Poissonprocesser och Gaussiska processer) i en och flera dimensioner.
- Variansreducerande tekniker
- Antitetiska variabler
- Kontrollvariabler
- Betingning
- Stratifierad sampling
- Importance sampling (icke-normaliserad och normaliserad)
- Latin hypercube sampling
- Markovkedje Monte Carlo-metoder (MCMC)
- Metropolis-Hastings-algoritmen
- Gibbs sampling
- Analys och validering av simuleringsresultat
- Skattning av medelkvadratfel, väntevärdesriktighet och varians hos estimatorer.
- Konstruktion av konfidensintervall för medelvärden.
- Tekniker för validering av simuleringsmodeller och -resultat.

Undervisningsformer

Undervisningen består av föreläsningar, presentationer och handledning.

Examination

Kursen bedöms med betygen A, B, C, D, E eller F.

Kursen bedöms med betygen A, B, C, D, E, Fx eller F. Betyget A utgör det högsta betygssteget, resterande betyg följer i fallande ordning där betyget E utgör det lägsta betygssteget för att vara godkänd. Betyget F innebär att studentens prestationer bedömts som underkända.

Kursen examineras genom

1. Betygssatta individuella skriftliga och muntliga inlämningsuppgifter (4 p), betygsskala A-F
2. Skriftligt individuellt projektarbete (1.5 hp), betygsskala A-F
3. Muntlig presentation av ett projekt (1.5 hp), betygsskala A-F
4. Opponering av en annan students projekt (0.5 hp), betygsskala U/G

För godkänt betyg krävs godkänt resultat på samtliga provmoment. Slutbetyget bestäms genom ett viktat medelvärde av betygen

Omexamination ges i enlighet med Lokala regler för kurs och examination på grundnivå och avancerad nivå vid Linnéuniversitetet. I det fall student med funktionsnedsättning har rätt till särskilt pedagogiskt stöd beslutar examinator om anpassad eller alternativ examination.

Kursvärdering

Kursvärdering genomförs under kursen eller i nära anslutning till kursens avslutning. Resultat och analys av genomförd kursvärdering ska skyndsamt återkopplas till de studenter som genomfört kursen. Studenter som deltar vid nästa kurstillfälle ska senast vid kursstart informeras om föregående kursvärderingsresultat och genomförda

förändringar i kursen.

Överlappning

Kursen kan inte ingå i examen med annan kurs, vars innehåll helt eller delvis överensstämmer med innehållet i följande kurs/kurser:

4MA206 Monte Carlo-metoder, 7,5 hp, 4MA506, 7,5 hp

Övrigt

Betygskriterier för A-F-skalan kommuniceras till studenten via särskilt dokument. Studenten informeras om kursens betygskriterier senast i samband med kursstart.

Kurslitteratur och övriga läromedel

Obligatorisk litteratur

Ross Sheldon M: Simulation, Academic Press Inc, senaste upplagan. Ca 300 sidor.

Referenslitteratur

Asmussen, Søren & Glynn, Peter: Stochastic simulation: algorithms and analysis, Springer, senaste upplagan.

Christian Robert, George Casella: Monte Carlo Statistical Methods, Springer, senaste upplagan.

Christian Robert, George Casella, Colin P. Robert: Introducing Monte Carlo Methods with R, Springer, senaste upplagan.