



**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola

2019-01-25

Anmälda till kursen  
Matematisk Modellering FK (FRTN45)

Institutionen för Reglerteknik

## Välkommen till kursen Matematisk Modellering FK!

Kursen startar med två föreläsningar:

- Torsdag 24 januari 8-10, MH: Gårdingsalen
- Fredag 25 januari 8-10, MH: Gårdingsalen

Huvudmomentet i kursen är ett projekt (motsvarande 100 h). Projektet genomförs i grupper om normalt 4 personer. Projekthandledarna kommer från Reglerteknik, Matematik och Matematisk statistik.

*Gruppindelning och tilldelning av projekt görs slumpmässigt baserat på registreringar vid första föreläsningen. Den som inte kan närvara då måste meddela detta i förväg för att komma med i gruppindelningen. En lista på projekt, inklusive tider för första möte och slutredovisning, ges i detta brev. Om någon har särskilda önskemål om projekt eller redovisningstid behöver jag få veta det per epost innan första föreläsningen för att i möjligaste mån kunna ta hänsyn till detta.*

Den 6 februari ska alla projektgrupper ha lämnat in en plan för sitt arbete. Planen ska vara förankrad hos handledaren. I slutet av kursen ska projekten redovisas både muntligt och skriftligt. Redovisning sker vid något av följande tillfällen:

- Torsdag 7 mars 13-17, Reglertekniks seminarierum M: 2112B
- Onsdag 13 mars 13-17, Reglertekniks seminarierum M: 2112B

Med vänliga hälsningar,

Anders Rantzer, kursansvarig FRTN45

### 1. Vilken fågel sjunger?

Kan du skilja på en talgoxe och en gråsparv när du hör fågelsång utanför fönstret? 'Kvitteromat' är en helt ny app som identifierar fågelarter baserat på sången. Den är dock, enligt utvärdering, känslig för störningar och ganska osäker i sitt beslut, då resultatet den presenterar är tre olika förslag på vilken art det är som sjunger. Detta projekts syfte är att identifiera några av våra vanligaste fågelarter genom att analysera deras sång, (lättare och svårare inspelningar), och hitta lämpliga kriterier för säker klassificering. Eventuellt kan en jämförelse och utvärdering göras mot kvitteromat. Verktyg för stationära stokastiska processer är användbara, tillsammans med information om signalens variation över tid. Data-material i mp3-format samt några mindre program för Matlab kommer att tillhandahållas.

**Advisor:** Maria Sandsten, sandsten@maths.lth.se

**First meeting at advisors office MH:127:** Monday 28/1 at 12.15

**Final presentation:** Thursday 7/3 at 13.15-17.00

### 2. Modelling self-interacting random walks

This project deals with the modelling of a finite number of discrete particles performing a random walk on a certain (possibly, random) graph. The particles walk not independently, as the transition probabilities may depend both on the positions of other particles as well as the history of the process, thus making the resulting process a "marriage" between reinforced random walks and interacting random walks. Such processes are notoriously difficult to study analytically and hence simulations may be needed to predict their behaviour. They can, in principal, be used to model behaviour of e.g. ants or formation of social networks (virtual or real). This project will give some basic knowledge of probability theory and methods to simulate random phenomena using software. Some knowledge of random graph theory can be beneficial.

**Advisor:** Stanislav Volkov, stanislav.volkov@matstat.lu.se

**First meeting at advisors office:** Wednesday 30/1 at 11.00

**Final presentation:** Wednesday 13/3 at 13.15-17.00

### 3. Statistical Analysis of fMRI data

The aim of the project is to analyse fMRI data from a trial where the subject judged whether a pair of words rhymed or not. The experiment consisted of alternating 20-second work and rest blocks and we want to identify which parts of the brain that are active during the task. To illustrate possible techniques and to make the project feasible you will study a single slice from the fMRI (rather than complete 3D data).

The slice consists of a video sequence with 160 time points representing the experiments 320s runtime (at 2s temporal resolution). Several possible modelling options exist:

1. Spectral analysis or empirical orthogonal functions could be used to identify the periodicity of the data.
2. Given known (or assumed temporal basis functions, i.e. rectangular pulses) a regression model could be used, where the parameters at each pixel could be tested for significance (preferably accounting for multiple testing).
3. Simple classification algorithms — using e.g. Matlab's kmeans and/or fitgmdist functions — could be applied either directly to the data, to the regression coefficients or to the empirical orthogonal functions.

**Advisor:** Johan Lindström, johanl@maths.lth.se

**First meeting at advisors office MH:319:** Monday 28/1 at 15.15

**Final presentation:** Wednesday 13/3 at 13.15-17.00

#### 4. Structure and motion for sound

Using several microphones it is possible to calculate the position of sound sources. If the microphone positions are known this is usually called trilateration. If neither the sound sources nor the microphone positions are known, the problem is more challenging. The purpose of this project is to study and develop mathematical models for sound and use them in experiments with real data for structure and motion for sound. There is a choice to focus more on the signal processing for the sound or to focus on the geometrical aspects of the positions of the microphones and the sound sources.

**Advisor:** Kalle Åström, kalle@maths.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 28/1 at 9.15-10.00

**Final presentation:** Thursday 7/3 at 13.15-17.00

#### 5. Modelling traffic flow of future vehicles

This project deals with the modelling of traffic flow of vehicles, all behaving the same, which is likely to be the case with future driver-less vehicles. With simple assumptions, one can study relations between the duration of green/red traffic lights, the traffic flux and vehicle density on a drive through. How can the traffic flow be controlled and optimized? Traffic flow is a nonlinear phenomenon: the flux (number of vehicles per time unit) on a drive through can be obtained with two different total times spent in a vehicle. What is best for the passengers, the environment? This project will give some basic knowledge of nonlinear modelling and the formation of shock waves, valuable for any modeller. Many time- and spatial-dependent physical phenomena are modelled with the conservation law of mass and the resulting governing equation is often a hyperbolic partial differential equation. This continuum approach is used for fluid flow but also for the flow of discrete particles.

**Advisor:** Stefan Diehl, diehl@maths.lth.se

**First meeting with advisor:**

Stefan is abroad the first week. Contact him via email to get instructions.

**Final presentation:** Wednesday 13/3 at 13.15-17.00

#### 6. Stokastisk populationsdynamik - Feller/Kendall processer

Ett mycket viktigt inslag i populationsmodeller är sk Markov Jump processes. Intuitivt, kan de beskrivas som processer där för det mesta händer ingenting på mycket korta tidsintervall, men då det händer något, är effekten "dramatiskt" (exempelvis antalet friska i en population ändras med +1). Man kan beskriva sådana processer med den sk Kolmogorov Forward Equation (1931) och den första numeriska algoritmen som implementerar idén gjordes av Kendall (1950), efter forskning av Feller från 1940. Syftet är att applicera sådana modeller på en lagom komplicerad populationsdynamisk process.

**Advisor:** Mario Natiello, mario.natiello@math.lth.se

**First meeting at advisors office:** Tuesday 29/1 at 13.15-14.30

**Final presentation:** Wednesday 13/3 at 13.15-17.00

### **7. Modellering av teknologens väg till examen**

Teknologens väg till sin examen är intressant att modellera för högskolorna, som kan använda modellen för att prediktera hur många teknologer som kommer att ta examen inom en viss tid. Vägen till examen kan ses som övergångar mellan diskreta tillstånd, såsom registrering till respektive programtermin, studieuppehåll, utbytesstudier eller inaktivitet, och avslutas med antingen examen eller studieavbrott. Målet med detta projekt är att modellera studievägen för LTH's teknologer utifrån terminsdata från LADOK, och med så stor säkerhet som möjligt kunna prediktera en teknologs aktivitet ett par terminer in i framtiden.

**Advisor:** Bo Bernhardsson, bo.bernhardsson@control.lth.se

**First meeting at advisors office:** Tuesday 29/1 at 13.15-14.00

**Final presentation:** Thursday 7/3 at 13.15-17.00

### **8-9. Identifiering av dynamiskt samband mellan träning och hjärtfrekvens**

Detta projekt syftar till att ta fram en modell som beskriver det dynamiska sambandet mellan utövad effekt vid fysisk aktivitet (insignal) och hjärtfrekvens (utsignal) hos en individ. En sådan modell skulle kunna användas för att ta fram anpassade träningsprogram, där man effektivt kan kontrollera sin puls under ett pass med hjälp av prediktioner från modellen. Eftersom en människas puls beror på flera faktorer såsom ålder, kroppsstorlek, hjärtstorlek et.c är målet i detta projekt att med hjälp av mätdata identifiera och validera en modell för en specifik individ. Framtagning av mätdata utgör en del av projektet, och utrustning för mätning och loggning av puls tillhandahålls.

**Advisor:** Marcus Thelander Andréén, marcus.thelander\_andreen@control.lth.se

**First meeting at advisors office:** Monday 28/1 at 10.30-11.30

**Final presentation:** Thursday 7/3 at 13.15-17.00