



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

2021-01-18

Anmälda till kursen
Matematisk Modellering FK (FRTN45)

Institutionen för Reglerteknik

Välkommen till kursen Matematisk Modellering FK!

Kursen startar med två föreläsningar:

- Torsdag 21 januari 8-10, (online, se zoom-länk på Canvas-sida)
- Fredag 22 januari 8-10, (online, se zoom-länk på Canvas-sida)

Huvudmomentet i kursen är ett projekt (motsvarande 100 h). Projektet genomförs i grupper om 2 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 ges i detta brev. Om någon har särskilda önskemål om projekt eller redovisningstid behöver jag få veta det genom val i Canvas innan onsdag 20/1 kl 9.00 för att i möjligaste mån kunna ta hänsyn till detta.

Den 4 februari ska alla projektgrupper ha lämnat in en plan för sitt arbete. Planen ska vara förankrad hos handledaren.

Vi kommer ha obligatorisk kamratgranskning av dessa projektplaner (mer info kommer på Canvas). I slutet av kursen ska projekten redovisas både muntligt och skriftligt. Redovisning sker vid något av följande tillfällen:

- Onsdag 24 februari 13-17, (zoom)
- Tisdag 2 mars 13-17, (zoom)

Med vänliga hälsningar,

Anders Robertsson, kursansvarig FRTN45

Projekt 2021

(A) 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

(B) Modelling spread of infections as branching process

How many times you have heard the term " R_0 " during the corona-virus pandemic? Simply explained, R_0 represents the average number of people infected by one infectious individual. If R_0 is larger than 1, the number of infected people will likely increase exponentially, and an epidemic could occur. On the other hand, if R_0 is less than 1, the outbreak is likely to recede on its own. At the same time R_0 alone cannot forecast an outbreak or its size.

This project deals with the modelling the spread of infection in a society and addressing the above issue. At least in the beginning of the spread, before herd immunity is reached, the process behaves like a branching process, and we can use it (and especially its multi-type version) to model the number of infected at a specific time period.

This project will give some basic knowledge of probability theory and methods to simulate random phenomena using software. Some prior knowledge of probability theory will be beneficial.

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

(C) Modelling of Swedish Daily Temperature

This project considers the analysis of Swedish temperature data. Given three years of daily mean temperature at a number of locations we want to investigate which factors influence temperature and if they can be used to predict seasonal temperature variations at unobserved locations. The seasonal variability in daily temperature data can be modelled using a few sine and cosine functions. However, the amplitude and phase of the seasonality varies across space and we need to determine which factors (latitude / longitude / elevation / distance to coast / etc) affect temperature and how to include them in the model. Variations not captured by the seasonal structure could be modelled using tools from the stochastic process course.

The models will be validated using temperature measurements at additional locations, and then used to predict temperature over all of Sweden.

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

(D) 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 sounds sources.

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

(E) Hur uppfattar vi färg?

Färg är något som de flesta tycker att de vet vad det är, men vad menar vi egentligen när vi säger att något är blått? Och kan man bestämma avstånd mellan färger? I en dator kan man representera färgen i en pixel med tre värden, som beskriver hur mycket rött, grönt och blått som finns i pixeln. Tanken med projektet är att undersöka och modellera hur vi uppfattar skillnader i färger som visas på en datorskärm. Kan man bestämma mått som beskriver hur mycket två färger skiljer sig åt? Hur kan man avgöra ifall detta mått stämmer överens med hur människor uppfattar skillnaderna?

Advisor: Magnus Oskarsson, magnus.oskarsson@math.lth.se

(F) 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

(G) Modelling epidemics

This past year, the interest in modelling epidemics has risen. We also have access to detailed data from Sweden and data from many other countries on the spread of covid.

For this project, we start from covid data, and try to devise a mathematical model for some aspects of it. We could talk about the relationship between data on detected cases, cases in intensive care, and deaths, and how those change over time. One could try to use a predictive model to try to predict when the peak is going to happen from historic data, or try to use different data points to estimate the number of undetected cases due to insufficient testing. One could try to use deterministic or stochastic models, and one could try to compare between countries, between regions in Sweden, or between months in the same part of the world. One could compare models with or without delays (such as a one-week delay between being infected and infecting others), and with or without modelling personal interaction (i.e., including the dynamics of who meets whom). For any of the above questions, one could try to determine if we have enough data to answer that particular question.

Advisor: Johan Grönqvist, johan.gronqvist@control.lth.se

(H) Modelling electricity usage/price:

The power grid is an interesting invention and it's undergoing massive changes. Increased renewable production introduce variability that didn't previously need accounting for. This is pushing for improvements in modelling of power grid phenomenons, and in this project you will model Swedish electricity usage or prices (or if you want, some other related phenomenon).

Knowing the basic principle of linear regression, and utilizing the tools of stationary stochastic processes will be useful in this project. Data from Nordpool and SMHI will be used, and depending on your preference you can do the project in Matlab, Python or Julia.

Advisor: Felix Agner, felix.agner@control.lth.se

Startup meeting times:

- Introductory meeting **TBD**
- Power grid project webinar Monday 25/1: **TBD**.