

Mathematical Modelling FK (FRT095)

Spring 2013

Dear Students,

welcome to the course Mathematical Modelling FK (FRT095). The first lecture is scheduled for Tuesday, March 19th, 2013, at 8:15. The core of the course is a project (equivalent to 100 hours of workload) and our aim is to give you the opportunity to get started on the project right away. A list of project proposals attached to this letter. It is also possible to come up with your own proposals. Projects are carried out in groups of typically 4 students and presented both orally and in written form. Project sign-up on the course website opens on Tuesday, March 5th. In order not to overburden any supervisor we accept normally only two groups per project proposal, sometimes only one. In connection with the first lecture, projects will be presented and there will be the opportunity to form groups for those who have not registered before then. By the second week (29/3), all project teams have submitted a plan for their work on the course website. The plan must refer to the supervisor and describe the various group participants' roles. Project supervisors come from the Departments of Control Engineering, Mathematics and Mathematical statistics. Project reports and presentations are due in English, unless specifically agreed otherwise with the supervisor and the course coordinator. Final presentations take place in the Seminar room of the Automatic Control Department in the following dates:

Wednesday, May 15 13-17

Thursday, May 16 13-17

Friday, May 17 13-15

Sincerely,

Giacomo Como
Bitr. lektor, Docent
Dept. of Automatic Control
Lund University

Project list

1 A model of bird singing

A birds song is used as an identification tool, serving as a recognition signal to indicate the individual, the kinship and the species. The song is also often used in male-to-male competition and may play a role into the mate choice of a female. The Great reed warbler is the largest warbler species in Europe and a species with exceptional song capacity. In this project the song strophes and syllables will be investigated using time-frequency analysis tools and the aim is to come up with deterministic or stochastic models for the signals.

Handledare: Maria Sandsten, första möte torsdag 21/3 13.15 hos handledaren (MH:216)

2 Sinusoidal modelling of speech and audio signals

Many natural signals that are of interest to mankind are periodic by nature. In mathematics and engineering sciences, such periodic signals are often described by Fourier series, i.e., a sum of sinusoids, each described by an amplitude and a phase, having frequencies that are integer multiples of a fundamental frequency. The problem of estimating this fundamental frequency from such an observed signal is referred to as fundamental frequency or pitch estimation. The proposed project aims at examining an important problem when forming such estimates, namely how one should select the number of sinusoidal components in the model. The group will compare some recently published model order estimation techniques as well as propose a method to determine if the signal contains multiple pitch signals or not.

Handledare: Andreas Jakobsson, första möte onsdag 20/3 10.11 hos handledaren (MH:225)

3 Stokastisk populationsdynamik - Feller/Kendall process

Ett mycket viktigt inslag i populationsmodeller är de 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 idn gjordes av Kendall (1950), efter forskning av Feller från 1940. Syftet är att implementera Kendalls algoritm på en lagom komplicerad populationsdynamisk process. Problemet kan delas upp i olika delmoment: * Bakgrund och formulering av ekvationer * Inhamtning av populationsdata * Programmering * Resultat och analys

Handledare: Mario Natiello, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i rum MH:454C

4 Experimentell modellering av pappershelikoptrar

Med hjälp av en sax kan man ganska lätt bygga en liten pappershelikopter som när man släpper den faller och roterar. Ganska snabbt blir rotationshastigheten jämn. Projektet går ut på att försöka modellera detta förlopp, att mäta rotationshastigheterna experimentellt, t ex genom att filma fallet och att försöka utveckla en modell som kan förklara rotationshastigheten.

Handledare: Kalle ström, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i rum MH:454C

5 Modeller av visuell variation

Bilder av samma föremål (t ex en viss individs ansikte) eller av samma kategori (t ex ansikten av olika personer) uppvisar stor variation. Trots detta kan man klassificera och känna igen individer och kategorier. Visuellt variation kan också vara hur bilden av en hand varierar när man ändrar fingrarnas inbördes lägen. Projektet handlar om att bygga upp, använda och analysera modeller för visuell variation.

Handledare: Kalle ström, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i rum MH:454C

6 Modeller för språklig kontext

Genom att studera stora textmassor, t ex från nätet, från dagstidningar eller från nyhetsbyråer kan man studera hur ett ord används, d v s i vilket sammanhang (kontext) ett visst ord brukar användas. Detta kan användas för att bedöma vilka ord som är lika, och gör det överhuvudtaget möjligt att göra en mängd beräkningar och analyser på språklig användning, som annars skulle vara väldigt svårt att utföra. I projektet får ni studera hur man ska modellera språklig kontext och några användningar av det.

Handledare: Kalle ström, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i rum MH:454C

7 Modellering av bilder tagna med digitalkameror vid låga ljusintensiteter

Människor är väldigt bra på att se i mörker om man jämför med en vanlig digitalkamera. Digitalkameror är gjorda för att fungera väl vid normala ljusförhållanden. Projektet går ut på att undersöka vilken typ av bilder och vilken typ av brus man får när man tar bilder med en digitalkamera vid låga ljusintensiteter. Kan man använda denna modell för att förbättra bilder tagna vid låga ljusnivåer?

Handledare: Magnus Oskarsson, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i MH:454C

8 Mosaik och panorama-vyer

Om flera bilder är tagna från närliggande positioner går det att klippa ihop dessa bilder till en stor sammanhängande mosaik. Under vilka förutsättningar är detta möjligt? Detta projekt handlar om titta närmare på modellen av en perspektivkamera och utreda vilka förutsättningar som måste vara uppfyllda och vilka begränsningar som finns. När man försöker sammansätta olika bilder finns det ofta geometriska och fotometriska distortioner mellan bilderna. Hur kan man modellera och kompensera för dessa?

Handledare: Fredrik Kahl, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i MH:454C

9 En människas hjärtslagsfrekvens

En människas puls beror på många faktorer så som fysisk ansträngning, andningsfrekvens etc. Projektet syftar på att ta fram en dynamisk modell som beskriver dessa samband. Modellen skulle kunna vara en så kallad compartment-modell. Modellen ska valideras och kalibreras med mätdata från experiment, utrustning för att mäta och logga pulsen finns tillgänglig.

Handledare: Mahdi Ghazei eller Fredrik Magnusson, första möte onsdag 20/3 09.00-10.00 i Reglertekniks konferensrum på bottenvåningen i södra änden av Maskinhuset.

10 Bussar i rusningstrafik

Detta projekt handlar om ett fenomen som bland annat uppkommer i rusningstrafik när buss 171 på väg genom Lund plockar upp folk som ska till Malmö. Ju senare en buss kommer till en hållplats, ju fler personer har hunnit komma till hållplatsen och ju längre tid tar det för alla att gå ombord. Följaktligen kommer bussen att vara ännu senare vid nästa hållplats osv. En annan konsekvens är att nästa buss kommer ha färre personer att plocka upp så att den kommer ifrån hållplatsen snabbare och kanske kommer ifatt den föregående bussen. Resultatet blir ofta att en buss går till Malmö 3 överfull och nästa går nästan tom. Uppgiften är att modellera fenomenet och komma med förslag på åtgärder som gör att bussarna blir mer jämnfulla.

Handledare: Mahdi Ghazei eller Fredrik Magnusson, första möte onsdag 20/3 14.00-15.00 i Reglertekniks konferensrum på bottenvåningen i södra änden av Maskinhuset.

11 Manipulation under uncertainty

Typically due to the lack of enough precision in vision systems, it is required by robots to combine special procedures with other sensory such as force or tactile to compensate for uncertainties. Assembly tasks such as peg-in-hole or putting a top cover on a box are even achieved without visual feedback. In this project, we consider the task of putting together 3D Tetris blocks by a stiff robot. We assume that the robot is equipped with a wrist mounted force/torque sensor and is capable of gripping the blocks by two fingers firmly from any end or pushing them. It is also considered that there is a reference corner including three sides. Your task is to find models describing the current state of the world (e.g. geometrical relations) and its uncertainties. Additionally, you should be able to describe the interaction model between the robot, the blocks and the reference corner. Finally, you should come up with a model for planning the robot motion given that the target placement and initial uncertainties are known.

Handledare: Mahdi Ghazei, första möte i onsdag 20/3 13:00–14:00 i Reglertekniks konferensrum på bottenvåningen i södra änden av Maskinhuset.