

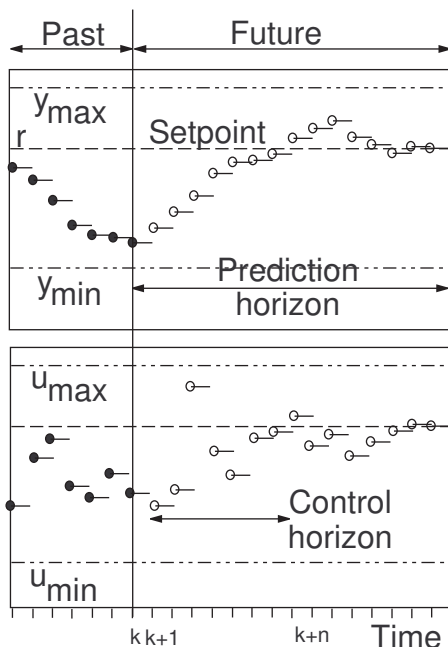
PREDIKTIV REGLERING

FRTN15

Vad är prediktiv reglering?

Prediktion används inom reglerteknik och signalbehandling för att estimerar framtida okända värden i en stokastisk process baserat på tidigare kända mätvärden. Modellbaserad prediktion (framförhållning) med hjälp av en regulator-intern dynamisk modell av processen möjliggör därmed bättre precision i reglering.

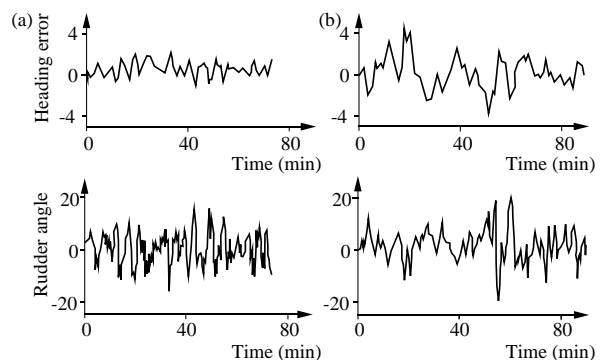
Prediktiva regulatorer är uppbyggda på kunskap från en dynamisk processmodell ofta i form av en empirisk linjär modell framtagen genom systemidentifiering. Modellprediktiv reglering (Model Predictive Control) eller MPC används framgångsrikt för reglering av multivariabla processer begränsningar i styrsignaler och tillståndsvariabler.



Prediktiv reglering där tidigare in- och utsignaler från en process används för att förutsäga och kompensera för processens trender så att bättre förutsägbar. Regleringen sker med framförhållning (tidshorisonter) såväl i utsignal som i insignal.

En adaptiv regulator kan åstadkomma prediktiv reglering genom att den automatiskt uppdaterar en modell av processen och dess störningar. Adaptiva regulatorer kan ge drastiskt förbättrade prestanda. De kan även användas för att förenkla inställning av vanliga standardregulatorer.

Ett exempel på att en adaptiv regulator verkligen kan vara nyttig illustreras av en av våra tillämpningar i en autopilot. Den adaptiva regulatorn ger avsevärt mindre kursavvikelse och mindre bränsleförbrukning.

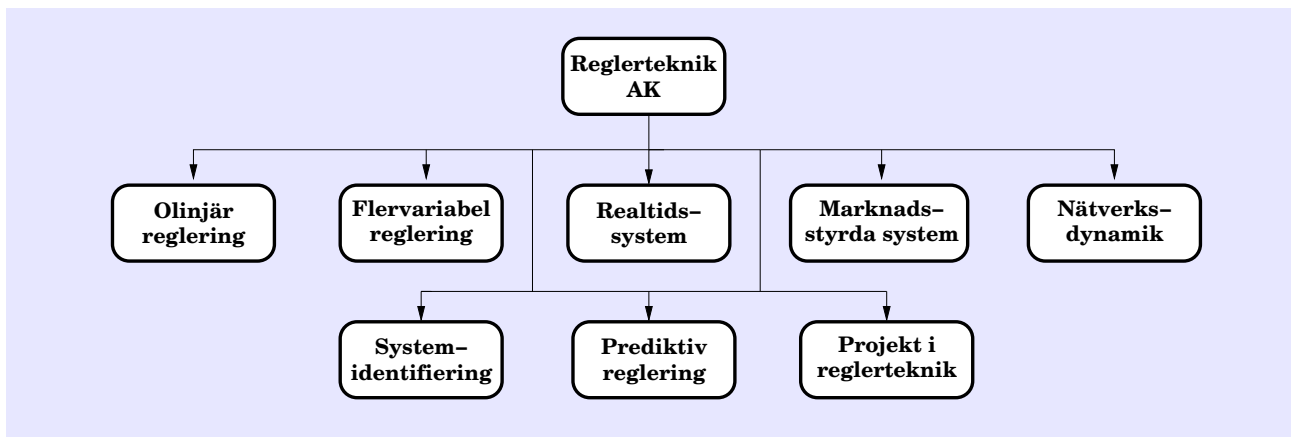


Kursavvikelse och styrsignal med (a) en adaptiv och (b) en konventionell autopilot.

Mål och Innehåll

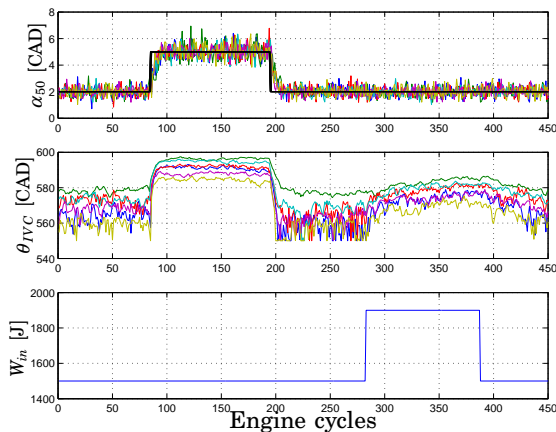
Kursens mål är att ge en förståelse för hur och när prediktiva och adaptiva regulatorer kan användas med såväl såväl teoretiska som praktiska aspekter. Prediktiv reglering omfattar 7.5 högskolepoäng, ges under VT LP1-2 och förkunskaper är FRT010 Reglerteknik AK.

Modellprediktiv Reglering (MPC) Kursen börjar med tidsseriemodeller, prediktionsteori och Kalman-filter, varefter vi tillämpar dessa metoder i varianter av prediktiv reglering såsom modellbaserad reglering, linjärkvadratisk reglering, minimalvariansreglering. När dessa metoder sammanförs med optimeringsmetoder för att hantera begränsningar i styrsignaler eller tillstånd, erhålles metodfamiljen modellprediktiv reglering (MPC). Multivariabel reglering av förbränningsmotorstyrning



Reglertekniks kurser

för förbättrade emissioner och bränsleekonomi är ett intressant exempel (se figur nästa sida).



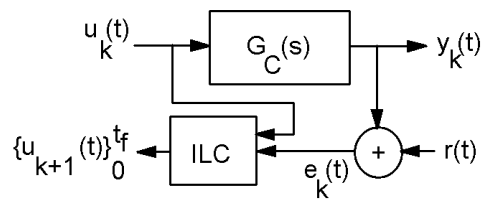
MPC combustion engine control of crank angle α_{50} for combustion engine control using inlet valve closing θ_{IVC} .

Självinställande Regulatorer och Modellreferenssystem Alla adaptiva regulatorer innehåller någon form av estimator av okända process- eller regulatorparametrar, ofta baserade på en rekursiv minstakvadratmetod. Självinställande regulatorer bygger på idén att generera en processmodell med rekursiv parameterskattning och automatisk syntes av en regulator. I modellreferenssystem justeras regulatorns parametrar direkt genom att jämföra processens utsignal med utsignalen från en modell, som ger det slutna systemet föreskrivet beteende.

Iterativ läraaktig reglering Repetitiva operationer och referensvärdesföljningar kan iterativt förbättras genom iterativ läraaktig reglering (ILC). Enkla men kraftfulla ILC-algoritmer har formen

$$\begin{aligned} e_k(t) &= r(t) - y_k(t) \\ y_k(t) &= G_C(q)u_k(t) \\ u_{k+1} &= u_k(t) + L(q)e_k(t) \end{aligned}$$

En vanlig ILC-tillämpning utgör friktionskompenserings i mekatroniksystem, där explicita friktionsmodeller kan vara svåra att formulera.



Metodologi och teori Adaptiv reglering leder till slutna system som är icke-linjära, vilket gör teorin besvärlig men rolig. Vi går igenom några av de teorier som kan användas—Lyapunov-teori, insignal-utsignal stabilitet, passivitetsteori—och visar hur dessa teorier kan ge bättre förståelse.

Projekt

Projektet görs under läsperiod VT2 i grupper om 2–4 studenter, från rent teoretiska analyser till konstruktion och provning av prediktiva regulatorer. Det senare är speciellt intressant för studenter som samtidigt läser kursen i reelltidsystem.

Examensarbeten & arbetsmarknad

Civilingenjörer med inriktning mot reglerteknik är mycket efterfrågade på arbetsmarknaden. Många studenter fortsätter med examensarbeten i industrin, utomlands eller på institutionen.

Mer information

Utförligare presentation av kursen ges på hemsidan. Kontakta gärna föreläsaren Rolf Johansson (046-222 87 91) för ytterligare information.

Kursansvarig: Rolf Johansson

**Institutionen för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola**

**Box 118
221 00 Lund**

**Tel: 046-222 87 82 E-post: control@control.lth.se
Fax: 046-13 81 18 http://www.control.lth.se**