

Metoder för styrning av kopplade system

Pontus Giselsson, Reglerteknik, LTH, Lunds Universitet

En populärvetenskaplig sammanfattning av avhandlingen

Gradient-Based Distributed Model Predictive Control, november, 2012.

Avhandlingen kan laddas ner från <http://www.control.lth.se/publications>

Reglerteknik handlar om att styra/reglera system så att de beter sig som önskat. Exempel på ställen där reglerteknik används är i flygplan, i bilar och i mobiltelefonnätverk. För autopiloten i flygplan är reglersystemets uppgift bland annat att hålla en bestämd kurs och höjd. Farthållaren i bilen ska hålla konstant fart oberoende av backar och vindförhållanden. I mobilnätet finns basstationer som har kontakt med mobiltelefonerna i närheten. Mobiltelefonerna som är kopplade till en basstation ska skicka tillräckligt starka signaler för att få bra "täckning" och samtidigt inte använda för starka signaler så att andra användare störs. Vilken signalstyrka som får användas av varje mobiltelefon bestäms av basstationen. Detta är exempel på system där reglertekniska principer framgångsrikt har använts.

Den grundläggande principen i varje reglersystem är återkoppling. För att förklara begreppet återkoppling tar vi farthållaren som exempel om tänker oss att vi kör mot en uppförbacke. Om man som förare håller konstant gaspådrag när bilen kommer till uppförbacken så kommer hastigheten att minska. Föraren kompenserar detta genom att titta på hastighetsmätaren och öka gaspådraget. Detsamma händer i farthållaren. Aktuell fart mäts, vilket ger en *mätning*. Om den uppmätta farten är under den önskade farten så ökar gaspådraget, om den är över den önskade farten minskar gaspådraget. Farten (mätningen) påverkas alltså genom att ändra gaspådraget (*styrningen*). Detta mätande och ändrande av gaspådrag sker kontinuerligt för att hålla konstant fart. Den beräkningsenhet som bestämmer hur mycket gaspådraget (styrningen) ska ändras beroende på den uppmätta farten (mätningen) kallas för *regulator*.

Traditionellt har reglertekniska principer används på små enkla system. På senare år har metoderna utvecklats för att kunna reglera större och mer komplicerade kopplade system. Exempel på ett kopplat system är ett system med många vattenkraftverk som är utplacerade vid flera olika ställen längs en flod. Kraftverken påverkar de kraftverk som ligger nedströms genom den mängd vatten de släpper igenom sina turbiner. Målet för de kopplade vattenkraftverken är att tillsammans producera en förutbestämd mängd elenergi. Detta ska ske samtidigt som för höga och för låga vattenflöden och vattennivåer ska undvi-

kas, oberoende av nederbörd. Ett annat exempel på kopplade system är kemikalietillverkning i processindustrin. En kemikalie går ofta igenom flera olika delprocesser innan den slutgiltiga produkten är färdig. För att den slutgiltiga produkten ska hålla så hög kvalitet som möjligt ska flödena av kemikalier mellan delprocesserna styras så att flödesvariationerna blir så små som möjligt, även om problem inom någon av delprocesserna uppstår.

AVHANDLINGENS BIDRAG

I avhandlingen har nya metoder för modell- och optimeringsbaserad styrning tagits fram. I den bakom modell- och optimeringsbaserad reglering är att skapa en matematisk modell av det system som ska styras. Denna modell beskriver hur styrningen som skickas in i systemet påverkar mätsignalen. Baserat på denna matematiska modell kan en uppskattning av hur en viss styrning påverkar mätsignalen framöver göras. Av alla möjliga styrningar som går att skicka till systemet ska den som gör att den uppskattade mätsignalen beter sig så likt det önskade beteendet av mätsignalen som möjligt väljas. Detta urval görs genom att specificera en matematisk *kostnadsfunktion*. Denna funktion avgör hur väl de olika scenarierna överensstämmer med det önskade beteendet och det scenario med bäst överensstämmelse (den *optimala*) väljs. Denna urvalsprocess kallas för *optimering*.

Ett av avhandlingens bidrag är effektivare optimeringsalgoritmer för modell- och optimeringsbaserad reglering på kopplade system. Målet för algoritmen är att så snabbt (eller med så lite kommunikation) som möjligt utvärdera vilken styrning som är bäst. Det är ofta inte nödvändigt att välja den optimala styrningen, utan bara att välja en styrning som är bra nog för att systemet ska erhålla önskade egenskaper. Ett annat bidrag i avhandlingen är metoder för att i optimeringsalgoritmen avgöra om en styrning är tillräckligt bra för att systemet ska bete sig som önskat. Detta gör valet av styrning snabbare än om den optimala styrningen måste väljas.

De teoretiska verktygen som har utvecklats i avhandlingen har applicerats på ett simulerat system med kopplade vattenkraftverk. Resultaten visar att de utvecklade metoderna med fördel kan användas för reglering av stora kopplade system.