



LUNDS
UNIVERSITET

Enkla regulatorer för storskaliga system

Carolina Bergeling
Institutionen för Reglerteknik

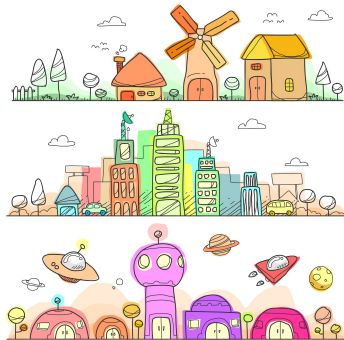
Populärvetenskaplig sammanfattning av doktorsavhandlingen *On H-infinity Control and Large-Scale Systems*, juni 2019. Avhandlingen kan laddas ner från: <http://www.control.lth.se/publications>

Vi är alla beroende av ett flertal storskaliga system i vår vardag. Exempelvis så är de allra flesta hushåll kopplade till elnätet och vi nyttjar vägnätet för att pendla till jobbet. Reglerteknik kan användas för att försäkra att dessa system fungerar på ett bra sätt. I själva verket utnyttjas reglertekniken redan inom många användningsområden, bland annat för att garantera stabil elförsörjning via vårt elnät.

Reglerteknik baseras på återkoppling av information från till exempel mätningar. Föreställ dig ett rum där temperaturen regleras med hjälp av ett värme/kyla-system. Detta kan vara ett element eller en luftkonditioneringsenhet. I rummet finns även en termometer för att avläsa temperaturen. Vi önskar nu att temperaturen hålls så nära 21 grader som möjligt trots störningar. Exempel på störningar kan vara att ett fönster öppnas eller att utomhustemperaturen sjunker. Istället för att behöva styra värme/kyla-enheten på egen hand, så att temperaturen hålls på önskad nivå, kan en reglerteknisk styrslag användas och göra det automatiskt.

Att skapa reglertekniska styrslagar för just storskaliga system kräver tyvärr ofta många och svåra beräkningar. Tänk dig ett flerbostadshus där temperaturen i varje rum ska regleras. Likt tidigare är varje rum utrustat med en termometer och en värme/kyla-enhet. Däremot är temperaturnivån i ett rum endast tillgänglig för värme/kyla-enheten som är installerad i det specifika rummet.

Förutom att hålla temperaturen i rummen på önskad nivå, trots störningar, är målet nu att koordinera värme/kyla-enheterna på ett sådant sätt att den totala energiförbrukningen blir den minsta möjliga. För att inte



Effektiv temperaturreglering i bostäder är en del av forskningen för att skapa smarta samhällen.

behöva installera en central beräkningsenhet, som även måste inhämta information från alla värme/kyla-enheter, ska målet kunna uppnås genom beräkningar utförda lokalt i varje rum. För att kunna koordinera sin verkan måste därför enheterna kommunicera med varandra och utbyta information om temperaturen i rummen. Det är även önskvärt att de lokala beräkningarna kan utföras med så lite informationsutbyte mellan enheterna som möjligt. Denna begänsning på informationsdelning måste tas i beaktning vid designen av styrlagen.

Det beskrivna scenariot kan formuleras som ett matematiskt problem. Om rummen är många blir dock beräkningarna som krävs för att lösa problemet, alltså för att bestämma beteendet hos varje enskild värme/kyla-enheten, mycket svåra att genomföra. Denna avhandling ger en lösning på detta problem, nämligen en styrlag som rentav kan anges på en enkel matematisk form och som endast kräver att en värme/kyla-enhet kommunicerar med enheterna i angränsande rum. Det behövs alltså inte ett beräkningsprogram för att beräkna lösningen till problemet. Samtidigt krävs det endast begränsat med kommunikation för att styrlagen ska kunna användas.

Designen av en reglerteknisk styrlag är beroende av hur man definierar systemets prestanda, vilket kan göras på många olika sätt. I detta arbete har styrlagen designats så att systemet kan hantera värsta möjliga störningar. Styrlagen kan alltså reglera systemet så att det beter sig på önskat sätt även när det utsätts för dessa störningar.

Avhandlingen undersöker egentligen en klass av matematiska modeller till vilken modellen för temperaturreglering tillhör. Andra möjliga tillämpningar är bevattningssystem och elektriska nätverk. Det visar sig att det matematiska designproblemet för system i denna klass kan förenklas. I själva verket visar det sig att man endast behöver ta hänsyn till systemets mest dominanta beteende, vilket förenklar problemet.

Styrlagen visar sig ha ett flertal fördelaktiga egenskaper för just storskaliga tillämpningar. Exempelvis tar den hänsyn till de restriktioner som finns på informationsdelning mellan olika delar av systemet, likt i fallet med temperaturreglering. Den visar sig även vara ett värdefullt verktyg för reglering av fysikaliska system där storheten beror både på tid och rum. Ett exempel är temperaturdynamiken hos ett objekt, vilken beskrivs med hjälp av värmeledningsekvationen. Dessutom kan styrlagen användas som ett riktmärke vid utvecklingen av designmetoder för generella system.

För att vidareutveckla styrlagen som presenteras i denna avhandling är det viktigt att införa olinjär dynamik i analysen. Detta kan användas för att beskriva exempelvis maxvärden på styrsignaler, vilket i praktiken alltid existerar. Det är även av intresse att undersöka om styrlagar med liknande egenskaper kan bestämmas när prestandan hos systemet beskrivs på ett annorlunda sätt.