

## Effektivisering och förenkling av komplexa och detaljrika matematiska modeller

Matematiska modeller är vanligt förekommande inom produktutveckling. I vissa fall kan dessa modeller vara mer detaljerade än nödvändigt, vilket gör delar av utvecklingsprocessen onödigt resurskrävande. Det är därför av intresse att använda sig av en metod för att förenkla och effektivisera modellerna.

Föreställ dig att du kör en bil. Som förare vill du förstås veta hur fort du kör. Tänk dig att bilens dator måste ta hänsyn till varje liten detalj om bilen i uträkningen av farten, till exempel vindrutetorkarnas position, antal varv hjulen snurrar per sekund och bromsvätskans temperatur. Den väldigt exakta modellen av bilen gör att beräkningen tar alldeles för lång tid. För att snabba upp beräkningarna behövs en förenklad modell av bilen som bara innehåller de komponenter som påverkar bilens fart.

En matematisk modell kan ses som en representation av en verklig situation som man på något sätt vill kunna förstå eller beskriva. Modeller kan vara av varierande kvalitet, det vill säga vara mer eller mindre representativa av verkligheten. Du kanske är benägen att tro att du alltid vill ha en så bra modell som möjligt. En sådan modell kan dock bli för komplex och svårhanterlig, även om den låter tilltalande. I vissa fall, som exemplet med bilen, behövs inte en detaljerad beskrivning. Tekniken för att reducera en komplicerad modell till en förenklad variant kallas ofta för *reduced order modelling* (ROM).

I detta arbete har två olika metoder för ROM undersökts med målet att skapa en mer lätthanterlig modell som beskriver verkligheten **tillräckligt** bra. Med andra ord, inte är mer detaljrik än vad som krävs för att beskriva situationen i fråga. Mer specifikt har metoderna *dynamic mode decomposition* (DMD) och *Koopman spectral analysis* använts, där artificiell intelligens (AI) användes

i den senare.

För att reducera modellens komplexitet behöver de mest relevanta beteenden identifieras. Metoderna som användes är baserade på att det finns en stor mängd data på hur den komplicerade modellen beter sig. Utifrån datan identifieras de mest betydelsefulla karaktärsdragen. Dessa relativt få karaktärsdrag kan sedan användas för att ge en grov bild över hur modellen uppför sig. Förhoppningen är att den reducerade modellen ger en generell bild av ursprungsmodellen. Den ska således kunna användas i nya situationer som inte framgår från datan.

I detta arbete har en väldetaljerad modell av ett bromssystem för tunga fordon studerats. Med hjälp av DMD togs en reducerad modell fram som fångade det generella beteendet av systemet. Modellen reducerades kraftigt och är effektivare än ursprungsmodellen. Däremot, visade sig den AI-baserade metoden ha svårt att hitta en meningsfull förenklad modell. Det kan förmodligen till viss del förklaras med att datan som användes inte var representativ. Nämnvärt är att metoden tillämpades på några enklare exempel med goda resultat, vilket visar på potential.

Slutsatsen av arbetet är att DMD är en lovande metod för ROM eftersom den är relativt simpel och har visat goda resultat. Den AI-baserade metoden visar god potential, men kräver vidare undersökning för att kunna tillämpas framgångsrikt på bromssystemet.