



LUNDS
UNIVERSITET

Förbättringar och analys av algoritmer för stora optimeringsproblem

Mattias Fält

Institutionen för Reglerteknik

Populärvetenskaplig sammanfattning av doktorsavhandlingen *Convergence Analysis and Improvements for Projection Algorithms and Splitting Methods*, februari 2021. Avhandlingen kan laddas ner från: <http://www.control.lth.se/publications>

Denna avhandling undersöker hur algoritmer som används för att lösa stora optimeringsproblem kan göras snabbare.

Optimeringsproblem uppkommer inom alla ingenjörsområden och finns dolda överallt i vardagen. Närmaste vägen till affären räknas ut av din GPS, Netflix räknar ut personliga förslag till dig baserat på vilka filmer och serier du redan sett.

I många fall är det dock inte uppenbart att ett optimeringsproblem löses. När datan från en magnetkamera på sjukhuset ska presenteras som en bild på skärmen, löses ofta ett optimeringsproblem. När moderna rymdraketer landar igen efter att ha levererat sin last i omloppsbanan, löses optimeringsproblem många gånger per sekund så att landningen ska gå så bra som möjligt. För att din mobil ska kunna översätta ditt tal till text så har ett program tränats av en optimeringsalgoritm för att göra så få fel som möjligt.

I dagens samhälle lagras allt mer data som kan användas för att hitta bättre eller effektivare lösningar till dessa problem. Men i takt med att datamängden ökar och klurigare problem angrips så får de algoritmer som tidigare använts allt svårare att hantera problemen. En ny klass av algoritmer har därför utvecklats som är bättre på att hantera storskaliga problem. Även om dessa algoritmer ofta är väldigt snabba så kan de också vara opålitliga rent tidsmässigt — ofta tar det bara en bråkdel sekund att lösa problemet men ibland kan det ta flera minuter. Detta kan bero på flera olika saker. Ibland



Raketerna från SpaceX Falcon Heavy landar igen efter att ha levererat sin last i rymden. För att landa mjukt och effektivt måste de lösa komplicerade optimeringsproblem hela vägen ner.¹

¹ Foto: "Falcon Heavy Demo Mission" av SpaceX [flickr.com/spacex](https://www.flickr.com/photos/spacex/), CC (by,nc)

är problemet dåligt formulerat — när du ska köra från Lund till Stockholm är det t.ex. inte meningsfullt för din GPS att räkna ut exakt vilken fil du ska ligga i och vilken hastighet du ska hålla i varje sekund på vägen. I vissa fall kan man skriva om sitt optimeringsproblem eller byta algoritm för att komma runt detta problem. Men ibland är det den specifika datan som är problematisk, om två olika vägar är nästan exakt lika långa kan algoritmen få svårt att välja mellan dem, och olika algoritmer kan få problem på olika ställen. Därför är det viktigt att algoritmerna inte blir för långsamma även när problemet råkar bli extra svårlöst.

Denna avhandling undersöker vad det är som får vissa algoritmer att bli långsamma från ett matematiskt perspektiv. Formuleringen är oberoende både av vad det specifika problemet är och vilken data som används. För att kunna göra detta så studeras först väldigt enkla formuleringar där det är möjligt att förstå matematiskt vad det är som får en algoritm att bli långsam. Det blir då möjligt att justera algoritmen så att den blir snabbare. Även om denna enkla formulering inte kan användas direkt för att lösa exemplet ovan, så ger den viktiga insikter som kan användas på mer komplicerade problem.

Vi föreslår flera olika justeringar som kan användas för att snabba upp olika algoritmer i de fall de blir långsamma. Genom att förstå hur de olika parametrarna i algoritmerna påverkar hur snabba de är så kan vi justera dem så att de svåraste fallen blir så snabba som möjligt. Därmed kan storskaliga optimeringsproblem lösas både snabbare och mer pålitligt.