

Populärvetenskaplig sammanfattning

De praktiska tillämpningarna av datorseende och artificiell intelligens har ökat markant det senaste decenniet och finns bland annat inom säkerhetsbranschen, fordonsindustrin, sjukvården, jordbruksindustrin och finansvärlden. Även om applikationerna är många är den grundläggande matematiken bakom ofta densamma—detta ådagalägges i praktiken av denna avhandling där allt från industrirobotar, drönare och diverse deformerande objekt huserar.

Avhandlingen är uppdelad i tre delar. I den första delen ägnar vi oss åt att studera ett problem som uppstår då man önskar att navigera i ett område karakteriserat av plana ytor. Typiskt finner vi oss i sådana situationer då vi är inomhus; här finns väggar, golv och tak. Vi kan t.ex. tänka oss en industrirobot som rör sig på ett golv i en fabrik, för att nämna en praktiskt applicerbar situation. Flertalet metoder existerar redan idag för självstyrande fordon och nästan alltid är det fördelaktigt att använda oss av all information vi kan få om den tänkta miljön. Om vi nu vet att det finns plana ytor, då bör vi också använda detta antagande när vi skapar algoritmerna. Vi studerar det monokulära fallet, d.v.s. när en kamera finns tillgänglig, samt det binokulära fallet, då två kameror finns tillgängliga. Det visar sig att när vi tar hänsyn till de plana ytorna blir metoderna mer stabila och positionsbestämningarna mer exakta. I det binokulära fallet visar vi att det är möjligt att förbättra resultaten ytterligare, genom att anta att kamerorna verkar i en stelkroppsrörelse, vilket innebär att kamerornas orientering och avstånd till varandra förblir oförändrade oberoende av hur fordonet rör sig. Detta kan garanteras genom en mekanisk konstruktion som låser fast kamerorna i dessa lägen.

I den andra delen fördjupar vi oss återigen i inomhuspositionering, men denna gång specifikt för drönare. Den stora skillnaden i detta fallet är att drönare har andra sensorer som vi kan dra nytta av. I vårt fall antar vi att drönaren har en IMU (ibland tröghetsmåttighet på svenska), som kan hjälpa till att uppskatta drönarens rotation relativt gravitationsriktningen. Detta gör att antalet frihetsgrader minskar, men ger samtidigt upphov till att de styrande ekvationerna försvåras och ej längre är angripbara med elementära metoder. Den bakomliggande matematiken som gör det möjligt att lösa des-

sa typer av ekvationer är densamma som i fallet för industriroboten. Vi visar att de nya ekvationerna också går att lösa, samt att detta kan göras tillräckligt snabbt för att i realtid kunna processera resultaten på drönaren. Dessutom är den föreslagna metoden numeriskt stabil och noggrannheten i positioneringsestimaten är bättre än för befintliga metoder.

Slutligen studerar vi ett område inom matematiken som kallas lågrangsapproximation, i vilket flera intressanta fall av datorseende finns representerade. Applikationerna är närbesläktade de positioneringsproblem som studerades i de första två delarna av avhandlingen, men metoderna är annorlunda och vi tillåter nu även dynamiska objekt. Detta kan vara människor och djur som rör sig eller objekt som deformeras. Återigen finner vi att en och samma bakomliggande matematiska grund leder till många olika tillämpningsområden. I dessa fall ökar komplexiteten och problemen är ofta underbestämda, d.v.s. att det finns väldigt många lösningar som ger ett bra återprojiceringsfel, men av dessa är få fysikaliskt rimliga. Av detta kan man dra slutsatsen att återprojiceringsfelet, d.v.s. skillnaden mellan de uppmätta tvådimensionella bildpunkterna och de skattade (från en 3D-modell), ej ger tillräcklig information för att erhålla de sökta positionerna i rummet. För att kunna utesluta falska lösningar kan man introducera regulariserare, som t.ex. straffar ofysikaliska lösningar. Vårt bidrag utgör ett nytt ramverk för att effektivt kunna använda regulariserare inom flertalet applikationer. Detta ramverk använder andra ordningens approximationer lokalt, för snabbare konvergens, men har även garantier för globala optima i några fall, vilket är ovanligt för denna typ av optimeringsmetoder.