



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Förarlösa fordon

Karl Berntorp

Institutionen för Reglerteknik
Maj 2014

Populärvetenskaplig sammanfattning av doktorsavhandlingen *Particle Filtering and Optimal Control for Vehicles and Robots*. Avhandlingen kan laddas ner från www.control.lth.se/publications.

Filmer, böcker och utfästelser om självgående bilar och smarta robotar har avlöst varandra under många decennier. De har gjort de mest fantastiska saker, och i vissa sammanhang har de till och med utmanövrerat oss människor och tagit över världen.

I verkligheten är det emellertid så att självgående bilar och robotar, i den mån de funnits, endast har kunnat utföra relativt enkla uppgifter. Det senaste decenniet har det dock hänt en hel del, och anledningen är till stora delar de snabba datorernas förtjänst. Med all datorkraft som finns nuförtiden kan robotar och bilar programmeras så att de utför många sysslor som tidigare bara människor klarat av. En annan anledning är teknikutvecklingen, vilken möjliggjort att man numera kan mäta massa olika saker på fordonen och robotarna. Dessa mätningar kan vara bra att ha när man ska programmera dem. Ett typexempel på en uppgift som människor klarat av bättre än robotar är avancerade manövrar i bilar— när föraren inte pratar i mobiltelefon förstås.



Fotograf: Christopher Batt. Källa: Wikimedia Commons.

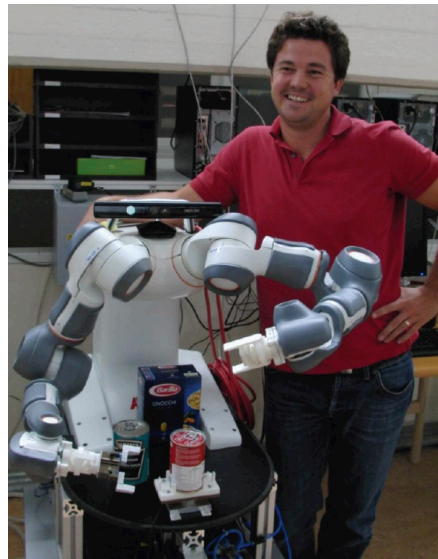
En rallyförare balanserar på två hjul, något en förarlös bil i dagsläget inte klarar.

- Hur ska alla mätningar samordnas så att maximal information om fordonen och robotarna kan fås?
- Hur ska fordonen och robotarna styras så att de kan utföra sådant som människor har kunnat göra sedan länge?

Detta är de två huvudfrågeställningarna som avhandlingen *Particle Filtering and Optimal Control for Vehicles and Robots* behandlar.

Det finns flera motiveringar till att låta robotar sköta sysslor som tidigare varit förbehållet människor. En given anledning är tristess. En stor anledning till bilolyckor är ouppmärksamhet i trafiken. I Sverige dör ungefär 400 människor i trafiken varje år, och till den siffran tillkommer en stor del skadade. Enbart i februari 2014 dog 19 personer i vägtrafiken. Den mänskliga faktorn ligger bakom en del av dessa olyckor, och genom att programmera bilarna att köra själva kan vissa olyckor undvikas.

En annan anledning till självgående robotar är att kunna avlasta människor från monotona och slitsamma arbetsuppgifter. En robot kan utföra samma sak många gånger om utan att bli uttråkad. De kan dessutom jobba dygnet runt.



Karl Berntorp med tvåarmad robot. Roboten är tänkt att hjälpa människor med monotona arbetsuppgifter.

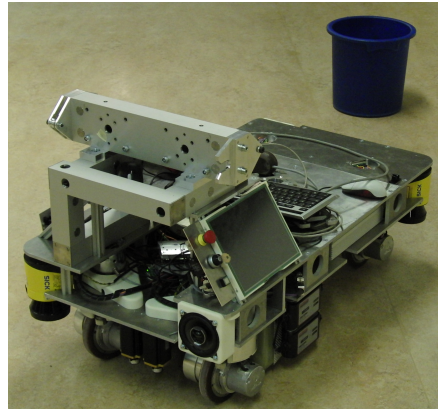
Genom att kombinera olika mätinstrument, till exempel kameror, hastighetsgivare och accelerationsmätare, kan positionen och hastigheten på robotar och bilar bestämmas med stor noggrannhet. Med hjälp av foton från en kamera kan ett föremåls position gentemot sin omgivning bestämmas genom matematiska beräkningar. Dessa beräkningar kan ibland utföras flera gånger i sekunden. Det är dock fortfarande så att beräkningarna tar en viss tid, även med dagens kraftfulla datorer. Detta leder till fördröjning av positionsangivelsen från kameran. En fördröjning i sig är ganska

lätt att ta hand om. Det blir dock svårare när andra mätinstrument *inte* innehåller fördröjningar. Det finns till exempel mätinstrument som kan mäta accelerationen flera hundra gånger i sekunden. När långsamma och snabba sensorer kombineras kan det bli problem, för då levereras inte alla mätningarna i den ordning som de utfördes. Avhandlingen innehåller metoder för att ta detta i beaktande. Detta är viktigt då fler och fler mätinstrument blir mer avancerade. Det är också så att med fler mätinstrument blir kommunikationsvägarna mer belastade, vilket också leder till förseningar av mätningarna. Detta kan liknas vid trafiken i rusningstid: Ju fler bilar som är ute på vägarna, desto långsammare går det.

Ett annat ämne är metoder för att kunna bestämma rörelsen på en bil med hög noggrannhet, till och med när bilen rör sig väldigt fort. Genom att skatta positioner, hastigheter och lutningsvinklar samtidigt kan förbättrad rörelseinformation fås. Bland annat genom att utföra experiment på en bil som kör under racingliknande förhållanden, kan vi se att noggrannheten på rörelseuppskattningen blir väldigt hög. Detta underlättar mycket då säkerhetssystem för bilar ska konstrueras. Säkerhetssystem, till exempel ett antisladdsystem, är beroende av bra rörelseinformation. Tänk dig att du kör i en snäv kurva, till exempel en rondell, och får plötslig sladd på bilen på grund av en isfläck. För att antisladdsystemet ska kunna korrigera för detta krävs att sladden upptäcks ögonblickligen. Metoden som utvecklats består med denna information.

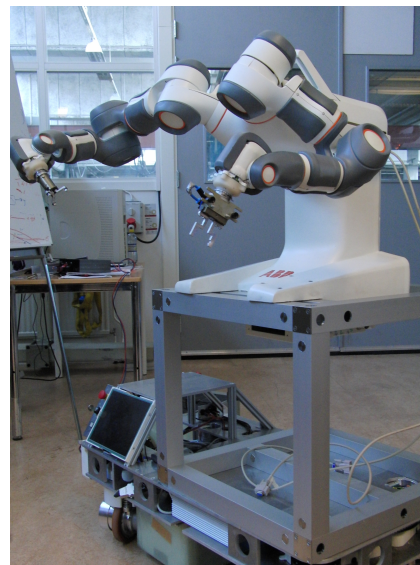
Det andra området som behandlas i detta arbete är hur alla förbättrade metoder för rörelseskattning faktiskt kan utnyttjas för att förbättra robotarnas kunskaper. En metod som ska se till att bilar håller sig på vägen har utvecklats. Idealscenariot är att bilen alltid styrs självständigt, men metoden kan även användas som ett avancerat säkerhetssystem. Genom att utnyttja att bilar kan bromsa och gasa alla hjul individuellt är det möjligt att få förbättrad prestanda. Det finns fortfarande hinder på vägen för att få denna typ av metoder att fungera för riktiga bilar, men detta är ett steg i rätt riktning.

Vi har i avhandlingen även utvecklat en metod, samt visat hur denna metod ska programmeras i praktiken, för att automatisera transport och behandling av varor i fabriker. För utvärdering har en speciell mobilrobot använts. Det finurliga med roboten är att den kan svänga och köra individuellt med varje hjul. Detta gör att roboten med fördel kan användas i trånga utrymmen, till exempel smala korridorer. En sak som mobilrobotar traditionellt varit ganska dåliga på är att röra sig självständigt i områden med många hinder. Hinder kan vara bord och papperskorgar, men även människor i rörelse eller rent utav andra robotar. Något som har undersökts är hur robotar kan programmeras för att undvika hinder på bästa möjliga sätt.



En mobilrobot används för att utvärdera metoder för automatisk navigering. Två gula lasrar på roboten används för att mäta avstånd till omgivningen.

Tänk dig att du ska hämta ett paket pasta i skafferiet. Mobilroboten kan jämföras med dina ben, som tar dig fram till skafferiet. Vad är då armar och händer? En tvåarmad robot, såklart. Avhandlingen innehåller ett exempel på hur en mobilrobot och en tvåarmad robot kan användas tillsammans för att plocka upp en vara på ett ställe och ställa ner det på ett annat. För att kunna göra detta ställs vissa krav. För det första måste programmeringen ske på ett systematiskt sätt, så att varje scenario inte måste skrivas om från grunden. För det andra, när du ska ta tag i pastapaketet använder du typiskt sett information från både dina ögon (i princip två kameror) och dina händer. Ögonen hjälper till att lokalisera paketet och händerna används för att finjustera så att du får ett stadigt grepp. Genom att utrusta roboten med kameror som beräknar var den är samt med mätinstrument som känner när den kommer i kontakt med sin omgivning, är det möjligt att utföra ovanstående scenario med precision.



Mobilroboten kan även kombineras med en tvåarmad robot, vilket ökar användningsområdet väsentligt.