

Kandidatavhandling i datateknik

**PS. Inte helt klart pga. tekniska problem som resulterade i en del förlorat material.**

**(Det som (eventuellt) kommer ändra markerat med rött)**

# Automation i bilar för ökad säkerhet i trafiken

Sara Ahoranta

Fakulteten för naturvetenskaper och teknik

Informationsteknologi

Handledare: Hannu Toivonen

Åbo Akademi, 2015

## Referat

Årligen sker det otaliga olyckor där ca 200-400 personer omkommer. Många av olyckorna kunde undvikas, förutom försiktighet av chaufförerna, med diverse hjälpsystem.

Denna avhandling behandlar ett par vanliga och några lite nyare förarhjälpssystem, så som farthållare, avåkningsvarnare och ABS-bromsar, deras funktionalitet och diskuterar hur de i dagens läge ökar säkerheten i trafiken och minskar olycksrisken samt hur de påverkar eller har påverkat utvecklingen av autonoma bilar. Adaptiv arthållare är ett av grundkoncepten som behövs i autonoma bilar, men i dagens läge minskar de risken för påkörningar bakifrån, då systemet skall anpassa fordonets hastighet till hastigheten hos framförförande fordon med hjälp av sensorer och använda denna information för att reglera hastigheten. Avåkningsvarnare och trafikmärkesigenkänning ska agera som hjälp för chauffören för att undvika onödiga farosituationer som kan ske p.g.a. att chauffören inte koncentrerar sig på vad som finns på eller vid vägen. ABS bromsar ska hjälpa chauffören hålla bilen på vägen vid panikbromsningar.

Optimistiskt sett borde dessa system minska olyckorna i trafiken, och på de senaste åren har mängden olyckor sjunkit hela tiden, eventuellt p.g.a. att de moderna bilarna blir allt vanligare i trafiken och de har i allt större grad diverse säkerhetsfrämjande system installerade. Dessa system som sådana är inte tillräckligt för att skapa en säker autonom bil, utan man måste kombinera dessa på ett optimalt sätt.

## Nyckelord

förrarhjälpssystem, avåkningsvarnare, ABS, trafikmärkesigenkänning

## Innehåll **kolla att den är korrekt**

1 Inledning .....	4
2 Hastighetsreglering .....	6
2.1 Farthållare .....	6
2.1.1 ”Den övre regulatorn” .....	6
2.2 Adaptiv farthållare .....	7
2.2.1 Individual vehicle stability och köstabilitet .....	9
3 Igenkänning av objekt på och vid vägen.....	11
3.1 Avåkningsvarnare .....	11
3.2 Igenkänning av trafikmärken .....	14
4 Bromsautomatik och styrbarhet .....	17
4.1 ABS-bromsar .....	17
4.1.1 ABS-funktionalitet.....	17
4.2 Elektronisk stabilitetskontroll .....	18
5 Avslutning.....	20
Källor .....	21

# 1 Inledning

Självkörande bilar låter som någonting från framtiden, men redan på 1980-talet fanns det autonoma, dvs. självkörande bilar på TV och film. I TV-serien *Knight Rider* (1982-1986) fanns "Kitt" (Knight Industries Two Thousand), en artificiell intelligent datormodul insatt i en högteknologisk Pontiac Trans Am. Kitt kunde bland annat köra självständigt, undvika hinder samt söka upp information på internet. De självkörande/autonoma bilar som håller på att utvecklas i dagens läge är inte riktigt lika avancerade, men de bör till en viss grad kunna "tänka" och agera så som människan gör i trafiken. För att de "ska kunna släppas fria" i trafiken, bör de kunna garantera säkerhet i trafiken.

Enligt statistik från Trafikverket för år 2013 [3] inträffade det i Finland på landsvägarna 2741 polisrapporterade olyckor, där 190 personer omkom och 3677 personer skadades. Allt som allt omkom 258 och skadades 6681 personer i trafikolyckor på landsvägar, privatvägar och gator. Den vanligaste olyckstypen var singelolyckor, där 1248 personer skadades och 62 omkom. I figur 1.1 finns olika olyckstyper specificerade och statistik från 2013 presenterad.

Olyckstyp	Omkomna	Skadade
Singelolycka	62	1248
Avsvängningsolycka	10	300
Omkörning	5	109
Korsning	11	388
Mötesolycka	60	391
Påkörning bakifrån	3	468
Moped	1	193
Cykel	9	167
Fotgängare	16	88
Viltolycka	3	127
Övriga	10	198
<b>Sammanlagt</b>	<b>190</b>	<b>3677</b>

**Figur 1.1.** Följderna av trafikolyckor enligt olyckstyp på landsvägar år 2013. (förenklad tabell från tabell 12 i [3] )

Trafikskyddet anger att överhastighet, rattfylleri samt trötthet är de största bidragande orsakerna till de olyckor som sker sommartid [4]. Dessa orsaker till sämre koncentrationsförmåga, vilket i sin tur kan leda till krockar och avkörningar. I moderna bilar finns i allt högre grad diverse system som skall hjälpa föraren att köra säkert och minska olycksrisken.

Denna avhandling kommer att presentera ett par förarhjälpssystem (eng. *driver assistance system*) som ökar såväl säkerheten hos den individuella chauffören men också trafiksäkerheten överlag. Med förarhjälpssystem avses system som skall minska förarens ”arbetsbörda”. I normala förhållanden bidrar systemen mest till att öka bekvämligheten hos föraren, medan de i situationer där säkerheten hos passagerarna och andra trafikanter är hotade ska minska riskerna för allvarliga olyckor. Tanken är att presentera vad som ligger bakom de knappar eller varningssystem som finns i bilen, dvs. beskriva hur diverse system fungerar för att hjälpa chauffören.

*Ändra stycket i Inledning:*

*Redan på 1980-talet framställdes självkörande, autonoma bilar på tv och film. I dagens läge börjar detta bli realitet, men förrän man kan överlåta kontrollen helt och hållet till fordonen, måste alla säkerhetsaspekter vara fixade.*

## 2 Hastighetsreglering

### 2.1 Farthållare

Farthållare (eng. *Cruise Control*, *CC*) är ett system som skall hålla fordonets av föraren bestämda hastighet konstant utan att föraren behöver trycka på gasen eller bromsen [1]. Systemet mäter fordonets hastighet och ifall skillnaden mellan den förbestämda hastigheten och fordonets egentliga hastighet är positiv, måste systemet accelerera, eftersom den egentliga hastigheten är för låg. Ifall skillnaden är negativ, bör systemet bromsa in, eftersom hastigheten är för hög. Än så länge kan farthållare inte aktiveras i hastigheter som understiger 30 km/tim. [1,2]

Farthållarsystemet är ett hierarkiskt system bestående av två regulatorer. Den **högre nivåns** regulator bestämmer den önskade accelerationen för fordonet, medan den **lägre nivåns** regulator reglerar gaspedalen så att den önskade accelerationen eller inbromsningen åstadkoms [1]. Chauffören kan själv överskrida systemet genom att trycka ner kopplingspedalen eller stänga av det från samma knapp som den aktiverades.

#### 2.1.1 Regulatordesign

Rajamani [1] säger att en typisk algoritm som används för den övre regulatorn är en PI-regulator som använder felet i hastigheten som återkopplingssignal [1]:

(2.1)

där  $v_d$  är den av föraren bestämda hastigheten och  $v$  den mätta hastigheten.

Definierar följande referensläge [1]:

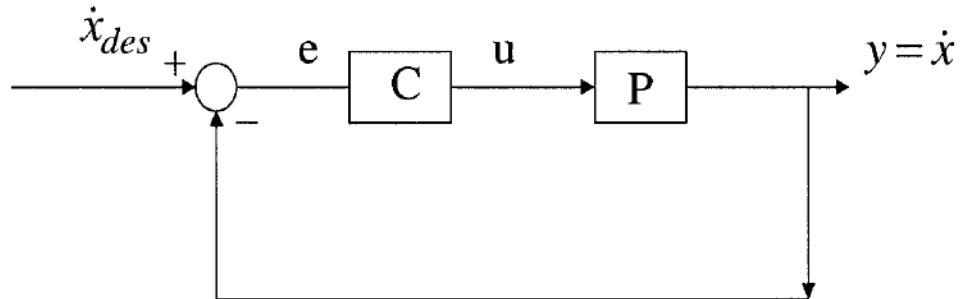
(2.2)

där  $x_d$  är positionen av ett imaginärt referensfordon som åker med referenshastigheten. Den övre regulatorn kan då omskrivas som [1]

(2.3)

Detta är ekvivalent med **inter-vehicle spacing-control** där  $x$  är avståndet till det imaginära fordonet som åker med den önskade referenshastigheten.

Det återkopplade blockdiagrammet som modellerar detta slutna system representeras i Figur 2.1. Denna förenklade modell tar inte i beaktande störningar som beror exempelvis på upp- eller nedförsbackar, friktion eller motvind.



Figur 2.1: Blockdiagram för farthållare [Source: Vehicle Dynamics and Control, s. 131]

Anläggningsmodellen för den övre regulatören är överföringsfunktionen mellan den önskade accelerationen och den egentliga hastigheten och ges av [1]

$$\text{—————} \tag{2.4}$$

PI-regulatorn ges som [1]

$$\text{—} \tag{2.5}$$

Detta ger det slutna systemets överföringsfunktion [1]

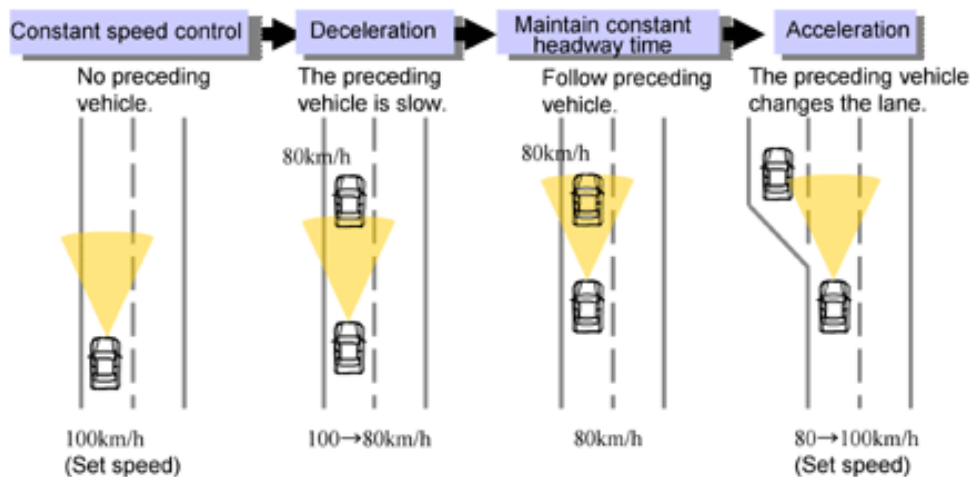
$$\text{—————} \tag{2.6}$$

## 2.2 Adaptiv farthållare

Adaptiv farthållare (eng. *Adaptive Cruise Control, ACC*) är en mer avancerad version av den ”normala” farthållaren. Till skillnad från en reguljär farthållare kan den adaptiva farthållaren anpassa fordonets hastighet enligt övrig trafik. En bil med ACC (bil A) har en radar eller någon annan sensor installerad fram på bilen som mäter avståndet till framförförande fordon. Ifall det inte finns fordon framför, fungerar ACC som vanlig farthållare, dvs. håller den av föraren bestämda

hastigheten konstant. I annat fall bör ACC kunna avgöra om fordonet kan fortsätta köra med samma hastighet utan att riskera säkerheten [1]. Om fordonet framför (bil B) kör saktare än vad föraren för bil A bestämt eller om avståndet mellan bilarna är för litet, övergår ACC från hastighetsreglering till avståndsreglering och kontrollerar både gasen och bromsen för att behålla ett lämpligt avstånd till framförkörande bil (bil B). Figur 2.3 illustrerar hur ACC fungerar i olika situationer, så som beskrivet ovan.

Föraren har möjlighet att ändra på två inställningar på ACC; den önskade hastigheten och tidsskillnaden till framförkörande bil. Tidsskillnaden som kan väljas brukar ligga mellan 1 och 2 sekunder. Tidsskillnaden till framförkörande fordon mäts från radarsignalerna och jämförs med den önskade tidsskillnaden som föraren bestämt. Ifall detta värde är kortare än det önskade, bör ACC reagera på ett sätt som passar trafiksituationen genom att i första hand minska vridmomentet i motorn och ifall nödvändigt genom att bromsa in fordonet. Om tidsskillnaden är större än det önskade, kommer ACC:n att accelerera tills man uppnått samma hastighet som fordonet framför har eller den av föraren bestämda hastigheten är nådd.



**Figur 2.3.** Schematisk illustration över hur ACC fungerar *FIXA EGEN BILD?*

[Source: [http://globaldensoproducts.com/wp-content/uploads/accs\\_image.gif](http://globaldensoproducts.com/wp-content/uploads/accs_image.gif)]

Adaptiv farthållare är ett autonomt system, dvs. den är oberoende av kommunikation med andra fordon och litar sig endast på den radar monterad på

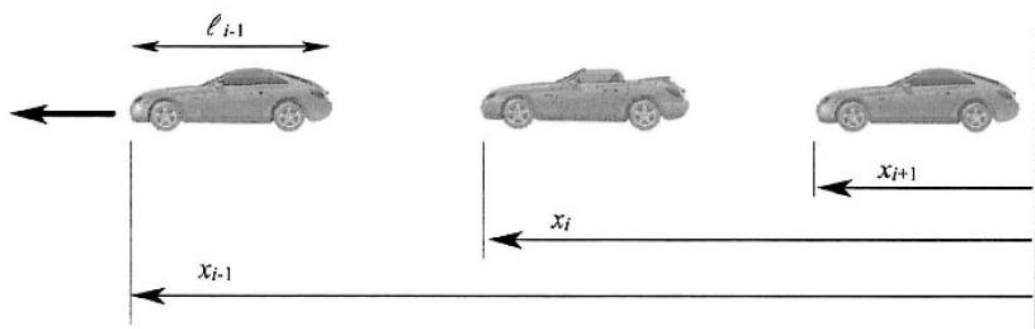


fordonet. Radarn kan detektera fordon upp till ca 200 m framför sig. Radarvågorna som reflekteras från den framförförande bilen analyseras med avseende på tid, Dopplerskift och amplitudförhållande. Dessa faktorer används för att beräkna distans, relativ hastighet och vinkelposition i förhållande till bilen framför.[1,2] **HÄR FATTAS NÅGONTING?**

## 2.2.1 Stabilitet för enskilda fordon och köstabilitet

Reglering av konstant avstånd (eng. *constant spacing policy*) mellan fordon är olämpligt för autonom kontroll. Ett bättre tillvägagångssätt för att adaptiv farthållare ska kunna garantera fordonsstabilitet (eng. *individual vehicle stability*) och köstabilitet (eng. *string stability*) för att inte ställa till med trafikchaos är reglering av konstant tidsavstånd (eng. *constant time-gap policy, CTG*). Med CTG är den önskade *inter-vehicle spacing* inte konstant, utan varierar linjärt med hastigheten.

Fordonsstabilitet innebär att avståndsfelet konvergerar mot noll hos ACC-fordonet då det framförförande fordonet kör med en konstant hastighet. Om det framförförande fordonet ökar eller minskar på hastigheten, förväntas avståndsfelet att vara olika med noll. Med avståndsfelet avses skillnaden mellan den egentliga hastigheten hos det framförförande fordonet och den önskade *inter-vehicle spacing*.



**Figur 2.4:** schematisk illustration (flere ACC-bilar i kö) [Source: *Vehicle Dynamics and Control*, s. 156]

I figur 2.4 finns en kö med fordon som använder sig av en longitudinell kontroll för att följa fordon, dvs. ACC. Låt  $x_i$  vara positionen av det  $i$ :te fordonet i ett

referenssystem, i enlighet med figur 2.4. Avståndsfelet för det  $i$ :te fordonet (ACC-fordonet som beaktas) definieras enligt [1] som

(2.7)

där  $d_{i-1}$  är det önskade avståndet och inkluderar det framförförande fordonets längd  $l_{i-1}$ . Det önskade avståndet  $d_{i-1}$  kan väljas som en funktion av variabler så som fordonets hastighet  $v_{i-1}$ . Reglerlagen för ACC sägs garantera stabilitet för enskilda fordon i en kö om  $d_{i-1} > l_{i-1}$  satisfieras [1].

För att garantera köstabilitet, dvs. att garantera att distansfel inte förstärks då de propagerar mot slutet av kön av ACC-bilar, bör tidsavståndet till föregående bil vara minst 1 sekund. Detta motsvarar ett avstånd på 30 meter mellan fordon då hastigheten är 30 km/tim. Om man antar att alla bilar är 5 meter långa, kan man i teorin uppnå ett maximalt trafikflöde på mindre än 3100 fordon per timme. Köstabilitet garanterar att t.ex. ett avståndsfel mellan två bilar i framändan av kön inte amplifierar till ett enormt avståndsfel mellan två bilar längre bak i kön av ACC-bilar. **HÄR FATTAS NÅGONTING?**

### **3 Igenkänning av objekt på och vid vägen**

För att autonoma bilar ska kunna köra säkert i framtiden, bör de känna igen olika objekt i trafiken, så som trafikmärken och filmarkeringar samt andra objekt. I fordonet finns installerad en kamera som observerar vägen framför. Intelligent algoritmer för datorseende utvecklas för att känna igen de bilder som kameran förmedlar, bland annat filmarkeringar, fotgängare och andra eventuella hinder. [10] Ett stort problem som denna typ av system lider av är att de fungerar relativt dåligt i mörker och dåliga väderförhållanden, så som snöstorm.

#### **3.1 Avåkningsvarnare**

Många singelolyckor sker i bra väderförhållanden och orsakerna är många. Föraren kan missta kontrollen över fordonet exempelvis pga. höga hastigheter, dåliga väderförhållanden, trötthet eller drogpåverkan. I dagens läge är ett vanligt tillvägagångssätt att räffla vägkanten, antingen själva filmarkeringen eller ca 15 cm mot vägrenen. När fordonet lämnar filen och åker på den räfflade delen, produceras ett ljud som varnar chauffören. Detta kräver dock förändringar i infrastrukturen, vilket kan vara väldigt kostsamt.[8]

En alternativ lösning för att minimera avkörningsolyckor är att använda avåkningsvarnare. Avåkningsvarnare är ett system för att känna igen filmarkeringarna på vägen. Ifall fordonet kör över filmarkeringarna utan att blinken åt samma håll är aktiverad, bör systemet ge en signal om att någonting är fel, så att föraren kan agera och vid behov bör systemet kunna ta över kontrollen för att justera bilens körriktning eller bromsa in för att undvika avkörning. Dessa system använder sig av sensorer (oftast kameror med realtidsbildbehandling) för att spåra kännetecken på vägen, så som filmarkeringar. Det vanligaste är att kameran fokuserar på kanterna av vägen och skiljer på färgskillnader mellan asfalten, som är någon nyans av grå och färgerna på filmarkeringarna, oftast vita eller gula. Denna information används för att bestämma fordonets position. Positionen kan sedan användas för att varna eller förutsäga när chauffören är i fara att lämna filen och varna i enlighet med detta.

Avåkningsvarnare är dock inte helt felfria, eftersom de inte kan skilja mellan avsiktliga och oavsiktliga avåkningar och att systemet och

människan har olika uppfattningar om vad som klassas som ”fara”. Systemet vill att chauffören ska hålla sig mellan filmarkeringarna för att undvika olyckor och därmed varnar eller ingriper, medan chauffören själv inte nödvändigtvis anser att köra utanför markeringarna betyder omedelbar fara, t.ex. i de fall då chauffören ginar i kurvorna eller inte använder blinken. Dessa felaktiga varningar eller ingripningar kan minimeras genom att mäta distraktionsnivån hos chauffören med hjälp av en kamera för att följa med chaufförens distraktion [8]. Distraktion i detta sammanhang definieras som att inte titta på vägen framför. Metoden som Pohl m.fl. [8] presenterar baserar sig på att mäta ansiktsvektorn, dvs. i princip mäta åt vilket håll chauffören nästa pekar i förhållande till en referensvektor som pekar mot körriktningen.

Distraktion kan klassas i två typer: visuell och kognitiv distraktion. Visuell distraktion handlar om när chaufförens visuella fokus inte ligger på vägen utan på något annat, t.ex. bilradion. Denna distraktion är relativt lätt att mäta, men kan också ge felaktiga resultat. Kognitiv distraktion handlar om att ”se men inte se”, betydande att man nog tittar på vägen men hjärnan inte registrerar vad man ser, eftersom man är fokuserad på någonting annat som kräver hjärnkapacitet, exempelvis att prata i telefon ger upphov till denna typ av distraktion.

Detekteringsalgoritmen består av två delar. Den första delen, distraktionskalkyl, räknar ut den momentana distraktionsnivån. Den andra delen av algoritmen, beslutsfattaren, avgör om den aktuella distraktionsnivån representerar en distraherad chaufför eller inte. Distraktionskalkylen utnyttjar data från sensorn, nämligen huvudets position och riktning. Positionen är en punkt i fordonets interna koordinatsystem och riktningen är en enhetsvektor som anger åt vilket håll chaufförens huvud pekar. **SÄTT TILL FORMLERNÄ, åtminstone  $D_n(t)$  ?**

Beslutsfattaren använder den av distraktionskalkylen uträknade distraktionsnivån för att avgöra chaufförens egentliga distraktionsnivå. Detta är ett binärt beslut, vilket innebär att en kontinuerlig nivå bör placeras i tillståndet *distraherad* eller *icke-distraherad*. Detta kan åstadkommas med att använda ett dynamiskt eller adaptivt tröskelvärde. Returnering från det distraherade tillståndet bör ske på höga distraktionsnivåer ifall distraktionsnivåfunktionen har minskat en kort stund. Analogt bör systemet gå in i distraktionstillståndet då

distraktionsfunktionen ökar. En adaptiv tröskel som följer denna lag kan skrivas som [8]

---

där  $\tau_1$  och  $\tau_2$  är bestämda tröskelvärden för att lämna och gå in i det distraherade tillståndet. Tiden  $\tau$  anger den minsta tiden av monoton minskning av distraktionsnivån. Beslutsfunktionen kan skrivas som [8]

där  $S(t)$  är resultatet av chaufförens distraktionstillstånd och  $\tau$  är beslutströskeln. Om  $S(t)=1$  ingriper eller varnar systemet, beroende på hurudan version finns installerad just i detta fordon. Varningen ändrar inte på fordonets körriktning, utan kräver att chauffören reagerar och manuellt styr fordonet rätt. Ingripning innebär att systemet nog i viss mening ändrar fordonets körriktning så att den hålls mellan filmarkeringarna, men har inte full kontroll över fordonet, utan den har begränsad auktoritet så att chauffören inte kan ersättas, utan denne måste själv också styra.

Modulen som sköter om att hålla fordonet på körbanan består av två moduler: En modul som reglerar positionen i filen (eng. *lane position control module, LPCM*), som räknar ut den önskade vinkeln och vridmomentet för ratten så att fordonet hålls på filen och en modul som anger ifall fordonet håller på att lämna filen eller inte (eng. *lane departure module, LDM*). LPCM beräknar det vridmoment som krävs för att fordonet inte skall lämna sin fil i två steg. I första steget räknas den behövliga vinkeln för ratten och i det andra steget jämförs detta värde med rattens egentliga vinkel. LDM avgör sedan ifall systemet bör ingripa genom att ändra på rattens vridmoment eller om proceduren ska stoppas. Beslutet att påbörja en intervention baserar sig på tiden när avåkningen kommer att ske. Under antagande att hastigheten åt sidan är konstant, kan tiden till avåkning (eng. *time-to-lanecrossing, TTLC*) skrivas som [8]

---

När tiden understiger en förutbestämd tröskel, t.ex. 0.4 sekunder, som Pohl m.fl.[8] använder, detekterar systemet att en avåkning sker. Huruvida interventionen ska stoppas eller inte bestäms genom att jämföra felet i positionen

sidlänges med filens mittlinje, , vilket antyder den fil där fordonet befann sig före avåkningen och genom att jämföra kursfelet , som anger fordonets vinkel i förhållande till filmarkeringarna till ett förbestämt tröskelvärde. Om kursfelet är mindre än tröskelvärdet, ger den inte upphov till ingripning. Detta innebär att interventionen stoppas då fordonet har återupptagit en stabil filposition och en minimal rörelse i sidläge.

### 3.2 Igenkänning av trafikmärken

Stillastående objekt, så som trafikmärken är enklast att uppfatta. Trafikmärken bör också följa en viss standard enligt lagen och är placerade så att chauffören inte behöver titta bort från vägen, vilket i sin tur underlättar igenkänningen. Utmaningen med dessa system och bakomliggande algoritmer är att de måste vara tillräckligt snabba och pålitliga, då hastigheterna kan uppgå till 120 km/h och många trafikmärken kan ha samma form och färg. Dessutom ställer olika väderförhållanden, så som mörker eller snöstorm och andra omständigheter, t.ex. vandalism, till med problem för igenkänning. [10]

Algoritmen som presenteras här och har undersökts av Barnes och Loy [5] kan känna igen reguljära månghörningar och cirklar. Dessa figurer kan representeras som cirklar representerade med ett antal liksidiga och likvinkliga linjära kanter där antalet kanter varierar mellan tre (en triangel) och oändligt (en cirkel). Denna klass innefattar de flesta trafikmärkesfigurerna, dvs. trianglar, romber, kvadrater, oktogoner och cirklar. Denna detektor har en komplexitet  $O(Nkl)$ , där  $l$  är maximilängden på segment,  $k$  är antalet radier som beaktas och  $N$  är antalet pixlar i bilden. För små figurer är  $l$  och  $k$  små.

Igenkänningen av trafikmärken sker i tre steg. Först måste man bestämma ett område på bilden där märket högst troligen kommer att befinna sig, antingen utgående från färg eller någon annan tidigare information om märkets läge. Trafikmärkena befinner sig nästan alltid ortogonalt till vägen ifall kameran pekar mot körriktningen. I detta fall kommer trafikmärkets yta att vara parallellt till bildplanet av kameran. På snabbt svängande vägar kommer trafikmärket att vara parallellt med bildplanet endast en kort stund, då fordonet är nära trafikmärket, som kommer att vara stort i bilden. Om bilderna från kameran processeras på en bildrutehastighet och det är möjligt att tillförlitligt känna igen

ett trafikmärke från endast ett fåtal bildrutor, kan man anta att trafikmärket ligger parallellt till bildplanet. Sökningen av trafikmärken begränsas sedan till detta sökområde.

Det andra steget är att köra en geometrisk analys på resultatet av en algoritm som känner igen konturer inom sökområdet. Algoritmen plockar sedan ut set de former man söker, t.ex. trianglar och cirklar. Varje set av former är kandidater för trafikmärken.

### **TODO SKRIV OM ALGORITMEN "FÖRSTÅERLIGARE"?**

Algoritmen för att detektera former som kunde vara trafikmärken, som presenteras av Loy och Barnes [5] kan beskrivas som följande:

1. Bestäm vektorfältet för gradienten. Obetydliga gradientelement, vars värde är mindre än något visst tröskelvärde sätts till noll, de övriga elementen normaliseras. Beteckna **outputten** med  $\mathbf{g}$ .
2. Bestäm en  $n$ -vinklig gradient sådan att  $\|\mathbf{v}\| = \|\mathbf{g}\|$  och  $\mathbf{v} = n \mathbf{g}$ , där  $\mathbf{v}$  är enhetsvektorfältet och  $n$  är antalet sidor hor figuren. För en given mängd av kantpunkter  $\mathbf{g}$  är vektorsumman  $\sum \mathbf{g}$ , som indikerar hur bra mängden av kanter  $\mathbf{g}$  passar det vinkelavstånd som specificeras av  $n$ .
3. För varje radie som undersöks:
  - a. Gå igenom varje element olika noll i  $\mathbf{g}$  i tur och ordning, för varje sådant element:
    - i. Bestäm en s.k. röstningspunkt, dvs. en potentiell mittpunkt för en cirkel på ett avstånd  $r$ , där  $r$  är radien för cirkeln som undersöks, längs linjen för gradientvektorn. De "röstade" punkterna kallas "påverkade pixlar" (*affected pixels*) och definieras som  $\mathbf{p}$ , där  $\mathbf{g}(\mathbf{p})$  är enhetsgradienten i punkten  $\mathbf{p}$ .
    - ii. Alla "röster" ackumuleras till en s.k. röstningsbild  $\mathbf{R}$ . Vektorer som pekar på samma pixel summeras i hop. Dessa bildar vektorplanet  $\mathbf{R}$ , vars storlek anger hur bra de punkter som gradientvektorerna "röstat" sammanfaller med den eftersträvade vinkelavståndet.

- b. Beräkna **outputbilden** på radie  $r$  som \_\_\_\_\_, där breddparametern \_\_\_\_\_ – väljs så att varje punkt på en figurkant pekar på den rätta figurmittpunkten.
4. Summera över alla radier  $r \in R$ , där  $R$  är en mängd radievärden där trafikmärket antas ligga, för att bestämma den slutliga **outputbilden S**.

### //SÄTT IN EXEMPELBILDERNA FÖR ALGORITMEN

Det tredje steget i igenkänningen är att jämföra alla kandidater  $S$  mot en databas av trafikmärken och träffen bekräftas om korrelationen mellan kandidatobjektet och ett objekt i databasen är större än ett visst värde, annars kasseras det. I detta skede är trafikmärken förutom detekterade, också klassificerade. [9]

Denna algoritm har enligt [10] påvisat en korrekt detektion av trafikmärken i 95 % av fallen och är oföränderlig till rotation i planet. Metoden kan detektera trafikmärken från vilken vinkel som helst och returnera information om placering och storlek av den detekterade formen. Den låga komplexiteten gör algoritmen passande för realtidsdetektion.



## 4 Bromsautomatik och styrbarhet

### 4.1 ABS-bromsar

Antiblockeringssystem (eng. *Anti-lock braking system*, ABS) utvecklades ursprungligen för att förhindra hjulen att låsa sig vid bromsning. Moderna ABS-system försöker förutom att förhindra hjulen att låsa sig också att maximera bromskraften från hjulen genom att förhindra att det longitudinella hjulslirningsförhållandet (slip ratio) att överskrida ett optimalt värde. Detta är viktigt, eftersom ifall hjulen låser sig kommer det ta en längre tid för fordonet att stanna, då bromskraften minskar. Ifall framhjulen låser sig, blir det väldigt mycket svårare för chauffören att styra bilen.

#### 4.1.1 ABS-funktionalitet

Basfunktionen hos ABS är att antingen behålla eller minska bromstrycket ifall det finns risk att hjulen låser sig. Samtidigt bör ABS tillåta att bromsen trycks in igen när inte längre finns fara för att hjulen kommer att låsa sig.

#### HÄR FATTAS NÅGONTING?

Ett stort problem ABS lider av är att hjulslirningen (**wheel slip**) kan inte beräknas på ett ekonomiskt sätt i vanliga fordon. Oftast är den enda mätningen som finns att tillgå är hastigheten hos de enskilda hjulen. Algoritmer använder sig av dessa hastighetsmätningar för att förutspå ifall hjulet kommer att låsa sig och förutspå ifall det inte längre finns en risk att hjulen låser sig. Beroende på vilken version av ABS som finns installerad på bilen kan den ha tre eller fyra sensorer som mäter hjulens hastighet.[2]

En av de vanligaste ABS-algoritmerna baserar sig på en tröskel för retardation (**deacceleration threshold based algorithm**) [1]. Hjulens retardationssignal används för att förutspå ifall hjulet kommer att låsa sig eller inte. Hjulets retardationssignal definieras här som vinkelretardation multiplicerad med effektiv hjulradie. (**angular deacceleration multiplied by effective tire radius**)

Låt  $\alpha$  vara hjulets retardation definierad som [1]

(4.1)

där  $r$  är det effektiva hjulradiet och  $\omega$  är hjulets vinkelhastighet. Låt  $a_{x1}$  och  $a_{x2}$  vara tröskelvärden för accelerationen, alla positivt definierade med  $a_{x1} < a_{x2}$ .

När chauffören trycker ner bromspedalen och retardationen (*deacceleration*) är mindre än  $a_{x1}$  (dvs. om  $a < a_{x1}$ ) påverkar bromsaktionen bromsarna direkt. När retardationen första gången överstiger  $a_{x1}$  (dvs. om  $a > a_{x1}$ ) påverkar bromsaktionen inte bromsarna direkt, utan istället behålls bromstrycket konstant vid det värde som uppnåddes då retardationen först gången översteg  $a_{x1}$ . Ifall hjulets fortsätter retardera och retardationen överstiger  $a_{x2}$  (dvs. om  $a > a_{x2}$ ) så minskas bromstrycket. Detta kommer att förhindra retardationen hos hjulet ytterligare och kan resultera till att hjulet accelererar. Om hjulets retardation minskar till värdet  $a_{x1}$  (dvs. om  $a < a_{x1}$ ) stoppas tryckförminskningen. Om retardationen sjunker under  $a_{x1}$  (dvs. om  $a < a_{x1}$ ) så påverkas bromsarna igen direkt av bromsaktionen.[1]

#### FIGUR OM OVANSTÅENDE HÄR?

Funktionaliteten hos ABS påverkas också av externa faktorer, däribland friktionskoefficienten, bromsdynamiken och ursprungliga hastigheten. Värdet på friktionskoefficienten mellan hjulet och vägen påverkar intervallet inom vilket hjulslirförhållandet bör hållas. Förutom detta påverkas ABS av bromsdynamiken, som i sin tur påverkas av hur chauffören trycker på bromspedalen i den första cykeln av beräkningarna. I de senare cyklerna påverkas bromsdynamiken av hur trycket i modulatern byggs upp. Dessutom är den ursprungliga hastigheten viktig, eftersom den anger hur fort fordonet kan stanna.

## 4.2 Elektronisk stabilitetskontroll

Elektronisk stabilitetskontroll (eng. *Electronic stability program, ESP*) är ett slutet system, vars främsta uppgift är att förhindra att fordonet ”plogar” eller blir ostabilt och glider åt sidan, speciellt vid svängningar, förutsatt att fordonet hålls inom sina fysiska gränser [2]. Bromsningen aktiveras på individuella hjul på ett målinriktat sätt, t.ex. på det inre (relativt till hållet man svänger) bakhjulet för att motverka understyrning eller det yttre framhjulet för att motverka överstyrning och hjälper att hålla fordonets kurs under alla omständigheter. ESP kan också accelerera fram- eller bakhjulen eller alla fyra hjul, beroende på om bilen är fram-, bak- eller

allhjulsdriven med hjälp av specifika **engine-control interventions** för att garantera fordonets stabilitet. Genom att använda detta koncept av individuell kontroll har systemet två möjligheter för att styra fordonet: den kan bromsa de valda hjulen (selektiv bromsning) eller accelerera de drivande hjulen. [2] **HÄR FATTAS TEXT?**

## 5 Avslutning SKRIV OM?

Denna avhandling presenterade några säkerhetsfrämjande system i moderna fordon. Trots att deras uppgift är att öka säkerheten och minska stressen hos föraren, ligger ansvaret i sista hand ändå hos chauffören.

Optimistisk tänkt kan man tänka sig att i och med att det kommer hela tiden nyare bilar i trafiken och de i allt högre grad har diverse förarhjälpssystem installerade så kommer olycksstatistiken att bli positivare, dvs. färre olyckor torde ske. Om man studerar olycksstatistik från de senaste 10-15 åren, kan man se att årligen har antalet olyckor minskat, kanske just på grund av att de allt nyare och säkrare fordonen blir allt vanligare i trafiken. Trots att inget system kan vara helt bombsäkert, hjälper de ändå till då chauffören gör ett mänskligt misstag, t.ex. missar ett trafikmärke eller kör för nära det framförförande fordonet och måste panikbromsa då den andra bilen saktar in. Att t.ex. avåkningsvarnaren vidtar åtgärder bara då chauffören verkar vara distraherad minskar onödiga åtgärder, men antagligen också påminner chauffören om att denne ska koncentrera sig på att köra och inte på något annat.

I framtiden kanske fordonen är så långt utvecklade och samhället så teknologiskt att människans insats inte behövs för att köra ett fordon. Att utveckla dessa förarhjälpssystem är ett steg mot det hållet, men vägen till ett säkert, autonomt fordon är lång

## Källor

### Källförteckningen inte korrekt/i rätt ordning, ska fixas

- [1] Rajamani, Rajesh: Vehicle Dynamics and Control. Springer, 2006.
- [2] Reif, Konrad (editor): Fundamentals of Automotive and Engine Technology. Springer, 2014
- [3] Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2013 (Liikenneviraston tilastoja 7/2014)  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti\\_2014-07\\_liikenneonnettomuudet\\_maanteilla\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2014-07_liikenneonnettomuudet_maanteilla_web.pdf) (hämtad 28.1.2015)
- [4] Kesäliikenne 2014. Liikenneturva, 2014.  
[http://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Liikenneturva/kesalii\\_kenne\\_2014\\_netiversio.pdf](http://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Liikenneturva/kesalii_kenne_2014_netiversio.pdf) (hämtad 1.2.2015)
- [5] Barnes, Nick & Loy, Gareth: Fast Shape-Based Road Sign Detection for a Driver Assistance System  
[http://www.nada.kth.se/~gareth/homepage/local\\_site/papers/loy\\_iros04.pdf](http://www.nada.kth.se/~gareth/homepage/local_site/papers/loy_iros04.pdf) (hämtad 1.2.2015)
- [6] Wang, Chun-Che et al.: Driver Assistance System for Lane Detection and Vehicle Recognition with Night Vision  
[http://www.researchgate.net/profile/Li-Chen\\_Fu/publication/224623462\\_Driver\\_assistance\\_system\\_for\\_lane\\_detection\\_and\\_vehicle\\_recognition\\_with\\_night\\_vision/links/00b4951702cb342a680000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Li-Chen_Fu/publication/224623462_Driver_assistance_system_for_lane_detection_and_vehicle_recognition_with_night_vision/links/00b4951702cb342a680000.pdf) (hämtad 1.2.2015)  
Published in: [Intelligent Robots and Systems, 2005. \(IROS 2005\). 2005 IEEE/RSJ International Conference on](#) (August 2.-6, 2005, p. 3530-3535, publisher IEEE)
- [7] Liu, Jing-Fu et al.: Development of a Vision-Based Driver Assistance System with Lane Departure Warning and Forward Collision Warning Functions  
[http://lens1.csie.ncku.edu.tw/Library/Paper/ARTC\\_96-97/fscommand/IA-97-0016-ok.pdf](http://lens1.csie.ncku.edu.tw/Library/Paper/ARTC_96-97/fscommand/IA-97-0016-ok.pdf) (hämtad 1.2.2015)  
([Digital Image Computing: Techniques and Applications \(DICTA\), 2008](#), date of conference: 1-3 Dec. 2008, Location: Canberra, ACT, p. 480-485, publisher IEEE)

[8] Pohl, J et al.: A driver-distraction-based lane-keeping assistance system  
<http://pure.ltu.se/portal/files/2763720/Article.pdf> (hämtad 1.2.2015)

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering **June 1, 2007** vol. 221 no. 4 **541-552**

[9] Robust method to...

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262885695010572> (2.2.2015)

[10] Goedemé, Toon: Traffic sign recognition with Constellation of Visual Words

<http://www.eavise.be/papers/ICINCO08.pdf> (2.2.2015)

## **Bilder, figurer och tabeller**

**SÄTT HIT BILDERNAS ETC. KÄLLOR**