

# FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

## Stereokamera i aktiva säkerhetssystem



Projekt inom Fordon och trafiksäkerhet, 2009-00078

Författare:

Vincent Mathevon (Autoliv Electronics AB)

Ola Bostrom (Autoliv Development AB)

Datum: 2012-06-07

## Innehåll

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Sammanfattning.....</b>                         | <b>3</b> |
| <b>2. Bakgrund .....</b>                              | <b>4</b> |
| <b>3. Syfte.....</b>                                  | <b>6</b> |
| <b>4. Genomförande.....</b>                           | <b>7</b> |
| <b>5. Resultat .....</b>                              | <b>7</b> |
| 5.1 Bidrag till FFI-mål .....                         | 7        |
| <b>6. Spridning och publicering.....</b>              | <b>7</b> |
| 6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....             | 7        |
| 6.2 Publikationer .....                               | 8        |
| <b>7. Slutsatser och fortsatt forskning.....</b>      | <b>8</b> |
| <b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner .....</b> | <b>8</b> |

### Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

# 1. Sammanfattning

6 miljoner bilar polisrapporterades krocka 2004 i USA med en beräknad förlust av 2.8 miljoner funktionella år (functional years) med en kostnad av 120 miljarder USD. I Europa dödas 9000 och skadas 300,000 fotgängare och cyklister.

Projektet Stereokamera i aktiva säkerhetssystem (The StereoVision for Active Safety (SVAS)) undersökte möjligheterna att använda en lågkostnads stereokamera som ensam pre-crash sensor för upphinnande och fotgängarolyckor.

Arbetet uppdelades i tre arbetspaket:

- WP 1: Sensorutveckling dvs. utveckling av vision algoritm samt portning till en produktionslik centralenhet (Electronic Central Unit)
- WP2: Specifikation av systemarkitektur & en demonstrationsbil, dvs. integrera sensorn med bromssystemet så att bilen kan bromsa styrt av stereokamerasystemet.
- WP3: Test av systemet.

För att lyckas med ett system som ska undvika eller åtminstone mildra konsekvenserna av en krock (Collision Mitigation by Braking) så bör följande villkor uppfyllas

- A. Andelen krockar som föraren inte kan undvika eller mildra konsekvenserna av (Detection rate) ska överstiga ett visst värde.
- B. Andelen ingripanden som inte är befogade (False Positive rate) ska understiga ett visst värde.
- C. Uppfyllande av standarder för funktionell säkerhet (functional safety) för mjukvaru-/hårdvaruarkitekturen och utvecklingsprocessen.

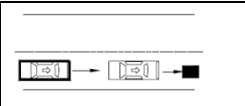
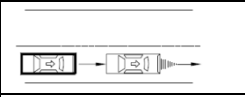
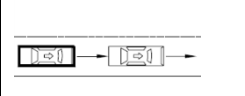
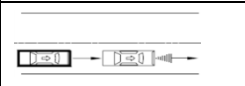
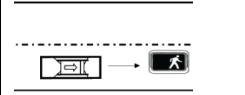

Fokus i detta projekt har varit på del A och C.

Givet nuvarande prestanda av systemet, robusthet vad gäller algoritmbeslut samt vår allmänna tekniska utvärdering, anser projektet att målet är uppfyllt:

## **En stereokamera kan användas som ensam pre-crash sensor för att undvika eller mildra konsekvenserna av en upphinnande och fotgängarolycka**

Tabellen nedan visar uppskattning av systemets effektivitet.

|  | <b>Beskrivning (direkt från NHTSAs beskrivning)</b> | % of "37 NHTSA crashes" |  |  |
|--|---|-------------------------|--|--|
|  |   |                         |  |  |

|   |   |      |  |               |
|---|---|------|--|---------------|
| A | Following vehicle approaching a stopped vehicle                           | 16,4 |  | Effektiv      |
| B | Following vehicle approaching an decelerating lead vehicle                | 7,2  |  | Effektiv      |
| C | Following vehicle approaching lead vehicle moving at lower constant speed | 3,5  |  | Effektiv      |
| D | Following vehicle approaching an accelerating lead vehicle                | 0,3  |  | Effektiv      |
| E | Pedestrian crash without prior vehicle maneuver                           | 0,7  |  | Effektiv      |
| F | Pedestrian crash with prior vehicle maneuver                              | 0,3  |  | Inte effektiv |

Vad gäller fall F, även om detta fall är vanligt, 30% av alla fotgängarkrockar, är risken att dö lägre jämfört med fall E.

Algoritmen för stereokameran har implementerats i en automotive specificerad ECU och har därmed är det visat att sådana algoritmer är kompatibla vilket gör en applikation möjlig.

Detta projekt är resultatet av ett lyckat samarbete mellan:

- Saab Automotive (Trollhättan)
- Autoliv Electronics AB (Linköping)
- Autoliv Development AB (Vårgårda)
- Totalförsvaret forskningsinstitut, FOI (Linköping)

## 2. Bakgrund

### Projektets syfte

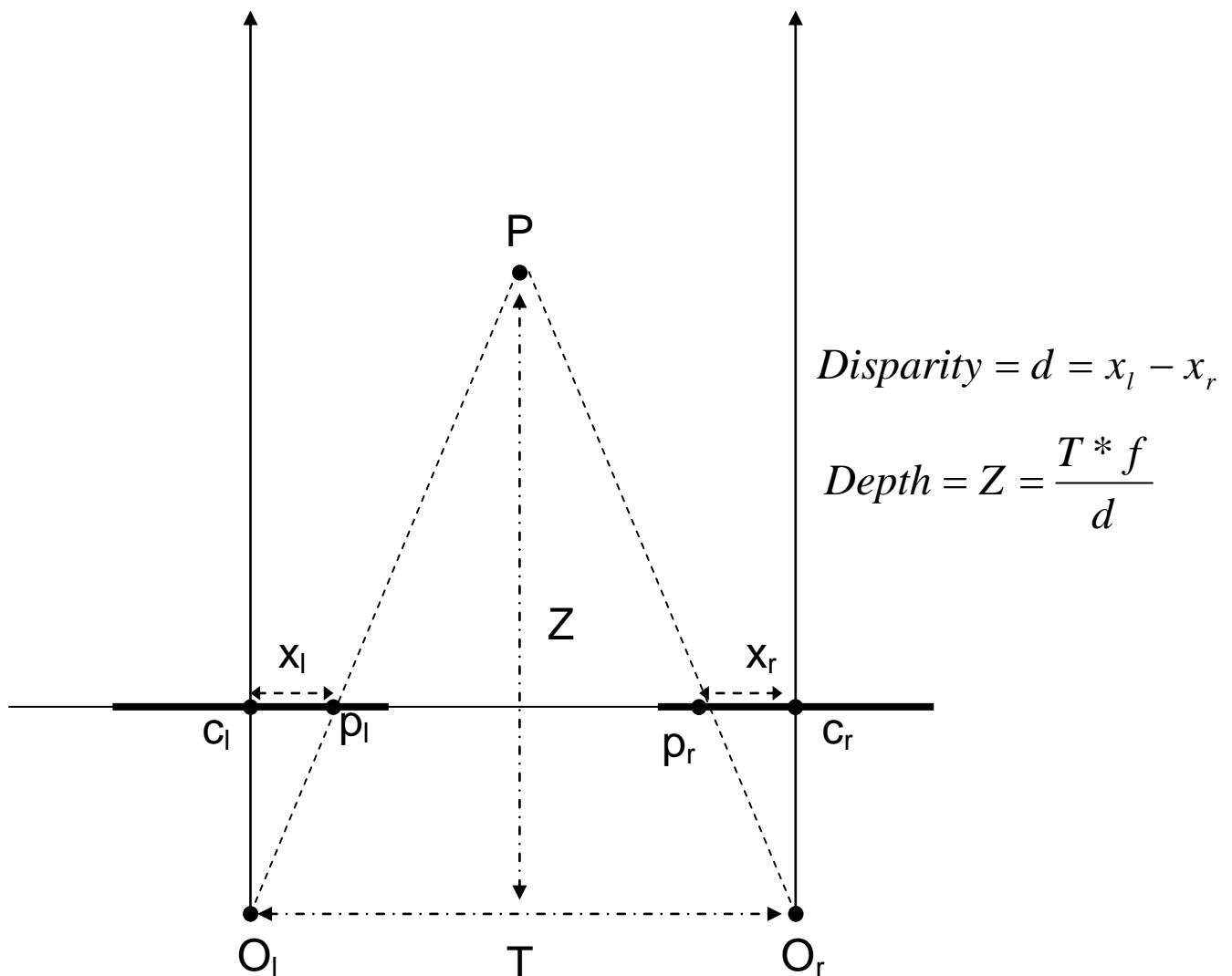
Som det anges i projektets ansökan är syftet med utvecklingsarbetet att ”undersöka möjligheterna med en lågkostnads stereokamera som ensam pre-crash sensor”. System som mildrar skadorna av en krock (Collision Mitigation by Braking (CmB)) är mycket efterfrågade men än så länge konstruerade med flera sensorer vilket ger en hög kostnad. För underleverantörernas del leder detta till att man tvingas bekosta flera utvecklingsprojekt och investeringar i produktion samt strukturer för underhåll och kvalitetssäkring. För biltillverkarna leder flera sensorer till mer kablage, fler

integrationskrav samt högre inköp- och projektkostnader. Av dessa anledningar skulle en ensam sensor, med tillräcklig prestanda, utan tvekan vara en konkurrenskraftig lösning.

## Teknologi

Stereo-vision teknik handlar om att använda två bilder, tagna vid exakt samma tidpunkt, som beskriver samma sak från två olika synvinklar. Den lilla skillnaden i synvinkel gör det möjligt för systemet att beräkna avstånd mellan objekt i bilderna.

Detta åstadkommer man genom att beräkna en differensbild (disparity image), dvs. skillnaden, uttryckt i bildpunktskoordinater, för de respektive punkterna i de två bilderna. Djupet, dvs. avståndet mellan kameran och en given punkt i omgivningen, kan sedan bestämmas genom trigonometriska samband.



Figur 1 : Stereo-vision teori

Motsvarande beräkningar utförs för samtliga bildpunkter vilket ger en djupledsbild som relaterar ett avstånd till varje bildpunkt.

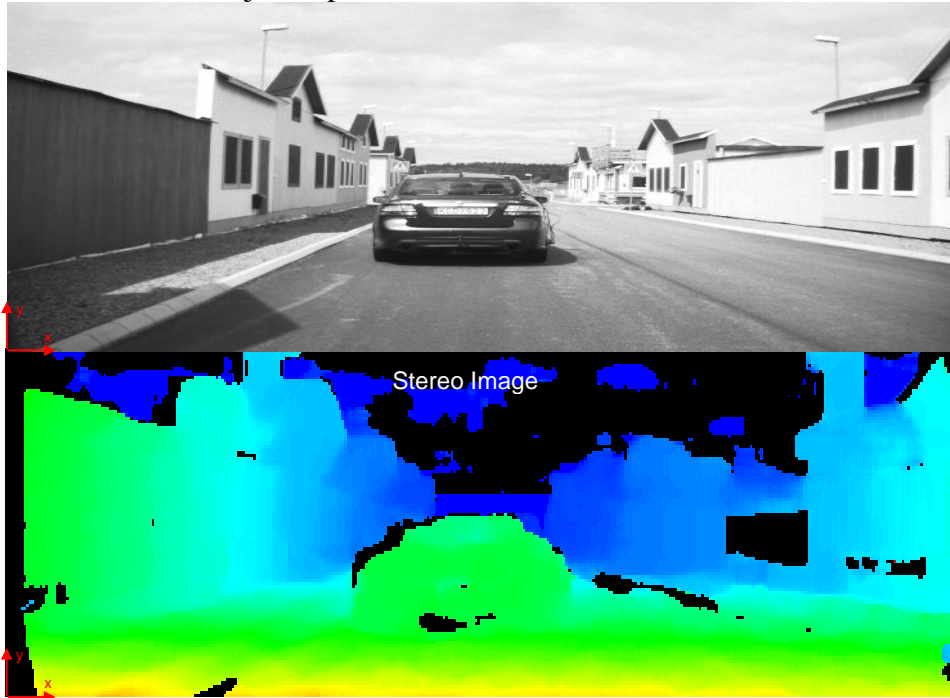


Figure 2: depth image

### 3. Syfte

Projektgruppen beslutade att ”undersöka möjligheterna med en lågkostnads stereokamera som enda pre-crash sensor” genom att utveckla en närmast komplett prototyp av en stereo-vision sensor vilket innebar:

- Utveckling av stereo-vision algoritmer (bildbearbetning) och beslutsregler för pre-crash scenarion (tillämpat på högnivå).
- Produktimplementera stereo-vision algoritmen
- Implementering av stereo-vision system i bil.
- Implementering av stereo-vision system i bil med koppling till bromssystemet.
- Testning av systemet i real-tid.

Således är det övergripande målet att Saab-bilen utrustad med stereo-vision skall bromsa automatiskt vid särskilda tillfällen.

## 4. Genomförande

Arbetet är uppdelat i tre delar:

### Del 1:

Denna del handlar om utvecklingen algoritmen och sensorn. Den består av två undergrupper:

- Del A: Utveckling av algoritm
- Del B: Utveckling av sensor

Autoliv Electronics AB bär huvudansvaret för denna del. FOI fungerar som expert på vissa delar av algoritmen.

### Del 2:

Denna del täcker integrationen med bilar (specifikation, FMEA, paketering) och projektledning. Saab Automobile bär huvudansvaret för denna del.

### Del 3:

Denna del inkluderar definition av testfall och systemtestning. Autoliv DeveloPMENT och Saab bär huvudansvaret för denna del.

## 5. Resultat

### 5.1 Bidrag till FFI-mål

System för automatisk nödbromsning (Automated Emergency Braking) har erkänts som högeffektivt och bidrar i hög grad till att minska antalet dödsfall och skador. Det tyder på att kamerasytem i fordon är nära att bli standardutrustning i bilar vilket bidrar till tillväxt bland tillverkare av chips och optiska system. Detta tillväxt- och teknikintensiva område inkluderar endast ett fåtal aktörer vilket leder till att en marknadsledande industri inom området ger Sverige betydande exportmöjligheter.

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Automatisk nödbromsning (Automated Emergency Braking) anses så effektivt att EuroNcap beslutat att introducera AEB-tester för både fordon (2014) och fotgängare (2016). Detta är en tydlig bekräftelse av intresset för dessa system.

## 6.2 Publikationer

Inga publikationer gjordes i projektet.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet "Stereo-vision för aktiv säkerhet" (StereoVision for Active Safety (SVAS)) studerade möjligheterna att använda en lågkostnads stereokamera som enda pre-crash sensor för upphinnande fordon mot fordon- samt fordon mot fotgängarkrocker.

Givet systemets nuvarande prestanda, robusthet hos beslut och vår övergripande tekniska bedömning, anser projektgruppen att projektets mål har uppnåtts:

**En stereo-vision kamera kan användas som enda pre-crash sensor.**

Trots detta handlar detta projekt endast om upphinnande- och fotgängarkrocker.

Effektiviteten hos automatisk bromsning kan definitivt förbättras med hjälp av automatisk styrning.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

### Autoliv Development AB

Ola Boström, Director Integrated Safety, [ola.bostrom@autoliv.com](mailto:ola.bostrom@autoliv.com)

Jan Olsson, V.P Research, [jan.olsson@autoliv.com](mailto:jan.olsson@autoliv.com)

### Autoliv Electronics AB

Jonas Hammarström, Global Development Manager Vision System,

[jonas.hammarstrom@autoliv.com](mailto:jonas.hammarstrom@autoliv.com)

Vincent Mathevon, Project Coordinator, [vincent.mathevon@autoliv.com](mailto:vincent.mathevon@autoliv.com)

### Totalförsvaret forskningsinstitut

Christina Grönwall, Senior Researcher, [christina.gronwall@foi.se](mailto:christina.gronwall@foi.se)