

Dit onderzoek is tot stand gekomen uit de samenwerking tussen:



Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen:

# “Viewradar”

Onderzoek naar de haalbaarheid van een ondersteunend product voor auditief beperkte fietsers

Auteur:

J.A. Lohmeijer, s0182699

[j.a.lohmeijer@student.utwente.nl](mailto:j.a.lohmeijer@student.utwente.nl)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J.A. Lohmeijer', written over a horizontal line.

Begeleiding UT:

Hiske Schuurman-Hemmer (docent – begeleidster)  
Dr.ir. D. Lutters (Eric) (tweede beoordelaar)

[h.m.schuurman-hemmer@utwente.nl](mailto:h.m.schuurman-hemmer@utwente.nl)  
[e.lutters@utwente.nl](mailto:e.lutters@utwente.nl)

Externe begeleiding:

Cor Toonen

[cortoonen@home.nl](mailto:cortoonen@home.nl)

UT/IO 00.0000-03.12.2012  
Universiteit Twente, Opleiding IO  
Postbus 217  
7500 AE Enschede  
Tel: (053) 489 2541

Datum van publicatie: 03-12-2012  
Oplage: 5  
Aantal bladzijden: 76  
Aantal bijlagen: 5



# Samenvatting

---

Fietsen is een toegankelijke manier van transport en zorgt tevens voor recreatie en ontspanning. Dit laatste geldt niet voor mensen met een auditieve beperking. Zij horen niet wat er van achteren nadert en voelen zich daarom onveilig. Uit de resultaten van de vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” blijkt het volgende: De auditief beperkte fietser schrikt van voorbij scheurende wielrenners en brommers/scooters. Hierdoor is deze gespannen en past zijn rijgedrag aan. Een enkele respondent stapt niet meer op de fiets.

Huidige hulpmiddelen zijn niet toereikend en bovenal stigmatiserend. Een fietsspiegel heeft zijn nadelen en beperkingen in het gebruik. Het door de Nederlandse Vereniging Voor Slechthorenden (NVVS) ingevoerde Slecht Horend bordje (S|H) heeft geen effect omdat deze onbekend is. Er is daarom behoefte aan een nieuwe oplossing.

Cor Toonen, zelf doof, kwam met het idee “Viewradar”; een apparaatje dat ziet dat er een object nadert en de fietser waarschuwt. De aanname is dat een dergelijk product het gevoel van onveiligheid van de auditief beperkte fietser wegneemt of beperkt.

De opdracht was om de technische haalbaarheid van het idee te toetsen. Daarnaast is de gebruiksvriendelijkheid van het voorgestelde idee onderzocht. Volgens de techniekfilosofie kan men een product pas goed gebruiken als men de techniek “inlijft”. Men ervaart de werkelijkheid dan via de techniek, terwijl de techniek zelf in de achtergrond is geplaatst. Het principe van de “Viewradar” gaat uit van het waarschuwen van de gebruiker. De verwachting is dat een waarschuwing de gebruiker afleidt van het fietsen zelf, met alle gevolgen van dien.

Deze hypothese is slechts te toetsen met behulp van gebruikstesten. Voor het onderzoek is gekozen om twee ideerichtingen in te slaan. Ideerichting A volgt het oorspronkelijke principe van het waarschuwen, terwijl ideerichting B uit gaat van het geven van informatie aan de gebruiker. Dit zal dan moeten gebeuren op een manier die subtiel en natuurlijk overkomt.

De componenten van de “Viewradar” worden opgedeeld en beschreven als de volgende subsystemen: het detectiesysteem, verwerkingssysteem en feedbacksysteem. De stroomvoorziening, User Interface en behuizing gelden als ondersteunende systemen. Per systeem is naar de technische haalbaarheid gekeken. Toetsing wordt gedaan aan de hand van een Programma van Eisen en de vragenlijst.

Als detectiesysteem komt bij beide ideerichtingen een Dopplerradar in combinatie met een Ultrasoonsensor als beste naar voren. Dopplerradar kan bij vrijwel alle weertypen functioneren en heeft geen probleem om het vereiste bereik (56 meter) te halen maar heeft moeite om op de korte afstand te kijken. Ultrasoonsensoren zijn accuraat op de korte afstand (tot 3 meter). Enig nadeel is dat radarsystemen momenteel prijzig zijn.

Als feedbacksysteem is bij beide ideerichtingen gekozen voor een tactiel trilsysteem. Dit systeem kan zowel absolute (waarschuwing) als proportionele (informatief) feedback geven. Uit de resultaten van de vragenlijst blijkt dat men graag een visuele bevestiging wil. Dit kan via pictogrammen en/of kleurenlampjes.

Technisch gezien lijken de beide ideerichtingen op elkaar. De componenten zijn vrijwel hetzelfde. Tevens sluiten zij elkaar niet uit, wellicht is een fusie van de twee richtingen een goede oplossingrichting. Gebruikstesten zullen dit uit moeten wijzen.

De conclusie is dat de “Viewradar” zeker haalbaar is. Aandachtspunt is de kosten van het detectiesysteem. De verwachting is echter dat radar de komende jaren goedkoper wordt.

Belangrijkste aanbeveling is om bij vervolgonderzoek de praktijk als uitgangspunt te nemen. Gebruikstesten leiden tot stapsgewijze veranderingen van de “Viewradar”. Dit ontwerptraject resulteert in een prototype dat voldoet aan alle eisen en wensen. Pas dan kan gedacht worden aan massaproductie.

# Inhoudsopgave

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Samenvatting</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>Inhoudsopgave</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>Inleiding</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>H1 Probleemanalyse</b> .....   | <b>11</b> |
| <i>1.1 Auditieve Beperking?</i> .....                                     | <i>11</i> |
| 1.1.1 Doof .....  | 11        |
| 1.1.2 Algemene Communicatie Doven .....                                   | 11        |
| 1.1.3 Gebruik term “Auditief Beperkt” .....                               | 12        |
| <i>1.2 Het probleem</i> .....   | <i>12</i> |
| 1.2.1 Situational Awareness .....   | 12        |
| 1.2.2 Gevolgen voor het rijgedrag .....                                   | 13        |
| 1.2.3 Het experiment .....  | 14        |
| <i>1.3 Huidige oplossingen</i> .....                                      | <i>15</i> |
| 1.3.1 “Slecht Horend” – bordje .....                                      | 15        |
| 1.3.2 Fietsspiegel .....  | 16        |
| <i>1.4 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 1</i> ..... | <i>17</i> |
| 1.4.1 Doel .....  | 17        |
| 1.4.2 Opbouw .....  | 17        |
| 1.4.3 Vraagstelling .....   | 18        |
| 1.4.4 Respondenten .....  | 18        |
| 1.4.5 Resultaten .....  | 18        |
| <i>1.5 Conclusie</i> .....  | <i>19</i> |
| <b>H2 “Viewradar”</b> .....   | <b>21</b> |
| 2.1 “Viewradar” .....   | 21        |
| 2.1.1 Het Concept .....   | 21        |
| 2.1.2 Doel .....  | 21        |
| 2.2 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 2 .....        | 22        |
| 2.2.1 Opbouw .....  | 22        |
| 2.2.2 Resultaat .....   | 22        |
| 2.3 Haalbaarheid .....  | 22        |
| 2.3.1 Methode van toetsing .....  | 23        |
| 2.3.2 Technische haalbaarheid .....                                       | 23        |
| 2.3.3 Haalbaarheid op het gebied van gebruik .....                        | 23        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.4 Een nieuwe set functies .....                                    | 25        |
| 2.4.1 Twee Ideerichtingen .....                                      | 26        |
| <b>H3 Functies en Programma van Eisen.....</b>                       | <b>27</b> |
| 3.1 Functieanalyse .....   | 27        |
| 3.1.1 Functies .....   | 27        |
| 3.1.2 Componenten.....   | 28        |
| 3.2 Systeemuitwerking.....   | 29        |
| 3.2.1 Detectiesysteem.....   | 29        |
| Omgevingsinvloeden.....  | 34        |
| 3.2.2 Verwerkingssysteem.....  | 34        |
| 3.2.3 Feedbacksysteem .....  | 35        |
| 3.2.4 Gebruikers Interface .....                                     | 36        |
| 3.2.5 Stroomvoorziening .....  | 36        |
| 3.2.6 Behuizing .....  | 37        |
| 3.3 Programma van Eisen (PVE).....                                   | 38        |
| 3.3.1 Eisen.....   | 38        |
| <b>H4 Haalbaarheid .....</b>   | <b>41</b> |
| 4.1 Detectiesysteem.....   | 41        |
| 4.1.1 Methoden van Detectie .....                                    | 41        |
| 4.1.2 Mogelijke toepassingen in “Viewradar” .....                    | 48        |
| 4.1.3 Toetsing van Detectiesystemen.....                             | 50        |
| 4.2 Feedbacksysteem .....  | 51        |
| 4.2.1 Methoden van Feedback.....                                     | 51        |
| 4.2.2 Mogelijke Toepassingen Feedbacksystemen .....                  | 55        |
| 4.2.3 Toetsing van Feedbacksystemen .....                            | 57        |
| 4.2.4 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 3 ..... | 58        |
| 4.2.5 Conclusie .....  | 59        |
| 4.3 Invulling overige componenten.....                               | 60        |
| 4.3.1 User-Interface .....   | 60        |
| 4.3.2 Behuizing .....  | 62        |
| 4.3.2 Stroomvoorziening .....  | 63        |
| 4.3.4 Waarschuwingssysteem medeweggebruikers.....                    | 63        |
| 4.4 Conclusie.....   | 64        |
| <b>H5 Schetsen .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>H6 Conclusies en Aanbevelingen.....</b>                           | <b>73</b> |
| 6.1 Conclusies .....   | 73        |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <i>6.2 Aanbevelingen</i> ..... | 74        |
| <b>Bronnenlijst</b> .....      | <b>75</b> |
| <b>Bijlagen</b> .....          | <b>77</b> |





# Inleiding

---

De fiets is onlosmakelijk verbonden met Nederland. Vrijwel iedere Nederlander heeft er één en gebruikt hem om bijvoorbeeld boodschappen mee te doen, als vervoermiddel in het woon-werkverkeer en hij stapt op de fiets voor ontspanning en recreatie.

De zintuigen van de mens zorgen ervoor dat hij weet wat er om hem heen gebeurt en maken het hem mogelijk deel te nemen aan het verkeer. Het gezichtsvermogen geeft hem een directe voorstelling van wat er binnen zijn gezichtsveld speelt, het gehoor zorgt er voornamelijk voor dat hij “voelt” wat buiten zijn gezichtsveld (achter hem) gebeurt. Een auditief beperkte fietser mist deze “voelsprietten”, en kan alleen vertrouwen op wat hij ziet. Dat maakt hem behoorlijk gehandicapt bij deelname aan het verkeer. Voor de horende mede weggebruikers is horen een vanzelfsprekendheid, zij staan er niet bij stil dat iemand hen niet hoort. Dit leidt tot onzekerheid en spanning bij de auditief beperkte fietser wat dikwijls leidt tot onveilige situaties en ongelukken.

Om onveilige situaties te voorkomen zijn in Nederland daarom voor fietsers en scootmobielrijders de S|H (slechthorend) bordjes ingevoerd om zo mede weggebruikers te waarschuwen. Zij worden bevestigd boven het achterlicht. Deze methode is echter stigmatiserend en past niet in de huidige maatschappij. De auditief beperkte mens wil zich juist gelijkwaardig opstellen aan horenden en het te koop lopen met zijn beperking hoort hier niet bij. Het gevolg is dat het S/H bordje weinig gebruikt wordt, zodat medeweggebruikers er onbewust van uit gaan met een horende fietser te maken te hebben. Auditief beperkten zullen minder snel de fiets pakken.

De heer Cor Toonen, vrijwilliger bij de Gelderhorst, het landelijk centrum voor oudere doven, en zelf doof geworden, heeft een aantal maanden geleden contact opgenomen met de Wetenschapswinkel van de UT. Hij ondervindt het bovengeschetste probleem aan den lijve, en vindt dat het tijd is voor een betere oplossing. Hij kwam zelf met een idee, en gaf er alvast de naam “Viewradar” aan. Een apparaat dat de fietser waarschuwt als er van achter iets nadert. Dit geeft de auditief beperkte fietser zijn gevoel van veiligheid terug, hoopt hij.

Cor wilde weten of het idee te realiseren is en heeft een verzoek tot onderzoek van de “technische haalbaarheid” ingediend. Ik heb deze vraag opgepakt, en het onderzoek verricht voor mijn bachelor eindopdracht Industrieel Ontwerpen.

In een aantal stappen heb ik deze opdracht uitgevoerd: Ten eerste heb ik mij verdiept in het probleem en potentiële eindgebruikers ondervraagd (hoofdstuk 1). Daarna heb ik het idee van Cor beschreven en het kader van het onderzoek vastgesteld (hoofdstuk 2). Vervolgens is het idee functioneel uitgewerkt en beschreven in een programma van eisen (hoofdstuk 3). Om een uitspraak te doen over de haalbaarheid zijn mogelijk toepasbare technologieën getoetst aan het programma van eisen (hoofdstuk 4). In een aantal schetsen visualiseer ik mogelijke oplossingen, en geef er commentaar op (hoofdstuk 5). Tot slot volgt een algemene conclusie en doe ik aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek (hoofdstuk 6).

Met vriendelijke groeten,

Jannes Lohmeijer



# H1 Probleemanalyse

---

Om meer inzicht te krijgen in waarom van de “Viewradar” bevat dit hoofdstuk een vooronderzoek waarbij de volgende punten worden besproken:

- **Auditieve beperking**
- **Probleem**
- **Huidige oplossingen**

Om goed antwoord te kunnen geven op de bovenstaande vragen is een vragenlijst opgesteld en uitgevoerd met als titel “Fietsen met een Auditieve Beperking” (bijlage A)

## 1.1 Auditieve Beperking?

Personen met een auditieve beperking hebben een beperking van het gehoor welke kan variëren van lichte gehoorbeschadiging tot doofheid. De mate van gehoorverlies wordt uitgedrukt in het verlies in Decibel (dB). In Nederland zijn er ongeveer 1,6 miljoen mensen met een auditieve beperking, dit is één op de tien personen. Van deze 1,6 miljoen zijn er 30.000 doof of zwaar slechthorend [1]. Doordat een auditieve beperking een onzichtbare beperking is, valt een persoon niet meteen op.

### 1.1.1 Doof

Iemand die doof is heeft dusdanig veel gehoorverlies dat hij of zij niets meer kan horen. Officieel is iemand doof wanneer het gehoorverlies minimaal 90 dB is [2]. Men kan op alle leeftijden doof worden en de oorzaken verschillen nogal: erfelijkheid, virusinfecties, hersenvliesontsteking, geneesmiddelen, vergiftiging, een ongeluk of overbelasting [1]. Echter het komt ook vaak voor dat de oorzaak niet te achterhalen is.

### 1.1.2 Algemene Communicatie Doven

Communicatie tussen mensen met een auditieve beperking is anders dan die tussen horende mensen. Door het missen van het gehoor, is men afhankelijk van zintuigen als zien en voelen. Communicatie onderling en met horenden gaat voornamelijk via gebaren en lichaamstaal.

De mate waarin dit gebeurt kan echter per persoon verschillen. Men definieert namelijk een tweetal vormen van doofheid die invloed hebben op de manier waarop men communiceert: prelinguaal en postlinguaal.

#### Prelinguaal

Prelinguaaldoven zijn mensen die al vanaf de geboorte doof zijn of nog voor het 3<sup>e</sup> levensjaar zijn doof geworden. Zij hebben nooit een gesproken taal gehoord laat staan zelf gesproken, vaak is daarom de gesproken taal van hun land van herkomst hun tweede taal en dan enkel in geschrift. Hun eerste taal is de betreffende gebarentaal van hun land van herkomst.

Er zijn zo'n 121 verschillende gebarentalen op deze aardbol [3], in Nederland is Nederlandse Gebaren Taal (NGT) de gangbare gebarentaal. Gebarentalen zijn losstaande talen compleet met grammatica. Voor doofgeborenen is het lastiger om spraakafzien (liplezen) te leren doordat zij de gesproken taal maar gedeeltelijk beheersen. Zij zijn bij communicatie met horenden dan ook

geheel afhankelijk van de kennis van gebaren en gebruik van lichaamstaal van de horende persoon.

Doordat Nederlands niet de eerste taal is, heeft dat ook gevolgen voor de mate waarin men de taal in geschrift kent. Men kan wel Nederlands lezen maar vaak gebrekkig. Men is vooral visueel ingesteld. Dit is een gegeven waar rekening mee gehouden moet worden bij het opstellen van het Programma van Eisen (§3.6.x).

### Postlinguaal

Postlinguaaldoven zijn mensen die op latere leeftijd doof zijn geworden. Hierin zijn weer twee verschillende vormen te onderscheiden:

- **Plotsdoof** – *van het een op het andere moment doof geworden*
- **Laatdoof** – *na een periode van toenemende slechthorendheid doof geworden*

Postlinguaaldoven hebben wel een taal gesproken en voor hen is dan ook Nederlands de eerste taal. Zij spreken de taal en ondersteunen dit met een selectie van gebaren uit het NGT. Deze combinatie wordt ook wel Nederlands met Gebaren (NmG) genoemd. Spraakafzien in combinatie met het aflezen van de gebaren is hun manier om te begrijpen wat de ander zegt. Communicatie met horenden gaat bij plotsdoven dan ook makkelijker dan bij doofgeborenen.

Het lezen van tekst geeft bij plotsdoven vrijwel geen problemen echter het gebruik van visuele ondersteuning bij de tekst heeft een toegevoegde waarde.

#### 1.1.3 Gebruik term “Auditief Beperkt”

Mensen die doof zijn, willen niet graag doof of dove genoemd worden [4]. Zij spreken liever van een auditieve beperking. Echter doordat de term auditieve beperking een benaming is voor de verzameling van beperkingen, kan dit voor verwarring zorgen. Binnen het kader van deze opdracht is daarom gekozen om toch de termen “auditieve beperking” en “auditief beperkt” te gebruiken wanneer er sprake is van een persoon die last heeft van doofheid of doof is.

[1] VIA Landelijk Centrum GGZ en Gehoorstoornissen

[2] <http://www.doof.nl/infotheek/gehoorverlies/doof>

[3] <http://www.hcvc.nl/informatie-gebarentaal/ngt-nederlands-gebarentaal.htm>

[4] Gesprek met Cor Toonen

## 1.2 Het probleem

Het missen van het gehoor is iets waar een auditief beperkt persoon mee om leert gaan. Voor bepaalde situaties is er een alternatief of een oplossing, b.v. televisie met doventolk, nooddienst via tekstberichten. Echter het zijn juist die situaties waarbij het hebben van een werkend gehoor cruciaal is voor de waarborging van veiligheid.

Deelname aan het verkeer is hier een goed voorbeeld van, met name als fietser omdat deze kwetsbaar is.

### 1.2.1 Situational Awareness

Bij de horende mens geven zintuigen een beeld van de situatie om hem heen. Het vermogen om te zien geeft een directe voorstelling van wat er binnen het gezichtsveld speelt en het gehoor geeft een indicatie van wat daarbuiten gebeurt. Dit vermogen valt onder de term *Situational Awareness*, de perceptie van objecten in de omgeving in relatie tot tijd en ruimte [5].

In het geval van het gehoor filtert de mens geluiden die hij binnen krijgt op relevantie. Door een geluidssignaal op een bepaald punt in de tijd te vergelijken met hetzelfde signaal even daarvoor, kan de persoon een voorstelling maken van de situatie.

Voorbeelden uit een flink scala van geluiden zijn:

- **Het geluid van een voertuig** (*de motor van een auto, brommer, ratelende kettingkast van een fiets*)
- **Verbale communicatie van bestuurders en voetgangers** (*gesprekken maar ook bijvoorbeeld het geluid van hoesten*)
- **Verskillende waarschuwingssignalen** (*claxon, fietsbel etc.*)

De auditief beperkte fietser mist dit vermogen met als gevolg dat hij vaak schrikt van objecten die van achteren “plotseling” in zijn gezichtsveld komen. Een algemeen voorkomende situatie is het schrikken van dicht langsrijdende wielrenners en brommers/scooters [6].

Ook leidt het niet opmerken van waarschuwingssignalen in het minst erge geval tot ergernissen van mede-weggebruikers en in het uiterste geval tot dodelijke ongelukken. Zo heeft Cor Toonen dit jaar nog een goede vriend verloren toen hij geschept is door een auto. Later bleek dat de chauffeur meerdere keren geclaxoneerd heeft. In Amerika heeft een dove man het leven verloren, toen hij een stopsignaal van een politieagent “negeerde”. Zonder pardon is hij neergeschoten [7].

[5] Endsly, 1988, Design and Evaluation for Situational awareness Enhancement

[6] Viewradar Basistekst versie 5 (Cor Toonen, 2012)

[7] Daily Mail, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2065629/Police-killed-deaf-cyclist-stun-gun-failed-obey-instructions-stop.html>

### 1.2.2 Gevolgen voor het rijgedrag

Door het missen van perceptie door gehoor heeft men zelf de veiligheid niet in de hand. De auditief beperkte fietser is grotendeels afhankelijk van het rijgedrag van medeweggebruikers.

Aangezien deze niet altijd te vertrouwen zijn moet men continu op zijn hoede zijn. Dit gaat gepaard met het gevoel van spanning, nervositeit, onzekerheid en vooral het gevoel van onveiligheid [6]. Om toch een gevoel van veiligheid enigszins te creëren past men het rijgedrag aan. Hieronder zijn een aantal aanpassingen in het rijgedrag weergegeven die kenmerkend zijn voor mensen met een auditieve beperking. Deze methodes nemen echter de negatieve gevoelens niet weg.

- Men blijft uiterst rechts, vaak zelfs in de greppel om zeker te zijn dat mede-weggebruikers zonder problemen kunnen inhalen [8].
- Men fietst of heel langzaam om extra voorzichtig te zijn of juist zeer snel om te voorkomen dat men wordt ingehaald [8].
- Het naast elkaar fietsen, zeker in het geval van twee personen met een auditieve beperking, is onverantwoord. Onderlinge visuele communicatie is namelijk niet mogelijk [6].

In de meeste gevallen past men bovenstaande trucjes toe, echter het komt ook voor dat men de fiets alleen nog maar gebruikt wanneer het rustig is op de weg (bv. buiten de spits of tijdens een voetbalwedstrijd). Sommigen durven helemaal niet meer te fietsen en laten hem thuis staan [8].

Dit alles staat lijnrecht tegenover wat fietsen zou moeten zijn, een makkelijk toegankelijke vorm van transport en vaak een vorm van ontspanning en sociaal contact als het om recreatie gaat.

[6] Viewradar Basistekst versie 5 (Cor Toonen, 2012)

[8] Resultaten vragenlijst "Fietsen met een Auditieve Beperking" zie § 1.4

### 1.2.3 Het experiment

Om zelf een beeld te krijgen van hoe het is om met een auditieve beperking op de fiets te zitten is als onderdeel van het vooronderzoek een fietstocht ondernomen waarbij ik met behulp van een paar oordoppen en veiligheids oorkleppen tijdelijk "doof" werd gemaakt. Cor Toonen en ik hebben anderhalf uur in de omgeving van Ede gefietst. Hierbij hebben wij zowel binnen de bebouwde kom als op buitenwegen gereden. De aanwezigheid van Cor Toonen bood de mogelijkheid om tegelijkertijd ook een auditief beperkte fietser te observeren.

#### Bevindingen

Hoewel de oordoppen en oorkleppen niet voor 100% het geluid van buiten wegnamen was het gevoel niet aangenaam. Het uitschakelen van het gehoor bevestigde de afhankelijkheid van dit betreffende zintuig. Dit ging dan ook gepaard met een lichtelijk gevoel van nervositeit en onzekerheid. Locaties waar meer verkeer voorkwam zorgde daarnaast voor een verhoging in spanning en het gevoel van onzekerheid, het fietsen op geïsoleerde fietspaden was dan ook vaak een verademing maar nam het gevoel niet weg.

De gevoelens hadden direct invloed op het rijgedrag; vaker omkijken en uit voorzorgsmaatregelen langzamer rijden. Door juist zo veel mogelijk rechts op het pad en weg te blijven werden medeweggebruikers de ruimte gegeven om in te halen om zo ergenissen en rakelings passages te voorkomen. Uit observatie bleek dat Cor Toonen precies hetzelfde handelde. De maatregelen namen echter niet het schrik-effect weg wanneer auto's en brommers plotseling voorbij scheurden.

Het uiterst rechts en langzaam fietsen gaat niet makkelijk, deze maatregelen zijn geheel afhankelijk van de conditie van de weg, de weersomstandigheden en de fysieke gesteldheid (uithoudingsvermogen, kracht in de benen). De aanwezigheid van bijvoorbeeld natte en half rottende bladeren in de greppel en rand van het pad zorgen voor een glad oppervlak, Cor Toonen gaf aan al een aantal keren te zijn gevallen. Ook de aanwezigheid van langs de rand van de weg groeiende vegetatie als brandnetels, halmen en struiken beperken het uiterst rechts fietsen of kunnen voor irritatie en verwondingen zorgen. Wanneer er een sterke wind staat is het tevens lastig aan de rand te blijven, hierdoor gaat men slingeren. Dit probleem zal bij jongere fietsers minder aan de orde zijn omdat zij fysiek sterker zijn, juist bij oudere personen is dit een probleem. Daarnaast hebben mensen met een auditieve beperking vaak ook problemen met het evenwicht doordat de evenwichtsorganen zijn aangetast.

Wat echter ook opviel was dat de aanpassingen in het rijgedrag niet altijd even effectief zijn. Zo deed zich het volgende voor: Toen Cor Toonen op een tweebaans fietspad uiterst rechts fietste, en daarmee ruimte vrijgaf op zijn eigen baan, zag een brommerrijder kans om net tussen Cor Toonen en een tegenligger heen te glippen. Hierop schrok Cor zo en viel bijna van zijn fiets. Had hij juist op het fietspad gereden dan had de brommerrijder waarschijnlijk gewacht met inhalen.

## 1.3 Huidige oplossingen

Er zijn enkele hulpmiddelen op de markt, die de positie van de auditief beperkte mensen in het verkeer enigszins verbeteren.

### 1.3.1 “Slecht Horend” – bordje

Een deeloplossing die halverwege de 20<sup>e</sup> eeuw in Nederland is ingevoerd is het “Slecht Horend” bordje (figuur 1). Een auditieve beperking is een niet zichtbare beperking, medeweggebruikers zullen dus niet weten dat een persoon niet kan horen. Dit bordje dient daarom als waarschuwing richting medeweggebruikers dat men te maken heeft met een auditief beperkte fietser of scootmobielrijder. Op deze manier hoopt men dat medeweggebruikers zien dat een persoon doof is en daarop hun rijgedrag aanpassen. Zo zullen onveilige situaties en ongelukken worden voorkomen. Het directe gevolg is dat de drager met een veiliger gevoel aan het verkeer deelneemt. Een methode die effectief kan zijn mits alle verkeersdeelnemers bekend zijn met dit bordje.



Figuur 1, Het S|H Bordje

Dit is echter niet het geval, een onderzoek uitgevoerd in opdracht van de NVVS (Nederlandse Vereniging voor Slechthorenden) heeft aangetoond dat het bordje vrijwel geen bekendheid heeft onder Nederlandse weggebruikers [9]. Een veel voorkomende vraag naar aanleiding van het zien van dit bordje is “Welk land is SH?”. Daarnaast blijkt uit dit zelfde onderzoek dat het bordje totaal geen rechtsgeldigheid heeft, iets wat bijvoorbeeld de blindenstok wel heeft. Desondanks worden de bordjes nog steeds gemaakt en verkoopt de NVVS jaarlijks meer dan honderd exemplaren [9].

De lettercombinatie SH spreekt dus niet echt tot de verbeelding van horende weggebruikers. Een particulier heeft daarop een variant gemaakt die de letters DOOF weergeeft (figuur 2), een duidelijker bordje. Binnen Nederland is dit bordje een stuk effectiever dan de S|H variant. Echter in het buitenland hebben beide varianten geen enkele betekenis. In Duitsland zou men misschien raar opkijken als je met het DOOF bordje over straat gaat, “doof” is Duits voor “dom”.



Figuur 2, Het DOOF Bordje

### Stigmatiserend

Ondanks de onbekendheid van de bordjes worden ze wel gebruikt. Een grote groep weigert uit principe het bordje te gebruiken. Zij vinden het bordje stigmatiserend (Cor Toonen, 2012). Dit is te lezen op het forum van de NVVS [10] en wordt bevestigd in de vragenlijst (§1.4.5). Men wil niet te koop lopen met zijn beperking, in deze tijd waar de auditief beperkte mens graag “normaal” wil zijn is geen plek voor een dergelijk bordje. Vaak komt dit standpunt ook voort uit verdriet of frustratie: Doof zijn is helaas een aanleiding voor pesten [10]. Deze aversie tegen het bordje speelt vooral bij jongere auditief beperkten, ouderen maken zich er niet meer druk om [8].

[8] Resultaten vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking”

[9] Mailwisseling tussen Cor Toonen en secretaresse NVVS

[10] NVVS forum <http://forum.nvvs.nl/forum/algemeen/>



## Buitenland

Waar in Nederland vraag is naar een dergelijk bordje is dit in het buitenland vaak niet het geval. In veel landen is het algemeen gebruik van de fiets, laat staan dat door doven, zeer klein. De bekendheid van dit probleem is dan ook nihil. Daarnaast heerst er nog in veel landen een taboe op “doof” zijn.

In de Verenigde Staten is wel het een en ander te vinden. Mensen met een auditieve beperking die autorijden dienen in een aantal staten op het nummerbord te vermelden dat men “doof” is (figuur 3). De invoer van deze wet heeft enige tegenstand vanwege stigmatisering. Voor fietsers is geen dergelijke wet ingevoerd.

Bordjes die worden gedragen door fietsers zijn vaak eigen creaties of komen voort uit particuliere initiatieven. Zo is de website [www.deafbikesigns.com](http://www.deafbikesigns.com), die sinds een jaar in de lucht is, een initiatief van een enkel persoon. Op de website zijn persoonlijke verhalen van onveilige situaties en ongelukken te lezen en is een breed scala aan geborduurde bordjes te vinden en te bestellen (figuur 4). Opvallend is dat het gevoel van stigmatisering bij fietsers hier niet tot nauwelijks aan de orde is. Men draagt graag een bordje “deaf” op de fiets, veiligheid gaat boven alles. In een persbericht over de website is een sterke quote van de initiatiefneemster te vinden die aansluit bij dit onderzoek.

*"It was a solution to my own problem, a simple answer to the real problem. But then I know there are many other Deaf cyclists that face the same problems so I wanted to help them too, not just myself."* (<http://bikeportland.org/2011/07/21/local-woman-launches-site-to-sell-deaf-cyclist-patches-56656>)

### 1.3.2 Fietsspiegel

Een ander hulpstuk onder doven en slechthorenden is de fietsspiegel (figuur 5). Deze wordt aan het stuur gemonteerd om zo te kunnen zien wat er achter de fietser gebeurt. Dit geeft de gebruiker een meer ontspannen gevoel. De gebruiker heeft op deze manier de veiligheid meer in de hand doordat deze kan anticiperen op wat hij ziet. Echter de fietsspiegel heeft ook enige nadelen in het gebruik.

- Doordat de spiegels uitsteken wordt de fiets een stuk breder, dit verhoogt kans op ongelukken
- Uitstekende spiegels zijn lastig bij het opbergen van de fiets
- Men kijkt vaak tegen de eigen ellebogen aan.
- Het valt erg op, men ziet meteen dat er “iets aan de hand is” met de persoon die op de fiets zit

De fietsspiegel is een oplossing die effectiever is in vergelijking tot het bordje voor het gevoel waarmee de gebruiker op de fiets zit. Echter door de nadelen die het met zich mee brengt wordt het in de meeste gevallen niet of met tegenzin gebruikt.



Figuur 3, twee nummerplaten in de VS



Figuur 4, een van de vele bordjes van DeafBikeSigns



Figuur 5, Fietsspiegel



## 1.4 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 1

Om erachter te komen of het probleem als algemeen ervaren wordt, is als onderdeel van het vooronderzoek een vragenlijst opgenomen (bijlage A). Voor de vragen heb ik de informatie van Cor Toonen gebruikt.

### 1.4.1 Doel

Het doel van de vragenlijst is om allereerst te weten te komen in hoeverre het probleem speelt onder mensen met een auditieve beperking. Hoe gaat men hier mee om en wat doet men om onveilige situaties te voorkomen. Hieruit zal blijken of er wel behoefte is aan een ondersteunend product.

Een volgend doel welke van belang is voor het vervolg van deze opdracht is om een impressie te krijgen van wat de wens van de gebruiker is ten opzichte van een ondersteunend apparaat voor tijdens het fietsen. Deze eisen en wensen zullen helpen bij het zoeken naar de juiste componenten voor de invulling van het concept “Viewradar”. Dit onderdeel zal pas in het volgende hoofdstuk worden besproken.

### 1.4.2 Opbouw

De vragenlijst bestaat uit een inleiding, vragenset en een afsluiting. De vragenset bestaat uit een vijftiental vragen (meerkeuze -en openvragen) welke zijn ondergedeeld in drie delen:

- Vragen over het probleem en huidige oplosrichting
- Vragen over mogelijke invloed van een ondersteunend product (§2.2)
- Introductie van de “Viewradar” met vragen over ontwerprichtingen (§2.x)

Om de respondent te helpen bij het invullen van de vragenlijst worden er twee verschillende scenario’s gebruikt: één scenario over een situatie in het verkeer en één scenario waarbij bij de zelfde situatie een ondersteunend product is geïmplementeerd.

#### Scenario 1:

Piet is auditief beperkt en fietst midden op het fietspad wanneer er met een hogere snelheid dan hijzelf een fietser van achteren nadert. De opkomende fietser weet niet dat Piet auditief beperkt is en gebruikt zijn fietsbel om om ruimte te vragen. Wanneer hij geen respons krijgt besluit hij toch in te halen. Piet weet niet dat er iemand aankomt en schrikt wanneer de fietser hem rakelings passeert. Nog bijkomend van de schrik besluit hij noodgedwongen uiterst rechts en met een oncomfortabel gevoel verder te fietsen.

*Figuur 6, Scenario 1 van de vragenlijst (bijlage A)*

Alleen het eerste gedeelte van de vragenlijst is voor het vooronderzoek interessant. In dit gedeelte wordt Scenario 1 (figuur 6) gepresenteerd. Na het lezen van dit scenario wordt men gevraagd in hoeverre men bekend is met deze situatie. Vervolgvragen gaan over hoe groot zij dit een probleem vinden en wat zij zelf doen de om dergelijke situaties te voorkomen.

In dit zelfde deel wordt ook gevraagd naar de effectiviteit van een van de huidige oplossingen voor het probleem: het “S|H” bordje.

### 1.4.3 Vraagstelling

Er is gekozen om zoveel mogelijk gebruik te maken van meerkeuze en ja/nee vragen, op deze manier krijg je kwantitatieve gegevens die makkelijk te analyseren zijn. Echter de reden achter de antwoorden zijn ook zeer belangrijk. Daarom is de mogelijkheid gegeven om elke vraag toe te lichten.

### 1.4.4 Respondenten

De vragenlijst is bedoeld voor mensen met een auditieve beperking die gebruik maken van de fiets voor transportdoeleinden en recreatie. Voor het vinden van respondenten is daarom de hulp ingeschakeld van Cor Toonen. Hij is bekend binnen verschillende belangenorganisaties voor auditief beperkten zodat hij de beschikking heeft over een breede groep mogelijke respondenten.

Tijdens het bespreken van de vragenlijst met Cor Toonen en een medewerker van de Gelderhorst kwam echter naar voren dat de vragenlijst niet geschikt is voor alle mensen met een auditieve beperking. Het moeilijk taalgebruik en het ontbreken van voldoende visuele ondersteuning sluit prelinguaaldoven uit van deelname. Zij bezitten over het algemeen de geschreven Nederlandse taal onvoldoende om de vragenlijst te kunnen begrijpen.

Ter bevordering van de voortgang van de opdracht is hierop gekozen om de vragenlijst wel te gebruiken en enkel naar respondenten te zoeken onder postlinguaaldoven en prelinguaaldoven die wel de Nederlandse taal beheersen. Uiteindelijk zijn er, onder leden van de stichting Plotsdoven en medewerkers met een auditieve beperking van de Gelderhorst, 35 vragenlijsten rondgestuurd waarvan 28 mensen daadwerkelijk de vragenlijst hebben teruggestuurd.

### 1.4.5 Resultaten

De resultaten van de vragenlijst zijn vrij duidelijk en bevestigen dat het probleem zeker aan de orde is. Op de vraag of men bekend is met de situatie zoals genoemd in Scenario 1 (figuur 6) gaven 26 van de 28 mensen antwoord met "ja". De ernst van het probleem wordt vervolgens gemiddeld met een 3,6 beoordeeld op een schaal van 1 tot 5 (met 5 als "groot probleem" en 1 als "niet/nauwlijks een probleem").

Om onveilige situaties te voorkomen pastte men ook vrijwel allemaal het rijgedrag aan volgens een of meerdere van manieren welke in §1.2.2 worden genoemd. Over het gevoel dat men heeft tijdens het fietsen is vooral in toelichtingen veel te vinden. De algemene impressie is dat men een gevoel heeft dat vergelijkbaar is met wat Cor Toonen heeft verteld en wat ondergetekende heeft meegemaakt tijdens het experiment. Kortom het probleem wordt door meerdere mensen als dusdanig ervaren.

Uit de antwoorden op de vragen over het S|H bordje blijkt dat men zeer sceptisch is over de effectiviteit. Maar 12 respondenten geven aan dat het bordje de verkeersveiligheid verhoogt. De overige 16 ontkennen dit vanwege de onbekenheid van de betekenis van het bordje onder horende weggebruikers. Op de vraag of men dit bordje stigmatiserend vindt geven 16 personen "ja" als antwoord. Dit sluit aan bij het verhaal van Cor Toonen en wat op forums te vinden is (§1.3.1).

## 1.5 Conclusie

De auditieve beperking is tevens een beperking in de situational awareness, zodat men zich onzeker voelt. Je hebt onvoldoende in de gaten wat er achter je gebeurt. Hierdoor schrikt men van voorbyscheurend verkeer en mist men waarschuwingssignalen.

Aanpassingen in het rijgedrag zouden voor een beter gevoel van veiligheid moeten zorgen echter het lijkt averechts te werken. Tevens valt het rijgedrag zo nogal op.

De huidige oplossingen voor het probleem die gericht zijn op het vergroten van het gevoel van veiligheid zijn echter niet altijd even effectief. Daarnaast zijn het zeer zichtbare oplossingen welke stigmatiserend over komen.

Fietsen zou voor iedereen een toegankelijke vorm van transport moeten zijn die ook een recreatieve waarde heeft. Dit is bij mensen met een auditieve beperking helaas niet het geval. Kortom een betere oplossing is welkom. De aanleiding van Cor Toonen om een onderzoek naar het probleem en een mogelijk oplossing uit te laten voeren is daarom terecht.



## H2 “Viewradar”

In dit hoofdstuk zal het idee “Viewradar” worden geïntroduceerd en geanalyseerd. Tevens zal de doelgroep worden gevraagd een mening te geven over het principe van de “Viewradar”. Het hoofdstuk eindigt met korte discussie over de haalbaarheid en het kiezen van een tweetal ideeërictingen.

### 2.1 “Viewradar”

Uit het vorige hoofdstuk blijkt dat auditief beperkten niet ontspannen kunnen fietsen in het huidige verkeer. Om dit wel mogelijk te maken, bedacht Cor Toonen het concept “Viewradar”.

#### 2.1.1 Het Concept

In het document Viewradar Basistekst versie 5 (bijlage C) is het concept als volgt weergegeven:

*“De “Viewradar” tast via een radar sensor, bevestigd achter op het voertuig of op de rug, het achteruitzicht van de auditief beperkte verkeersdeelnemer af. Als er een object nadert, dat sneller gaat dan hij/zij, geeft deze vanaf een bepaalde afstand een signaal van **opletten** aan. De auditief beperkte verkeersdeelnemer kan dan anticiperen op het naderend object. Dit signaal kan visueel zijn via bijvoorbeeld: een klein display (figuur 7), tactiel via een polsontvanger (figuur 8) of visueel tactiel op je smartphone (figuur 9). Vorm en/of draagwijze nader te bepalen”*

Een aanvulling op dit concept is om ook het achteropkomend verkeer te waarschuwen met behulp van een matrixbordje.

#### 2.1.2 Doel

Door real-time het achteruitzicht van de auditief beperkte af te tasten compenseert de “Viewradar” deels het ontbrekende gehoor. De “Viewradar” neemt als het ware dat gedeelte van *Situational Awareness* over dat een horend persoon wel heeft. De “Viewradar” geeft een waarschuwingssignaal, waarop de auditief beperkte gebruiker naar goeddunken kan reageren. Op deze manier heeft de gebruiker het gevoel zelf zijn veiligheid te creëren zodat hij meer ontspannen kan zijn in het verkeer. Het ook waarschuwen van het achteropkomend verkeer heeft als voordeel dat medeweggebruikers rekening met hem kunnen houden.



Figuur 7, Display op fietsstuur



Figuur 8, Tactiel en visueel signaal via polsontvanger



Figuur 9, Tactiel en visueel signaal via smartphone

## 2.2 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 2

De “Viewradar” lijkt een veelbelovend idee. Cor Toonen heeft al een aantal positieve reacties gehad op het concept, echter dit zegt nog niet of men ook een dergelijk product zou willen hebben. Het ondervragen van de doelgroep zou hier uitsluitsel over kunnen geven.

### 2.2.1 Opbouw

Het tweede deel van de vragenlijst bestaat uit de introductie van het principe van de “Viewradar”. Dit wordt gedaan door het gebruik van wederom een scenario (figuur 10)

#### Scenario 2:

Piet is auditief beperkt en fietst midden op het fietspad wanneer er met een hogere snelheid dan hijzelf een fietser van achteren nadert. Op het moment dat de fietser nadert ontvangt Piet een signaaltje. Piet kijkt om en ziet de fietser naderen, hij stuurt iets meer naar rechts en de fietser kan zonder problemen inhalen. Hij fietst rustig verder.

*Figuur 10, Scenario 2 van de vragenlijst (bijlage A)*

Er is bewust het gekozen het hier nog niet over een product te hebben om zo de gedachtengang van de respondent niet te beïnvloeden.

De vragen aansluitend op het scenario gaan over hoe men denkt over de effectiviteit van het toepassen van een “signaaltje” in deze situatie. Men wordt onder andere gevraagd naar hoe men denkt zich hierbij te voelen. Een belangrijke vraag is of men zich in dit geval gecompenseerd voelt voor hun auditieve beperking. Dit is namelijk een streven welke de opdrachtgever hoopt te behalen. Als afsluiting van dit gedeelte wordt de vraag gesteld of men een dergelijke oplossing in bezit wil hebben.

### 2.2.2 Resultaat

Men is zeer positief over het principe. Van de 28 respondenten gaven 27 personen dan ook aan dat op deze manier de verkeersveiligheid wordt verhoogd (bijlage B). De respondent die aangaf het hier niet mee eens te zijn gaf als toelichting “wanneer je omkijkt verlies je de controle van wat er voor je gebeurt”. Wellicht een probleem dat enkel bij ouderen speelt. Ook gaven 27 uit 28 personen aan dat men zich op deze manier veiliger zal voelen en meer ontspannen deel kan nemen aan het verkeer. Echter men is wel sceptisch of een dergelijk principe wel te realiseren is. Een persoon zet bij de toelichting op de vraag over de compensatie van het gehoor, de volgende kanttekening: “alleen wanneer de signalering betrouwbaar is”. 23 personen geven aan een dergelijke oplossing zeker aan te schaffen.

Ondanks dat het aantal respondenten vrij klein is lijkt het aannemelijk dat door de hoeveelheid positieve reacties er zeker vraag is naar een dergelijke oplossing van het probleem.

## 2.3 Haalbaarheid

Het idee van Cor Toonen is al vrij specifiek. Afgezien van een aantal ontwerpkeuzes die nog open staan (positionering van de sensor, methode van feedback), staat het principe vast. Ook wordt al radar genoemd als methode van detectie. De vraag is echter of dat wel verstandig is, dergelijk keuzes beperken over het algemeen het ontwerpproces.

### 2.3.1 Methode van toetsing

Het toetsen van de haalbaarheid is zeer belangrijk immers het geeft duidelijkheid over of het concept “Viewradar” potentie heeft om op de markt te komen. De opdrachtgever heeft specifiek gevraagd naar de technische haalbaarheid. Echter haalbaarheid is meer dan alleen technische haalbaarheid, de techniek moet in de ogen van de gebruiker ook geschikt zijn.

Het zou kunnen dat de “Viewradar” op het gebied van techniek realiseerbaar is maar dat de gebruiker er niet mee om kan gaan, kortom een nutteloos product. Daarom zal ook naar dit aspect moeten worden gekeken.

Uiteraard zijn de kosten ook belangrijk. Dit aspect zal binnen het kader van het onderzoek niet worden behandeld. Enkel wanneer de impact van kosten groot is zal dit worden genoemd.

### 2.3.2 Technische haalbaarheid

Op dit moment is het onduidelijk of het concept zoals voorgesteld technisch haalbaar is. Om een voorbeeld te noemen: het concept spreekt van een aftastende radar. Is dit wel mogelijk? Er zal ongetwijfeld een radar module zijn die fietsen en brommers kan detecteren. Maar wat voor een gevolgen heeft dat voor de grootte en het gewicht van het apparaat? Op de fiets is men immers beperkt met wat men mee kan nemen.

Er zullen waarschijnlijk ook andere technieken zijn die in aanmerking komen die misschien wel beter/geschikter zijn. Zoals al eerder genoemd is het concept dus te specifiek. Om de mogelijkheden open te houden zal daarom het concept moeten worden uitgekleeft tot een simpelere vorm. Dit kan worden gedaan door enkel de belangrijkste functies te noemen die uit de beschrijving volgen, dit zijn:

- **Detecteren van objecten achter de gebruiker die sneller gaan dan de eigen-snelheid**
- **Verwerken van data over objecten**
- **Attentie geven aan de gebruiker**
- **Attentie geven aan medeweggebruikers (Optioneel)**

Bij bovenstaande functies zal vervolgens naar technieken moeten worden gezocht voor juiste invulling.

### 2.3.3 Haalbaarheid op het gebied van gebruik

Omgang of relatie tussen mens en techniek is zeer belangrijk voor het uiteindelijke succes van een product. Deze relatie wordt *Mediatie* genoemd een term die centraal staat in de techniekfilosofie. Techniekfilosofie is het onderzoek doen naar de aard en betekenis van techniek en de verhouding tussen techniek, mens en samenleving [11].

De meest effectieve manier om de relatie te toetsen is door het uitvoeren van een of meerdere gebruikstesten waarbij een selecte groep gebruikers kennis maken met het product via een prototype of simulatie. Het doel is dan ook om de te kijken hoe een persoon met het apparaat omgaat en of gewenste resultaat wordt behaald. Resultaten uit deze tests helpen bij verdere ontwikkeling van het apparaat.

Binnen het kader van deze opdracht zullen echter geen prototypes/simulaties worden gemaakt omdat daarvoor de (financiële)middelen mist. De haalbaarheid op dit gebied kan op dit moment

dan ook niet worden getoetst. Er kan echter al wel over worden nagedacht. Techniekfilosofie kan daar bij helpen.

## Mediatie

De preciese definitie van *Mediatie* is dat techniek een bemiddelaar is tussen mens en werkelijkheid. Hierin zijn verschillende gradaties. De techniekfilosoof Don Ihde stelt dat *Mediatie* is te beschrijven volgens het relatiespectrum waarbij drie vormen binnen en één vorm buiten het spectrum vallen [12]:

### *Binnen het spectrum*

- **Quasi-Ik** - inlijving van techniek, mens ervaart omgeving via het artefact terwijl het artefact zelf in de achtergrond is geplaatst - *vb. bril, auto, telefoon*
- **Hermeneutisch** - techniek die indirecte toegang geeft tot de werkelijkheid zonder inlijving - *vb. thermometer*
- **Quasi-Ander** - interactie tussen mens en machine, mens is bewust bezig met een techniek, kan leiden tot inlijving maar meestal "leren omgaan met" - *vb. programmeren van een DVD recorder*

### *Buiten het spectrum*

- **Achtergrond** - techniek vormt de context waarin mensen betrokken zijn bij hun omgeving - *vb. licht van lampen, geluid van de koelkast*

De relatie in dit spectrum die direct opvalt is de *Quasi-Ik*relatie. Deze relatie komt tot stand wanneer men een techniek inlijft. De mens ervaart dan de omgeving via het artefact terwijl het artefact zelf in de achtergrond is geplaatst. Een voorbeeld is de auto;

*"Wie auto rijdt, is niet voortdurend betrokken op de auto zelf. Sturen, schakelen, optrekken en remmen gebeuren haast ongemerkt, terwijl de chauffeur gericht is op de omgeving waar hij of zij doorheen rijdt. Als de auto zelf om aandacht zou vragen, zouden er ongelukken gebeuren, zoals iedereen zich zal kunnen herinneren van zijn of haar eerste rijlessen". [11]*

Het verkrijgen van deze relatie zal ook tot doel moeten worden gesteld bij de "Viewradar". Immers men ervaart de omgeving via de techniek, dit zou echter op zo'n manier moeten gebeuren dat men niet wordt afgeleid van het fietsen zelf. De vraag die nu dan ook gesteld moet worden is of dat bij het huidige principe van de "Viewradar" aan de orde is.

## Huidige principe

Het idee "Viewradar" gaat uit van het waarnemen van énkél objecten die sneller gaan dan de gebruiker. Een logische gedachte voortkomend uit het feit dat men vooral schrikt van inhalende weggebruikers alleen dit betekent dat de gebruiker een vertekend beeld krijgt van de werkelijkheid. Daarnaast heeft de gebruiker de veiligheid nog niet helemaal in eigen handen. De techniek bepaalt immers wat een bedreiging is. Kan men wel omgaan met een apparaat dat beslissingen maakt over wat veilig is of niet?

Het zal waarschijnlijk de manier van informatieoverdracht zijn die doorslag zal geven of de "Viewradar" succesvol is. Tijdens het gebruik is dit de enige interactie tussen mens en techniek. Het voorgestelde principe gaat uit van plotselinge waarschuwingen of attenties. Kan de gebruiker deze wel in de achtergrond plaatsen? Wanneer de aandacht van de gebruiker steeds op het signaal is gericht (denk aan het voorbeeld van de auto), en men schrikt of steeds even de kluts kwijt is, zal de "Viewradar" eerder een storende afleiding zijn dan een hulpzaam product. In dat geval is er geen sprake van inlijving.



Bovenstaande vragen wekken een gevoel van twijfel op over het huidige principe van de “Viewradar”. Hoewel deze twijfel de aanleiding is van aannames aan de hand van filosofische gedachten en dus niet is getoetst zet het je wel aan het denken. Wellicht is het principe niet goed en dient aangepast te worden.

De horende mens maakt in het onderbewustzijn keuzes over of wat men hoort een bedreiging is of niet. Dit doet hij door signalen te filteren naar relevantie. Dit is een vaardigheid die is aangeleerd en samen is te vatten onder de term *Situational Awareness* (§1.2.1). Men doet dit niet bewust maar juist onbewust, dit zorgt voor een intuïtieve vorm van waarneming zonder dat men wordt afgeleid van het fietsen zelf. En dat is precies wat de interactie zou moeten zijn tussen “Viewradar” en gebruiker.

Is het niet beter dat men ook weet heeft van een persoon die even snel of langzamer fietst dan de gebruiker? Door op de “juiste” manier informatie te geven aan de gebruiker kan hij of zij zelf bepalen of een object een bedreiging vormt. Deze combinatie van acties zal intuïtief en natuurlijk moeten werken zodat de gebruiker, na enige gewenning de techniek in de achtergrond kan plaatsen. De vraag die dan nu nog beantwoord moet worden is: wat is de “juiste” manier?

[11] Techniek en de grens van de mens, Peter-Paul Verbeek, 2002

[12] Technology and the Lifeworld, Ihde, D., 1990

## 2.4 Een nieuwe set functies

Zoals al eerder genoemd wekken de hoeveelheid vragen die opkwamen in de vorige paragraaf een gevoel van twijfel op. In het ontwerpproces van de “Viewradar” zal een stap terug moeten worden gezet.

Dit is zo omdat de set functies (§2.3.2) nog te specifiek is. De functies zullen dus nog verder genuanceerd moeten worden. Om een voorbeeld te noemen, de eerste functie is het detecteren van objecten die sneller gaan dan de eigen snelheid. Waarom alleen objecten die sneller gaan? Dit geeft de gebruiker een incompleet beeld van de werkelijkheid. Door de functie zo te nuanceren tot “het detecteren van bewegende objecten” worden de opties open gehouden. Hetzelfde geldt voor de functie die het waarschuwen van de gebruiker bevat, door te spreken van feedback hoeft het niet meteen een waarschuwings-systeem te zijn maar is het ook mogelijk om subtiel feedback te geven.

Hierbij wordt dan ook het voorstel gedaan om een nieuwe set functies op te stellen die een vrije interpretatie mogelijk maakt., die bestaat uit:

Hoofdfunctie:

**Het geven van feedback aan de gebruiker over het verkeer dat hem van achter nadert.**

Deelfuncties:

- **Detecteren van (bewegende) objecten achter de gebruiker**
- **Verwerken van data over objecten**
- **Feedback geven aan de gebruiker**
- **Feedback geven aan medeweggebruikers (Optioneel)**

### 2.4.1 Twee Ideerichtingen

Deze stap terug maakt het mogelijk om onderzoek te doen naar hoe de “Viewradar” ontworpen moet worden om er voor te zorgen dat de gebruiker de techniek inlijft. Echter doordat deze beslissing is gebaseerd op aannames dient ook de technische haalbaarheid van het oorspronkelijke idee van Cor Toonen worden getoetst. Daarom zal er in de rest van dit onderzoek worden gekeken naar twee ideerichtingen. Bij Ideerichting A zal het oorspronkelijke idee worden aangehouden en bij Ideerichting B wordt gepoogd een zo natuurlijk en intuïtieve interactie tussen mens en techniek te realiseren, waarbij de gebruiker een zo realistisch mogelijk beeld krijgt van de werkelijkheid. De gebruiker heeft zo uiteindelijk zelf de veiligheid in handen. Dit verschil tussen de ideerichtingen is in de volgende tabel weergegeven.

| Ideerichting A  | Ideerichting B  |
|---|---|
| Detectie van objecten   | Detectie van objecten   |
| <b>Feedback geven over:</b><br>Weggebruikers die de gebruiker van achter naderen, sneller dan de eigen snelheid van de gebruiker. | <b>Feedback geven over:</b><br>Weggebruikers die de gebruiker van achter naderen.               |
| <b>Methode van feedback:</b><br>Waarschuwingssignaal bij overschrijding van een nog nader te bepalen afstand                      | <b>Methode van feedback:</b><br>Een intuïtief informatief signaal, methode nog nader te bepalen |
| Apparaat bepaalt wanneer een object een bedreiging vormt  | Gebruiker bepaalt uiteindelijk zelf wanneer een object een bedreiging vormt                     |

De volgende stap in het onderzoek is om deze ideerichtingen verder uit te werken en uiteindelijk de technische haalbaarheid te toetsen.

# H3 Functies en Programma van Eisen

In het vorige hoofdstuk is de “Viewradar” als concept geïntroduceerd en zijn twee ideerichtingen gekozen voor toetsing. In dit hoofdstuk zal dieper worden ingegaan op de functies van de verschillende concepten en volgt er een Programma van Eisen.

## 3.1 Functieanalyse

Om gericht te kunnen onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om de ideerichtingen tot concepten te maken zal allereerst moeten worden bepaald welke functies de verschillende ideeën en hun onderdelen hebben.

### 3.1.1 Functies

Het doel van beide ideerichtingen is bekend: het zodanig feedback geven aan de gebruiker over het achteropkomend verkeer dat de zich veilig voelt in het verkeer (§2.1.2). In het vorige hoofdstuk werd dit doel tot vier verschillende deelfuncties gedefiniëerd waarbij één optioneel is. Deze functies zijn (§2.4):

- **Detecteren van (bewegende) objecten achter de gebruiker**
- **Verwerken van data over de objecten**
- **Feedback geven aan de gebruiker**
- **Feedback geven aan medeweggebruikers (Optioneel)**

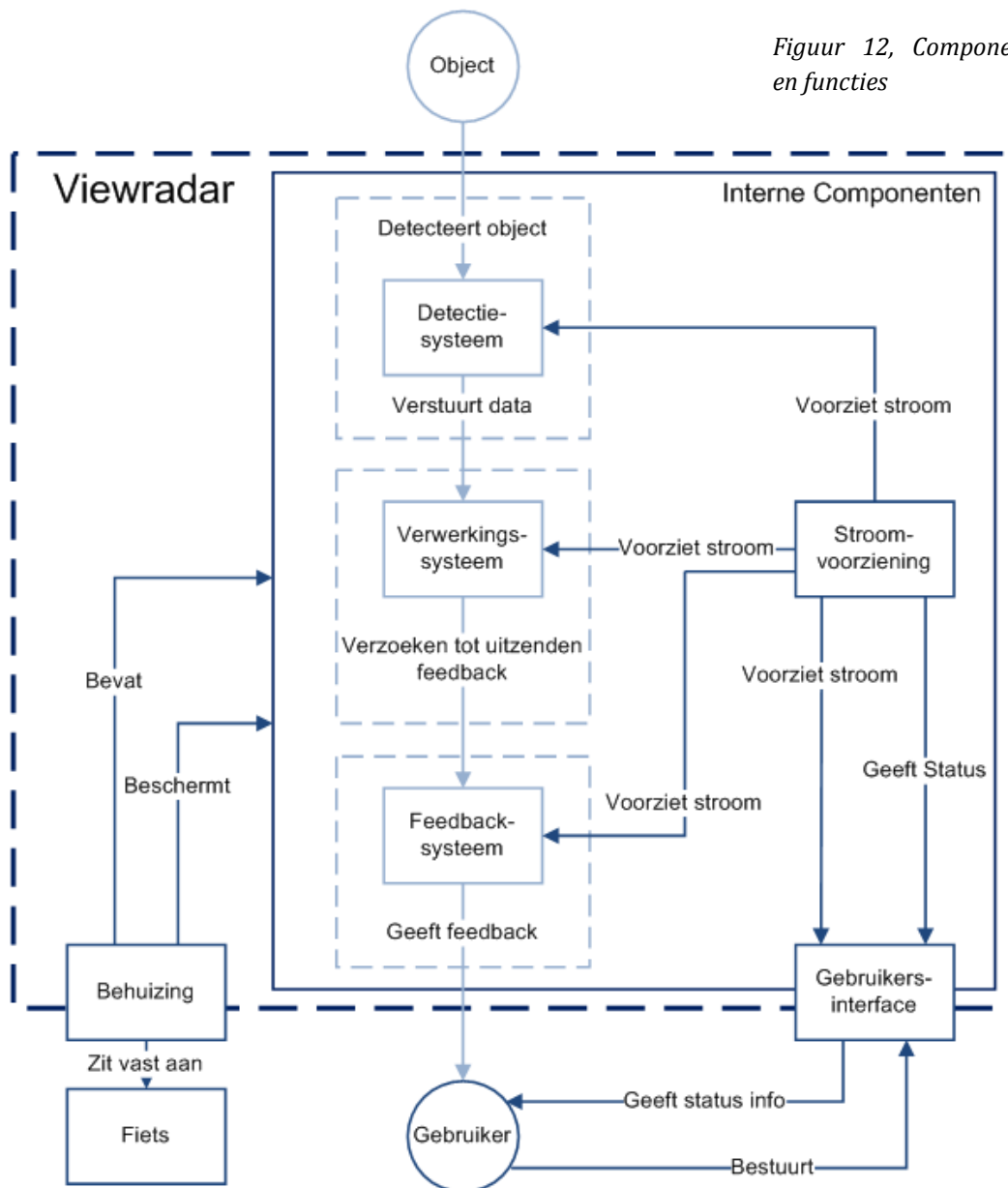
Een volgende stap is om de belangrijkste functies in kaart te brengen met behulp van een functiediagram (figuur 11). De optionele functie is hierbij weggelaten. In dit diagram zijn de deelfuncties vertaald als een verzameling componenten, ook wel systeem genoemd, met bijbehorende handelingen.

Dit diagram geeft een overzicht van de link tussen de verschillende functies/subsystemen. Echter om een dergelijke samenwerking tussen subsystemen te laten plaatsvinden zijn weer andere elektronische en mechanische subsystemen nodig die zo elk hun eigen functies hebben in het geheel. Zo is er bijvoorbeeld een component nodig met als functie het geheel van stroom te voorzien en een component dat alles bij elkaar houdt en beschermt. Door het definiëren van een lijst van functies en subsystemen kan het het diagram worden aangevuld (figuur 12).



Figuur 11, diagram deelfuncties

Figuur 12, Componenten en functies



### 3.1.2 Componenten

Aan de hand van dit overzicht kan er gekeken worden naar de technische invulling. Afhankelijk van de functies van elk subsysteem is het mogelijk naar de juiste te zoeken. Aangezien er op dit moment twee ideerichtingen zijn gekozen kan dit verschillen per richting.

Wat echter algemeen zal zijn is het volgende: in het geval van het detectiesysteem zullen de componenten in ieder geval bestaan uit een of meerdere sensoren en/of antenne en ontvanger en aansturingscomponenten. Maar ook verbindende componenten die voor communicatie met de andere subsystemen zorgen (kabels, toepassing van Bluetooth). Dit is ook het geval bij het feedbacksysteem.

Binnen het kader van deze opdracht zal alleen worden gekeken naar de hoofdcomponenten van de verschillende systemen. Over overige onderdelen zullen aannames worden gemaakt aan de hand van de mogelijkheden van de huidige technieken. Deze keuze is gemaakt omdat kennis over elektronica en informatica niet aanwezig is.

## 3.2 Systeemuitwerking

Bij het zoeken naar de juiste componenten zal allereerst per systeem moeten worden gekeken naar wat zij zouden moeten kunnen en wat de randvoorwaarden hierbij zijn, kortom welke specificaties. Het definiëren van de specificaties per functie maakt het mogelijk om een Programma van Eisen (PVE) op te stellen. In deze paragraaf zal per systeem worden gekeken naar wat de gebruikssituatie is en aan welke randvoorwaarden de componenten moeten voldoen. Eisen zullen vervolgens worden meegenomen voor de toetsing van componenten.

### 3.2.1 Detectiesysteem

De taak van het detectiesysteem is om bewegende objecten die zich achter de fietser bevinden te detecteren of waar te nemen. Informatie over deze objecten stuurt het systeem naar het verwerkingssysteem voor verdere verwerking. Het verwerkingssysteem zal vervolgens bepalen of een object een bedreiging vormt.

In dit gedeelte worden de volgende punten over het detectiesysteem besproken:

- **Randvoorwaarden detectie**
- **Bereik van het detectiesysteem**
- **Invloed van buitenaf**
- **Invloeden op de omgeving**

#### Randvoorwaarden detectie

De randvoorwaarden zijn verschillend per ideerichting. Bij ideerichting A krijgt de gebruiker een waarschuwing over objecten die sneller gaan dan de eigen snelheid wanneer zij een nog nader te bepalen afstand overschrijden. Dit betekent dat het detectiesysteem moet kunnen bepalen of er objecten aanwezig zijn, op welke afstand en met welke snelheden zij voortbewegen. Hieruit volgt de eerste eis voor het PVE (eis 2.1). Het verwerkingssysteem zal dan vervolgens moeten bepalen of een object daadwerkelijk sneller gaat dan de eigen snelheid.

Bij ideerichting B is het doel de gebruiker op een zo natuurlijk en intuïtieve mogelijke manier een realistisch beeld te geven van de werkelijkheid. De horende mens hoort dat iets hem nadert of dat er iets achter hem bevindt. Het verschil in wat men hoort binnen een tijdsinterval zegt iets over de nabijheid en snelheid van de geluidsbron. Concrete informatie in cijfers krijgt men niet, maar door ervaring leert men redelijk accuraat afstand en snelheid schatten. Het gehoor werkt dus intuïtief.

Voor dit idee zal de gebruiker dus informatie moeten krijgen over afstand. Door op de “juiste” manier feedback te geven zou de gebruiker zelf kunnen bepalen/aanvoelen hoe snel het object gaat en wanneer een object een bedreiging vormt. In dit geval zal de gebruiker dus op de hoogte moeten worden gesteld van alle bewegende weggebruikers direct achter zich, dus niet alleen snellere objecten maar ook objecten met dezelfde snelheid of die langzamer gaan (eis 2.1). Vervolgens zou het systeem dus een indicatie moeten geven over de afstand (eis 2.1).

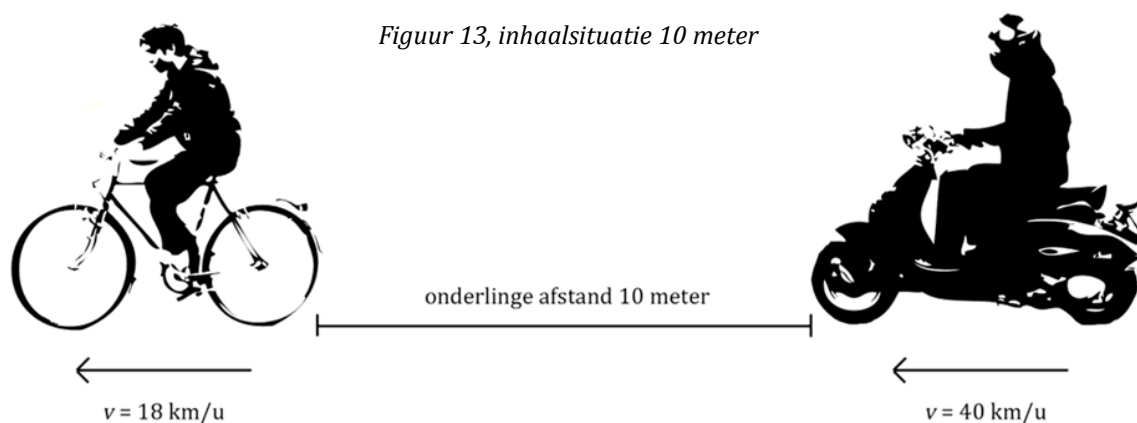
Een volgend punt is dat te horen is of er een fiets, auto of bus nadert doordat zij verschillende soorten geluid produceren. Dit is een belangrijke factor bij het inschatten of er sprake is van een dreiging. Het zou daarom fijn zijn voor de gebruiker om ook een idee te krijgen van de grootte van het naderende object (wens 2.1).

Een volgend aspect is welke objecten het systeem zou moeten kunnen detecteren. Uit het vooronderzoek blijkt dat vooral fietsers, wielrenners en brommerrijders voor het schrik-effect zorgen omdat zij op relatief korte afstand langsrijden. Zij zullen op zijn minst gedetecteerd moeten worden (eis 1.1). Auto's, vrachtwagens en bussen zou het systeem ook moeten kunnen detecteren.

### Bereik van het detectiesysteem

Een volgende onderdeel waar naar gekeken moet worden is het bereik van het systeem bij beide ideerichtingen. Door de hogere snelheid van brommers en wielrenners zorgen zij voor het grootste schrik-effect. Dit brengt de vraag met zich mee op welke afstand dergelijke objecten moeten worden gedetecteerd. Immers er moet genoeg tijd zitten tussen het detecteren en het daadwerkelijk inhalen van het naderende voertuig zodat de gebruiker niet schrikt en juist kan handelen. Daarnaast moet de sensor over de juiste breedte en hoogte van het wegdek objecten kunnen detecteren. Dit geldt in het geval van beide ideerichtingen.

Cor Toonen vraagt zich af of een sensorafstand van 10 meter genoeg is. Door een situatie te schetsen kan deze vraag worden beantwoord (figuur 13). De snelheden van de voertuigen zullen vervolgens iets zeggen over de tijd die zit tussen het detecteren en inhalen.



Volgens de wet mag een brommer buiten de bebouwde kom op een fietspad een snelheid van maximaal 40 km/u voeren [13] Als snelheid van de fiets is hier 18 km/u aangehouden. Dit is de gemiddelde snelheid van fietsers in Nederland [14]. De tijd die tussen het detecteren en inhalen zit is te berekenen met behulp van de volgende formule:

$$tjidsinterval = \frac{\text{sensor afstand (m)}}{(\text{snelheid naderen voertuig (m/s)} - \text{eigensnelheid (m/s)})}$$

De uitkomst is 1,63 seconden, deze periode is zeer kort. Volgens het Openbaar Ministerie is de reactietijd van personen in het verkeer bij fitte en alerte personen één seconde, in het geval van minder alerte en/of oudere personen ligt deze tijd dus nog hoger [15]. Er blijft niet of nauwelijks tijd over om te kijken en eventueel een ontwijkende manoeuvre uit te voeren. Daarnaast rijdt de fietser hier nog met een vrij hoge snelheid. Tien meter afstand is dus te weinig.

Wat is dan een juiste afstand? Om een juiste minimale afstand te berekenen zal er een nieuwe formule moeten worden geschreven, Hierbij zal de set factoren moeten worden uitgebreid, waarbij de fietser voldoende tijd om adequaat te handelen:

- **Reactietijd van de (auditief beperkte) gebruiker**
- **Tijd van handelen door de gebruiker**
- **Snelheid van het naderend voertuig**
- **Eigensnelheid**

De berekening voor de afstand is dan:

$$afstand = (snelheid\ naderen\ voertuig - eigensnelheid) * (reactietijd + tijd\ van\ handelen)$$

### **Reactietijd**

Officieel is de reactietijd de tijd tussen het krijgen/waarnemen van een zenuwprikkel en het daadwerkelijk beseffen dat men een prikkel krijgt. In het verkeer wordt echter ook de tijd voor het nemen van beslissingen er bij opgeteld. In dit geval is de reactietijd dus de tijd tussen het ontvangen van een waarschuwingssignaal en het handelen van de bestuurder.

De reactietijd verschilt per persoon en per situatie. Wanneer men is afgeleid omdat men in gesprek is via bijvoorbeeld een telefoon of met een persoon naast zich, is de reactietijd groter. Daarnaast is deze ook negatief beïnvloedbaar door gebruik van alcohol en medicijnen. Oudere mensen hebben in veel gevallen een trage reactie omdat zij minder snel beslissingen kunnen nemen in complexe situaties.

Een reactietijd van één seconde is dus niet reëel om te gebruiken in de berekening. Voor de berekening zal nu een marge worden genomen van 50 %. De reactietijd komt daarmee op 1,5 seconde.

Omdat iedereen verschilt is een instelbare reactietijd aan te bevelen (wens 3.4). Dit voorkomt het “te vroeg” of “te laat” krijgen van feedback.

### **Tijd van handelen**

De aanname is dat het krijgen van een feedbacksignaal het schrik-effect wegneemt. In dat geval zal een afstand die gelijk staat aan de reactietijd genoeg kunnen zijn. Echter de gebruiker moet ook de mogelijkheid krijgen om de situatie op zich te nemen en om eventuele uitwijkende manoeuvres uit te voeren. Zo zal de gebruiker na een waarschuwingssignaal omkijken en zal na het zien van bijvoorbeeld een groep wielrenners de beslissing kunnen nemen om uit te wijken. Deze handelingen kosten tijd.

Wederom hangt deze tijd af van de situatie van de gebruiker. Jongeren kunnen sneller omkijken en voeren sneller een uitwijkende beweging uit dan ouderen. Daarnaast hebben mensen met een auditieve beperking vaak ook last van (lichte)evenwichtsstoornissen waardoor men niet te snel kan bewegen. Daarom wordt aangenomen dat een tijd van handelen van drie seconde reëel is.

### **Snelheid van naderend voertuig**

De snelheid hangt af van wat voor een voertuig nadert en in welke situatie. Binnen de bebouwde kom heeft men vooral te maken met fietsen en brommers. Auto's nemen over het algemeen genoeg afstand waardoor het schrik-effect wegblijft en met een fietspad vormen auto's geen probleem.

De gemiddelde snelheid van stadsfietsen is al bekend. Wielrenners daarentegen kunnen onder goede weersomstandigheden snelheden halen van 45 km/u en sneller maar over het algemeen zitten zij echter rond de 35 km/u [16].

Brommers rijden nog sneller, zij mogen volgens de wet maximaal 30 km/uur op het (brom)fietspad en 45 km/u op de weg rijden. Buiten de bebouwde kom is dit 40 km/u en 45 km/u respectievelijk [13].

Voor de berekening van de minimale detectieafstand kan de hoogste snelheid waarmee men te maken heeft worden aangehouden, immers een langzamer voertuig doet er langer over om in te halen.

### **Eigensnelheid**

Wanneer de berekening juist wordt uitgevoerd is de eigen snelheid van belang. De snelheid waarmee het achteropkomend verkeer nadert is namelijk de nettosnelheid. Echter men kan ook ingehaald worden wanneer men stil staat of net optrekt bij een stoplicht. Voor de berekening zal daarom een eigen snelheid van nul worden aangehouden.

### **Berekening van de minimale afstand**

Nu de factoren bekend zijn kan de berekening worden uitgevoerd. Doordat de eigensnelheid nul is kan deze worden weggelaten. De formule is dan:

$$\text{afstand} = (\text{snelheid naderen voertuig}) * (\text{reactietijd} + \text{tijd van handelen})$$

De berekening geeft dan een minimale afstand van 56,25 meter (eis 2.2). Deze afstand lijkt vrij groot maar zal alleen in uitzonderlijke gevallen noodzakelijk zijn.

### **Breedte**

De minimale breedte waarbinnen objecten moeten worden gedetecteerd is ook van belang. Objecten die buiten het bereik vallen zouden alsnog voor een schrik-effect kunnen zorgen. Cor Toonen heeft voorgesteld om als breedte twee maal de breedte van de fiets te nemen. Dit zou genoeg kunnen zijn maar dat is niet zeker. De breedte van een fiets mag volgens de wet niet groter zijn dan 75 cm, twee maal deze afmeting geeft een breedte van 1,50 meter [17].

Deze 75 cm per fietser is echter niet de effectieve breedte. Men kan niet oneindig recht fietsen, een fiets slingert altijd iets. Deze slinging wordt de vetergang genoemd. De vetergang is afhankelijk van leeftijd, fietservaring, rijnsnelheid en weersomstandigheden maar is gemiddeld zo'n 25 cm, hierdoor komt de maximale effectieve breedte van één fietser op één meter. Deze afmetingen worden in Nederland gebruikt als maatstaf tijdens het bepalen van de afmetingen van fietspaden [17].

De breedte van fietspaden wordt bepaald aan de hand van de breedte van de fiets en de zogenaamde schuwafstand. Dit is de afstand die men onbewust houdt tot stoepranden en andere fietsers tijdens het inhalen/naast elkaar fietsen. Deze schuwafstand tot een inhalende fietser is in het geval van krap inhalen 25 cm en comfortabel inhalen 50 cm. Hierdoor komt bij comfortabel fietsen de effectieve breedte per fiets op één meter en is de totale breedte bij inhalen twee meter [17].

In het geval van de "Viewradar" helpen deze gegevens bij het maken van een aanname. Het belangrijkste is dat men niet schrikt tijdens inhaalmanoeuvres. Er zal dan minimaal in het gebied direct achter en schuin links achter de fiets moeten worden gekeken over een breedte van twee meter. Wanneer men naast elkaar fietst moet er ook schuin rechts achter worden gekeken, hierdoor komt de totale breedte op drie meter (eis 2.2) (figuur 14). Dit maakt het tevens mogelijk om de "Viewradar" toe te passen in landen waar men links op de weg rijdt.



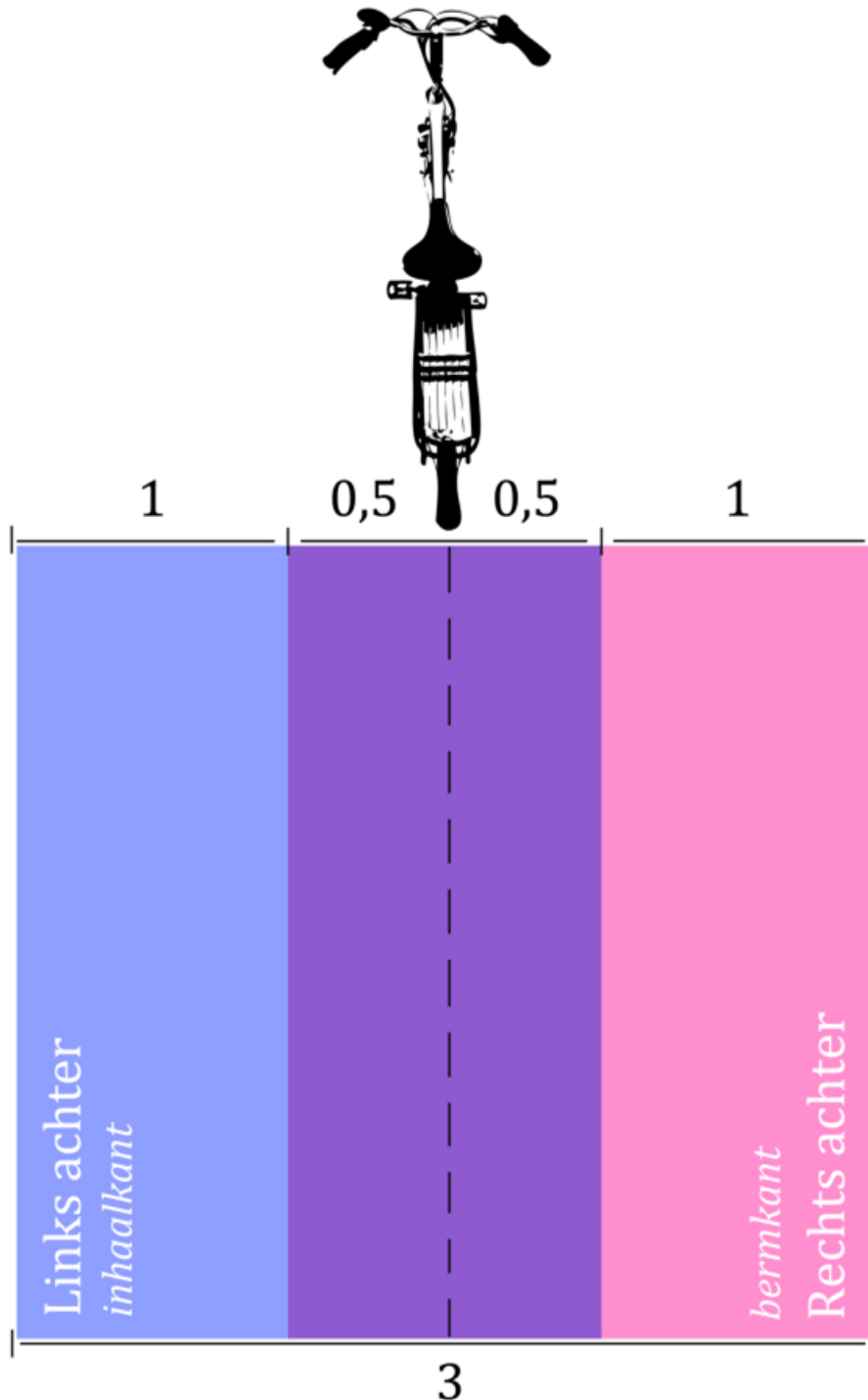
[13] <http://www.rijksoverheid.nl>

[14] <http://gemiddeldgezien.nl/snelheid/gemiddelde-snelheid-fietsen>

[15] [http://www.om.nl/onderwerpen/verkeer/overtredingen/snelheid/snelheid\\_reactie\\_en/](http://www.om.nl/onderwerpen/verkeer/overtredingen/snelheid/snelheid_reactie_en/)

[16] <http://gemiddeldgezien.nl/meer-gemiddelden/93-gemiddelde-snelheid-wielrenner>

[17] Over breedtes van Fietspaden, Theo Zeegers, verkeersconsulent, 2006



Figuur 14, breedte van het bereik

## Omgevingsinvloeden

Tijdens het gebruik van beide productideeën zal men te maken krijgen met verschillende weersomstandigheden. Sneeuw, regen, hagel, mist en duisternis, weertypes waarbij men zich ongemakkelijk voelt en het zicht kan worden belemmerd, zouden geen drastische invloed mogen hebben op nauwkeurigheid van het detectiesysteem. De kans op een schrikeffect is juist tijdens deze omstandigheden groter. Daarnaast mogen ook wind, extreme kou en extreme warmte geen invloed hebben (eis 2.3).

Met de technologische vooruitgang zie je dat steeds meer techniek wordt toegepast in het dagelijks leven. Vooral technieken voor communicatie en in het verkeer zorgen voor uitstraling van signalen met elektromagnetische eigenschappen die mogelijk invloed kunnen hebben op het detectiesysteem. Deze signalen zouden voor storingen kunnen zorgen of totale belemmering van het systeem. Een eis is dan ook dat het systeem zo moet zijn dat het ongevoelig is voor stralingen van buitenaf (eis 2.7).

Het detectiesysteem mag zelf ook geen storingen en belemmeringen veroorzaken bij apparaten in de omgeving (eis 2.5). Het kan voorkomen dat men in het verkeer andere gebruikers van de "Viewradar" tegenkomt in dat geval mogen de verschillende "Viewradar's" elkaar niet storen (eis 1.6). Ook mag het systeem geen schade aanrichten bij (medeweg-)gebruikers (eis 2.4).

Een ander punt is of het systeem wel in overeenstemming is met de wetgeving. Als voorbeeld nemen we het concept van Cor Toonen. Hij spreekt over een detectiemethoden waarbij Radar wordt gebruikt, een methode die gebruik maakt van radiogolven. Radiogolven zijn golven met elektromagnetische eigenschappen die van invloed kunnen zijn op andere apparaten in de omgeving. Om te voorkomen dat systemen elkaar storen is er bij de wet afgesproken welke radiofrequenties vrij gebruikt mogen worden en voor welke toepassing [18].

Een laatste eis voor het detectiesysteem is dan ook dat de methoden die gebruikt worden in overeenstemming zijn met de wetgeving (eis 2.6).

[18] Brochure vergunningsvrije radiotoepassingen – Agentschap Telecom Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie

### 3.2.2 Verwerkingssysteem

Het verwerkingssysteem analyseert alle verkregen data. Vervolgens trekt het conclusies en verzoekt tot activering van het feedbacksysteem.

In dit gedeelte worden de volgende punten over het verwerkingssysteem besproken:

- **Data verwerking**
- **Hardware**

#### Data verwerking

De hoofdtaak zoals hierboven beschreven kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd. In het geval van ideerichting A zal het verwerkingssysteem inderdaad aan de hand van de binnengekomen data bepalen wanneer een object een bedreiging vormt.

De verwerking van de binnengekomen data zal voornamelijk bestaan uit het uitvoeren van berekeningen. Deze berekeningen zijn vergelijkbaar met de berekeningen die in de vorige

paragraaf zijn gebruikt om het bereik te bepalen. Aan de hand van de nettosnelheid en de reactietijd wordt de afstand tot een object bepaald waarop een feedbacksignaal gegeven moet worden.

Het verwerkingssysteem zal dus voor alle gedetecteerde objecten dezelfde berekeningen uit moeten voeren. Omdat tijd in het verkeer een belangrijke factor is zullen deze berekeningen per direct en snel moeten worden uitgevoerd (eis 3.1). De kans is daarnaast aanwezig dat het om een aantal objecten gaat. Gegeven het feit dat de situatie zich continu verandert zullen dus ook continu berekeningen moeten worden uitgevoerd (eis 3.2). Kortom veel berekeningen in zeer korte en snel opeenvolgende tijdsintervallen.

Bij ideeërchtting B is er de vraag of een verwerkingssysteem van dergelijke uitvoering wel nodig is. Het zou zo kunnen zijn dat het signaal van het detectiesysteem direct is om te zetten in feedback. In dat geval is er een directe link tussen detectie en feedback en is het verwerkingssysteem enkel een stukje hardware dat het signaal omvormt. Dit is de meest optimale optie maar het is nog onduidelijk of dit mogelijk is. Ook omdat nog gekozen moet worden welke sensor gebruikt gaat. Daarom zal dit als een wens worden opgenomen in het PVE (wens 3.3)

### Hardware

Om dergelijke operaties uit te kunnen voeren zal het systeem over de juiste hardware moeten beschikken. Kennis over dit onderwerp ontbreekt echter. Er is daarom besloten binnen het kader van deze opdracht niet te diep op dit onderwerp in te gaan. Preciese specificaties bij de eisen over dit onderwerp zullen daarom niet worden opgenomen in het PVE. Dit is een aspect waar in een vervolgonderzoek verder naar zal moeten worden gekeken. Binnen deze opdracht zal enkel een "Ja" van een expert op de vraag "Is het mogelijk met bestaande hardware de berekeningen onder deze omstandigheden uit te voeren?" genoeg zijn.

Ook over het fysieke formaat van de hardware moeten specificaties worden opgesteld. Een wens van Cor Toonen is dat de "Viewradar" uit een of twee segmenten bestaat die niet groter zijn dan een smartphone (wens 1.5). Dit is inclusief sensor, gebruikersinterface en stroomvoorziening. Dit is een vrij specifieke wens die voortkomt uit de gedachte dat een dergelijk formaat makkelijk is in het gebruik en niet zal opvallen. Of een dergelijke wens realistisch is, is nog de vraag.

Het lijkt realistischer om een aanname te maken gebaseerd op wat acceptabel is als ballast tijdens het fietsen. Gewicht en vorm spelen hierbij een rol. Een object kan redelijk zwaar zijn maar zo zijn geplaatst dat de bestuurder er nauwelijks last van heeft. Een aanname die hier gemaakt wordt is dat de "Viewradar" in zijn totaal niet zwaarder mag zijn dan 3 kilogram (eis 1.3). Tevens moet het object zo geplaatst worden dat deze de gebruiker niet hindert in het gebruik (eis 1.4). De componenten moeten worden verwerkt ergens in/op de fiets, liefst onopvallend, zoals uit de eisen van de doelgroep blijkt (eis 1.2)

### 3.2.3 Feedbacksysteem

Het feedbacksysteem is verantwoordelijk voor het doorgeven van de meetresultaten aan de gebruiker Het doel van het systeem is om op een duidelijke wijze feedback te geven aan de auditief beperkte gebruiker.

Door in het ontwerp rekening te houden met een minimum gehoorverlies van 90 dB (§1.1.1) zal het feedbacksysteem altijd geschikt zijn.

Het feedbacksysteem is geschikt wanneer men het signaal kan waarnemen. Aangezien het gehoor niet functioneert zal het signaal dus de overige twee zintuigen moeten prikkelen. Dit zijn gevoel (tactiel) en visie. Een visueel signaal moet in alle omstandigheden duidelijk genoeg zijn om op te vallen, het tactiel signaal altijd voelbaar. Men mag echter niet alsnog schrikken van het signaal.

Het is raadzaam de optie aan te bieden dat de gebruiker de intensiteit/sterkte en lengte van het signaal naar eigen wens kan instellen. Deze eis moet in ieder geval worden gesteld bij ideerichting A (eis 4.4). Bij ideerichting B is het beter een dergelijke eis niet direct te stellen, het zou namelijk kunnen dat een variërende intensiteit van het feedbacksignaal erg belangrijk is voor een intuïtief feedbacksysteem. Immers de wijze van feedback zal de gebruiker op een intuïtieve en natuurlijke manier informatie moeten geven over de naderende objecten (eis 4.5).

Een belangrijke eis is dat medeweggebruikers niet gestoord mogen worden door het feedbacksysteem (eis 4.3).

Cor Toonen gaf aan dat in het geval van zeer grote drukte op de weg het misschien vervelend kan zijn dat het feedbacksignaal continu afgaat. Hij stelt voor om een optie in te bouwen dat het signaal tijdelijk wordt uitgeschakeld (wens 4.6). Of dit inderdaad nodig is zou uit een gebruiksonderzoek moeten blijken.

### 3.2.4 Gebruikers Interface

De gebruikersinterface is het medium waarmee de gebruiker de "Viewradar" zal besturen. Het spreekt voor zich dat de gebruikersinterface een aan/uit-knop moet bevatten. Ook dient de gebruiker de mogelijkheid te hebben via de gebruikersinterface bepaalde instellingen te veranderen voor het gebruik. Welke instellingen dit zijn zal uiteindelijk verschillen per uitgewerkt concept.

De bediening van de interface moet begrijpelijk zijn voor mensen met een auditieve beperking, zij vormen immers de doelgroep. Uit het vooronderzoek blijkt dat mensen met een auditieve beperking maar beperkt geschreven taal kennen. Zij zijn juist zeer visueel ingesteld (§1.1.2). Hieruit volgt dus dat bij het ontwerp rekening moet worden gehouden met de volgende punten (eis 5.x):

- **Visueel ingericht (symbolen)**
- **Weinig tot geen gebruik van tekst**
- **Vermijd lastig geschreven woorden**

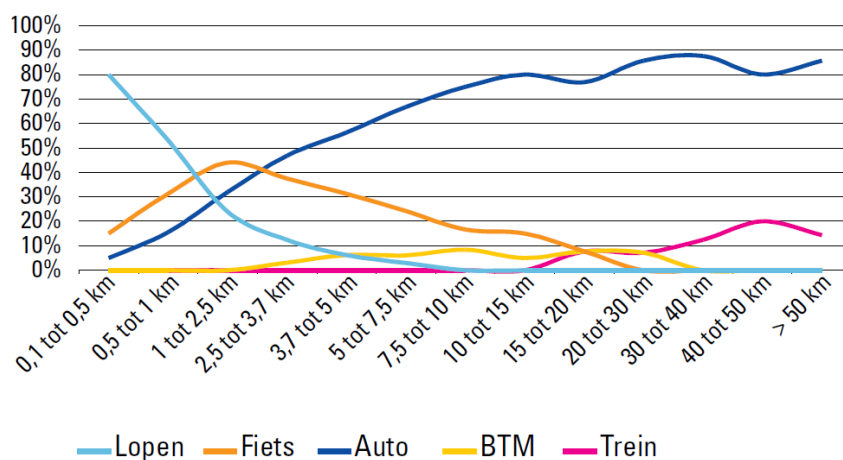
Een volgend punt is de positionering van de gebruikersinterface. Hij dient zo geplaatst te worden dat hij makkelijk toegankelijk is (eis 5.x). Bijvoorbeeld aan het stuur. Om onnodige afleiding van de bestuurder te voorkomen kan de interface op "zwart" gezet worden tijdens het fietsen. De fietser moet stoppen om instellingen te wijzigen (eis 5.x).

### 3.2.5 Stroomvoorziening

De energievoorziening heeft als taak alle componenten van stroom te voorzien. Welke methode gebruikt gaat worden (accu, batterij of dynamo) staat nog open. Als wordt uitgegaan van een oplaadbare of vervangbare energiebron dan moet deze het enige uren moeten volhouden. De minimale gebruiksduur is te bepalen aan de hand van fietscijfers in Nederland.

In figuur 15 is de verplaatsafstand versus de vervoerswijze in percentages neergezet. Voor afstanden tot zo'n 30 kilometer wordt de fietst gepakt. Dit komt aardig overeen met de gemiddelde afstand van 20,4 kilometer bij recreatieve fietstochten met een tijdsduur van 2 tot 3 uur [19].

Bij een afstand van 30 kilometer zal de tijdsduur circa 4 uur zijn. Een enkeling fietst op fietsvakanties grotere afstanden dus is het verstandig een marge toe te passen. Met 2 uur extra komt de minimale gebruikperiode op 6 uur (eis 6.1). Hierna zal de gebruiker de accu moeten opladen of vervangen. Bij normaal/dagelijks gebruik fietst men uiteraard kortere afstanden en hoeft dat niet. In Nederland wordt per jaar gemiddeld 900 kilometer gefietst, wat neerkomt op zo'n 2,5 kilometer per dag à 15 minuten [20]. Met deze cijfers zal de stroomvoorziening van de "Viewradar" pas na 24 dagen moeten worden opgeladen/vervangen.



Figuur 15, Aandeel vervoerswijze naar afstandklasse [20]

Het is van belang om de gebruiker van de "Viewradar" te informeren indien de accu opgeladen moet worden. Specificaties zijn een waarschuwing bij 30% inhoud, en het verzoek om op te laden bij 10% inhoud (eis 6.2).

Het vervangen of opladen van de stroomvoorziening dient gemakkelijk en door de gebruiker te worden gedaan. Er moet rekening gehouden worden met de uiteenlopende leeftijden (eis 6.3). Het moeten laten opladen of vervangen is gebruiksonvriendelijk.

[19] Factsheet "Fietsrecreatiemonitor, Fietsfeiten mei 2012" - Stichting Landelijk Fietsplatform

[20] Factsheet "Fietsen in Cijfers, Nederland fietsland" - Fietsersbond Nederland

### 3.2.6 Behuizing

De behuizing van de "Viewradar" heeft verscheidene functies. Hij houdt alle componenten bij elkaar en hij beschermt ze. De behuizing moet bestendig zijn tegen beschadigingen door normaal gebruik (eis 7.1). Bijvoorbeeld trillingen van de fiets, slijtage, het omvallen van de fiets.

De "Viewradar" dient ook tegen een stootje te kunnen (eis 7.2). Een botsing met een andere fiets of een lichte aanrijding met een auto mag niet meteen de "Viewradar" onbruikbaar maken.

Tevens dient de behuizing de componenten te beschermen tegen verschillende weertypen. De "Viewradar" dient bij sneeuw, regen, hagel, mist, wind, extreme kou en extreme warmte normaal te functioneren (eis 7.3).

Een eis is dat de behuizing zo is ontworpen dat de “Viewradar” enigszins diefstalbestendig is (eis 7.4). Hierbij moet rekening worden gehouden dat de eigenaar het systeem makkelijk moet kunnen monteren en demonteren (eis 7.5).

### 3.3 Programma van Eisen (PVE)

De volgende stap is om een Programma van Eisen op te stellen. Uit de specificaties van de functies volgen een aantal eisen en wensen. Er is gekozen de structuur van functies aan te houden om zo gericht de componenten te kunnen toetsen aan het PVE. Dit zal plaats vinden in het volgende hoofdstuk.

#### 3.3.1 Eisen

| Nr.   | Inhoud eis / wens   | Idee | Specificaties   |
|---|---|------|---|
| <b>Algemene eisen en wensen “Viewradar”</b> |   |      |   |
| 1.1   | De “Viewradar” dient de gebruiker op de hoogte te stellen van, achteropkomend verkeer                 | A,B  | Uit de vragenlijst blijkt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fietsers en wielrenners</li> <li>- Brommers en scooters</li> <li>- Auto’s</li> </ul>  |
| 1.2   | De “Viewradar” dient onopvallend te zijn, hierdoor wordt stigmatisering voorkomen                     | A,B  | Niet duidelijk te herkennen als systeem voor auditief beperkte weggebruikers  |
| 1.3   | De “Viewradar” mag niet te zwaar zijn   | A,B  | Mag niet zwaarder zijn dan 3 kilogram   |
| 1.4   | De fysieke aanwezigheid van de “Viewradar” mag de gebruiker niet hinderen tijdens het fietsen         | A,B  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Componenten dienen zo geplaatst te worden dat deze niet in het bewegingsvlak van de gebruiker komen.</li> <li>- Componenten dienen zo geplaatst te worden dat zij de mobiliteit van de fiets niet beperken</li> </ul>  |
| 1.5   | De “Viewradar” dient niet groter te zijn dan twee smartphones.  | A,B  | Wens van de opdrachtgever   |
| 1.6   | In groepsverband of tijdens ontmoetingen dienen meerdere “Viewradars” tegelijk gebruikt kunnen worden | A,B  | “Viewradars” dienen elkaar onderling niet te kunnen storen  |
| <b>Eisen en wensen Detectiesysteem</b>      |   |      |   |
| 2.1   | Het detectiesysteem dient data over objecten te kunnen verzamelen                                     | A,B  | Voor idee A geldt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aanwezigheid</li> <li>- Afstand</li> <li>- Snelheid &gt; eigen snelheid</li> <li>- Snelheid</li> </ul> Voor idee B geldt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aanwezigheid</li> <li>- Indicatie van de afstand</li> <li>- Indicatie over de grootte</li> </ul> |
| 2.2   | Het detectiesysteem dient voldoende bereik te hebben in het verkeer                                   | A,B  | Uit §3.2.1 blijkt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimale afstand van 56,25 meter</li> <li>- Minimale breedte van 3 meter</li> </ul>   |
| 2.3   | Het detectiesysteem dient ongevoelig te zijn voor alle weerstypen.                                    | A,B  | Uit §3.2.1 blijkt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regen</li> <li>- Sneeuw</li> <li>- Hagel</li> <li>- Wind</li> <li>- Mist</li> <li>- Duisternis</li> <li>- Kou -20 °C</li> <li>- Warmte 40 °C</li> </ul>   |
| 2.4   | De methode van detectie dient geen schade aan te richten aan (medeweg)-gebruikers                     | A,B  | Volgt uit §3.2.1  |

|  |   |     |   |
|--|---|-----|---|
| 2.5  | De methode van detectie dient geen schade aan te richten aan andere apparaten                             | A,B | Volgt uit §3.2.1  |
| 2.6  | Methode van detectie dient afgestemd te zijn op de regels van het land waarin het gebruikt wordt          | A,B | Volgt uit §3.2.1  |
| 2.7  | Detectiesysteem dient ongevoelig te zijn voor andere conventionele apparaten                              | A,B | Volgt uit §3.2.1  |
| <b>Eisen en wensen Verwerkingssysteem</b>  |   |     |   |
| 3.1  | Berekeningen dienen snel uitgevoerd te worden   | A,B |   |
| 3.2  | Het systeem dient genoeg snelheid en rekenkracht te hebben om "continu" berekeningen uit te kunnen voeren | A,B |   |
| 3.3  | Een verwerkingssysteem is overbodig   | B   | Wens, te realiseren wanneer het mogelijk is het detectiesysteem direct te koppelen aan het feedbacksysteem  |
| 3.4  | Gebruiker dient de reactietijd aan te kunnen geven om mee te nemen in de berekeningen                     | A   |   |
| <b>Eisen en wensen Feedbacksysteem</b>     |   |     |   |
| 4.1  | Geschikt voor alle vormen van auditieve beperkingen   | A,B | Met uitzondering van auditief - ernstig visueel (doof-blind)<br><br>Ui §3.2.3 volgt dat het signaal de zintuigen gevoel en/of visie moet prikkelen.   |
| 4.2  | Het signaal dient duidelijk te zijn   | A,B | <ul style="list-style-type: none"> <li>- In het geval van een visueel signaal dient het signaal altijd opgemerkt te worden door de gebruiker</li> <li>- In het geval van een tactiel signaal dient de bron zo te worden geplaatst dat de gebruiker het signaal kan voelen.</li> </ul> |
| 4.3  | Niet storend voor medeweggebruikers   | A,B | Medeweggebruikers mogen niet schrikken en/of worden afgeleid  |
| 4.4  | Tijdsduur en intensiteit van het signaal moet instelbaar zijn   | A   |   |
| 4.5  | Het signaal dient op natuurlijke en intuïtieve wijze informatie door te geven                             | B   | Specificaties nog nader te bepalen  |
| 4.6  | Signaal moet aan/uit gezet kunnen worden (nutteloos bijv. bij druk stadsverkeer)                          | A,B | Wens van de opdrachtgever   |
| <b>Eisen en wensen Gebruikersinterface</b> |   |     |   |
| 5.1  | De Gebruikersinterface dient geschikt te zijn voor mensen met een auditieve beperking                     | A,B | Uit §1.1.2 blijkt dat dit moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visueel ingericht (symbolen)</li> <li>- Weinig tot geen gebruik van tekst</li> <li>- Vermijd lastige geschreven woorden</li> </ul>  |
| 5.2  | De Gebruikersinterface dient zo geplaatst te worden dat de gebruiker deze gemakkelijk kan bereiken        | A,B |   |
| 5.3  | De Gebruikersinterface dient de gebruiker niet af te leiden tijdens het fietsen                           | A,B | Eventueel alleen te besturen wanneer de fiets stil staat.   |
| <b>Eisen en wensen Stroomvoorziening</b>   |   |     |   |
| 6.1  | De stroomvoorziening dient genoeg capaciteit te hebben.   | A,B | Uit §3.2.5 volgt dat de "Viewradar" een periode van minimaal 6 uur moet kunnen draaien op een volle accu.   |
| 6.2  | De stroomvoorziening dient op tijd aan te geven wanneer hij moet worden vervangen /opgeladen              | A,B | Bij een capaciteit van 30 % dient een attentie worden afgegeven. Bij 10% attentie ter opladen   |
| 6.3  | Het vervangen / opladen van de stroomvoorziening dient gemakkelijk te zijn                                | A,B |   |

### Eisen en wensen Behuizing(en)

- |            |   |            |   |
|------------|---|------------|---|
| <b>7.1</b> | De behuizing dient de "Viewradar" te beschermen tegen beschadigingen die kunnen oplopen tijdens normaal gebruik | <b>A,B</b> | Trillingen, slijtage, krassen, omvallen van de fiets  |
| <b>7.2</b> | De behuizing dient de "Viewradar" te beschermen tegen beschadigingen tijdens abnormale situaties.               | <b>A,B</b> | Botsing met fiets, lichte aanrijding met auto/brommer   |
| <b>7.3</b> | De behuizing dient alle componenten weersbestendig te houden  | <b>A,B</b> | Regen, sneeuw, hagel, wind, mist en extreme temperaturen dienen geen invloed te hebben op het functioneren van de "Viewradar" |
| <b>7.4</b> | De behuizing dient enige bescherming te bieden tegen vandalisme/diefstal  | <b>A,B</b> | Dit kan bijvoorbeeld door een slot te implementeren   |
| <b>7.5</b> | De behuizing(en) dient/dienen makkelijk aan de fiets gemonteerd te worden                                       | <b>A,B</b> |   |



# H4 Haalbaarheid

In het vorige hoofdstuk zijn de functies van de “Viewradar” bepaald. Tevens is een PVE opgesteld. In dit hoofdstuk zal worden gekeken naar de mogelijkheden voor invulling van de verschillende systemen. Dit wordt gedaan middels:

- Een onderzoek naar huidige technologieën
- Op welke manier deze methodes zijn toe te passen in de ideerichtingen

## 4.1 Detectiesysteem

### 4.1.1 Methoden van Detectie

Een van de hoofdfuncties van de “Viewradar” is het waarnemen en of detecteren van naderende objecten. Hiervoor bestaan meerdere systemen. Onderscheid wordt gemaakt tussen actieve en passieve systemen.

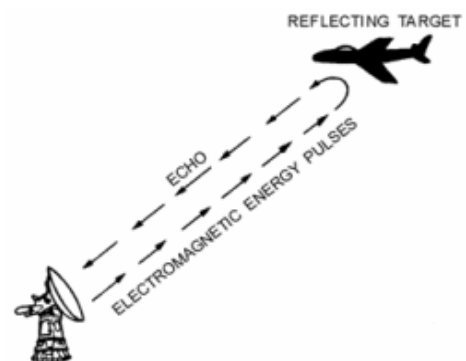
- **Actief detectiesysteem**, beïnvloedt de omgeving op zo’n manier dat vervolgens conclusies getrokken kunnen worden over de toestand in die omgeving.
- **Passief detectiesysteem**, maakt enkel gebruik van wat de omgeving aan informatie uitzendt.

### Actieve detectiesystemen

#### Radars

In het concept zoals gepresenteerd door Cor Toonen wordt uitgegaan van radar voor het detectiesysteem. Wat radar is en of het een goede keuze is zal in dit hoofdstuk duidelijk worden. Radar is oorspronkelijk een afkorting voor **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging (**RA**DAR) maar is door het veelvuldig gebruik een begrip geworden dat inmiddels met kleine letters geschreven mag worden.

Het principe van radar is vrij simpel: een zender stuurt een golf uit met elektromagnetische eigenschappen, in dit geval een radiogolf. Radiogolven verplaatsen zich met de snelheid van het licht en worden door vrijwel alle objecten gereflecteerd. Een object dat binnen de baan en bereik van deze golf valt zorgt voor een echo (figuur 16).

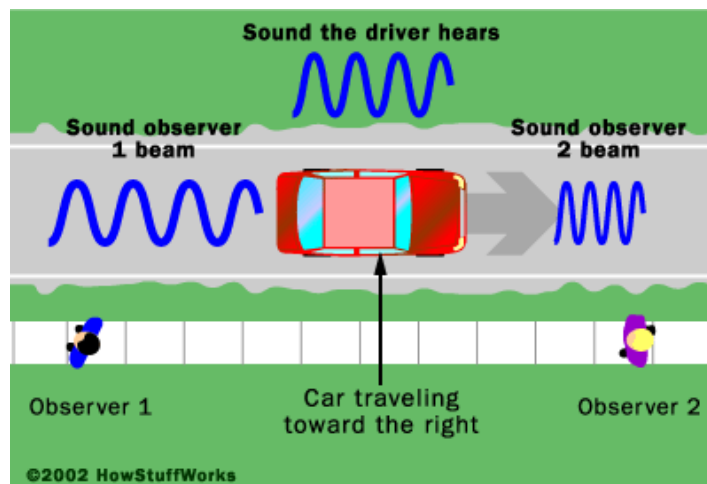


Figuur 16, Principe van de RADAR, echo veroorzaakt door een vliegtuig [21]

Aan de hand van de eigenschappen van de echo kunnen aannames worden gemaakt. Zo is de tijd waarop de echo er over gedaan heeft om terug te komen een indicatie voor de afstand tot het object ook wel “Range” genoemd. Door de hoek te meten waaronder het signaal binnenkomt wordt de hoogte van het object t.o.v. de antenne bepaald. De intensiteit van het ontvangen signaal zegt iets over de grootte van het object. Grote objecten en objecten met een hoge soortgelijke weerstand zoals bijvoorbeeld metalen objecten zorgen namelijk voor een sterker signaal [22]. (Skolnik, M.I.; 1980).

Van het principe van radar zijn verschillende variaties bekend die vandaag de dag worden toegepast [23]:

- **Time of Flight (pulse radar)**, systeem dat korte pulsen uitzendt. Dit systeem meet enkel de afstand tot een object aan de hand van de tijd dat een echo er over doet om terug te komen.
- **Dopplerradar**, systeem dat uit gaat van het Doppler-effect (wanneer een object de ontvanger nadert wordt de golf ingedrukt en gaat de frequentie van het signaal omhoog, wanneer een object van de antenne weggaat wordt de golf uitgetrokken en verlaagt de frequentie (figuur 17)). Het systeem mengt het uitgezonden signaal met het ontvangen signaal en kijkt naar de frequentie verschuiving ook wel “Doppler-shift” genoemd. Dit geeft een indicatie over de snelheid van een object.
- **Frequency Modulated Carrier Wave (FMCW)**, dit systeem stuurt een signaal uit dat continu van frequentie verandert. Door vergelijking van het uitgezonden signaal met het ontvangen signaal wordt de afstand tot een object bepaald.



Figuur 17, Doppler-effect, oorzaak van o.a. de bekende vervorming in het geluid van een voorbij scheurende auto. VRRROOOOAAAAM

Geavanceerde radarsystemen bestaan vaak uit een combinatie van meerdere principes. Op deze manier wordt het detectievermogen vergroot en kan meer informatie worden gevonden over objecten binnen het bereik van het systeem.

Omdat radiogolven grote afstanden kunnen dragen en niet beïnvloed worden door de meeste weersomstandigheden is deze detectiemethode zeer betrouwbaar en wordt daarom veel toegepast in bijvoorbeeld lucht, zee -en ruimtevaart (figuur 18).

[21] Navy Electricity and Electronics Training Series (NEETS) Module 18—Radar Principles

[22] Introduction tot Radar systems, Skolnik M.I., 1980

[23] Gesprek met Andries Lohmeijer C.E.O. KITT Engineering



*Figuur 18, Toepassingen van radar, van links naar rechts: radar in de neus van een F18 straaljager, radar op een mast van een schip, radar voor het detecteren van objecten in de ruimte*

### *Light Detection and Ranging (LIDAR)*

LIDAR werkt volgens hetzelfde principe als radar. Het gebruikt geen radiogolven als uitgezonden signaal maar licht, LIDAR wordt daarom ook wel Laser Radar genoemd. Welk type licht er wordt toegepast kan variëren, zo zijn er systemen die gebruik maken van zichtbaar licht, ultraviolet licht en nabij-infrarood.

Het voordeel van LIDAR boven RADAR is dat licht een kortere golflengte heeft dan radiogolven (laser: de 10  $\mu\text{m}$  en 250 nm, radio: ongeveer 1 cm), hierdoor kunnen kleine objecten, die in het geval van radar een zeer laag signaal terugzenden, wel door een LIDAR worden gedetecteerd. Ook kan het uitgezonden signaal beter gebundeld worden zodat er meer nauwkeurige metingen kunnen worden gedaan [23]. LIDAR wordt dan ook veel toegepast voor het maken van 3D scans van gebouwen en landschappen (figuren 19 en 20). Maar ook voor het gericht meten van snelheden van auto's wanneer de Doppler-shift wordt gemeten.

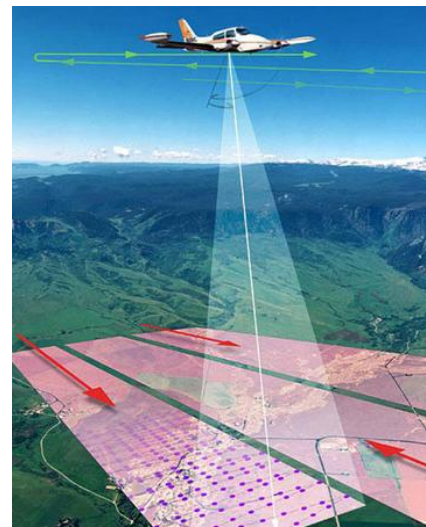
[23] Gesprek met Andries Lohmeijer C.E.O. KITT Engineering

[24] <http://www.valtus.com/>

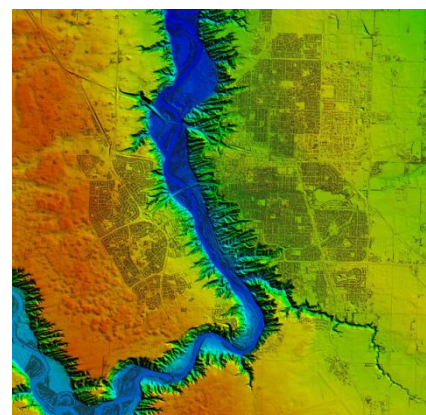
### *Sound Navigation And Ranging (SONAR)*

SONAR is een van de oudste actieve detectiesystemen die er bestaan die ook in de natuur wordt toegepast. Onder andere vleermuizen en dolfijnen maken gebruik van echo-locatie door geluid tijdens de jacht en navigatie in het donker. Met deze methode kan echter enkel afstand worden gemeten.

Geluidsgolven planten zich voort door het laten trillen van deeltjes. De afstand waarop een SONAR objecten kan meten hangt af van de omgeving waarin hij werkt. Hoe hoger de dichtheid van de deeltjes hoe verder geluidsgolven kunnen voortplanten. Zo werkt SONAR onder water veel beter dan in de lucht. SONAR wordt daarom veelvuldig toegepast in de



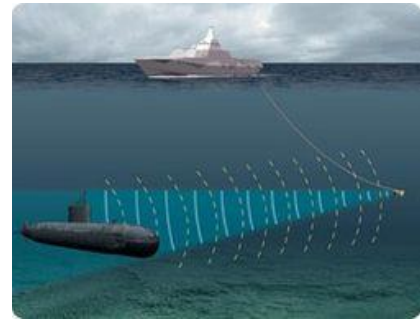
*Figuur 19, Gebruik van een LIDAR systeem voor het maken van landschap scans.*



*Figuur 20, Weergave van een scan van een stedelijk landschap gemaakt door middel van Aerial LIDAR Mapping [24]*

maritieme sector. Veel schepen zijn uitgerust met een SONAR dieptemeter. Verder gebruikt de marine sonar voor bijvoorbeeld het detecteren van (vijandelijke) onderzeeboten (figuur 21).

Een veel toegepaste vorm van SONAR op het land, waarbij geluidsgolven zich dus door de lucht voortplanten, is “ultrasonic ranging” waarbij gebruik wordt gemaakt van geluidsgolven met een frequentie die buiten het voor de mens hoorbare spectrum vallen ook wel ultrasoon genoemd (20 kHz en hoger). Deze techniek wordt veelal toegepast in de industrie en robotica.



*Figuur 21, Torpedojager gebruikt een SONAR voor het detecteren van (vijandelijke) onderzeeboten.*

## Passieve detectiesystemen

### Camera detection and recognition

Een techniek die de laatste jaren in opmars is, is de detectie en herkenning van objecten in het beeld van een camera. Het principe van dit systeem is dat het een beeld, afbeelding of live weergave, vergelijkt met een database van afbeeldingen van het object dat herkend moet worden.

Een simpel voorbeeld hiervan is Camera Facial Detection waarbij de software van de camera constant gezichten zoekt. (figuur 22). In dit geval zoekt een de software naar twee ogen, een neus en kin [25]. De camera kan zo bepalen met welke instellingen de beste foto kan worden genomen, Meer gecompliceerde systemen kunnen zelfs gezichten bij de identiteit van personen plaatsen.



*Figuur 22, Facedetection toegepast in een fotocamera*

Niet alleen gezichten kunnen worden herkend, de software kan zo worden ingesteld dat gezocht kan worden naar specifieke objecten. Het is mogelijk om software te schrijven dat auto's herkent aan de hand van de specifieke vorm van nummerborden. Nog gecompliceerder zijn systemen die dan netjes de nummerborden van voorbij rijdende auto's leest en vervolgens in een politiedatabase kijkt of de eigenaar nog openstaande boete's heeft, het zogenaamde Automatic Number Plate Recognition systeem (ANPR) (figuur 23).



*Figuur 23, Automatic Number Plate Recognition (ANPR)*

[25] <http://www.popularmechanics.com/technology/how-to/4218937>



### *Sound detection and recognition*

Een systeem dat in zijn principe lijkt op Camera Recognition is Sound Detection and Recognition. De simpelste vorm van deze methode is om geluid te detecteren dat bijvoorbeeld harder is dan een bepaald aantal decibellen.

Een stap verder is om vervolgens het geluid te analyseren op bekende patronen. Door met behulp van twee microfoontjes het faseverschil tussen de ontvangen signalen te bepalen is het mogelijk een richting te bepalen.

Een adaptatie van dit principe is een tijdje toegepast in auto's en dan specifiek voor mensen met een auditieve beperking, dit is het Emergency Vehicle Detection systeem. Dit systeem herkent claxons en sirenes en geeft vervolgens een waarschuwing geeft aan de chauffeur door middel van lichtflitsen. Echter dit systeem was niet betrouwbaar zodat het weer van de markt is verdwenen [26]. Ze gaven vaak een waarschuwing wanneer dit niet nodig was. Tevens kwam het ook voor dat er geen waarschuwingen werden gegeven als dit juist wel nodig was.

[26] <http://www.hearinglossweb.com/tech/alrt/auto.htm>

### *Infraroodcamera*

Een infrarood camera maakt gebruik van het feit dat alle objecten die warmte uitstralen ook infrarood licht uitstralen. Infrarood licht of straling is een elektromagnetische straling die niet voor het menselijk oog waarneembaar is. Deze straling heeft een golflengte tussen de 780 nanometer en 1 mm.

Een infrarood camera kan deze straling wel waarnemen en omzetten in een voor de mens wel zichtbaar licht. De intensiteit van de straling zegt iets over de temperatuur van een object. Op deze manier is het mogelijk om temperatuur metingen op afstand uit te voeren, ook wel Thermal Imaging genoemd (figuur 24). Tevens kunnen zo objecten die normaal voor de mens onzichtbaar zijn in bijvoorbeeld het donker zichtbaar worden gemaakt, een techniek die vooral in het leger wordt toegepast (figuur 25).

Met infrarood camera's is het dus mogelijk om objecten die warmte uitstralen te zien, echter de objecten dienen een temperatuurverschil te hebben met de omgeving waarin het object zich bevindt. Is een object net zo warm als de omgeving dan valt dit object weg in de achtergrond.



*Figuur 24, Thermal Imaging, weergave van warmte met behulp van een infrarood camera. Rechts in de figuur staat een schaalvoor temperatuur in Fahrenheit*



*Figuur 25, Een Amerikaanse soldaat zichtbaar gemaakt met behulp van een infraroodcamera.*

### Opticalflow camera

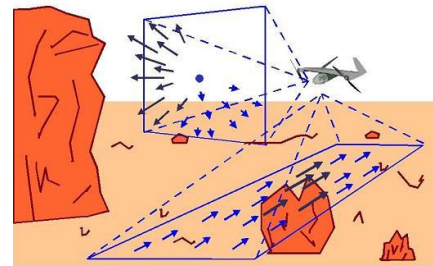
Een opticalflow camera detecteert beweging. Dit doet hij door frame na frame te vergelijken en de verandering en verschuiving in pixelwaarden waar te nemen. Deze bewegingen geeft hij vervolgens weer met behulp van een set vectoren (figuur 26).

Volgens dit principe werkt o.a. een optische computermuis: een zeer kleine camera maakt 1500 afbeeldingen per seconde en stuurt deze naar een Digital Signal Processor (DSP) die de afbeeldingen vergelijkt en conclusies trekt over de beweging van de muis. Deze informatie wordt vervolgens naar de computer gestuurd [27].

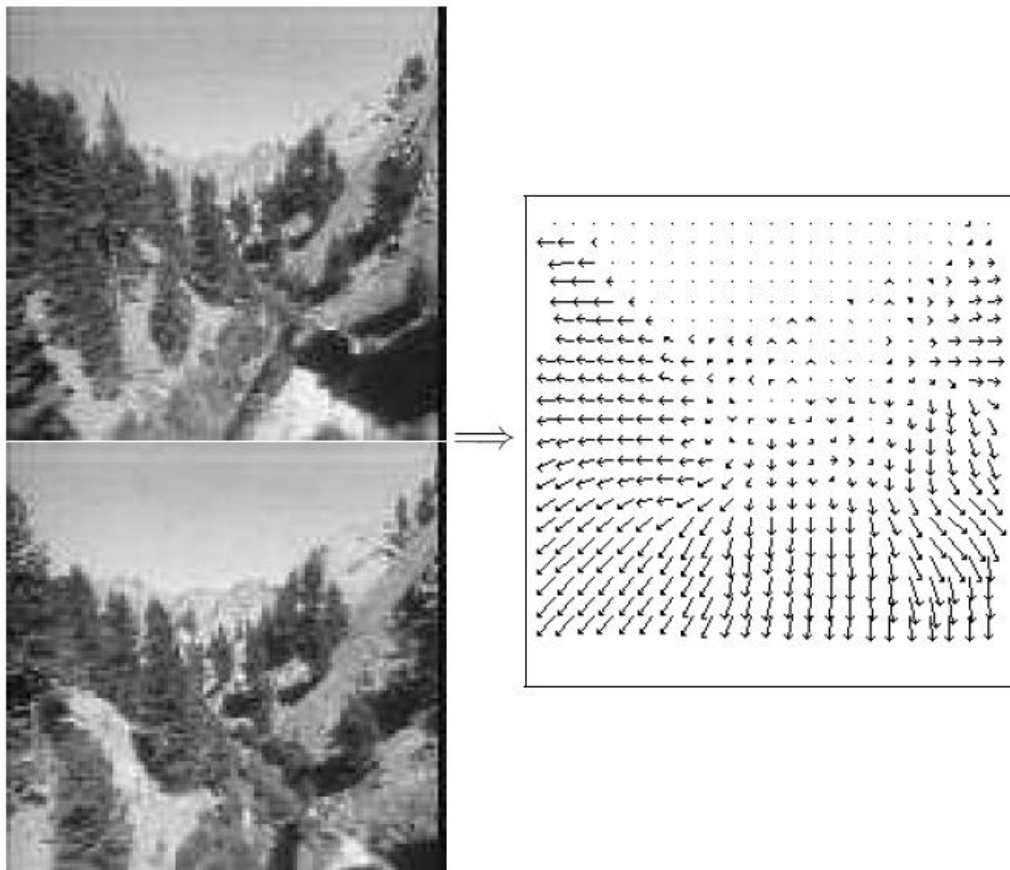
Een meer complexe toepassing is het gebruik van deze techniek voor het ontwijken van obstakels door onbemande voer -en vliegtuigen. Een Unmanned Aerial Vehicle (UAV) gebruikt bijvoorbeeld het principe van optical flow om veilig door een bergpas te kunnen navigeren (figuur 27) [28].

[27] <http://computer.howstuffworks.com/question631.htm>

[28] <http://www.societyofrobots.com/robotforum/index.php?topic=420.0>



Figuur 26, Gebruik Opticalflow voor het detecteren van obstakels door een UAV.

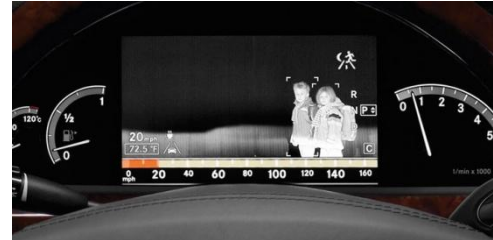


Figuur 27, Twee afbeeldingen gemaakt tijdens een helicoptervlucht door een bergpas met de bijbehorende opticalflowweergave.

## Huidige toepassingen systemen in het verkeer

Meerdere bovenstaande technieken/systemen worden nu al toegepast in het verkeer en dan voornamelijk voor auto's. De autoindustrie is groot en door de continue wens van de consument om verbeteringen in comfort, veiligheid en efficiëntie wordt veel onderzoek gedaan naar toepassing van dergelijke technieken.

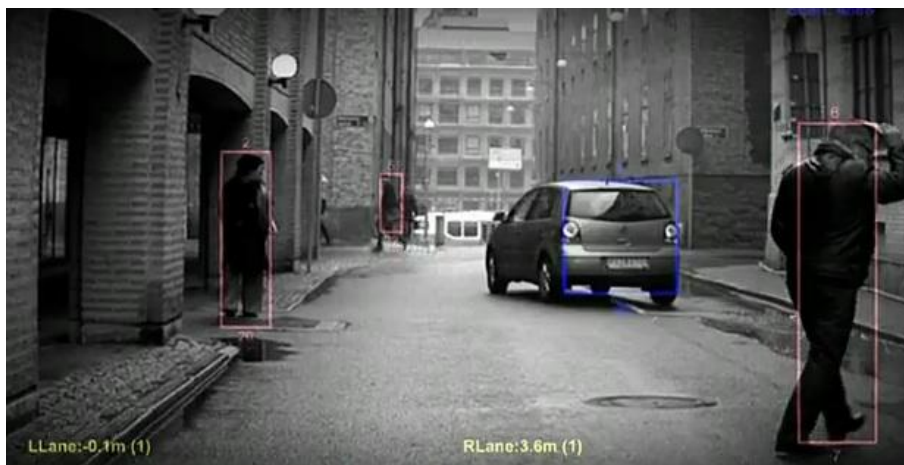
Zo is er al lange tijd de mogelijkheid om een parkeer-sensor in de auto te installeren die met behulp van Lidar, Radar of Sonar bijvoorbeeld paaltjes en muurtjes detecteert die buiten het zichtveld vallen. Ook zijn er verscheidene auto's uitgerust met infraroodcamera's om 's nachts voetgangers zichtbaar te maken (figuur 28) [29].



Figuur 28, Infraroodcamera in auto desktop

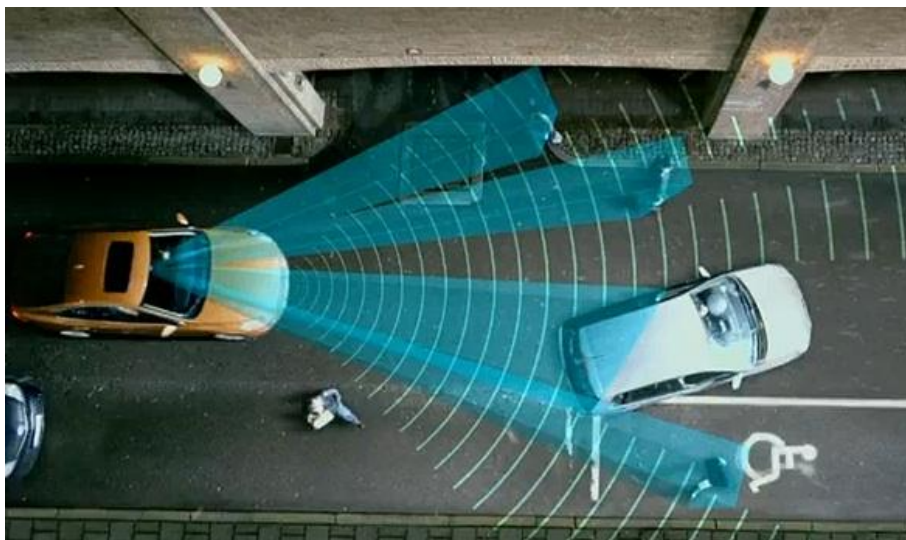
De laatste tijd ziet men de opkomst van zelfdenkende systemen. Deze Autonomous systems maken gebruik van detectiesystemen in combinatie met computers om de veiligheid te vergroten. Veel ongelukken gebeuren door het niet goed opletten van de bestuurder. Door de auto een extra paar "ogen" en "brein" te geven kan deze zelf reageren mocht dit nodig zijn.

In het geval van Adaptive Cruise Control (ACC) ondersteunt een Dopplerradar het Cruise-controlsysteem, de radar meet de snelheid van de voorganger waarop de auto automatisch de snelheid aanpast om zo een betere doorstroming te creëren [30]. Dit voorkomt ongelukken en bespaart brandstof. De auto neemt het dus over van de bestuurder.



Figuur 29, Detectie en herkenning van voetgangers en auto's in de Volvo S60 Sedan

Een voorbeeld van een nog geavanceerder systeem is de Volvo Pedestrian Detection, dit maakt gebruik van een camera met herkenningsoftware om voetgangers en auto's te herkennen (figuur 29). Daarnaast gebruikt het een radar module om de afstand tot de gedetecteerde persoon/object te bepalen (figuur 30). Mocht de auto te dicht in de buurt komen dan remt deze automatisch om een botsing te voorkomen [29].



*Figuur 30 Camera en Lidar/Radar systeem scant het vooruitzicht*

Een volgende stap waarin detectie systemen een grote rol gaan spelen is het compleet autonoom maken van auto's. De droom van met elkaar communicerende auto's om zo een efficiënte en veilige doorstroming te realiseren bestaat al lang. Vandaar dat er sinds de jaren tachtig miljarden worden gestoken in onderzoek naar dit onderwerp [31]. Inmiddels rijden er een aantal autonome auto's rond, de techniek is er dus [32]. De kosten zijn echter nog veel te hoog voor commerciële toepassing.

[29] <http://blog.honk.com/best-high-tech-safety-features-for-your-car/>

[30] [http://www.volkswagen.nl/home/over\\_volkswagen/algemeen/innovatie/adaptivecruisecontrol/](http://www.volkswagen.nl/home/over_volkswagen/algemeen/innovatie/adaptivecruisecontrol/)

[31] <http://www.good.is/post/when-will-you-have-a-car-that-drives-itself/>

[32] <http://googleblog.blogspot.com.au/2010/10/what-were-driving-at.html>

#### **4.1.2 Mogelijke toepassingen in “Viewradar”**

Of de detectiesystemen daadwerkelijk toepasbaar zijn in de “Viewradar” is nog de vraag. Dit hangt af van de specificaties van de verschillende systemen en de beperkingen die de gebruikssituatie met zich mee brengt. In een auto is genoeg ruimte om hardware mee te nemen en ook de energievoorziening is geen probleem. Of dit haalbaar is voor de fiets, gezien zijn afmetingen, is nog de vraag. Een gesprek met experts zou hier uitsluitsel over kunnen geven. Nog steeds is er de wens dat de “Viewradar” niet groter zal zijn dan 2 smartphones.

##### *Radar, Lidar en Sonar*

Radar, Lidar en Sonar lenen zich goed voor implementatie in de “Viewradar”. Een module met het principe Time of Flight of Frequency Modulated Carrier Wave geeft een indicatie van de afstand tot objecten (§4.1.1). Een Dopplerradar module meet de snelheid.

In het geval van ideëricting A zal een TOF of FMCW module de afstandmetingen kunnen doen. De meting van de snelheid kan dan worden gedaan aan de hand van twee metingen en de tijd daar tussen. De aanname is dat dit een vrij simpele berekening is en dus snel is uit te voeren. Aangezien de gebruiker geen continue feedback krijgt zal dat waarschijnlijk geen probleem zijn.



De fiets waaraan de “Viewradar” is bevestigd heeft uiteraard ook een eigensnelheid, deze is te bepalen met behulp van een kilometerteller of een GPS-ontvanger. De eigensnelheid is nodig om stilstaande objecten te onderscheiden van bewegende objecten.

Bij ideeërchtting B is het anders. Het belangrijkste is dat de gebruiker continu informatie krijgt over objecten die naderen waaraan hij of zij af kan leiden of een object een bedreiging vormt. In het PVE is daarom de eis gesteld dat men minstens een indicatie moet krijgen van de afstand. Het output signaal van de radar kan dan na eventuele schaling doorgestuurd worden naar het feedbacksysteem.

Een andere optie die wellicht de voorkeur heeft is om een doppler radar te gebruiken. De gebruiker krijgt dan informatie over de snelheid van naderende objecten. Hoewel een doppler radar niet direct concrete informatie geeft over de afstand, geeft het wel een indicatie [23]. De intensiteit van het signaal zegt namelijk iets over de hoeveelheid energie die door hetzelfde oppervlak worden gereflecteerd. Bij radar geldt ook dat naarmate een object dichterbij komt er meer energie door hetzelfde oppervlak worden gereflecteerd. Indirect zegt de intensiteit van het output signaal dus iets over afstand. Door uitproberen zal de gebruiker zo zelf een gevoel opbouwen voor snelheid en afstand.

[23] Gesprek met Andries Lohmeijer C.E.O. KIT Engineering

#### *Camera detection and recognition*

In het geval van camera detection and recognition zal één of meerdere camera's worden gekoppeld aan een softwareprogramma dat fietsers, brommers en auto's als zodanig herkent. Dit kan worden gedaan door bijvoorbeeld koplampen, gezichten en nummerborden te scannen. Het is ook mogelijk om aan de hand van de beelden snelheden en afstanden te bepalen. Dit vergt zeer complexe software programma's en sterke hardware [33].

[33] FMCW Radar sensors, APPLICATION NOTES – SiversIMA

#### *Sound detection and recognition*

Een eerste stap bij sound detection and recognition is het detecteren van geluid. Dit kan simpelweg decibellen te meten. Een volgende stap is om het omgevingsgeluid te filteren naar concrete geluiden. In het geval van een fiets is dit een fietsbel, andere duidelijke geluiden produceert een fietser niet. Dit zou dus problemen kunnen geven. Een brommer maakt een duidelijk motor geluid, dit geldt ook voor de auto. Een claxon of sirene geeft aan dat een brommer/motor/auto wil passeren. Door richtmicrofoontjes te gebruiken is de hoeveelheid “ruis” te beperken.

#### *Infraroodcamera*

Zoals te lezen in paragraaf 4.1.2 zenden alle objecten die warmte uitstralen ook infrarood licht uit, dat meetbaar is met een infraroodcamera. Dit geldt ook voor alle verkeersdeelnemers. Fietsen geven op zichzelf niet veel warmte uit maar de berijder wel. In het geval van brommers geven zowel de berijders als voertuig warmte af. Vaak hebben auto's een grote warmtebron vóór in de auto en zullen daarom niet onzichtbaar zijn. De software die gekoppeld is aan de camera kan zo worden ingesteld dat alleen objecten binnen een bepaald kader een waarschuwingssignaal “triggeren”. Dit voorkomt vals alarm door bijvoorbeeld warmte van gebouwen langs de weg en geparkeerde auto's.

### *Opticalflow camera*

Wanneer objecten van je afgaan zal een beweging vanuit het buitenkader naar het midden toe ontstaan. Dit gegeven is mogelijk toepasbaar in deze situatie. De fiets beweegt zich voorwaarts zodat op de camera beweging te zien is van de omgeving. Objecten die juist sneller gaan dan de fiets zullen in de afbeelding naar je toe komen waardoor er een beweging te zien is van uit het midden van het beeld naar buiten. Op deze manier zijn bewegende objecten als fietsen, brommers en auto's waarneembaar. Tevens kan de grootte van de pixel plot iets zeggen over de grootte en afstand tot objecten. Een volgende stap zou ook iets kunnen zeggen over de snelheid aangezien er meerdere afbeeldingen met elkaar worden vergeleken.

### **4.1.3 Toetsing van Detectiesystemen**

De lijst van mogelijke toepassingen dient nu getoetst te worden op haalbaarheid. In hoofdstuk 3 is een Programma van Eisen opgesteld die hier bij kan helpen. Echter men moet wel de juiste kennis hebben om wel of niet te kunnen zeggen of een systeem aan een eis kan voldoen. Daarom zijn er een aantal gesprekken geweest met experts op dit gebied.

De experts zijn:

- Ir. Edwin Dertien, onderzoeker bij de onderzoeksgroep “Robotics en Mechatronics” aan de Universiteit Twente, tevens docent bij de opleiding “Creative Technology”
- Dr. Ir. Erik J. Faber, Bachelor Coördinator bij de studie “Creative Technology” aan de Universiteit Twente
- Andries Lohmeijer, CEO van **Kreatieve IT Toepassingen Engineering (KITT)**, een bedrijf dat een brug probeert te slaan tussen creatieve ideeën en de uiteindelijke toepassing. Het bedrijf ontwikkelt hiervoor de nodige soft -en hardware zelf. Andries is expert in het toepassen van sensoren in de elektronica waaronder radar-technologie en video processing. [www.kitt.nl](http://www.kitt.nl)

### **Resultaten toetsing Programma van Eisen**

Uit het PVE (§3.3.1) zijn die eisen gehaald die invloed hebben op de detectiesystemen. Dit zijn de eisen over het detectiesysteem (sectie 2) zelf maar ook over het formaat, gewicht, de opvallendheid van de “Viewradar” en beperkingen in het gebruik van de fiets (sectie 1), het verwerkingssysteem (sectie 3) en de stroomvoorziening (sectie 6). In dit gedeelte zullen de belangrijkste bevindingen van de toetsing aan het PVE worden besproken. De complete toetsing met toelichting is in de bijlage te vinden (bijlage D).

Radar heeft geen problemen met het bereik in afstand en is vrijwel ongevoelig voor de meeste weertypen (over enkel sneeuw en hagel is twijfel). De outputsignalen van Time of Flight-radar en Dopplerradar zijn eenvoudig om te zetten in feedback, de verwerking is dus minimaal. Lidar en Sonar hebben te veel invloed van weertypen en zijn daarom voor deze toepassing ongeschikt.

Toepassing van camerasystemen vereist complexe verwerking. De “Viewradar” dient hiervoor de juiste software en sterke hardware bevatten. Dit zorgt voor een groter stroomverbruik. Opticalflow is goed om objecten te detecteren die sneller gaan dan de eigensnelheid. Meer informatie kost wederom een boel rekenkracht. Bovendien hebben de verschillende cameratechnieken in het donker of tijdens mist en hevige neerslag niet tot nauwelijks zicht.

Het toepassen van een systeem dat geluid detecteert zal niet altijd even betrouwbaar zijn vanwege de hoeveelheid omgevingsgeluiden. Daarnaast kan het systeem fietsers niet detecteren omdat zij nauwelijks geluid produceren. Het grootste probleem is echter dat het systeem geen preciese snelheden en afstand kan meten. Voor beide ideerichtingen komt een toepassing van radar dus het beste uit de toetsing. Er wordt echter aangeraden om bij beide ideerichtingen een dopplerradar toe te passen. TOF radar heeft problemen op de korte afstand omdat het dan snel moet wisselen tussen zenden en ontvangen. FMCW radar is door de complexiteit van het signaal de grootste stroomverbruiker.

Met een belangrijk aspect moet rekening gehouden worden, het bereik in de breedte. Om aan de eis van 3 meter kijkvlak direct achter de fiets te voldoen zal de radar een grote openingshoek moeten hebben. Een grote openingshoek zorgt echter voor grote onnauwkeurigheid. Tevens is het zo dat objecten die langs de weg staan zoals auto's of bomen ook worden gedetecteerd. Er is complexe verwerking en een tweede detectiesysteem zoals video nodig om deze onzuiverheden er uit te filteren. Door een kleine kijkhoek te nemen is dit probleem opgelost. Nadeel is dat het dichtbij kijken minder goed gaat omdat de kijkbundel daar het smalst is.

Dit probleem is op te lossen door het toepassen van een ander actief systeem dat dichterbij kijkt. Ultrasoonsensoren (sonar) hebben weliswaar een te klein bereik om als primaire sensor te fungeren (maximaal 10 meter), zij kunnen wel heel nauwkeurig meten op korte afstanden. Door naast de radar twee ultrasoonsensoren met een grotere openingshoek tot op een afstand van 3 meter te laten kijken kan het gebied waar fietsers, brommers en auto's inhalen worden gescand. Wind en regen zullen dan minimale invloed hebben op de nauwkeurigheid.

De experts plaatsten over de openingshoek van het radarsysteem nog een belangrijke opmerking: Om een kleine openingshoek mogelijk te maken moet bij dezelfde werkfrequentie de antenne groter worden gemaakt. Door de frequentie te verhogen (24 GHz of hoger) kan de antenne kleiner worden. Hoog frequente radarmodules zijn echter relatief duur omdat de signalen lastig zijn te genereren. Systemen voor in auto's waarbij dergelijke radar modules worden toegepast kosten al gauw rond de €1000,- [34]. Dit kan momenteel een beperkende factor zijn alleen de verwachting is dat deze technologie binnen aanzienlijke tijd (5 tot 10 jaar) in prijs zal dalen. De experts baseren deze verwachting op het feit dat 10 jaar geleden hoog frequente radarsystemen nog niet eens bestonden.

[34] <http://www.geek.com/articles/mobile/ford-offers-radar-based-adaptive-cruise-control-at-1195-20090818/>

## 4.2 Feedbacksysteem

Een volgende stap is het zoeken naar een juiste invulling voor het feedbacksysteem. De twee gekozen ideerichtingen lijken qua detectie sterk op elkaar. Het verschil ligt hem echter in de wijze van feedback.

### 4.2.1 Methoden van Feedback

Een van de hoofdfuncties van de "Viewradar" is het geven van feedback aan de gebruiker over naderende objecten. Dit kan op meerdere manieren die in dit deel worden besproken. Hier kan men spreken over absolute en proportionele systemen.

- **Absoluut feedbacksysteem**, signaal is AAN of UIT. Signalen zijn nadrukkelijk aanwezig en zijn hierdoor waarschuwend. Het heeft als doel de aandacht van de ontvanger te vragen.
- **Proportioneel feedbacksysteem**, signaal heeft meerdere gradaties. Heeft als doel de ontvanger informatie te geven zonder direct om aandacht te vragen.

### Absoluut Feedbacksystemen

Absolute feedbacksystemen hebben dus als doel de ontvanger te waarschuwen. Voor horende mensen is de meest actieve manier om met behulp van geluid te waarschuwen. Het missen van gehoor zorgt er voor dat juist dergelijke signalen zoals een sirene, brandalarm, telefoon en wekkeralarm niet geschikt zijn voor mensen met een auditieve beperking. Om niet afhankelijk te zijn, zijn er in de loop der tijd speciale waarschuwingssystemen ontwikkeld. Op dit moment zijn er drie methodes die worden toegepast [35]:

#### Versterker

Een versterker (figuur 31) kan op meerdere plekken in het huis worden aangebracht. Hij versterkt het geluid van de telefoon of deurbel tot een niveau dat de persoon deze wel kan horen. Het gebruik van een dergelijk systeem kan echter zeer storend zijn voor huisgenoten of burens. Deze methode is alleen geschikt voor mensen die nog wel iets kunnen horen.



Figuur 31, Versterker

#### Flitssysteem

Een flitssysteem (figuur 32) ontvangt een geluid en zet deze om in een visueel signaal. Door overal in het huis flitslampen te installeren wordt de bewoner altijd gewaarschuwd. Door het toepassen van verschillende frequenties is het mogelijk om verschillende signalen met betekenis uit te zenden. Er zijn flitssystemen voor deurbel, telefoon, brandalarm, inbraakalarm, babyfoon en personenoproep.



Figuur 32, Flitssysteem

#### Trilsysteem

Een trilsysteem (figuur 33), zet het geluid om in een voelbaar of tactiel signaal dat een simpel patroon heeft. De gebruiker draagt een klein apparaatje bij zich in de vorm van een pieper of geïntegreerd in een polshorloge zodat men altijd bereikbaar is. In het geval van een wekker is het systeem geïntegreerd in een trilplaat voor onder het kussen. Ook een trilsysteem kan verschillende signaal patronen afgeven.



Figuur 33, Trilsysteem

#### Combinatiesystemen

De twee laatste methodes (flitssysteem en trilsysteem) prikkelen de zintuigen van de gebruiker die nog wel actief zijn. Het kan voorkomen dat de gebruiker een signaal niet ontvangt. Om dit op te vangen worden de verschillende methodes meestal gecombineerd toegepast. Ook geven trilsystemen vaak een visuele bevestiging door middel van een oplichtend lampje.

Op de markt is een scala aan producten te vinden die gebruik maken van bovenstaande methodes. Verscheidene fabrikanten bieden producten aan die samen te voegen zijn tot

complete systemen [36]. Men heeft keuze uit verschillende waarschuwingssystemen die allen een signaal naar een hoofdontvanger sturen. Zo kan de gebruiker naar eigen wens een pakket samenstellen.

Een voorbeeld van zo'n compleet pakket is de "Silent Alert", [www.silent-alert.co.uk](http://www.silent-alert.co.uk) (figuur 34). De gebruiker draagt een trilapparaatje, ter grootte van een pieper, dat aangesloten kan worden op 14 verschillende systemen [37]. Als het een signaal van een van deze systemen ontvangt zet het apparaatje dit om in het desbetreffende trilsignaal en geeft een visuele bevestiging via een oplichtend lampje (figuur 34). Ook is gedacht aan standaardisering en toepassing in het bedrijfsleven. Een gebruiker kan zich met zijn eigen trilapparaat aanmelden op een zelfde systeem op de werkvloer.



Figuur 34, Silent Alert trilapparaat

[35] <http://www.doof.nl/infotheek/hulpmiddelen-en-vergoedingen/waarschuwingssystemen>

[36] <http://www.oorakel.nl/Waarschuwingssystemen-103.html>

[37] <http://ihear.co.uk/silent-alert-vibrating-pager-p-143.html>

#### *Gebruik van pictogrammen*

Het gebruik van pictogrammen of symbolen is een universele methode om boodschappen over te brengen. Pictogrammen worden toegepast in het verkeer maar ook op bijvoorbeeld stations en luchthavens. Auditief beperkten zijn bekend met de betekenis van pictogrammen. Er zijn meerdere pictogrammen die een indicatie zijn voor gevaar en dus een waarschuwing afgeven (figuur 35).



Figuur 35, Universeel symbool voor "gevaar" in het verkeer

#### *Overige methodes*

Met de bovengenoemde methodes zijn mensen met een auditieve beperking over het algemeen bekend. Het toepassen van dergelijke systemen zal vertrouwd zijn, en makkelijk te leren. Er zijn echter enkele waarschuwingssystemen die niet bekend zijn bij de doelgroep.

##### *Tactiel:*

- **Thermische actuator**, temperatuurverschillen kunnen door de huid goed worden waargenomen. Met een warmte signaal wordt de ontvanger gewaarschuwd.
- **Electrische actuator**, met behulp van elektriciteit zijn de zenuwen van de mens te prikkelen. Door het geven van een schok kan de ontvanger gewaarschuwd worden.
- **Knijp actuator** een feedbackmethode die experimenteel wordt toegepast is een armband welke strakker lossere getrokken kan worden rond de pols [38].

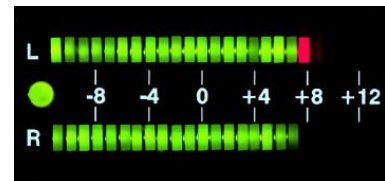
[38] The Interactive Bracelet: An input device for bimanual interaction, University of Aachen, 2010

## Proportioneel Feedbacksystemen

Proportionele feedback geeft informatie over een bepaalde situatie of gebeurtenis aan de gebruiker. Dit is mogelijk doordat het signaal verschillende gradaties heeft.

### Lampje met kleurencode

Deze methode van feedback wordt al veel toegepast in consumentenproducten en andere applicaties. Kleuren geven in de natuur een duidelijke boodschap af, zo staan vaak rood en geel voor gevaar en groen en blauw voor veilig. Een bekend voorbeeld van een toepassing is het stoplicht waarbij de kleuren groen, oranje/geel en rood een duidelijke boodschap geven aan de weggebruikers.



Figuur 36, LED Volume

Door meerdere lampjes naast elkaar te zetten is het mogelijk om intensiteit van een binnengekomen signaal weer te geven, denk hierbij aan de visuele weergave van geluid op een muzikspeler of radio (figuur 36). Hoe harder het geluid hoe meer lampjes er gaan branden.

### Haptische feedback

Haptische feedback is een vorm van tactiele feedback waarbij voordeel wordt gehaald uit de gevoeligheid van de huid van de mens. Doormiddel van trillingen of door het uitoefenen van krachten op de huid kan informatie worden doorgegeven [39]. Hoe complexer het signaal hoe meer informatie er door gegeven kan worden [40]. Dit is dan ook het verschil tussen proportionele haptische feedback en het absolute trilsysteem (figuur 38). Deze vorm van feedback is natuurlijk omdat het de mens prikkelt op een natuurlijke manier. Immers de mens ontdekt de omgeving naast het gehoor en gezichtsveld vooral met de tastzin.

Haptische feedback wordt al veel toegepast in consumentenproducten. Bij bijvoorbeeld smartphones wordt haptische feedback gegeven wanneer iemand een virtuele toets indrukt op een touchscreen. Deze feedback vervangt het gevoel van het indrukken van een fysieke toets. De toepassing van haptische feedback is eigenlijk groot geworden door de gaming industrie waarbij spelers via simpele en later meer complexe trillingen in de "Controller" informatie krijgt over wat er in het spel gebeurt (figuur 37). Er wordt veel onderzoek gedaan naar de implementatie van deze methode. Het gevolg is dat de actuatoren die hier voor worden gebruikt steeds geavanceerder geworden.



Figuur 37, Gaming Controller met Dual Shock (twee motoren links en rechts in de handvaten)

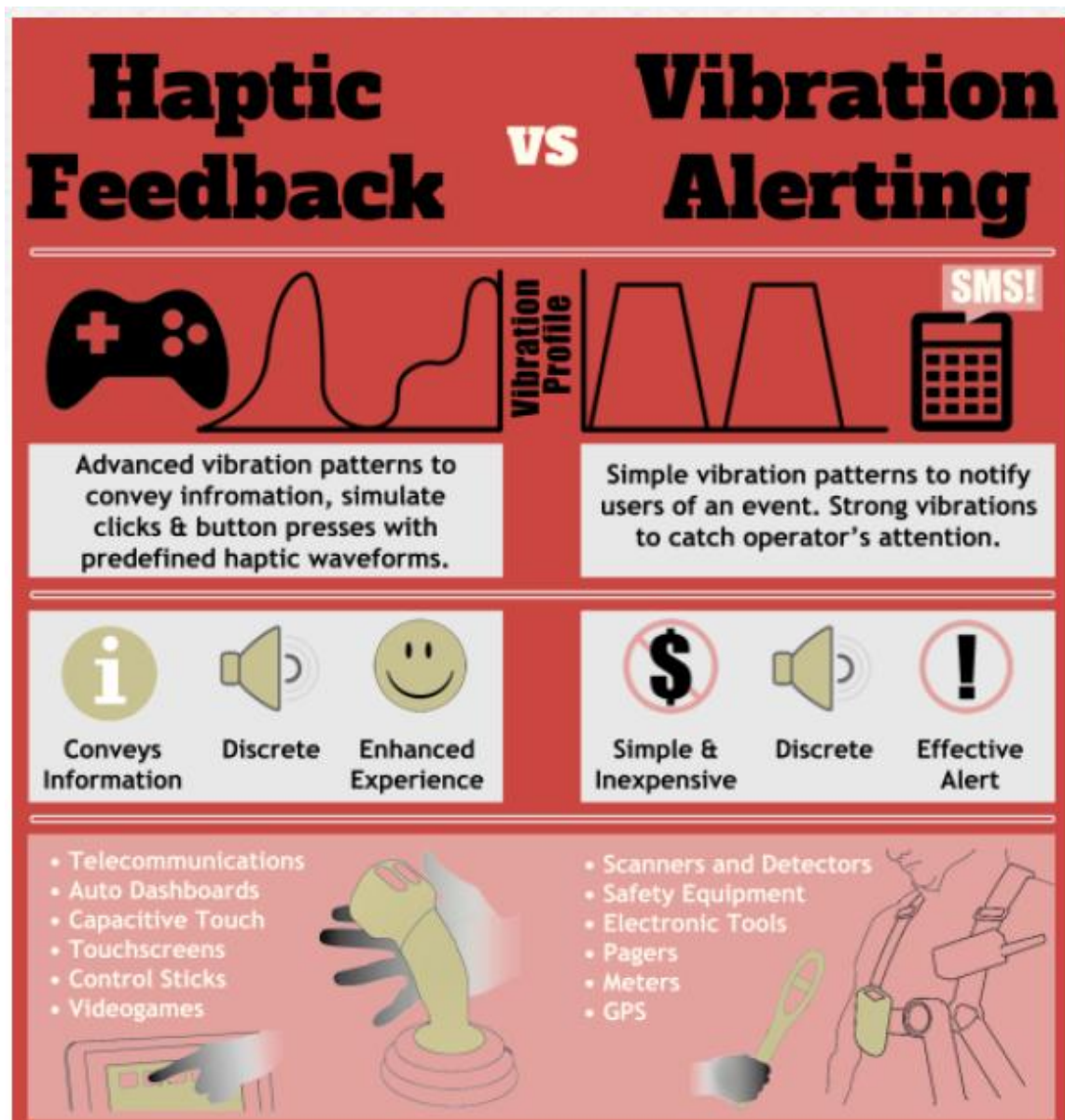
Een interessant onderzoek dat op dit moment loopt bij TNO is de toepassing van deze methode in pilootpakken [41]. Zo voelt de piloot op zijn lichaam waar het vliegtuig zich bevindt ten opzichte van de horizon.

[39] The International Society for Haptics - [www.isfh.org](http://www.isfh.org)

[40] Integration Guide - Haptic Feedback & Vibration Alerting for Handheld Products – Precision Microdrivers

[41] <http://www.kennislink.nl/publicaties/tactiel-vest-houdt-piloot-in-positie>





Figuur 38, Verschil tussen Haptische Feedback en Tril-waarschuwingssysteem [40]

#### 4.2.2 Mogelijke Toepassingen Feedbacksystemen

Doordat de uitgangspunten van de ideerichtingen verschillen, kan gericht gekeken worden welke feedbacksystemen geschikt zijn voor invulling.

##### Ideerichting A

Ideerichting A gaat uit van het geven van een feedbacksignaal in de vorm van een attentie of waarschuwing. Wanneer een naderend object sneller gaat dan de eigensnelheid krijgt de gebruiker een waarschuwingssignaal. De actieve feedbacksystemen die als doel hebben het waarschuwen van de gebruiker zouden hier dus toegepast kunnen worden.

##### Trilsysteem

Het trilsysteem moet zo geplaatst worden dat de gebruiker het signaal kan voelen. Dit kan door een trilsignaal op het lichaam te dragen (*polshorloge of op de rug*) maar ook door het te integreren in onderdelen van de fiets die contact maken met het lichaam (*zadel, handvat*). Het voordeel van het toepassen van een trilsysteem is dat andere weggebruikers er niets van merken.

### Flitssysteem

Een flitssysteem zou toegepast kunnen worden in een flitslamp op het stuur of wederom in een polshorloge. Het signaal moet sterk genoeg zijn en in het gezichtsveld worden geplaatst om de aandacht van de gebruiker te trekken. Nadeel is dat een flitssysteem storend kan zijn voor medeweggebruikers.

### Pictogrammen

Deze methode werd al door Cor Toonen genoemd in zijn beschrijving van de “Viewradar”, het toepassen van pictogrammen middels een beeldschermje op het stuur, polshorloge of smartphone (figuur 39) (§2.1.1). Het weergegeven van een “gevaaren driehoek” geeft een duidelijke boodschap. Nadeel is dat men in dit geval steeds naar het stuur of op het horloge moet kijken om te weten of er iets aankomt. Dit leidt af van het fietsen.



Figuur 39, Display op fietsstuur

### Overige systemen

Bij de thermische, elektrische en knijp actuatoren is de vraag of het wel etisch verantwoord is deze methoden toe te passen. Deze actuatoren doen namelijk pijn. Men zal waarschijnlijk ook niet graag zulke methodes willen gebruiken. Toch zouden deze technieken als proportionele feedback gebruikt kunnen worden.

### Ideerichting B

Bij ideerichting B heeft het feedbacksysteem de taak om de gebruiker informatie te geven over objecten die zich achter de fiets bevinden. De gebruiker kan dan zelf bepalen wanneer iets een bedreiging vormt, dit zorgt voor een natuurlijke interactie tussen mens en techniek. Om een dergelijk niveau van interactie te behalen zal het feedbacksysteem op zo'n manier informatie moeten geven dat men het signaal in de achtergrond kan plaatsen (§2.3.3). Dit betekent dat het signaal niet om aandacht moet vragen en intuïtief moet zijn. Maar wanneer spreekt men over intuïtief?

Intuïtie is een term die veel wordt gebruikt bij het ontwerpen van een user-interface. In die context staat intuïtie voor “het direct weten hoe een interface te gebruiken om een doel te bereiken” [42]. Wanneer we deze term loslaten op de “Viewradar” zal dat betekenen dat het signaal de informatie over moet brengen op een manier die snel te begrijpen is. Het natuurlijke aspect wordt bereikt als de methode vergelijkbaar is met natuurlijke situaties of fenomenen. Omdat bijvoorbeeld haptische feedbacksystemen niet de aandacht van de gebruiker vragen en de tastsensoren prikkelen wordt deze methode als natuurlijk ervaren.

Proportionele detectiesystemen hebben deze eigenschappen. Zij zijn dus mogelijk de meest geschikte kandidaten voor deze taak.

### Lampjes met kleurencode

Door een RGB ledje of een serie van ledjes (met verschillende kleuren) toe te passen kan de snelheid en nabijheid worden weergegeven. Bijvoorbeeld middels een kleuren spectrum van groen naar rood. Groen staat dan voor “geen” objecten en rood voor objecten op 1 meter afstand. Hoewel deze methode intuïtief werkt en discreet is, is het nog de vraag of men het wel in de achtergrond kan plaatsen. Men moet de ledjes kunnen zien om de informatie te ontvangen,



alleen het kijken naar het signaal leidt de gebruiker af van de weg en het rijden zelf. Als er af en toe gekeken wordt heeft de gebruiker niet continu feedback wat onnatuurlijk overkomt.

### *Haptische feedback*

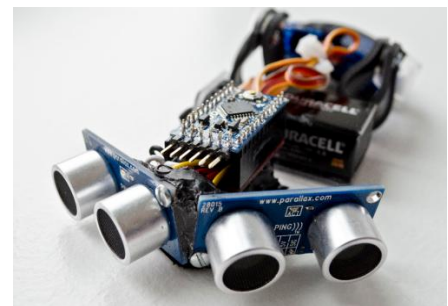
Door de complexe trilpatronen van haptische actuatoren is deze vorm van feedback geschikt voor het doorgeven van informatie. Door het outputsignaal van de doppler radar na enige schaling te laten omvormen tot het trilsignaal kan de gebruiker zich een goed beeld vormen van de nabijheid en snelheid. De frequentie wordt gekoppeld aan de snelheid en de intensiteit aan de afstand.

Het principe van de afstand weergeven via de intensiteit van actuatoren wordt al toegepast in verschillende systemen voor blinden [43]. De *Tacit: Haptic Wrist Rangefinder* is hiervan een voorbeeld (figuur 40). Door middel van twee motoren die druk uitoefenen op de rug van de hand kan de gebruiker obstakels voelen en ontwijken die zich tot op een afstand van 3.5 meter bevinden[44]. Hoe harder de druk hoe dichterbij het object. Als sensormethode wordt sonar gebruikt (figuur 41). Uit tests van verschillende systemen voor blinden blijkt dat men snel leert omgaan met de haptische feedback, de methode werkt dus intuïtief.



*Figuur 40, De Tacit*

De gaming industrie past haptische feedback toe omdat het een toevoeging is aan de ervaring, men ervaart via de feedback de werkelijkheid [45]. Men plaatst de signalen dus in de achtergrond. Volgens *Mediatie* relatie-spectrum is er dan sprake van een *Quasi-ik*relatie (§2.3.3).



*Figuur 41, Twee ultrasoonsensoren zorgen voor een paar ogen.*

In het geval van de ideerichting B zal een implementatie van deze methode dus ideaal zijn. Immers het doel is om deze relatie te bereiken.

Bij de systemen voor blinden worden de actuatoren geplaatst op die lichaamsdelen die wijzen in de richting van het signaal. Aangezien bij de "Viewradar" de objecten van achteren komen is een logische plaats de rug. Door een serie van actuatoren te plaatsen op rug van links naar rechts kan tevens de richting worden aangegeven. Men voelt de inhalende fiets voorbij komen. Een andere mogelijkheid is om de actuatoren in een polshorloge te plaatsen. Dit zal echter minder natuurlijk aanvoelen omdat de richting niet overeen komt.

[42] Geeldesign – user centered design – [www.geeldesign.nl](http://www.geeldesign.nl)

[43] SEE MORE: The Haptic Cane, University of South Florida, 2012

[44] Make: magazine volume 29

[45] <http://www.immersion.com/products/touchsense-force-feedback/>

### **4.2.3 Toetsing van Feedbacksystemen**

De verschillende methodes zullen wel of niet geschikt zijn voor implementatie in de "Viewradar". Tijdens de beschrijving van de mogelijke toepassingen zijn al een aantal voor- en nadelen genoemd welke gebruikt kunnen worden om het PVE te toetsen.

Daarnaast zijn er ook nog een aantal gebruikersspecifieke wensen welke in de vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” naar voren zijn gekomen.

### **Programma van Eisen**

Onder sectie 4 van het PVE (§3.3) staan een aantal eisen waaraan het feedbacksysteem moet voldoen. Bij de algemene eisen staat één eis over stigmatisering. Deze is ook van invloed op de keuze van het feedbacksysteem. Eisen over bijvoorbeeld de stroomvoorziening en het gewicht zullen niet worden meegenomen omdat deze bij alle systemen waarschijnlijk een lage impact waarde hebben. In dit gedeelte zullen de belangrijkste bevindingen van de toetsing aan het PVE worden besproken. De complete toetsing met toelichting is in de bijlage te vinden (bijlage E).

Als winnaar kwam bij beide ideerichtingen de methode naar voren die gebruik maakt van tactiele feedback. De punten over stigmatisering en storen van medeweggebruikers gaven de doorslag. Dit komt doordat deze systemen onder de kleding zijn te (ver)stoppen en het signaal bij de ontvanger blijft. Dit is bij visuele feedbacksystemen niet het geval.

Op de tweede plek kwam bij ideerichting A het gebruik van pictogrammen. Deze methode scoort op vrijwel alle punten positief alleen net iets minder dan het trilsysteem. Dit komt doordat het gebruik van pictogrammen niet genoeg om aandacht schreeuwt. Daarnaast moet men de aandacht verleggen van het verkeer naar het waarschuwingssysteem.

Bij ideerichting B kwam het lampje ook zeker positief uit toetsing, echter net als bij het gebruik van pictogrammen moet de gebruiker gericht kijken om feedback te krijgen.

### **4.2.4 Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” deel 3**

Eerdere delen van de vragenlijst zijn van nut geweest bij het definiëren van het probleemstelling en het toetsen van de huidige “oplossing”. Het gebruik van scenario’s bleek een goede manier te zijn om het principe “signaaltje bij achteropkomend verkeer” bij de respondenten te introduceren.

Om bij de uitwerking van de “Viewradar” de wens van de gebruiker mee te nemen is in de vragenlijst een derde deel opgenomen bestaande uit specifieke ontwerp vragen. Dit laatste gedeelte van de vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking” (bijlage A) zal helpen bij verdere uitwerking van de twee ideerichtingen.

### **Opbouw**

Als onderdeel van het derde deel van de vragenlijst zijn een tweetal vragen gewijd aan de wijze waarop men gewaarschuwd wil worden. Na een kort vooronderzoek zijn vraag 13 en 14 opgesteld (figuur 42).

De focus ligt hier op de manier waarop de gebruiker een (waarschuwing)signaal ontvangt. Allereerst een vraag over wat voor een signaal: visueel (bv. lampje, beeldschermje), fysiek (bv. trilsignaal) of een combinatie daarvan. Ook kreeg men de optie zelf een voorstel te doen. Een tweede meer specifieke vraag betrof de manier waarop een dergelijk signaal moet worden overgegeven (bv. trilling in zadel, beeldschermje op stuur). Er is gekozen hiervoor de respondent een ranking te laten maken van 1 tot 8. Op deze manier kan ook de tweede en derde voorkeur worden bepaald.

Om de respondenten te ondersteunen in het beantwoorden van de vragen is het idee van Cor Toonen gepresenteerd. Ondanks dat de vragen dus uitgaan van een waarschuwend systeem

(ideerichting A) en niet van een feedbacksysteem kunnen de antwoorden op de vragen wel gebruikt worden voor de evaluatie van ideerichting B.

### Vraag 13

Hoe zou u het liefst gewaarschuwd willen worden door het systeem? **Result.**

|                          |                             |                             |           |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Visueel                     | (bv. lampje, beeldschermje) | <b>4</b>  |
| <input type="checkbox"/> | Fysiek                      | (bv. vibrerend signaal)     | <b>5</b>  |
| <input type="checkbox"/> | Combinatie van bovenstaande |                             | <b>16</b> |
| <input type="checkbox"/> | Anders, namelijk,           |                             | <b>1</b>  |

### Vraag 14

Geef de volgende methoden van waarschuwingssignalen een cijfer van 1 t/m 8 waarbij 1 de methode is die u het minst graag toegepast zou willen zien in de viewradar en 8 de methode die u meest graag toegepast zou willen zien. U mag elk cijfer maar een keer gebruiken.

|                          | <b>Result.</b>                   | <b>Tot.</b> |            | <b>Result.</b>           | <b>Tot.</b>              |             |            |
|--------------------------|----------------------------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------------|-------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | Vibratie in zadel                | <b>4,30</b> | <b>86</b>  | <input type="checkbox"/> | Lampje op stuur          | <b>5,45</b> | <b>120</b> |
| <input type="checkbox"/> | Vibratie op de rug               | <b>4,29</b> | <b>90</b>  | <input type="checkbox"/> | Beeldschermje op stuur   | <b>5,64</b> | <b>124</b> |
| <input type="checkbox"/> | Vibratie op pols                 | <b>7,00</b> | <b>161</b> | <input type="checkbox"/> | Beelschermje op pols     | <b>4,00</b> | <b>88</b>  |
| <input type="checkbox"/> | Vibrerend signaal van Smartphone | <b>3,00</b> | <b>60</b>  | <input type="checkbox"/> | Beeldsignaal op Smartph. | <b>2,60</b> | <b>52</b>  |

*Figuur 42, Vraag 13 en 14 inclusief resultaten*  
**dikgedrukt** weergegeven (bijlagen A, B)

## Resultaten

Uit vraag 13 kwam naar voren dat de voorkeur gegeven wordt aan een waarschuwingssysteem dat een combinatie is van een visueel en fysiek signaal (17 respondenten uit 28 tegenover visueel 4, fysiek 5, anders 1 en 1 blanco (figuur 42)). Bij twijfel aan het voelen van een trilsignaal vindt de gebruiker een visuele bevestiging een geruststelling.

Uit de resultaten van vraag 14 bleek dat gekozen wordt voor een trilsignaal op de pols (beoordeeld met gemiddeld een 7) en tweede is het beeldschermje op het stuur (gemiddeld een 5,6 (figuur x)) of een lampje op het stuur (gemiddeld een 5.5 (figuur 42)). Hieruit kan worden geconcludeerd dat een waarschuwingssysteem waarbij gebruik wordt gemaakt van een trilsignaal op de pols en een visuele bevestiging op het stuur een mogelijke kandidaat is voor invulling van het waarschuwingssysteem.

Over de overige vormen zijn de respondenten niet enthousiast. Als laagste scoort de implementatie in een smartphone. De bovengemiddelde leeftijd kan de reden zijn. Maar ook wordt getwijfeld aan het kunnen zien of voelen van het signaal.

Vibratie op de rug wordt door de meeste mensen laag beoordeeld. Een enkeling wil geen systeem direct op de huid dragen vanwege eventueel zweten tijdens het fietsen.

### 4.2.5 Conclusie

Wanneer de resultaten van de toetsing aan het PVE en de vragenlijst worden samengevoegd leidt dit tot een duidelijke conclusie. De gebruiker heeft de voorkeur voor een tactiel primair feedbacksysteem met visuele bevestiging. In de toetsing van het PVE kwamen ook juist deze tactiele feedbacksystemen als winnaar naar voren.

Bij ideeërchtting A was het nog onduidelijkheid op welke manier het trilsysteem geïmplementeerd moest worden. De vragenlijst geeft hierop antwoord. Men wil graag een polshorloge met trilsignaal. Een visuele bevestiging zal dan gedaan kunnen worden met behulp van een pictogram weergegeven middels een beeldschermje op het stuur.

Bij ideeërchtting B kwam haptische feedback als beste kandidaat naar voren. In de vragenlijst gaf men aan niet graag feedback op de rug te willen krijgen omdat dat voor onnodige transpiratie kan zorgen. Deze methode is echter naar alle waarschijnlijkheid wel de beste methode om op een natuurlijke en intuïtieve manier feedback te geven. In het uiteindelijke ontwerp zal hier dus rekening mee gehouden moeten worden. Als visuele bevestiging/ondersteuning bij ideeërchtting B zal de methode van lampjes met kleurencode toegepast kunnen worden.

### 4.3 Invulling overige componenten

Op dit moment is voor het detectiesysteem en feedbacksysteem gezocht naar de juiste invulling. De "Viewradar" is echter meer dan deze componenten. In dit deel van het hoofdstuk zullen kort de overige onderdelen van de viewradar worden besproken.

#### 4.3.1 User-Interface

De User-Interface(UI) of gebruikersinterface omvangt de interactie tussen mens en machine, dit is het geheel van middelen waarmee de gebruiker een apparaat bestuurt. In het geval van een computer is dat de muis, toetsenbord, beeldscherm en beeldschermlyout.

##### Methode van UI

Zoals te lezen in §1.1.2 heeft een gedeelte van de mensen met een auditieve beperking gesproken taal als tweede taal en dan enkel in geschrift en vaak gebrekkig. Hier moet rekening mee worden gehouden bij het ontwerp voor de "Viewradar".

Bij bestaande apparaten voor auditief beperkten wordt veelal gebruik gemaakt van simpele en korte tekst met visuele ondersteuning in de vorm van pictogrammen. Deze methode kan ook worden toegepast in de "Viewradar".

Een simpele UI bevat alleen maar fysieke knoppen (zoals aan uit), een beeldscherm kan ook visuele informatie geven aan de gebruiker. Zo geeft het beeldscherm allereerst feedback dat het systeem aan staat, maar ook functie specifieke informatie (figuur 43).

Bij complexere apparaten kan de gebruiker bijvoorbeeld door visuele menu's heen lopen om instellingen te veranderen (denk aan koffieautomaten, mobiele telefoons).

Een huidige trend is het toepassen van touchscreens in vooral complexe consumenten apparaten (smartphones, tablet computers).



*Figuur 43, Fiets kilometer-teller met simpele weergave van informatie op beeldscherm. Een enkele knop wordt gebruikt voor aan/uit zetten en het wisselen van informatie modus.*

## Implementatie "Viewradar"

Eerst moet per ideerichting bepaald worden hoe de UI er uit komt te zien, welke interface functies bevat het. Welke informatie zal het de gebruiker moeten geven? Zijn er nog instellingen die de gebruiker moet kunnen aanpassen?

### Keuze ideerichting A

Uit de beschrijving van het idee, gebruiksspecificaties en het Programma van Eisen (§ 3.3.1) komt een volgende lijst van functies naar voren:

- Aan/Uit functie
- Visuele bevestiging van waarschuwingssignaal middels pictogram (§5.5)
- Visuele informatie geven over stroomvoorziening (eis 6.2)
- Gebruiker dient eigen reactietijd in te stellen (eis 3.4)
- Gebruiker dient intensiteit en lengte van feedbacksignaal in te kunnen stellen (eis 4.4)

Wat opvalt is dat ideerichting A meer functies heeft. De gebruiker moet hier namelijk de mogelijkheid hebben om instellingen aan te passen. Hiervoor moet de UI dus tenminste een aan/uit knop, beeldschermje en knoppen hebben waarmee door verschillende menu's heen gegaan kan worden. Hiervoor kunnen fysieke knoppen gebruikt worden maar ook een touchscreen.

De keuze tussen de twee is te maken aan de hand van de voor -en nadelen van de verschillende soorten interfaces:

### Fysieke knoppen i.c.m. beeldschermje

#### *Voordelen:*

- Duidelijk aanwezig
- Gebruiker voelt dat de knoppen worden ingedrukt/geschoven/omgeklapt
- Componenten zijn goedkoop
- Laag tot geen stroomverbruik

#### *Nadelen:*

- Knoppen kunnen na intensief gebruik gebreken vertonen (lamheid, slijtage, kapot contact)
- Eenmaal gemaakt staat de layout vast
- Soms ingewikkelde toetsencombinaties om instellingen te veranderen.

### Touchscreen

#### *Voordelen*

- Gebruikt software gestuurde Grafische User Interface die redelijk makkelijk te veranderen is.
- Is een toetsenbord en beeldscherm te gelijk
- Geen fysieke knoppen die kunnen breken of ophouden te werken

#### *Nadelen*

- Kras gevoelig
- Verbuikt veel stroom
- Licht van de omgeving kan voor slechte zichtbaarheid zorgen (vooral buiten)

- Technologie is in vergelijking tot fysieke knoppen duur om te implementeren
- Lastig met grote vingers op een klein scherm

Wanneer deze punten worden vergeleken komen de fysieke toetsen het beste naar voren. Touchscreens zijn vrij prijzig en hebben een hoog stroomverbruik. Daarnaast zijn zij in de buitenlucht niet altijd goed te lezen vanwege lichtinval. Dit is een vrij belagrijke eis aangezien de “Viewradar” buiten gebruikt zal worden.

#### *Ideerichting B*

Uit de beschrijving van het idee, gebruiksspecificaties en het Programma van Eisen komt een volgende lijst van functies naar voren:

- Aan/Uit functie
- Visuele bevestiging van waarschuwingssignaal
- Visuele informatie geven over stroomvoorziening (eis 6.2)

Bij ideerichting B is het veel simpeler, er moet een visuele bevestiging van het waarschuwingssysteem en informatie over de stroomvoorziening gegeven worden. In dat geval is een aan/uit knop en een beeldschermje nodig. Hier is een simpele UI met fysieke knoppen en een klein beeldschermje voldoende.

#### **4.3.2 Behuizing**

De behuizing heeft als functie de verschillende componenten van de “Viewradar” bij elkaar te houden en te beschermen tegen invloeden van buitenaf. Daarnaast moet er mee rekening worden gehouden dat de “Viewradar” op de fiets monteerbaar is en/of op het lichaam gedragen kan worden. In het PVE zijn hierover een aantal wensen opgenomen (sectie 7).

#### **Materiaalkeuze**

Om aan de eisen te voldoen met betrekking tot invloeden van buitenaf zal de juiste materiaalkeuze moeten worden gemaakt. In het kader van deze opdracht zullen preciese materialen niet worden genoemd. Wel kan een richting worden gegeven.

Er zijn al een aantal elektronische apparaten op de markt die in de fietssector worden gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn de fietscomputer en gpsontvanger (figuur 44). De behuizingen zijn gemaakt van een combinatie van verschillende materialen waaronder harde kunststoffen, metalen en rubbers. Deze apparaten zijn ontworpen met als doel om in de buitenlucht te opereren. Er kan daarom worden aangenomen dat materialen die hier worden toegepast ook geschikt zijn voor implementatie in de “Viewradar”.



*Figuur 44, GPS ontvanger voor op de fiets.*

#### **Ontwerp**

De “Viewradar” dient makkelijk te monteren te zijn door de gebruiker. Hier moet in het ontwerp rekening mee worden gehouden. Een randvoorwaarde is dat het voor mensen anders dan de gebruiker niet het geval moet zijn. Het is niet de bedoeling dat de “Viewradar” makkelijk te stelen is (bijvoorbeeld door implementatie van een slot). De preciese methode zal volgen uit de uiteindelijke vormgeving van de behuizing(en).



### 4.3.2 Stroomvoorziening

Uit het Programma van Eisen blijkt dat de “Viewradar” minimaal 6 uur achter elkaar moet kunnen werken op dezelfde stroomvoorziening. Bij een keuze moet hier dus rekening mee worden gehouden.

Als stroomvoorziening is gekozen voor een aan het stroomnet oplaadbare accu. Het aanbod accu's is zeer groot, er zal daarom waarschijnlijk wel een accu te vinden zijn met de juiste specificaties. Daarnaast is het voor de gebruiker de meest vriendelijke methode omdat men thuis de accu op kan laden.

De verwachting is dat de “Viewradar” ongeveer één uur kan draaien op de accu van een smartphone, en ongeveer 4 uur op een laptop accu [23]. Het formaat zal dus geen probleem zijn.

[23] Gesprek met Andries Lohmeijer C.E.O. KITT Engineering

### 4.3.4 Waarschuwingssysteem medeweggebruikers

Een van de wensen van Cor Toonen is om ook de van achter opkomende weggebruikers te waarschuwen dat men te maken heeft met een auditief beperkte fietser (§2.1.1). Dit onderdeel is tot nu toe in het verslag nog niet besproken. De reden hiervoor is omdat deze wens lijnrecht staat tegenover de wens om niet op te vallen als een auditief beperkt persoon.

#### Vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking”

In de “Vragenlijst Fietsen met een Auditieve Beperking” is hier een aantal vragen aan gewijd (bijlage A). Het leeuwendeel van de respondenten vindt dat een bordje of waarschuwingssignaal te stigmatiserend is. Toch erkent men de noodzaak om ook een deel van de verantwoordelijkheid bij medeweggebruikers te leggen als het gaat om de veiligheid. Dit wordt duidelijk in de vraag of men een optie op de “Viewradar” wil hebben die een waarschuwing uitstuurt middels een oplichtend bordje. Maar 4 van de 28 respondenten zeiden volmondig NEE, 6 mensen antwoordde “Ja, altijd”, 4 “Ja, alleen in een onveilige situatie” en 13 “Ja, maar als mogelijke instelling” (bijlage B).

#### Implementatie “Viewradar”

Hoe kan dit geïmplementeerd worden? Eerst zullen hier een aantal eisen over opgesteld moeten worden.

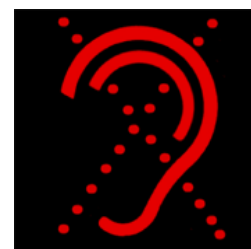
- Het signaal dat wordt afgegeven zal duidelijk zichtbaar moeten zijn
- Mag de medeweggebruikers niet storen of te veel afleiden.
- Boodschap moet zo zijn vormgegeven dat men de boodschap ook snapt. Immers het huidige “S-H” bordje heeft totaal geen effectieve waarde omdat men niet weet wat het betekent.

Cor Toonen is zelf actief bezig geweest met het ontwerp van een waarschuwend bordje. Met het internationale pictogram voor “slecht horend” (figuur 45) als uitgangspunt heeft hij een ontwerp gemaakt voor een matrix-bordje (figuur 46).

Omdat de gebruiker zelf kiest of hij een waarschuwing geeft of niet, zal dit bordje als optie mee genomen kunnen worden in het eindontwerp.



Figuur 45, Internationaal erkent bordje voor auditief beperkten



Figuur 46, Voorstel matrix-bordje voor

## 4.4 Conclusie

Uit de toetsingen blijkt dat de “Viewradar” technisch haalbaar is. Radar komt bij beide ideerichtingen als beste uit de toetsing. Enig aandachtspunt zijn waarschijnlijk de kosten van deze technologie. De verwachting is echter dat dit in de toekomst geen probleem zal zijn. Feedback zal worden gegeven via een tactiel trilsysteem. Een visueel signaal zorgt voor bevestiging.

Uiteindelijk verschillen de ideerichtingen niet veel van elkaar. De technische componenten zijn vrijwel hetzelfde. De verschillen zijn de extra verwerking van de data bij ideerichting A en de wijze waarop feedback wordt gegeven. De twee verschillende soorten feedback, proportioneel en absoluut, sluiten elkaar echter niet uit. Een proportioneel feedbacksysteem zou net zo goed ook een absoluut signaal, lees waarschuwing, kunnen afgeven. Wellicht is een combinatie van A en B de oplossing voor de “Viewradar”. Gebruikstesten moeten dit uitwijzen.



# H5 Schetsen

---

In het vorige hoofdstuk is aangetoond dat huidige technologieën geschikt zijn voor implementatie in de “Viewradar”. Er zijn een aantal toepassingen van de technieken genoemd en getoetst.

In dit hoofdstuk zal met enige schetsen de “Viewradar” en haar componenten vorm worden gegeven. Doordat de verschillen tussen de systemen minimaal zijn worden deze bij de schetsen los gelaten. Bij elke schets wordt commentaar gegeven. Dit is een aanzet tot vervolg onderzoek.

Op de volgende pagina’s zijn de volgende schetsen te vinden:

- Detectiesysteem (figuur 47)
- Feedbacksysteem (figuren 48, 49 en 50)
- Positionering accu (figuur 51)
- Totale “Viewradar” (figuur 52, 53)

# Detectiesysteem

Achter op de Fiets \*

- ~ goede meet hoogte (100cm)
- ~ netjes weggewerkt
- ~ onopvallend

\* veel trillingen

geïntegreerd achterlicht

ultrasoensensor "ping"

"patch" radar antenne  
achter kunststof \*

kunststof is transparant voor radar golven

in hesje onder  
de kleding \*

~ onopvallend

~ demping door  
lichaam

~ textiel is transparant  
voor radar golven

geïntegreerd in fietshelm \*

~ demping door menselijk lichaam

~ richten door hoofd te draaien

\* voor mountainbikes en  
in het buitenland

kugzak  
~ makkelijk af te doen  
en mee te nemen

~ functioneel

~ onopvallend

Jaunes '12

Figuur 47, Positionering Detectiesysteem

## Feedbacksysteem - polshorloge

Triksysteem in polshorloge  
~ makkelijk om en af te doen  
~ goed voelbaar door direct  
contact met de huid



*Figuur 48, Feedbacksysteem - Polshorloge*

# Feedbacksysteem - Hesje



Figuur 49, Feedbacksysteem – Hesje, feedback op de rug

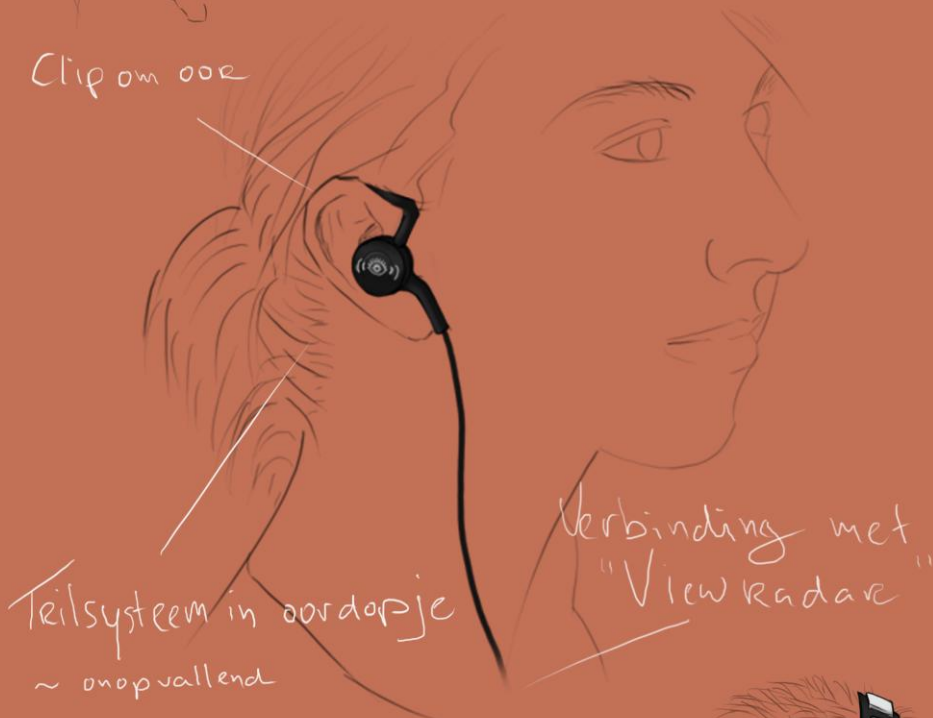
# Feedbacksysteem - Oordop\*

\* mogelijk niet  
"comfortable"  
met het dragen  
van hoorapparaten



~ makkelijk op  
en af te doen

Clip om oor



Teilsysteem in oordopje

- ~ onopvallend
- ~ maatschappelijk geaccepteerd
- ~ verhuft aud. beperking

Verbinding met  
"ViewRadar"

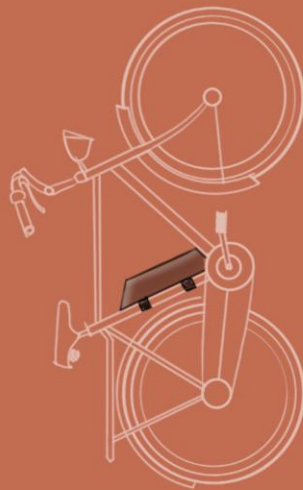
Variant "kop telefoon"

- ~ opvallend
- ~ Verkeer merkt op dat de gebruiker mogelijk niets kan horen van wegge "MUSIEK"
- ~ "Cool" voor de jeugd



Figuur 50, Feedbacksysteem - Oordop

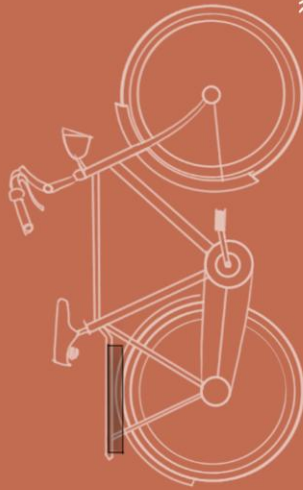
# Positionering - Stroomvoorziening



tussen de benen  
 ~ veilig wegsteekt  
 ~ makkelijk te bereiken  
 \* mag benen niet in de weg zitten



In Fietskas of rugzak  
 ~ makkelijk los te nemen  
 ~ functioneel

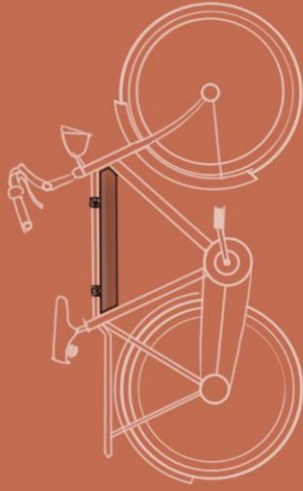


21.1.2017

Onder bagagedrager  
 ~ veilig wegsteekt

Variant

dubbele bagagedrager  
 Loads bij elektrische fiets



Aan bovenstang  
 ~ makkelijk te bereiken  
 \* niet geschikt voor damesfietsen

Figuur 51, Positionering Accu



## Viewradar - Totaal variant 1



*Figuur 52, Viewradar Variant 1*

## Viewradar - Totaal variant 2



*Figuur 53, "Viewradar"*



# H6 Conclusies en Aanbevelingen

---

In de vorige hoofdstukken zijn een aantal conclusies getrokken over de probleemstelling en de haalbaarheid van het productidee “Viewradar”. In dit hoofdstuk worden deze conclusies samen gevoegd. Tevens wordt er een aanbeveling gedaan om een ieder die na dit onderzoek verder gaat met de “Viewradar” op weg te helpen.

## 6.1 Conclusies

De auditieve beperking is tevens een beperking in de *Situational Awareness*, zodat men zich onzeker voelt. Een auditief beperkte fietser heeft onvoldoende in de gaten wat er achter hem gebeurt. Hierdoor schrikt hij van voorbijijscheurend verkeer en mist hij waarschuwingssignalen.

Aanpassingen in het rijgedrag zouden voor een veiliger gevoel moeten zorgen echter deze blijken averechts te werken. Tevens valt het rijgedrag nogal op.

De gangbare hulpmiddelen zijn weinig effectief. Daarnaast zijn ze zichtbaar wat stigmatiserend over kan komen. Het idee van de “Viewradar” van Cor Toonen is het dus waard om uitgewerkt te worden

Het doel van het onderzoek is om de haalbaarheid te toetsen van het productidee “Viewradar”. Uit een korte maar kritische analyse blijkt dat er twijfel is over de haalbaarheid op het gebied van gebruik. Men zal waarschijnlijk een waarschuwing niet in de achtergrond kunnen plaatsen waardoor men telkens wordt afgeleid van het fietsen zelf. Deze hypothese kan echter alleen getoetst worden met behulp van gebruikstesten. Het is dan ook aan te bevelen om dit in een vervolgonderzoek te doen.

Uit het onderzoek naar de technische haalbaarheid blijkt dat de twee gekozen ideerichtingen haalbaar zijn. De componenten zijn uiteindelijk bij beide ideerichtingen vrijwel hetzelfde (Dopplerradar voor detectie en feedback via een tactiel-trilsysteem). Enige verschillen zijn de extra verwerking bij ideerichting A en een verschil in de wijze van feedback (absoluut of proportioneel). De ideerichtingen sluiten elkaar echter niet uit. Een systeem dat proportioneel feedback geeft kan net zo goed een absoluut signaal uitzenden. Wellicht is een mengvorm een goede oplossing. De gebruiker kan dan zelf kiezen waar de voorkeur ligt: de techniek laten beslissen wat onveilig is of dat zelf doen. Wederom zal een gebruikstest kunnen aantonen of dit handig is.

Wat momenteel een beperking zou kunnen zijn bij de haalbaarheid zijn de hoge kosten van het detectiesysteem. Echter de verwachting is dat de komende jaren deze technologie steeds goedkoper gaat worden.

De schetsen laten zien dat het mogelijk is de “Viewradar” op verschillende manieren vorm te geven. Door het plaatsen van de accu en het detectiesysteem op de fiets ontlast je de gebruiker. Dit verhoogt echter wel de “waarde” van de fiets waardoor de kans op diefstal toeneemt. De componenten kunnen ook in een rugzak worden geïntegreerd, hierdoor houdt de gebruiker het geheel bij zich. Dit biedt tevens de mogelijkheid om de “Viewradar” ook te gebruiken tijdens bijvoorbeeld wandelen, hardlopen of skaten.

## 6.2 Aanbevelingen

Het doel van de “Viewradar” is het creëren van een gevoel van veiligheid bij de auditief beperkte fietser. Dit is bereikt door de gebruiker te waarschuwen of informatie te geven. Tegen het einde van de opdracht besefte ik mij echter dat ik teveel heb gestreefd naar een ideale “Viewradar”. Hierbij heb ik naar mijn gevoel het doel van de “Viewradar” overstegen.

Tijdens het opstellen van het Programma van Eisen heb ik strenge eisen gesteld aan wat de “Viewradar” zou moeten kunnen. Een voorbeeld is het bereik. Het bereik is zo gekozen dat men genoeg tijd krijgt om na het ontvangen van het feedbacksignaal de situatie te polsen en een ontwijkende manoeuvre uit te voeren. Het zou echter heel goed kunnen dat men zich al een stuk veiliger voelt wanneer men enkel weet dat er iets aankomt.

Mijn aanbeveling is om in een vervolgonderzoek op een andere manier te kijken naar mogelijkheden voor realisatie van de “Viewradar”. De “Viewradar” is in dit onderzoek vanuit de theorie benaderd. Dit heeft goede resultaten voortgebracht, immers we weten nu dat radar de beste methode is voor detectie en dat tactiele feedback waarschijnlijk de beste optie is. Interessant zou echter zijn om deze informatie mee te nemen naar een volgende stap en daar de praktijk in te gaan.

Laat eens een aantal weken een groep auditief beperkten met een eenvoudige radar module en een proportioneel feedbacksysteem rond fietsen. Ondervraag ze vervolgens over het effect en pas de specificaties van de systemen waar nodig aan. Herhaal deze gebruikstest net zo lang tot dat het doel is bereikt. Op deze manier blijft het ontwerp dicht bij de doelgroep, zij ondervinden immers het probleem. Het zal mij niks verbazen wanneer een eenvoudigere radar module genoeg is. Dit scheelt uiteindelijk ook nog op de kosten.

Deze methode zal dan onderdeel kunnen zijn van een ontwerptraject. Door meerdere doelen op te stellen krijgt dit traject structuur. De eerste doelstelling zou kunnen zijn om een eenvoudige radar op de fiets te monteren. Een tweede doelstelling om het outputsignaal zo om te vormen dat het geschikt is om te verwerken en eventueel als feedback te geven. Dan kan er een prototype worden gemaakt waarmee gebruikstesten worden uitgevoerd. Onderzoek de effecten van absolute en proportionele feedback. Blijf het prototype steeds aanpassen op grond van bevindingen uit gebruikstesten. Aan het einde van dit traject is er dan een prototype waar iedereen tevreden mee is. Pas dan kan voorzichtig worden gedacht aan een “Viewradar” als massaproduct.

De “Viewradar” zal tot in detail moeten worden uitgewerkt (bv. vormgeving, materiaal, elektronische componenten). Daarnaast moeten er aanwijzingen en voorschriften worden uitgewerkt en vastgelegd over fabricage, assemblage, duurzaamheidstesten van het eindproduct, transport, installatie, marketing en dergelijke. Dit is een lang en moeilijk proces wat waarschijnlijk zijn tegenslagen zal hebben. Maar laat dit niet in de weg staan, het is niet niks om vanaf de grond af een totaal nieuw product te ontwikkelen.

# Bronnenlijst

---

- [1] VIA Landelijk Centrum GGZ en Gehoorstoornissen
- [2] <http://www.doof.nl/infotheek/gehoorverlies/doof>
- [3] <http://www.hcvc.nl/informatie-gebarentaal/ngt-nederlands-gebarentaal.htm>
- [4] Gesprek met Cor Toonen
- [5] Endsly, 1988, Design and Evaluation for Situational awareness Enhancement
- [6] Viewradar Basistekst versie 5, Cor Toonen, 2012
- [7] Daily Mail, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2065629/Police-killed-deaf-cyclist-stun-gun-failed-obey-instructions-stop.html>
- [8] Resultaten vragenlijst “Fietsen met een Auditieve Beperking”
- [9] Mailwisseling tussen Cor Toonen en secretaresse NVVS
- [10] NVVS forum <http://forum.nvvs.nl/forum/algemeen/>
- [11] Techniek en de grens van de mens, Peter-Paul Verbeek, 2002
- [12] Technology and the Lifeworld, Ihde, D., 1990
- [13] <http://www.rijksoverheid.nl>
- [14] <http://gemiddeldgezien.nl/snelheid/gemiddelde-snelheid-fietsen>
- [15] [http://www.om.nl/onderwerpen/verkeer/overtredingen/snelheid/snelheid\\_reactie\\_en/](http://www.om.nl/onderwerpen/verkeer/overtredingen/snelheid/snelheid_reactie_en/)
- [16] <http://gemiddeldgezien.nl/meer-gemiddelden/93-gemiddelde-snelheid-wielrenner>
- [17] Over breedtes van Fietspaden, Theo Zeegers, verkeersconsulent, 2006
- [18] Brochure vergunningsvrije radiotoepassingen – Agentschap Telecom, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie
- [19] Factsheet “Fietsrecreatiemonitor, Fietsfeiten mei 2012” - Stichting Landelijk Fietsplatform
- [20] Factsheet “Fietsen in Cijfers, Nederland fietsland” - Fietsersbond Nederland
- [21] Navy Electricity and Electronics Training Series (NEETS) Module 18—Radar Principles
- [22] Introduction tot Radar systems, Skolnik M.I., 1980
- [23] Gesprek met Andries Lohmeijer C.E.O. KITT Engineering
- [24] <http://www.valtus.com/>
- [25] <http://www.popularmechanics.com/technology/how-to/4218937>
- [26] <http://www.hearinglossweb.com/tech/alrt/auto.htm>
- [27] <http://computer.howstuffworks.com/question631.htm>
- [28] <http://www.societyofrobots.com/robotforum/index.php?topic=420.0>
- [29] <http://blog.honk.com/best-high-tech-safety-features-for-your-car/>
- [30] [http://www.volkswagen.nl/home/over\\_volkswagen/algemeen/innovatie/adaptivecruisecontrol/](http://www.volkswagen.nl/home/over_volkswagen/algemeen/innovatie/adaptivecruisecontrol/)
- [31] <http://www.good.is/post/when-will-you-have-a-car-that-drives-itself/>
- [32] <http://googleblog.blogspot.com.au/2010/10/what-were-driving-at.html>
- [33] FMCW Radar sensors, APPLICATION NOTES – SiversIMA
- [34] <http://www.geek.com/articles/mobile/ford-offers-radar-based-adaptive-cruise-control-at-1195-20090818/>
- [35] <http://www.doof.nl/infotheek/hulpmiddelen-en-vergoedingen/waarschuwingssystemen>
- [36] <http://www.oorakel.nl/Waarschuwingssystemen-103.html>
- [37] <http://ihear.co.uk/silent-alert-vibrating-pager-p-143.html>
- [38] The Interactive Bracelet: An input device for bimanual interaction, University of Aachen, 2010
- [39] The International Society for Haptics – <http://www.isfh.org/>
- [40] Integration Guide - Haptic Feedback & Vibration Alerting for Handheld Products – Precision Microdrivers
- [41] <http://www.kennislink.nl/publicaties/tactiel-vest-houdt-piloot-in-positie>



# Bijlagen

---