

An aerial photograph of a busy city square, likely in Amsterdam, showing a red and white tram navigating a curve. The square is filled with pedestrians, cyclists, and parked bicycles. Surrounding buildings include a large modern office building and a retail store with a 'FRIMARK' sign. A green semi-transparent box in the upper left contains the title text. A small satellite icon is in the top right corner.

Digitale blindengeleidesystemen

Saskia van Beugen
Mens en Techniek,
Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool
Den Haag, april 2016

Digitale blindengeleidesystemen

Op zoek naar een collectieve voorziening voor blinden
en slechtzienden in de gemeente Den Haag

Afstudeerscriptie

Auteur:	Saskia van Beugen
Studentnummer:	11093951
E-mailadres:	saskiavanbeugen@gmail.com
Onderwijsinstelling:	De Haagse Hogeschool Bewegingstechnologie
Opdrachtgever:	Stichting Voorall
1 ^e begeleider:	Dhr. A.H. Lagerberg, Haagse Hogeschool
2 ^e begeleider:	Dhr. J.J.F. van Dam, Haagse Hogeschool
1 ^e externe begeleider:	Mw. M. Roemeling, stichting Voorall
2 ^e externe begeleider:	Dhr. F. Blankespoor, stichting Voorall
Plaats:	Den Haag
Datum:	April 2016

Een citaat waar ik veel aan heb moeten denken gedurende dit onderzoek en dat mij geïnspireerd:

“Vroeger dacht ik dat mijn beperkingen mijn grenzen waren”

Loesje

Omdat ik hoop dat blinden en slechtzienden overal kunnen gaan en staan zonder dat hun beperking hen daarin beperkt. Dat de grenzen die zij nu nog ervaren in de toekomst verdwijnen.



Voorwoord

Deze scriptie is geschreven ter afsluiting van de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. Gedurende twintig weken is er gewerkt aan een onderzoeksopdracht van de stichting Voorall. De onderzoeksopdracht was het in kaart brengen van de mogelijkheden en eisen voor een digitaal blindengeleidesysteem in Den Haag.

Deze scriptie is bedoeld voor de stichting Voorall, de docenten van de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool en voor andere geïnteresseerden.

De volgende mensen wil ik bedanken voor hun bijdrage aan het onderzoek. Hun bijdrage is essentieel geweest voor dit onderzoek. “Allereest mijn begeleiders Aad Lagerberg, Margreet Roemeling en Fred Blankespoor voor hun steun, hulp, gezelligheid, netwerk van mensen met wie ik contact kon opnemen en de zetjes in de goede richting wanneer ik het overzicht kwijt was. Carolien Danckearts wil ik bedanken voor het in contact brengen met verschillende instanties, je visie op verschillende hulpmiddelen voor blinden en slechtzienden en de demonstraties van geleidehond Paco. Paul de Nooij van Bartiméus Zeist wil ik bedanken voor zijn informatie over de IBeacons. Wim Pierik van Visio wil ik bedanken voor het toesturen van literatuur over blinden en slechtzienden in het verkeer. Michel Huisert en John Akkerboom van de gemeente Den Haag, Steven Bos van Geodan en Tim Janssen van WeBoost wil ik bedanken voor hun deelname aan de expertmeeting. Het testteam van Voorall wil ik bedanken voor hun deelname aan de praktijkstudie en nuttige tips. Bert Regelink wil ik bedanken voor het schrijven van een nieuwe driver voor de haptische motoren, waardoor het mogelijk werd om de motoren onafhankelijk van elkaar aan te sturen. Inge Regelink wil ik bedanken voor het controleren van de scriptie op taal-, stijl- en interpunctiefouten. Wim, Yvonne, Tillie, Ieke, Lysanne, Michel, Pjotr, Ed en Erik wil ik bedanken voor de gezelligheid op kantoor. Mijn lieve vriend Michel wil ik bedanken voor zijn hulp tijdens het testen van navigatieapps, het maken van de foto's van het trilsysteem, het doorlezen van de scriptie en de steun gedurende het afstudeeronderzoek. Tot slot wil ik mijn moeder en stiefvader bedanken voor mijn opvoeding, waarin zij mij hebben meegegeven dat als je echt iets wilt, dat door hard werken en nooit op te geven kunt bereiken.”

Saskia van Beugen

Den Haag, april 2016

Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst.....	6
Samenvatting.....	7
Inleiding.....	8
Analyse	11
Doelgroep	11
Verdieping probleemstelling	12
Kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat.....	12
Theoretisch onderzoek naar de kruising	13
Marktonderzoek.....	14
Huidige collectieve voorzieningen.....	14
Toekomst digitale collectieve voorzieningen	14
Expertmeeting	21
Praktijkstudies	22
Praktijkstudie op de kruising Spui met Amsterdamse Veerkade	22
Praktijkstudie op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat	22
Advies	23
Conclusie	24
Verwijzingen	26

Verklarende woordenlijst

Blindengeleidelijn

Een blindengeleidelijn is een lijn opgebouwd uit ribbeltegels en noppentegels. Deze tegels kunnen blinden of slechtzienden volgen. Deze tegels mogen alleen op plekken liggen waar geen rijdend verkeer kan worden verwacht. De gebruiker weet zo zeker dat hij zich op een veilige plek bevindt.

Natuurlijke gidslijn

Een natuurlijke gidslijn is een lijn waar blinden en slechtzienden zich op kunnen oriënteren tijdens het lopen. Dit zijn bijvoorbeeld de gevels van een gebouw, een rand van verschillende ondergronden, zoals de straat met een grasveld, een trottoirband, een helderheidscontrast in de bestrating of een afwateringsgoot.

Rateltikker

Een rateltikker is een mechanisme in een verkeerslicht. Wanneer het verkeerslicht op rood staat, tikt het mechanisme met een lage frequentie. Wanneer het stoplicht op groen staat tikt het mechanisme met een hoge frequentie. Dit is een hulpmiddel voor blinden, slechtzienden en mensen die de kleuren van het verkeerslicht niet kunnen onderscheiden.

Samenvatting

Voor blinden en slechtzienenden is het moeilijk zich te verplaatsen in het verkeer. Dit komt doordat zij moeite hebben om zich te oriënteren en te anticiperen op overig verkeer. Blinden en slechtzienenden maken op dit moment gebruik van hun gehoor, een taststok en/of een blindengeleidehond en navigatieapps. Het geluid uit hun omgeving vertelt aan hen of er verkeer in hun omgeving bevindt en in wat voor omgeving zij zich bevinden. Met behulp van een taststok detecteren blinden en slechtzienenden obstakels. Een blindengeleidehond vermijdt obstakels en kan de blinde of slechtzienende naar verschillende plaatsen leiden, zoals een voetgangersoversteekplaats.

Naast de taststok en blindengeleidehond maken blinden en slechtzienenden ook gebruik van blindengeleidelijnen en natuurlijke gidslijnen. Wanneer een blindengeleidelijn niet geplaatst mag worden en/of er geen natuurlijke gidslijn aanwezig is, kunnen blinden en slechtzienenden zich slecht oriënteren. Dit is het geval bij grote pleinen en onoverzichtelijke kruispunten. De stichting Voorall wil geadviseerd worden over een digitaal blindengeleidesysteem, waardoor blinden en slechtzienenden alsnog over pleinen en kruispunten kunnen oversteken en bestemmingen op kruisingen en pleinen kunnen vinden.

De kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat in Den Haag is een voorbeeld van een onoverzichtelijke kruising en wordt gebruikt als casus in het onderzoek. De kruising ligt in een voetgangersgebied. Natuurlijke gidslijnen worden geblokkeerd door geparkeerde fietsen en andere obstakels. Blindengeleidelijnen mogen op de kruising niet geplaatst worden, omdat er rijdend verkeer is toegestaan. Voorall heeft de kruising onderzocht in 2015. Tijdens dit onderzoek zijn de beste oversteekplaatsen in kaart gebracht. Dit zijn oversteekplaatsen met de minste kans op ander rijdend verkeer, ook wel conflictluwe zones genoemd. In het kader van het afstudeeronderzoek is een theoretisch onderzoek op de kruising uitgevoerd, waarbij alle fietsen en bestemmingsverkeer in kaart zijn gebracht.

Aan het begin van het onderzoek werd verondersteld dat er verschillende digitale blindengeleidesystemen bestaan en er een marktonderzoek nodig was om te bepalen welk systeem het best toepasbaar is in Den Haag. Echter bleek in het marktonderzoek dat er slechts één digitaal blindengeleidesysteem is in Europa, dit is Wayfindr. Een navigatiesysteem dat werkt met behulp van 'beacons' in de metrostations van Londen. Een beacon is een klein kastje wat met behulp van bluetooth signalen informatie naar een smartphone kan zenden. Dit systeem is slecht toepasbaar in de openbare ruimte, omdat het signaal van de beacon wordt verstoord of tegengehouden door mensen, vloeistoffen en metalen. Hierdoor is de aanvankelijke probleemstelling van het project gewijzigd. In plaats van te zoeken naar het meest geschikte bestaande systeem, moest er een nieuw digitaal blindengeleidesysteem ontworpen worden. Er is onderzoek gedaan naar verschillende systemen om de positie te bepalen en feedback te geven over de te lopen route.

Uit een praktijkstudie, uitgevoerd op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat, is naar voren gekomen dat via een koptelefoon met begeleiding (verwijzend naar de gehoorbeentjes) de namen van straten, stations, tramhalten en bestemmingen gegeven kunnen worden. Een trilsysteem kan aangeven in welke richting de persoon moet lopen.

Door de nauwkeurigheid van het gps-signaal te verbeteren, werken bestaande navigatieapps nauwkeuriger en bruikbaar voor blinden en slechtzienenden. Wel moet er extra informatie aan navigatieapps worden toegevoegd, zoals informatie over de conflictluwe zones, toegang van haltes en stations op een oversteek. Deze gegevens moeten door de gemeente worden ingemeten. Een koptelefoon met begeleiding kan gebruikt worden voor informatie over de omgeving zoals straatnamen. Een trilsysteem kan de gebruiker vertellen of hij naar links of rechts moet.

Inleiding

Blind- en slechtziendheid

Uit een publicatie van augustus 2014 van de World Health Organization blijkt dat er op de wereld 39 miljoen blinden en 246 miljoen slechtzienden leven. (WHO Media centre, 2015) negentig procent van deze mensen leeft in een derdewereldland. In Den Haag wonen, volgens de Gemeentelijke Basisadministratie (GBA), op 1 januari 2013 506.366 mensen. Uit de gezondheidsmonitor van Den Haag 2014 blijkt dat negen procent van de zelfstandige inwoners in Den Haag een visuele beperking heeft. Hieruit kan men berekenen dat Den Haag 45.573 zelfstandige inwoners kent met een visuele beperking (Gemeente Den Haag, 2014).

Voorall

Voorall is een stichting die zich inzet voor de belangen van Hagenaars met een lichamelijke, verstandelijke, zintuiglijke beperking of een chronische ziekte. De stichting Voorall adviseert de gemeente Den Haag over haar beleid, zodat Hagenaars met een beperking of chronische ziekte net als ieder ander kunnen deelnemen aan de samenleving.

Huidige situatie voor blinden en slechtzienden

Wanneer blinden en slechtzienden zich willen verplaatsen, krijgen zij te maken met twee problemen. Het eerste probleem is een *globaal* probleem, omdat zij zich moeilijk kunnen oriënteren. Zij weten niet waar ze zijn en ook niet hoe ze naar hun bestemming moeten komen. Het tweede probleem is een *lokaal* probleem, omdat zij het erg lastig vinden om tafels, fietsen, bloempotten en andere objecten op straat te mijden (Sluis, Wind, & Oosting, 2015). Bovendien is het vinden van doelobjecten ook lastig. Bijvoorbeeld het knopje bij een met verkeerslichten geregelde oversteekplaats voor voetgangers of de juiste toegangsdeur van een gebouw.

Digitale ontwikkeling

Digitale ontwikkelingen in de samenleving groeien in een razend tempo. Dit biedt mogelijkheden voor blinden en slechtzienden om op pad te gaan. Er zijn al verschillende mensen geweest die producten en systemen hebben ontworpen om het voor blinden en slechtzienden makkelijker te maken zich van A naar B te verplaatsen. Het overzicht van al deze systemen en apparaten ontbreekt echter. Welke zijn kansrijk, welke systemen hebben nog wat aanpassingen nodig en welke hebben onvoldoende potentie om blinden en slechtzienden van A naar B te begeleiden?

Op dit moment maken blinden en slechtzienden veel gebruik van een taststok (Blindenstokken, 2015). Dit is een hulpmiddel dat de blinden en slechtzienden helpt om op lokaal niveau objecten te vermijden en te vinden. Voor de globale oriëntatie zijn er op dit moment de blindengeleidelijn en verschillende navigatieapps. In Den Haag is afgesproken dat als er een natuurlijke gidslijn is, er geen blindengeleidelijn wordt aangebracht (PTBconsult, 2016).

Kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat

De kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat in Den Haag is een kruising waarbij bijna alle globale en lokale problemen van blinden en slechtzienden terugkomen. Sinds 2009 is deze kruising onderdeel van het Verkeerscirculatieplan (VCP). Dit houdt in dat het rijdend verkeer in de binnenstad wordt beperkt tot het openbaar vervoer, nood- en hulpdiensten, taxi, bestemmings- en bevoorradingsverkeer (tot half twaalf), fietsers en snorfietsers (maximale snelheid 15 kilometer per uur). Door het VCP ontstond er een voetgangersgebied. Het voetgangersgebied is gericht op de sociale interactie tussen verkeersdeelnemers. Sociale interactie houdt in dat we anticiperen op elkaars gedrag. Dit heeft iets weg van het 'shared space' principe (Velde & Bos, 2016). Blinden en slechtzienden ervaren het probleem dat zij niet kunnen anticiperen op andere weggebruikers, omdat dit principe uitgaat van oogcontact.

Voorall heeft begin 2015 een Expertmeeting georganiseerd met tien professionals. Tijdens deze meeting zijn de problemen en mogelijke oplossingen voor de kruising in kaart gebracht. Blinden en slechtzienden hebben moeite met het oversteken van de rijlopers. Daarnaast is de ingang van de ondergronds gelegen RandstadRailhalte moeilijk te herkennen en te vinden. Uit het onderzoek zijn een aantal plaatsen naar voren gekomen waar blinden en slechtzienden het beste kunnen oversteken, zogenaamde conflictluwe zones (Voorall, 2015).

Onderzoek en probleemstelling

Het onderzoek geeft een overzicht geven van de verschillende hulpmiddelen op de markt, specifiek die hulpmiddelen waardoor blinden en slechtzienden zich van A naar B lopend kunnen verplaatsen. Tevens is er een overzicht van de voor- en nadelen van de diverse mogelijkheden opgesteld. Daarnaast gaat het onderzoek in op de manieren waarop mensen informatie over hun omgeving kunnen verwerken tijdens het lopen. Dit mondt uit in een advies aan Voorall over de te nemen vervolgstappen.

Hoofdvraag: “Wat is het beste digitale blindengeleidesysteem?”

Voorwaarden

Aan de hoofdvraag zijn de onderstaande voorwaarden verbonden:

- Het betreft een blindengeleidesysteem voor blinden en slechtzienden die zich lopend verplaatsen.

Het systeem moet:

- Een collectieve voorziening zijn die de gemeente kan plaatsen als blindengeleidesysteem.
- In de openbare ruimte geplaatst worden.
- De gebruiker helpen bij het vinden van de conflictluwe zone/route op plein of kruispunt.
- De gebruiker helpen bij het vinden van een bestemming op kruispunt of plein.
- De gebruiker helpen bij het volgen van de conflictluwe zone.
- De gebruiker helpen bij het bereiken van de overkant van een plein of kruising.
- Een aanvulling zijn op de huidige systemen, zoals een natuurlijke gidslijn, wanneer deze niet of onvoldoende aanwezig zijn.
- Toepasbaar zijn bij moeilijk herkenbare infrastructuur zoals onoverzichtelijke kruisingen zoals Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat en pleinen.
- Geen geluidshinder veroorzaken in de omgeving.
- Een positiebepaling hebben met een nauwkeurigheid van ten minste 1 meter. Toelichting in bijlage II.
- Betrouwbaar zijn.

Deelvragen

Vanuit het projectplan zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Welke technieken worden gebruikt om het digitale geleidesysteem te laten werken?
- Wie is per techniek de bouwer of ontwikkelaar van het digitale geleidesysteem?
- Wat moet de gebruiker per techniek aanschaffen om het digitale geleidesysteem te gebruiken?
- Wat is nodig voor de aanleg, onderhoud en het beheer van het digitale geleidesysteem?
- Hoe kunnen de gegevens over wegen en de informatie over bedrijven per systeem up-to-date worden gehouden?
- Wat is per techniek de investering voor de aanleg van het digitale geleidesysteem?
- Wat zijn per techniek de kosten voor de gebruikers en de gemeente om het digitale geleidesysteem te gebruiken?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende systemen?
- Welke van de digitale geleidesystemen is het beste toe te passen in Den Haag en waarom?

Analyse

In de analysefase is een marktonderzoek, een literatuurstudie en een praktijkstudie uitgevoerd.

Doelgroep

Blinden en slechtzienden beschikken over het algemeen over vier goed werkende zintuigen. Dit zijn de smaak-, reuk-, hoor- en tastzintuig. Het smaakzintuig levert geen bijdrage in de oriëntatie of bij de navigatie. Het reukzintuig kan de omgeving herkennen door bijvoorbeeld de geur van brood bij de bakker, de geur van parfum bij de drogisterij of de geur van bloemen of bomen in de tuin van een vriend.

Oriëntatie en navigatie komt bij blinden en slechtzienden echter voornamelijk neer op het hoor- en tastzintuig. Blinden en slechtzienden kunnen de contouren van de ruimte en objecten waarnemen door de akoestiek in de ruimte. Geluid is een trilling. Deze trilling wordt door verschillende ondergronden op verschillende manieren weerkaatst. Zo zijn blinden en slechtzienden in staat om door middel van geluid objecten en gebouwen te lokaliseren. Dit wordt ook wel 'echolocatie' genoemd. Omdat blinden en slechtzienden hun gehoor gebruiken om de omgeving waar te nemen, is het van belang dat deze informatie niet wordt geblokkeerd door extra auditieve informatie over de omgeving of het navigeren toe te voegen. Naast gehoor is tast ook een belangrijk zintuig voor blinden en slechtzienden. Met behulp van hun taststok kunnen zij zich oriënteren en obstakels vermijden. Zo kunnen zij bijvoorbeeld het verschil voelen tussen de stoep en de weg, blindengeleidelijnen volgen en via de beugel van een blindengeleidehond voelen wanneer de hond een zijstraat in kijkt.

In de literatuur wordt geen duidelijk beeld gegeven welk zintuig, tast of gehoor, het beste gebruikt kan worden om feedback te geven over de omgeving. Er is daarom een praktijkonderzoek uitgevoerd met een aantal blinden en slechtzienden op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat om uit te zoeken welke manier van feedback de voorkeur heeft. Dit onderzoek wordt verderop in de scriptie besproken. Het verslag van dit onderzoek is te lezen in bijlage XIV.

Blinden en slechtzienden oriënteren zich met behulp van de volgende methoden:

- Echolocatie: door te tikken op de grond kunnen blinden en slechtzienden horen in wat voor soort omgeving zij zich bevindt.
- Gehoor: blinden of slechtzienden kunnen mensen, fietsers en andere weggebruikers lokaliseren door middel van het gehoor.
- Blindengeleidelijnen.
- Natuurlijke gidslijnen.

De huidige hulpmiddelen van blinden en slechtzienden zijn:

- De taststok, meer informatie in bijlage III.
- De blindengeleidehond, meer informatie in bijlage IV.
- De navigatieapps, meer informatie in bijlage V.

Overige hulpmiddelen voor het bewegen van A naar B zijn weergegeven in bijlage VI.

Welke informatie over de route willen blinden en slechtzienden krijgen?

Als blinden en slechtzienden moeten kiezen uit:

- Route-informatie, zoals “Ga hier naar rechts”.
- Omgevingsinformatie, zoals “U loopt langs de bibliotheek”.
- Route- en omgevingsinformatie.
- Voorafgaand complete routebeschrijving.
- Voorafgaand complete routebeschrijving en omgevingsinformatie.

In de studie van Havik, Kooijman, & Steyvers (2011) wordt aangegeven dat de proefpersonen hun voorkeur geven aan route- en omgevingsinformatie.

Blinden en slechtzienden hebben het volgende nodig in een blindengeleidesysteem:

- Positiebepaling met een nauwkeurigheid van 1 meter.
- Informatie over de omgeving zoals: “U staat voor de HEMA.”.
- Informatie voor de begeleiding. “Ga hier naar rechts.”

Verdieping probleemstelling

Om blinden en slechtzienden van A naar B te kunnen verplaatsen is begeleiding nodig. Er moet duidelijk gemaakt worden of degene op de juiste plaats staat of misschien iets meer naar rechts moet. Daarnaast is het ook belangrijk om de persoon informatie te geven over zijn omgeving, zodat hij of zij tijdens de reis bijvoorbeeld nog een kleine boodschap kan doen. Kort gezegd houdt begeleiding in: het geven van route- en omgevingsinformatie. Maar wat heeft de route- en omgevingsinformatie voor zin als het systeem niet weet wat de positie is? Om iemand in zijn reis van A naar B goed te kunnen begeleiden moet de positie van de persoon bekend zijn. Er moet een oplossing komen om de positie te bepalen en (be)geleiding te regelen.

Kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat

Een kruising die door blinden en slechtzienden als moeilijk en onoverzichtelijk wordt ervaren is de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat in Den Haag. Deze kruising ligt in een voetgangersgebied. Dit heeft als gevolg dat voetgangers en fietsers van dezelfde ruimte gebruik kunnen maken. Een ongeluk zit in een klein hoekje, omdat de fietser ervan uit kan gaan dat de blinde of slechtziende op hem inspeelt en de ruimte geeft. Bestemmingsverkeer mag tot half twaalf gebruik maken van deze kruising. Daarnaast wordt de kruising ook gebruikt door openbaar vervoer, taxi's en hulpdiensten.

In 1938 waren er op deze kruising witte oversteekplaatsen. Doordat de witte stenen een sterk contrast vormden met de omliggende zwarte klinkers was het voor blinden en slechtzienden mogelijk zich op het witte vlak te oriënteren en over te steken. In 1989 zijn er oversteekplaatsen/ zebra's met verkeerslichten aangelegd. Na de reconstructie in 2009 zijn er geen vaste oversteekplaatsen op de kruising. Iedereen communiceert met elkaar, vaak via oogcontact, om in te schatten of men kan oversteken. Dit is voor blinden en slechtzienden heel lastig omdat bij hen geen oogcontact mogelijk is.

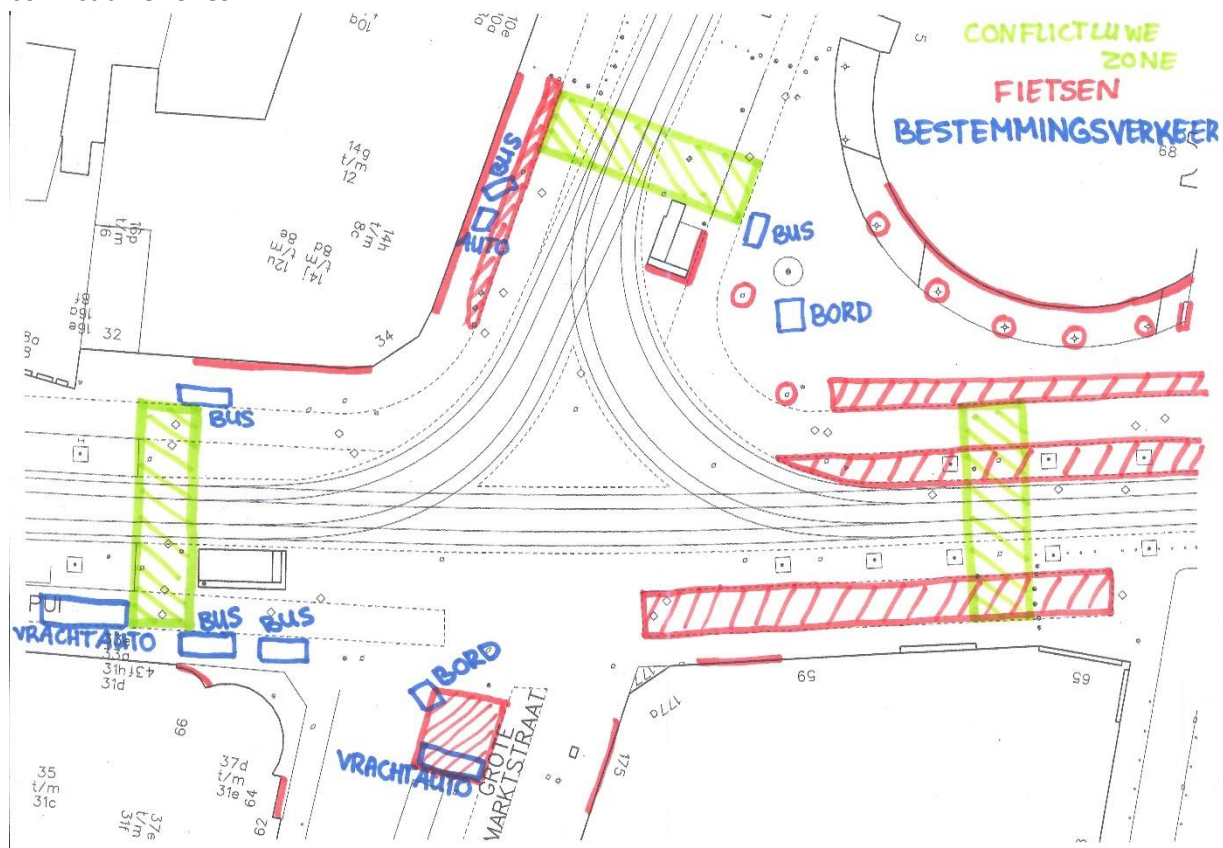
Blinden en slechtzienden oriënteren zich onder andere op de natuurlijke gidslijn. Wanneer blinden en slechtzienden zich oriënteren op de gevel van een gebouw, is het belangrijk dat hun pad langs de gevel niet wordt geblokkeerd door geparkeerde auto's, fietsen of reclameborden. Op de kruising is dit echter wel het geval. Op de kruising is alleen bij enkele winkelruiten aangegeven dat men daar geen fietsen mag plaatsen. Ondanks de grote gratis fietsenstalling naast de bibliotheek en achter de HEMA worden fietsen soms vier rijen dik tegen de gevels geparkeerd. Daarnaast zijn pilaren en palen ook populaire plaatsen om fietsen tegenaan te stallen.

Blindengeleidelijnen worden in dit voetgangersgebied niet geplaatst, omdat bestemmingsverkeer overal in het gebied mag parkeren om te laden en lossen. Een blindengeleidelijn vormt naast een hulpmiddel voor de lokalisatie ook een plek waar blinden en slechtzienden veilig kunnen staan. Dit is in het voetgangersgebied op het Spui niet het geval door het bestemmingsverkeer.

De kruising kent geen hoogte verschillen. Blinden en slechtzienden oriënteren zich dikwijls met behulp van hoogteverschillen. Door haaks op het hoogteverschil te gaan staan, kan men haaks op het hoogteverschil vertrekken. In het onderzoek van Melis-Dankers et al. (2015) werd onderzocht welke problemen blinden en slechtzienden ervaren in een 'shared space'. Shared space gaat ervanuit dat meerdere weggebruikers gebruik maken van dezelfde ruimte. Bovenstaande problemen komen ook in hun onderzoek naar voren.

Theoretisch onderzoek naar de kruising

Op 27 januari twaalf uur en 2 februari negen uur is er op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat gekeken naar de geparkeerde fietsen en geparkeerd bestemmingsverkeer. Deze zijn samen met de conflictluwe zones in kaart gebracht in de onderstaande afbeelding. De rode cirkels geven een lantaarnpaal of pilaar aan met fietsen eromheen. De groene vlakken zijn de conflictluwe zones.



Figuur 1: Conflictluwe zones, fietsen en bestemmingsverkeer op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat

Marktonderzoek

Hieronder is een overzicht gemaakt van bestaande mogelijkheden voor een collectief digitaal blindengeleidesysteem en de toekomst van collectieve blindengeleidesystemen. Omdat er op dit moment nog geen collectief digitaal blindengeleidesysteem is dat geschikt is voor de openbare ruimte, is er gekeken naar toekomstige mogelijkheden met bestaande systemen en voorzieningen.

Huidige collectieve voorzieningen

Op dit moment zijn er de volgende collectieve voorzieningen voor blinden en slechtzienden om zich van A naar B te kunnen verplaatsen:

- Rateltickers.
- Blindengeleidelijnen, meer informatie in bijlage VII.
- Natuurlijke geleidelijnen.
- Auditieve ondersteuning van visuele informatie, meer informatie in bijlage VIII.
- Wayfindr, beacons in de ondergrondse metrostations van Londen.

In Londen zijn de ondergrondse metrostations voorzien van een digitaal blindengeleidesysteem. Dit systeem heet Wayfindr en bestaat uit verschillende 'beacons'. Een beacon is een kleine zender die gericht informatie kan versturen naar mobiele telefoons. Deze zender maakt gebruik van bluetooth. Met behulp van de bluetooth-module maakt de beacon contact met de app op de smartphone. De beacon kan vervolgens een signaal naar de smartphone sturen met een bericht dat de persoon bijvoorbeeld bij de ingang van het metrostation is. De beacon kan aan de sterkte van het bluetooth-signaal zien of degene ver, dichtbij of heel dichtbij de beacon staat. Deze kastjes begeleiden de mensen in Londen door het metrostation (Wayfindr, 2015) (Stinson, 2015). Het bluetooth-signaal dat de beacons uitzenden kan worden verstoord door mensen, vloeistoffen en metalen. Dit maakt de beacons minder geschikt voor gebruik in de openbare ruimte.

Europa

Er is contact opgenomen met de verschillende Europese blinden en slechtzienden belangenorganisaties. Aan hen is gevraagd welke digitale blindengeleidesystemen zij kennen naast de Wayfindr in Londen. De 'Royal London Society for blind people' en de 'Royale National Institute of blind people' hebben gereageerd. Beiden zijn bekend met de voorziening Wayfindr in Londen, maar kennen geen andere collectieve voorziening.

Dit betekent dat een collectieve voorziening voor blinden en slechtzienden nog ontwikkeld moet worden.

Toekomst digitale collectieve voorzieningen

Er is op dit moment nog geen digitaal blindengeleidesysteem dat de nauwkeurige positie bepaalt en de navigatie regelt. Hieronder zijn mogelijkheden weergegeven om een blindengeleidesysteem te maken. Er is onderscheid gemaakt tussen systemen of apparaten die de positie van de persoon kunnen bepalen en systemen of apparaten die de (be)geleiding kunnen regelen.

Positiebepaling

Als een persoon van A naar B wordt geleid is het van belang dat men weet waar de persoon zich bevindt. Zo kan men aanwijzingen geven, zoals: "Ga vanaf deze positie over vijf meter naar rechts.". Wanneer de positie onbekend is, is het onmogelijk iemand aanwijzingen te geven over de route.

Beacon

Een beacon is een klein kastje dat met behulp van bluetooth-signalen informatie naar een smartphone kan zenden. De smartphone moet een app bevatten die de informatie kan ontvangen. Wanneer een beacon op elke hoek en bij elke deur van een winkel wordt geplaatst wordt een melding gegeven als iemand met de beacon-applicatie langs de beacon loopt. De beacon kan aangeven dat men bij een bepaalde kruising of winkel staat. Met meerdere beacons kan de smartphone met behulp van driehoekspeiling een schatting maken van de locatie. Met behulp van de locatie kan de richting worden aangegeven waar een andere beacon hangt. Meer informatie over verschillende typen beacons in bijlage IX.



Figuur 2: Beacon

De aanlegkosten van de beacons zijn:

- \$99,00 voor een kit met drie Estimote beacons. (Estimote Beacons, 2016)
- \$99,99 per Kontakt.io beacon. (Kontakt.io, 2016)

De beheerkosten van de beacons zijn onbekend.

Hier volgt een aantal voordelen van beacons:

- Wanneer beacons aan het begin en langs de conflictluwe zones wordt geplaatst is het mogelijk het begin van de conflictluwe zone te vinden en over de conflictluwe zone te lopen van beacon naar beacon.
- Beacons zijn een aanvulling op de huidige voorzieningen.
- Beacons veroorzaken geen geluidsoverlast.

Hier volgt een aantal nadelen van beacons:

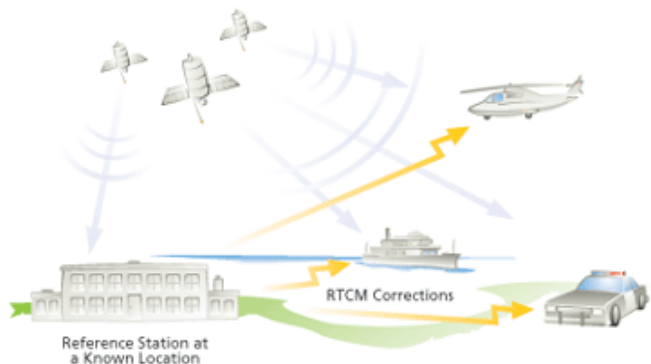
- De beacon is niet geschikt voor het versturen van grote bestanden, zoals grote video- of audiobestanden. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij het bedenken van feedback naar de gebruikers.
- Water, metalen en elektrische straling kunnen het signaal verstoren. Wanneer er veel mensen, fietsers of auto's aanwezig zijn, komt het signaal minder goed door. Dit probleem kan voorkomen worden door de beacon hoog in de ruimte te plaatsen, zodat het signaal niet wordt belemmerd door mensen, fietsers en auto's.
- Doordat het signaal verstoord kan worden, zijn de beacons niet betrouwbaar.

Gps

Op dit moment zijn er veel navigatieapps die werken met behulp van gps. Er zijn ook navigatieapps speciaal voor blinden en slechtzienden ontwikkeld. Meer informatie over navigatieapps staat in bijlage V. Deze navigatieapps werken op dit moment met een nauwkeurigheid van ongeveer vijftien meter. Dit is afhankelijk van de gps-ontvangst.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van dgps-referentiestation (Differential Global Positioning System referentiestation) kan het gps-sigitaal een stuk nauwkeuriger worden. De positie van dit referentiestation is bekend. De positie van het gps-sigitaal wordt vergeleken met de positie van het dgps-referentiestation. Het verschil tussen het sigitaal van de gps-satellieten en het referentiestation wordt doorgegeven aan gebruikers van dgps waardoor hun gps-sigitaal een stuk nauwkeuriger wordt. Meer informatie over gps staat in bijlage X.

Real-Time Differential GPS



Figuur 3: Werking dgps-referentiestation (Chivers, 2016)

De aanlegkosten en beheerkosten van dgps-referentiestations is onbekend.

Hier volgt een aantal voordelen van gps:

- Wanneer het gps-sigitaal nauwkeuriger wordt gemaakt, werken alle apps gemaakt voor navigatie ook nauwkeuriger
- Behalve blinden en slechtzienden heeft iedereen die gebruik maakt van gps baat bij een nauwkeurig gps-systeem.

Rateltikker of speaker die geactiveerd wordt met een tag (sleutelhanger/ketting) of app

In Gent is een systeem getest waarbij blinden en slechtzienden een tag dragen. Wanneer zij een kruispunt naderen wordt de rateltikker in het verkeerslicht bij de voetgangersoversteekplaats geactiveerd. Een rateltikker tikt alleen als iemand hem heeft geactiveerd. De rateltikker geeft zo geen overlast aan buurtbewoners (Synghel, 2014). Er zou onderzocht kunnen worden of het mogelijk is de rateltikker te activeren met een app op de smartphone.

Het principe van de rateltikker kan gebruikt worden voor een geleidesysteem. Door een speaker in de ruimte te plaatsen kunnen blinden en slechtzienden op het geluid aflopen. Bij een rateltikker loopt men ook naar het geluid van het verkeerslicht aan de overkant. Het is niet de bedoeling dat de speakers voor een blindengeleidesysteem hetzelfde klinken als de rateltikkers. Dit is verwarrend voor blinden en slechtzienden, omdat ze denken dat ze een verkeerslicht naderen. Met een andere klank of melodie kunnen blinden en slechtzienden naar verschillende plekken geleid worden, bijvoorbeeld een oversteekplaats zonder verkeerslichten.

De aanlegkosten en beheerkosten van een speaker die wordt geactiveerd met een tag zijn onbekend.

Hier volgt een aantal voordelen van een rateltikker of speaker:

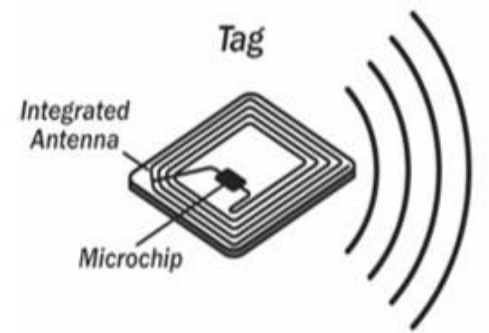
- Een systeem wat geactiveerd kan worden geeft minder geluidsoverlast dan een rateltikker die altijd aanstaat.
- Kan ook 's nachts worden geactiveerd wanneer huidige rateltikkers nog weleens worden uitgeschakeld.

Een speaker met geluid helpt de gebruiker niet bij het volgen van de conflictluwe zone, dit is een nadeel van het systeem.

RFID-tags

RFID-tags zijn heel kleine chips die een identificatiecode bevatten. Door middel van radiogolven kan de chip worden uitgelezen en is het mogelijk om een object te identificeren. RFID-tags zijn er in verschillende soorten en maten. De meest bekende is de sticker met koperen windingen die gebruikt wordt als diefstalpreventie.

RFID-tags kunnen werken op verschillende frequentieniveaus. Over het algemeen geldt voor de frequentieniveaus dat hoe lager de frequentie is, des te verder het leesbereik en des te groter de antenne moet zijn om het signaal te ontvangen. Hoge frequenties kunnen niet door metalen en vloeistoffen (RFID Know How, 2016).



Figuur 4: RFID-tag

Veelgebruikte frequenties:

- 125 kHz, lage frequentie;
- 13,56 MHz, hoge frequentie;
- 860 tot 950 MHz, ultrahoge frequentie.

Bij het kiezen van de frequentie moet men in gedachten houden dat sommige frequenties voor andere doeleinden worden gebruikt. Een van deze andere doeleinden is het activeren van detectiepoortjes in winkels.

Een RFID-tag kan als blindengeleidesysteem gebruikt worden door de tag langs een scanner te halen. De scanner kan een audiobestand terugzenden. De gebruiker krijgt zo informatie over zijn omgeving te horen en informatie over de positie van de volgende RFID-scanner. Dit wordt ook beschreven in het artikel van Havik et al. (2011).

De aanlegkosten en beheerkosten van RFID-tag zijn onbekend.

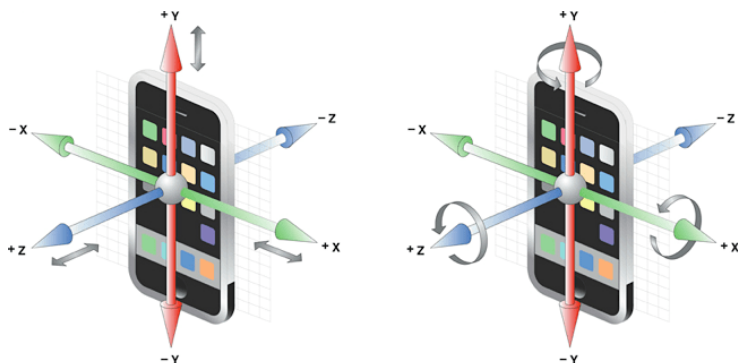
Wanneer er meerdere scanners langs de conflictluwe zone wordt geplaatst kan dit de gebruiker helpen om de conflictluwe zone te volgen, dit is een voordeel van RFID-tags.

RFID-tags kunnen detectiepoortjes van winkels activeren wanneer zij op dezelfde frequentie werken, dit is een nadeel van RFID-tags.

Accelerometer op de telefoon

Een accelerometer bepaald de versnelling. De versnellingssensor biedt mogelijkheden bij het bepalen van de navigatie. Door de gegevens van de versnellingssensor in voorwaartse en zijwaartse richting tweemaal te integreren kan men tot de positie komen. Als de gebruiker zich verplaatst vanaf een bekende positie kan zijn positie na het gaan bepaald worden. Als er een app gemaakt wordt waarbij de positiebepaling wordt gecombineerd met een kaart van de stad kan er ook feedback worden

gegeven wanneer iemand zich niet op de route bevindt. Routes moeten voorgeprogrammeerd worden, zoals de plek waar men het beste kan lopen. Dit systeem is echter op dit moment nog niet mogelijk en zou ontwikkeld moeten worden.



De aanlegkosten en beheerkosten van een systeem wat werkt met de accelerometer op de telefoon zijn onbekend.

De accelerometer meet de positie relatief. Alleen ten opzichte van het vertrekpunt. Een ander systeem moet ervoor zorgen dat de positie absoluut wordt bepaald. Zodat de positie aan een locatie op de kaart wordt gekoppeld. Dit is een nadeel van een systeem wat de accelerometer in de telefoon gebruikt.

Testen van de systemen op de voorwaarden uit de inleiding

In de inleiding zijn de volgende voorwaarden gegeven:

- 1) Het betreft een blindengeleidesysteem voor blinden en slechtzienden die zich lopend verplaatsen.

Het systeem moet:

- 2) Een collectieve voorziening zijn die de gemeente kan plaatsen als blindengeleidesysteem.
- 3) In de openbare ruimte geplaatst worden.
- 4) De gebruiker helpen bij het vinden van de conflictluwe zone/route op plein of kruispunt.
- 5) De gebruiker helpen bij het vinden van een bestemming op kruispunt of plein.
- 6) De gebruiker helpen bij het volgen van de conflictluwe zone om overkant van plein of weggedeelte waar gereden mag worden te bereiken.
- 7) Een aanvulling zijn op de huidige systemen, zoals een natuurlijke gidslijn, wanneer deze niet of onvoldoende aanwezig zijn.
- 8) Toepasbaar zijn bij moeilijk herkenbare infrastructuur zoals onoverzichtelijke kruisingen zoals de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat en pleinen.
- 9) Geen geluidshinder veroorzaken in de omgeving.
- 10) Een nauwkeurigheid hebben van 1 meter.
- 11) Betrouwbaar zijn.

Hieronder volgt een tabel waarin per plaatsbepalingssysteem is aangegeven of deze voldoet aan de voorwaarden.

Systeem	Beacons	Gps	Rateltikker	RFID-tags	Accelerometer en gyroscoop op de telefoon
Voorwaarde	+	+	+	+	+
1	+	-	+	+	-
2	+	+	+	+	-
3	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+/-	-
5	+	+	+	+	-
6	+	+	-	+	-
7	+	+	+	+	-
8	+	+	+	+	-
9	+	+	-	-	-
10	-	+	-	-	+
11	-	+	+	+	+/-

Hieruit blijkt dat gps het beste systeem is.

Informatieoverdracht

Naast het bepalen van de positie is het belangrijk om de persoon aanwijzingen te geven over de te lopen route. Hieronder zijn verschillende apparaten weergegeven die de informatie over de route kunnen doorgeven.

Speaker

Voor de (be)geleiding kan een speaker gebruikt worden om auditieve feedback te ontvangen. Het nadeel van een speaker is dat deze geluidshinder in de omgeving kan veroorzaken.

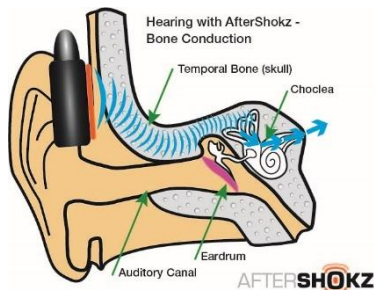
Speakers zijn er in vele soorten en maten vanaf 0 euro. Er zijn geen kosten als een ingebouwde speaker van een smartphone wordt gebruikt.

Koptelefoon

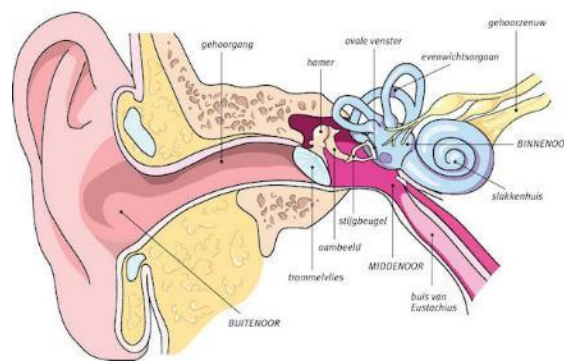
Voor de (be)geleiding kan een koptelefoon gebruikt worden om auditieve feedback te ontvangen. Het nadeel is dat de gehoorgang wordt geblokkeerd door de koptelefoon. Hierdoor kunnen omgevingsgeluiden minder goed doorkomen. Koptelefoons zijn er in vele soorten en maten vanaf 1 euro.

Koptelefoon met beengeleiding

Een koptelefoon met beengeleiding geeft trillingen. Deze trillingen geven het geluid door aan het slakkenhuis. Het geluid slaat hierdoor het buiten- en binnenoor over. Dit is te zien op afbeelding 2. Geluiden uit de omgeving kunnen, omdat de gehoorgang niet wordt geblokkeerd, nog steeds binnenkomen via het buitenoor. Het voordeel van een koptelefoon met beengeleiding is dat de gehoorgang vrij blijft voor omgevingsgeluiden. Een koptelefoon met beengeleiding is verkrijgbaar in verschillende soorten van 39,95 tot 129,99 dollar (Products, 2016).



Figuur 5: De weg van het geluid



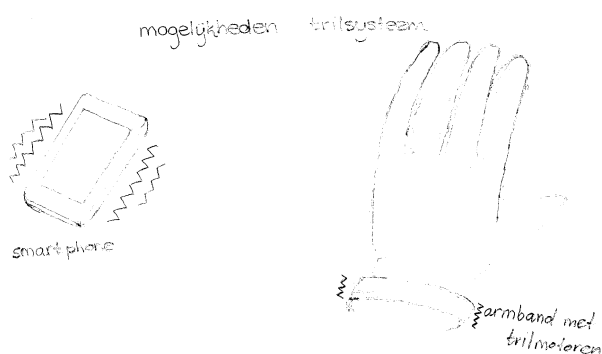
Figuur 6: Anatomie van het oor

Touchscreen met braille

Er zijn ontwikkelingen op de markt waarbij men in staat is om reliëf aan een touchscreen toe te voegen. Op dit moment zijn er tablets met een systeem met pinnen die het braille door het touchscreen laten komen. Op dit moment wordt onderzocht of er mogelijkheden zijn om met behulp van speciale vloeistoffen het braille in het tablet weer te geven. Dit biedt mogelijkheden om naast braille ook kaarten en afbeeldingen van de omgeving aan te bieden aan blinden en slechtzienden (Atherton, 2016). Door het reliëf worden smartphones en tablets toegankelijker, dit is een voordeel. Deze technologie is nog niet op de markt en in ontwikkeling. De kosten zijn onbekend.

Trilsysteem

Het tastzintuig wordt geprikkeld door trillingen. Hiervoor kan men de trilmotor in een smartphone gebruiken. Men kan ook gebruik maken van een aparte trilmodule. Deze trilmodule kan op het audiokanaal worden aangesloten, waardoor onderscheid gemaakt wordt tussen links en rechts. Hieronder is de tekening te zien met een schets om de trilmotor in de smartphone te gebruiken of de trilmotoren in een armband te bouwen. Een systeem met trillingen is ook geschikt voor mensen die zowel doof of slechthorend als blind of slechtziend zijn, dit is een voordeel.



Figuur 7: Mogelijkheden trilsysteem

Hier volgt een schatting van de kosten:

- Ongeveer vijftig tot honderd euro voor de aanschaf van 2 trilmotoren.
- Ongeveer vijftig euro voor de aanschaf van de armband.
- Ongeveer honderd euro voor de aanschaf van de hardware om de trilmotoren aan te sturen.
- Ontwikkelkosten om het trilsysteem te bouwen
- Ontwikkelkosten om de applicatie te bouwen die het te bouwen trilsysteem aanstuurt.

Expertmeeting

Op dinsdag 2 februari 2016 is een expertmeeting georganiseerd voor verschillende bedrijven. Het doel van deze bijeenkomst was om meer duidelijkheid te krijgen over hoe de positie en de begeleiding van blinden en slechtzienden tijdens het lopen van A naar B het beste geregeld kan worden. Er zijn verschillende bedrijven benaderd voor de bijeenkomst. De uitnodiging voor de Expertmeeting staat in bijlage XI. De bijeenkomst bestond uit een presentatie en een brainstormsessie. Tijdens de presentatie werden de problemen van blinden en slechtzienden toegelicht, de casus Spui/ Kalvermarkt/ Grote Marktstraat is besproken en het afstudeeronderzoek is toegelicht. De casus is gebruikt voor de brainstormsessie. Tijdens de brainstormsessie is er over twee vragen nagedacht: “Hoe kan men de positie van de blinde en slechtziende bepalen?” en “Hoe kan men de blinden en slechtziende begeleiden en corrigeren tijdens het lopen?”. De belangrijkste uitkomsten van de brainstormsessie zijn:

- In 2019 worden nieuwe Europese satellieten de lucht in geschoten. Dit betekent dat men dan ook gebruik kan maken van het Europees gps-netwerk Galileo. Als men daarnaast gebruik maakt van dgps is men verzekerd van een zeer nauwkeurig gps-signaal (kleiner dan 1 meter). Het is daarnaast van belang dat belangrijke punten voor blinden en slechtzienden zoals oversteekplaatsen en de ingang van gebouwen worden ingemeten, zodat ze in navigatiesystemen terecht komen.
- Uit de testen van WeBoost blijkt dat trillingen mensen kunnen sturen door de trilling links of rechts te geven.
- Blinden en slechtzienden kunnen moeilijk anticiperen op andere weggebruikers. Hierdoor kunnen onveilige situaties ontstaan.
- Sociaal aspect: het volgen van andermans route of de drempel om hulp te vragen lager te maken.
- Mensen moeten zelf een apparaat aanschaffen waarmee ze feedback over de route kunnen ontvangen. De smartphone zou dit apparaat kunnen aansturen.
- De gemeente moet een fietsbeleid invoeren om ervoor te zorgen dat fietsen niet meer tegen de gevels worden geparkeerd. Ook de conflictluwe zones moeten vrij zijn van fietsen, zodat mensen zonder obstakels kunnen oversteken.

Het verslag van de Expertmeeting is te lezen in bijlage XII.

Kaartenmakers

Er is contact opgenomen met verschillende kaartenmakers en makers van navigatieapps. Aan hen is gevraagd welke stappen er ondernomen moeten worden om extra gegevens aan de navigatieapps toe te voegen. Automotive Navigation Data BeNeLux (AND) heeft in een reactie laten weten dat zij de gegevens in hun kaart kunnen verwerken. De gemeente moet de gegevens hiervoor digitaal aanleveren.

Praktijkstudies

Praktijkstudie op de kruising Spui met Amsterdamse Veerkade

Op 14 december 2015 is door het testteam van Voorall de kruising Spui met Amsterdamse Veerkade getest. Deze kruising is opnieuw ingedeeld en zou bijna opgeleverd worden. Het testteam van Voorall heeft getest of de blindengeleidelijnen juist waren aangelegd. Door met de mensen in gesprek te gaan werd duidelijk dat blinden en slechtzienden het heel belangrijk vinden om te weten of zij op een veilige plek staan. Daarnaast bleek uit de gesprekken dat blinden en slechtzienden onoverzichtelijke kruispunten en grote pleinen mijden, omdat zij hun oriëntatie kwijt kunnen raken. Zij lopen daarvoor om of gaan een halte verder met de tram. Het verslag van de test is te lezen in bijlage XIII.

Praktijkstudie op de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat

Literatuur geeft geen antwoord op de vraag of voor de feedback het beste trilling of geluid gebruikt kan worden. Deze praktijkstudie is uitgevoerd om dit uit te zoeken. Drie mensen met een visuele beperking werkten hieraan mee. Zij staken de Kalvermarkt over op de conflictluwe zone om te testen of feedback met behulp van trillingen mogelijk is.

Tijdens de test droegen zij een speciaal hiervoor ontworpen trilsysteem. Dit trilsysteem is gemaakt met behulp van een Arduino UNO en twee Grove trilmotoren. De trilmotoren zijn bevestigd in een band om de bovenarm. Er is een harnas gemaakt waarbij de Arduino op de rug in een zakje zat. Het trilsysteem is te zien in figuur 8. De Arduino code is te vinden in bijlage XV. Het trilsysteem gaf tijdens het oversteken de volgende vijf verschillende signalen:



Figuur 8: Trilsysteem

- rechterband trillen; "Ga naar rechts."
- linkerband trillen; "Ga naar links."
- beiden banden één keer trillen; Dit is een waarschuwingssignaal.
- beiden banden twee keer trillen; Er is een tussentijdse bestemming zoals de ingang van de ondergrondse RandstadRail.
- beiden banden drie keer trillen; U heeft de overkant van de oversteek bereikt.

Tijdens de praktijkstudie bleek dat de trilmotoren te zacht trilden. Hierdoor werd soms een trilling gemist. Het gevolg was dat een signaal anders werd geïnterpreteerd of zelfs werd gemist.

Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat trillingen geschikt zijn om mensen naar links en rechts te sturen. Het is niet handig om een instructie te geven die uit meerdere trillingen bestaat, omdat een van de trillingen gemist kan worden, waardoor de instructie een andere betekenis kan krijgen.

Er kunnen maximaal vijf verschillende instructies aangeboden worden, omdat mensen anders te veel informatie moeten onthouden. De bovenarm is niet geschikt om trillingen te geven, want de trillingen worden hier minder goed gevoeld. Het is beter om de trillingen via de pols, hand of taststok te geven.

Het verslag van de praktijkstudie is terug te vinden in bijlage XIV.

Advies

Aan het begin van het onderzoek werd verondersteld dat er verschillende digitale blindengeleidesystemen bestaan en er een marktonderzoek nodig was om uit te zoeken welk systeem het best toepasbaar is in Den Haag. Echter bleek in het marktonderzoek dat er slechts één digitaal blindengeleidesysteem is in Europa, dit is Wayfindr. Een navigatiesysteem dat werkt met behulp van beacons in de metrostations van Londen. Dit systeem is minder geschikt omdat het signaal wordt verstoord door mensen, vloeistoffen en metalen. Hierdoor is de probleemstelling gewijzigd.

In plaats van te zoeken naar een bestaand systeem moest een nieuw digitaal blindengeleidesysteem ontworpen worden. Een digitaal systeem dat een aanvulling is op de blindengeleidelijnen en natuurlijke gidslijnen. Het systeem moet toepasbaar zijn op moeilijk herkenbare infrastructuur, zoals onoverzichtelijke kruisingen als Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat. Er is hierbij gezocht naar verschillende middelen om de positie te bepalen en feedback te geven over de te lopen route.

Uit de verschillende onderzoeken is naar voren gekomen dat de meeste problemen opgelost kunnen worden door het gps-signaal te verbeteren. Hierdoor werken bestaande navigatieapps nauwkeuriger. Wel moet er extra informatie in de navigatieapps komen. Dit is informatie over de conflictluwe zones en toegang van haltes en stations op een oversteek. Het is de taak van de gemeente om deze gegevens in te meten.

Adviezen met betrekking tot het bepalen van de positie:

- Uit het marktonderzoek is gebleken dat een systeem op basis van gps het beste aan de randvoorwaarden voldoet. Het gps-signaal moet nauwkeuriger worden door gebruik te maken van dgps-referentiestations.

Adviezen met betrekking tot het geven van (be)geleding:

- Voor het geven van feedback moeten de zintuigen gehoor en tast gebruikt worden.
- Blinden en slechtzienden moeten naast het nieuwe systeem ook gebruik kunnen blijven maken van hun hulpmiddel. Hulpmiddelen zijn de taststok en de blindengeleidehond.
- De gebruiker van het systeem moet route-informatie of omgevingsinformatie of route- en omgevingsinformatie kunnen krijgen. Hij moet zelf kunnen instellen welke informatie hij wil krijgen.
- Trilsignalen moeten sterk genoeg zijn, zodat men die kan waarnemen.
- Er moet geen gebruik worden gemaakt van meerdere trillingen voor één instructie. Wanneer een trilling gemist wordt, bestaat de kans dat het signaal een andere betekenis krijgt.
- Tijdens het lopen moeten niet te veel zintuigen tegelijkertijd geprikkeld worden, anders merkt men bepaalde signalen niet op of raakt men gedesoriënteerd.
- Richtingcorrecties in zijwaartse richting kunnen via trillingen worden aangegeven. Dit kan worden vormgegeven met behulp van twee armbanden.
- Namen van de straat, winkel of tramhalte kunnen het beste auditief gegeven worden.
- Bij trillingen maximaal vijf verschillende signalen.

- Geef de gesproken feedback met een speaker of een koptelefoon met beengeleiding.
- Links en rechts signalen kunnen gegeven worden door middel van trillingen en trilmodules aan beide zijden van het lichaam of via de smartphone.

Algemeen:

- Informatie in de navigatieapps moet aangevuld worden met informatie over de conflictluwe zones, toegang van haltes en stations op een oversteek. Het is de taak van de gemeente om deze gegevens in te meten. Deze extra gegevens moeten digitaal aan de kaartenmakers worden aangeleverd.
- Men moet streven naar een systeem dat Europees werkt. Zo wordt voorkomen dat men in één stad het systeem kan gebruiken en in andere steden aangewezen is op de taststok of blindengeleidehond.
- Het systeem geeft geen hulp bij losse obstakels, zoals fietsen. De gemeente wordt geadviseerd om hier beleid op te ontwikkelen, zodat zo weinig mogelijk losse obstakels de natuurlijke gidslijn onderbreken.

Er moet een trilsysteem en applicatie ontwikkeld worden dat het trilsysteem aanstuurt. Er is meer onderzoek nodig naar de manier waarop de begeleiding plaatstvindt. Onderzoeksvragen zijn: “Hoe detecteert men of de gebruiker van de conflictluwe zone afwijkt?” en “Hoe komt de feedback van het detectiesysteem naar de gebruiker met zijn koptelefoon en trilsysteem?”. Daarnaast moet er een pilot in Den Haag worden uitgevoerd om te testen of het systeem werkt. Als het systeem werkt kan het in heel Nederland of Europa ingevoerd worden.

Conclusie

Uit het onderzoek is gebleken dat er geen geschikt bestaand systeem is. Er is een bestaand systeem in Europa, maar dit systeem is niet geschikt om te gebruiken. De signalen worden verstoord door mensen, vloeistoffen en metalen. Dit is het systeem Wayfindr in de metrostations van London. In plaats van te zoeken naar een bestaand systeem moest een nieuw digitaal blindengeleidesysteem ontworpen worden.

Een verbetering van het gps-signaal is het best in combinatie met de huidige apps. Daarnaast moet een trilsysteem in de vorm van twee armbanden ontwikkeld worden. Het trilsysteem kan feedback geven over de te lopen richting.

Informatie in de navigatieapps moet aangevuld worden met informatie over de conflictluwe zones, toegang van haltes en stations op een oversteek. Het is de taak van de gemeente om deze gegevens in te meten en aan kaartenleveranciers te leveren.

Er moet een trilsysteem en applicatie ontwikkeld worden dat het trilsysteem aanstuurt. Er is meer onderzoek nodig naar de manier waarop de begeleiding plaatstvindt. Onderzoeksvragen zijn: “Hoe detecteert men of de gebruiker van de conflictluwe zone afwijkt?” en “Hoe komt de feedback van het detectiesysteem naar de gebruiker met zijn koptelefoon en trilsysteem?”. Daarnaast moet er een pilot in Den Haag worden uitgevoerd om te testen of het systeem werkt. Als het systeem werkt kan het in heel Nederland of Europa ingevoerd worden.

In de inleiding zijn een aantal voorwaarden genoemd. Hieronder worden deze herhaald en wordt aangegeven of er aan de voorwaarde voldaan kan worden.

Het systeem moet:

1. Geschikt zijn voor blinden en slechtzienden die zich lopend verplaatsen.
Ja
2. Een collectieve voorziening zijn die de gemeente kan plaatsen als blindengeleidesysteem.
Nee, het gps-signaal moet verbeterd worden. Dit is een wereldwijd systeem, Europa lanceert in 2019 zijn global navigation satellite system (GNSS) Galileo. Dit is wel een collectieve voorziening maar geen taak voor de gemeente.
3. In de openbare ruimte geplaatst worden.
Nee, er hoeft niets in de openbare ruimte geplaatst te worden want het probleem wordt opgelost met behulp van satellieten.
4. De gebruiker helpen bij het vinden van de conflictluwe zone/route op plein of kruispunt.
Ja, als deze gegevens worden ingemeten en in de navigatieapps terecht komen.
5. De gebruiker helpen bij het vinden van een bestemming op kruispunt of plein.
Ja, als deze gegevens worden ingemeten en in de navigatieapps terecht komen.
6. De gebruiker helpen bij het volgen van de conflictluwe zone om overkant van plein of weggedeelte waar gereden mag worden te bereiken.
Ja, als men gebruik kan maken van een nog te ontwikkelen trilsysteem.
7. Een aanvulling zijn op de huidige systemen, zoals een natuurlijke gidslijn, wanneer deze niet of onvoldoende aanwezig zijn.
Ja
8. Toepasbaar zijn bij moeilijk herkenbare infrastructuur zoals onoverzichtelijke kruisingen zoals de kruising Spui met Kalvermarkt en de Grote Marktstraat en pleinen.
Ja
9. Geen geluidshinder veroorzaken in de omgeving.
Ja, het veroorzaakt geen geluidshinder.

Verwijzingen

- Atherton, K. D. (2016, Februari 8). *Dynamic Touchscreen Could Display In Braille*. Opgehaald van Popular Science: <http://www.popsci.com/new-touch-screen-design-could-display-in-braille>
- Bhatlawande, S., Mahadevappa, M., Mukherjee, J., Biswas, M., Das, D., & Gupta, S. (2014). Design, Development, and Clinical Evaluation of the Electronic Mobility Cane for Vision Rehabilitation. *Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 1148-1159.
- Blindenstokken. (2015, December). Opgehaald van Worldwide Vision: <https://www.worldwidevision.nl/nl/blind-slechtziend/blindenstokken>
- Chivers, M. (2016, April 3). *Differential GPS Explained*. Opgehaald van esri: <http://www.esri.com/news/arcuser/0103/differential1of2.html>
- Estimote Beacons. (2016, April 5). *Real-world context for your apps*. Opgehaald van Estimote Beacons: <http://estimote.com/#jump-to-products>
- Gemeente Den Haag. (2014, Januari 14). *Gezondheidsmonitor Den Haag 2014*. Opgehaald van GGD Haaglanden: <http://www.ggdhaaglanden.nl/over/publicaties-en-onderzoek/gezondheidsmonitor-den-haag-2014.htm>
- Han, Y., & Lin, Q. (2014). A Context-Aware-Based Audio Guidance System for Blind People Using a Multimodal Profile Model. *Sensors*, 18670-18700.
- Humanware. (2016, April 6). *Trekker Breeze+ handheld talking GPS*. Opgehaald van Humanware: <http://store.humanware.com/hus/trekker-breeze-plus-handheld-talking-gps.html>
- i-cane. (2016, April 6). *Home*. Opgehaald van i-cane: <http://www.i-cane.org/nl/home>
- Kontakt.io. (2016, April 5). *Tough Beacon*. Opgehaald van Kontakt.io: <https://store.kontakt.io/our-products/28-tough-beacon.html>
- Maidenbaum, S., Hanassy, S., Abboud, S., Buchs, G., Chebat, D.-R., Levy-Tzedek, S., & Amedi, A. (2014). The “EyeCane”, a new electronic travel aid for the blind: Technology, behavior & swift learning. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 813–824.
- Optelec. (2016, April 6). *Kapten Mobility*. Opgehaald van Optelec: <https://nl.optelec.com/producten/ka000000-kapten-mobility.html>
- Products. (2016, Maart 21). Opgehaald van AfterShokz: <http://aftershokz.com/collections/all>
- PTBconsult. (2016, Februari 22). *Ontwerprichtlijnen routegeleiding*. Opgehaald van PTBconsult: <http://www.pbtconsult.nl/ontwerprichtlijnen-routegeleiding>
- Pyun, R., Kim, Y., Wespe, P., & Gassert, R. (2013). Advanced Augmented White Cane with Obstacle Height and Distance Feedback. *International Conference on Rehabilitation Robotics*.
- Regelink, B. (2016, maart 3). *Seed-Studio/ Grove_Haptic_Motor*. Opgehaald van GitHub: https://github.com/Seed-Studio/Grove_Haptic_Motor/commits?author=Regelink
- RFID Know How. (2016, April 5). *RFID-informatie algemeen*. Opgehaald van RFID Know How: <http://www.rfid-know-how.com/nl/rfid-informatie-algemeen>
- Sluis, B. v., Wind, M., & Oosting, A. (2015, September 12). Stekenblind. *Dagblad van het noorden*, pp. 16-17.

- Stinson, L. (2015, December 11). *Guiding the blind through London's subway with estimate beacons*. Opgehaald van Wired: <http://www.wired.com/2015/03/blind-will-soon-navigate-london-tube-beacons/>
- Synghel, B. v. (2014, Maart 26). *Oversteken voor blinden wordt veiliger*. Opgehaald van HLN Gent: <http://www.hln.be/regio/nieuws-uit-gent/oversteken-voor-blinken-wordt-veiliger-a1829676/>
- TNO. (2016, April 6). *Range-it betere navigatie voor blinden en slechtzienden*. Opgehaald van TNO: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/gezond-leven/predictive-health-technologies/range-it-betere-navigatie-voor-blinken-en-slechtzienden/>
- Velde, R. v., & Bos, E. (2016, Januari 12). Opgehaald van Fietsberaad: <http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Notitie%20Shared%20Space%20221008.pdf>
- Vlibank. (2016, April 6). *Vlibank*. Opgehaald van Vlibank: http://www.vlibank.be/vlibank.jsp?COMMAND=OPEN&THES_CLAS=2.&THES_STATE=1
- Voorall. (2015). *Op zoek naar verkeerskundige verbeteringen van het voetgangersgebied Spui Grote marktstraat Kalvermarkt in Den Haag voor mensen met een visuele beperking*.
- Wayfindr. (2015, December 11). *Wayfindr*. Opgehaald van Wayfindr: <http://www.wayfindr.net/>
- WHO Media centre. (2015, November 23). *Visual impairment and blindness*. Opgehaald van WHO: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
- Worldwide Vision. (2016, April 6). *Producten voor slechtzienden*. Opgehaald van Worldwide Vision: <https://www.worldwidevision.nl/nl/product>