

Samenvatting proefschrift

Expecting the unexpected

A study of interactive driving behaviour at intersections

Maura Houtenbos¹

Onderzoek naar verkeersgedrag heeft zich in het verleden vooral gericht op de individuele weggebruiker, ondanks het feit dat weggebruikers zelden verkeerssituaties ervaren waarin ze niet geconfronteerd worden met andere weggebruikers. De meeste modellen van de rijtaak blijken deze rijtaak echter weer te geven vanuit het perspectief van één enkele weggebruiker, in plaats van de interactieve aard van verkeersgedrag in het model verwerken. Om te kunnen begrijpen hoe weggebruikers in staat zijn hun gedrag op elkaar af te stemmen is een aantal onderzoeksvragen geformuleerd:

- Welke rol spelen verwachtingen in interactiegedrag op kruispunten?
- Hoe beïnvloeden verwachtingen de verkeersveiligheid op kruispunten?
- Wat zijn de implicaties van menselijk interactiegedrag voor geavanceerde bestuurder ondersteunende systemen (ADAS)?

Literatuur gewijd aan verwachtingen impliceert dat ongeachtvaardigde verwachtingen kunnen leiden tot het niet of te laat waarnemen van relevante informatie, met als gevolg een vertraagde en eventueel ook minder adequate reactie. Het moge duidelijk zijn dat dit negatieve consequenties voor de verkeersveiligheid op kruispunten kan hebben. Een reeks modellen van rijgedrag is onderzocht op de toepasbaarheid op interactiegedrag. Een model van rijgedrag dat expliciet het effect van het gedrag van de ene weggebruiker op het gedrag van de andere meeneemt, werd niet gevonden. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van een nieuw model dat poogt het interactieproces op een cognitief niveau te beschrijven. Dit model werd uiteindelijk aangepast op basis van de resultaten van het onderzoek dat voor dit proefschrift werd uitgevoerd.

De verschillende in dit proefschrift toegepaste onderzoeksmethoden varieerden van meer kwalitatieve technieken (zoals "concept mapping" en kwalitatieve data analyse) voor het onderzoek dat meer verkennend van aard was tot meer kwantitatieve methoden (zoals het gebruik van gekoppelde rijsimulatoren) naarmate het onderzoek vorderde.

De eerste fase van het onderzoek was van verkennende aard en voornamelijk gericht op het bestuderen van verwachtingen in interactiesituaties (op kruispunten). De concept mapping studies worden besproken gevolgd door een gedetailleerdere kwalitatieve analyse van de verschillende verwachtingen verwoord werden door de deelnemers aan de concept mapping studies. De concepten of verwachtingen werden gegenereerd door proefpersonen te vragen naar hun

verwachtingen naar aanleiding van getoonde interactiesituaties. Vervolgens werd proefpersonen gevraagd de verschillende verwachtingen in categorieën in te delen op basis van gelijkens. De resulterende "concept map" biedt een grafische weergave van de verschillende clusters verwachtingen. De verwachtingen werden ten slotte in detail bestudeerd middels kwalitatieve data analyse technieken. De resultaten van bovengenoemde onderzoekstechnieken duiden op drie categorieën aspecten genoemd in de verwachtingen: verwijzingen naar (1) voorrang, (2) andere weggebruikers en (3) de locatie van andere weggebruikers (in het verleden, heden en toekomst). Deze categorieën zijn vervolgens gebruikt bij het ontwerpen van de rijsimulator experimenten uitgevoerd tijdens de tweede, meer toetsende, fase van het onderzoek. Om interactiegedrag te kunnen bestuderen, zijn twee simulatoren aan elkaar gekoppeld zodat de proefpersoon in de eerste simulator kan interacteren met de proefleider in de tweede simulator. Vanwege de innoverende aard van deze aanpak is besloten de gekoppelde simulatoren slechts voor de helft van het experiment te gebruiken en voor de andere helft gebruik te maken van een enkele rijsimulator en voorgeprogrammeerde interactiepartners. Het experiment richtte zich op de manipulatie van de mate van onzekerheid met betrekking tot voorrang en de (toekomstige) locatie van de andere weggebruiker. De mate van onzekerheid werd gemanipuleerd door een andere weggebruiker het ongeregelde kruispunt te laten naderen van links ofwel van rechts, terwijl deze dezelfde snelheid aanhoudt ofwel snelheid mindert. De resultaten geven aan dat de "verkeer van rechts heeft voorrang"-regel evenals de naderingswijze van de andere weggebruiker beide een significant effect hadden op de beslissing van proefpersonen om voorrang te verlenen. Hoewel proefpersonen doorgaans voorrang verleenden als ze zelf geen voorrang hadden, bleken proefpersonen ook voorrang te verlenen als ze wel voorrang hadden maar geconfronteerd werden met een weggebruiker die geen snelheid minderde tijdens het naderen van het kruispunt. Dit gedrag toont aan dat weggebruikers kunnen compenseren voor afwijkend gedrag van interactiepartners. Onverwacht gedrag hoeft dus niet noodzakelijk tot een kritieke en onveilige interactiesituatie te leiden.

Het vervolgonderzoek maakte wederom gebruik van twee gekoppelde rijsimulatoren aangezien de variatie tussen vergelijkbare interactiesituaties (zoals die ook in werkelijke verkeerssituaties wordt gevonden) realistischer leek te worden gereproduceerd bij gebruik van de gekoppelde rijsimulatoren. De beschikbare tijd en ruimte voor beide interactiepart-

¹ Promotie instituut: TU delft; promotiedatum: 8 januari 2008



ners om het kruispunt succesvol over te steken kan de resultaten van het voorgaande experiment met betrekking tot de effecten van onzekerheid van verwachtingen mogelijk verklaren. Vandaar dat het vervolgonderzoek gericht is op het nader bestuderen van het concept "interactieruimte" en de effecten op interactieveiligheid en -efficiëntie. De kruispuntsituaties in dit tweede experiment zijn vergelijkbaar met de situaties zoals gebruikt in het eerste experiment, hoewel ditmaal de zichtbaarheid van de kruispunten bewust gevarieerd is om de interactieruimte te manipuleren. Een tweede poging de interactieruimte te manipuleren betreft het informeren van proefpersonen met betrekking tot naderende weggebruikers middels piepjes en lichtjes. De resultaten geven aan dat er een onderscheid te maken valt tussen gedrag dat blijkt geeft van proactieve behoedzaamheid en van reactieve behoedzaamheid. Het vergroten van de interactieruimte leek meer invloed te hebben op reactieve behoedzaamheid en leek tevens de interactie-efficiëntie te verhogen. De proefpersonen gaven tevens aan de informatie met betrekking tot naderende weggebruikers nuttig te vinden en ervaren tijdens de ritten waarin ze geïnformeerd werden ook een lagere mentale belasting.

Wat betreft de rol van verwachtingen in interactiegedrag op kruispunten (Onderzoeksvraag 1), lijken de resultaten het a priori aangebracht onderscheid tussen lange termijn verwachtingen (een algemeen idee van wat er in een bepaalde situatie zou kunnen gebeuren) en korte termijn verwachtingen (een meer specifiek idee van wat er in de huidige situatie zou kunnen gebeuren) te ondersteunen. Met betrekking tot onzekerheid, een concept gerelateerd aan verwachtingen, blijkt een vergelijkbaar onderscheid te maken; men kan onzeker zijn met betrekking tot wat er zou moeten gebeuren (a priori onzekerheid) en met betrekking tot wat er waarschijnlijk zal gebeuren (ad hoc onzekerheid). Het onderscheid tussen proactief en reactief interactiegedrag lijkt aan te sluiten bij onderscheid dat gemaakt wordt in bestaande modellen van rijgedrag die ook worden besproken.

Wat betreft de invloed van verwachtingen op de verkeersveiligheid op kruispunten (Onderzoeksvraag 2), bleek onzekerheid een belangrijke rol te spelen. Hoewel op basis van de besproken literatuur viel te verwachten dat meer onzekerheid en ongerechtvaardigde verwachtingen zouden leiden tot een verslechterde verkeersveiligheid, bleek dit niet direct uit de resultaten van dit onderzoek. Er blijkt een extra mechanisme nodig te zijn om de ambigue resultaten te kunnen verklaren, derhalve is het concept "interactieruimte" bestudeerd. De resultaten geven aan dat veiligheid de eerste prioriteit heeft en additionele interactieruimte wordt gebruikt om de efficiëntie te verhogen. Bovendien wijzen de resultaten op een wisselwerking tussen proactieve behoedzaamheid en efficiëntie. Een ander opmerkelijk resultaat is de bevinding dat minder veilige bestuurders (die in het experiment relatief vaak betrokken waren bij een botsing of bijna botsing) konden worden geïdentificeerd op basis van het moment waarop ze besloten het gaspedaal voor het eerst los te laten. Zij bleken dit dichterbij het kruispunt te doen dan veiligere bestuurders.

Op basis van het onderzoek dat hierboven besproken werd, is het model dat in het begin van het proefschrift geponeerd is aangepast in het laatste hoofdstuk. De concepten onzekerheid en interactieruimte zijn toegevoegd en de manier waarop ADAS in het model werd weergegeven is gewijzigd. Om meer begrip te krijgen van het interactieproces in het verkeer wordt voorgesteld om toekomstig onderzoek te richten op de werking van de interactieruimte en de mogelijkheden het beter te optimaliseren dan in de huidige situatie, bijvoorbeeld door beter ontwerp van de infrastructuur, ADAS of training.

Het gebruik van gekoppelde rijsimulatoren bij het bestuderen van interactiegedrag biedt de mogelijkheid om meer natuurlijke interactiesituaties te bestuderen dan wanneer men een traditionele (enkele) rijsimulator zou gebruiken, waar het gedrag van de interactiepartner vooraf bepaald en geprogrammeerd is. Er wordt ook voorgesteld om in toekomstig onderzoek twee proefpersonen met elkaar te laten interacteren, in plaats van een proefpersoon met een proefleider zoals in het huidige onderzoek het geval was.

De implicaties van de resultaten worden vervolgens besproken in de context van ADAS (Onderzoeksvraag 3). Het aanbieden van extra informatie bleek geen invloed te hebben op de beslissing voorrang te verlenen, maar wel op andere aspecten van het gedrag bij het naderen van het kruispunt. Zo bleek het aanbieden van extra informatie te leiden tot een verschuiving van proactieve controle naar reactieve controle. Op basis van de resultaten wordt bovendien geadviseerd bij het ontwerpen van een dergelijke mens machine interface gebruik te maken van een modaliteit die onafhankelijk is van zoekgedrag (zoals geluid of gevoel, in plaats van zicht).

De algemene conclusie is dat het onderzoek dat in dit proefschrift gepresenteerd is heeft aangetoond dat weggebruikers relatief goed in staat zijn om te gaan met situaties waarin het gedrag van andere weggebruikers conflicteert met de voorrangregel. Kortom, weggebruikers lijken behoorlijk in staat te compenseren voor afwijkend gedrag van andere weggebruikers. Tevens wordt geconcludeerd dat het gebruik van gekoppelde rijsimulatoren een veelbelovende methode is om zowel systematisch als tot in detail interactief verkeersgedrag te bestuderen. Vanwege de invloed van ADAS op interactiegedrag wordt er ten slotte veel belang gehecht aan een beter begrip van alle aspecten van interactief verkeersgedrag teneinde optimaal te kunnen profiteren van hetgeen ADAS kan bieden.

