

Rijstrookwisselgedrag scherper in beeld: een rij-experiment en online enquête

Marco de Baat

Goudappel Coffeng B.V. ¹

Victor Knoop

Technische Universiteit Delft ²

Serge Hoogendoorn

Technische Universiteit Delft ³

Themanummer CVS 2017

Uitgebreide samenvatting op basis van een CVS-artikel. Het volledige artikel staat op:

<https://www.cvs-congres.nl/paperdatabase>

¹ Goudappel Coffeng, E: mdbaat@goudappel.nl

² Technische Universiteit Delft, E: v.l.knoop@tudelft.nl

³ Technische Universiteit Delft, E: s.p.hoogendoorn@tudelft.nl

Inleiding

Rijstrookwisselingen beïnvloeden de wegcapaciteit: weggebruikers kunnen alleen van rijstrook wisselen als een naastgelegen rijstrook ruimte biedt en laten na een rijstrookwisseling een ruimte vallen in de verkeersstroom op de oorspronkelijke rijstrook. Daardoor ontstaan er meer 'gaten' in de verkeersstroom en neemt de capaciteit af [1]. Rijstrookwisselingen hebben daarmee effect op de doorstroming van autosnelwegen. Daarom is het van belang rijstrookwisselgedrag goed te begrijpen.

In het vakgebied van de verkeerskunde worden grofweg twee soorten verkeersmodellen gebruikt: macroscopische modellen om inzicht te krijgen in toekomstige verkeersintensiteiten, en microscopische modellen om inzicht te krijgen in verkeersafwikkeling. Deze laatste categorie simuleert de beweging van individuele voertuigen door gebruik van een voertuig-volgmodel voor het longitudinaal gedrag van bestuurders en een rijstrookwisselmodel voor het laterale gedrag. Uit onderzoek blijkt dat microscopische modellen niet in staat zijn alle situaties die in werkelijkheid worden waargenomen na te bootsen [2]. Met name in rijstrookwisselmodellen is winst te behalen, en idealiter kan een rijstrookwisselmodel al het gedrag simuleren dat wordt waargenomen.

Recent onderzoek [2] heeft vier strategieën voor rijstrookwisselgedrag gevonden die bestuurders toepassen op autosnelwegen:

1. **Snelheid leidend**; een bestuurder heeft een wenssnelheid en blijft deze nastreven door van rijstrook te wisselen als die een langzamere voorganger tegenkomt;
2. **Snelheid leidend met snelheidsverhoging**; dezelfde strategie als 1, maar als de bestuurder van rijstrook wisselt verhoogt die 'tijdens het inhalen' zijn snelheid;
3. **Rijstrook leidend**; een bestuurder heeft (op basis van zijn relatieve snelheid) een voorkeur voor een rijstrook en blijft daar in rijden door zijn snelheid aan te passen aan zijn voorganger;
4. **Verkeer leidend**; een bestuurder heeft geen voorkeurssnelheid of voorkeursrijstrook en past zijn gedrag aan op het verkeer om hem heen. Bestuurders kunnen zowel het gedrag kopiëren van relatief langzame bestuurders als relatief snelle bestuurders.

De huidige microscopische verkeersmodellen gaan er veelal vanuit dat alle bestuurders dezelfde rijstrookwisselstrategie toepassen: snelheid leidend. Verschillen tussen bestuurders (heterogeniteit) wordt ingevoerd door bandbreedtes aan te houden in de parameters. Het werkelijke gedrag is echter fundamenteel anders dan enkel heterogeniteit te introduceren middels andere parameterwaarden. Rijstrookwisselstrategieën in verkeersmodellen kunnen daarom de kwaliteit en betrouwbaarheid verbeteren. Om de strategieën goed in een verkeersmodel te kunnen gebruiken is meer inzicht nodig in de toepassing van de strategieën door bestuurders.

Onderzoeksmethode: een rij-experiment en online enquête

Om meer inzicht te verkrijgen in rijstrookwisselgedrag zijn twee methodes gehanteerd: een rij-experiment en een grootschalige online enquête. In het rij-experiment hebben 35 mensen een vastgestelde route (ca. 30 min) gereden in een met camera's uitgeruste auto. Na het rijden van de route is aan de hand van de videobeelden hun rijgedrag besproken in een interview met de onderzoeker. Het voordeel van een dergelijk rij-experiment is dat

natuurlijk gedrag wordt geobserveerd, in tegenstelling tot bijvoorbeeld simulatorstudies waar het lastiger is natuurlijk gedrag te observeren. Bovendien kunnen door de combinatie met interviews de motieven achter rijgedrag achterhaald worden. In rij-experimenten waarin enkel data wordt verzameld via sensoren in de auto (denk aan snelheid, acceleratie, knipperlichtgebruik of zelfs camerabeelden in de auto) kan dit niet. Ook is gebleken dat bestuurders een route van circa 30 minuten nog goed terug kunnen halen. Hoe langer de route duurt des te moeilijker bestuurders zich hun motieven achter hun rijgedrag kunnen herinneren en beargumenteren. Het nadeel van een rijexperiment met beperkte duur is het feit dat bestuurders verschillende rijstijlen toepassen en deze niet allemaal geobserveerd worden. Een bestuurder rijdt immers niet altijd even hard of even defensief. In de interviews zijn de deelnemers echter wel naar zo veel mogelijk aspecten/stijlen van hun rijgedrag gevraagd.

Daarnaast is onder 1.250 mensen een online enquête gehouden. De enquête is gebruikt om op grote schaal inzicht te verkrijgen in de toepassing van de verschillende strategieën. In de enquête zijn 14 vragen opgenomen die zijn geïntroduceerd met een filmpje van een verkeerssituatie[3]. Respondenten werd gevraagd het filmpje te kijken, en te bepalen wat ze aan het einde van het filmpje zouden doen wat betreft snelheid en rijstrookkeuze. Voor de filmpjes in de enquête is gebruik gemaakt van videomateriaal van het boven beschreven rij-experiment. In de filmpjes is de huidige 'eigen' snelheid (gecorrigeerd om het passend te maken voor de respondent van de enquête), de snelheidslimiet en een binnenspiegel voor de verkeerssituatie opgenomen. Zodoende wordt een realistische situatie geschetst. De filmpjes duren circa 10 tot 15 seconden. De respondenten wordt een aantal meerkeuze-antwoorden geboden, maar kunnen ook zelf een antwoord formuleren. Ieder meerkeuzeantwoord komt overeen met een rijstrookwisselstrategie.

De resultaten zijn gevalideerd door een vergelijking van resultaten van de enquête en het rij-experiment. Een aantal deelnemers van het rij-experiment heeft namelijk ook de enquête ingevuld. Van in totaal 147 antwoorden in de enquête komen 127 (86%) overeen met de bevindingen van het rij-experiment. De overige 20 antwoorden corresponderen niet, dit kan mogelijk verklaard worden door dat mensen niet altijd bewust zijn van hun eigen gedrag of dat mensen in exact dezelfde situatie niet altijd hetzelfde reageren/handelen. Persoonlijke omstandigheden zoals vermoeidheid, alertheid en frustratie zijn van invloed op iemands rijgedrag.

Resultaten

Het rij-experiment heeft aangetoond dat mensen verschillende strategieën toepassen gedurende hun trip. De meeste bestuurders houden vast aan een snelheid en wisselen van rijstrook om die snelheid te behouden (snelheid leidend), een kleiner deel van de bestuurders houdt vast aan een rijstrook en passen hun snelheid aan (rijstrook leidend). Een beperkt deel van de bestuurders laat zijn gedrag afhangen van anderen. Bestuurders passen echter wel hun strategie aan de omstandigheden aan. In meer dan 80% van de gevallen zijn bestuurders bereid van rijstrook te wisselen om ruimte te maken voor voertuigen op de invoegstrook. Ook blijven bestuurders op tweestrooks snelwegen vaker links rijden omdat

ze niet graag op de rechter rijstrook 'vast' komen te zitten tussen twee vrachtwagens. Ook zijn er automobilisten die al op geruime afstand (ca. 3 km) van een uitvoegpunt rechts gaan rijden. Ouderen laten dit gedrag vaker zien dan jongeren. Zij doen dit soms op een veel grotere afstand dan waar verkeersmodellen nu van uitgaan. Nagenoeg alle ondervraagden passen meerdere strategieën toe, en velen zelfs drie. De keuze voor de strategie is afhankelijk van de omgeving, het aantal rijstroken en de persoons eigen humeur/gevoel.

Vergelijking met andere landen

De enquête is ook (beperkt) verspreid in de Verenigde Staten en Zwitserland, dit heeft respectievelijk 40 en 59 respondenten opgeleverd. Daarmee zijn deze streekproeven niet representatief en bieden geen statistisch significante resultaten, maar een vergelijking met de antwoorden van de Nederlandse respondenten levert wel interessante verschillen op:

- Amerikanen blijven vaker in hun rijstrook rijden dan Nederlanders. In de VS gelden andere verkeersregels dan in NL, wat mogelijk een verklaring hiervoor kan zijn. Overigens verschillen de verkeersregels van staat tot staat, maar in de meeste staten geldt dat vrachtwagens rechts dienen te houden en het overige verkeer zo veel mogelijk in hun rijstrook dienen te blijven: het 'keep-your-lane' systeem.
- Zwitsers sorteren eerder voor bij een afslag dan Nederlanders. Het verschil in infrastructuur in Zwitserland en Nederland kan hiervoor een verklaring zijn. De uitvoegstroken in Zwitserland zijn doorgaans een stuk korter dan in Nederland. Daardoor is er minder lengte om af te remmen, en zijn automobilisten dus geneigd en gewend om op tijd voor te sorteren.
- Zwitsers halen minder vaak rechts in dan Nederlanders. Een mogelijke verklaring hiervoor kunnen de hogere straffen zijn voor verkeersovertredingen in Zwitserland, maar dit kunnen mogelijk ook culturele verschillen zijn.

Conclusie en discussie

Het rij-experiment heeft aangetoond dat mensen verschillende strategieën toepassen gedurende hun trip. Soms houden ze vast aan een snelheid en wisselen ze van rijstrook om die snelheid te behouden, maar soms houden ze vast aan een rijstrook en passen ze hun snelheid aan. Microscopische simulatiemodellen gaan er vaak van uit dat bestuurders altijd hun wenssnelheid nastreven, behalve op het moment dat ze een route moeten volgen en dienen uit te voegen op een bepaald punt. Dit verklaart mogelijk ook waarom microscopische simulatiemodellen moeite hebben met het accuraat simuleren van een wegvak met veel op- en afritten op korte afstand of rond weefvakken. De consequentie is dat verkeersproblemen worden onder- of overschat waardoor investeringen mogelijk uitblijven of onnodig plaatsvinden. Idealiter kan een model al het gedrag dat we waarnemen in de werkelijkheid nabootsen, het toevoegen van de strategieën voor rijstrookwisselgedrag is daarvoor een stap in de goede richting.

Om de strategieën in verkeersmodellen op te nemen is echter nader onderzoek en meer data nodig. Microscopische verkeersmodellen worden met name gebruikt om de capaciteit van

wegen te bepalen. Daarbij is onderscheid te maken in vrije afwikkelingscapaciteit en afrijcapaciteit. Rijstrookwisselingen beïnvloeden met name de vrije afwikkelingscapaciteit, en daarom is met name het rijstrookwisselgedrag vlak voor het moment een file ontstaat interessant. Het rij-experiment heeft echter grotendeels buiten de spits plaats gevonden, zodat voor modelspecificatie en parameterschatting meer data/inzichten nodig zijn over dit specifieke moment.

Een interessant vraagstuk is welke strategie zelfrijdende voertuigen toepassen. En of dat ook de meest optimale strategie voor de verkeersdoorstroming is? En zal niet, vaker dan nu het geval, de 'snelheid leidende' strategie toegepast gaan worden indien bestuurders in een zelfrijdend voertuig rijden? Daardoor wordt nog meer van rijstrook gewisseld, waardoor meer hiaten in de verkeersstroom ontstaan en de capaciteit wordt verlaagd. Het zou ook kunnen zijn dat juist door de verschillen in snelheid en rijstrookwisselingen een evenwicht ontstaat. We zien namelijk dat bij trajectcontroles i.c.m. een limiet van 80 km/u de variatie in snelheid wegvalt [4]. Dat gecombineerd met de "rechts-rijden regel" zorgt ervoor dat de linker rijstrook onderbenut wordt.

Welke rijstrookwisselstrategie gebruikers van zelfrijdende voertuigen zouden gebruiken kan onderzocht worden middels 'stated preference' enquêtes. Door dit te combineren met micro-simulatieonderzoek naar de effecten van de strategieën op de verkeersdoorstroming, kan ook bepaald worden welke strategie voor de meest optimale doorstroming zorgt. Daarmee wordt ook richting gegeven aan vragen rondom rijstrookwisselgedrag van zelfrijdende voertuigen. Enerzijds zou een gebruiker een prettige, misschien wel natuurlijk aanvoelende, strategie kunnen prefereren. Anderzijds zou rijstrookwisselgedrag van zelfrijdende voertuigen een verkeersmanagementmaatregel kunnen zijn om de verkeersdoorstroming te optimaliseren.

Referenties

- [1] Mauch, Michael and Michael J Cassidy (2002). Freeway traffic oscillations: observations and predictions. *Proceedings of the 15th international symposium on transportation and traffic theory*, pp. 653–674.
- [2] Keyvan-Ekbatani, Mehdi, Victor L Knoop and Winnie Daamen (2015b). Categorization of the lane change decision process on freeways. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*.
- [3] de Baat, M.J. and Knoop, V.L. (2018) Movies lane changing. TU Delft. Dataset. DOI: <https://doi.org/10.4121/uuid:771cdc12-ddd8-4607-8ec2-bab096351824>
- [4] Other media Tool, OGP, JR Bokma en SP Hoogendoorn (2006). 80, niet altijd prachtig? *Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*.