

Ex-ante evaluatie van wegsignalisatie met een rijnsimulator

Caroline Ariën¹, Tim De Ceunynck¹, Kris Brijs^{1,2},
Tom Brijs¹, Karin Van Vlierden¹, Johan Kuppens³,
Max Van Der Linden⁴, Geert Wets⁵

¹Universiteit Hasselt – Instituut voor Mobiliteit, Diepenbeek

²XIOS Hogeschool Limburg – Departement Bouwkunde, Diepenbeek

³iNFRANEA, Antwerpen

⁴Connect, Hasselt

Inleiding

Wegsignalisatie en markeringen zijn een cruciaal onderdeel van het wegontwerp omdat ze belangrijke informatiedragers zijn voor weggebruikers. Signalisatie laat weggebruikers toe hun rijgedrag te bepalen, verschillende routes te evalueren en correct om te gaan met onverwachte omstandigheden. Een evaluatie van de signalisatie alvorens deze op het terrein wordt geïmplementeerd kan de verkeersveiligheid verbeteren. Deze proactieve evaluatie ligt bovendien volledig in lijn met het voornemen van de Europese Unie en Vlaanderen om op grotere schaal beroep te doen op ex-ante verkeersveiligheidsaudits.

Deze bijdrage stelt de Signalisatiesimulator voor als een instrument dat specifiek ontwikkeld is voor dit doel. Het werkingsprincipe van de Signalisatiesimulator wordt geïllustreerd aan de hand van een project waarbij de werf- en omleidingssignalisatie voor de wegenwerken aan het Viaduct in Vilvoorde (zomer 2011) werd getest.

Definitie en effectiviteit van signalisatie

Het begrip wegsignalisatie slaat op alle mogelijke signalen die de weggebruiker moeten inlichten, waarschuwen en geleiden om zo de verkeersstroom op een veilige en vlotte manier te laten verlopen. Het kan daarbij gaan om (tijdelijke of permanente) verkeersborden, wegwijzers, verkeersregelininstallaties, dynamische (route-informatie) panelen, markeringen, bakens etc.

Het verwerkingproces van verkeerssignalisatie omhelst een viertal stappen gaande van detectie (i.e., opmerken), registratie (i.e., lezen) en opname (i.e., begrijpen) tot een eventuele gedragsaanpassing. Opdat de weggebruiker deze stappen succesvol zou kunnen doorlopen, moet de signalisatie correct ontworpen en geplaatst zijn.

Ondanks de uniforme standaarden voor signalisatie, bestaat er op het terrein vaak nog een grote verscheidenheid in de uitvoering. Daarom hebben talrijke studies de afgelopen decennia verder onderzocht welke kenmerken en variaties bepalend zijn voor de effectiviteit van verkeerssignalisatie. Voor dergelijk onderzoek zijn tal van methodieken beproefd, gaande van zelfrapportage op basis van (digitale) vragenlijsten of computerapplicaties, tot meer geavanceerde technieken zoals registratie van oogbewegingen bij stilstaande of bewegende beelden, directe observatie van rijgedrag op de openbare weg of op testcircuits en rijsimulaties op basis van virtuele wegbeelden of video-opnames.

Videosimulaties worden door proefpersonen in het bijzonder gewaardeerd omdat ze de wegomgeving uiterst realistisch en dynamisch weergeven. Reeds bestaande varianten van videosimulatie hebben echter als grote tekortkoming dat ze geen informatie verschaffen over de mate waarin verkeerssignalisatie het werkelijke rijgedrag van bestuurders beïnvloedt (meestal beperkt een videosimulatie zich immers tot het bekijken van een film en registreert men dus enkel kijkgedrag). Bovendien kenmerkten videosimulaties zich tot nog toe door een vrij rudimentaire integratie van signalisatie in het opgenomen beeld, wat het geheel artificieel doet overkomen.

Opzet van de Signalisatiesimulator

In de Signalisatiesimulator bedienen proefpersonen de klassieke besturingsonderdelen van een voertuig (i.e. pedalen, stuur en richtingaanwijzers) terwijl ze op een actieve, autonome manier doorheen een levensechte full HD camera opname navigeren. De te testen signalisatie wordt verwerkt in de opname met behulp van gespecialiseerde software voor camera-tracking en 3D video-integratie, wat maakt dat de geïntegreerde objecten op een dynamische en realistisch manier mee evolueren in het afwikkende beeld.

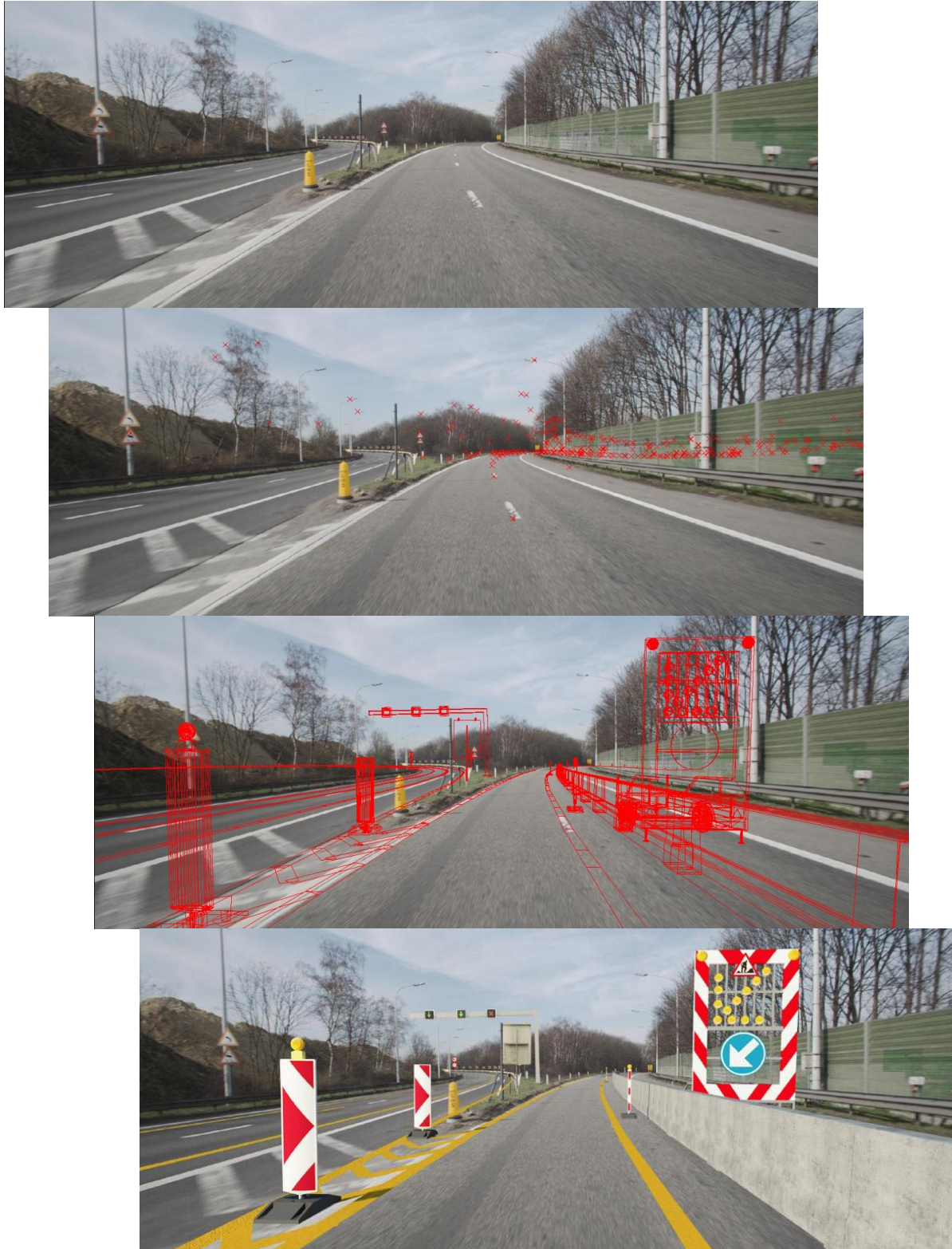
De Signalisatiesimulator is hierdoor een innovatief instrument dat de mogelijkheid biedt om naast kijkgedrag ook verschillende aspecten van rijgedrag waar te nemen (bijvoorbeeld snelheid, versnelling en vertraging, sturbeweging, rijstrookwissels, reactietijd etc.). Daarnaast is de beeldkwaliteit van de opnames evenals het werkelijkheidsgehalte van in de opname geïntegreerde signalisatie van zeer hoogstaande kwaliteit. De combinatie van HD-camera opnames met gesofisticeerde 3D beeldintegratie en de mogelijkheid om actiever controle uit te oefenen op het rijgedrag heeft ook enkele voordelen ten overstaan van andere onderzoeksmethoden (zoals bijvoorbeeld veldstudies). Zo kan men de effectiviteit van nog niet op het terrein geïmplementeerde signalisatie 'ex ante' onderzoeken op werkelijk bestaande locaties en dit onder omstandigheden die voor alle proefpersonen vergelijkbaar en ethisch verantwoord zijn. Daarnaast kan men volledige controle uitoefenen over de ontwerpeigenschappen en de plaatsingskenmerken van de signalisatie.

Ontwikkeling van een scenario

Een scenario voor de Signalisatiesimulator is steeds gebaseerd op een bestaand wegtraject dat gefilmd wordt met behulp van een hoge resolutie (4096x2304 pixels in 16:9 aspect ratio) RED-cam camera met een groothoeklens. Deze camera wordt gemonteerd op de motorkap van een opnamevoertuig dat, al dan niet onder begeleiding van wegpolitie, aan een constante snelheid het wegtraject registreert. Dit levert een omgevingsbeeld op dat overeenstemt met het normale zichtveld van een autobestuurder.

Na de eigenlijke opname wordt de signalisatie digitaal geïntegreerd in de videofilm met behulp van een innovatieve techniek waarvoor gespecialiseerde software voor camera-tracking en video-integratie wordt gebruikt. Deze integratie gebeurt aan de hand van vier stappen (zie Figuur 1):

1. Optimaliseren van de originele HD-videobeelden (voor helderheid, kleurbalans en lichtsterkte)
2. *Camera-tracking*: softwarematig identificeren van reële 3D-referentiepunten
3. *Video-integratie*: plaatsen van 3D-objecten in de virtuele 3D-omgeving
4. *Rendering* en *masking*: genereren van 25 fotorealistische beelden/seconde



Figuur 1: 4-stappen proces voor de integratie van wegsignalisatie in de videobeelden

Simulatoropstelling en eye-tracker

De proefpersonen bedienen de verschillende besturingsonderdelen van een voertuig door plaats te nemen in een speciaal daarvoor ontworpen opstelling. De HD video (25 fotorealistische beelden per seconde) wordt getoond op een groot gebogen projectiescherm. Proefpersonen kunnen via het gas- en rempedaal de

video sneller of langzamer laten afspelen om op deze manier de gewenste rijnsnelheid te simuleren. Via de richtingaanwijzers en het stuur kunnen proefpersonen hun route- en rijstrookkeuze bekend maken. Op basis van deze data kan bijvoorbeeld het aantal rijstrookwissels en de routekeuze worden geëvalueerd.

Met behulp van een eye-tracker wordt het kijkgedrag van de proefpersonen onderzocht. Zo kan de detectie van signalisatie geanalyseerd worden aan de hand van verschillende parameters zoals het aantal fixatiepunten en hun duurtijd.



Figuur 2: Signalisatiesimulator mock-up met eye-tracking systeem

Bijkomende beeldverwerkingstesten

Omdat het voor borden met complexe en/of niet te missen informatie belangrijk is te weten hoe ze worden gescand en gelezen, gaat de eigenlijke simulatortest vaak gepaard met aanvullende testen waarbij op een meer gedetailleerde manier wordt geregistreerd hoe proefpersonen boodschappatronen verwerken. Daar waar de eye tracker de louter 'visuele' verwerking in kaart brengt, kan door bijkomende vraagstelling de 'mentale' verwerking (i.e., begrijpbaarheid en geheugen) worden nagegaan.

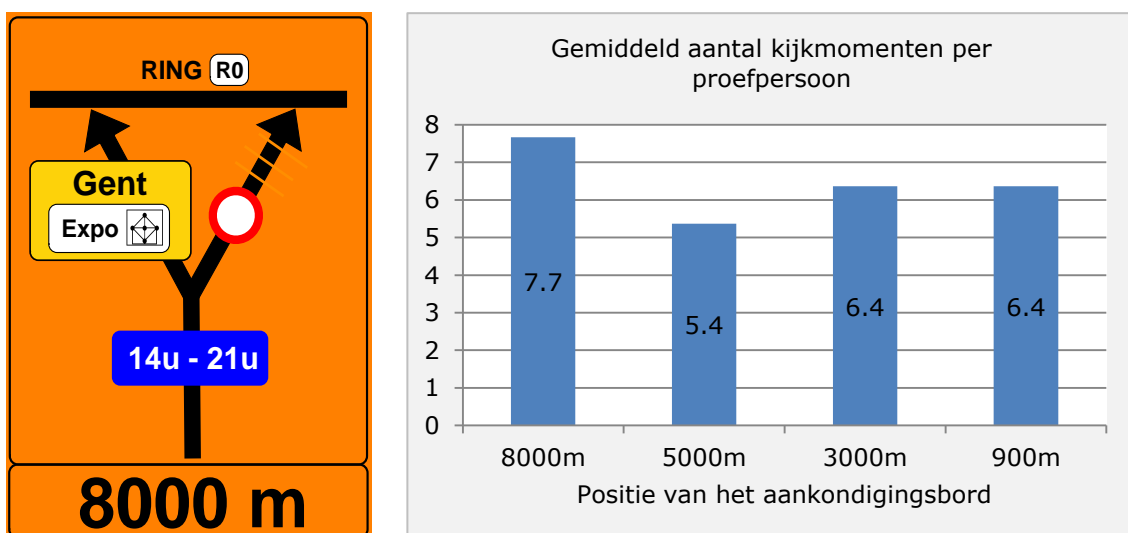
Toepassing: wegenwerken aan het Viaduct van Vilvoorde

In de zomer van 2011 vonden er grote onderhoudswerkzaamheden plaats aan het Viaduct van Vilvoorde. Er werd besloten om ter hoogte van dit belangrijke knooppunt van de Brusselse ring (140.000 voertuigen per dag) tijdens de wegenwerken dagelijks tussen 14 en 21 uur de aansluiting van de E19 naar het Viaduct (buitenring) af te sluiten en het betrokken verkeer via een lusbeweging te laten omrijden via de binnenring en de Woluwelaan. Gezien de complexiteit van dit omleidingstraject besloot het Agentschap Wegen en Verkeer – Vlaams Brabant om de voorziene signalisatie te laten proeftesten met behulp van de Signalisatiesimulator.

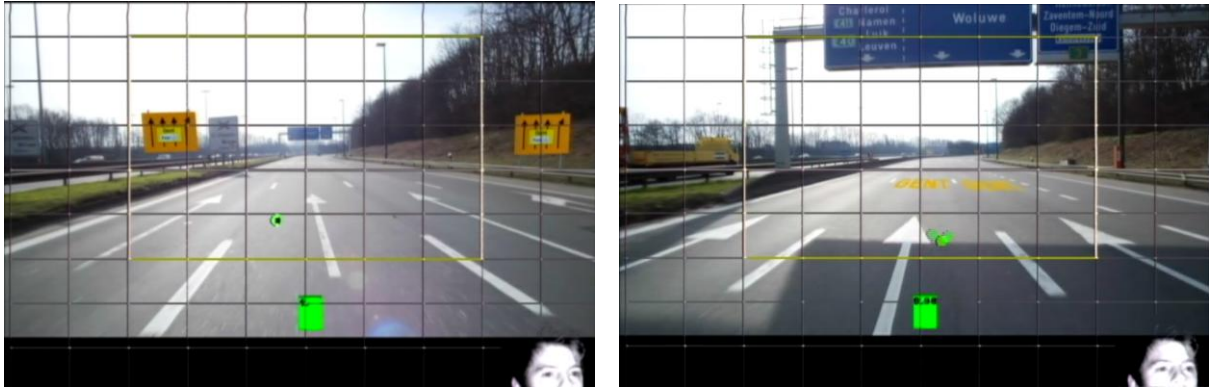
Drieëntwintig proefpersonen namen deel aan een experiment dat bestond uit 2 ritten in de simulator en een reeks aanvullende bordverwerkingstesten. Op basis

van de verzamelde data en de verkregen suggesties konden een 20-tal concrete aanbevelingen worden geformuleerd, zoals bijvoorbeeld:

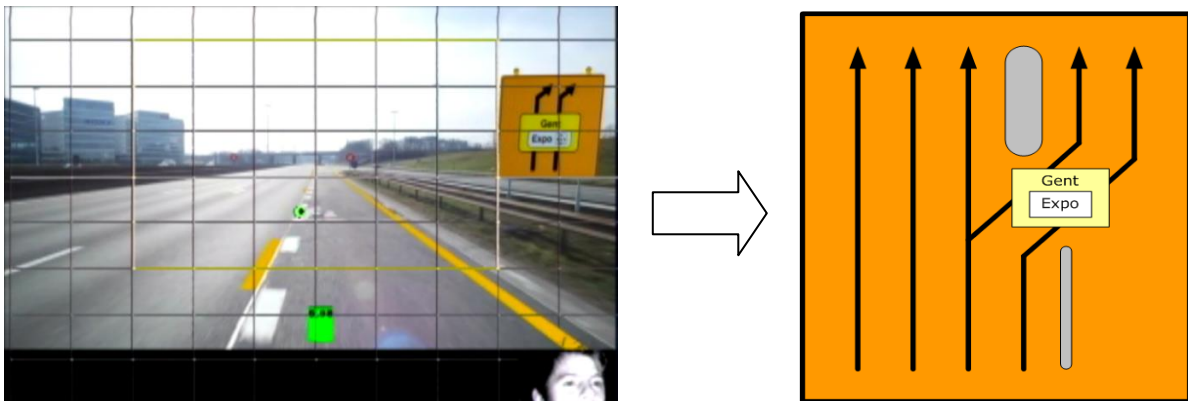
- Herhaling van het aankondigingsbord langsheen de naderingsroute en aan beide zijden van de autosnelweg is zeer belangrijk (zie Figuur 3). Dit kan afgeleid worden uit het hoge aantal kijkmomenten (gemiddeld 5 à 6 per proefpersoon) naar het aankondigingsbord dat verschillende malen herhaald werd op het traject, uit de feedback van de proefpersonen en uit het relatief hoge aantal foute routekeuzes tussen 21 en 14 uur (7 van de 21 proefpersonen volgden het omleidingstraject terwijl de normale route open was).
- Interferentie tussen tijdelijke en permanente wegsignalisatie moet vermeden worden, ondanks dat de verkeerswetgeving duidelijk stelt dat de normale signalisatie genegeerd moet worden wanneer tijdelijke signalisatie aanwezig is (zie Figuur 4).
- Tijdelijke wegmarkeringen met de bestemming GENT zijn zeer nuttig omdat ze slechts een korte blik van de proefpersonen vragen.
- Toevoeging van contextgerelateerde informatie op het verkeersbord (bijvoorbeeld door toevoeging van locatiespecifieke wegelementen zoals de positie van de middenberm en andere rijstroken) verbetert de begrijpbaarheid van het verkeersbord (zie Figuur 5).
- De meeste proefpersonen kozen de middelste rijstrook in het scenario met de omleidingsroute; slechts 2 proefpersonen kozen de rechterrijstrook. Ondanks het feit dat beide keuzes correct zijn, geeft dit aan dat sommige proefpersonen twijfelden over de status van de rechterrijstrook, wat ervoor kan zorgen dat de capaciteit van de rechterrijstrook niet optimaal benut zal worden, vooral bij de start van de wegenwerken.



Figuur 3: Aantal kijkmomenten per aankondigingsbord



Figuur 4: Interferentie tussen tijdelijke en standaard wegsignalisatie



Figuur 5: Contextgerelateerd ontwerp van een verkeersbord

Naast de ex-ante evaluatie van de wegsignalisatie bij deze wegenwerken werd de Signalisatiesimulator reeds ingezet voor de evaluatie van een gemeentelijke parkeerroute, een bewegwijzeringssysteem voor een industriezone en een calamiteitenroute. Andere signalisatietoepassingen zijn uiteraard mogelijk, denken we bijvoorbeeld maar aan de steeds toenemende inzet van digitale signalisatie in de context van dynamisch verkeersmanagement (e.g., rijstrooksignalisatie, variabele snelheidslimieten n.a.v. file of ongevallen, opening/sluiting van spitsstroken, smogalarm, etc.). Op dit ogenblik worden de gebruiksmogelijkheden van de Signalisatiesimulator nog verder uitgebouwd met specifieke aandacht voor een verhoogde bewegingsvrijheid in de opname (de proefpersoon zal verschillende camerapaden kunnen volgen en daardoor bijvoorbeeld werkelijk van baanvak kunnen wisselen) en een verhoogde mate van interactie met andere voertuigen.

Conclusie

De Signalisatiesimulator maakt het mogelijk om allerhande toepassingen inzake wegsignalisatie op een proactieve manier te evalueren en te optimaliseren. Hierdoor kunnen gevaarlijke situaties vermeden worden, wat leidt tot een verbeterde doorstroming, afgenomen congestie en dus minder tijdverlies voor de weggebruikers.

Meer informatie

Meer informatie vindt u in:

- De Ceunynck, T.; Ariën, C.; Brijs, K.; Brijs, T.; Van Vlierden, K.; Kuppens, J.; Van Der Linden, M. en Wets, G. (2012). *Ex-ante evaluation of traffic signs using a traffic sign simulator*. In online proceedings van International Co-operation on Theories and Concepts in Traffic Safety, 8-9 oktober 2012, Diepenbeek.
- Brijs, K.; Ariën, C.; Brijs, T.; Van Vlierden, K.; Kuppens, J.; Van Der Linden, M. en Wets, G. (2011). Signalisatiesimulatie Werken Aan R7 Viaduct te Vilvoorde. Uitgevoerd in opdracht van Agentschap Wegen en Verkeer – Vlaams Brabant.

Instructie voor de lay-outing van dit artikel:

Hieronder kan u de prioriteit van de toegevoegde figuren terugvinden. Indien niet alle figuren kunnen opgenomen worden in het artikel, gelieve dan te beginnen met het verwijderen van de figuur met laagste prioriteit:

- *Prioriteit 1: Figuur 1*
- *Prioriteit 2: Figuur 2*
- *Prioriteit 3: Figuur 3*
- *Prioriteit 4: Figuur 5*
- *Prioriteit 5: Figuur 4*