

Spanning bij het remmen?

E.R.W. Haardt (wb1044486), K.P.J. van Rhede van der Kloot (wb1173162)

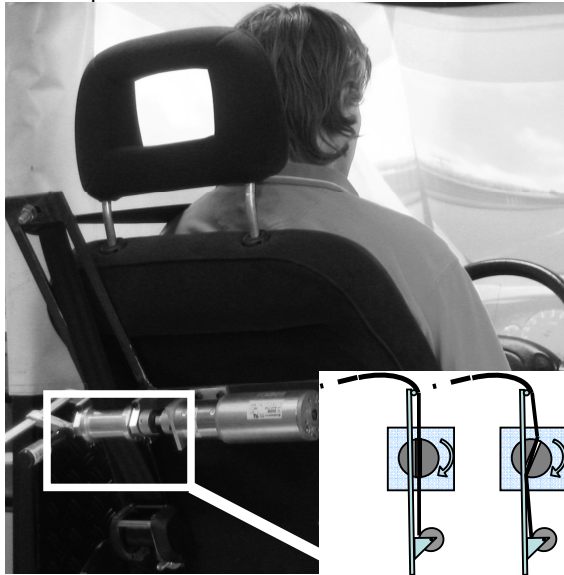
A.J.M. Zonneveld (wb1159372)

Samenvatting

Een low-cost vaste basis rij simulator geeft onvoldoende lichamelijke feedback aan gebruikers betreffende de remvertragingen. Onderzocht is of door middel van een gordelspanmechanisme wel voldoende feedback te realiseren is. De gordel spant zich rechtevenredig aan met de toename van de remvertraging. Het doel is om de remvertragingen op deze manier te reduceren. Uit de resultaten van het experiment blijkt dat de gemiddelde en maximale remvertragingen significant lager zijn bij het aanspannen van de gordel.

1. Inleiding

De TU Delft heeft in samenwerking met rij schoolhouders en simulatorproducent Green Dino uitvoerig onderzoek verricht naar de rijprestaties van leerlingen in de Nederlandse Rij simulator¹. De bedieningscomponenten in de cockpit zijn net zo gepositioneerd als in een echte auto en hebben dezelfde functie. Deze simulator is een vaste basis simulator. Dit houdt in dat de simulator niet beweegt. Het gebrek aan vestibulaire signalen kan leiden tot verkeerde inschattingen tijdens het remproces².



Figuur 1: Spanmechanisme op de Nederlandse Rij simulator

Uit de resultaten van voorgaand onderzoek³ is gebleken dat er door de bestuurders onrealistisch hoge remvertragingen worden gerealiseerd. Onderzocht is of het actief aanspannen van de autogordel tijdens de remactie het remgedrag en tevens de rijbeleving van de bestuurders kan verbeteren. Dit systeem spant de gordel proportioneel met de remvertraging aan, zodat de bestuurder een idee krijgt hoe hard er geremd wordt. In de werkelijkheid komt het niet voor dat tijdens normaal remgedrag in echte auto de gordel strakker om het lichaam van de bestuurder wordt getrokken, tenzij het oprolmechanisme vaststaat door het nemen van bochten. Er is gekeken of

dit vervangende signaal de bestuurder een goede beleving van de remvertraging kan geven. De te toetsen hypothese is uit het voorgaande als volgt opgesteld:

“De gemiddelde en maximale remvertraging uitgeoefend door een onervaren bestuurder wordt 0,5 m/s² lager door een systeem toe te passen, waarbij de mate van deceleratie (ongeacht lichaamsgewicht bestuurder) bepalend is voor de kracht waarmee de veiligheidsgordel is aangespannen.”

2. Methode

Er is gewerkt met een experimentele opstelling waarbij de autogordel door de bestuurder normaal gebruikt kan worden. Door de gordel door het systeem te laten lopen kan er altijd direct een spankracht geïnitieerd worden, ongeacht de grootte van de bestuurder en diens positie in de stoel (zie Figuur 1). Voorafgaand aan het rijexperiment is gekeken naar de reactie van 8 gebruikers op veranderingen in de spankracht van de gordel. De proefpersonen moesten aangeven of de kracht in de gordel afnam, gelijk bleef of toenam. Deze proefpersonen hebben niet meegedaan aan het rijexperiment. Uit de resultaten is het interval waarin het spanmechanisme werkt tussen 0 en -5 m/s² gekozen. De spankracht neemt vanaf 0 m/s² proportioneel toe met de remvertraging, vanaf -5 m/s² is de spankracht 150 Newton, de maximale waarde.

Om de benodigde inrijtijd van de gebruikers vast te kunnen stellen is er eerst nog een voorbereidende pilotstudie gedaan met 7 onafhankelijke, onervaren proefpersonen. De test was nodig om na te gaan hoe lang het duurt om leereffecten te neutraliseren. Aan de hand hiervan is gekozen voor 5 minuten inrijden, wat overeenkomt met bestaande literatuur⁴. De pilottest is gehouden op een vergelijkbaar parcours als de daadwerkelijke proef, zonder gebruik te maken van het gordelspanmechanisme.

Het parcours van het rijexperiment bestond uit een lange rechte weg met variërende maximumsnelheden en 12 kruispunten waar bij een stopbord gestopt moest worden. De snelheidslimiet varieerde tussen 30, 50 en 80 km/u, elke snelheid werd 4 maal per proefpersoon getoetst. Sturen en schakelen stond uitgeschakeld, de proefpersonen hoefden dit dus niet zelf te doen. De groepen zijn

ingedeeld volgens de “randomized within subjects” methode om bij een gereduceerd aantal testpersonen een gebalanceerd experiment op te kunnen zetten. De experimentopzet is te zien in Tabel 1.

Tabel 1: Opzet rijexperiment

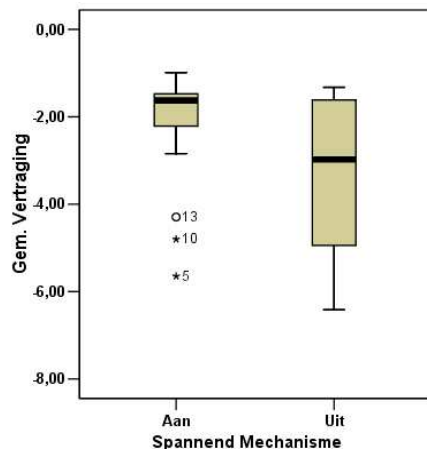
Groep: 20 Proefpersonen	Inrijden: 5 min.	Rit 1: 7,5 min.	Rit 2: 7,5 min.
A 10 proefpersonen	Met	Zonder	Met
	Zonder		Zonder
B 10 proefpersonen	Met	Met	Zonder
	Zonder	Zonder	

Alle proefpersonen hadden ten tijde van het experiment geen rijbewijs. Door de beperkte beschikbaarheid van vrouwen is gekozen voor een uitsluitend mannelijke groep testpersonen om het experiment te balanceren. De autogordel werd op normale wijze door de proefpersonen gebruikt. Het aanspannen gebeurt over de borst vanaf de bovenkant van de gordel. De spankracht is geregeld aan de hand van de remvertraging. Bij een versnelling ≥ 0 was er geen kracht in de gordel.

De proefpersonen zijn gevraagd zich aan de maximumsnelheid te houden en bij elk kruispunt voor de stopstreep te stoppen. Na het experiment is nog een enquête bij ze afgenomen om de rijbeleving in beeld te brengen.

3. Resultaten

De resultaten van de gemiddelde remvertraging bij verschillende instellingen van de gordel is in de vorm van een boxplot in Figuur 2 afgebeeld.



Figuur 2: Boxplot gemiddelde remvertraging

Uit de boxplot valt op te maken dat de remvertragingen met het gordelspanmechanisme aan duidelijk minder groot zijn. Opgemerkt moet worden dat bij het spanmechanisme aan er een aantal outliers zijn die niet meegenomen worden in de spreiding. In Tabel 2 is te zien dat zowel de gemiddelde vertraging, de maximale vertraging en de afstand tot de stopstreep significant minder groot worden als het spanmechanisme aan staat. De standaard deviatie neemt voor de gemiddelde remvertraging en de afstand tot de stopstreep significant af, voor de

maximale remvertraging blijft deze gelijk. De gemiddelde remvertraging is circa $1,08 \text{ m/s}^2$ minder hoog geworden ten opzichte van het niet gebruiken van het spanmechanisme, de maximale vertraging zelfs $1,75 \text{ m/s}^2$. De afstand tot de stopstreep nam gemiddeld $1,62 \text{ m}$ af met het spansysteem in werking.

Tabel 2: Resultaten gepaarde T-test

	Spannend Mechanisme			
	Aan	Uit	verschil	sig.
Gem. Vertraging				
Mean	-2,16	-3,24	-1,08	**
Std. Dev.	1,29	1,70	0,41	
Max. Vertraging				
Mean	-4,48	-6,23	-1,75	**
Std. Dev.	2,44	2,20	-0,24	
Afstand tot stop				
Mean	5,59	7,21	1,62	*
Std. Dev.	3,15	3,96	0,81	

** $p < 0,001$

* $0,001 < p < 0,05$

4. Discussie en conclusies

De gemiddelde en maximale remvertraging zijn beduidend lager en met meer dan $0,5 \text{ m/s}^2$ significant afgenomen, de hypothese is dus aangenomen.

Opmerkelijk is dat de standaard deviatie bij de maximale remvertraging nauwelijks verschil vertoont tussen het spanmechanisme aan- of uitgeschakeld. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de proefpersonen eerst nog moeten wennen aan het systeem, pas na de eerste feedback van de gordel kon dan goed geschat worden hoe hard geremd word.

Wat eveneens opvalt, is dat de remvertragingen gemiddeld rond de $2,2 \text{ m/s}^2$ liggen bij het gebruik van het spanmechanisme, dit is in een echte auto een comfortabele vertraging. Het feit dat uit de afgenomen enquête bleek dat 18 van de 20 proefpersonen een positieve mening hadden over het spanmechanisme, draagt nog verder bij aan het realisme van deze vertragingen.

In het onderzoek is alleen gekeken naar het remgedrag op een recht parcours. Het is interessant om verder onderzoek te doen naar het remgedrag van proefpersonen met gebruik van het spanmechanisme, in afwisselende, bochtige parcours waar veel afleiding is van de remactie.

Referenties

- 1) De Nederlandse Rijsimulator www.rijsimulatie.nl
- 2) Jamson, H., Smith, P. (2003): Are you used to it yet? *Braking performance and adaptation in a fixed base driving simulator*. University of Leeds, Institute for Transport Studies.
- 3) Boschloo, H.W., Wieringa, P.A., Kuipers, J., De Winter, J.C.F., Mulder, M. (2005): *Driving behaviour in low-cost driving simulators: the influence of vibrations on braking and cornering behaviour*. BMechE Dep., Fac. of Mech. Eng., TU Delft. Control and Simulation Department, Faculty of Aerospace eng., TU Delft.
- 4) McGehee, Lee, Rizzo, Baterman: (Iowa 2001): *Examination of driver steering adaption on a simulator*.

