

De Fun van Engineering: een bewegende stoel in een rijsimulator

Rik Doorten (stnr. 1221809), Ruben Griffioen (stnr. 1151207),

Hugo Reijkens (stnr. 1097547) en Florian Wasser (stnr. 1184431)

Samenvatting

Een veel gehoorde klacht van bestuurders in een vaste-basis rijsimulator is dat de g-krachten van de diverse acceleraties, die in een auto worden waargenomen, ontbreken. Hiermee wordt de snelheid in bochten en afstanden tot stoppunten vaak verkeerd ingeschat. Met het toepassen van een bewegende stoel is getracht hier verandering in te brengen, lettend op de rijprestaties en het gevoel voor realisme. De simulatie van de acceleraties in de bocht is op twee verschillende manieren toegepast, volgens de "Engineering Way" (kantelen in tegengestelde richting in de bocht) en de "Fun Way" (meekantelen in de bocht). Uit de tests blijkt dat de remprestaties met beide vormen van feedback toenemen en dat bij bochten geen significant verschil geconstateerd kan worden. Uit de afgenomen enquête blijkt dat, met de bewegende stoel, het rijden realistischer wordt ervaren.

1. Inleiding

In een vaste-basis rijsimulator, hebben veel bestuurders moeite met het inschatten van hun snelheid (3). Dit probleem komt voornamelijk voort uit het ontbreken van g-krachten bij het optrekken en afremmen, zoals die gewoonlijk op het lichaam werken. Hierdoor worden bochten vaak met onrealistisch hoge snelheden genomen en wordt er te heftig afgeremd (1). Bij onderzoek gebruikmakend van een volledig bewegende basis voor een simulator is vastgesteld dat het bewegen van deze basis bijdraagt aan de



Figuur 1: De rijsimulator met bewegende stoel (4)(5)

rijprestaties in bochten en bij afremmen (1). Dit kan wellicht ook bijdragen aan het gevoel voor realisme (2). Aangezien het toepassen van een volledig bewegende basis in een rijsimulator erg duur is, is gekeken naar het bewegen van alleen de stoel. Uit de literatuurstudie kwam naar voren dat de acceleraties in bochten op twee verschillende manieren gesimuleerd kunnen worden (2). Volgens de "Engineering Way" kantelt de stoel in tegengestelde richting van de bocht, hierdoor maakt het bovenlichaam van de bestuurder dezelfde beweging als in een echte bocht. Volgens de "Fun Way" kantelt de stoel mee in de bocht zoals men dit zou ervaren in een achtbaan of op een motorfiets. Voor- en achterwaartse acceleraties worden bij beide methoden hetzelfde gesimuleerd: bij optrekken kantelt de stoel naar achteren en bij afremmen naar voren. Volgens de literatuur zou de Engineering Way het meest geschikt zijn om de rijprestaties te laten toenemen (2). De Engineering en Fun Way zijn nog niet eerder met elkaar vergeleken

in een onderzoek. De hypothese van het onderzoek is als volgt:

Bij het door beweging simuleren van acceleraties in de rijsimulator, zullen de laterale en longitudinale versnellingen en de (bochten-)snelheid afnemen door het toepassen van de Engineering Way t.o.v. de Fun Way en geen feedback. Deze grootheden zullen bij de Fun Way toenemen t.o.v. rijden zonder feedback. Het gevoel voor realisme zal gelijk zijn bij de Engineering en de Fun Way. Beide methoden zullen t.o.v. geen feedback een groter gevoel voor realisme geven.

2. Methode

Testpersonen en parcours

Voor de testen wordt gebruik gemaakt van drie groepen van elk 20 mannelijke, ervaren bestuurders van rond de 22 jaar. Alle groepen rijden hetzelfde parcours dat is opgebouwd uit twee delen. Het eerste deel is bedoeld om rem- en optrekproeven te doen en bestaat uit een lange rechte weg met stopstrepen waarvóór de auto tot stilstand moet worden gebracht. Het tweede deel bestaat uit een parcours met bochten van verschillende typen. Groep A rijdt het parcours volgens de Engineering Way, groep B volgens de Fun Way en Groep C rijdt zonder feedback vanuit de stoel. Tijdens het rijden moet alleen het stuur, het rem- en het gaspedaal worden bediend. Indien de resultaten niet significant verschillend zijn, wordt bij 24 personen een herhaalde meting uitgevoerd. Dit houdt in dat 12 willekeurig geselecteerde personen die eerst met Fun of Engineering feedback hebben gereden, een tweede maal zonder feedback rijden en 12 personen andersom. Er wordt zo gebruik gemaakt van een "within subject design".

Metingen: Optrekken en afremmen

Binnen deze test wordt gekeken naar de maximale indrukking van de rem, bij afremmen vanuit verschillende aanvangssnelheden. Deze test duurt 10 minuten en resulteert in gemiddeld 18 stoppunten. De significantie wordt getoetst d.m.v. een onafhankelijke t-test en bij de hertest met een gepaarde t-test.

Metingen: Bochten

Bij deze test wordt gekeken naar de maximale laterale versnellingen, de minimale snelheid in de

Tabel 1: Enquête resultaten

Vraag	A. Eng. (n=20)	B. Fun (n=20)	C. Zon. (n=20)	p-waarde
Realistisch rijden simulator	6 (1-7)	5,5 (1-7)	4 (1-8)	0,074 ²
Realistisch rijden simulator		6 (1-7) ¹	4 (1-8)	0,025 ³
Realistisch afremmen		5 (1-8) ¹	3,5 (1-6)	0,003 ³
Realistisch bochten nemen	5 (1-8)	5,5 (1-7)	4,5 (1-8)	0,160 ²
Comfortabel	3 (1-5)	2 (1-5)	1 (1-5)	0,070 ²
Vermoeidheid	2 (1-5)	2,5 (1-5)	1 (1-4)	0,035 ² (Zon-Fun) ⁴

¹ Groep A en Groep B samen (n=40); ² Kruskal-Wallis methode; ³ Wilcoxon rank sum test; ⁴ Tukey-Kramer multiple comparison test

bochten, en het gemiddeld aantal keren uit de bocht vliegen. Deze test duurt 8 minuten en resulteert in gemiddeld 23 meetpunten. De significantie wordt getoetst d.m.v. een ANOVA test.

Enquête: Realisme en Comfort

Nadat de test is voltooid wordt de deelnemers gevraagd een enquête in te vullen waarin 10 vragen worden gesteld over het gevoel van realisme (schaal 1 tot 10, waarbij 1 niet realistisch en 10 zeer realistisch betekent) en 15 vragen over het comfort van de opstelling (schaal 1 tot 5, waarbij 1 geen last en 5 veel last betekent). De significantie komt volgens de Wilcoxon rank sum test of de Kruskal-Wallis methode tot stand. Indien deze laatste een significante waarde levert wordt ook een Tukey-Kramer multiple comparison test gebruikt om te kijken welke resultaten onderling van elkaar verschillen.

3. Resultaten

In Tabel 2, 3 en 4 zijn de gemiddelde prestaties van de groepen weergegeven. Ook de standaarddeviatie (SD), die tussen resultaten van de verschillende personen binnen een groep is opgetreden, is vermeld.

De resultaten van de remtest zijn weergegeven in Tabel 2, waarbij de gemiddelde (maximale) indrukking van de rem, per groep gemeten is, op een schaal van 0 tot 1. Aangezien bij de remtest de acceleraties van Groep A en B op dezelfde manier werden gesimuleerd, zijn deze resultaten samengenomen.

Tabel 2: Resultaten Remtest

Methode	Indrukking rempedaal		
	Gem	SD	p-waarde
Met (n=40)	0,53	0,15	0,341
Zonder (n=20)	0,58	0,19	

De resultaten van de bochtentest staan weergegeven in Tabel 3, waarbij de maximale laterale acceleratie (a lat) gemeten is in m/s² en de bochtensnelheid (v) in m/s. Uit ANOVA tests kwamen de volgende p-waarden: 0,477 (laterale acceleratie) 0,762 (snelheid in bocht) en 0,4 (uit de bocht vliegen).

Tabel 3: Resultaten Bochtentest

Methode	a lat		v bocht		uit bocht	
	Gem	SD	Gem	SD	Gem	SD
A. Eng.	6,92	1,10	11,86	1,50	0,50	0,76
B. Fun	6,90	0,94	12,19	1,61	0,35	0,49
C. Zon.	7,24	0,87	12,04	1,02	0,70	1,08

Van de enquête zijn de belangrijkste resultaten weergegeven in Tabel 1. Per groep is de mediaan (en de range) te zien van de antwoorden op de betreffende vraag.

Tabel 4: Resultaten hertest

Methode (n=24)	Indrukking rempedaal		
	Gem	SD	p-waarde
Met	0,50	0,16	0,035
Zonder	0,58	0,16	

Uit de hertest kwam naar voren dat de maximale remindrukking bij rijden met feedback (Engineering of Fun Way) gemiddeld lager is dan bij zonder feedback (zie Tabel 4).

4. Discussie en Conclusies

Het toepassen van een bewegende stoel in de rijnsimulator in de vorm van de Engineering Way en de Fun Way resulteerde bij de eerste remtest niet tot significante ($p > 0,05$) verschillen tussen de drie groepen. Uit de hertest bleek echter wel dat er significant beter geremd wordt met feedback.

De verschillen in de bochtentest, waar gekeken is naar de acceleraties, de bochtensnelheid en het aantal keer de controle over het voertuig verliezen in de bocht, zijn zowel bij de eerste test als de hertest niet significant.

De conclusie die aan de hand van deze resultaten getrokken kan worden is dat alleen de remindrukking significant lager wordt met feedback. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de Fun en Engineering Way wat betreft versnellingen en bochtensnelheid.

Uit de enquête blijkt dat met zekerheid is te zeggen dat met een bewegende stoel, t.o.v. geen feedback, men het rijden realistischer ervaart. Ook hier zijn weer geen uitspraken te doen over verschil tussen Fun en Engineering.

Uit de comfortenquête blijkt dat men bij rijden met de bewegende stoel, meer last heeft van vermoeidheid.

5. Aanbevelingen

Bij vervolgonderzoek kan gekeken worden of onervaren bestuurders ook beter *leren* rijden en makkelijker kunnen overstappen naar rijlessen in een echte auto, als ze met een bewegende stoel in de simulator hebben gereden. Hiervoor moet een uitgebreide studie gedaan worden onder onervaren personen, waarbij hun rijprestaties ook in een echte auto geanalyseerd moeten worden.

Referenties

- 1) Siegler, I., Reymond, G., Kemeny, A. & Berthoz, A.; *Sensorimotor integration in a driving simulator: contributions of motion cueing in elementary driving tasks*. Proceedings of the Driving Simulation Conference, Paris, France 2001.
- 2) Heyde, M. von der, Riecke, B.; *How to cheat in motion simulation – comparing the engineering and the fun ride approach to motion cueing*. Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen, Germany 2001.
- 3) Jamson, H.; *Are you used to it yet? Braking performance and adaptation in a fixed base driving simulator*.

Driving Simulation Conference North America (DSC-NA 2003) Dearborn, Detroit, Michigan, 2003.

4) De Nederlandse Rijsimulator, Green Dino Virtual Realities; www.rijsimulator.nl.

5) SimConMOTION, Frex GP; www.frex.com/gp.