

Forskningsrapport 2018:05

Cyklistkomfortgränser: forskningsöversikt och experimentell ram (CKG) – Slutrapport

MARCO DOZZA



Division of Vehicle and Traffic Safety
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Göteborg, Sweden, 2018

Cyklistkomfortgränser: forskningsöversikt och experimentell ram (CKG)

Slutrapport

*Denna rapport är framtagen med ekonomiskt bidrag från Trafikverkets skyltfond.
Ståndpunkter och slutsatser i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med
nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter och slutsatser inom rapportens ämnesområde.*

MARCO DOZZA

© MARCO DOZZA, Oktober 2018

marco.dozza@chalmers.se
Division of Vehicle and Traffic Safety
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telephone +46 (0)31 772 3621

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
Sammanfattning.....	4
Syfte med projektet.....	5
Ny kunskap och framtida forskning.....	6
Abstract ICSC2018	7
Poster ICSC 2018	8

Sammanfattning

Detta projekt omfattade tre olika delar: litteraturgenomgång, dataanalys och publicering av resultat. Även om litteraturen om förarkomfortgränser är väletablerad, visade vår litteraturgenomgång att publikationer om cyklistkomfortgränser är extremt begränsade. Dessutom upptäckte vi att inte ens grundmodeller om hur cyklist bromsar och styr hade utvecklats och publicerats. Dessa modeller är viktiga för att 1) bygga säkra infrastrukturer, 2) konstruera ”snälla” autonoma fordon, 3) utveckla effektiva intelligenta system och aktiva säkerhetssystem och 4) utvärdera dessa system. Modeller om cyklistkomfortgränser beskriver på ett kinematiskt sätt hur cyklist kan bromsa och styra för att undvika hinder på vägen utan att känna sig obekväma. Genom att ta i beräkning cyklistkomfortgränser i infrastrukturs- och systemutveckling kan vi säkerställa att vi inte kräver att cyklist manövrerar sina cyklar på ett sätt som kan kännas obehagligt eller osäkert.

Även om detta projekt inte planerade för någon datainsamling samlade vi, tillsammans med Oliver Lee, doktorand på Delft University of Technology, in data från 20 cyklist i ett fältexperiment. Detta för att modellera cyklistkomfortgränser när cyklisterna bromsade och styrde för att undvika ett hinder på vägen. Oliver besökte [SAFER](#) flera gånger under projektet och hans tid och resor sponsrades av [MOTORIST](#)-projektet. Modellerna från Oliviers experiment blev grunden till en vetenskaplig artikel som överbryggar klyftan mellan litteraturen om förarkomfortgränser och grundmodeller för cyklistkomfortgränser. Dessa modeller presenterades på den [7:e International Cycling Safety Conference](#) i Barcelona i oktober 2018. Artikeln om cyklistkomfortgränser kommer att skickas till den vetenskapliga tidningen Accident Analysis and Prevention.

Syfte med projektet

Att skriva en forskningsöversiktsartikel om cyklistkomfortgränser (CKG). CKG beskriver hur cyklister rör sig i trafik i relation till miljön och andra väganvändare. Till exempel kan CKG beskriva hur snabbt en cyklist kör beroende på vägkurvatur och/eller lutning. Artikeln kommer att skrivas i samarbete med professor Arend Schwab (<http://bicycle.tudelft.nl/schwab/>) vid Tekniska Universitetet i Delft. Artikeln kommer också att förklara hur naturalistiska studier och cykelsimulatorer kan bidra till att mäta CKG. Mätningar av CKG kommer att ge insikt i hur väginfrastruktur och självkörande fordon bör utvecklas.

Ny kunskap och framtida forskning

Genom detta projekt upptäckte vi att:

- 1) Litteratur på cyklistkomfortgränser är extremt begränsad.
- 2) Idag saknar vi kinematikmodeller för att förutse hur cyklister manövrerar cyklar på ett sätt som känns säkert och bekvämt.
- 3) Litteraturen om förarkomfortgränser är väletablerad och en del kan även appliceras på cyklister.

Dessutom visade våra modeller att:

- 1) Time-to-collision (TTC; d.v.s. avståndet från hindret dividerat med hastigheten) är lägre när cyklister styr för att undvika hindret än när de bromsar. *(Detta resultat betyder att ju närmare hindret cyklisten kommer, desto nödvändigare är det att styra, istället för att bromsa, för att undvika hindret.)*
- 2) TTC för styrning beror endast i begränsad omfattning på hastigheten. *(Detta resultat betyder att när cyklister undviker ett hinder genom att styra, gör de ungefär samma manöver oberoende av hastighet.)*
- 3) TTC för bromsning beror till viss del på hastigheten. *(Detta resultat betyder att när cyklister kör snabbare, börjar de bromsa tidigare och inte nödvändigt hårdare för att undvika ett hinder.)*

Framtida forskning om cyklistkomfortgränser ska:

- 1) Vidareutveckla våra grundmodeller för att beskriva hur olika 1) åldrar, 2) hinder, 3) infrastruktur, 4) trafiksituationer (inklusive kritiska händelser och omkörning) påverkar cyklistkomfortgränser.
- 2) Använda modeller för cyklistkomfortgränser för att klassificera och reglera nya fordon (t.ex. snabba el-cyklar, bikeboards, electric scooters; se bild nedan).



Bild 1 - Nya fordon som kan klassificeras och regleras genom att modellera hur hanterbar och manövrerbar trafikmiljön är inom ramen för komfortgränserna.

Abstract ICSC2018

On cyclist comfort zone and maneuver models for obstacle avoidance

O. Lee¹, A.L. Schwab¹, R. Happee¹, M. Dozza²

¹ Biomechanical Engineering, Delft University of Technology,
The Netherlands, {o.z.lee, a.l.schwab, r.happee}@tudelft.nl

² Department of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology,
Sweden, marco.dozza@chalmers.se

ABSTRACT

We present a new framework for the description and analysis of cyclist comfort zone. This framework draws on existing literature in cognitive science about driver behavior[1, 2] to explain experimental results and their modeling. An experiment was conducted with cyclists performing obstacle avoidance tasks by braking and steering. We modeled braking and steering maneuvers from experimental data to quantify comfort zone boundaries. Results show that for obstacle avoidance by braking, cyclists maintain a constant deceleration, resulting in larger time-to-collision at higher forward speeds. In obstacle avoidance by steering, cyclists maintain a constant time-to-collision, independent of forward speed. We discuss some similarities in the timing of cyclist steering response with that of a driver[3]. Implications on infrastructure design, automated vehicles development, intelligent systems evaluation, and policy making are discussed.

Keywords: cycling safety, cyclist comfort zone, threat avoidance, cyclist interaction, cycling behavior.

REFERENCES

- [1] Summala, H., 2007. Towards understanding motivational and emotional factors in driver behaviour: Comfort through satisficing. In *Modelling driver behaviour in automotive environments* (pp. 189-207). Springer, London.
- [2] Bärghman, J., Smith, K. and Werneke, J., 2015. Quantifying drivers' comfort-zone and dread-zone boundaries in left turn across path/opposite direction (LTAP/OD) scenarios. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 35, pp.170-184.
- [3] Godthelp, H., 1988. The limits of path error-neglecting in straight lane driving. *Ergonomics*, 31(4), pp.609-619.

Poster ICSC 2018

Poster presentation for the 7th International Cycling Safety Conference ICSC2018, October 10-11, 2018, Barcelona, Spain

On cyclist comfort zone and maneuver models for obstacle avoidance

Oliver Lee, Alex Rausch*, Riender Happee*, Arend L. Schwab*, Marco Dozza*
 *Delft University of Technology, *Chalmers University of Technology
 a.l.schwab@tudelft.nl, marco.dozza@chalmers.se

Problem Statement

What is the cyclist comfort zone in braking and obstacle avoidance?



Literature on comfort zone and maneuver models for obstacle avoidance for car drivers is abundant [1, 2], but scarce for single-track vehicles drivers.

Methods

We measured experimentally the comfort zone boundaries of a cyclist (n=20, age=20-35 y) when either braking or overtaking a stationary cyclist, and determined the time-to-collision (TTC) at the onset of the braking or steering maneuver at various forward speeds. The cyclist was instructed to do comfortable braking and steering.

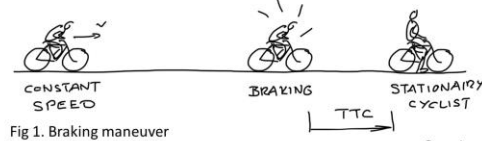


Fig 1. Braking maneuver



Fig 2. Overtaking maneuver

Data was collected with an instrumented bicycle and a stationary LIDAR to measure passing distance.



Fig 3. Instrumented bicycle: 9-dof IMU on the rear frame, steer angle potentiometer, DC generator for forward speed measurement, and a Raspberry Pi 3 for data logging. City bicycle with step-through frame, a coaster brake at the rear, and a roller brake at the front.

Results

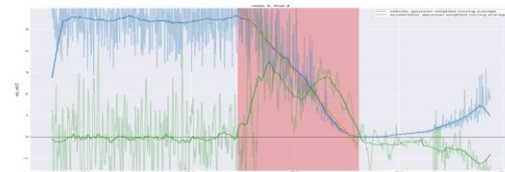


Fig 4. A typical obstacle avoidance braking maneuver, blue line: forward speed, green line: deceleration.

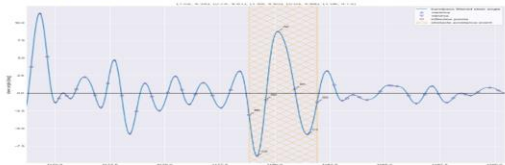


Fig 5. A typical obstacle avoidance steering maneuver, blue line: steer angle, shaded area: duration of the steering maneuver.

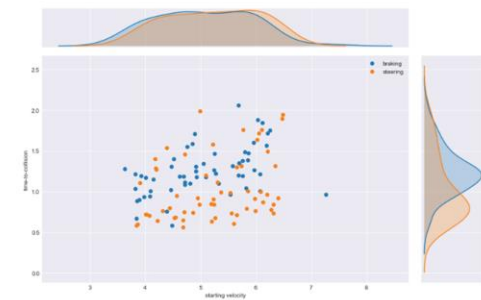


Fig 6. Time to collision (TTC) as a function of forward speed, orange dots: obstacle avoidance by steering, blue dots: obstacle avoidance by braking. In steering we see a low dependency on forward speed, whereas in braking we see a moderate dependency on forward speed which indicates that cyclists brake with a constant deceleration, independent of the initial speed.

Conclusions

For the comfort zone boundaries in cycling we observe that:

- TTC for steering is lower than for braking
- TTC in steering has a low dependence on forward speed
- TTC in braking indicates that cyclists use a constant deceleration, independent of forward speed

(TTC = Time-To-Collision)

[1] Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. The American journal of psychology, 51(3), 453-471.
 [2] Brännström, M., Coelingh, E., & Sjöberg, J. (2014). Decision-making on when to brake and when to steer to avoid a collision. International Journal of Vehicle Safety, 1, 7(1), 87-106.



Kontaktuppgifter

Marco Dozza

CHALMERS - University of Technology

Dept. of Applied Mechanics

Tel: +46 31 772 3621

e-mail: marco.dozza@chalmers.se

SAFER - Box 8077 - S-402 78 - Göteborg - Sweden