

# Real-Time Cadansaanpassing in een Automatische fietstransmissie

**Arno Cools**

Promotor:  
Prof. M. Moens

Begeleider:  
*Ir. Tomas Keppens*  
*Ir. Jorrit Heidbuchel*  
*Ir. Rugen Heidbuchel*

Proefschrift ingediend tot het  
behalen van de graad van  
Master of Toegepaste Informatica

Academiejaar 2018-2019

---

# Inhoudstafel

<b>Voorwoord</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>iii</b>
<b>Lijst van symbolen en afkortingen</b>	<b>iv</b>
<b>1 Probleemstelling</b>	<b>1</b>
1.1 Mobiliteitsvraagstuk . . . . .	1
1.2 Online machine learning voor geïndividualiseerde cadanscontrole . . . . .	2
<b>2 Methode</b>	<b>3</b>
<b>3 Resultaten</b>	<b>4</b>
<b>4 Discussie</b>	<b>5</b>

# Voorwoord

A preface

# Abstract

An abstract.

# Lijst van figuren

1	snelheid-veiligheid trade-off (bron: IntuEdrive) . . . . .	1
2	Plant diagram van de fiets . . . . .	6

# Lijst van symbolen en afkortingen

lijst van symbolen en afkortingen

# Hoofdstuk 1

## Probleemstelling

### 1.1 Mobiliteitsvraagstuk

De auto is het slachtoffer geworden van zijn eigen succes: we staan meer dan ooit in de file en de CO<sub>2</sub> van personenverkeer stijgt jaar na jaar. De Belg neemt al snel de auto voor korte afstanden (< 25 km). In deze auto zit meestal maar 1 persoon. Het Belgische wagenpark blijft groeien (tabel 1). Hier zien we wel een trend ontstaan. Er worden steeds meer elektrische en hybride wagens verkocht, maar die staan natuurlijk net zo goed in de file. Mobiliteit op twee wielen kan hier een oplossing bieden.

Mobiliteit op twee wielen kennen we al lang: fietsen bestaan al sinds de 19de eeuw. Elektrische fietsen hebben het potentieel van deze tweewielers enorm verhoogd: fietsen wordt moeiteloos en stukken sneller. Spijtig genoeg neemt het risico op ongevallen ook toe bij hogere snelheid. Dat komt omdat e-bikes en speed e-bikes precies dezelfde technologie gebruiken als normale fietsen – grote wielen met smalle banden, kettingaandrijving met manuele versnellingen, mechanische handremmen – bij veel hogere snelheden. IntuEdrive noemt dit de snelheid-veiligheid trade-off. De veiligheid kan beperkt worden verhoogd door componenten toe te voegen (bv. Bosch e-bike ABS), maar de functionaliteit van deze systemen blijft beperkt. Er is een meer holistische aanpak nodig. Bovendien bieden elektrische fietsen vandaag nog niet

het gebruiksgemak en de betrouwbaarheid die de consument gewend is van zijn wagen. IntuEdrive's CoSaR is een snelle elektrische fiets die veiliger is dan de klassieke mechanische fiets, dankzij hun innovatie tweewielaandrijving en elektrische remfunctie. Dit systeem reduceert de stopafstand met 60% en maakt schakelen overbodig (automatische versnellingen). Het stapt ook af van de onderhoudsintensieve fietscomponenten (ketting, tandwielen, mechanische remmen). Dit maakt CoSaR de perfecte e-bike voor woon-werkverkeer: makkelijk, veilig en betrouwbaar.

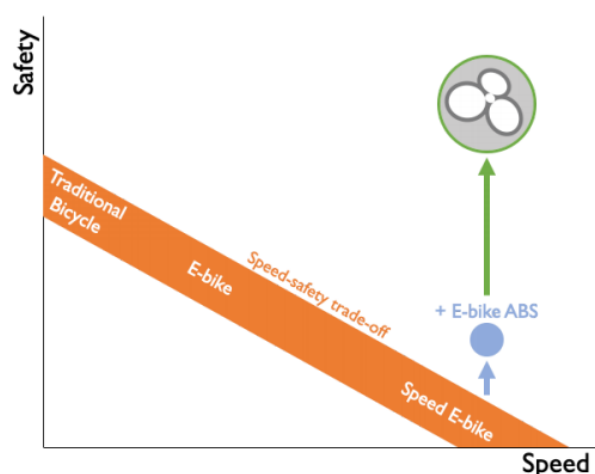


Figure 1: snelheid-veiligheid trade-off (bron: IntuEdrive)

	2014	2015	2016	2017	2018
Personenwagens	5.555.499	5.623.579	5.712.061	5.785.447	5.853.782
- rijdend op benzine	2.029.688	2.091.327	2.199.038	2.335.349	2.518.942
- rijdend op diesel	3.458.424	3.457.526	3.424.592	3.339.034	3.193.658
- rijdend op gas	22.051	18.967	17.238	15.965	15.500
- met elektrische motor	1.792	2.871	4.368	6.552	9.244
- hybride	23.444	32.151	44.364	63.740	87.012
- niet nader bepaald	20.100	20.737	22.461	24.807	29.426
Inwoners per personenauto	2,01	1,99	1,97	1,96	1,94

Table 1: Grootte van het voertuigenpark 2014-2018 (bron: statbel.fgov.be)

Door automatisch te schakelen zorgt CoSaR ervoor dat de fietser in elke situatie precies zo snel trapt als hij of zij wil. Deze gewenste trapsnelheid – of beter trapcadans – varieert van persoon tot persoon en hangt af van omstandigheden zoals helling, tegenwind en rijsnelheid. Omdat deze gewenste cadans niet op voorhand gekend is, schakelt de transmissie momenteel op basis van een vaste wetmatigheid die tijdens testen getuned is om voor zoveel mogelijk gebruikers comfortabel aan te voelen. Wijkt deze wetmatigheid af van de gewenste cadans van een specifieke gebruiker, dan kan deze gebruiker via knoppen op het stuur tijdens het fietsen zijn of haar cadans manueel aanpassen.

## 1.2 Online machine learning voor geïndividualiseerde cadanscontrole



# Hoofdstuk 2

## Methode

## Hoofdstuk 3

## Resultaten

## Hoofdstuk 4

### Discussie

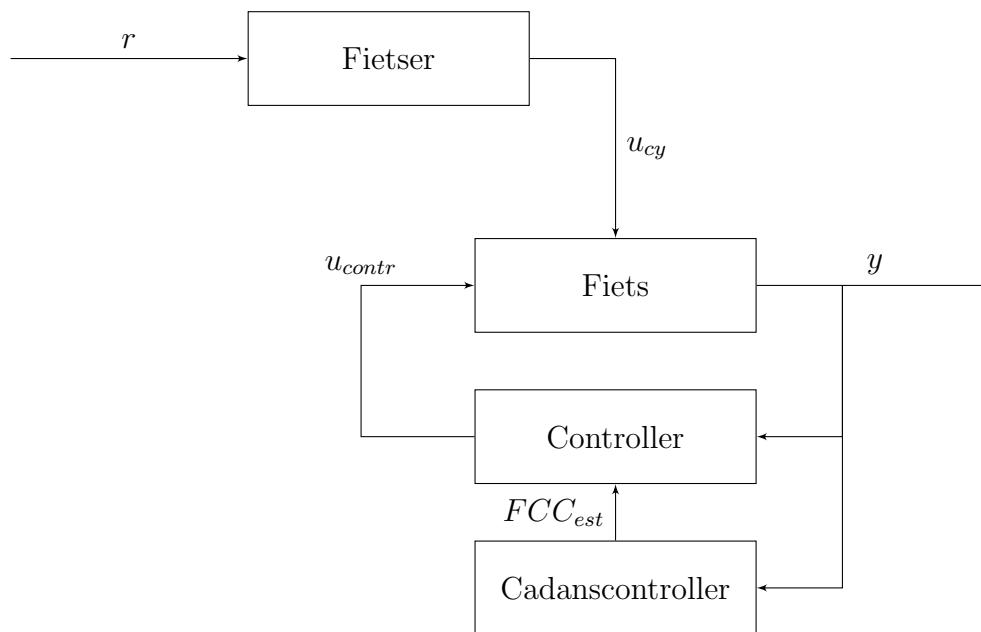


Figure 2: Blokdiagram van het fiets-fietser-controller systeem