

Real-Time Cadansaanpassing in een Automatische Fietstransmissie

Arno Cools

Content

1. Probleemstelling
2. Benodigdheden
3. Preprocessing
4. Modellen
5. Postprocessing
6. Wat volgt?

Content

- 1. Probleemstelling**
2. Benodigdheden
3. Preprocessing
4. Modellen
5. Postprocessing
6. Wat volgt?

IntuEdrive

- Jonge startup (2017)
- Innovatieve vorm van tweewielermobiliteit
- Samenwerking KU Leuven



Probleemstelling

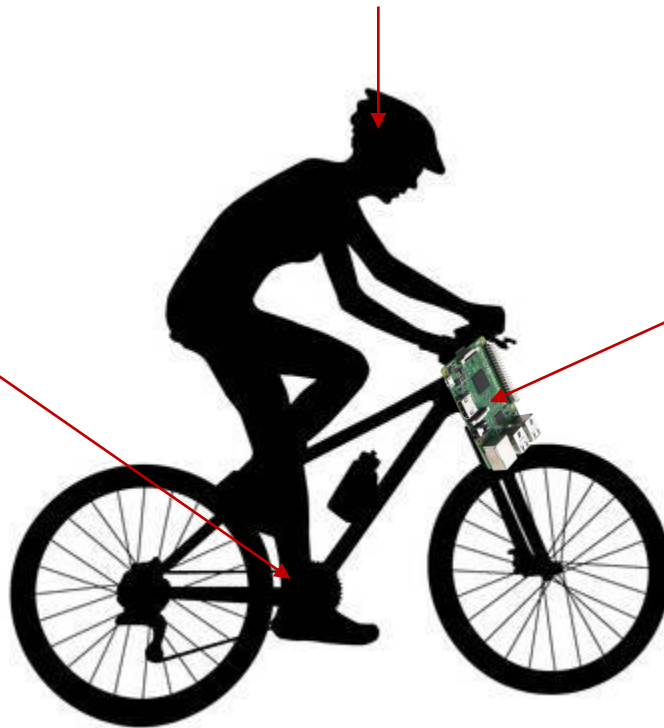
- Fiets met automatische transmissie
- Automatische aanpassing van de snelheid van de trappers en de ondersteuning
- Manuele aanpassing mogelijk (cadans & ondersteuningsniveau)



Onderzoeksdoel

- Voorspellen optimale rpm == Geschatte FCC

• Cadans \Leftrightarrow FCC \Leftrightarrow Geschatte FCC



Content

1. Probleemstelling
- 2. Benodigdheden**
3. Preprocessing
4. Modellen
5. Postprocessing
6. Wat volgt?

Benodigdheden

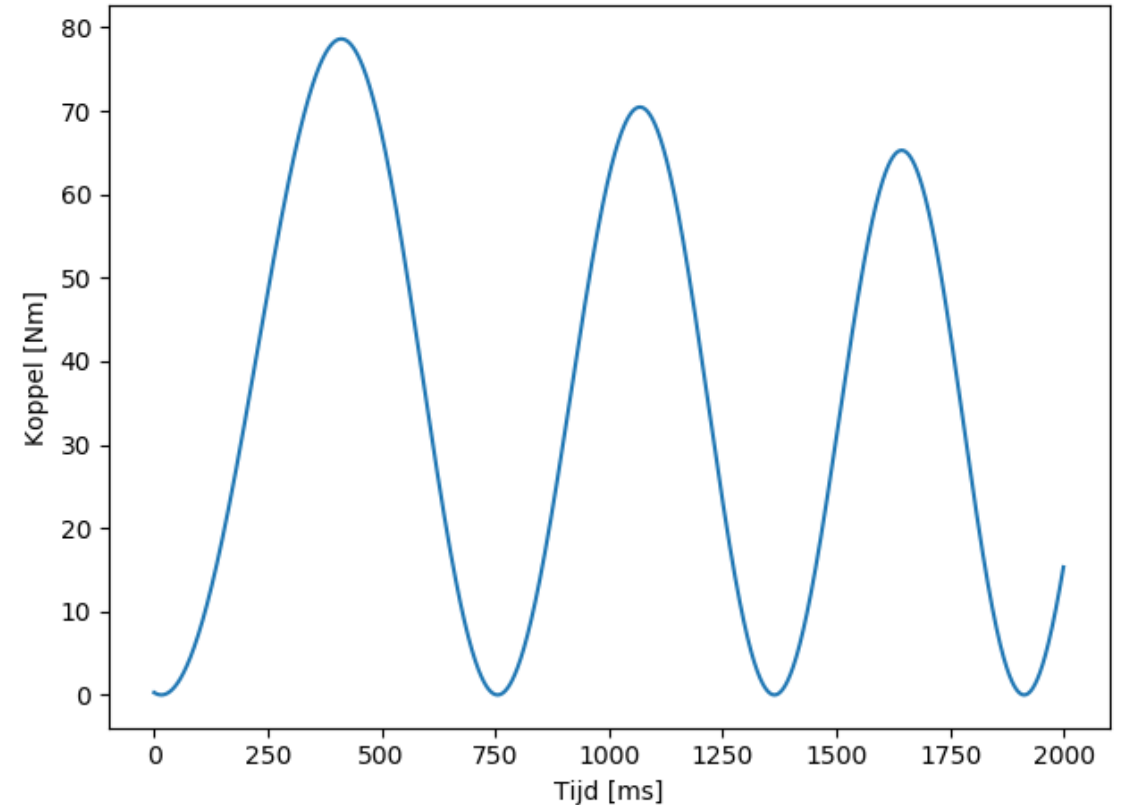
- Fiets genereert data, de toestand
 - Snelheid
 - Hoek van trapas
 - Koppel van de fietser
 - ...
- Weinig trainingsdata beschikbaar

Fietssimulatie

- Dynamische aanpak kracht
- Aanname fietserskoppel

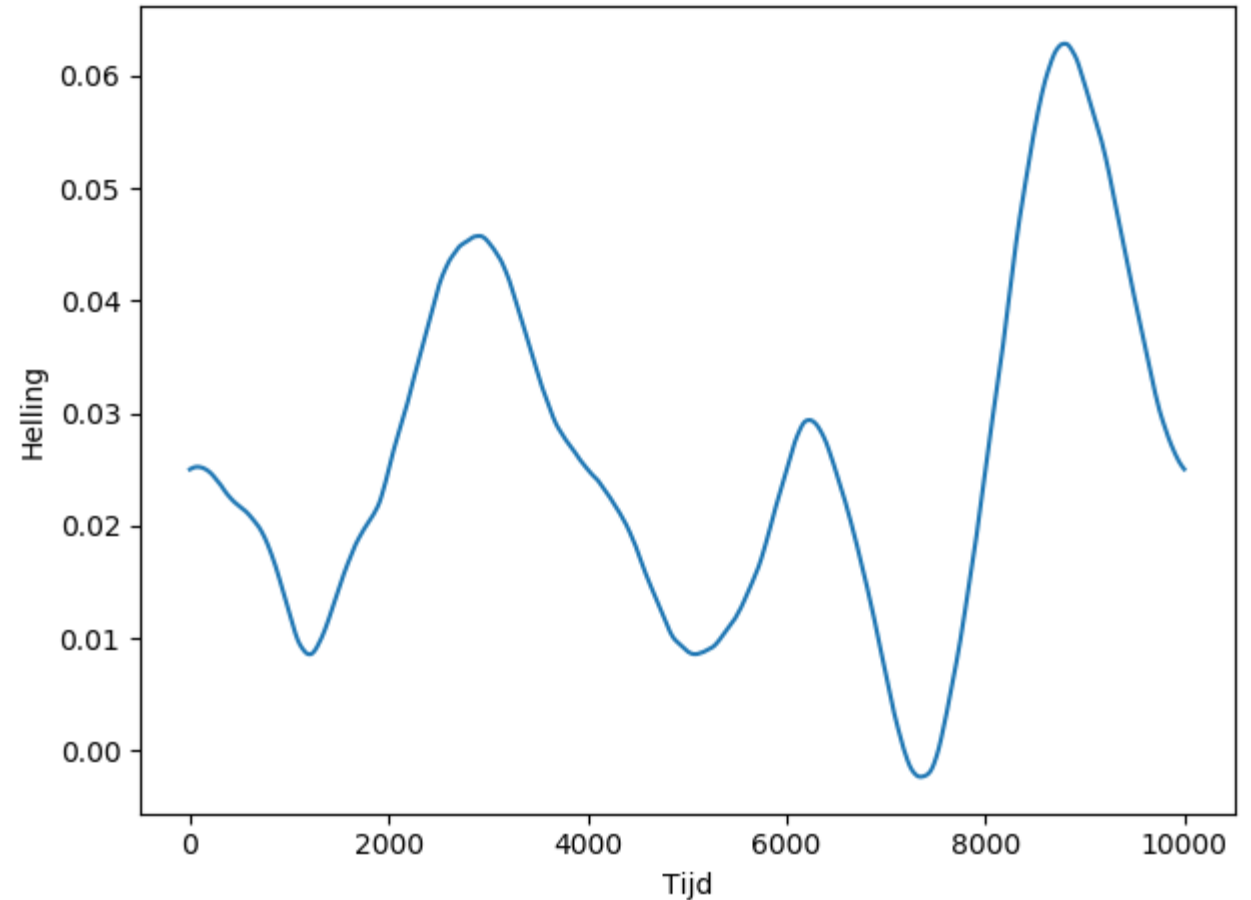
$$\text{Koppel} = Koppel_{gem} * \left(1 + \sin\left(2\theta - \frac{\pi}{6}\right)\right)$$

- Terrein



Fietssimulatie

- Dynamische aanpak kracht
- Aannname fietserskoppel
- Terrein



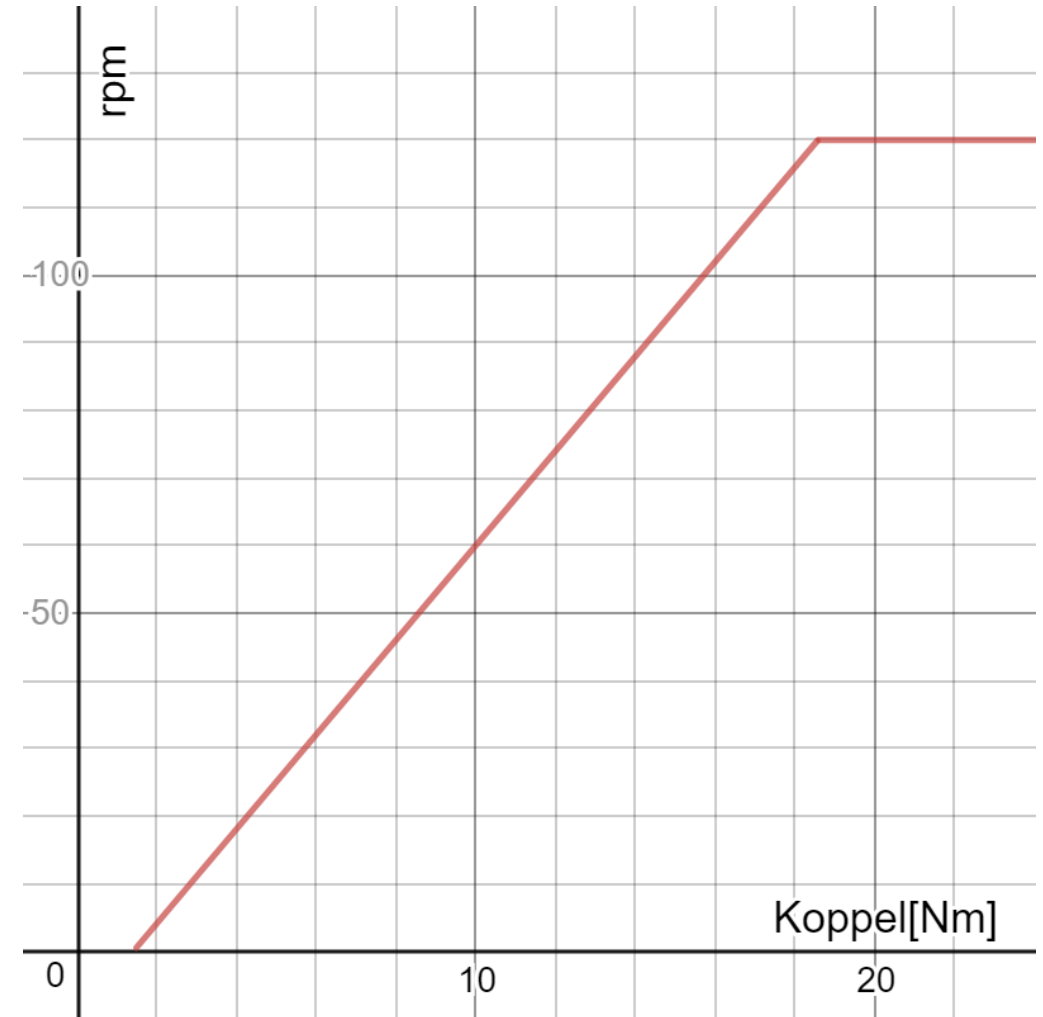
Last model

- $F_{grav} = totalmass * g * \sin(slope)$
- $F_{friction} = totalmass * g * \cos(slope) * c_r$
- $F_{aero} = \frac{c_d * \rho_{aero} * A_{aero} * v_{fiets}^2}{2}$
- $F_{load} = F_{grav} + F_{friction} + F_{aero}$

g	Zwaartekracht coëfficiënt
c_r	Rolweerstand coëfficiënt
c_d	Luchtweerstandscoefficiënt
ρ_{aero}	Luchtdichtheid
A_{aero}	Frontaal oppervlakte fietser

Freely Chosen Cadence (FCC)

- Hypothese: Lineair verloop
- Kan ook op basis van andere gegevens (helling, ...)

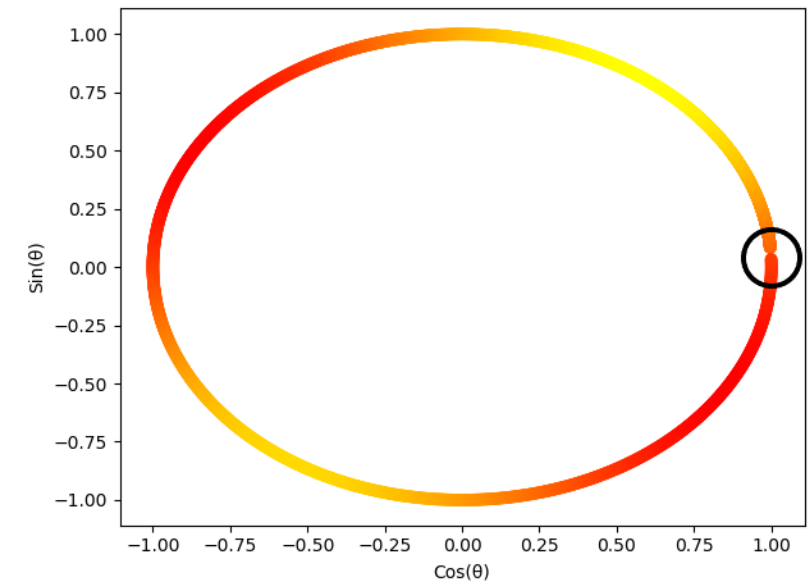
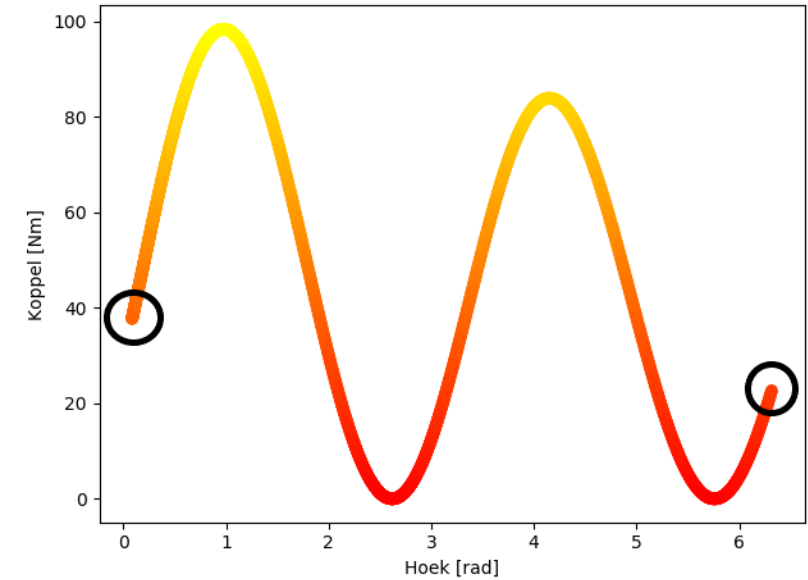


Content

1. Probleemstelling
2. Benodigdheden
- 3. Preprocessing**
4. Modellen
5. Postprocessing
6. Wat volgt?

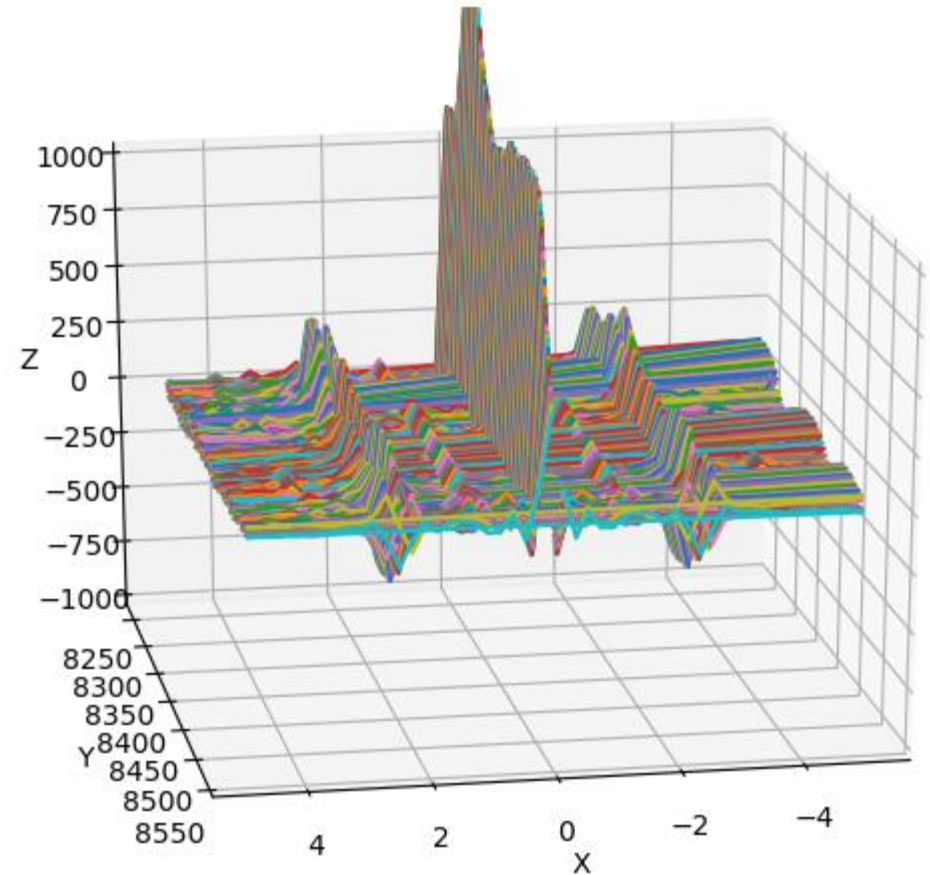
Preprocessing

- Sequenties (input)
- Normaliseren?
- Hoek van trapas
- Noise?



Noise

- Fast Fourier Transformatie
- Weg 20+Hz
- Motor 13000+Hz



Content

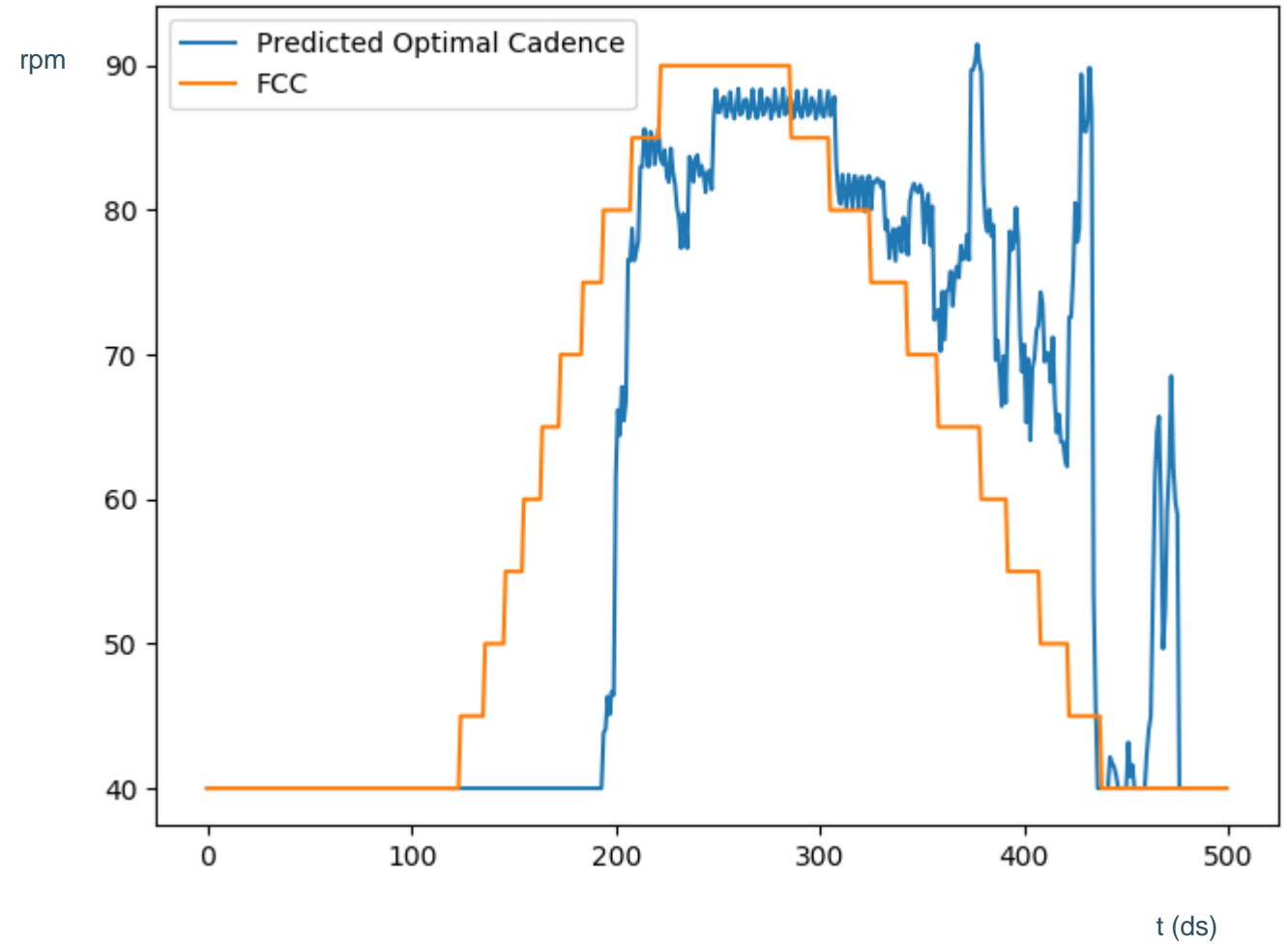
1. Probleemstelling
2. Benodigdheden
3. Preprocessing
- 4. Modellen**
5. Postprocessing
6. Wat volgt?

Modellen

- LSTM
- Decision tree + random forest
- Passive Aggressive Algorithm (Perceptron)

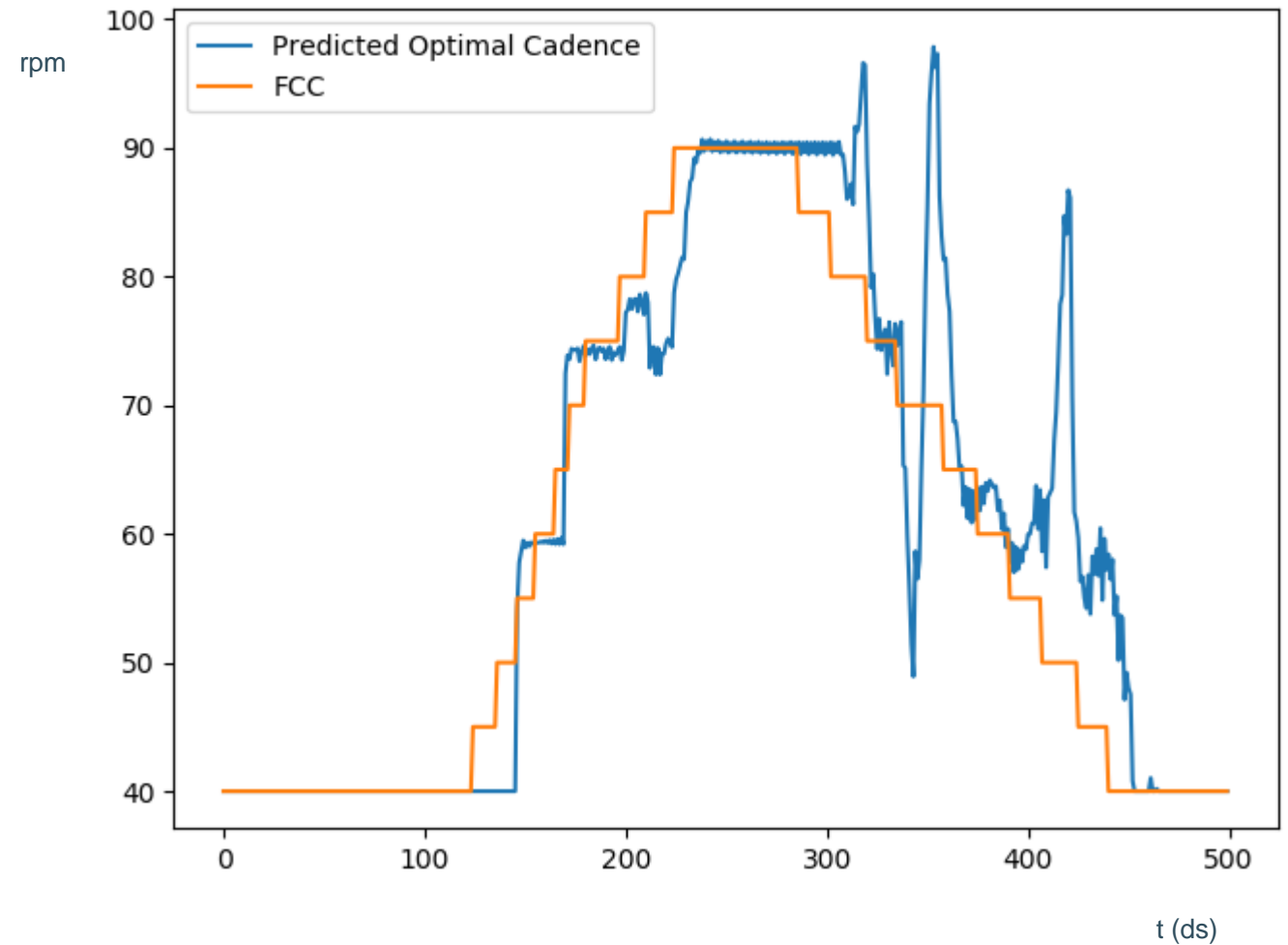
LSTM

- Consistentie
- Snelheid



LSTM

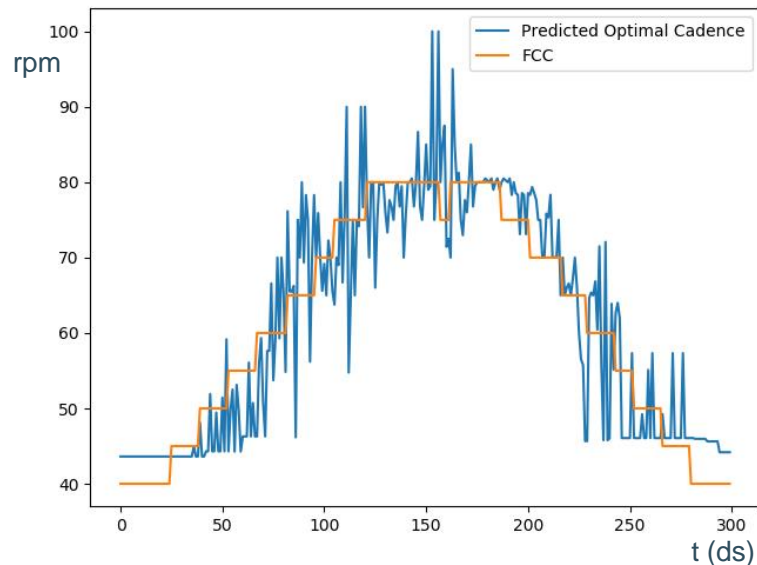
- Consistentie
 - Snelheid
- (wordt niet meer aangehaald)



Decision tree + random forest

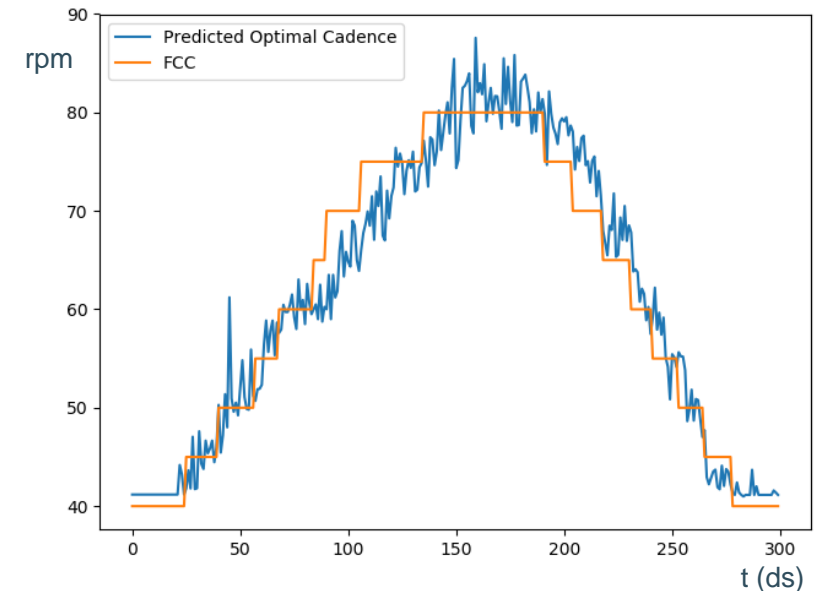
Tree

- + Snelheid
- Noise
- Consistentie



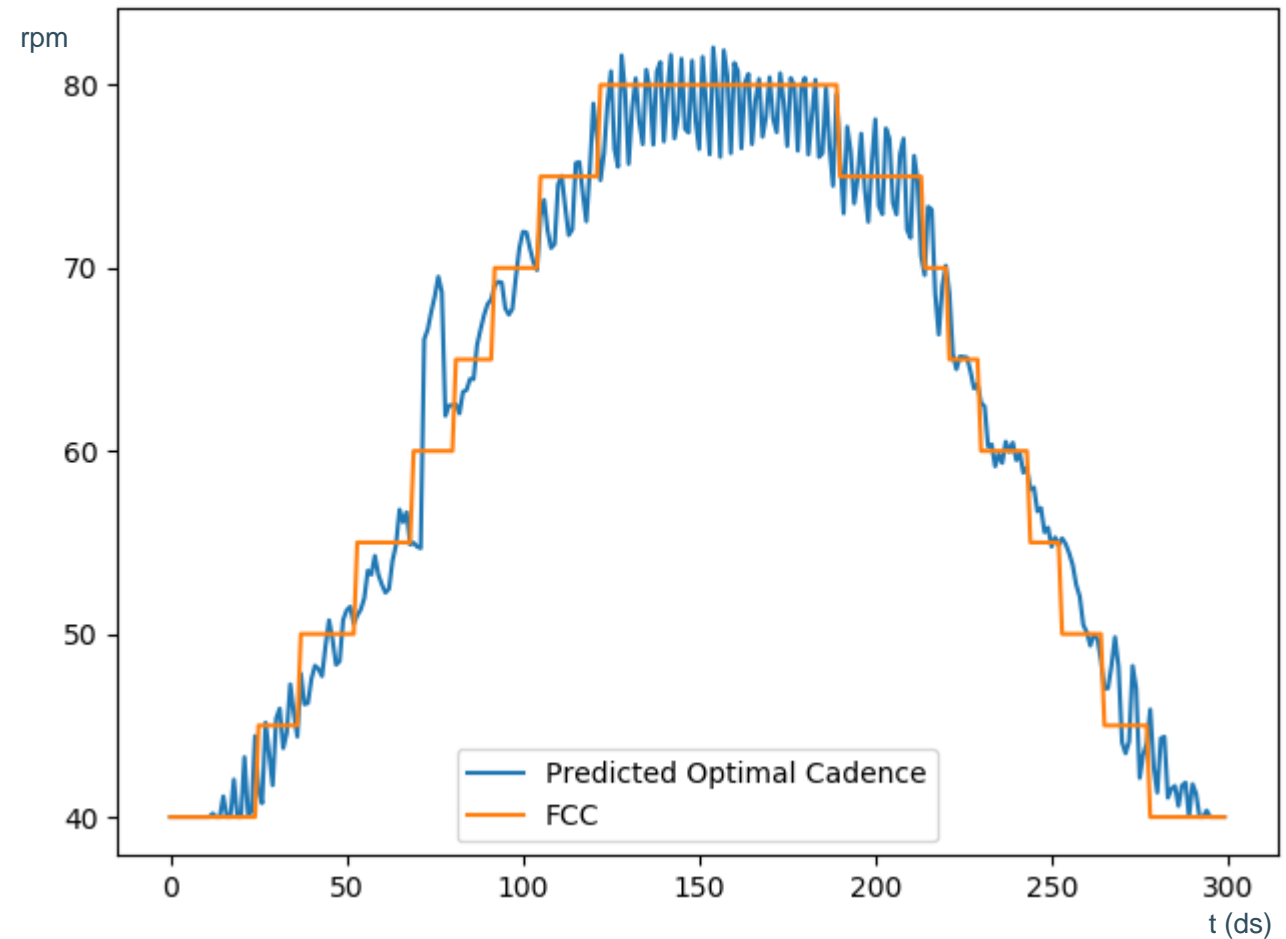
Random Forest

- + Snelheid
- + Noise
- + Consistentie



Passive Aggressive Algorithm (Perceptron)

- + Snelheid
- + Online
- Noise



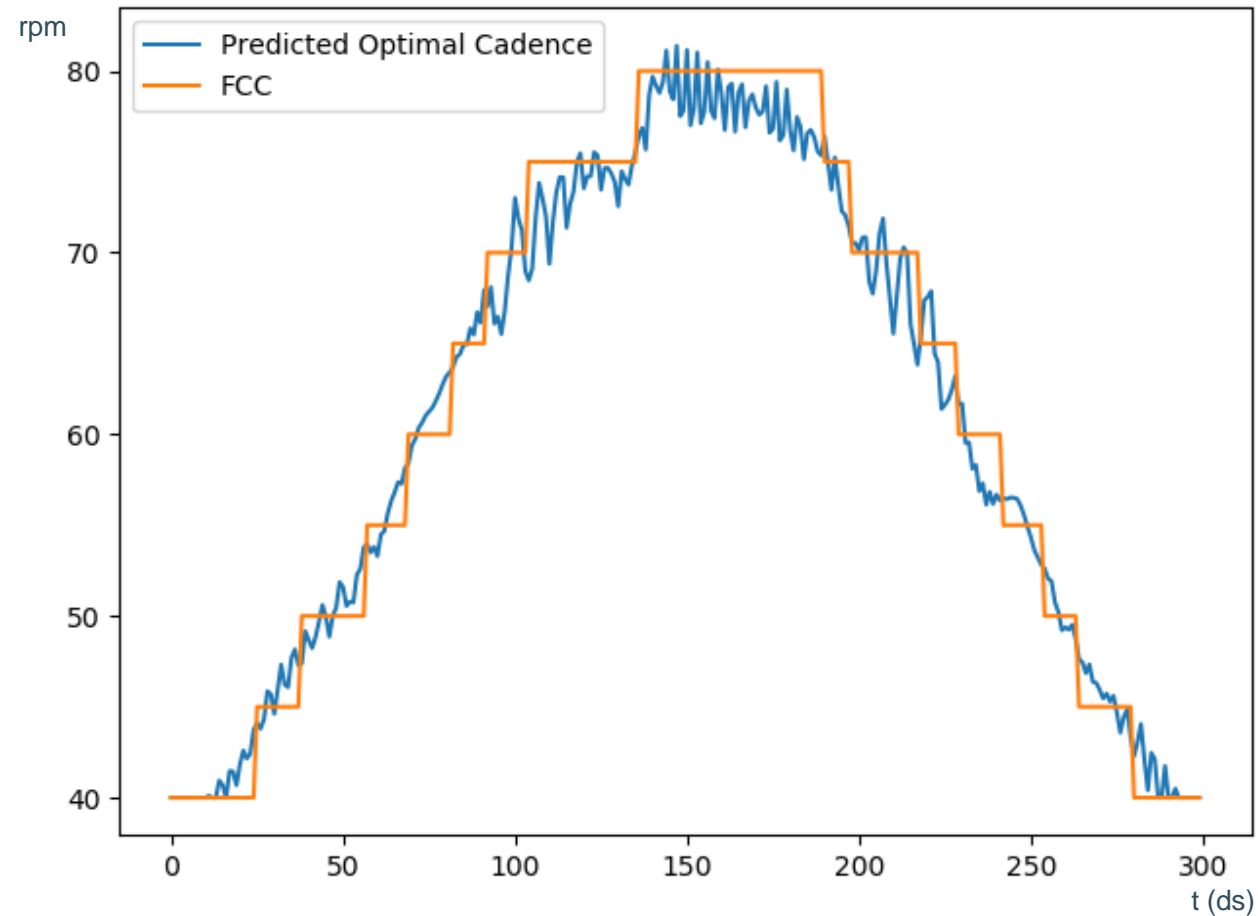
Content

1. Probleemstelling
2. Benodigdheden
3. Preprocessing
4. Modellen
- 5. Postprocessing**
6. Wat volgt?

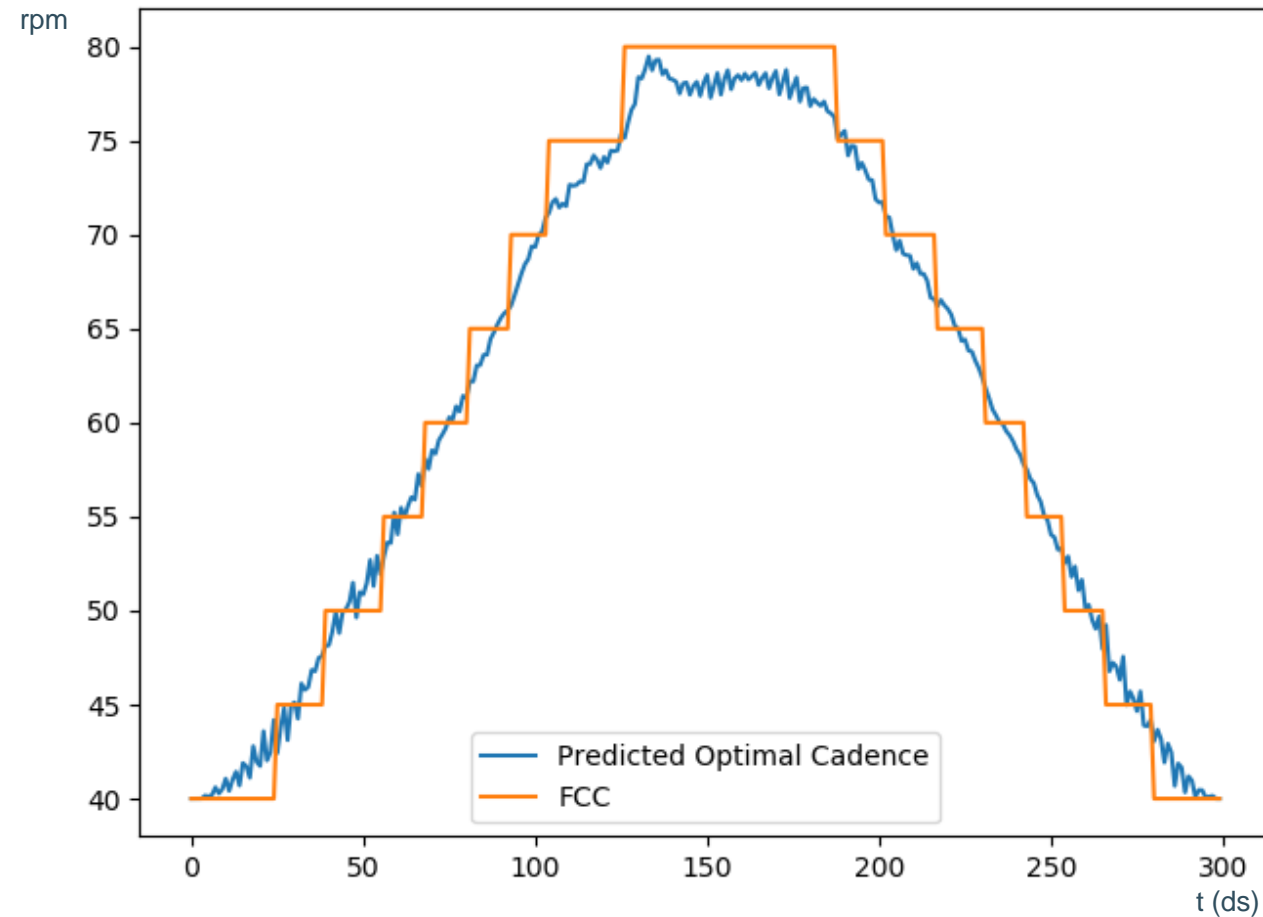
Postprocessing

- Geen
- Gemiddelde
- Exponential Smoothing
- Moving Average

Geen postprocessing

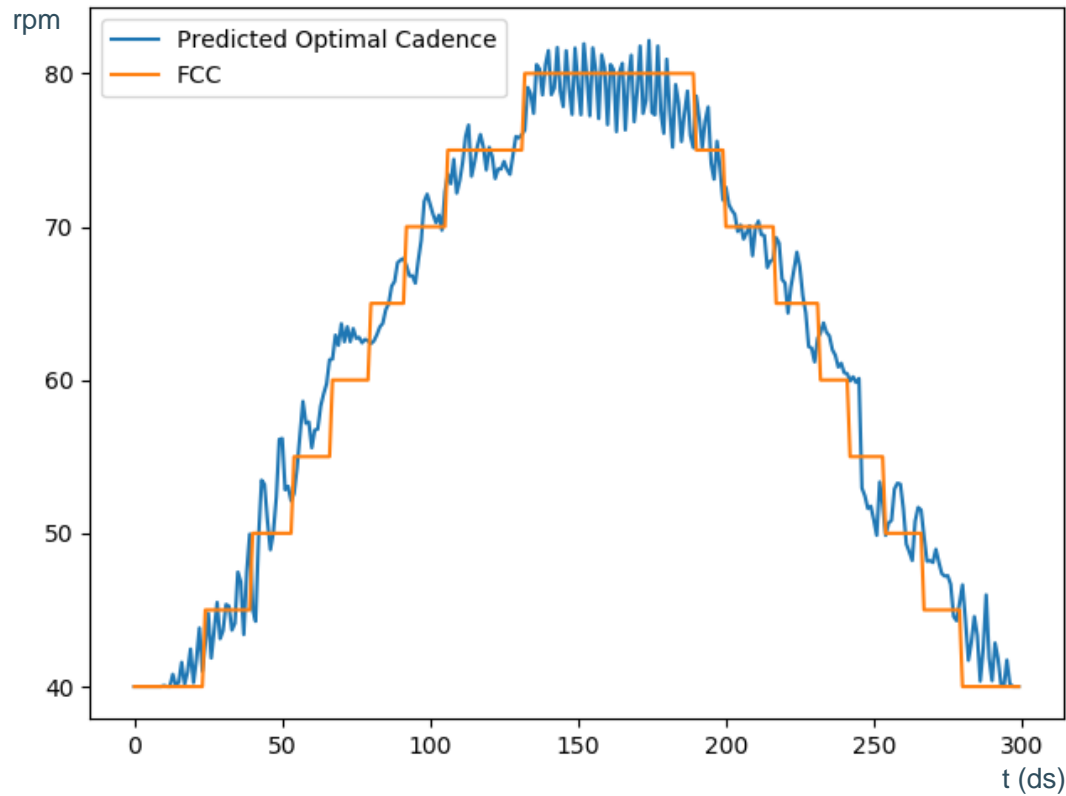


Gemiddelde

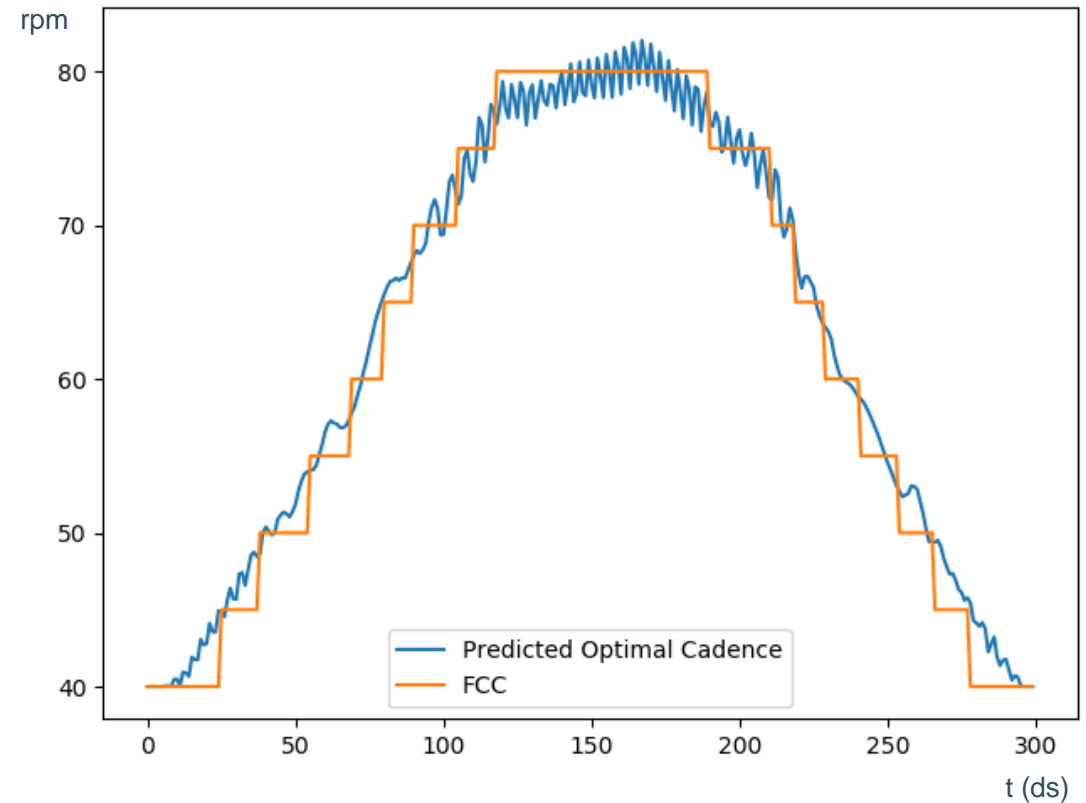


Exponential Smoothing

$$rpm_t = \alpha * x_t + (1 - \alpha) * rpm_{t-1}$$



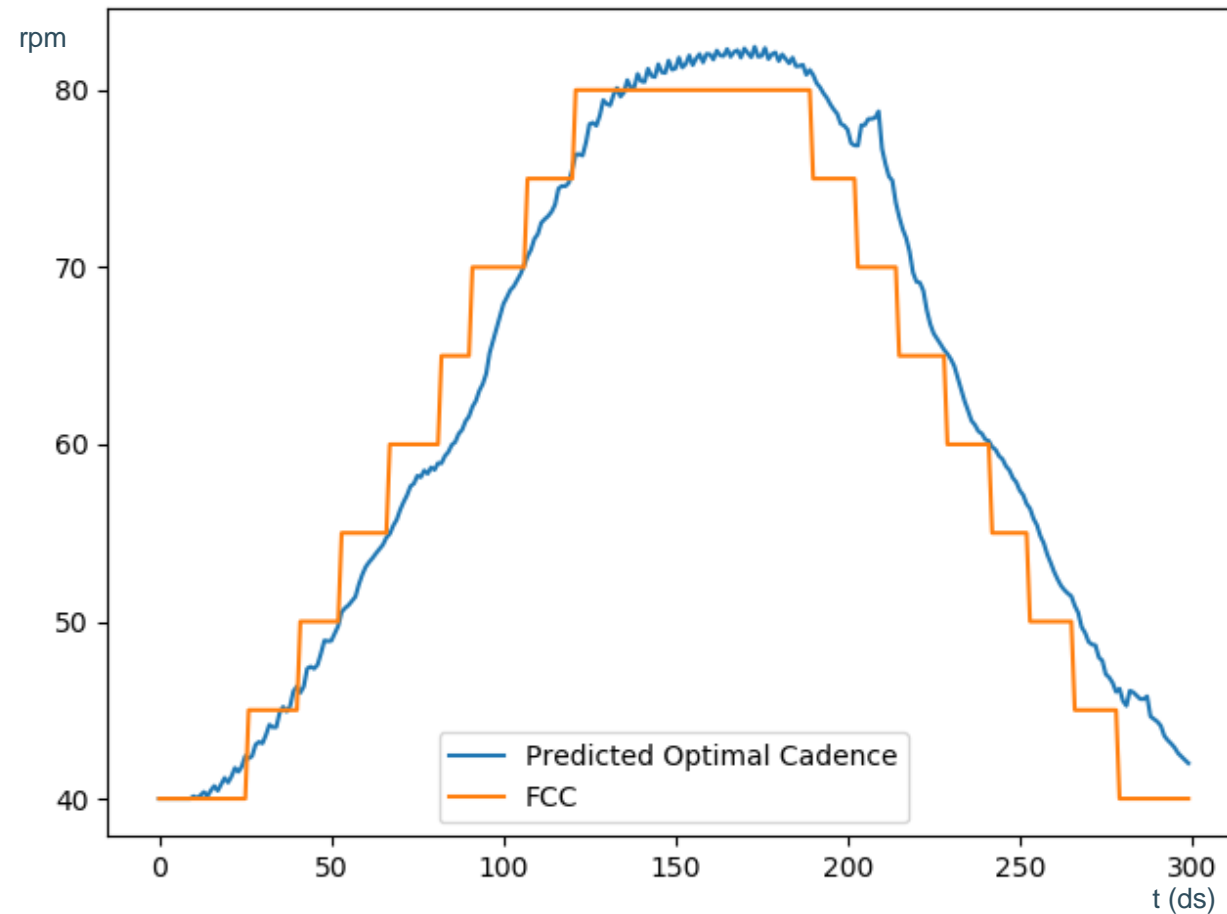
$\alpha = 0,9$



$\alpha = 0,5$

Moving Average

$$rpm_t = \frac{\sum_{i=1}^4 rpm_{t-i} + x_t}{5}$$



Content

1. Probleemstelling
2. Benodigdheden
3. Preprocessing
4. Modellen
5. Postprocessing
6. **Wat volgt?**

Wat volgt?

- Aanpassingen van fietser simuleren
- Model testen op gelogde data
- Model verbeteren
- Model op fiets zetten

Bedankt

Vragen?