

Modeling slipstreaming effects in vehicle platoons

Michele Segata
Renato Lo Cigno
Supervisori

Andrea Stedile
Studente



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Laurea triennale in Informatica

21/07/2020

Abilitare la comunicazione e la cooperazione fra veicoli per ridurre le loro distanze reciproche:

- Per aumentare la capacità delle strade
- Per ridurre i consumi
 - **Di quanto?**



Figura 1: Platoon di cinque veicoli.

© Volvo

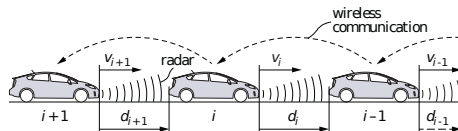


Figura 2: Componenti di un platoon.

© IEEE

Slipstreaming

Tecnica per ridurre la resistenza aerodinamica (drag):

$$F_d = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A \rightarrow C_d = \frac{2F_d}{\rho v^2 A} \quad (1)$$

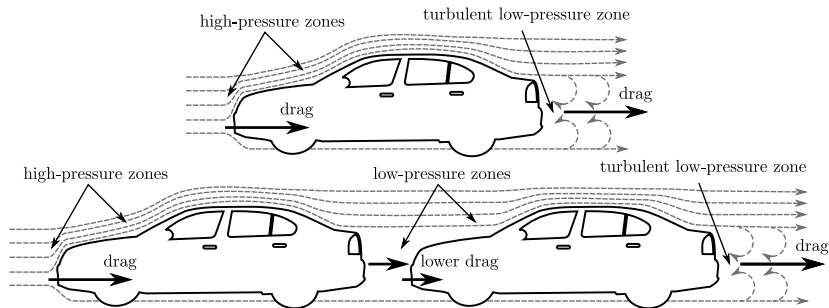


Figura 3: Fonti di resistenza aerodinamica, per un'auto singola e in platoon

I platoon riducono sempre i consumi? Di quanto?

- In questa indagine, posso usare simulatori di traffico e platoon?

In questa tesi:

- Studio dell'aerodinamica dei platoon con OpenFOAM
- Sviluppo di un modello aerodinamico con SUMO + PLEXE
- Preperazione di tool per svolgere ricerche future

Reistenza aerodinamica:

- Come cambia in base al numero e alle distanze dei veicoli?

CFD: simulazione numerica di fluidi

- OpenFOAM
- Ahmed body

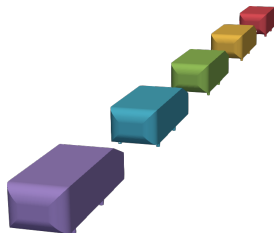
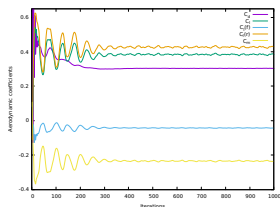


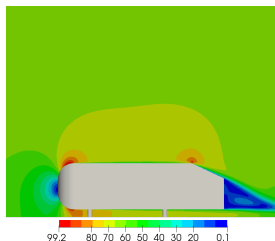
Figura 4: Vista frontale di un platoon di cinque Ahmed body

Ahmed body isolato

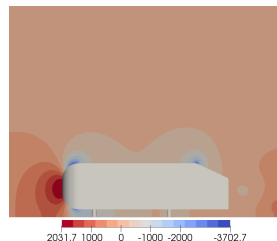
- C_d sperimentale = 0.298
- C_d simulazione = 0.303 (errore < 2%)



(a) Coefficienti delle forze aerodinamiche



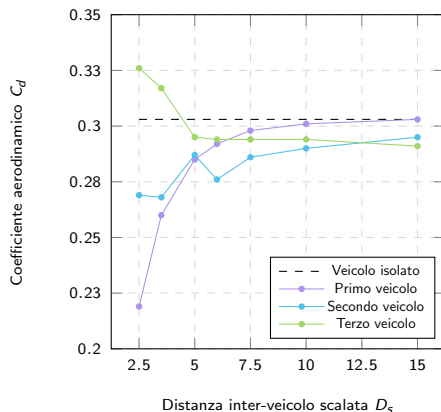
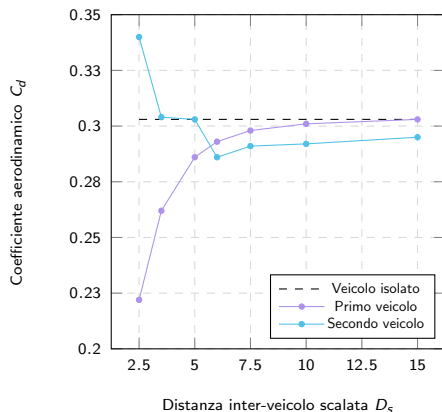
(b) Plot velocità (m/s)



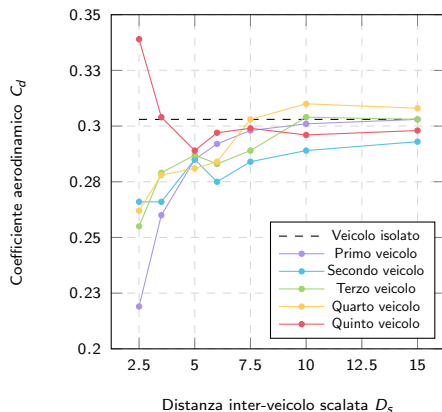
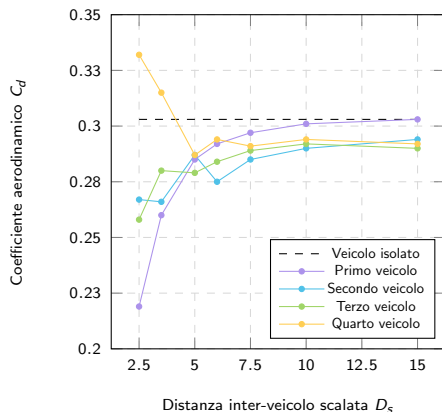
(c) Plot pressione (Pa)

Figura 5: Risultati della simulazione dell'Ahmed body isolato

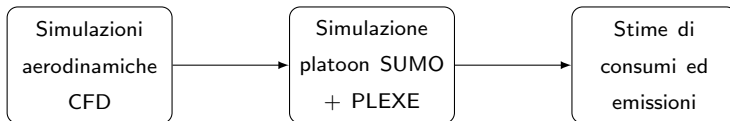
Ahmed body in platoon



Ahmed body in platoon



Modello aerodinamico: prova di fattibilità



Un veicolo elettrico (a batteria) accelera e si accoda ad un tir.

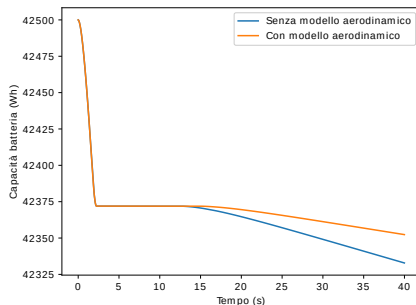


Figura 6: Consumo di batteria del veicolo elettrico

Abbiamo imparato che:

- L'interesse nell'aerodinamica e riduzione delle emissioni dei platoon è solo recente
- I simulatori di traffico non hanno ancora modelli aerodinamici avanzati

In futuro:

- Quali forme sono aerodinamicamente favorevoli per il platooning?
- Campagna di simulazioni CFD
- Migliorare il modello aerodinamico



UNIVERSITÀ DI TRENTO

Grazie per l'attenzione

Extra: Funzionamento modello aerodinamico

Definizione dei platoon:

Tir, Berlina, Berlina

0 m, 5 m, 5 m

-2%, -30%, -20%

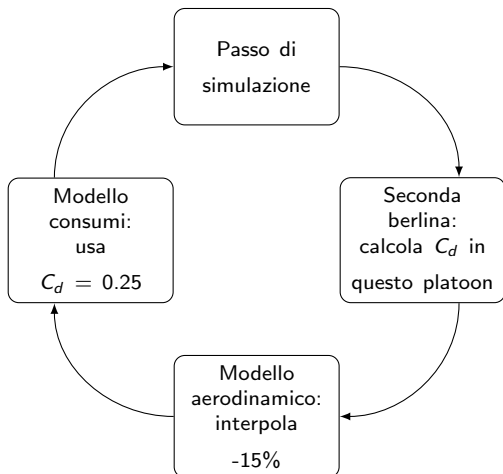
Tir, Berlina, Berlina

0 m, 10 m, 10 m

-1%, -10%, -5%

Setup simulazione:

- Tir, berlina, berlina
- Distanza: 7.5 m
- C_d seconda berlina: 0.3



Passaggi fondamentali del processo:

- Condizioni iniziali, parametri turbolenza
- Inserimento veicoli
- Mesh
- Simulazione vera e propria
- Verifica e validazione dei risultati

Considerazioni:

- Modello di turbolenza
- Costi computazionali

Extra: Tool GUI (1)

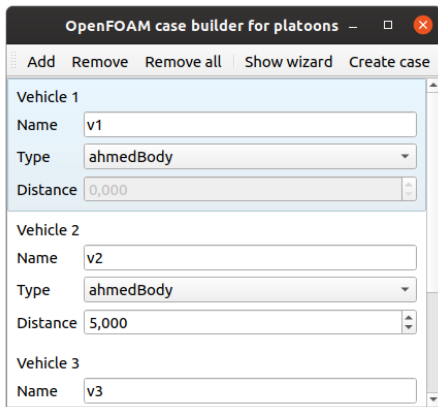


Figura 7: Selezionamento dei veicoli del platoon

Extra: Tool GUI (2)

The image shows two sequential windows from a simulation setup wizard.

Turbulence variables
Adjust the turbulence variables.

Preset: Custom

speed: 25,00

Estimate: ☒

k: 0,375

ω : 0,224

< Back Next > Cancel

Layers
Control how the layers should grow on the surfaces

Preset: Ahmed body (thesis)

Floor

Number of layers: 2

First layer thickness: 0,003300

Expansion ratio: 1,20

Vehicle

Number of layers: 4

First layer thickness: 0,001044

Expansion ratio: 1,20

< Back Finish Cancel

Figura 8: Wizard per il setup della simulazione