



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DINFO

Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione



Studio di Leggi di Controllo per il Vehicle Platooning: Implementazione e Simulazione con BlenSor

Chiara Gori

- Guida autonoma applicata al vehicle platooning
- Focus su implementazione di legge di controllo
- Simulazione numerica e visualizzazione dei risultati con BlenSor
- «BlenSor» : Blender + Sensor
Libreria open-source di Blender con utilizzo di sensori LiDAR



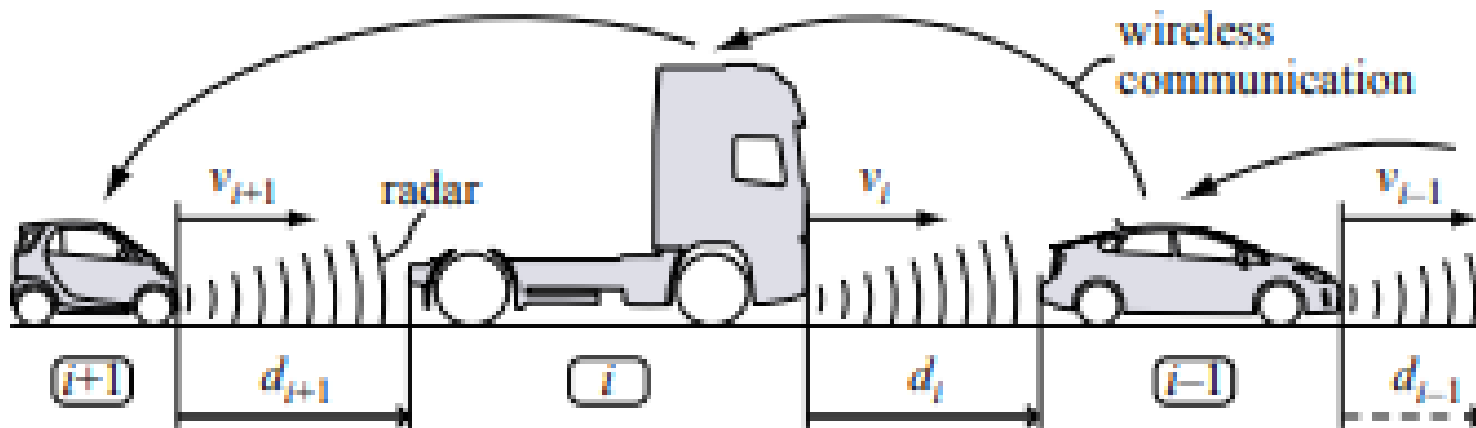
Problema del vehicle platooning

- Serie di veicoli in formazione ravvicinata
- Coordinamento velocità e distanze
- Vantaggi:
 - Sicurezza stradale
 - Efficienza del traffico
 - Risparmio carburante
- **V2V** o V2I



Cooperative Adaptive Cruise Control

- Ottimizza velocità e distanze attraverso
 - Comunicazione wireless interveicolare
 - Informazioni raccolte da sensori radar / LiDAR



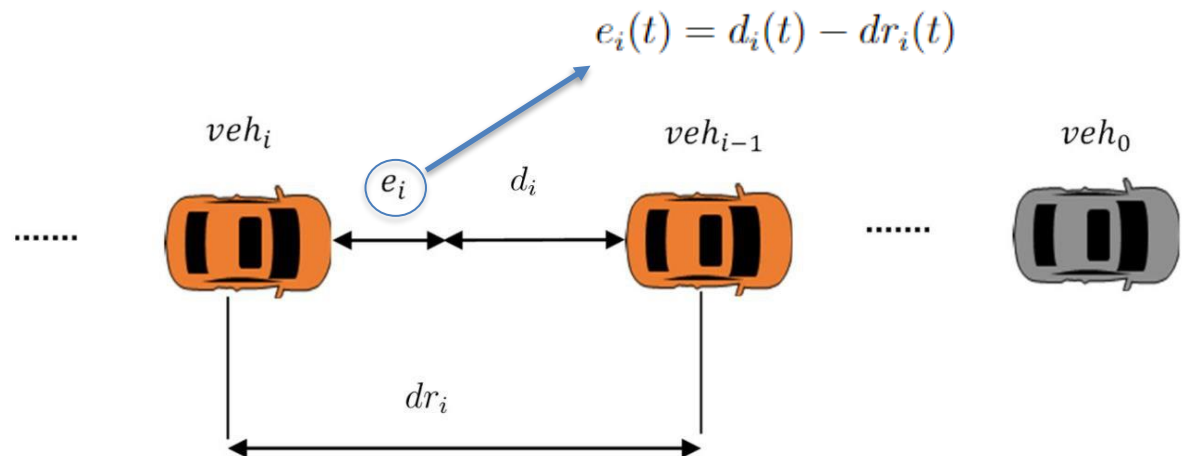
- Veicoli omogenei
- Modello del veicolo:

$$\begin{pmatrix} \dot{d}_i \\ \dot{v}_i \\ \dot{a}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{i-1} - v_i \\ a_i \\ -\frac{1}{\tau}a_i + \frac{1}{\tau}u_i \end{pmatrix}$$

- Controllo proporzionale derivativo

$$h\dot{u}_i = -u_i + \xi_i$$

$$\xi_i = K \begin{pmatrix} e_i \\ \dot{e}_i \\ \ddot{e}_i \end{pmatrix} + u_{i-1}$$



- dr_i distanza di sicurezza desiderata

- Conversione in formato tempo-discreto
- Introduzione di limiti fisici
- Diverse tipologie di veicoli (automobili / autobus)
- Aggiornamento dello stato ad ogni time step, calcolo dell'errore e propagazione dell'input al veicolo successivo

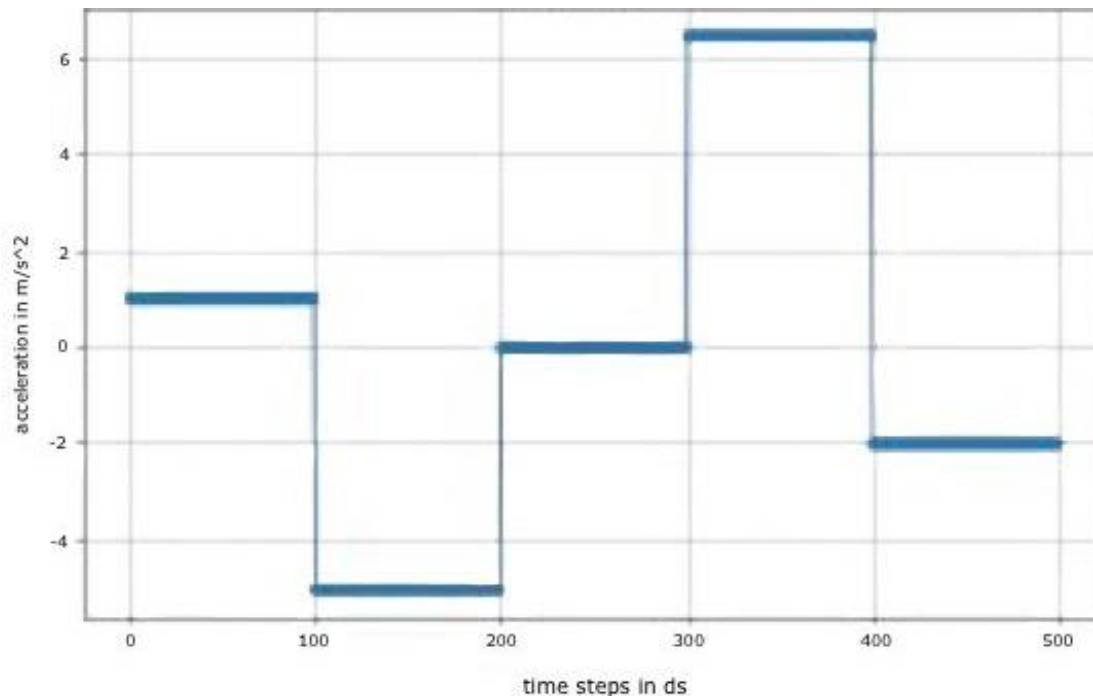
- 2 file CSV
 - Traiettorie dei veicoli:

Time	x	y	vx	vy	Heading	Label	vehicle_type
0	-1.854	0	21.474	0	0	traj_0	car
1	0.294	0	21.673	0	0	traj_0	car
...
0	-105.621	0	23.787	0	0	traj_1	car
1	-103.262	0	23.787	0	0	traj_1	car
...

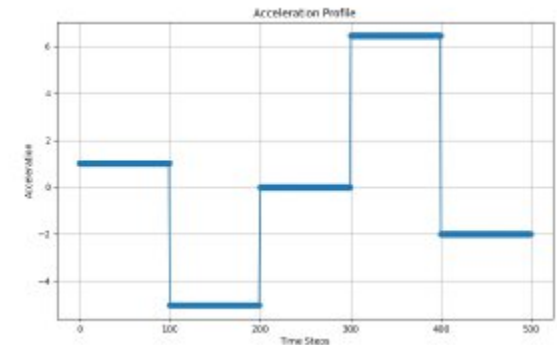
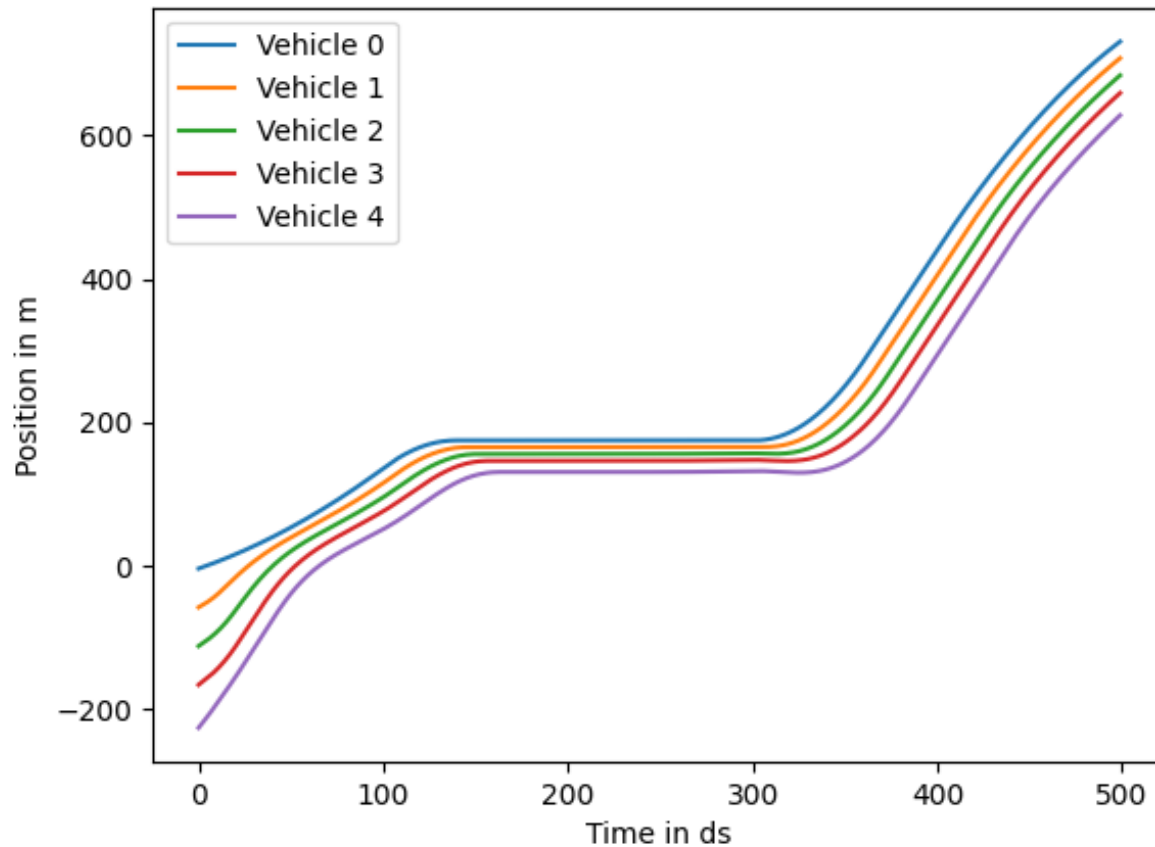
- Posizione sensori:

x	y	z	x_rotation	y_rotation	z_rotation	rel_traj
-35.0649	10	2.5	90	0	0	None
57.4025	-10	2.5	90	0	0	None
149.8700	10	2.5	90	0	0	None
242.3375	-10	2.5	90	0	0	None
...

- Numero veicoli: 5 (altrimenti arbitrario)
- Distanza interveicolare iniziale $d0 = 50$ m (altrimenti arbitraria)
- Velocità iniziale casuale (altrimenti nulla o uguale per ogni veicolo)
- Profilo accelerazione del primo veicolo:

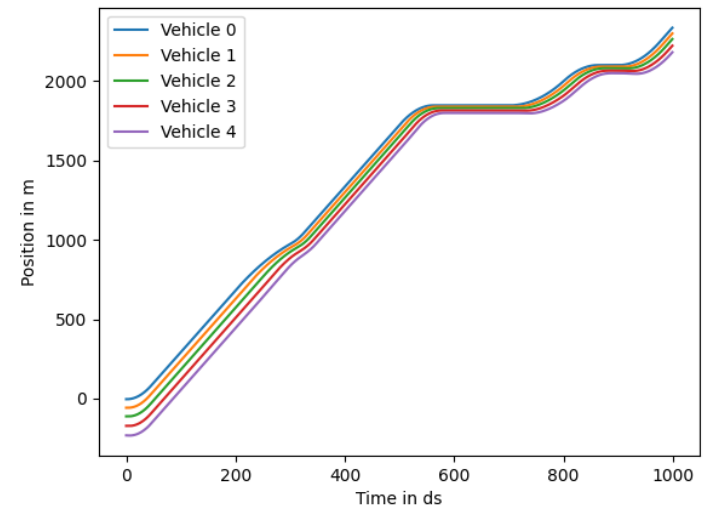
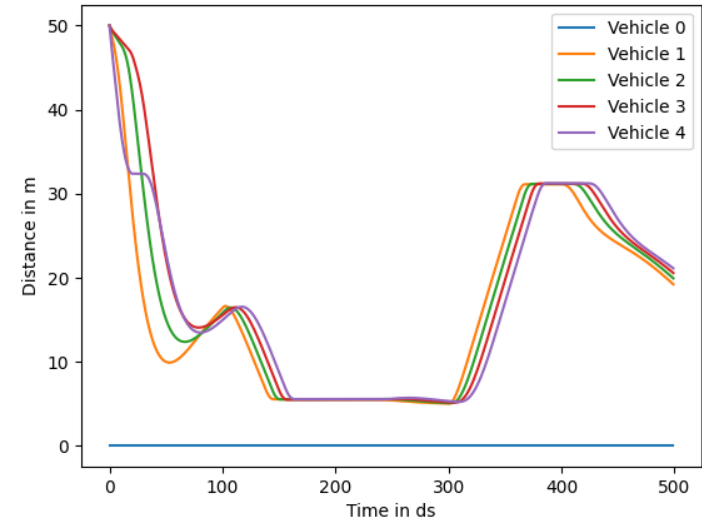


- Posizioni nel tempo:



(notiamo che l'ultimo veicolo è un bus)

- Distanze interveicolari nel tempo:
 - Sempre > 0 : no incidenti
 - Sempre nulla per il primo veicolo
- Esempio di simulazione estesa:
(1000 passi)



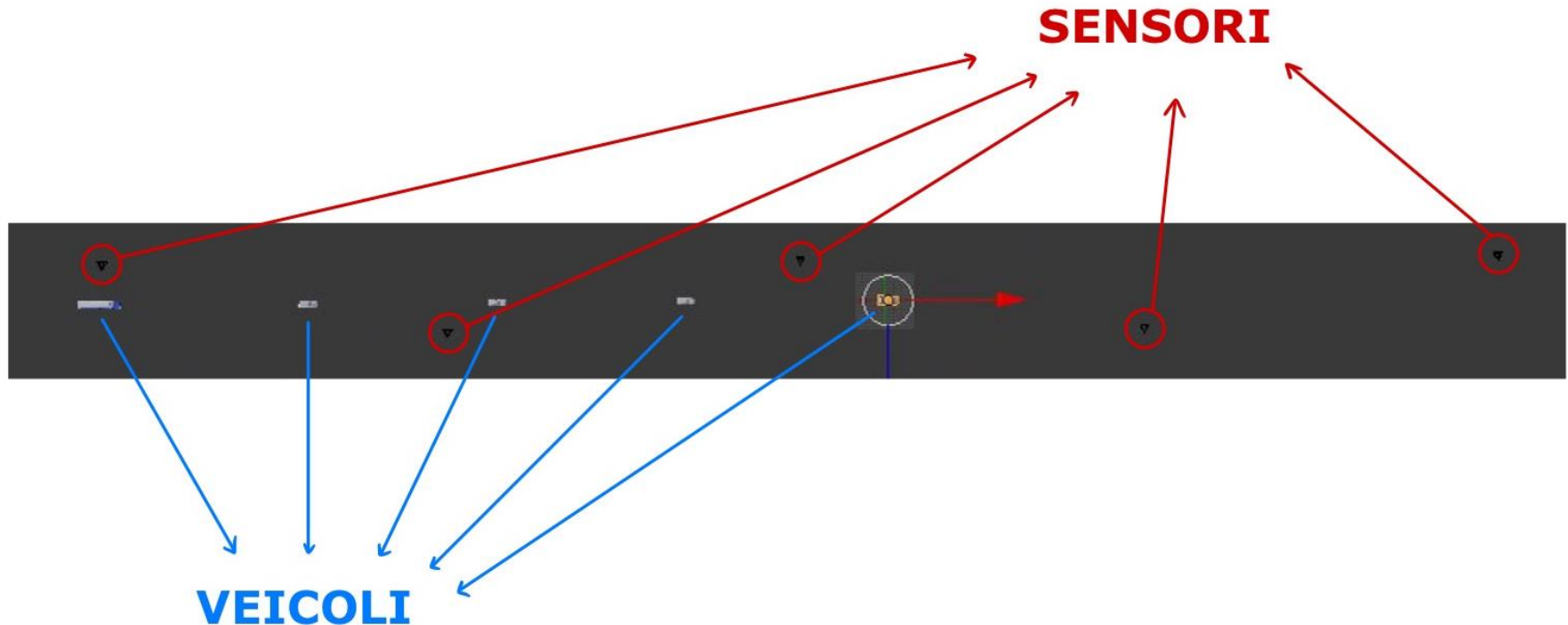
- Applicazione open-source
- Modellazione, animazione, **rendering** e montaggio video
- API Python
 - Script per personalizzare e automatizzare operazioni



- Libreria open-source
- Estendere le funzionalità di Blender
 - Automatizzare l'acquisizione di dati e il rilevamento di oggetti
 - Simulazioni realistiche di sensori e ambienti
- Sensore LiDAR Velodyne HDL-64E
 - Campo fino a 120m
 - Precisione < 2 cm
 - Numero di punti rilevabili al secondo fino a 1.3 milioni



- CSV in ingresso



- Scansione ciclica della scena
- Dati raccolti: NumPy → CSV

- CSV → Stanford Triangle Format (.PLY)



- Analisi e simulazione del comportamento di platoon di veicoli:
 - Simulazione numerica e modellazione 3D
- Blender e BlenSor:
 - Creazione di modelli e posizionamento relativo
 - Personalizzazione degli scenari
- Possibili estensioni future:
 - Integrazione delle informazioni dei sensori ambientali nella legge di controllo
 - Introduzione di veicoli non autonomi nel convoglio
 - Dotazione di intelligenza ai veicoli