

STRATEGIE DI RACELINE OPTIMIZATION IN F1TENTH AUTONOMOUS RACING

| Laurea Triennale in Informatica

Emanuele Manca

Relatore: Nicola Basilico

Correlatori: Michele Antonazzi

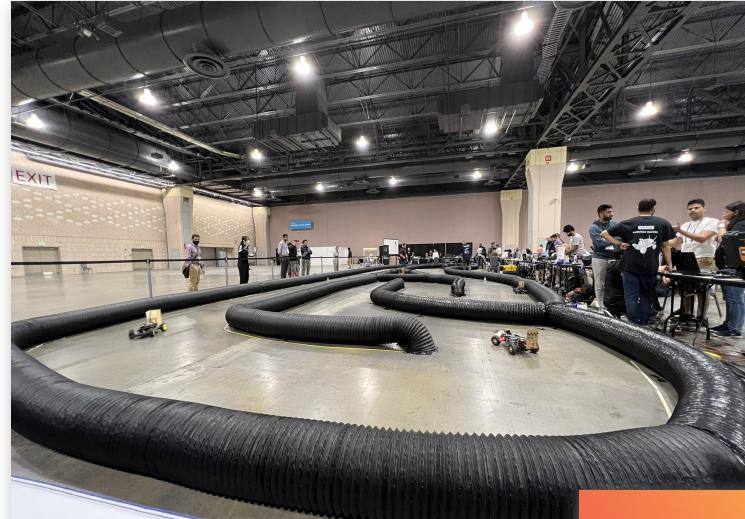
Matteo Luperto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Contesto

La comunità di **F1TENTH** (1:10) promuove la ricerca nel settore della **guida autonoma** e organizza competizioni internazionali di **gare di robot**

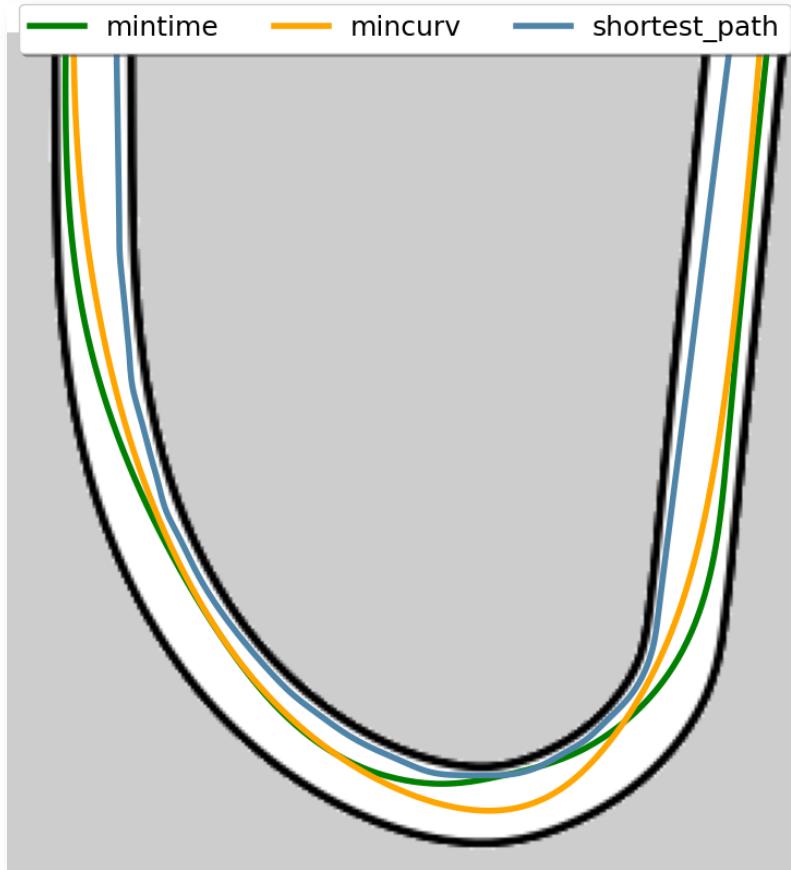


Obiettivi

Problema: qual è il miglior approccio per completare un giro con un robot di F1TENTH?

Analizzare e valutare diverse strategie di ottimizzazione:

- ▶ Percorso col minor tempo (*mintime*)
- ▶ Percorso con la minor curvatura (*mincurv*)
- ▶ Percorso più breve (*shortest path*)



Algoritmi

Per percorso più breve e minima curvatura:

I

Path Planning
(Geometric QP)



II

Velocity Planning
(Forward-Backward solver)

- ▶ Semplice e *veloce*
- ▶ Ampiamente studiato
- ▶ Richiede *pochi parametri*

- ▶ *Sufficientemente preciso*
- ▶ *Indipendenza* dei sample
- ▶ Semplice

Per *tempo minimo*:

vengono risolti **contemporaneamente** (*controllo ottimale*)

Implementazione

1. Scelta dei *circuiti* (scala 1:10)
2. Generazione delle **centerline**
3. **Tuning** degli algoritmi
4. Raccolta delle raceline
5. *Analisi* con Jupyter Notebook

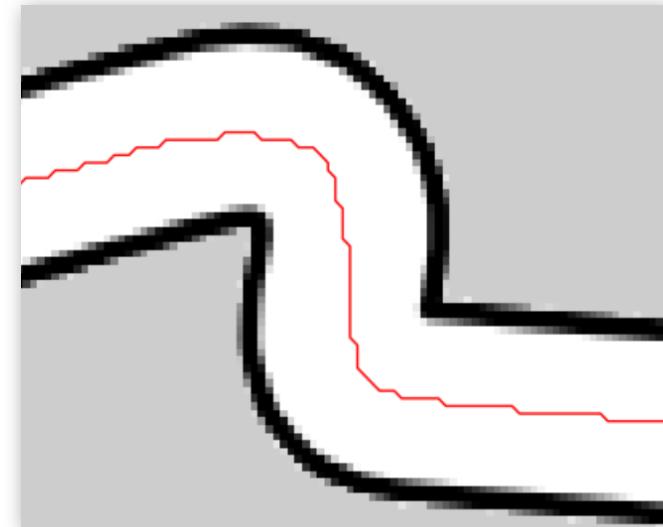
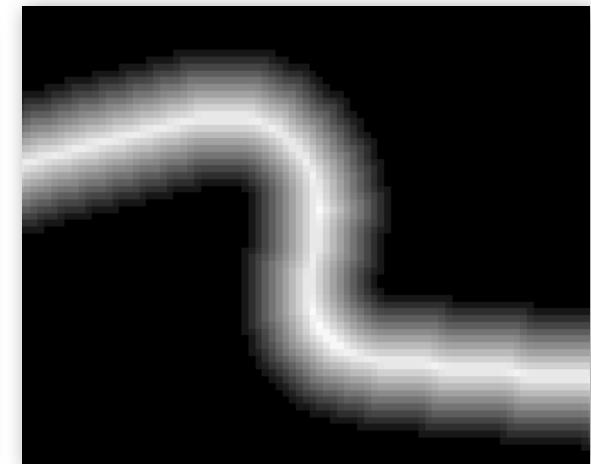


3

Centerline

È un **percorso di riferimento**,
l'algoritmo cercherà di
adattarla per trovare il
tracciato ottimo.

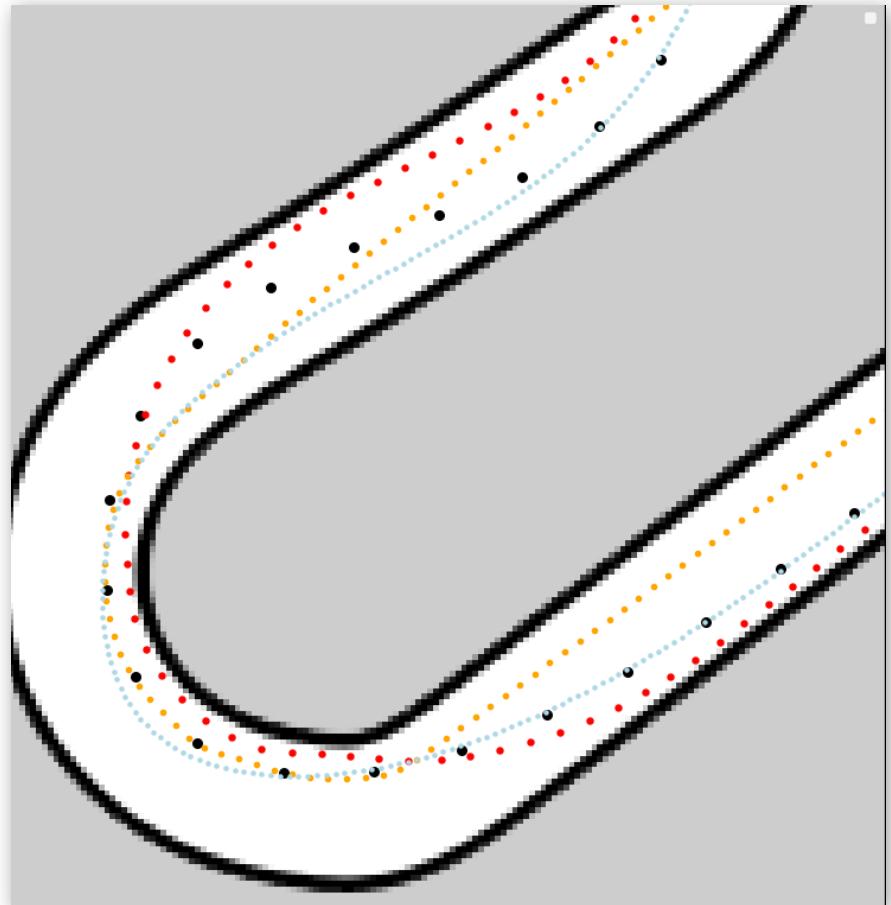
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	1.0	1.41	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	2.0	2.24	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	1.41	2.24	3.16	2.24	1.41	1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	2.0	2.24	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	1.0	1.0	1.41	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Euclidian Distance Transform:
Calcola la distanza euclidea dal
background dell'immagine (nero)

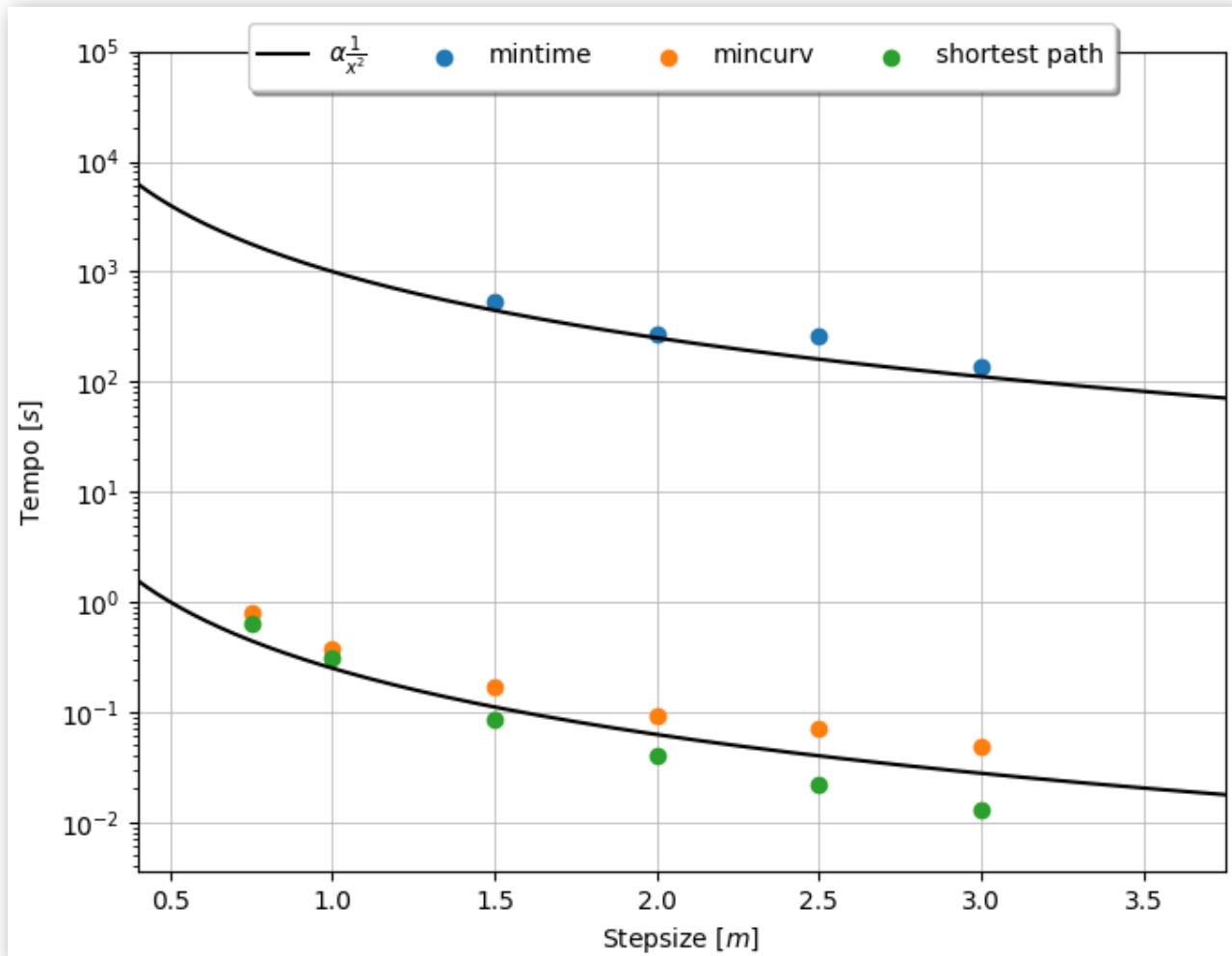
La raceline viene **discretizzata** in diversi *sample* ad una certa distanza di **stepsize**.

Sample più vicini (minore stepsize) equivale ad una *maggior accuratezza*.



Metriche:

- ▶ *Lap time*
- ▶ *Lunghezza*
- ▶ *Curvatura*
- ▶ *Velocità*
- ▶ *Accelerazione*
- ▶ *Tempo di esecuzione*



4

Monza

Lap time [s]

50.72

33.74

41.37

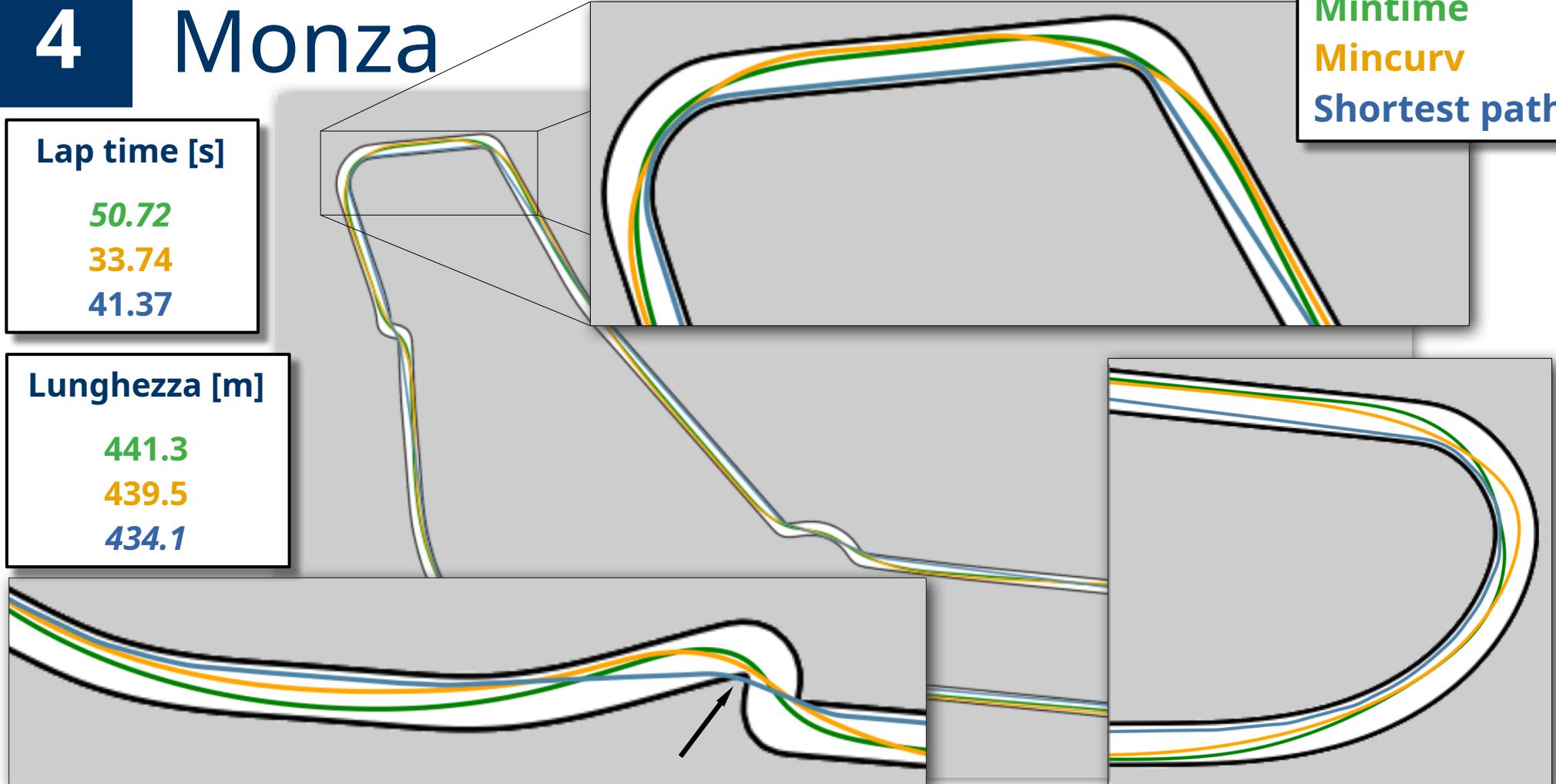
Lunghezza [m]

441.3

439.5

434.1

Mintime
Mincurv
Shortest path



Mintime

Mincurv

Shortest



Lap time [s]

76.25

49.22

55.12

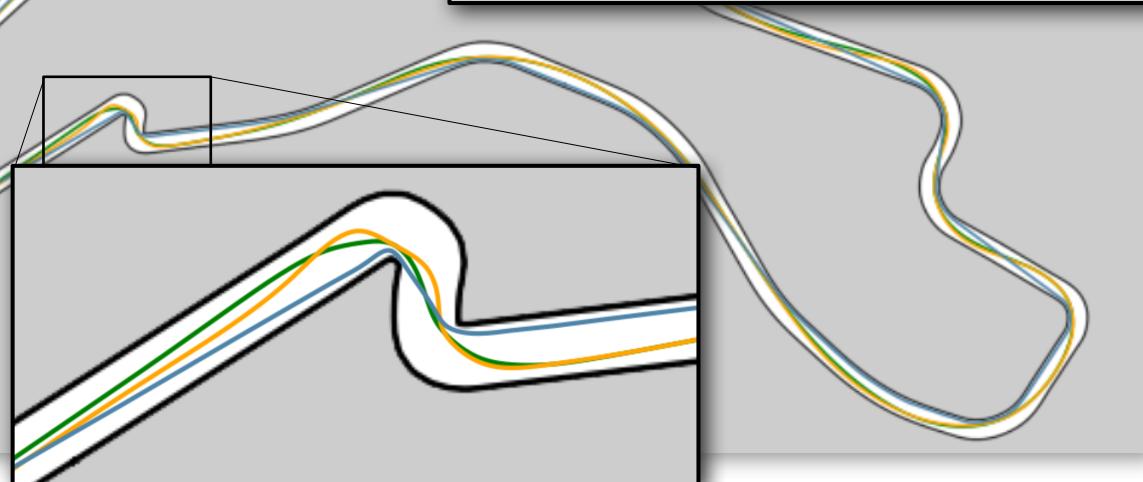
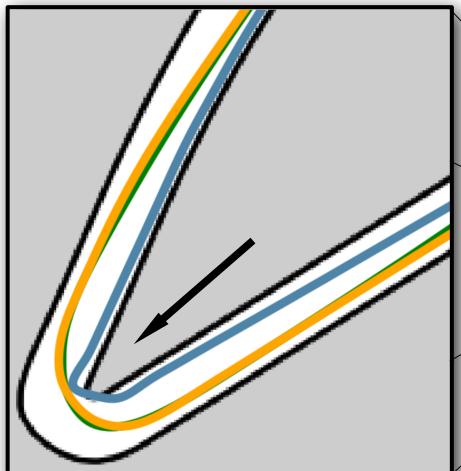
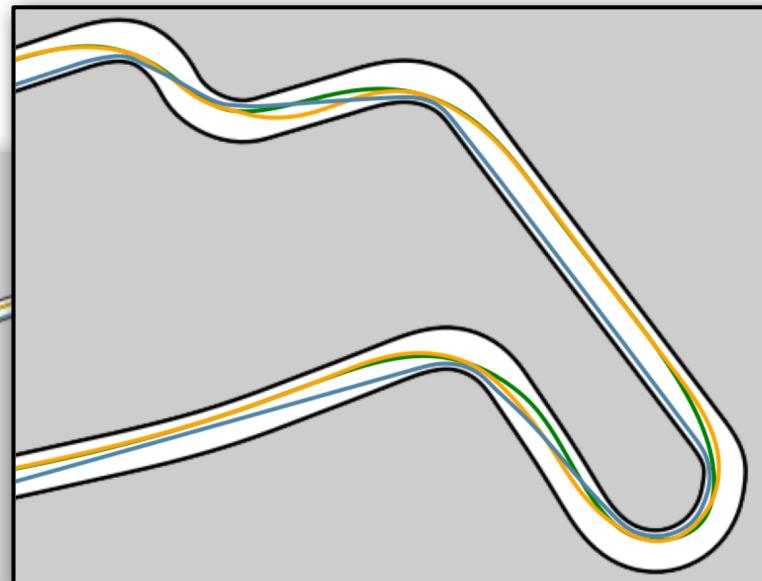
Lunghezza [m]

545.3

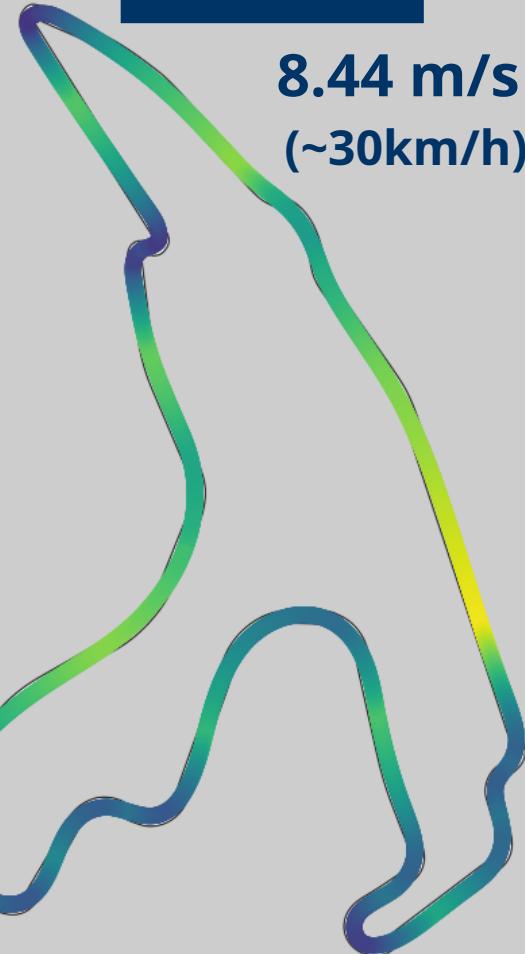
546.8

532.9

Mintime
Mincurv
Shortest path



Mintime



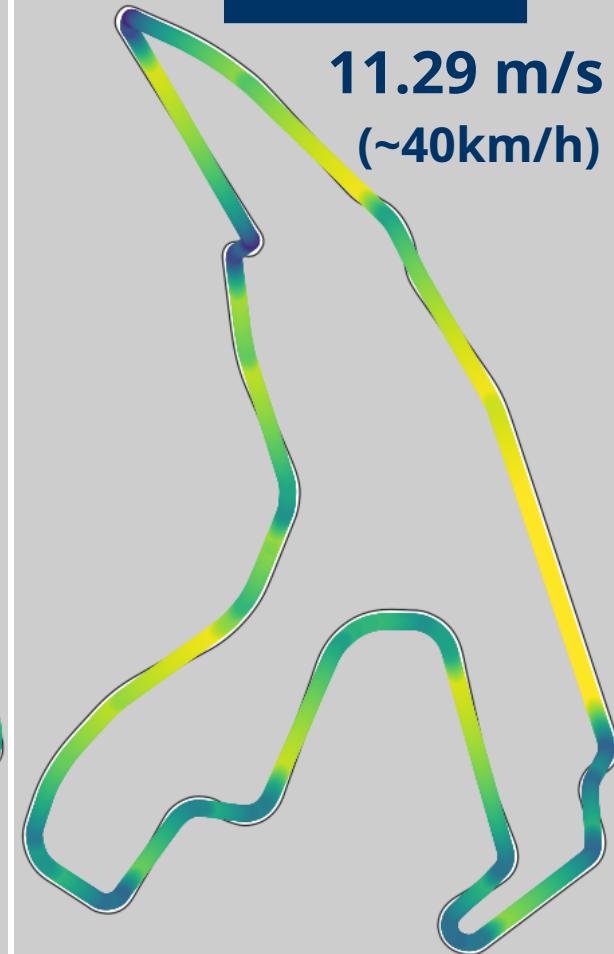
8.44 m/s
 $(\sim 30 \text{ km/h})$

Mincurv

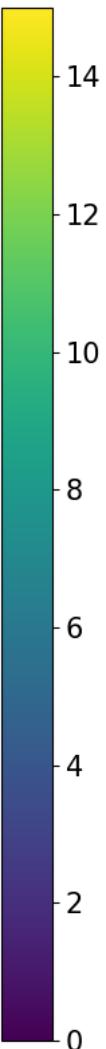


12.82 m/s
 $(\sim 45 \text{ km/h})$

Shortest



11.29 m/s
 $(\sim 40 \text{ km/h})$



Da sperimentazioni col simulatore è risultato che *mintime* produce raceline **più realistiche** perché integra l'attrito pneumatici-terreno.

- ▶ Shortest path e mincurv hanno una modellazione *più rilassata*
- ▶ Mincurv è più sensibile alla velocità massima
- ▶ Shortest path è più sensibile al stepsize



Grazie per l'ascolto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO