

# BREUCA



# Objetivos

- ✓ Desenvolvimento de um simulador de Realidade Virtual projetado para ser usado num ambiente de jogo e que permitirá aos seus utilizadores competir em tempo real contra pilotos na pista, imergindo-os num ambiente tão real quanto possível.
- ✓ Permitir ajustes na condução e nas definições no automóvel por forma a obter o melhor tempo por volta.



## Motivação

- Na competição automobilística, o uso de simuladores é cada vez mais importante, tanto na evolução dos pilotos, na redução dos custos de desenvolvimento/engenharia e na proteção ambiental.
- O Problema do Tempo Mínimo de Volta (**MLTP** - Minimum Lap Time Problem) consiste em determinar os controles para um veículo selecionado por forma a se obter o menor tempo numa volta.
- As simulações com soluções do MLTP são especialmente importantes no treino, design, otimização e configuração de veículos de corrida.
- Nas últimas décadas, as soluções para o MLTP têm-se tornado uma ferramenta amplamente utilizada para melhorar o desempenho dos veículos de corrida.
- O MLTP não tem só um grande interesse prático para ajudar a projetar, otimizar e configurar um veículo para desempenho máximo, **mas também é um desafio matemático!**

## Abordagens

- **QSS** (Quasi Steady State): trajetória dada como input, dividida em segmentos; aceleração longitudinal nula nos pontos onde a curvatura tem máximo local (*apex*); velocidade calculada de acordo com um diagrama g-g

Tempos de execução reduzidos, mas com resultados não tão robustos

- **OCP** (problema do controlo ótimo): traduzir o MLTP para um problema de Teoria de Controlo.

Permite colocar vários DOF; investigação recente bem documentada, com resultados robustos; diversas bibliotecas de software para a resolução do problema. Tempos de execução dilatados.

- **Deep learning**: uso generalizado de NN.

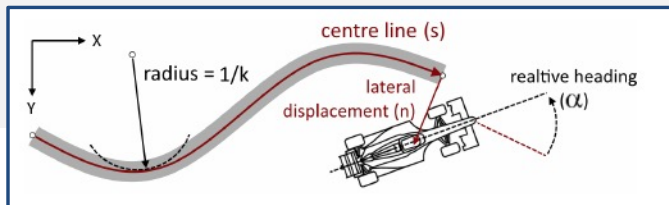
Tempos de execução curtos; aplicações centradas na condução autónoma, ou em simulação de jogos, pouca documentação existente para este tipo de cenário.

# A pista

A pista é descrita à custa da curvatura  $\kappa$  como função da abscissa  $s$  curvilínea do centro da pista.

A posição do carro é dada por:

- $s$
- o vetor  $n$  de translação do centro da pista
- rumo  $\alpha$  relativo à direção da linha central da pista



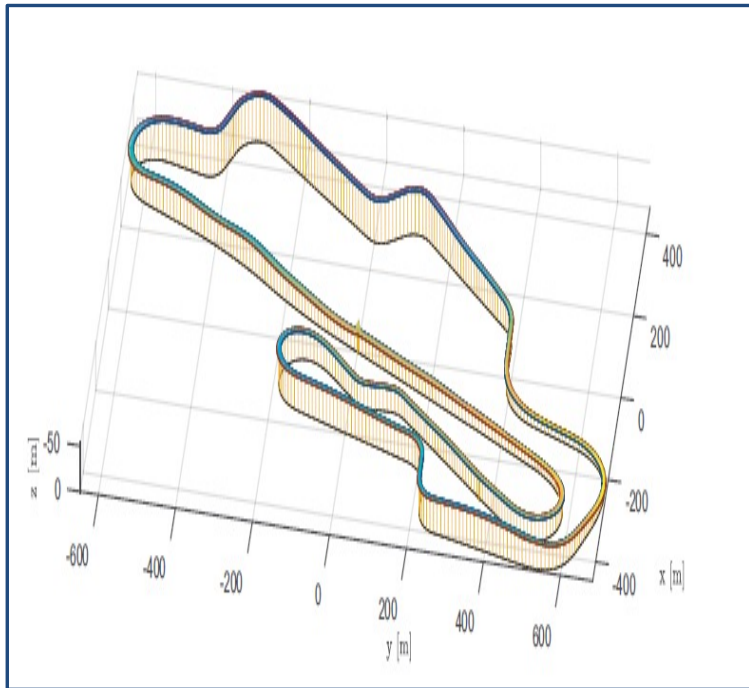
Uma pista 3d pode ser modelada à custa de 7 variáveis:

- A posição central na pista  $C(s) = (x(s), y(s), z(s))$
- A largura da pista  $r_w(s)$
- A matriz de orientação  $R(s) = (\theta(s), \sigma(s), \beta(s))$ , com  $R(s) = R_z(\theta(s))R_y(\sigma(s))R_x(\beta(s))$ .

$$R_x(x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(x) & -\sin(x) \\ 0 & \sin(x) & \cos(x) \end{bmatrix}, \quad R_y(x) = \begin{bmatrix} \cos(x) & 0 & -\sin(x) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(x) & 0 & \cos(x) \end{bmatrix}$$
$$R_z(x) = \begin{bmatrix} \cos(x) & -\sin(x) & 0 \\ \sin(x) & \cos(x) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

- ❖ Fronteira esquerda e direita são extraídas de um mapa 3d
- ❖ A pista é modelada através de um OCP, obtendo  $\theta, \sigma, \beta, r_w$ .

## Circuito de Mugello



## Resultados obtidos no Circuito de Mugello

