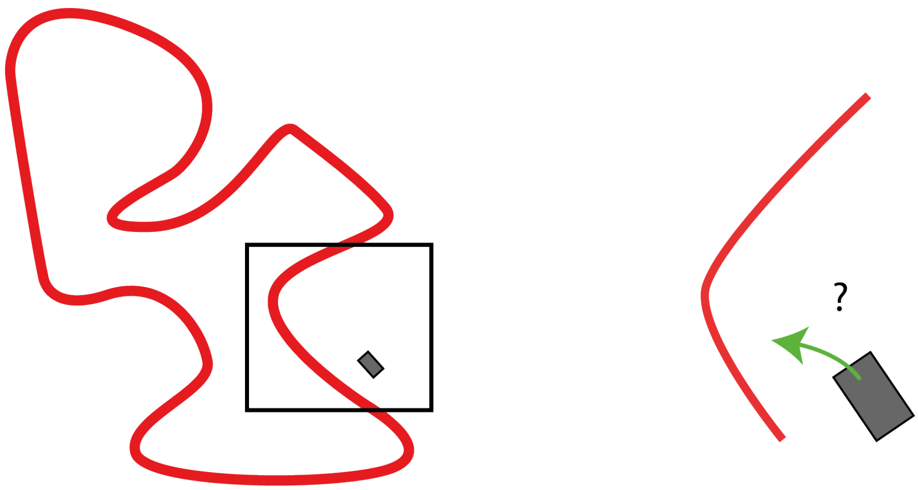
Présentation :
Contrôle de la trajectoire d’une voiture du 03/10

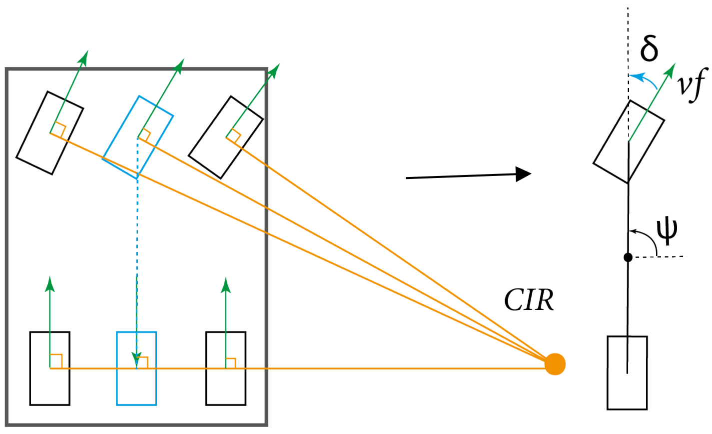
Table des matières

1. Schéma global



2. Présentation du model : bicycle model

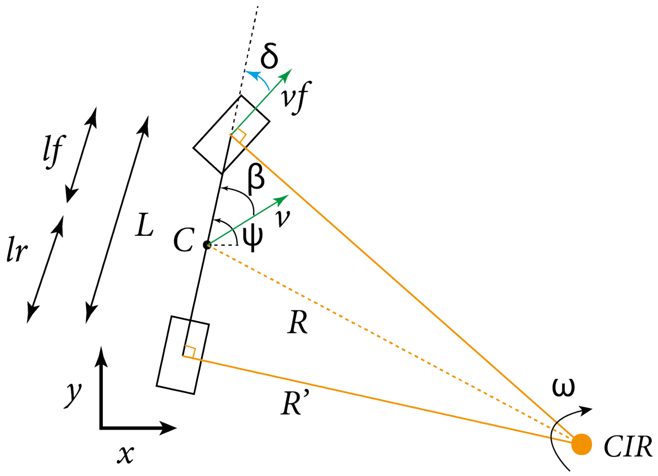
2.1. Présentation du bicycle model



δ : angle de la roue avant
vf : vitesse de la roue avant
ψ : lacet (Yaw)
CIR : Centre Instantané de Rotation

Modele d'Ackermann *Bicycle model*

2.2. Cinématique



δ : angle de la roue avant
v : vitesse du véhicule
vf : vitesse de la roue avant
ψ : lacet (Yaw)
ω : vitesse de rotation
β : slip angle
C : centre de gravité
L : distance inter roue ($lf + lr = L$)
lf : distance avec le Cet la roue avant
lr : distance avec le C et la roue arriere
R : distance en C et le CIR
R' : distance entre la roue arriere et le CIR

Bicycle model en cinématique

$$\begin{cases} \dot{x} = v \cdot \cos(\psi + \beta) \\ \dot{y} = v \cdot \sin(\psi + \beta) \\ \dot{\psi} = \frac{v}{R} \end{cases}$$

$$\tan\delta = \frac{l_f + l_r}{R'} \Leftrightarrow R' = \frac{l_f + l_r}{\tan\delta}$$

$$\tan\beta = \frac{l_r}{R'} \Leftrightarrow \tan\beta = \frac{l_r}{l_r + l_f} \cdot \tan\delta$$

$$\cos\beta = \frac{R'}{R} \Leftrightarrow \frac{1}{R} = \frac{\cos\beta}{R} = \frac{\cos\beta \cdot \tan\delta}{l_f + l_r}$$

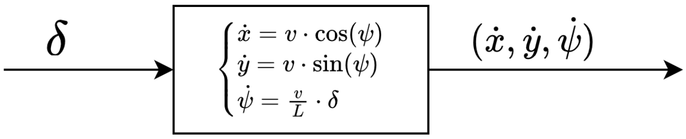
$$\begin{cases} \dot{x} = v \cdot \cos(\psi + \beta) \\ \dot{y} = v \cdot \sin(\psi + \beta) \\ \dot{\psi} = \frac{v}{l_r + l_f} \cdot \cos\beta \cdot \tan\delta \end{cases} \quad avec\ \beta = \arctan(\frac{l_r}{l_r + l_f} \cdot \tan\delta)$$

Avec les simplifications suivantes :

$$l_f = l_r$$
$$L = l_r + l_f$$
$$petit\ angle \rightarrow \beta \sim 0,\ \tan(\delta) \sim \delta,\ \cos(\delta) \sim 1$$

On a alors l'équation suivante :

$$\boxed{\begin{cases} \dot{x} = v \cdot \cos(\psi) \\ \dot{y} = v \cdot \sin(\psi) \\ \dot{\psi} = \frac{v}{L} \cdot \delta \end{cases}}$$

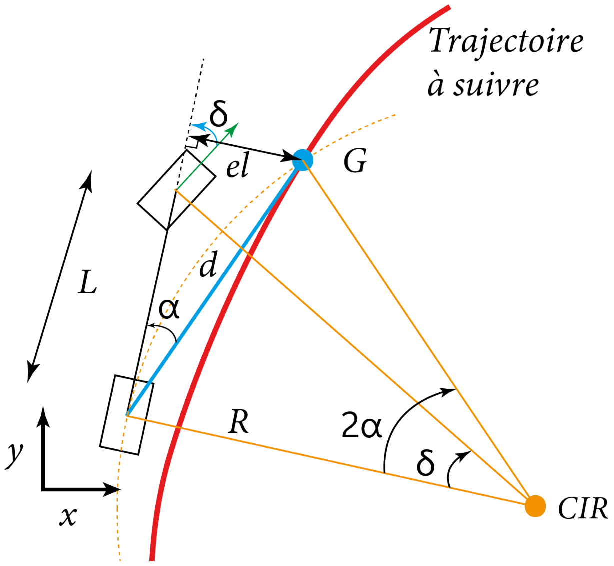


2.3. Dynamique

Je ne vais pas traiter la dynamique du véhicule pour l'instant. Je vais d'abord essayer d'avoir un modèle simple qui fonctionne et que je comprends. J'étudierais le contrôle du véhicule avec un modèle dynamique plus tard.

3. Méthode de contrôle

3.1. Méthode géométrique : Pure Pursuite



δ : angle de la roue avant
L : distance inter roue
R : Rayon de braquage de la voiture
CIR : Centre Instantané de Rotation
G : point objectif (goal)
el : erreur lateral entre la voiture et l'objectif
d : distance entre la roue arriere et l'objectif (look ahead distance)
α : angle entre la voiture et l'objectif

Pur Pursuit controller

On remarque que

$$\frac{d}{\sin(2\alpha)} = \frac{R}{\sin(\frac{\pi}{2} - \alpha)} \iff \frac{d}{2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{R}{\cos\alpha} \iff \frac{1}{R} = \frac{2\sin\alpha}{d}$$

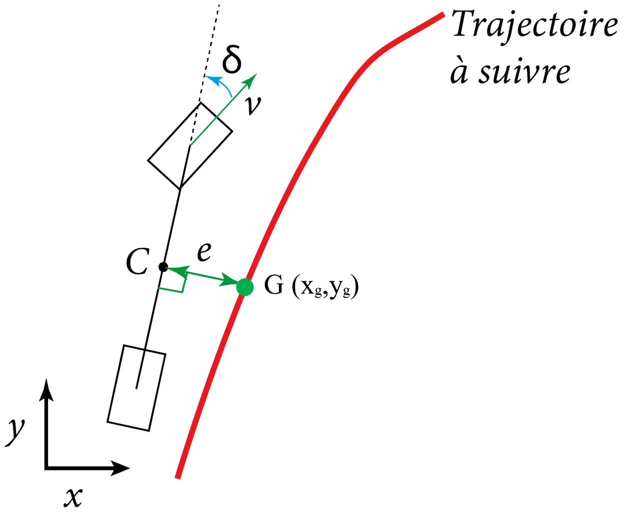
$$\tan\delta = \frac{L}{R} = \frac{2L\sin\alpha}{d}$$

$$\delta = \arctan(\frac{L}{R} = \frac{2L\sin\alpha}{d}) \to petit\ angle\ \delta = \frac{L}{R} = \frac{2L\sin\alpha}{d}$$

$$\sin\alpha = \frac{e_l}{d} \to petit\ angle\ \alpha = \frac{e_l}{d}$$

$$\boxed{\delta = \frac{2L}{d^2} \cdot e_l}$$

3.2. Méthode black box : PID



δ : angle de la roue avant
v : vitesse du véhicule
C : centre de gravité
e : distance entre C et la trajectoire à suivre

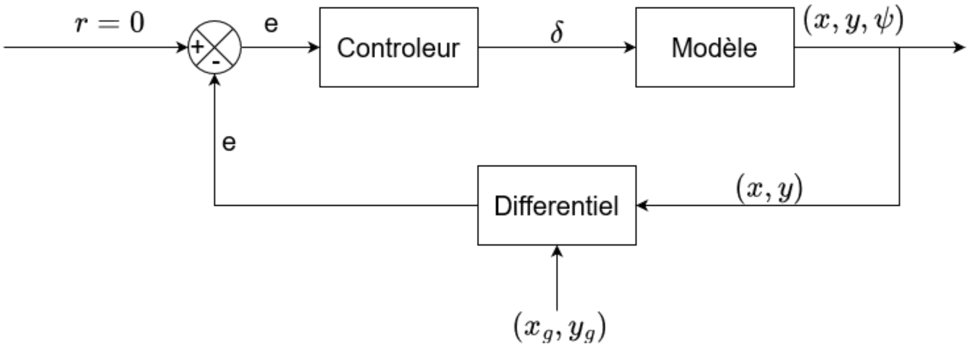
PID controlleur

$$e_l = \sqrt{(x_g - x)^2 + (y_g - y)^2}$$

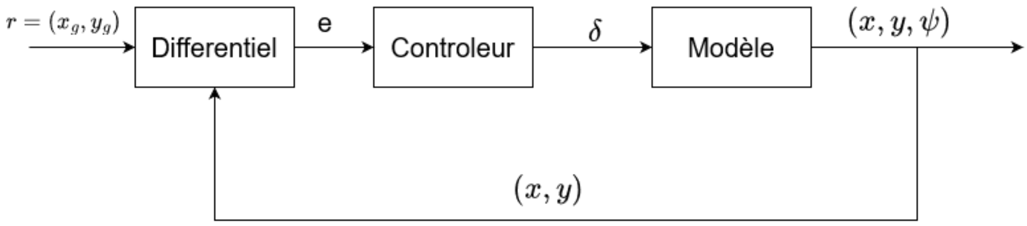
4. Schéma-bloc

4.1. Aperçu

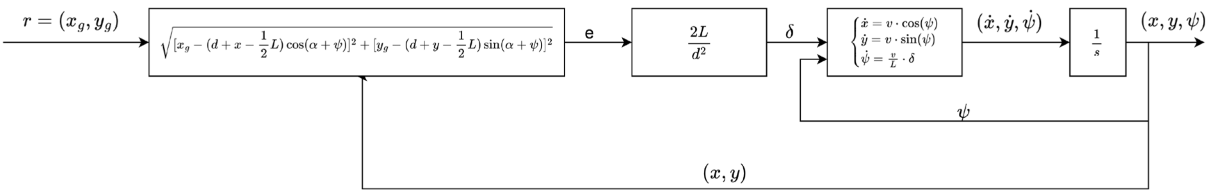
4.1.1. Distance entre la voiture et la trajectoire : erreur



4.1.2. Distance entre la voiture et la trajectoire : référence



4.2. Schéma-bloc : Pure Pursuite



4.3. Schéma-bloc : PID