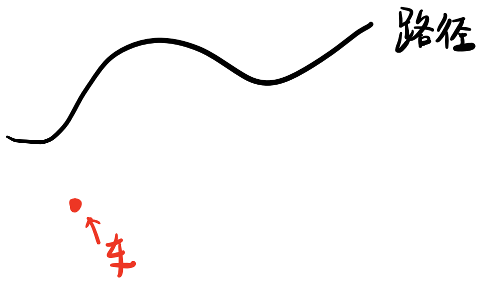
自动驾驶控制算法第二讲

控制的前提是路径规划，默认已有路径规划

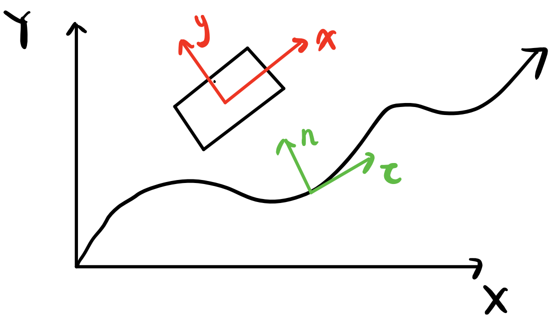


控制　油门/刹车 ⇒ 力 ⇒ 加速度 ⇒ 速度 ⇒ 位置 (纵向控制)

方向盘 ⇒ 前轮转角 ⇒ 横向位移 (横向控制)

⇒ 航向角

三个坐标系



(X, Y) 绝对坐标系，大地坐标系

(x, y) 车身坐标系

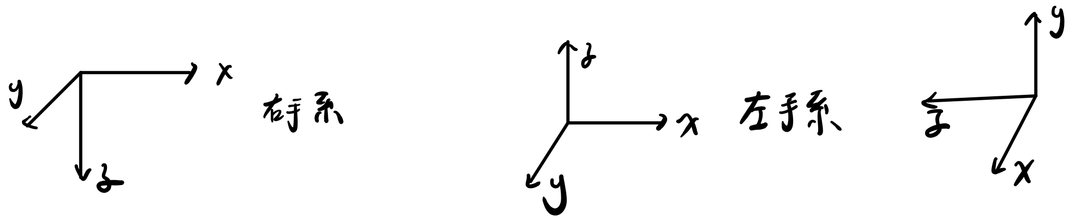
(τ, n) 自然坐标系 (Frenet坐标系)

本教程一律采用右手系

摆一个标架

符合当右手拇指指向x轴时，食指→y轴，中指→z轴 ⇒ 右手系

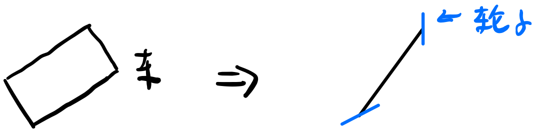
符合：左手 、 、 、 、 — — — — 、 ⇒ 左手系



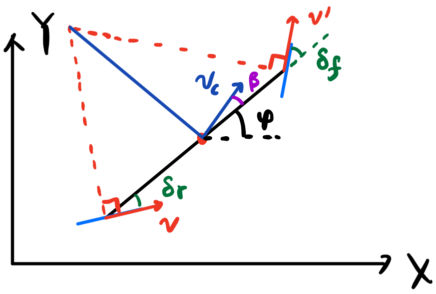
右手系 左手系 右手系

一般数学，物理学都是右手系

一般计算机图形/视觉 左手系



自行车模型

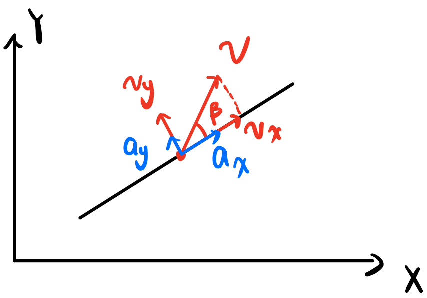


φ：横摆角，车的轴线与 $\vec{X}$ 的夹角 绝对

β：质心侧偏角 质心速度与 $\vec{X}$ 的夹角 车身

φ+β：航向角 质心速度与 $\vec{X}$ 的夹角 绝对

δ_f："前轮转角" δ_r："后轮转角" 车身



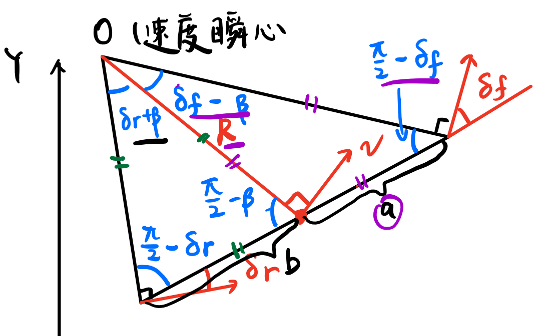
v_x：纵向车速 a_x 纵向加速度

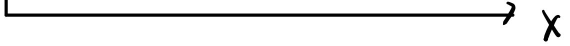
v_y：侧向车速 a_y 侧向加速度 车身

建立微分方程 几何关系 运动学模型

牛顿力学 动力学模型

运动学模型





$$\dot{X} = v\cos(\beta+\varphi)$$
$$\dot{Y} = v\sin(\beta+\varphi)$$
$$\dot{\varphi} = \frac{v}{R}$$

正弦定理

$$\frac{a}{\sin(\delta_f-\beta)} = \frac{R}{\sin(\frac{\pi}{2}-\delta_f)}$$

$$\frac{b}{\sin(\delta_r+\beta)} = \frac{R}{\sin(\frac{\pi}{2}-\delta_r)}$$

$$\frac{a}{R} = \frac{\sin(\delta_f-\beta)}{\sin(\frac{\pi}{2}-\delta_f)} = \frac{\sin\delta_f\cos\beta - \sin\beta\cos\delta_f}{\cos\delta_f} = \tan\delta_f\cos\beta - \sin\beta$$

$$\frac{b}{R} = \frac{\sin(\delta_r+\beta)}{\sin(\frac{\pi}{2}-\delta_r)} = \frac{\sin\delta_r\cos\beta + \sin\beta\cos\delta_r}{\cos\delta_r} = \tan\delta_r\cos\beta + \sin\beta$$

$$\frac{a+b}{R} = (\tan\delta_f + \tan\delta_r)(\cos\beta) \qquad \frac{1}{R} = \frac{\tan\delta_f + \tan\delta_r}{L}$$

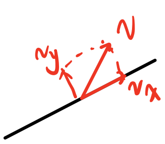
$\cos\beta \approx 1$

$L = a+b$ 为车的轴距

运动学方程

$$\dot{X} = V\cos(\varphi+\beta)$$
$$\dot{Y} = V\sin(\varphi+\beta)$$
$$\dot{\varphi} = \frac{V}{R} = \frac{v(\tan\delta_f + \tan\delta_r)}{L}$$

在低速条件下，认为车不会发生侧向滑动(飘移) $v_y \approx 0$



$\Rightarrow \beta = \arctan\frac{v_y}{v_x} = 0$

一般后轮不转向，在低速条件下，$\delta_r \approx 0$

运动学方程：
$$\begin{cases} \dot{X} = v\cos\varphi \\ \dot{Y} = v\sin\varphi \\ \dot{\varphi} = \dfrac{v\tan\delta_f}{L} \end{cases}$$

$\because \beta = 0$ $\therefore$ 横摆角 $\approx$ 航向角

其中 φ 横摆角，v 质心速度