



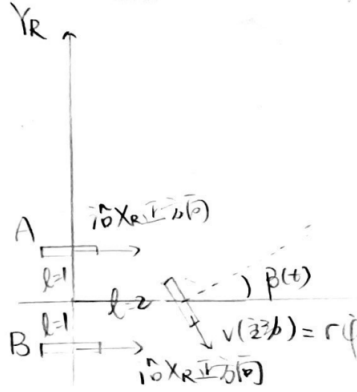
作业1：叉车式机器人运动学建模

一叉车式移动机器人有三个轮子组成，其中：两个随动的固定标准轮，轮A沿 X_R 轴正方向，且 $l=1$ ，轮B沿 X_R 轴正方向，且 $l=1$ ；一个受控（带电机驱动、主动轮）的转向标准轮， $l=2$ ，试求此机器人运动学方程：

要求：

- 1.分别用基于作用方法和基于运动约束方法进行建模
- 2.电子版PDF形式提交，文件名“学号姓名作业1”，
- 3.提交截止时间：下周五晚22:00之前

移动机器人导论作业 1



1. 基于作用的运动学建模

$\dot{X}_I = R(\theta)^{-1} \dot{X}_R$ (其中 θ 为 X_R 与 X_I 的夹角), 因此

$$\dot{X}_I = R(\theta)^{-1} \begin{bmatrix} r\dot{\phi} \sin \beta(t) \\ 0 \\ \frac{-r\dot{\phi} \cos \beta(t)}{2} \end{bmatrix}$$

2. 基于约束的运动学建模

两固定标准轮仅需考虑无侧滑约束。则

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I = 0 \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I = 0 \end{cases} \xrightarrow{\text{约简}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I = 0$$

对于转向标准轮, 需同时考虑无侧滑约束和滚动约束:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \sin \beta(t) & -\cos \beta(t) & -2 \cos \beta(t) \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I - r\dot{\phi} = 0 \\ \begin{bmatrix} \cos \beta(t) & \sin \beta(t) & 2 \sin \beta(t) \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I = 0 \end{cases}$$

综合可得

$$\begin{bmatrix} \sin \beta(t) & -\cos \beta(t) & -2 \cos \beta(t) \\ \cos \beta(t) & \sin \beta(t) & 2 \sin \beta(t) \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} R(\theta) \dot{X}_I = \begin{bmatrix} r\dot{\phi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

解得

$$\begin{aligned} \dot{X}_I &= R(\theta)^{-1} \underbrace{\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} -2 \sin \beta(t) \\ 0 \\ \cos \beta(t) \end{bmatrix}}_{\text{逆矩阵}} \begin{bmatrix} r\dot{\phi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ &= R(\theta)^{-1} \begin{bmatrix} r\dot{\phi} \sin \beta(t) \\ 0 \\ \frac{-r\dot{\phi} \cos \beta(t)}{2} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

可见两种方法的结果是吻合的。