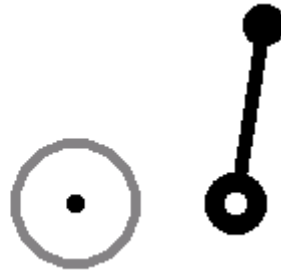


2 輪車



倒立振り子 2 輪車



タイヤ シャーシ

車輪にたいして

$$\begin{aligned} M_T \ddot{x} &= -H + H_T \\ J_T \ddot{\theta}_T &= C - H_T R \\ \ddot{x} &= R \ddot{\theta}_T \end{aligned}$$

シャーシにたいして

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \ddot{x} + m_2 l \ddot{\theta} &= H \\ m_2 l^2 \ddot{\theta} &= m_2 g l \theta - m_2 l \cdot \ddot{x} - C \quad (a) \end{aligned}$$

上の 5 式から H 、 H_T 、 θ_T を消去し、 \ddot{x} と $\ddot{\theta}$ を得るための式を作る。

まず、 θ_T 、 H_T を消去すると

$$(M_T + J_T / R^2) \ddot{x} = -H + C / R$$

さらに、 H を消去すると

$$(M_T + m_1 + m_2 + J_T / R^2) \ddot{x} + m_2 l \ddot{\theta} = C / R$$

この式で $(M_T + m_1 + m_2 + J_T / R^2) = M$ とおくと

$$\ddot{\theta} = \frac{C / R}{m_2 l} - \frac{M}{m_2 l} \ddot{x}$$

がえられるので(a)に代入して

$$\ddot{x} = -\frac{m_2 g}{M - m_2} \theta + \frac{1}{M - m_2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{l} \right) C \quad (b)$$

また

$$\ddot{x} = \frac{C/R}{M} - \frac{m_2 l}{M} \ddot{\theta}$$

を(a)に代入して、

$$\ddot{\theta} = \frac{g}{l} \frac{M}{M - m_2} \theta - \frac{1}{M - m_2} \frac{1}{l} \left(\frac{1}{R} + \frac{M}{m_2} \frac{1}{l} \right) C \quad (c)$$

上の (b)、(c)から次のように状態方程式が得られる。

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \\ \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{m_2}{M - m_2} g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{M}{M - m_2} \frac{g}{l} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \\ \theta \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{M - m_2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{l} \right) \\ 0 \\ -\frac{1}{M - m_2} \frac{1}{l} \left(\frac{1}{R} + \frac{M}{m_2} \frac{1}{l} \right) \end{pmatrix} C$$