

シミュレーション基礎受講者各位

担当教員 樋口良之

演習課題1 (倒立振り子モデルの Euler 法による時刻歴応答)

図1に示す二輪走行のロボットを図2の倒立振り子のよう modeling し、次式の状態方程式を得た。

$$\begin{bmatrix} \dot{r}_c \\ \dot{\theta}_p \\ \ddot{r}_c \\ \ddot{\theta}_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\frac{m_p g l_p}{N} & -\frac{4l_p C_c}{N} & \frac{C_p}{N} \\ 0 & \frac{(m_c + m_p)g}{N} & \frac{C_c}{N} & -\frac{(m_c + m_p)C_p}{m_p l_p N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_c \\ \theta_p \\ \dot{r}_c \\ \dot{\theta}_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{4l}{3N} \\ -\frac{1}{N} \end{bmatrix} u_c(t) \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 m_c は台車質量、 m_p は振り子質量、 l_p は振り子長さ、 C_c は台車と地面の粘性減衰係数、 C_p は振り子の回転粘性減衰係数である。表1に示すパラメータなどを用いて式(1)を表記すると次式が得られる。

$$\begin{bmatrix} \dot{r}_c \\ \dot{\theta}_p \\ \ddot{r}_c \\ \ddot{\theta}_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1.48 & 32.4 & 3.11 & 7.79 \\ -2.45 & -37.3 & -5.14 & -13.1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_c \\ \theta_p \\ \dot{r}_c \\ \dot{\theta}_p \end{bmatrix} \quad \dots \quad (2)$$



図1 二輪走行のロボット

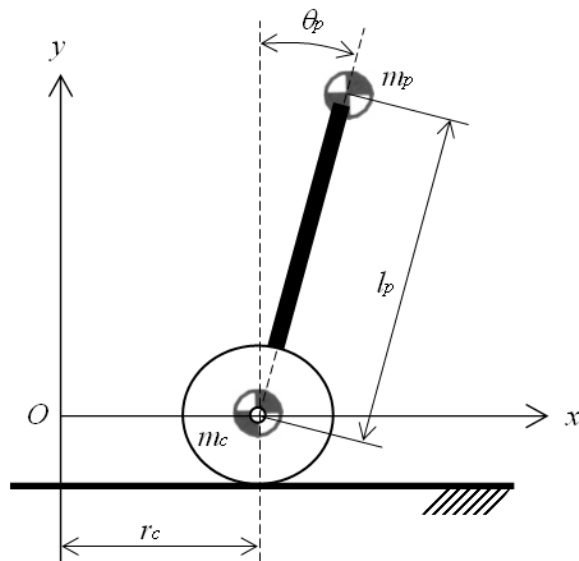


図2 倒立振り子モデル

表1 倒立振り子モデルのパラメータ

項目	値
m_c [kg]	2.34×10^3
m_p [kg]	75×10^{-3}
l_p [m]	454×10^{-3}
C_c [Ns/m]	14.7
C_p [Ns]	5.1×10^{-3}

演習課題 1 - 1

Euler 法を用いて r_c 、 \dot{r}_c 、 \ddot{r}_c 、 θ_p 、 $\dot{\theta}_p$ 、 $\ddot{\theta}_p$ の時刻歴応答を求めなさい。

演習課題 1 - 2

数秒後に、外力を加えたときの r_c 、 θ_p などの時刻歴応答を求めなさい。

演習課題 1 - 3

解析刻み時間 Δt やパラメータを変化させたりして、時刻歴応答について考察し、理解を深めなさい。

本演習課題のレポートは、オリエンテーション時の資料やシラバスにあるように、単位履修の判断に用いられます。

本演習課題のレポートの標題は、
演習課題 1 (倒立振り子モデルの Euler 法による時刻歴応答)
としてください。

レポートの書式については、十分に注意を払い、指示に従ってください。また、レポートの提出日も指定されていますので、十分注意ください。