2005.4 秋田高専　木澤

Acrobot の振り上げ安定化制御に関して（その５）

シミュレーション

Link1 が倒立した状態 $q_1 = \pi/2$，$q_2 = 0$ に達するまでは，振り上げ制御を行い，その後，LQR コントローラーにより，安定化制御を行う．物理パラメータは表の通りである．

m_1	m_2	l_1	l_2	l_{c1}	l_{c2}	I_1	I_2	g
1	1	1	2	0.5	1	0.083	0.33	9.8

プログラムの構成は

STEP.1 部分線形化による振り上げ制御(Swing Up Controller)

$$\ddot{q}_1 = v \qquad (5\text{-}1)$$

$$\ddot{q}_2 = -\frac{1}{d_{12}} p_1 - \frac{d_{11}}{d_{12}} v \qquad (5\text{-}2)$$

制御入力は

$$v = -f_1(q_1 - \pi/2) - f_2 \dot{q}_1 \qquad (5\text{-}3)$$

とし，ここでの制御入力のゲインは　$f_1 = 9$，$f_2 = 27.95$ とする．

STEP.2　LQR コントロール(Balancing Controller)

線形化された状態方程式は

$$\dot{x} = Ax + Bu \qquad (5\text{-}4)$$

である．ここで,

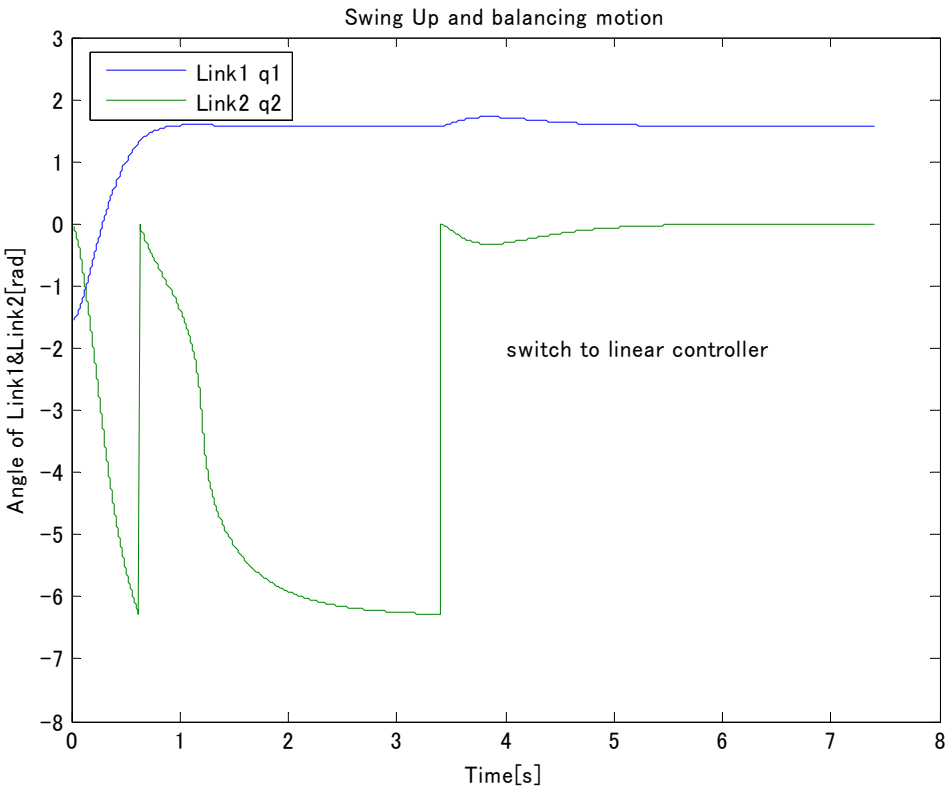
$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 12.61 & -12.67 & 0 & 0 \\ -14.73 & 29.58 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -3.01 \\ 6.03 \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} q_1 - \pi/2 \\ q_2 \\ \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix} \quad u = \tau$$

である．このとき，重み関数を次のように決めると

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad R = 1$$

フィードバックゲインは

$$Fgain = \begin{bmatrix} -246.48 & 98.69 & -106.46 & -50.13 \end{bmatrix}$$

となる．

以下の図は，前半が部分線形化による Swing Up コントロールで，リンク 1 が垂直に立ち，リンク 2 もリンク 1 に対して垂直になった状態で LQR コントロールに切り替えた時間応答を示している．