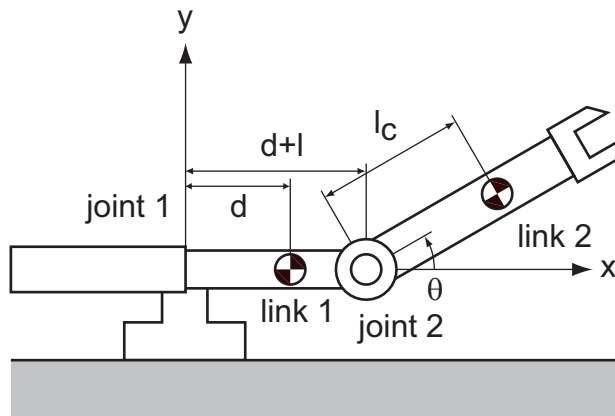


1. 以下の行列の射影行列を求めよ. (5 点)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \\ -1 & -2 & 0 \\ -1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 図に示すリンク機構が鉛直面内を運動する. 第1関節は並進関節, 第2関節は回転関節である. 時刻 t における第1関節の並進移動量を変数 d , 第2関節の回転角を変数 θ で表す. 第1関節が発生する力を f , 第2関節が発生するトルクを τ で表す. 第1リンクの重心と第2関節の距離を定数 l , 第2関節と第2リンクの重心の距離を定数 l_c で表す. このとき, 第1リンクの重心の座標は $(d, 0)$, 第2リンクの重心の座標は $(d+l+l_c C_\theta, l_c S_\theta)$ と表される. ただし $C_\theta = \cos \theta$, $S_\theta = \sin \theta$ である. リンク1の質量を m_1 , 重心まわりの慣性モーメントを I_1 で表す. リンク2の質量を m_2 , 重心まわりの慣性モーメントを I_2 で表す. 重力加速度 g が y 軸の負方向に作用する. 以下の問いに答えよ. (2 点 \times 5 = 10 点)

- (1) 第1リンクの重心の速度と第2リンクの重心の速度を $d, \theta, \dot{d}, \dot{\theta}$ の式で表せ.
- (2) 平面リンク機構の運動エネルギーを $d, \theta, \dot{d}, \dot{\theta}$ の式で表せ.
- (3) 平面リンク機構の重力ポテンシャルエネルギーと外力・トルクの成す仕事を求めよ.
- (4) 平面リンク機構の運動方程式を $d, \theta, \dot{d}, \dot{\theta}, \ddot{d}, \ddot{\theta}$ の式で表せ.
- (5) $v \triangleq \dot{d}$, $\omega \triangleq \dot{\theta}$ とする. 平面リンク機構の運動方程式から, d, θ, v, ω に関する常微分方程式の標準形を導け.



3. 関数 $f(x)$ において

$$f(1) = 2, \quad f(2) = 0, \quad \frac{df}{dx}(1) = -1, \quad \frac{df}{dx}(2) = 1$$

である. スプライン補間を用いて, $f(1.5)$ の値を求めよ. (5 点)

1. 以下の行列の射影行列を求めよ. (5 点)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ -1 & -3 & -1 \\ 2 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

2. 関数 $f(x)$ において

$$f(0) = 1, \quad f(1) = 2, \quad \frac{df}{dx}(0) = 0, \quad \frac{df}{dx}(1) = -1$$

である. スプライン補間を用いて, $f(0.5)$ の値を求めよ. (5 点)

3. 図に示すリンク機構が鉛直面内を運動する. 第 1 関節は回転関節, 第 2 関節は並進関節である. 時刻 t における第 1 関節の回転角を変数 θ , 第 2 関節の並進移動量を変数 d で表す. 第 1 関節が発生するトルクを τ , 第 2 関節が発生する力を f で表す. 第 1 リンクの長さを定数 l , 第 1 関節と第 1 リンクの重心の距離を定数 l_c で表す. このとき, 第 1 リンクの重心の座標は $(l_c C_\theta, l_c S_\theta)$, 第 2 リンクの重心の座標は $((l+d)C_\theta, (l+d)S_\theta)$ と表される. ただし $C_\theta = \cos \theta$, $S_\theta = \sin \theta$ である. リンク 1 の質量を m_1 , 重心まわりの慣性モーメントを I_1 で表す. リンク 2 の質量を m_2 , 重心まわりの慣性モーメントを I_2 で表す. 重力加速度 g が y 軸の負方向に作用する. 以下の問いに答えよ. (2 点 \times 5 = 10 点)

- (1) 第 1 リンクの重心の速度と第 2 リンクの重心の速度を $\theta, d, \dot{\theta}, \dot{d}$ の式で表せ.
- (2) 平面リンク機構の運動エネルギーを $\theta, d, \dot{\theta}, \dot{d}$ の式で表せ.
- (3) 平面リンク機構の重力ポテンシャルエネルギーと外力・トルクの成す仕事を求めよ.
- (4) 平面リンク機構の運動方程式を $\theta, d, \dot{\theta}, \dot{d}, \ddot{\theta}, \ddot{d}$ の式で表せ.
- (5) $\omega \triangleq \dot{\theta}$, $v \triangleq \dot{d}$ とする. 平面リンク機構の運動方程式から, θ, d, ω, v に関する常微分方程式の標準形を導け.

