

22 液晶パネル搬送ロボットの制御系設計

指導教員 平田 研二 助教授 機械創造工学課程 06304388 佐藤 祐介

1. はじめに

- 近年、液晶基盤のサイズが大幅に拡大する傾向
→搬送ロボットも大型化
- 企業の間では生産性が重視
→作業速度の効率化が望まれる

剛性、効率、精度を考慮したロボットの制御系設計が必要

- 目的
- 機構の運動方程式をラグランジュ法で導出
 - 計算結果を元にSimulinkモデルでシミュレーション

2. 新型液晶パネル搬送ロボット

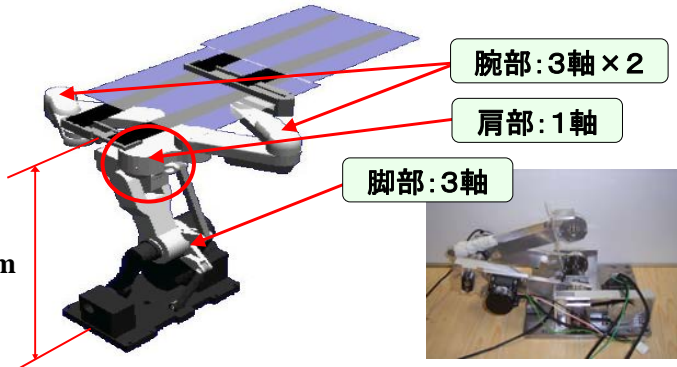


Fig.1 新型液晶パネル搬送ロボット

機構概要 軸が10軸あり、2本のアームでパネルを搬送

- 研究段階(企業と共同研究)
- 10軸を脚部、肩部、腕部に分割
 - 脚部、腕部の運動方程式は導出済
 - 組み合わせた運動方程式は未導出

肩部に棒を取り付けた機構(組み合わせ機構)について考える

3. 運動方程式の導出

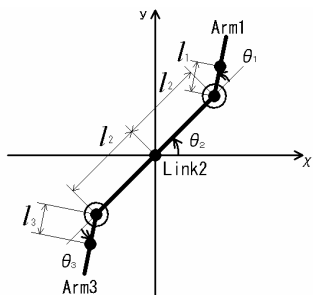


Fig.2 3自由度の構成モデル

- 運動方程式をラグランジュ法で導出
- 膨大な量の計算

Symbolic Math Toolboxを使用
(MATLABのToolboxの一つ)

Table1 ロボットの各パラメータ(i=1~3)

重量 [kg]	M_i
重心までの長さ [m]	l_i
回転角度 [rad]	θ_i
慣性モーメント [kgm ²]	I_i
トルク [Nm]	τ_i

ラグランジュ法

$$Q_i = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_i}$$

$$Q = \tau \quad (\text{関節トルク})$$

$$L = T - U \quad (\text{ラグランジュ関数})$$

$$\tau = M(\theta)\ddot{\theta} - h(\theta, \dot{\theta})$$

$\theta = [\theta_1 \ \theta_2 \ \theta_3]^T$
 M : 慣性行列 (3x3の対称行列)
 h : 非線形項 (コリオリ力など)

$$M(\theta) = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & 0 \\ m_{12} & m_{22} & m_{23} \\ 0 & m_{23} & m_{33} \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} m_{11} &= I_1 + M_1 l_1^2, & m_{12} &= M_1 l_1 l_2 \cos(\theta_1) \\ m_{22} &= 2m_{12} + 2m_{23} + M_1 (l_2^2 - l_1^2) + M_3 (l_2^2 - l_3^2) \\ m_{23} &= M_3 l_3^2 + M_3 l_2 l_3 \cos(\theta_3), & m_{33} &= I_3 + M_3 l_3^2 \end{aligned}$$

$$h(\theta, \dot{\theta}) = \begin{bmatrix} M_1 l_1 l_2 \sin(\theta_1) \dot{\theta}_2^2 \\ -M_1 l_1 l_2 (\dot{\theta}_1^2 + 2\dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2) \sin(\theta_1) - M_3 l_2 l_3 (\dot{\theta}_3^2 + 2\dot{\theta}_2 \dot{\theta}_3) \sin(\theta_3) \\ M_3 l_2 \dot{\theta}_2^2 l_3 \sin(\theta_3) \end{bmatrix}$$

4. Simulinkモデルの構成

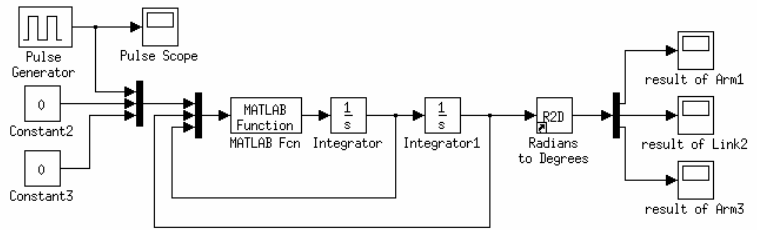
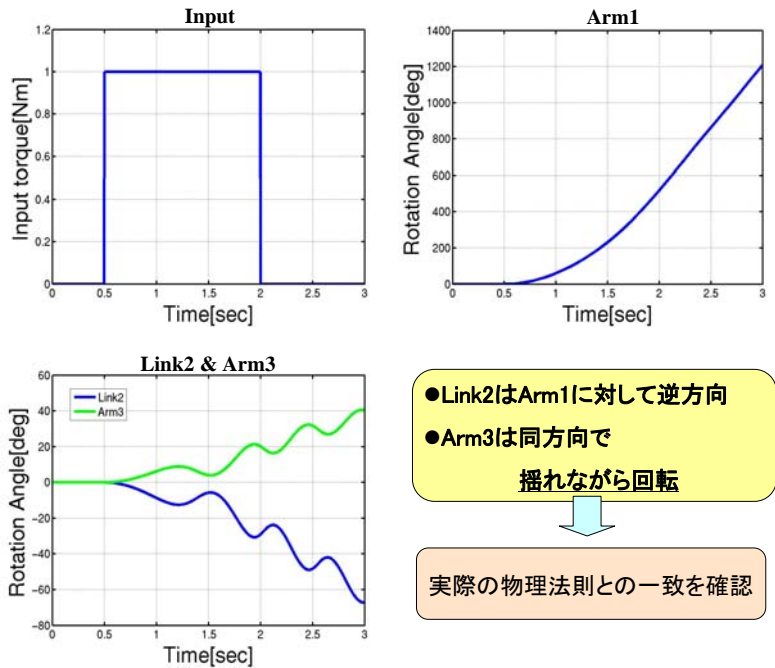


Fig.3 Simulinkモデル

- ラグランジュ法の計算結果をMATLAB Function内に定義
- 結果を各関節ごとにグラフで表示
- Arm1に方形波を入力して動作時間3秒間シミュレーション

5. シミュレーション結果

Fig.3のSimulinkで得られた結果をFig.4に示す



- Link2はArm1に対して逆方向
 - Arm3は同方向で
揺れながら回転
- 実際の物理法則との一致を確認

Fig.4 シミュレーションによる各関節の動き

6. おわりに

- 3自由度の運動方程式を導出した
- Simulinkモデルを用いてシミュレーションを行うことが出来た

7. 今後の課題

- 腕部+肩部(7自由度)でシミュレーションの実行
- 腕部+肩部+脚部(10自由度)でシミュレーションの実行
- 小型機の制御系設計と実験
- 実際のロボットに適用