

E-15

7 自由度アームロボットの研究開発

Research and development of remote control robot by master-slave system

○加賀谷大地¹, 圓山航平¹, 猪原知俊², 入江寿弘³

*Daichi Kagaya¹, Kohei Maruyama¹, Tomotoshi Inohara², Toshihiro Irie³

Abstract: This is a researches to work intuitively robot. To adopt a master-slave system. Arm has a system of seven degrees of freedom. Currently, we have been basic research. It is the theme of three "transfer function of one link," "feedback Figure" and "closed-loop transfer function". Hand was determined from forward kinematics the position and orientation of the hand in the three link. And, we plan to continue doing the complex based on the same control method. Arm and hand to perform independently controllable.

1. はじめに

現在, 人間が作業をする危険な場所として, 宇宙空間, 災害現場が挙げられる. 危険な現場において, ロボットを直感的に作業可能なマスタースレーブ方式を用い遠隔操作を行うことにより安全に作業を遂行することができる.

本研究では, 人間の作業が出来るロボットを実現させるために, 7 自由度アームとハンドのシステム開発を行っている.

2. アーム

2-1. 7 自由度アーム

本研究では人間の腕と同様に動作可能な 7 自由度のアームを用いる.

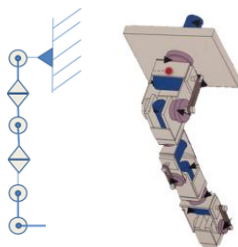


Figure 1. Arm of 7 degree of freedom

Figure1.のように関節部分にはモータを 6 個, ハーモニックギヤを 6 個用いていて, 7 自由度の開リンク機構を採用する.

1 : 日大理工・学部・精機、2 : 日大理工・院(前)・精機、3 : 日大理工・教員・精機

Table1.devices

Motor	SANYO R402-011E -super R MAXON N031041A
Arm	全長 700[mm]

2-2. 1リンクでの制御式

基礎研究として 1 リンクの伝達関数は式(1)のように 1 次遅れ要素と積分要素の式で表される.

$$\frac{\theta(s)}{E_i(s)} = \frac{1}{s} \frac{K}{T_s + 1} \quad (1)$$

また, ブロック線図は Figure2. のように表され, 閉ループ伝達関数は式 (2) のようになる.

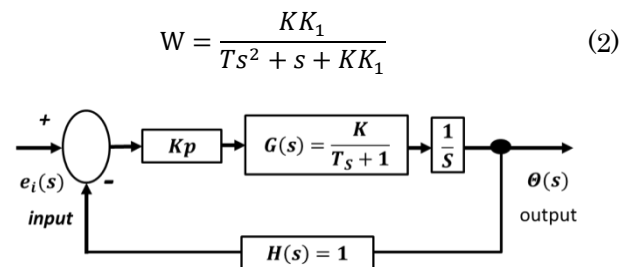


Figure2. Control genealogy of positional feedback

1 リンクでの制御式を載せたが, 今後の課題として, 6 リンクでの制御を行っていく必要がある.

3. ハンド

3-1. 必要性

ハンドをつける最大の理由として、マスタースレーブによる操作を行うため人間の手と同じ形にすれば直感的に操作可能である。また、握力を必要とする動作を可能にすることにより活動範囲が広がると考える。

3-2. モデル

指の数として、4本が妥当であると考え。理由として、人間の指は5本であるが、小指は手の平の形状を変えることにより必要なくなる。4本あれば物を掴むのに安定し、パワーを必要とする作業現場などでは安定すると考える。

ハンドの指の各関節にアクチュエータを用いると、小型のアクチュエータを用いると1個の単価が高いために、開発費用が高額となってしまう等、問題点が挙げられる。

3-3. 制御

この問題点を解決するために、現段階では、人間の指の腱を参考にし、第2関節のアクチュエータと第1関節にワイヤーを結び、引っ張ったり緩めたりすることで第2関節の角度に伴い動きを制御する機構を製作する。

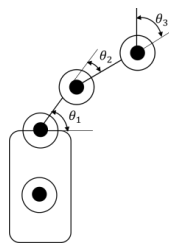


Figure 3. Hand

手先の位置と姿勢は、関節変位の値により変化する。関節変位ベクトル \mathbf{q} を

$$\mathbf{q} = [q_1, q_2, \dots, q_n]^T \quad (3)$$

で定義する。

1 : 日大理工・学部・精機、2 : 日大理工・院(前)・精機、3 : 日大理工・教員・精機

手先の位置姿勢を表すベクトル \mathbf{r} を

$$\mathbf{r} = [r_1, r_2, \dots, r_m]^T \quad (4)$$

とする。

指は2次元平面で任意の位置と姿勢をとる場合、手先の位置姿勢の自由度を m とすると、 $m=3$ となる。

\mathbf{r} と \mathbf{q} の関係は、ロボットアームの機構構成により定まり一般的には

$$\mathbf{r} = \mathbf{f}(\mathbf{q}) \quad (5)$$

によって表される。

Figure 3. のような3リンクのロボットアームに接変位ベクトル $\mathbf{q} = [\theta_1, \theta_2, \theta_3]^T$ を与えたとき、位置姿勢ベクトル $\mathbf{r} = [x, y, \theta]^T$ を求める。 θ は3リンクとx軸とのなす角である。各リンクの長さを L_1, L_2, L_3 とすると、下のように求められる。

$$x = L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + L_3 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \quad (6)$$

$$y = L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + L_3 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \quad (7)$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 \quad (8)$$

7. まとめ

今回は基礎研究である。

今後の課題として、まずはハンドの設計、実機製作、外乱が加えられた時のシミュレーション、実機での制御を行う必要がある。アームは6リンクでの場合の運動方程式の組み立て、最適ゲインの導出、シミュレーション、実機での制御を順次行っていく必要がある。

実機が完成したら、随時マスタースレーブ方式による遠隔操作のシステム製作、マスター側のコントローラの製作も進めていく。

8. 参考文献

[1] 川崎晴久 「ロボット工学の基礎」 p. 58