

6 自由度のシリアルリンク機構の製作と逆運動学に基づく制御

永田研究室 F112021 岸本 聖矢

1. 目的

機械工学実験Ⅱで取り組んだ「産業用ロボットの軌道制御」を通して産業ロボットと同じシリアルリンク機構に興味を持った。一般的な産業ロボットは最低でも 6 つの関節 (6 自由度) を有する。しかし、ロボット工学のテキストなどでは PUMA560 という 6 自由度のタイプは紹介されているものの、運動学の計算例としては 2 自由度あるいは 3 自由度のものしか示されていない。そこで本研究ではまず、位置指令型のサーボモータとリンクパーツを使って産業用ロボットと同じ 6 自由度の機構を有するシリアルリンクを製作する。つぎに、シリアルリンク先端の位置・姿勢を制御するには関節空間での目標軌道を求めるための逆運動学を解く必要があるが、自由度の増加とともにより複雑な計算が必要となるため、MATLAB を用いた計算方法について検討する。さらに、目標軌道を PC 上で作成するオフライン教示に加えて教示レス化の手法を提案する。

2. 研究内容

最初に 6 自由度を有するシリアルリンクを製作した。関節には小型の位置指令型サーボモータを使用し、それらをリンクパーツで接続した。設計した運動学モデルとそれをもとに作成したシリアルリンクをそれぞれ、図 1 と図 2 に示す。PC からシリアル通信でサーボコントローラに目標の関節角度を送信することで各関節が制御される。オフライン教示を実現するために、ロボットアームの運動学モデルである DH(Denavit-Hartenberg)パラメータを MATLAB 上で記述した。「作業座標系で与えられた目標位置・姿勢データ」を「関節座標系での目標角度」に変換する逆運動学を解析することで目標軌道を生成させた。なお、順運動学により、算出した関節角度を作業座標系の位置・姿勢データに変換し、もとの位置・姿勢データと比較することで目標軌道の生成に関するソフトウェアの妥当性を確認した。さらに、この目標軌道に基づく運動学シミュレーションを行うソフトを MATLAB 上で作成することでオフライン教示を実現した。次に Visual C++で開発した実機を制御するためのリアルタイムシステムについて述べる。Windows のタイマー制御部は、MATLAB 上でテキスト形式にて保存された関節角度データを 1 行ずつ読み取りながらサーボコントローラに出力することで、リンク先端の位置・姿勢を制御できるようにした。実験ではまず、タイマー周期を 500 ms にし、リンク先端を X, Y, Z 軸それぞれの方向にゆっくりと並進移動させることで、逆運動学で求めた関節角度データの妥当性を確認した。その後、リアルタイム性を高めるためにタイマー周期を 10 ms にし、評価用に作成した YZ 平面でのジグザグパスからなる目標軌道を使って動作させたところ、シミュレーション通りの動きを確認することができた。

3. 結果

市販の小型サーボモータとリンクパーツを使って 6 自由度のシリアルリンクマニピュレータを製作した。また、作業座標系の位置・姿勢データを関節座標系の角度データによる目標軌道に変換できるようにし、MATLAB 上で目標軌道に基づく運動学シミュレーションを行うソフトを作成することでオフライン教示を可能にした。今回製作したシステムは一般的な PC 環境でも利用することができるため、ロボット教育用の実験システムとしての利用も期待できる。さらに、CAD/CAM で出力した NC データに対応することで教示レス化にも繋がるのではないと思う。

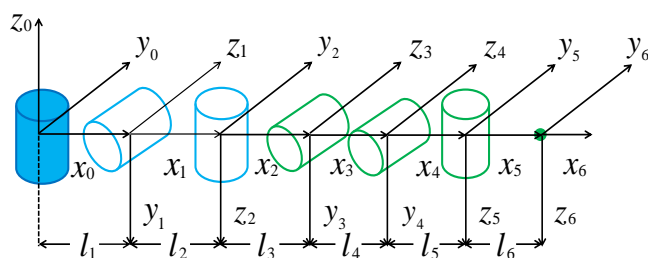


図 1 設計した運動学モデル

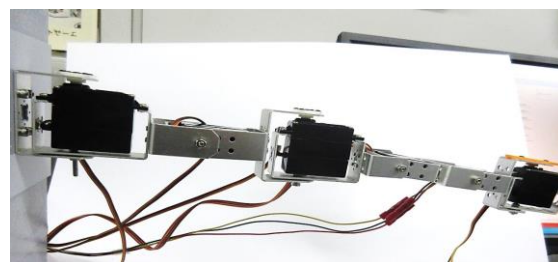


図 2 製作したシリアルリンク機構