

# 数式処理を用いたリンク機構解析システムの開発

計算材料学研究室 清水 大輔  
指導教官 山田 実

## 1. 緒言

ロボットアーム設計・解析の基礎になるのは、運動学方程式と動力学方程式の2式である。これらの方程式の導出には多大な行列や微分計算を必要とする。

これまでも設計・解析を行うためのソフトウェアが作られてきたが問題点が多かった。Robotics Toolbox<sup>(1)</sup>は数値処理のみ可能で数式処理はできない。数式処理ができると関節パラメータを文字式として数式の中に残せるので設計の見通しが良くなる利点がある。RACER<sup>(2)</sup>は数式処理部と数値処理部、アームの形状表示部が別々のプログラム言語で作られているのでデータのやり取りが不便であった。

今回開発するソフトウェアは運動学方程式の複雑な計算を行うために、MATLAB上でSymbolic Math Toolboxを使用し、数式処理もできるようにする。関節パラメータを変数で入力すると、運動学方程式を計算し、さらに各パラメータに具体的な数値を代入してロボットアームの形状をグラフィック表示させる。

## 2. ソフトウェアの機能と特徴

ソフトウェアに持たせる機能は関節パラメータの入力を行う機能、A行列、T行列、ヤコビ行列の導出を行う機能、ロボットアームをグラフィック表示する機能である。A行列は隣り合う関節の座標系、T行列は離れた関節の座標系を関係づける同次変換行列である。ヤコビ行列は各関節の微小変位と手先の位置姿勢の微小変化を関係づける行列である<sup>(3)</sup>。A行列、T行列、ヤコビ行列の導出に数式処理を用い、アームのグラフィック表示のために数値処理を用いている。ソフトウェアの特徴は入力を対話形式にした、運動学方程式が文字式を含んだまま導出できる、任意の形態のロボットアームに対応できるなどである。

## 3. 実行結果および考察

図1と図2にソフトウェアの実行結果の一部を示す。図1は6リンクロボットアームのT行列の導出結果である。図2は各関節に具体的な数値を代入してアームを表示させた結果である。数式処理が行えるようになったことで設計の見通しが良くなったと言える。

## 4. 結言

MATLABのSymbolic Math Toolboxを使用することによって数式処理と数値処理ができるようになった。今後は動力学方程式の導出を行うプログラムを作ることとGUIをつかって入力方法の簡略化を目指す。

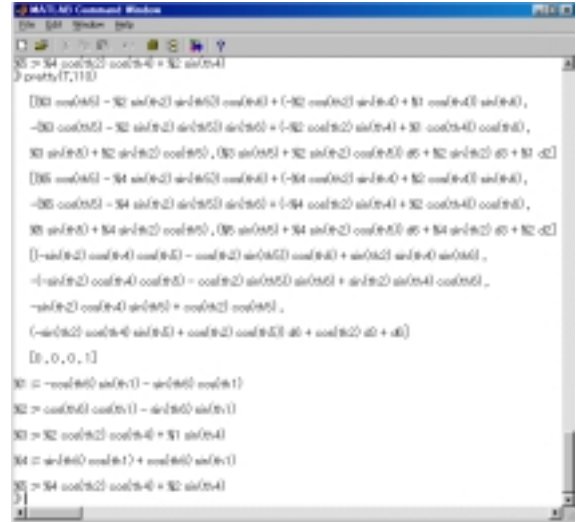


図1 T行列の導出結果

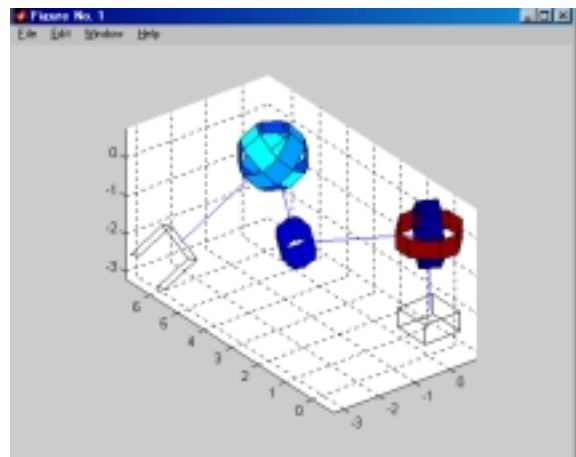


図2 ロボットアームの表示結果

## 参考文献

- (1) Peter I.Coke:Robotics TOOLBOX for Use with MATLAB
- (2) 三浦嘉章:豊橋技科大修士論文 (1987)
- (3) Richard P.Paul:ロボット・マニピュレータ (1984)