

メカトロニクス教育としてのSLIM言語による腕ロボット 操作実験

北海学園大学工学部 ○深谷健一

要旨

モノ作りと密接に関係するメカトロニクスに関して、講義と平行して腕ロボット操作実験を実施している。動作レベルのJIS規格ロボット言語SLIMとそのシミュレータを作成して、教育研究用多関節型腕ロボット・ライノに実装しており、ロボット言語による腕ロボット操作の体験は講義内容を実感する良い機会を与えている。

1. まえがき

メカトロニクスとは和製英語であるが、最近では”Mechatronics”¹⁾の表題の著書が海外でも出版されるようになった。そして

”Japanese production advantage can be explained by their philosophy and practice of mechatronics.”²⁾

と、メカトロニクスはモノ作りのキーテクノロジーであり、日本の経済大国化の原動力とみなされている。

北海学園大学電子情報工学科ではこのセッションで意図するような、「モノ作り教育」そのものは行っていない。2年生の学生実験を始めると、ノギスやテスターでさえ全く触ったことのない学生が大部分であり、モノ作りを早い段階で行うことの必要性を強く感じる昨今ではあるが、残念ながら諸々の制約があり実現に至っていない。

ここでは上記の引用を踏まえ、モノ作りに密接に係わるメカトロニクスに関連して、筆者が担当している、教室でのメカトロニクスの講義と実験室での腕ロボット操作実験とのかわりについて報告する。

2. メカトロニクスの講義と実験

講義では教科書³⁾を用いて、メカトロニクスを構成する各要素に関し基礎的で重要と思われることを説明し、さらにその集大成の事例として腕ロボットと情報機器を取上げている。教室では可能な限り、部品や装置を持たんで回覧、駆動し、実感を伝えるべく努めるとともに、VTRによるデモも随時行っている。しかし、それだけでは不十分なため、講義と平行して腕ロボット操作の実験を半日かけ行っている。

3. 腕ロボット操作実験⁴⁾

裸の構造でモータ駆動と関節動作の関連が目に見える教育研究用多関節型腕ロボット・ライノを用いており、各モータの駆動とセンサ情報を取り込める簡単な動作コマンドが、RS-232-Cを介して外部のパソコンから使用可能である。(図1参照)。

実験の課題は二つある。

①動作コマンドをRS-232-C経由で送信するFORTRANプロ

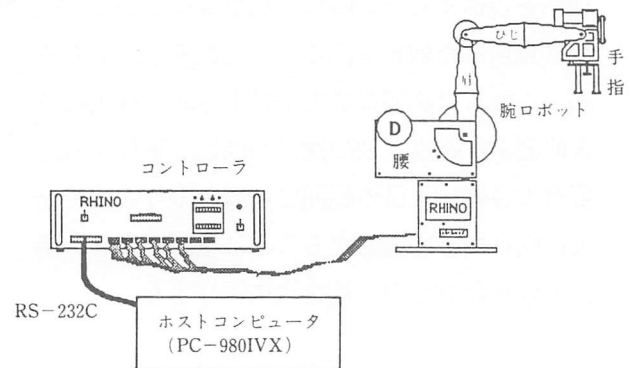


図1 ライノ腕ロボットの構成

グラムにより、鍵盤上のキーに対応する各モータ（関節）を設定ステップだけ制御する、疑似的なティーチングペンダントを作成する。

②SLIM 言語を用いて、手先の座標と経路を指定して所望の運動をさせるプログラムを書き実行させる。この時、予めシミュレータでプログラムの記述と運動を確認する。

4. ライノ腕ロボット用SLIM言語とシミュレータ

SLIM(Standard Language for Industrial Manipulators, JIS B8439-1992)言語は動作レベルのJIS標準規格ロボット言語であり、BASIC言語に準拠し、ロボット操作特有の機能が追加されている。SLIM言語をライノロボットに実装するとともに2、3次元表示のシミュレータを作成して実際にロボットを駆動する前に動作の確認ができるシステムを構築した。

1) ライノSLIM言語・シミュレータの動作

図2にシステムの動作の流れを示す。SLIM言語で記述したプログラムをBASIC言語(Quick BASICを使用)に変換した後、コンパイル段階でSLIM特有の操作コマンドに対応するサブルーチン・関数群を付け加え、実行する。その際、実際にロボットを動かす場合には、RS-232-Cを通してリアルタイムに生成される制御コマンドをライノロボットに送る。シミュレータを動かす場合には生成される制御コマンド群をシミュレータプログラムの入力データとして使い、画面に時系列表示させる。シミュレータは3面図の2次元表示と斜めから立体的に見られる3

次元表示を選べる。

2) 操作

SLIM 言語プログラムは通常のエディタを用いて、テキストファイルとして作成する。ロボット動作、2次元、3次元シミュレータを選択し、作成したプログラムファイル名を入れるとそれぞれが動く。シミュレータではロボット形状をスケルトンモデルで表示しており、見やすいように表示間隔を変更して表示できる。図3にプログラムの一例とそれに対応する2次元、3次元のシミュレーション画面(図4、図5)を示す。

5. メカトロニクス教育と腕ロボット操作実験

実験実施時には以下の点への注意を喚起する。

- ・講義で説明したメカトロニクス要素がロボットの中でどのように使用されているか。
- ・コマンドレベル、作業レベルのロボット言語の違い。
- ・シミュレータを用いることにより、ロボットがなくても操作を確認しながらプログラムを記述できること。
- ・ロボットの関節自重と負荷によるたわみ、チェーンと関節のガタにより、シミュレータの限界があること。
- ・計算機は数値計算、文字処理、図形処理などの様にキーボードとディスプレイを入出力機器とする使用方法だけでなく、ハードウェアを動かすツールとなること。

講義では機会をとらえて、実験の腕ロボットを具体例として随時引用して説明している。メカトロニクスという実物に即することの多い講義では、どうしても口先だけの印象が残りがちであるが、実験での腕ロボット操作は講義と連携してメカトロニクスの実感を体験できる機会となっている。

6. あとがき

メカトロニクスの講義と腕ロボット操作実験を関連付けることは相互に理解が深まる効果がある。現在、SLIM 言語・シミュレータは Windows95 環境を利用したマルチタスク化と表示の改良を実施中である。

謝辞

SLIM 言語・シミュレータを卒業研究として作成した石川勝史君(94年度)、高杉英嗣君、佐藤潤一君(95年度)に感謝いたします。

参考文献

- 1) D.A.Bradley et al. : Mechatronics, Chapman and Hall, 1991.
- 2) V.D.Hunt : Mechatronics : Japan's Newest Threat, Chapman and Hall, 1988.
- 3) 土谷、深谷 : メカトロニクス入門、森北出版、1994.
- 4) 深谷、宮本、 : 「腕ロボット制御」学生実験の実施に関する報告、北海学園大学工学部研究報告、第20号、pp.167~186、1993.

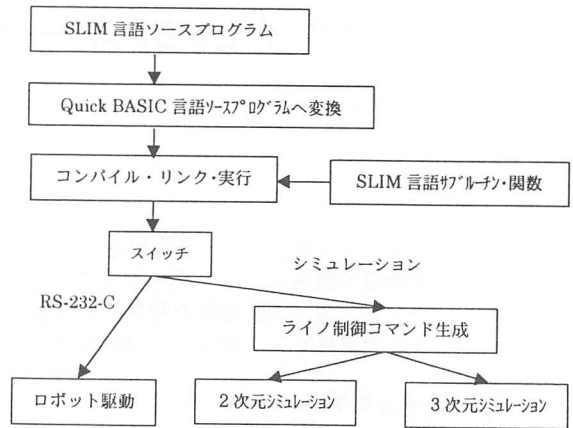


図2 SLIM 言語・シミュレータの動作の流れ

10' RHINO-SLIM 言語 デモンストレーションプログラム

```

20 PLET P001(), 8, -8, 5 P001 座標を指定
30 PLET P002(), 8, 8, 5 P002 座標を指定
40 MOVEP P0(), P001() P001へPTP制御で移動
50 MOVEL P0(), P002() P002へ直線軌跡補間CP制御で移動
60 MOVEC PHOME(), P001() P001へホームポーズ経由で円弧軌跡補間CP制御で移動
70 GOHOME ホームポジションへ移動
80 END
  
```

図3 SLIM 言語プログラムの一例

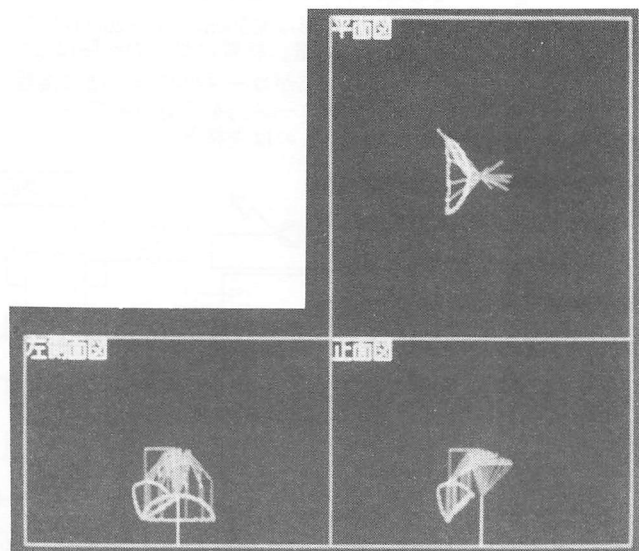


図4 2次元シミュレーション画面

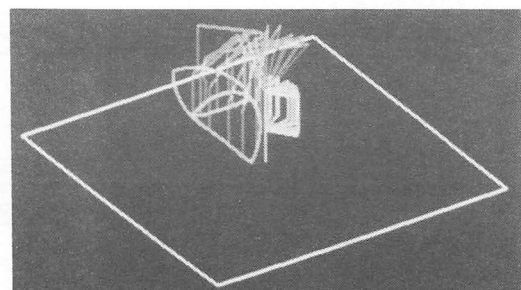


図5 3次元シミュレーション画面