

ロボットアーム (RM-101) 制御の試み

技術部先端技術支援室 福士 博樹

はじめに

埃をかぶっていた 26 年前のロボットアームを、野外観測用として再利用する事を試みた。残念ながらマニュアル類が保存されておらず、製造元である三菱電機 (株) からも資料の入手は困難であったため、ハードウェアの詳細は不明である。幸いインターネット上から操作に関わる簡単な資料[1]を入手して、これを基に動作させる事ができたので報告する。

ロボットアームの概要

ロボットアームは、三菱電機が教育・研究・ホビー用として 1981年に製造した MOVE MASTER RM-101 (以後 RM-101 と呼ぶ) である。外観を図1に示す。RM-101 は 6 個のステッピングモータを有しており、パソコンからの命令により各モータを制御することが可能である。モータ 1~6 は、それぞれ胴体、肩、ひじ、手首、手の動作を受け持っている。制御は三菱電機製の8ビットパソコン、MULTI-8 の M-BASIC で動作させる仕様である[2]。また、CP/M 86 を搭載した16ビットパソコンなどでも制御した例もある。パソコン側はセントロニクス準拠 14 PIN のプリンタポートで、ロボットアーム側は 16 PIN の専用コネクタでそれぞれ接続されている。

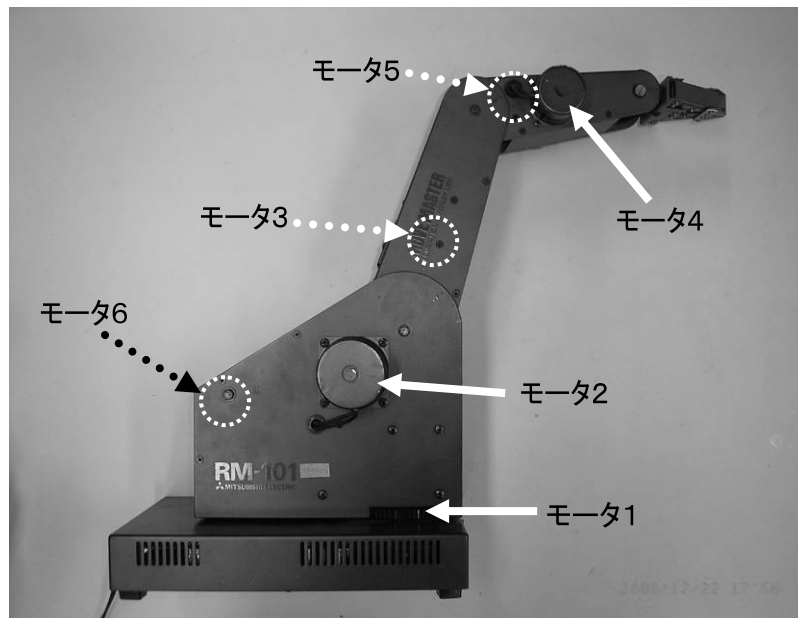


図1 RM-101 概観

PC-9801 からの制御

セントロニクス準拠の 14 PIN プリンタポートからの制御を確認するために、MS-DOS が動作するパソコンである NEC の PC-9801RA より動作を試みた。プログラミング言語は N88-BASIC を用いた。プログラムからの制御は、プリントアウト命令である「LPRINT文」によって、RM-101 の制御命令をアスキーデータで出力させることにより行う。図2は、プログラムの一部を抜粋したものであり、図3は、動作中の RM-101 である。

```
1740 'home posi.
1760 LPRINT "H" : LPRINT "S5"
1780 'shoulder48dwn, elbow40dwn, wrist80up, handopen
1800 LPRINT "I0, -1200, -500, -1600, 1600, -1400"
1820 LPRINT "I0, 0, 300, 600, -600, 0"
1840 LPRINT "I0, 0, 0, 0, 0, 1200" : 'hand=close
1860 'shoulder34up, elbow30up, wrist10down
1880 LPRINT "I0, 850, 380, 200, -200, 0"
1900 'body30left
1920 LPRINT "I-750, 0, 0, 0, 0, 0"
1940 'shoulder34dwn, elbow56dwn, wrist40up
1960 LPRINT "I0, -850, -700, -800, 800, 0"
1980 'wrist10down, hand=open
2000 LPRINT "I0, 0, 0, 200, -200, -1200"
2020 'shoulder34up, wrist30down, hand=close
2040 LPRINT "I0, 850, 0, 600, -600, 1400"
2060 LPRINT "N" : 'end-job home posi.
```

図2 プログラムの抜粋

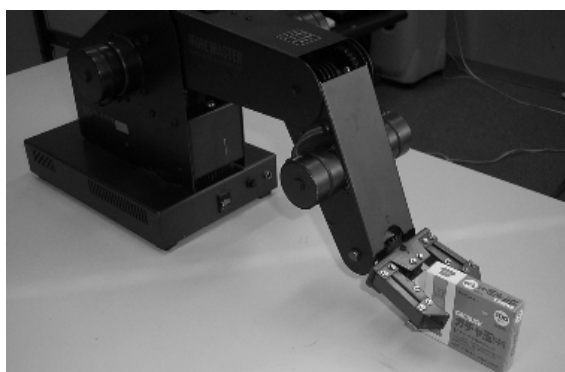


図3 動作中の RM-101

アーム制御命令

RM-101 は制御用として 11 種類の命令をもっており、パソコン上のプログラムからアスキーデータとして送り出すことにより、高い精度で制御することが可能である。表1に制御命令と動作内容をまとめた。

制御の中心となる「MOVE I」コマンドは、アームの各関節に相当するモータ 1～6 に対し動作ステップ数を整数で指定することで行う。角度分解能および指定最大角度はモータによって異なる。表1の出力形式欄にあるパラメータ a1～a6 は、モータ 1～6 に対応している。表2と表3に「MOVE I」コマンド等における各パラメータの役割と動作内容をまとめている。表3はペアで制御する手首用モータ 4, 5 のパラメータ a4, a5 の動作内容である。

表1 制御命令と内容

制御命令	動作内容	出力形式
HOME	ロボット動作基準位置の決定	H
MOVE I	各関節をパラメータで指定したステップ数だけ回転	Ia1, a2, a3, a4, a5, a6
HERE	任意の現在位置を記憶	Ea
NOVE	E, Pコマンドで定義した位置に作動	Ma
POSITION	HOMEを基準とした位置指定	Pa0, a1, a2, a3, a4, a5, a6
NSET	HOMEで定義したポジションに移動	N
G. CLOSE	ハンドを限界まで閉じる	C
G. OPEN	ハンドを限界まで開く	F
SPEED	駆動速度の設定	Sa
TIME	動作の一時休止	Ta
LIMIT	各関節可動範囲監視	La

表2 各パラメータ内容

パラメータ	モータ	役目	+値	-値	角度分解能
a1	1	胴体	時計方向	半時計方向	0.04° 最大 ±120°
a2	2	肩	上方向	下方向	0.04° 最大 ±75°
a3	3	ひじ	上方向	下方向	0.08° 最大 上 45° 下 75°
a4	4	手首	表 3 参照		0.05°
a5	5				
a6	6	手	閉じる	開く	0.2° 最大 開閉共 280°

表3 モータ 4, 5 のパラメータ内容

a4	a5	動作
+	+	反時計方向回転
-	-	時計方向回転
+	-	下方向
-	+	上方向

Windows PC からの制御

今後の用途を考慮し、現在 Windows PC から制御[3, 4]することを試みている。Windows から制御を行う場合、MS-DOS には無かったいくつかのハードルをクリアしなければならない。ハード面では、14 PIN のセントロニクス準拠仕様を 25 PIN のセントロニクス仕様に変更する必要がある[5, 6]。セントロニクス準拠は出力だけを行う簡易版であるのに対して、セントロニクスは双方向性である。そのため監視用等の入力信号線が増える。最近の PC で、プリンタの用紙切れなどの監視が可能なのはこのためである。RM-101 に対しては、出力線のみを使用するだけであるが、既存のプリンタドライバ等を利用する場合、入力信号用の処置を Windows に対してうまく整合させなければならない。またプリンタポートを単にパラレルポートとして用いる場合、Windows は MS-DOS と異なりユーザに I/O の参照を直接許可していない[5]。つまりユーザから直接 I/O を制御するには、I/O メーカーなどの用意したソフトウェア、いわゆるデバイスドライバを介す必要がある。

あとがき

初期のロボットアームではあるが、ステッピングモータの精度は良い。うまくコントロールすることにより、実験や観測用として現在でも応用可能であると思われる。Windows PC から制御することにより応用範囲の広がりを期待できる。

参考文献

1. 大阪大学大学院情報科学研究科 マルチメディア工学専攻 西尾研究室「コンピュータ制御の基礎実験」
<http://www-nishio.ist.osaka-u.ac.jp/jikken/B10.pdf>
2. 株式会社オーアンドケイ「今は昔のよもやま話(2)ロボット2話」
<http://www.okcom.co.jp/Webpage/Column/Column.htm>
3. 工学ナビ「WindowsXP/2000/NTでパラレルポート制御」http://www1.bbq.jp/kougaku/IO_parallel.html
4. 登大遊「XP時代のVC++プログラミング」2002.4, 工学社
5. 大須マップ「セントロニクス・パラレル・インターフェース」
<http://www.ohsumap.ne.jp/lib/connectors/centr.htm>
6. PC9801シリーズ テクニカルデータブック HARDWARE 編 アスキー出版局 1992年2月 313-315