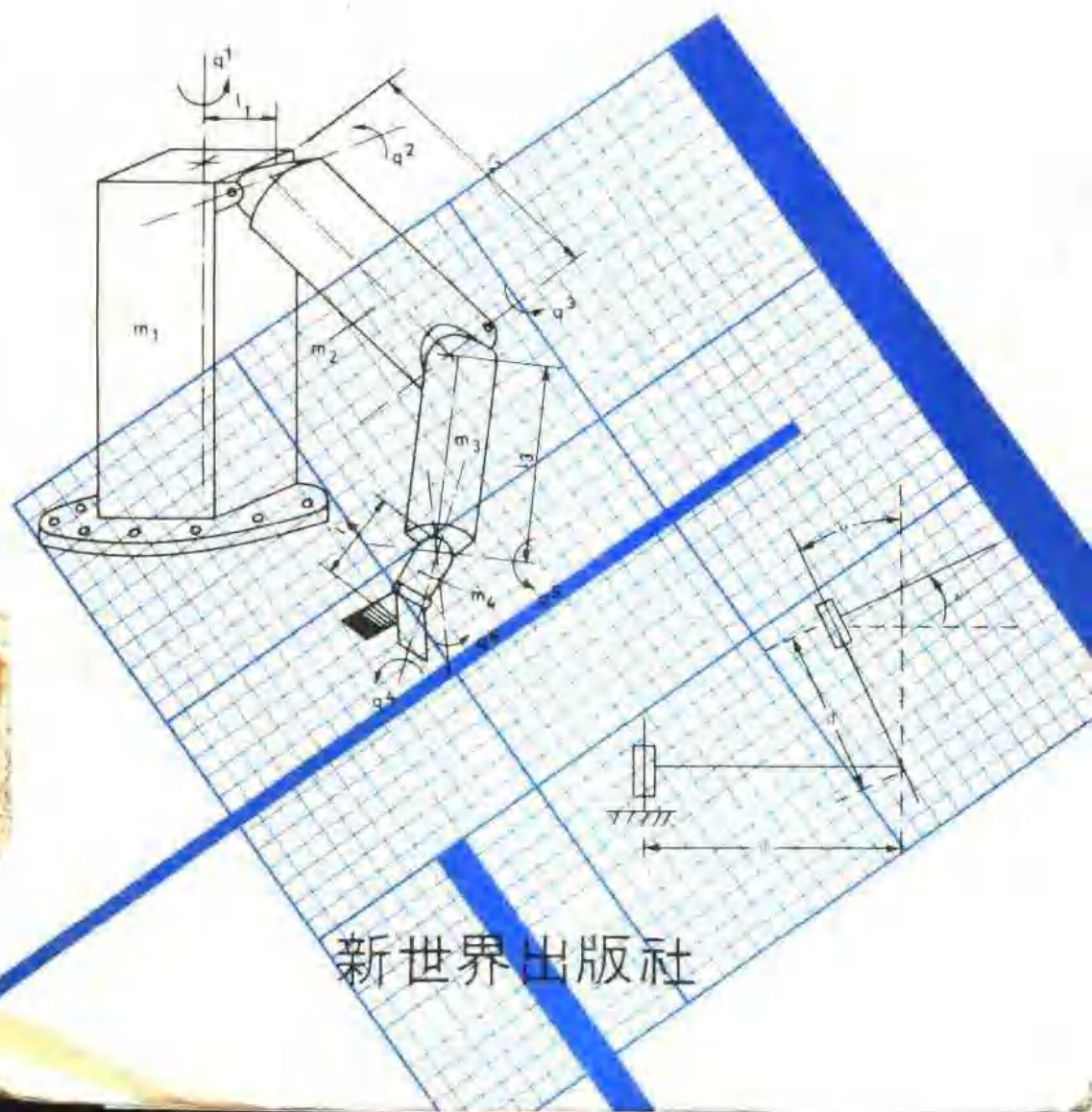


機器人與微處理機

Mark J. Robillard 著

曾 柏 湖 譯



新世界出版社

機器人與微處理機

Mark J. Robillard 著
曾 柏 湖 譯

新世界出版社

機器人與微處理機 (中譯本)

原著書名：MICROPROCESSOR BASED ROBOTICS
First Edition 1983

Published by
Howard W. Sams & Co., Inc.

原著者：Mark J. Robillard

譯著者：曾 柏 湖

發行人：黃 淑 女

發行所：新 世 界 出 版 社

台北市羅斯福路四段 24 巷 6-1 號

電話：(02) 393-4808

印刷所：文大印刷有限公司

台北市西園路 2 段 281 巷 6 弄 21 號

出版登記證局版台業字第 2916 號

中華民國七十四年十二月 日初版

定價新台幣 240 元

(N-106)

原 序

近年來，微處理機與小型電腦已成為科技設計師的主要目標，同時也改變了整個電子工業。今天，在我們的日常生活中，幾乎每天至少會使用到一種電腦或與電腦有關的機器。同樣的，機器人亦將成為一新的工業革命。相信不久的將來，在科幻小說中的機器佣人亦將成為真實的了。

機器人學為混合機械、電機、電子和電腦工程為一體的科技，因此我把本書分為機械、電動機械、電子感應、電腦控制、通訊和控制等五大部份。每部門除了解釋其主要課題之外，並附有可以實際操作的程式個案。

本書主要是介紹智慧機器（Intelligence Machines）的原理和結構。本書除了可供科技設計工程師、科學研究者之參閱之外，亦為研習理工科和對機器人有興趣的讀者非常有用的參考書。

MJR

目 錄

第一部 機械部門.....	1
第一章 手部機構.....	3
兩手指型的手部.....	4
手指運動.....	9
基本齒輪原理.....	10
導螺桿機構.....	11
距 輪.....	12
蝸 輪.....	12
手部的構成.....	13
手部設計的研究.....	16
多手指結構.....	18
建造一個五根指頭的手部.....	19
其它手部設計.....	22
另一世界的手部.....	23
第二章 手臂設計的研究.....	25
腕部設計.....	25
功的公式.....	29
腕部機構.....	30
手臂設計.....	34
纜繩驅動系統.....	36
手臂結構.....	37
望遠鏡型手臂設計.....	41

上升鎖固	44
第二部 電動力	47
第三章 基座／腳的研究	49
基 座	49
身體的舉升	52
身體部分	53
運 動	55
兩輪驅動	58
腳 部	61
不用輪子的擺動機器人	65
第四章 可控制的運動裝置	67
馬 達	67
轉 矩	67
馬達的類型	70
直流永磁馬達	70
直流齒輪馬達	71
控 制	72
雙向控制	74
速率控制	78
步進馬達	80
線性運動	86
第五章 回授機構的位置	89
極限回授	89
動作回授	90
反射式偵測	93
磁性元件	95
伺服控制	97
第三部 電子感應器	103

第六章	觸覺感知	105
	光學觸覺	107
	觸摸編碼	111
	壓力感測	113
	用聲音來感覺	115
第七章	運動，及姿態感知	119
	運動狀態偵測	120
	姿態感知	121
	方向找尋	124
第八章	視覺系統	127
	機器人的眼睛	127
	實物	131
	視訊數位化元件	133
	固態視覺	137
	判斷距離	146
第四部	電腦控制	153
第九章	單晶片的智慧	155
	電腦	155
	中央處理單位	157
	指令解碼器	161
	記錄器	161
	程式計數器	161
	堆疊指標與中斷	162
	算術邏輯單元	163
	微電腦	163
	內部架構	164
	8748 的核心問題	166
	程式及驗證	171

	記憶體的使用.....	175
	暫存器的一些指令.....	181
	程式狀態語.....	182
	指令序列的中斷.....	182
	程式狀態語（續）.....	185
	算術及邏輯功能.....	186
	記錄器的運作.....	187
	分枝及跳越.....	188
	計時器.....	189
	程式模擬.....	191
第 十 章	運動控制.....	197
	與 Big Trak 之介面.....	202
	區域控制.....	207
	外加程式儲存.....	212
	序列輸入／輸出.....	212
	回到 BASIC 上.....	214
	碰撞偵測.....	216
	系統的電源供給.....	219
第十一章	機器人的控制器.....	221
	功能規格.....	221
	操 作.....	223
	命 令.....	225
	反 應.....	226
	硬體設計.....	228
	重 置.....	229
	馬達控制.....	229
	通訊部分.....	236
	軟體設計.....	240

埠端運算.....	243
8251 A 的初置	245
命令的接收.....	250
行動命令.....	252
停止命令.....	258
中止命令.....	258
讀取命令.....	258
檢查命令.....	260
輸出命令.....	263
傳送資料.....	263
主 電 腦.....	263
第十二章 機器人的控制語言.....	267
歷 史.....	267
何去何從.....	269
手臂命令者.....	270
初 置.....	270
模式選擇.....	272
人工手動模式.....	273
副程式：轉換及傳送.....	275
自動模式.....	277
儲存程式.....	278
重新呼叫.....	280
動作BASIC	282
第五部 機器人的通訊及控制.....	291
第十三章 遙控的命令連接.....	293
背 景.....	293
遙控“開—關”	294
AM1 — 2743 / 2742	296

	MOTOROLA MC-14457 , 14458	299
	命令控制器.....	307
	無 線 電.....	312
第十四章	語音命令設計.....	313
	按鈕併發症.....	313
	LED 光源.....	315
	芝麻開門.....	318
	單晶片語音辨認.....	323
	還能有更好的嗎？.....	325

第一部

機 械 部 門

第一章 手 部 機 構

在多數有關機械人學的出版刊物之中，有關手部的說明大部分被忽略了。我們通常可以看到許多討論機械臂、驅動裝置、控制系統甚至程式語言的文章，但是有關手部的文章就很少見了。這是很遺憾的，因為手部往往是機械人系統中最有用的部分。在應用的領域中，手部是應該被重視的。

從機械的眼光來看，手部是研究機械人學最適當的一個起點。它可以隨我們所需地做得簡單或者複雜。在本章之中我們將要說明幾種不同的機械手部。

當我們想到手部，我們很容易想到它是好像我們腕部的附添物。然而，人的手部雖然很有適應性、很有效率，我們却不能很容易地去找它的模型。由於手是我們人類唯一擁有的 End effector，所以它是多麼地多才多藝，能夠適用在所有的工作場所。而機械人的手部是比較容易拆裝的，因此每一種手都被設計來做某種特定的工作。

讓我們來看看圖 1-1，這是兩個不同的手部。這些手部是裝在 UNIM-ATE 機械人上的。請注意為何手部都設計成兩鉗型或者兩指型的機構。這種設計模擬了鉗子的結構，而這種結構方便於許多應用場合中。同時，這種結構也最易於模擬以及控制。

(A) 雙鉗型機構

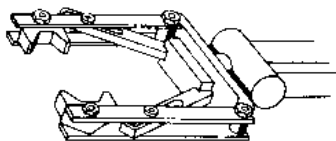




圖 1—1 Unimate 機械人的簡易手部設計

兩手指型的手部

讓我們來考慮一個簡單的兩手指型手部的設計，圖 1—2 所示者是一個大部分由木頭所做成的一個完整的手部。這個設計中使用了一種繼電馬達——一種磁化線圈。在第四章中，我們會詳細討論這種磁化線圈。

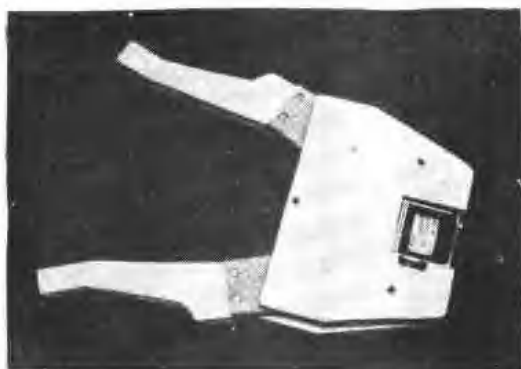


圖 1—2 典型的“木型”手部

設計的開頭是從手指開始。爲了使設計更有效率，有幾件事項必須要考慮：

1 手掌部算起的長度

這可由所欲移動的物件的形狀來決定。舉例來說吧，假設你要舉起一個玻璃水瓶，則手指要長而細；如果物件是立方物體，則手指要短而寬。

2. 手指接觸區的寬度及長度

所用的力量決定了寬度／長度的比值。當物件如果是立方體而且相當重，它必須與物件有較大的接觸面積，鑷子狀的手指就不適用了。事實上，接觸點是設計手部的過程中非常重要的關鍵。

讓我們來看看圖 1-3。當手在抓舉一個物件時，有兩個力作用在物件上。地心引力產生向下的力，而手指產生一個向內的力。當連接在手之上的機械臂要移動時，又將產生一個力。這個力有使物件滑離手指的傾向。

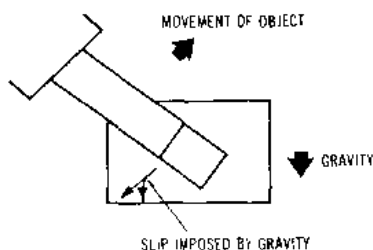


圖 1-3 手指部施力的分析

手臂的加減速也會產生兩倍於重力的作用力。假如手臂沿著水平方向運動，加於物體和手之接觸點的力，將兩倍於物體的重量。而手臂的垂直運動將產生二至三倍的力量。

所以我們要考慮摩擦力。當手臂及手要舉起物件時，重力會於平行接觸面的方向牽引物件，這導致了摩擦或者滑動。

假若物件的重心，是在機械人手指與物件接觸點的上方 6 英吋，將有個因素叫做摩擦係數等於 0.06。這個數值必須與物件的總重量，與兩個接觸點間之距離的乘積一起使用，以獲得抓取、握住或者移動物件所須用的力量。

假若我們知道物件的重心的話，以上所述的將足夠了，而且很好。通常重心即是物件的質量中心。注意「通常」這兩個字，因為有些物件，比如人體，會有一些變動的質量遍及全身。讓我們假設我們要抓取的物件，

其質量是恒定的，比如方塊、石頭、未裝水的瓶子……等等，則我們可以劃一些割線從物件的各個角至另外的角，這些線的交點，可以似近為質心之所在（如圖 1—4）。

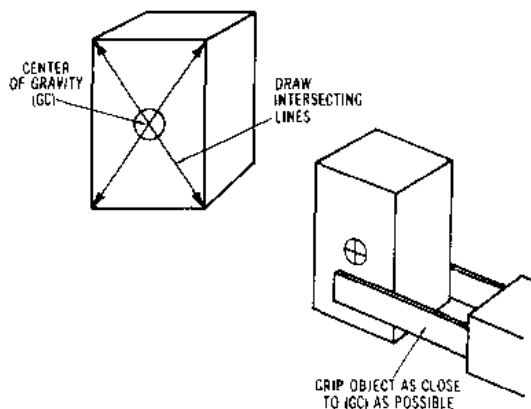


圖 1—4 決定重心的示意圖

再回頭來看兩個夾點距離的問題。下面的關係式可以指出要抓住物件所須的力量：

$$\text{所須的力} = \frac{\text{物件重量} \times \text{兩夾點距離}}{\text{摩擦係數} (\text{重心與接觸點距離} \div 100)}$$

當你在設計機器人系統時，若有個人電腦在身旁通常會有助於計算的。讀者隨著本書的進展將可建立一些計算的資料庫，以便於設計。這些資料庫內的程式都以培基語言（BASIC）的副程式出現，可以在大部份的個人電腦上執行。而呼叫這些副程式的主程式（Main Program）將於第十二章中列出並討論之。

程式 1—1 包含了計算“手力”的公式：

```

200 CLS: PRINT"GRIPPER FORCE EQUATION"
210 PRINT:PRINT"TO FIND GRIP FORCE REQUIRED:"
220 PRINT:PRINT"ENTER WEIGHT OF LIFTED OBJECT:"
230 INPUT"LBS":A
240 PRINT:PRINT"ENTER DISTANCE BETWEEN POINTS OF CONTACT ON
    FINGER PAD:"
    
```

```

250 INPUT"(INCHES)";B
260 PRINT:PRINT"ENTER DISTANCE FROM CENTER OF GRAVITY OF CONTACT:"
270 INPUT"(INCHES)";C
280 C=C/100;G=(A*B)/C
290 CLS:PRINT"GRIP FORCE= ";G;"POUND-INCHES"
295 PRINT:PRINT"<ENTER> FOR MENU,<SPACE> FOR ANOTHER"
297 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 297
298 IF A$=" " THEN GOTO 200 ELSE GOTO 10

```

程式 1 - 1 夾具力量程式

到目前為止，讀者或許會問什麼“力”與手指長度有關？想想，假若由上列公式所計算出來的抓取力超過一千磅，問題就來了，那來的那麼巨大的“手”！別忙，先注意一下接觸的面積吧。

所需具有的抓取力可由二種方法來降低：一是抓物件時儘量抓取靠重心的地方，二是增加夾點的距離或者面積。由計算式子可以看出其效果。當然，有時候所須的抓取力甚至達到 20 萬磅。

3. 手指形狀

吾人的手指是管狀、三節形的。相反的，鉗子的“手指”則是堅圓的而且通常都有齒紋的。不過兩者都可以用來扭開瓶蓋，而且很有效。

當我們要拿瓶子時，則希望“手指”的形狀能吻合瓶頸的外圍。如此一來，二個手指剛好繞住其外圍，而且穩固的握住它。

換個例子：要抓一個方塊時，可能只須要兩個平的析面，如此一來接觸面方得以平順。

4. 手指接觸板間的關係

做做以下之實驗：

拿兩枝冰棒的竹筷子，放在平直面上，最長的部份面向你，如圖 1-5。二根離開二英吋，平行放著。筷子下端釘死，當做軸點（Pivot Point），移動上端，直到二根筷子上端相觸，形成倒 V 字型。再在筷子間放入一個方形物件。如果筷子要夾起物件，則每個手指接觸板（Pad