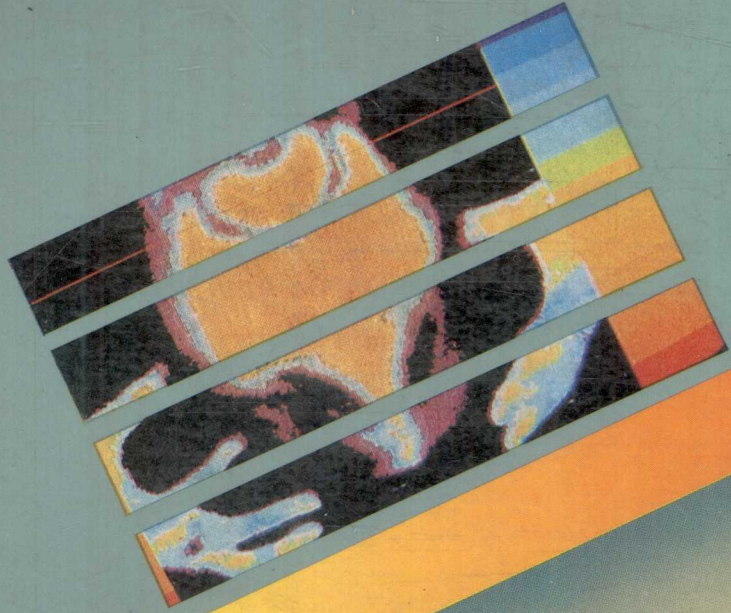


工程科技叢書

機器人工程學手冊

朱啓民 李祖昌 黃松榮編譯 林俊炘校訂



工程科技叢書

機器人工程學手冊

朱啓民·李祖昌·黃松榮譯·林俊炘校訂

工程科技叢書編審委員會

主任委員：虞兆中

編審委員：于惠中

呂維明

於幼華

郭德盛

黃正義

葉超雄

羅文偉

王瑞材

林世昌

施振纓

陳義男

黃丕陵

鄧啓福

李家同

孟繼洛

夏鑄九

陳興時

黃秉鈞

劉清田

機器人工程學手冊 / [沙福] Edward L. Safford,

Jr. 著；朱啓民, 李祖昌, 黃松榮譯.--臺北市：聯經，
民74

[11], 356面：圖；21公分.

譯自：The complete handbook of robotics

附錄：機器人名稱索引等3種

新臺幣250元(平裝)

1. 機器人 I. 沙福(Safford, Jr. Edward L.) 著

II. 朱啓民譯 III. 李祖昌譯 IV. 黃松榮譯

446.14 / 853

序

石油危機導至全球性的經濟不景氣，許多工業國家受此嚴重打擊而致工業發展趨緩，生產力無法提昇。日本則獨具遠見，極力推動自動化，克服經濟及工業發展上的困態，提高生產力，降低成本，以增加外銷競爭力。結果相當地成功，因此掀起了全世界致力工業自動化的一陣風潮，而在這些自動化設備中，最引人注意者，則屬工業用機器人。這方面的發展，近年來在國內也遍地受到政府、工業界、學術界及社會大眾的重視。這在許多的產品展覽會中，機器人之受人注目情形可見其一斑。

現代的科技進步得太快，許多人對新發展的科技總是存著好奇觀望的態度，同時由於缺乏了解而在學習及使用上產生了排斥，這種現象延緩了自動化的推進。我們相信假如能以淺顯的文字，將機器人有關的基本原理介紹給他們，將會是非常有助益的。有鑑於此，我們著手編譯了這本書，試圖將有關的基本原理，以比較有趣淺顯的方式提供給有心踏入機器人工業的朋友作為入門指引。

本書將不侷限於介紹工業用機器人，我們認為對於一個入門者，廣泛地介紹將更容易被接受，因此本書內容涵蓋很廣，諸如

各種移動方式、手臂手掌的結構、各種察覺器的應用、視覺原理、控制基本理論、微處理機扮演的角色等等。雖然淺顯，但我們相信可提供許多基本概念，至於要做深入的探討或研究，我們建議讀者參考更專門的書籍。

本書共分為十四章，第一章介紹一些基本知識及專有名詞，以便對全書有一通體的概念。第二章討論機器人的各種運動，包括動力選擇、馬達計算運用、齒輪搭配等等，有關機械結構部分多半在此章中討論。機器人不止要能動，還要與外界能溝通，也就是說機器人必須具有類似人類五官的東西，術語上稱為察覺器，我們將在第三章中給諸位初步的概念，並在第七章中進一步地討論。至於機器人的動力來源，不管是蓄電池、油壓或氣壓裝置、太陽能或核能等等，都將在第四章有一交待。第五章討論機器人的基本構造，此章牽涉到一些控制系統的概念，並討論各種不同系統的差異及結構。第六章則談談有關「機器人腦」的問題，究竟如何讓機器人既聰明又乖巧，可以在這章中找到答案。第八章討論伺服系統的各種觀念，包括結構、計算以及利用等。第九章與第十章則討論商用機器人及自製機器人，在此對許多公司的產品都逐一介紹，並探討其可應用之處，以及自製一個機器人必備的基本知識和程序。第十一章則對遙控的問題，作一些簡單的分析。第十二章與第六章有些相關，討論如何將富有彈性變化的電腦與機器人聯結在一起，以期發揮更多的功能。第十三章與第十四章進一步地討論一些目前較進步的現代機器人，介紹了部分與機器人發展製造相關的協會，並概略地談談機器人的未來發展及市場潛力，修正社會大眾對機器人的誤解。

本書主要取材自 Safford 所作的 *The Complete Handbook of Robotics* 一書，並增添一些材料，雖經費心編譯，但

· 序 ·

III

仍難免有掛一漏萬之處，編排上亦有不盡詳細之處，希望各位讀者惠予指教，不勝感激。

朱啓民 · 李祖昌 · 黃松榮 謹識

民國74年4月

目 錄

序

第一章 無處不在的機器人

1-1	機器人的定義	1
1-2	爲何要用機器人	3
1-3	機器人是否可靠	4
1-4	機器人能做什麼	5
1-5	機器人的製造	7
1-6	機器人大師	12
1-7	製造機器人的可能性	12
1-8	機器人恐懼症	16
1-9	機器人的移動能力	18
1-10	機器人的腦	21
1-11	機器人的視覺	24
1-12	玩具機器人	25
1-13	語音鑑別	26

1-14	感情及邏輯	27
------	-------	----

第二章 機器人的運動能力

2-1	會走路的機器人	29
2-2	蘇俄的進展	32
2-3	動力來源	33
2-4	相關的計算	39
2-5	齒輪及滑輪	45
2-6	複算公式之正確性	49
2-7	電動輪椅	50
2-8	蝸齒輪	55
2-9	計算之精確度	57
2-10	離合器及自動調速器	58
2-11	為特殊應用設計之可調速裝置	60
2-12	有關機器人重心之考慮	61
2-13	機器人之動態穩定系統	63
2-14	關於「會走路」的玩具之進一步描述	64
2-15	齒輪回退	66
2-16	步進馬達	67

第三章 有關察覺器之一些基本考慮

3-1	光察覺器	69
3-2	聲察覺器	71
3-3	應變計	74
3-4	壓電晶體	76
3-5	馬達電流	76

3-6	電容察覺器	77
3-7	雷達系統	78
3-8	雷射	79
3-9	磁性	80
3-10	光系統	83
3-11	無線電波束及光束之路徑系統	83
3-12	放射源電子察覺器	86
3-13	距離察覺器	86
3-14	電視察覺器	87
3-15	垂直察覺器	89
3-16	鉛錘振動垂直察覺器	91
3-17	電視掃描	92
3-18	電視三度空間的表示法	94
3-19	雷射造成的危險	95
3-20	簡單的雷射設備	95
3-21	力回饋察覺器	97
3-22	碳粒力察覺器 (電阻)	99
3-23	E線圈變壓器	100
3-24	氣壓察覺器	102
3-25	色彩察覺器	105
3-26	對煙霧的察覺器	105
3-27	語音察覺器	107
3-28	語音處理機	108

第四章 機器人的動力

4-1	電池的種類	111
-----	-------	-----

4-2	電池的安一時	116
4-3	電池的充—放電週期	116
4-4	電池充電時的注意事項	117
4-5	電池的電流容量	119
4-6	使用多胞電池之注意事項	121
4-7	使用鎳—鎘電池之注意事項	122
4-8	鉛—酸電池的測試	123
4-9	油壓系統的一些基本原理	124
4-10	油壓機所用之活塞	127
4-11	油壓機之油壓源	129
4-12	氣壓系統	131
4-13	其他各種系統	132

第五章 機器人內部所使用的各種基本系統

5-1	系統的種類	135
5-2	回授 (回饋)	138
5-3	電功率轉換器	139
5-4	同步器	140
5-5	控制放大器	142
5-6	用繼電器之開—關來控制	143
5-7	其他種類的轉換器	143
5-8	程式化的系統	145
5-9	記錄「人格」	147
5-10	遙控機器人	148
5-11	複系統	148

第六章 機器人的「腦」

6-1	基本計算機結構	155
6-2	一個機器人的基本聲音電路	156
6-3	關於機器人電腦之要求的進一步考慮	160
6-4	掃描器	164
6-5	電路之選擇	165
6-6	一個機械型的機器人腦	170
6-7	半導體腦	176
6-8	真值表	176
6-9	小型計算機的腦	178
6-10	電腦的一般操作	183
6-11	定時器	188
6-12	指令碼	192
6-13	有關機器人腦的概念	192
6-14	適應系統	195

第七章 察覺器更進一步的考慮

7-1	力回授察覺器系統	199
7-2	小機器人系統	200
7-3	光學掃描器	207
7-4	掃描參考	209
7-5	觸覺察覺器	209
7-6	遙測察覺器	210
7-7	色彩察覺器	211
7-8	電視察覺器	211

7-9 應用光學纖維於感覺功能上.....214

7-10 熱感器（熱察覺器）.....214

7-11 利用察覺器來模擬人類的抓握.....215

7-12 伺服機構系統之重要性.....218

第八章 伺服機構系統

8-1 伺服機構的基本概念..... 221

8-2 位置伺服機構的基本方程式..... 224

8-3 變化率電路..... 231

8-4 手臂、手腕與手指間的多重關節..... 235

8-5 多迴路的伺服..... 235

8-6 液壓回饋系統..... 238

8-7 伺服機構的自然頻率..... 239

8-8 因次..... 243

8-9 獲得變化率電壓的另一種方法..... 243

8-10 結論..... 244

第九章 商用機器人

9-1 醫學上的應用..... 245

9-2 工業上的應用..... 247

9-3 潛水上的應用..... 250

9-4 太空偵測上的應用..... 256

9-5 保障安全上的應用..... 256

9-6 學習的過程..... 260

9-7 汽車上的應用..... 261

9-8 月球探測上的應用..... 262

9-9	研究機器人的機構	263
9-10	戰爭上的應用	263

第十章 自製機器人的秘訣

10-1	如何著手	267
10-2	基本的導向及動力裝置	268
10-3	驅動馬達	271
10-4	導向裝置的評估	271
10-5	驅動系統	278
10-6	中和趨向振盪的處理	278
10-7	對驅動馬達更進一步的認識	279
10-8	驅動馬達電路	279
10-9	基本機器人平臺控制的簡單程式	281
10-10	手臂的製造及操作	284
10-11	定位的問題	288
10-12	頭部的運動及生命的指標	293

第十一章 利用無線電控制機器人

11-1	典型的無線電控制系統	295
11-2	無線電控制系統如何工作	296
11-3	無線電控制系統的頻率範圍	297
11-4	功能及限制	298
11-5	應用無線電控制系統於機器人	299
11-6	系統操作的分析	302
11-7	計算機介面	305
11-8	利用其餘的無線電控制系統	307

第十二章 計算機介面

12-1	計算機的要求	309
12-2	計算機與多重裝置之介面	311
12-3	典型介面電路	313
12-4	計算機化機器人的設計	317

第十三章 現代機器人與機器人協會

13-1	自動化工廠的問題	321
13-2	保養及修護的觀點	324
13-3	機器人協會	325
13-4	一些工業自動操作裝置的類型及能力	328
13-5	關於美國機器人協會更詳盡的資料	332
13-6	工業機器人期刊	333

第十四章 機器人的未來

附錄一	機器人名稱索引	339
附錄二	公司、學校、組織名稱索引	341
附錄三	一般名詞索引	343

第一章 無處不在的機器人

許多人類古老的夢想，諸如移山填海，翱翔天空、遊覽海底，甚至登陸月球、星際旅行，在二十世紀的今天，都一一的被實現了。機器人也在數年前有了重大的突破，現在已有能夠二十四小時連續不斷工作的機器人，下一步再發展出的將是具有高度智慧的人造人，科幻小說的世界似乎快化為實際生活了。然而機器人究竟是什麼呢？以下將淺談一些機器人的概念。

§1-1 機器人的定義

機器人是一種全自動化的機器，遇有外界刺激，能依內部預儲的指令及程式作適當的反應。也有人認為機器人不是機器而與人相去無幾，不過目前的科技還未能發展出像人一樣聰明的機器人。

在作進一步的說明之前，我們先定義幾個名詞，界定討論的範圍。首先，機器人的原文是ROBOT，意思是為強制性勞役，由捷克語 robotnik 來的，意思是僕人、農奴，另有一字 robotisi 意為不需思考的苦工。劇作家卡貝克（Karl Capek）作了一齣

戲 R.U.R. (Rossums Universal Robots)，劇中主人翁便叫做 Robot，是一個具有人類外形的機器，被造來替人類作手工雜事。在一個偶然的機會裏，許多 robot 被改造得更精良，最後它們接管了工廠並統治了整個世界。這齣戲劇是首先使用 Robot 這個字眼來描述自動機器裝置的文獻，後來 Robot 被用來指一個只有機械動作而無思考的人，大多數人都不知道這個涵義，而認為 Robot 是自動化的成果。現在我們稱 Robot 為自動操作或自動完成某些事情、移動、測量或特殊動作，而不經由人類直接控制的機器。當然究竟作些什麼事，以及如何組合製成如此的機器，這項工作是而非人腦無法勝任的。

由卡貝克的 R.U.R. 劇中的機器人開始到現在，機器人學不斷地進步，這段期間有各種不同型式、不同水準、不同能力的機器人被發展出來，因此也有更多的各式各樣的定義產生，但無論如何這些機器人都將與我共存於世界上，並有其一般及特殊之處。

以下依克里頓 (Kryton) 的分類，定義幾種不同程度的機器人：

自動機器 (Machine-automated) ——任何一種不需人操作控制而可完成某些工作的機器均屬之，是機器人學中常用的字，指最基本的一種機器人。

機器人 (Robot) ——具有某些人類特徵或構造之自動裝置的通稱，不一定與人長像相似但可執行人的某些功能及行動。計算機可模擬人腦的機能，而自動洗車機可執行比人更巨大的機械動作，這些都算是機械人的一部分。

擬人型機器人 (Humanoid) ——外表與人相似的機器，其外表不一定完全相同，但或多或少總可看得出與人的手、腳、軀

體、頭相對應處，大小則視其功能而有所不同。

機器假人 (Android) —— 此種機器與人之外貌相同，而其各部份動作與功能也與人相同，遇有外界刺激可由事先設定的程式決定如何反應，一般科幻小說中那些與英雄們一同出生入死的機器人便是這種。

人工智慧人 (Cyborg) —— 具有前述各種機器人的能力而以生物型態出現的機器人，具有一些人工智慧或思考能力者。

人工智慧機器人 (Cybot) —— 全部用機器製造的人工智慧人。

人造人 (Cybert) —— 我們所能想像得到的最精緻的機器人，具有人的外形及基本的機械動作能力，對外界刺激有反應，並可經由經驗自行學習，可能具有一台電腦的記憶體供其記憶之用。

以上各名詞只是一部分而已，未來也許你還要加上一些新的辭彙及定義，此外上列定義不一定包括所有的情況，也不一定是最正確的，但 Kryton 曾說過一句話可供參考：「時候到了它們就會十分清晰。」

§1-2 為何要用機器人

人類由於各種因素必須使用自動機器，諸如疲倦、力氣不夠、速度不夠、精確度不夠、環境的限制以及工作時間的限制等等，所以人類才設計各種裝置來擴展人類的能力。例如潛水裝備使人能在不適生存的海底深處或水底下工作及遊玩，同樣的概念也可應用於產生有毒氣體的化學反應環境或生產線上，太空裝置也可歸於此類，其他許許多多數不盡的裝置也都是人類在這種需