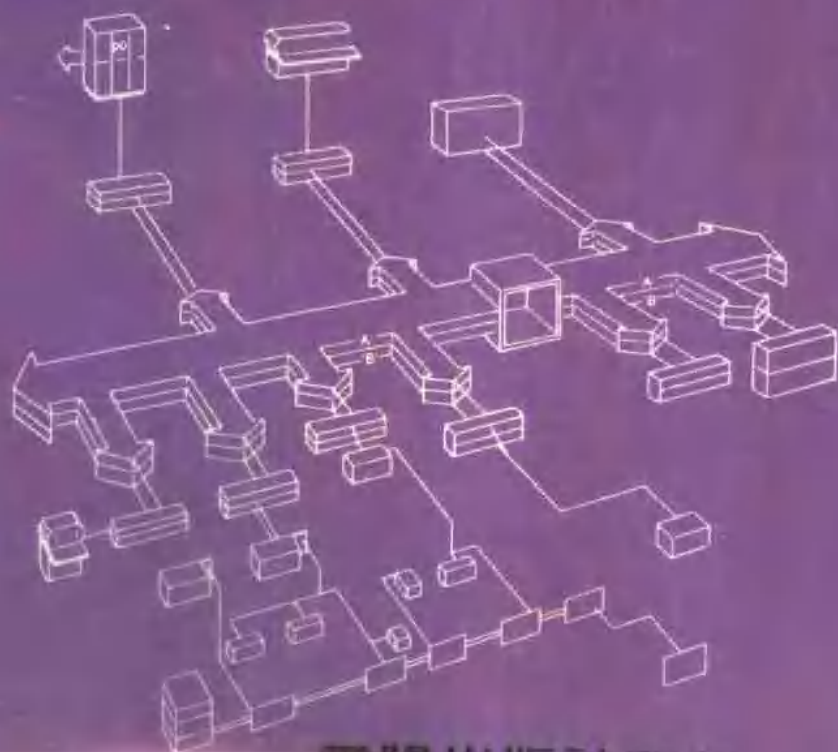


Robert J. Bibbero

微處理機與儀器及控制

林國富 譯

Microprocessors in
Instruments and Control



雲陽出版社印行

微處理機與儀器及控制

林國富 譯

Robert J. Bibbero

Process Control Division
Honeywell Inc.

Microprocessors in
Instruments and Control

雲陽出版社印行

微處理機與儀器及控制

版權所有 翻印必究

作 者 林 國 富

出版者 雲陽出版社

台北市光復南路17巷46號

台北郵政信箱36-60

7629705

郵局B247

登記證局登台業字第0908號

發行人 陳文惠

台北市光復南路17巷46號

7629705

印刷者 遠利印刷廠

台北市東區街260巷25號

3711088

基 價 線裝叁圓·精裝肆圓

版 次 中華民國69年6月初版

學校及團體用書請向本社直接洽購

利用本社郵政劃撥18247號購書九折優待

同業門市用書請向台北市重慶南路一段69號文笙書局批購

譯者序

本書是根據美國 John Wiley & Sons 公司所發行，Honeywell 公司程序控制部門工程師 Robert J. Riboero 所著 *microprocessors in Instruments and Control* 一書翻譯而成。Honeywell 公司是近年來致力於發展微處理機應用頗有成就的廠家，尤其在程序控制方面領先群倫，本書主要是該公司研究發展部門之研究成果，對電子應用工程師及化工部門電子儀器之維護工程師極為有用；由於原書由淺入深的說明方式，且不談高深空泛之理論，一般有志於此的學生可由本書中獲得最新之觀念。

研讀本書無需任何特殊的預備知識，不過若能參看其他控制理論及微處理機方面之相關教材，對書中論題之瞭解將有所幫助。原著中牽涉的範圍相當廣泛，譯者才識有限，恐有誤解疏漏之處，且至今仍有甚多術語無統一之譯名，恐有誤譯或不妥之處，盼各方賢達能不吝提出指正，容再版時更正。

本書翻譯時，摯友黃漢邦給予甚多協助，並於百忙當中校對原稿，謹此致謝。此外，尤須感謝 胡熙慶教授在各方面的支持，及雲陽出版社諸位同仁的密切合作，由於他們的辛勞才能使本書順利完成。

林國富於台北
六十九年元月

原序

微處理機是計算機界中一顆最新且最急速上升的旭日之星。自從 1971 年問世以來，它們的年成長率超過 100%，微處理機及微計算機的出口已遠超過那些較大及較貴的同伴之總和——大型計算機與迷你計算機。

微處理機的主要衝擊，不只是在與傳統的電腦及事務機器的競爭，而且在各方面的應用亦可深切體認。大約超過 70% 的最新機型都是用於新的應用中。微處理機的小型化——大約只佔一個或二個傳統元件的位置——及其低成本使得可像細菌似地滲入軍事裝備、儀器及機器等的各部門，賦予它們完全嶄新的複雜能力。對這些高級應用，若以大型計算機的組合來製作，其複雜的程度將十分可笑。而且，由於成本的限制，使得這些大型計算機無法擴展至一般性的應用。

隨意取幾樣應用，就可看出微處理機有下列各方面千變萬化的用途：

汽車

原子吸收分光儀

收集系統

層析計

遊戲用具

機械工具

醫學裝備

微波烤箱

程序控制器

售貨終端機

機械人

文字處理機

有那些新的功能是因為在設計與發展中將微處理機加進系統中而產生的效果呢？例如，汽車的微處理機，可調整燃料與空氣的混合及極精確的點火時間以及速率，使得在整個駕駛過程中汽油的消耗最少，而且又符合空氣污染控制要求的嚴格限制。用同樣的微處理機做分時控制，可有足夠的能力控制反制動系統的制動，來啟動門鎖邏輯與防盜裝置。有了這些能力之後，包括感測器在內汽車製造商可節省單位成本 100 美元。

在較簡單的應用中，像微波烤箱中微處理機的作用有如控制器。它調整除霜、烤熟或烹煮等這些工作之控制參數，這些工作就有如傳統的定時器。甚至電視遊樂機，例如乒乓球遊戲或日本式彈球盤機 (*Japan's pachinko machine*)，利用微處理機來製作邏輯以減少機械元件和分離的電子元件。這些邏輯做得極複雜，使同一個人可一再地玩此種家庭遊戲。當增加獎金時，只需更換插入的僅讀記憶器 (ROM) 或卡式帶記憶器來改變程式設計，就可使整個遊戲改變。

在這方面一直缺乏一個明確的定義，現在我們試著定義幾個名詞，或至少限制它們的性質，以便利用來說明本書所要討論的課題，微處理機包括所有傳統計算機中央處理單位的所有元件，尤其算術、邏輯及控制，而且它們全都製作在單一大型積體電路 (LSI) 基片上，或者最多二個或三個基片。分離的微處理機是利用個別邏輯元件製作的，但是它們不是專用裝置就是中間級趨向於 LSI 設計，所以我們通常不加以考慮。由實際上來講，微處理機是小型、便宜、且複雜的 LSI 基片。典型單基片微處理機的主動部份（例如，德州儀器公司的 TMS-1000），大約是 0.2 英吋平方；其價格由每個數百美元至不到 100 美元（更便宜的甚至在 10 美元以下）；而其複雜的程度由每一基片有上萬個電晶體至數十萬個電晶體。通

常賣出的完整微計算機是包括記憶器與輸入／輸出介面。

我們用微處理機一詞是指基片階段的元件，即使它們可能已含有大部份完整的計算機元件。微計算機一詞是指完整的計算機，通常介合有外圍裝置像電傳打字機及磁碟或磁帶儲存，以及用微處理機做為元件。所以微計算機通常是指幾個至上百個 *LSI* 基片的完整組合，其中包括記憶器和介面元件。

大多數微處理機是由預儲於 *ROM* 中的程式來控制。*ROM* 是一種規則安置於電路板上的 *LSI* 元件，它賦予微處理機各種工作能力。在大規模生產時，*ROM* 預存了做特殊工作的程式，並利用大量生產的技術將該結構製作在不同的 *LSI* 元件上。在小規模生產時，通常利用可變程式的 *ROM* (*PROM*)；它們可在製造後再設計程式，通常是以大型計算機所產生的紙帶來製作，但是仍然只有僅讀能力。另一方面，專用計算機是以鍵盤或卡片做程式設計——程式讀入可變的磁芯記憶器或在磁碟與磁芯之間轉移，一直到處理工作完成為止；然後將之擦去或儲存在線下 (*off-line*) 的磁碟、卡片或紙帶中。

如果微處理機的程式是內建式元件 (*built-in component*)，整個組合就會變成特殊專用的裝置（雖然許多變通性與適應性可加在程式中）。雖然有些微計算機可經由鍵盤和紙帶或卡片閱讀機來做程式設計，就可變成特殊的通用計算機，但實際上它們就像一個迷你計算機 (*minicomputer*)。

在本書中我們並不討論微計算機的通用程式資料處理。我們所要研討的是與一主機 (*host*) 組合的專用微處理機。此一主機可能是機械、分析實驗儀器或程序控制器。我們認為主機的即時控制 (*real time control*)，不只是在所印出資料的產品中，即使如果組合的輸出不是數值的，也可將回報的資料視為是數值的。我們所說的即時操作意思是，處理機的計算與控制工作迅速發生，使得足夠進行或改進主機裝置的正常動態操作。通常，微處理機可當做控制器來代替定義即時標度 (*scale*) 的電子類比或機械函數。

顯然，利用ROM的微處理機並不是由使用者做程式設計的。ROM不是由原裝置製造商(OEM)製造，就是由使用者從PROM中產生。使用者有操作的選擇權，但是這與軟體無關。OEM必須把含有使用者所需的所有邏輯函數做成程式，然後再轉換成ROM。因此，如果使用者想要改變成新的程式，OEM必須製作新的ROM並使其配合使用者的處理機(可能只是更換一片插入元件)。

不過，提供給使用者的選擇(允許使用ROM程式)可進一步擴展成一種完全由使用者做程式設計的形式。這些程式可利用開關或按鈕方式寫入隨意儲取記憶體(RAM)，寫入的資料是以原ROM程式來定義。因此，使用者可控制微處理機裝置成為所需的複雜或簡單形式。RAM基片通常是採用半導體(電晶體正反器)儲存，是一種破壞性的(volatile)記憶體，也就是如果電源中斷時使用者的程式就會消失。如果遇到這種緊急事件，一特殊的預備記憶體(例如卡式帶儲存)可用來保存使用者的程式。

本書並不是一本討論有關微計算機或它們的製造與設計的書——雖然其中許多有趣的工作已包含在本書中。而是一本討論有關微處理機—主機關係的書——它們是如何結合與介合以及在開始成功地組合時有那些必須知道的及該使用的。

尤其，我們著重於討論各種儀器以及工業控制系統與微計算機的結合——包括大量使用特殊的ROM或PROM程式。關於極大量的消費產品的應用，例如汽車、烤箱、以及可能在裝置製造與程式設計時需要特殊技術的裝置，我們在此都不加以討論。

本書是寫給微處理機的使用者以及儀器與控制的設計者，以及那些找到微處理機的新用途或市場的人。本書對醫學、化學及生物學的實驗儀器使用者與製造者，程序控制工程師及那些發展控制系統的人，對微處理機與半導體產品的應用及新市場有責任心的人，研究科學家、學生、技術人員及實驗室工作者都很有幫助。

本書首先介紹儀器與控制的元件，尤其著重於動態及計量儀器所需完成的即時資料處理工作。其次，說明數位計量的工具以及說

明微處理機執行必要工作的能力。因為動態控制是一個我們所要考慮的重要應用特性，所以我們也要討論控制方法與程式的發展。

由這些背景可自我獨立進修，而導向以後各章的應用。本書中所包含的特殊例題，包括微處理機與簡單的分析儀器、較複雜的實驗分析儀器、工業程序控制器及裝備有資料通訊和介面裝置的完整多重處理機控制系統等的組合。這些例題以微處理機硬體結構與技術以及各種重要的軟體方法來說明，使讀者能瞭解在應用結構之後的邏輯。

本書是在協助那些將來要以及現在正獻身於被每年所生產的數百萬微處理機所支配的工業界、科學界及技術界的朋友們。

ROBERT J. BIBBERO

謝辭

我很感激Honeywell公司(PCD/FW)的Fort Washington, Pa. 程序控制部門的Renzo Dallimonti, 允許我使用了他在程序控制基本原理方面的許多寶貴私人資料, 並承蒙其耐心的說明, 及PCD/FW的Alan Kegg鼓勵我學習微處理機的軟體程式設計並提供第7和第8兩章的資料, 以及Honeywell公司研究中心的Ed Rang支持並允許我使用他在發展較困難的方法時的工作成果。其次我要感謝Eugene Manno以及其PCD/FW工程部門的同仁, 尤其是A. Demark, M. Sklaroff, R. Metarko及C. Farmer, 他們分別協助校閱各章, 但我要聲明, 若仍有任何錯誤或疏漏之處, 責任完全在我個人。最後我要感謝Honeywell的George Reed和他的製圖小組以及Veronica Saboe慨然合作分擔了原圖的繪製與原稿的打字工作。當然, 我更要衷心地感謝Honeywell和PCD/FW的當局允許公開這些工作, 以及利用了許多在Fort Washington所做的微處理機應用的發展資料。最後, 感謝為各章貢獻心力的作者Alexander B. Sidline及Stanley T. Zawadowicz (Datalab公司的總裁) 他們的精彩工作。

R. J. B.

目 錄

第一章 儀器的靜態與動態計量

1-1	導言.....	1
1-2	訊號的調整.....	3
1-3	輔助器.....	8
1-4	訊號動態.....	19
1-4-1	雜訊與濾波.....	19
1-4-2	訊號傳輸線.....	22
1-4-3	一階測量與程序落後.....	22
1-4-4	一階系統的動態誤差.....	27
1-4-5	動態流動系統.....	29
1-5	二階系統.....	31
1-6	滯死期.....	39
	參考資料.....	41

第二章 程序控制基本原理

2-1	導言.....	43
2-2	開路與閉路控制.....	46
2-3	開閉控制.....	47
2-4	比例控制.....	49
2-4-1	增益、補償與穩定度.....	52
2-5	積分控制.....	56
2-6	微分(變率)控制與PID演繹法.....	60

2 目 錄

2-6-1	PID 演繹法的修正	62
2-7	控制準則	65
2-8	貫聯控制	67
2-9	前授控制	69
2-9-1	前引-落後網路及動態前授	70
2-9-2	計算機程序模式	72
2-9-3	比率控制	76
2-10	能做多少控制?	77
2-11	交錯控制迴路	79
	參考資料	80

第三章 數位計量與系統

3-1	數位系統基本原理	83
3-2	數位表示法與編碼	86
3-2-1	錯誤檢驗碼	88
3-3	數位機器的算術	91
3-3-1	負數	91
3-3-2	2 的補數形式	92
3-4	二進邏輯與加法	93
3-4-1	邏輯元件	94
3-4-2	半加器製作	97
3-4-3	全加器	99
3-4-4	減法	101
3-4-5	實際的算術單位	103
3-5	高級的算術函數	104
3-6	動態計量, 積分與微分	108
3-7	取樣定理與取樣資料	112
	參考資料	114

第四章 微處理機的特性

4—1	導言.....	115
4—2	字的構造.....	118
4—3	指令.....	122
4-3-1	簡單的程式設計例子.....	125
4—4	選頁與間接數元.....	127
4—5	指標選址.....	128
4—6	微處理機的結構.....	129
4-6-1	控制單位的操作.....	130
4-6-2	定時.....	133
4—7	ALU	134
4—8	附加的結構特性.....	136
4-8-1	中斷.....	136
4-8-2	堆疊.....	137
4-8-3	微程式設計.....	138
4-8-4	數元片結構.....	139
4—9	技術.....	140
4—10	實際的設計考慮.....	143
4—11	記憶體.....	143
4—12	何時用微處理機.....	144
4—13	微處理機的選擇.....	145

第五章 微處理機的軟體

5—1	應用程式.....	149
5—2	軟體的階段.....	150
5—3	語言處理.....	150
5-3-1	階段1，特殊目的.....	150
5-3-2	階段2，高階.....	151

5—4	編譯程式.....	152
5—5	組合語言.....	153
5—6	組合程式.....	155
5—7	語言階段的選擇.....	157
5—8	編譯的實例.....	160
5—9	機器語言格式：紙帶.....	163
5—10	微處理機發展系統.....	165
5—11	以模擬程式除錯.....	168
	參考資料.....	171

第六章 數位控制演繹法的發展

6—1	導言.....	173
6—2	一階落後濾波器.....	174
6—3	<i>PID</i> 演繹法.....	176
6-3-1	微分方塊.....	177
6-3-2	積分方塊.....	179
6-3-3	理想 <i>PID</i>	179
6—4	速度演繹法.....	180
6—5	微分與積分計量的改進.....	182
6—6	動態補償演繹法.....	183
6—7	滯死期補償演繹法.....	185
6—8	擇適取樣資料控制演繹法.....	188
6-8-1	最小原型系統不希望的特性.....	189
6-8-2	最小原型調整器.....	190
6-8-3	高曼置定點控制器.....	195
	參考資料.....	196

第七章 儀器的數位控制（多通道分光計）

7—1	導言.....	197
-----	---------	-----

7—2	吸收分光計.....	198
7—3	儀器方程式與訊號處理.....	202
7—4	數位資料處理.....	205
7—5	微處理機的選擇.....	210
7-5-1	軟體.....	211
7—6	比率常式的程式設計.....	213
7—7	主程式.....	216
7—8	微處理機其他的工作.....	223
7—9	附錄：CP 1600 的部份指令列表.....	224

第八章 高級數位儀器（GC計量與記錄）

8—1	層析資料的自動處理.....	227
8—2	層析計資料化簡的簡史.....	229
8—3	GC 計算記錄器的系統要求.....	231
8-3-1	計算記錄器的製作.....	233
8-3-2	系統的結構與週邊裝置.....	234
8—4	即時資料處理.....	241
8-4-1	訊號平滑.....	241
8-4-2	斜率設定.....	245
8-4-3	積分.....	249
8-4-4	保留時間.....	249
8-4-5	基線測試與面積校正.....	250
8-4-6	重疊尖峯的解像.....	251
8—5	即時處理參數控制.....	254
8-5-1	即時參數.....	255
8-5-2	即時報告.....	258
8—6	後操作處理與報告.....	262
8-6-1	原始面積正規化(RAN).....	262
8-6-2	有響應因子的面積正規化(ANRF).....	266

8-6-3	外部標準法 (<i>EST</i>)	271
8-6-4	內部標準法 (<i>IST</i>)	271
8-6-5	方法與方程式的摘要	273
8-7	微處理機爲主的分析儀器使用術之未來	274
8-8	層析計有關名詞之解釋	276
	參考資料	279

第九章 分佈微處理機控制系統

9-1	導言	281
9-2	分佈控制中的數位多重處理機	283
9-2-1	分佈控制處理機之間的通訊	284
9-3	總分佈控制系統的結構	287
9-3-1	通訊的安全	288
9-3-2	通道能力	289
9-3-3	微處理機系統的結構	289
9-4	系統的硬體製作	291
9-5	微處理機控制器檔	294
9-5-1	控制函數	295
9-5-2	操作員介面	296
9-5-3	程序介面	296
9-5-4	計量卡與中央處理功能	297
9-5-5	卡片裝置詳述	299
9-6	控制器的程式流程	301
9-6-1	清除常式	301
9-6-2	週期性的檢查	302
9-6-3	長孔服侍	303
9-6-4	<i>DEP</i> 服侍	303
9-6-5	錯誤的表示	303
9-7	控制器的訊號流程	304

9—8	<i>DEP</i> 與結構.....	304
9-8-1	起動與 <i>PV</i> 追蹤結構的選擇.....	309
9-8-2	演繹法.....	312
9—9	中央操作系統.....	316
9-9-1	操作員鍵盤.....	318
9-9-2	資料高速公路交通的控制與安全.....	320
9—10	具有高級計算機的系統.....	322
參考資料.....		325