

JOHN B. PEATMAN

微電腦與設計

MICROCOMPUTER-BASED

DESIGN

施峻英 譯



雲陽出版社印行

微電腦與設計

施峻英 譯

MICROCOMPUTER-BASED
DESIGN

雲陽出版社印行

版權所有 翻印必究

微電腦與設計

NO. 107

作者 施峻英
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36-80
7629705 7610482
登記證局版台業字第0908號
發行人 陳文慶
台北市光復南路17巷46號
7629705 7610482
印刷者 達利印刷廠
台北市樂園街280巷25號
3071088
基 價 平裝 肆圓陸角 精裝 伍圓陸角
版 次 中華民國70年12月初版
中華民國71年10月 版

學校及團體用書請向本社直接洽購

同業門市用書請向台北市重慶南路一段69號文星書局批購

譯者序

微處理機之問世，無可諱言地帶來了無比的振撼。其影響所及不僅限於電子工業本身，甚且波及教育、醫療、娛樂、家電、軍事等方面，真可謂無遠弗屆。自 1971 年 *Intel* 公司推出第一部微處理機 *Intel 4004* 後，短短的十年中即已冠冕堂皇地步入第三代，實可謂神乎其技矣。

由於微處理機之體積小價格低廉，廠商們樂於接納進而改良之，故其產品之性能日勝一日，無怪乎一躍而為時代的寵兒。以微處理機及微電腦取代傳統的邏輯設計與迷你電腦，已是指日可待之事實，讀者不妨拭目以待。

為使我國工業自勞力密集型態提昇至技術密集者，政府業已將微處理機列入高級電子工業發展計劃中，由前不久所推出之“資訊週”展示，即可見其受重視之程度。但願能執此一迎頭趕上之契機，開創電子工業更璀璨之遠景，以嘉惠吾生民，實乃幸甚。

譯者不揣淺陋，自去年高考及格後即執筆試譯由 *John. B. Peatman* 教授所著“*Microcomputer Based Design*”一書，歷時半載有餘始成。其間雖不至“風聲鶴泣”却不免戰戰兢兢，譯後亦經多番校對始告付梓，盼能以盡帛薄之力，引發讀者研究與緻以深入其境爾。

本書多蒙胡熙慶先生之鼓勵與支持，特於此致上最誠摯之謝意。同時；感謝我的父母與妻子，由於他們所給我的無限關懷，使我得免於後顧之憂。更願先進們不吝賜教，則不勝感激。

施峻英 識於新竹

原 序

本書係致力於此一目的——使設計師們對於由微電腦所組成之“智慧型”儀器及裝置有一通盤性的瞭解，並開啟若干微電腦之應用領域。本書之所以異於坊間書刊者，在於其不僅能培養你基本設計之能力，且能使你熟悉其運用範疇。

一位成功之數位設計師至少須具備三項卓絕之才能：

1. 對於可資利用之元件，須予透徹性的瞭解。首先應自組成微電腦之微處理機基片，記憶基片及 *I/O* 基片著手，進而及於儀器設定所需之鍵盤與開關、感測輸入之轉換器、控制用之啟動器、提供額外儲存能力之裝置及通告用之印字器與顯示器等。更有進者；應突破簡化與理想化元件之畛域。例如：印字器之使用應審慎地依循其時序限制，故設計者須擁有一套系統性方法，使微電腦能於時序限制下正常地執行其控制功能。
2. 設計者對於演算程序（設計所需者）須面面俱到，且須具備將其轉譯為微電腦語言之能力。茲假設有一能自動執行若干測試之儀器，且其所求得之資訊全為弦波者；欲對其進行分析之工作時，設計者便須推導一富利葉分析演算程序，並將其視若一系列之微指令以執行之。
3. 設計者應知悉：如何將整個系統分成若干易於處置之部份，並依序解決之。硬體部份須先予以擇取與配置，繼之則須滿足軟體上之需求（諸如鍵盤之讀取與譯解，步級馬達之控制等）。最後；將各個軟體部份予以組合，以滿足儀器之整體性標的。

訓練你使具備上述三項才能——瞭解及運用元件，建立富創意之演算程序，有效地運用軟體與硬體組態，實為本書之趣旨所在。

就另一觀點視之，本書尚朝著“發展富創意性設計能力”上邁

進。隨著微電腦之進展，所謂“設計能力”似乎已專注於“如何使用有限個複雜而定義明確之微電腦基片”了。由於儀器上之各種需求，大多數均轉譯為軟體部份；故“富創意性設計能力”之評比，可由其所建立演算程序之簡潔性上分其軒輊。於極理想之情狀下一—即設計規格、真確，僅須瞭解若干滿足硬體需求之微電腦基片即可，保有微電腦指令所需之 ROM 數量可作為質方面之權衡因素；數位技術上之此一革新，提供了發展設計能力之絕佳機會。為了掌握此一機會，大多數之章節均洋溢著獨特的設計風味。

本課程適合大四的學生修習一學期，如認為對他類設計裨益良多，亦可提前至大三鑽研。由於設計程序與所用微電腦之特性息息相關，故尚須同時研讀特定微電腦之特性——為此；附錄內特收集了六種微電腦之特性資料，以供參考之用。課文內容之編纂雖僅及於電氣方面，然因其各分件之介紹詳盡，故仍不失為一微電腦設計之良書。

由於課文係由若干獨立部份所組成，故僅須研讀每章之精義所在，即可獲致設計之整個腹稿。至於每章之其餘部份則不妨留待亟需時再予研讀。修習微電腦軟體部份之捷徑；應自 2-1 至 2-9 節著手，且參酌 7-7 節之例舉及特定微電腦之記錄器與資訊運算情形。至於硬體之研讀捷徑；應自 3-1, 3-4, 3-6, 3-7, 3-9, 4-1, 4-2, 5-1 與 5-2 節著手。如欲驗證軟體與硬體之相互關係，請參圖 5-4 至 5-8 節有關特殊 I/O 裝置之描述。第 6 章則論及執行硬體、軟體發展之各種方法。

能與 *Hewlett - Packard* 公司之傑出設計師們共事——尤其是 *Ed Donn* 與 *David Dack* 兩位先生，實為一生中至感榮幸之事。*Dr. Demetrius Paris*, *Dar Howard*, *Chuck House*, *Bob Coackley* 及 *Georgia* 工專諸生們惠我良多，特於此對其致最深誠之謝意。最後；感謝拙荆 *Marilyn* 為我所作之犧牲與奉獻。

John. B. Peatman.

目 錄

第一章 微電腦所扮演之角色

1—1 微電腦設計之優點.....	1
1—2 設計問題之考慮.....	15

第二章 微電腦記錄器與資訊處置

2—1 微電腦之簡介.....	19
2—2 儀器設計之三個階段.....	22
2—3 微電腦指令與程式計數器所扮演的角色.....	22
2—4 定址之型式.....	28
2—5 組合語言.....	34
2—6 測試.....	36
2—7 副常式與堆層.....	52
2—8 表格.....	57
2—9 記憶頁區之分配與組合程式指引.....	65
2—10 集體指令.....	68
2—11 位元之合成與分解.....	71
2—12 陣列.....	76
2—13 指示器.....	82
2—14 微電腦之速率與記憶器之效率.....	88
習題.....	90

第三章 微電腦之硬體

3—1 各型微電腦之理論.....	97
-------------------	----

2 目 錄

3—2	負載之考慮.....	103
3—3	時序脈波與啟動.....	109
3—4	位址傳送徑 / 資訊傳送徑之系統組態.....	111
3—5	多元調節傳送徑之系統組態.....	132
3—6	旗號.....	135
3—7	中斷能力.....	141
3—8	直接記憶體存取.....	146
3—9	可程式化之定時器.....	149
	習題.....	159

第四章 記憶體

4—1	ROMS, PROMS 與 EPROMS	171
4—2	RAM	176
4—3	預備電源之功效.....	178
4—4	軟性磁碟.....	188
	習題.....	200

第五章 輸入 - 輸出

5—1	I/O 控制	209
5—2	I/O 定時	218
5—3	利用 FIFO 之資訊緩衝作用.....	223
5—4	鍵盤與開關.....	229
5—5	轉換.....	243
5—6	顯示.....	262
5—7	驅動.....	273
5—8	印字.....	286
5—9	UART.....	300
5—10	儀器之遙控.....	310
5—11	自我測試之硬體.....	511
	習題.....	329

第六章 硬體與軟體之鑽研

6—1	測試方法高明與否之比較.....	339
6—2	整個系統之軟體組態.....	350
6—3	記錄器之營繕情形.....	352
6—4	組合語言之編譯程序.....	354
6—5	高位準語言.....	357
	習題.....	358

第七章 演算程序

7—1	鍵盤解析.....	362
7—2	即時程式規劃.....	379
7—3	自我測試.....	384
7—4	數目之表示.....	390
7—5	二進位與BCD間之轉換.....	397
7—6	加法與減法.....	406
7—7	乘法、除法與覆用副常式.....	414
	習題.....	422

附錄

附錄A1	INTEL 4004	429
附錄A2	FAIRCHILD F8.....	439
附錄A3	INTEL 8080	456
附錄A4	MOTOROLA 6800	471
附錄A5	RCA COSMAC	485
附錄A6	ROCKWELL PPS-8	496

索引

第一章

微電腦所扮演之角色

1—1 微電腦設計之優點

微電腦之發明已於儀器設計方面，產生一影響極為深遠之重大改革；它不僅使得傳統所使用之儀器，於效用上變得更為優異，且能處理更多、更複雜之情事與資訊。事實上；這些利用微電腦所設計之儀器，係以一種嶄新（與過去截然不同）之態勢，呈現於顧客面前。由於微電腦僅藉助於少數幾個小型積體電路，便具有相當迅速、精確而廣泛之計算能力；故此種出色之特性已深植設計工程師之心坎，如圖 1-1 所示。本節所要考慮者為：如何利用此出色之計算能力、協助儀器完成某些預定之情事。

圖 1-2 所示者為利用劃線感應讀卡機（*marked-sense card reader*）所製成之售額標示終端機（*point-of-sale terminal*），藉此可將資訊記錄（*data entry*）予以簡化。卡片之每一列（*row*）係將銷售之項目（*item*）予以表列；每一行（*colomm*）則列出銷售量（亦即消費者所購買之數量，1～9）。因此，若欲統計每張訂單所購買之總金額，僅需於購買項目之數量欄內以鉛筆劃線標示即可。讀卡機即對這些鉛筆劃線進行感測之工作，並結算出總價予以顯示。此為自動處理價格問題之一種方法。

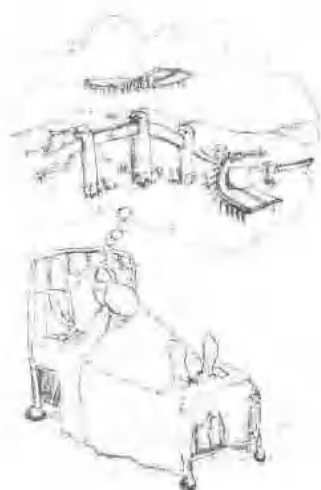


圖 1-1 , 6797, 6798, 6799,。

至於較複雜之轉換 (*transduction*) ; 可將描述產品之資訊 (例如廠牌編號與銷售項目等) , 藉著雷射掃描器 (*laser scanner*) 送入售額標示終端機去計算, 如圖 1-3 所示。這些資訊係以通用產品碼 (*Universal Product Code* , 簡寫成 *UPC*) * 符號之型式表之。當雷射光束掃描經過 *UPC* 之亮帶與暗帶 (*light and dark bands*) 時, 由於其反射率 (*reflectivity*) 高低不一, 故邏輯位準改變之時間區間亦迥異, 終端機則用以將通過亮、暗帶之所有時間區間予以等分, 並轉換成對應之 *UPC* 數目。嗣後: 依據此一數值, 即可自記憶器之檢視表內查出該項產品之價格。

採用微電腦之量測儀器, 具有相當高之精確度 (*accuracy*) 。此乃因其係藉著連續之重複量測, 並將所得之結果予以平均, 求出一極為近似之數值。圖 1-4 所示者乃距離測量儀; 彼係將紅外線光束 (*infrared light beam*) 投射至目標 (物) 上, 再由其反射以決定距離之長短。先測量 2000 次, 以求得標準偏差, 並與吾人所預設之最大偏差值相比較。若此標準偏差係位於最大偏差之範圍內 (即此偏差值可為吾人所接受), 則距離測量儀之內部電路將計算

* 吾人於第 5-5 節中再行論之。



(a)



(b)

圖 1-2 制線感應讀卡機之資訊記錄 (data-entry)
——(a)讀卡機 (b)鉛筆制線之訂單卡



圖 1-3 產品資訊之雷射掃描器記錄

出此等數據資訊，並將平均距離予以顯示。若此標準偏差值無法為吾人所接受，則儀器將繼續測量，並將測量之次數加倍（再依上述之方法比較查核）；此步驟可不斷地重複進行，直至最高之量測次數達 32,000 次止（低於 21 秒之時間內完成）。利用此種方法測量 1 英哩之距離時，其誤差可低於 1 英吋（少於 0.002 %）。若測量了 32,000 次後，標準偏差依然無法滿足要求，則儀器仍將平均值計算並以顯示，只是準將不斷地閃爍（*flash*）（以提醒使用者此距離並非甚為精準）。

由圖 1-4(b)之後視圖可知：該距離測量儀之操作甚為簡易。彼僅具有 4 個開關（電源開啟 / 閉合 / 自我測試、描準信號強度 / 測量信號強度、置定 / 起始測量）、兩個轉鈕（溫度與壓力之修正、信號強度之調整）、一指針表（表示信號強度）與顯示面（表示距離）。由此可知；一部出色之儀器，不僅需具備一般儀器所沒有之額外性能，同時尚須保有易於操作之特質，如上所述之距離測量儀便是。

一部採用微電腦之測量儀，可將幾個測量所得之不同參數，經



(a)



(b)

圖 1-4 距離測量儀(a)前視圖(b)後視圖

由某種組合運算，以獲致所需之間接量測。例如：一部用於處理體育方面（如鐵餅投擲）之距離測量儀，能經由第3點測出另外兩相異點間之距離。事實上；此亦無什秘辛可言，彼僅係取軸角譯碼器（*shaft-angle encoder*）與距離測量儀配合使用爾。先測出儀器所在位置與起始點 P_1 間之距離 D_1 ，及 D_1 與某任意之角度參考線間所形成之角度 θ_1 ，並將此等資訊儲存於儀器內；而後再就另一點（落地點）進行同樣之步驟，以獲得另一組資訊 D_2 與 θ_2 ，最後再依據「餘弦定律」求得起始點與落地點間之距離 D_3 ，參閱圖 1-5 後即可明瞭其意。

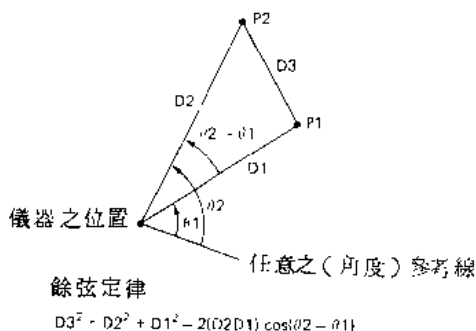


圖 1-5 距離之間接量測



圖 1-6 自動對物透鏡折射器

圖 1-6 所示之自動對物透鏡折射器 (*automatic objective refractor*)，能幫助眼睛有瑕疵的人決定其應配帶何種眼鏡 (以獲得最適切之矯正)。由圖可知：此儀器之操作甚為簡易，彼僅具備兩個按鈕；按下第一個鍵鈕時，患者之眼部即受到照射 [以便進行精細之調整 (*alignment*)]；按下第二個鍵鈕時，即起動此測量工作。當患者眨眼時，此儀器即由偵測得知，並命令儀器於眨眼期間停止測量。一俟測量完畢，儀器即將患者眼部之折射率印出。

為深入瞭解此儀器之工作情狀，請參閱圖 1-7 (a) 所示簡化後之光學系統圖 (*optical system*)。映像源可視為如圖所示之箭矢形狀，經由半透明鏡面之反射而於患者之眼球網膜上形成映像。由馬達所帶動之鏡片可左右調整，以補償患者之近視或遠視，且於網膜上形成最清晰之映像 (此需由焦距偵測器決定)。此時；鏡片所移動之位置，是所需矯正之屈光度 (*diopter*)。若患者之眼睛沒有散光 (*astigmatism*)，則屈光度與網膜上之 (箭矢形狀) 映像一水平、垂直或其他任何角度均無關。如圖 1-7 (b) 所示；映像每旋轉 30° 即測量一次，共測六次，每次所得之屈光度均相同；故患者僅需配戴同度數之球面鏡，即無異於常人。

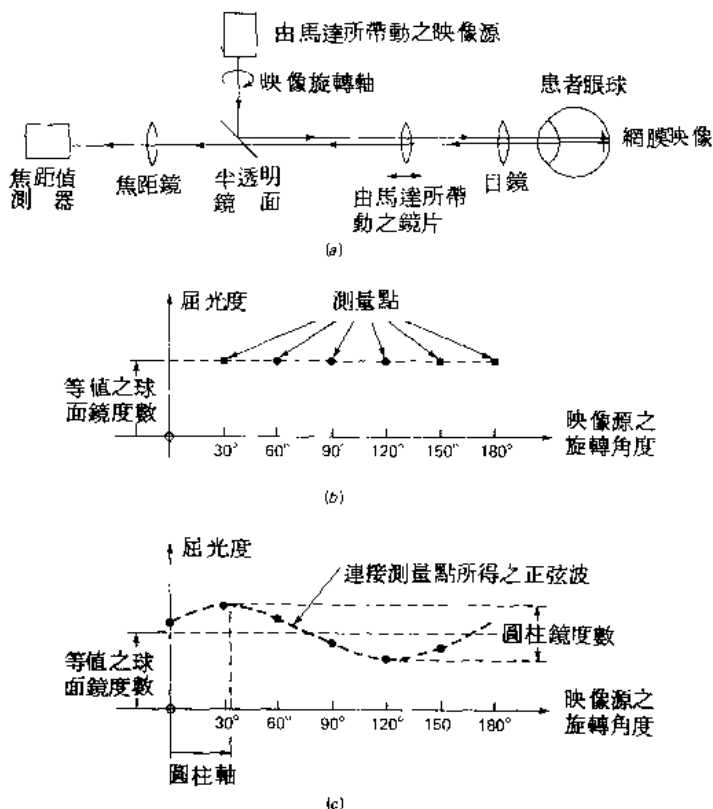


圖 1-7 眼睛之折射 (a) 光學系統 (b) 無散光之測量結果
(c) 有散光之測量結果

至於患有散光之眼睛，基於網膜上之映像會隨著旋轉角度而有所不同，時而清晰時而模糊。換言之；屈光度係隨著旋轉角度作弦態之變化。此時已無法僅以球面鏡矯正之，而需另加額外之修正～利用圓柱鏡可隨著旋轉之角度而產生正弦式補償之特性，將所測得之六個資訊，盡量繪成正弦波形，如圖 1-7 (c) 所示。弦波之平均值即為球面鏡之屈光度，而峰對峰值為圓柱鏡之屈光度；弦波之相角 (phase angle)，則代表圓柱軸 (cylinder axis) 之角度。

自動校準 (automatic calibration) 為量測儀器之一項頗富價值的特性，彼需具備此兩項能力：

(1) 測量電路必須具有自動轉接之能力自輸入信號轉換器 (tran-

sducer) 轉接至兩個標準輸入端之一者。此兩個標準輸入信號；一為“零”信號，他一則為“滿刻度 (full-scale)”信號。將於此兩種標準情況下所測得之結果，分別儲存於記憶單元內。

(2)爾後相繼送入之各種信號，將分別與上述所儲存之兩結果相比較。步驟 1 所需之(轉接)控制電路以及步驟 2 所需之計算能力，均已完全包括於一採用微電腦之儀器內。至於電壓信號之輸入轉接電路，爲了求取高可靠度、快速之特性，可採用由互補金屬氧化物半導體 (CMOS) 所製成之固態類比開關，如圖 1-8 所示。

圖 1-9 所示者爲一般商店所用之秤台 (*grocer's scale*)；當顧客購物時，彼需僅依貨物之淨重 (*net weight*) 來計算價格。吾人需將容器先置於秤台上，而後按下“Tare”按鈕，微電腦立即將原有之皮重顯示予以歸零。換言之：往後所進行之量測工作，微電腦將以容器之重量作爲所選定之參考零重量 (*bitrary zero reference*)。

裝置之複雜部份的處理，可經由微電腦輕易地獲得解決。圖 1-10 所示者爲採用微電腦之 PROM 程式規劃器 (*programmer*) 可

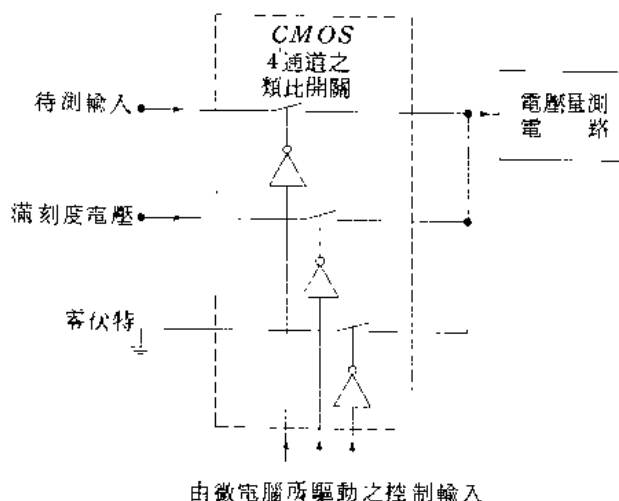


圖 1-8 電壓輸入之自動校準開關