

微電腦 / 微處理機 硬體, 軟體與應用

劉飛生 編譯

JOHN L. HILBURN
PAUL N. JULICH

Microcomputers/ Microprocessors:

Hardware,
Software,
and Applications

PRENTICE-HALL
SERIES IN
AUTOMATIC
COMPUTATION

雲陽出版社印行

微電腦 / 微處理機

硬體 軟體與應用

劉飛生 編譯

雲陽出版社印行

微電腦 / 微處理機
硬體、軟體及應用

版權所有 翻印必究

102

作 者 劉 飛 生

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

郵增帳號18247

登記證局版台業字第0908號

發行人 陳文惠

台北市光復南路17巷46號

7629705

印刷者 達利印刷廠

台北市萬大路534巷24號

3711088

基 價 精 伍圓陸角

版 次 中華民國66年10月初版
中華民國68年5月二版

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號文星書局批購

序

電腦，在今日高度工業化社會中，所具有的重要性，是無庸贅言的。要執行精確的數值運算、有效的程序控制，以及大批資料的儲存與統計，電腦都能提供完備而令人滿意的服務。唯一的困擾是：即使由於科技的發達，迷你型電腦（mini-computer）在許多應用方面，都扮演著舉足輕重的角色，能夠迅速而精確的執行預定工作；然而它的造價與維護費用仍然過於昂貴，而使其應用受到某些限制。現在由於微處理機的發明，可以利用它輕易的組成一部微型電腦，而使情勢截然改觀。由於大型積體技術（LSI）不斷的精進，過去佔有相當體積的電腦心臟——中央處理單元（CPU）已經能夠在單一基片（chip）上，成功而經濟的製造完成。除了速度以外，它幾乎在每一方面都能與傳統的迷你型電腦互相抗衡。更由於其造價的低廉，具有高度競爭力，使它在推出不久，立刻引起全數位電子界密切的注視。根據專家估計，在最近未來，微處理機將有效的取代過去所採用複雜的雜亂邏輯（random logic）設計，並代替迷你型電腦控制並處理資料。它的成長率相當驚人，而且用途日益廣泛。

基於小型電腦將來的趨勢是朝向以微處理機為主流的應用，為了使國人對微處理機與微型電腦有更進一步認識，喚起大眾對此一趨勢的重視，筆者不揣淺陋，將「Microcomputers/Microprocessors: hardware, software & application」一書翻譯成中文，以饗讀者。兩位作者均為路易士安納（Louisiana）州立大學電子工程系的名教授，正如書名所示，本書是以深入淺出的方式，詳細介紹微處理機的軟體（以組合語言為主的程式設計）硬體（CPU，介面與外圍裝置的實際構造），並就目前市面上流行的十種機型

，做扼要的說明，最後並以實際的設計例子以解釋設計法則及應用。閱讀本書不需具備很高深的數位邏輯知識，因為作者是以一套很有系統的方式，由基礎開始講解，相信讀完本書後，讀者必能對微處理機具有相當程度的瞭解。書後還附有各廠商所提供的微處理機指令組，以供程式設計者參考。

最後，本人應該感謝 胡熙慶教授在譯述期間所給予多方面的指導與支援；同時對於所有關心我的師長、朋友，本人謹以此書報答他們多年來的關懷；尤其是顏鳳眉小姐，她親切、堅定與誠摯的鼓勵，一向是我繼續努力不懈的力量泉源，我虧欠她太多的恩惠。此外，李順進先生熱心的協助校稿，使本書得以如期完成，也在此一併致謝。

本書雖經多次細心校對，然謬誤之處仍屬難免，尚祈先進不吝來函賜教是幸。

劉飛生識於台北
六十六年七月

原序

最近，數位電子界一項令人興奮的新發明是：利用大型積體電路技術，製造微處理機。根據推測，這些裝置對於目前儀表及計算機網路，所採用的傳統數位系統之設計，有著巨大的影響，就如同電晶體對真空管一樣。微處理機，結合記憶器與輸入/輸出裝置，形成一部微型電腦，而在日益增廣的應用方面，其價格又能夠與傳統雜亂邏輯的價格相抗衡。微型電腦不僅可用以代替迷你型電腦；而且在許多較大機器並不經濟適用之範圍，微型電腦都能夠很有效的取代之。

目前，或最近將來，微型電腦將使用於汽車，家庭設備，銷售量標示機，教育及醫藥裝備，以及其他許多許多方面。這些裝置使用得越普遍時，過去對數位裝置不太熟悉的使用者，將越發現瞭解微型電腦的操作是很根本而絕對必要的一件事。應用這些裝置，除了硬體以外，尤需瞭解計算機的程式計劃（軟體）。

本書是寫給與以微型電腦設計使用或維護數位系統有關的所有讀者。雖然具備軟體或硬體方面的知識，對閱讀本書將有助益；但是對於缺乏實際經驗的讀者，本書也頗適合其閱讀。第一章介紹微型電腦並說明它在數位電子界所佔的重要性。第二章專門討論傳統數位邏輯，因為這方面的知識能幫助讀者正確的使用這些裝置（例如，介面網路）。尤其對於僅具備計算機軟體方面知識的讀者，本章將有甚大助益。接著第三章說明數字系統，算術運算，以及微型電腦所使用的數碼。本章對於僅具硬體方面知識的讀者，提供某些有用的基本觀念。

第四章對微型電腦的結構提出一般性的敘述，包括典型裝置的記憶器與微處理機部份。第五章則說明微型電腦程式設計所用的軟

體。本章包括：機器的描述，符號（組合）及大部份機器適用的高階語言（*PL/M*）。第六章描述典型介面技術以說明輸入/輸出方法，然後再討論微型電腦系統，通常所採用的某些重要外圍裝置。

第七章專門討論一些商業上所提供的微處理機及微型電腦系統。其中包括 *Intel*, *Motorola*, *National Semiconductor*, *RCA* 及 *Rockwell International* 公司的產品。最後，第八章將敘述為微型電腦所採用的設計法則。此外，並提出使用微型電腦的一些用途，以說明這些裝置在解決工程問題方面，所具有的威力及適應性。

每章的結尾均附有習題，因此本書可用為參考書或教科書。希望本書對於所有對數位系統有興趣的讀者，能夠提供有價值的參考，並且填補現存硬體與軟體觀念之間的真空地帶，尤其是應用於微型電腦方面。

John L. Hilburn

Paul M. Julich

目 錄

第一章 介紹

第二章 數位邏輯

2-1	基本邏輯閘	7
2-2	布耳代數	15
2-3	數位積體電路	24
2-4	正反器	34
2-5	移位暫存器	42
2-6	輸出緩衝器	45
	Reference	48
	習題	49

第三章 數字系統與碼

3-1	十進數字系統	51
3-2	二進數字系統	52
3-3	八進數字系統	59
3-4	十六進數字系統	63
3-5	帶正負號數字與補數算術	67
3-6	二進碼數字系統	74
3-7	帶正負號的10的補數十進數算術	78
3-8	美國資訊交換標準碼 (ASCII)	79

2 目 錄

Reference	81
習 題	81
第四章 微型電腦的結構	
4—1 介紹	85
4—2 僅讀記憶器	90
4—3 讀寫記憶器	98
4—4 微處理機	107
Reference	129
習 題	130
第五章 軟體	
5—1 介紹	133
5—2 計劃寫程式	135
5—3 流程圖	137
5—4 機器語言	138
5—5 符號語言	142
5—6 以組合語言做程式設計的基礎	148
5—7 編輯式	163
5—8 高階位語言	167
Reference	170
習 題	170
第六章 介面與外圍裝置	
6—1 介紹	173
6—2 程式計劃的資訊轉移	177
6—3 DMA 轉移	194
6—4 同步	197
6—5 IC 介面元件	198

6—6	可程式化的介面	207
6—7	外圍裝置	211
	<i>Reference</i>	223
	習 題	224

第七章 微處理機與微型電腦系統

7—1	微處理機的選擇	227
7—2	<i>Intel 4004</i>	229
7—3	<i>Intel 4040</i>	242
7—4	<i>National IMP-4</i>	250
7—5	<i>Rockwell PPS-4</i>	260
7—6	<i>Intel 8008/8008-1</i>	273
7—7	<i>Intel 8080</i>	284
7—8	<i>Motorola 6800</i>	295
7—9	<i>RCA COSMAC</i>	304
7—10	<i>Rockwell PPS-8</i>	312
7—11	<i>National PACE</i>	321
7—12	微處理機摘要	330
	<i>References</i>	333
	習 題	334

第八章 設計法則與應用

8—1	設計法則	337
8—2	微型電腦應用的實例	355
	<i>References</i>	375
	習 題	375
附錄A	<i>INTEL 4004</i> 與 <i>4040</i> 的指令組	377
附錄B	<i>NATIONAL IMP-4</i> 的指令組	381
附錄C	<i>ROCKWELL PPS-4</i> 的指令組	389
附錄D	<i>INTEL 8008</i> 的指令組	399

4 目 錄

附錄E	INTEL 8080 的指令組	403
附錄F	MOTOROLA 6800 的指令組	407
附錄G	RCA COSMAC 的指令組	415
附錄H	ROCKWELL PPS-8 的指令組	419
附錄I	NATIONAL PACE 的指令組	429
索 引		431

第一章 介紹

微處理機是1948年電晶體推出之後，最令人興奮的技術發展之一。根據推測這種裝置不僅將在數位電子界產生革命性變化，同時更對目前與未來的一代，在生活方式上有巨大的影響。第一個微處理機，*Intel 4004*，是於1971年由*Intel*公司推出。這種主要發展做為計算器功能運用的裝置，乃是運用金屬—氧化物半導體（*MOS*）技術以大型積體（*LSI*）製成的單石積體電路（*IC*）。繼4004後不久，相繼推出各種型式的微處理機，其中大部份是主要半導體廠商所生產的一或多種產品。大部份微處理機是利用 *p* 通道 *MOS*，*n* 通道 *MOS*，矽藍寶石 *MOS*，互補 *MOS* 或雙極電晶體，以大型積體技術加工製成。

微處理機是個中央處理單元（*CPU*），而 *CPU* 通常是由一個或數個 *IC* 所組成的。將微處理機與記憶器及輸入/輸出（*I/O*）裝置結合，即形成微型電腦，如圖 1-1 的方塊圖所示。

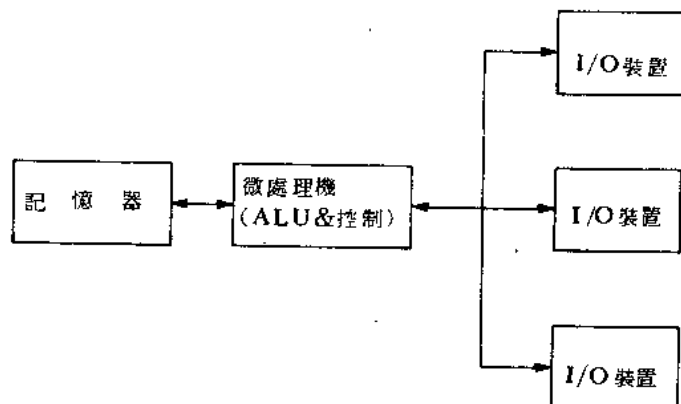


圖 1-1 基本微型電腦的方塊圖

2 微電腦 / 微處理機 硬體、軟體及應用

微處理機包含一個算術/邏輯單元 (*ALU*) 和一個控制單元。*ALU* 對記憶器或輸入裝置送來的資訊，執行算術與邏輯運算。控制單元，如其名所示，控制計算機內資訊與指令的流程；自記憶器內取出指令，加以解碼，啟動適當電路並控制 *ALU* 與 *I/O* 裝置執行工作的正確程序而執行這些指令。記憶器通常用以儲藏資訊與指令，而 *I/O* 裝置則提供：自外界轉移資訊進與出，所需的機械部份

通常微處理機需要另加某些額外電路，才具有完整 *CPU* 的功能，所需硬體部份 (*hardware*) 隨各式微處理機而異。然而，可預期的，新的裝置越發展，所需的輔助電路就越少。*Intel MCS-80* 微型電腦系列的 *CPU* 模組示於圖 1-2。此模組包含一個 8080 微處理機，一個晶體時脈，記憶器，與 *I/O* 介面邏輯。8080 微處理機是第二代八位元的微處理機，它的前身，*Intel 8008*，是第一個生產的八位元微處理機。

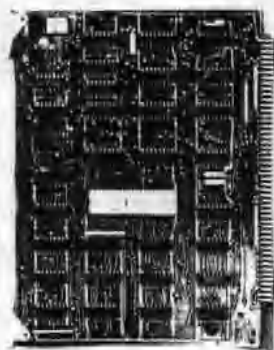


圖 1-2 Intel MCS-80 CPU
(借自 Intel 公司)

微型電腦如同所有電腦，運算二進數資料。二進數資料乃以二進數元 (簡稱位元) 代表。微型電腦對一群稱為字的位元進行運算。組成一個字 (*word*) 的位元數，隨各式微處理機而不同；通常字的大小為 4, 8, 12 與 16 位元。另一種常用的二進量是位元組 (*byte*)，包含 8 個位元。

實際上，微處理機對所有數位系統的設計，正產生重大影響。

在許多過去使用雜亂邏輯的系統方面，都可用微處理機代替。在複雜系統中，微型電腦通常比雜亂邏輯更便宜。可預期的是，隨著時間與技術的增長，處理機的花費將繼續減少到與運算放大器 IC 媲美的程度。

微型電腦正被用於：過去由迷你計算機執行的工作上，同時對許多迷你計算機不能經濟適用的工作，也都能由處理機取代之。執行上的限制（例如速度，較短的字長，有限的定址法，內部較少暫存器）使得第一與第二代微型電腦，在現在迷你計算機所使用的範圍內，無法與之對抗。然而這些限制，將因更複雜技術的研究發展而消失。

不同的微處理機，其特性相去頗巨，而在特殊用途方面，某些微處理機則較其餘者為適合。根據機器大小分類，不同機器的典型用途如下：

四位元系統：

會計系統
裝備
計算器
遊樂器
智慧儀表
終端機

八位元系統：

控制系統
智慧終端機與儀器
銷售量標示機
交通控制器
通訊預處理器（資訊集中器）
程序控制系統

十六位元系統：

數據取得系統
數值控制
程序控制
智慧終端機
監督系統（瓦斯、電源、水量分配）
自動測試系統

大部份的微處理機製造商都有發展系統，有時稱為雛型系統，可提供給設計者。這些系統通常包含一個具有可擴展記憶體與 I/O

4 微電腦 / 微處理機 硬體、軟體及應用

能力的微型電腦，這對設計特定用途的微型電腦相當有用。這樣的兩個系統為 *Rockwell* 的 *PPS-4* 模擬器（四位元機器）和 *Intel* 公司的 *Intellec 8*（八位元機器），如圖 1-3 與 1-4 所示。



圖 1-3 Rockwell PPS-4 模擬器
（借自 Rockwell 國際公司）

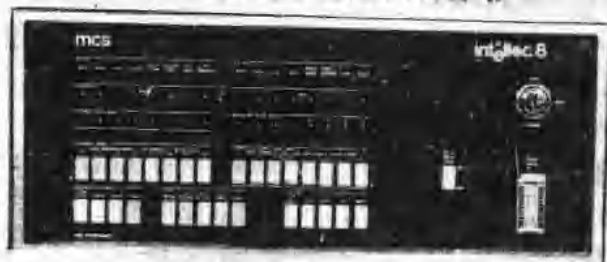


圖 1-4 Intel Intellec 8/MDD 80
（借自 Intel 公司）

以後的章節所講的題材，開始是第二章對數位邏輯的討論，將說明基本邏輯閘、布耳代數，數位積體電路，正反器與移位暫存器。這些題材方面的知識對瞭解與設計微型電腦是很重要的。過去僅僅參與計算機程式規劃（通常稱之為軟體，*Software*）的讀者，將發現第二章是很有益的。

第三章將討論，運用於微型電腦中的數字系統與碼。題材包括二進，八進與十六進數字系統，1 與 2 的補數算術，二進位碼十進數（*BCD*）數字系統，10 的補數算術與美國資訊互換標準碼（*ASCII*）。

第四章處理有關微型電腦結構方面的問題，包括對記憶器型式

，僅讀記憶器 (ROM) 與隨機存取記憶器 (RAM)，微處理機的構造之說明。

第五章將講述軟體，包括機器語言，符號語言 (組合語言) 及高階位語言 (PL/M)。此外程式編寫，流程圖與輔助軟體 (監視式，編校式，組合式等) 也將提到。本章與第六章將由一些程式編寫的例子予以說明，所有的例子都使用 Intel MCS-4/40 或 MCS-8/80 微型電腦系統的助憶碼 (mnemonics)。僅僅使用這些指令組是因為它們包含典型的指令，同時不另介紹其他數種指令組，以免使讀者感到混淆不清。這些指令組是相當直捷而簡單的，即使是初學者，也很容易瞭解。此外，這些指令組對於大部份熟習微處理機的人，也為他們所熟知。第4與第5章對於在傳統數位邏輯方面，具有熟知硬體知識的設計者而言，是相當重要的。微處理機將引介硬體與軟體佔同等重要性的最新穎設計方法。

第6章中，將討論研究介面 (interfacing) 的方法與外圍裝置。描述同步與非同步的程式控制轉移以及中斷轉移；對於竊時 (Cycle-stealing) 轉移與直接記憶器存取 (DMA) 也將介紹；並敘述每種型式的轉移之典型的介面網路。另將討論常用的介面 IC 與一些微型電腦的外圍裝置。包括：類比到數位與數位到類比轉換器，電傳打字機，卡式磁帶與盤碟 (floppy disk)。

第7章描述一些常用的微處理機與微型電腦系統，提到的微處理機有 Intel 4004, 4040, 8008 與 8080, Motorola 6800, National IMP-4 與 PACE, RCA COSMAC 與 ROCKWELL PPS-4 與 PPS-8，同時也將談到對於特殊用途，應如何考慮選擇微處理機

第8章提出一個設計例子：將 IBM 獨特型打字機接到大型計算機或計算器時，所應考慮的介面問題，分析此系統的設計法則，並設計微處理機所用的部份介面，然後描述幾項應用以說明微型電腦的用途與其變通能力。

