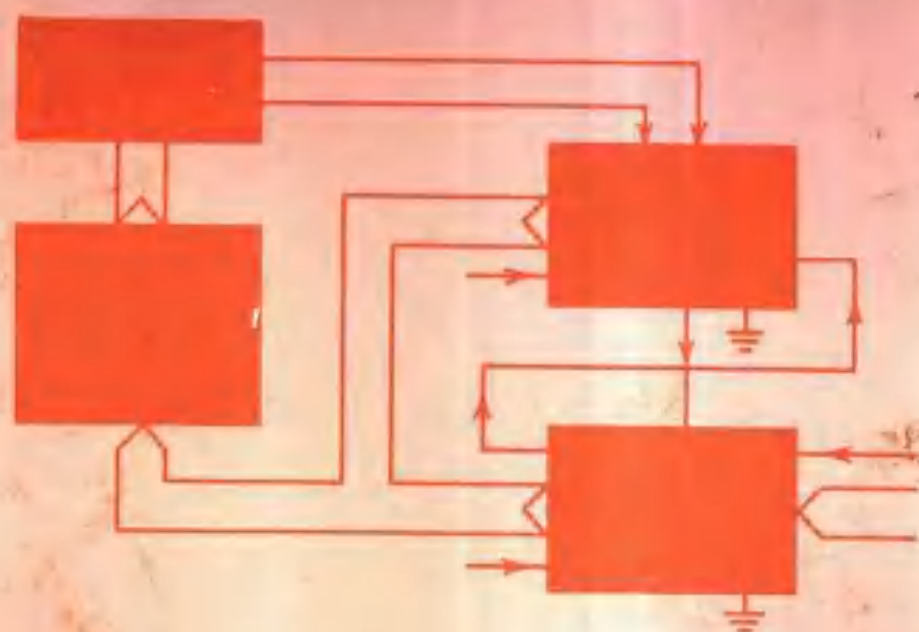


微處理機・硬體及軟體

Introduction to Microprocessors: Software, Hardware, Programming



LEVENTHAL 原著

陳宏渠譯

松崗電腦圖書資料有限公司

微處理機・硬體及軟體
Introduction to
Microprocessors:
Software, Hardware,
Programming

LEVENTHAL 原著

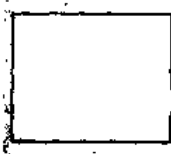
陳宏渠 譯

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

微處理機・硬體及軟體

書號：610105

版權所有



翻印必究

每本定價 250 元整

原著者：LEVENTHAL

編譯者：陳 宏 渠

發行人：吳 守 信

發行所：道明出版社

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

總經銷：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255・3930249

郵政劃撥：109030

印刷者：東崗印刷設計股份有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255・3930249

中華民國七十年十一月 初 版

本出版社經行政院新聞局核准登記，

登記證號為局版台業字第一七二九號

譯者序

微處理機在近十年來的發展是有目共睹的，加上硬體成本的急遽下降，微處機的應用更是深入各個部門。

生長在這個時代，瞭解微處理機似乎是每個人所必須的，因此譯者選擇了本書作翻譯，希望能對讀者諸君在瞭解微處理機方面有所助益。由於本書倉促付梓，雖經三校，然錯誤在所難免，若蒙各界先進及讀者諸君不吝指正，則更是譯者所幸。最後，本書蒙松崗吳守信、楊嘉水兩位先生惠予出版及余孝先先生鼎力相助。特此致謝。

譯者 陳宏渠 謹識
一九八一年十月二十五日
於風城

目 錄

第一章 導言

1 - 1	微處理機	1
1 - 2	大型和小型的計算機	3
1 - 3	典型計算機間之比較	5
1 - 4	微處理機的歷史	17
1 - 5	集成電路晶片的特性	21
1 - 6	半導體記憶體	26
1 - 7	微處理機的應用	27

第二章 微處理機結構

2 - 1	一般計算機結構	37
2 - 2	暫存器	44
2 - 3	算術單元	50
2 - 4	指令處理部份	51
2 - 5	堆疊	54
2 - 6	微處理機的結構	56
2 - 7	微處理機結構實例	59

2 - 8	摘要	64
-------	----------	----

第三章 微處理機指令集

3 - 1	計算機指令格式	69
3 - 2	位址指示法	74
3 - 3	指令的型式	87
3 - 4	微處理機指令集	104
3 - 5	微處理機指令集之例子	106
3 - 6	摘要	124
	習題	126

第四章 微處理機組程式

4 - 1	語言層次的比較	133
4 - 2	組程式之特性	140
4 - 3	微處理機組程式之特性	158
4 - 4	組程式之例：INTEL 8080 MOTOROLA 6800	160
4 - 5	摘要	172
	習題	173

第五章 組合語言程式之撰寫

5 - 1	簡單程式	178
5 - 2	迴路與行列	192
5 - 3	算術	210
5 - 4	字元操作	222
5 - 5	副常式	231
5 - 6	摘要	240

習題	242
----------	-----

第六章 微處理機的軟體發展

6 - 1 軟體發展	249
6 - 2 問題定義	252
6 - 3 程式設計	254
6 - 4 程式撰寫	262
6 - 5 除錯	265
6 - 6 測試	270
6 - 7 文件化	272
6 - 8 重新設計	274
6 - 9 軟體發展系統	275
6 - 10 摘要	282
習題	283

第七章 記憶部份

7 - 1 一般記憶體介面	288
7 - 2 簡單的記憶體部份安排	295
7 - 3 匯流帶結構	310
7 - 4 三態記憶的設計	321
7 - 5 特定微處理機的架構	326
7 - 6 摘要	345
習題	346

第八章 微處理機的輸入與輸出

8 - 1 I/O的一般討論	351
----------------------	-----

8 - 2	單一的 I/O 埠	357
8 - 3	一般的輸入／輸出部份	363
8 - 4	有關 I/O 的硬體	370
8 - 5	I/O 裝置	385
8 - 6	特殊處理機的 I/O 裝置	406
8 - 7	摘要	445
	習題	447

第九章 微處理機的 I/O 部份

9 - 1	利用中斷的優點及缺點	451
9 - 2	中斷系統的特性	456
9 - 3	簡單的中斷系統	469
9 - 4	特殊處理機的中斷系統	480
9 - 5	直接記憶存取 (DMA)	519
9 - 6	摘要	523
	習題	524

第一章 導言

1-1 微處理機(Microprocessor)

在 1940 到 1950 年代所發展出來的計算機純粹是為了解決科學上複雜的問題，而今日計算機的功能已不再侷限於此了，許多應用都應運而生，如電動玩具、計算器、電子儀表。及許多家用電腦等等。圖 1-1 是一個廉價的計算機，任何人都買得起，而其功能却又是相當驚人的。

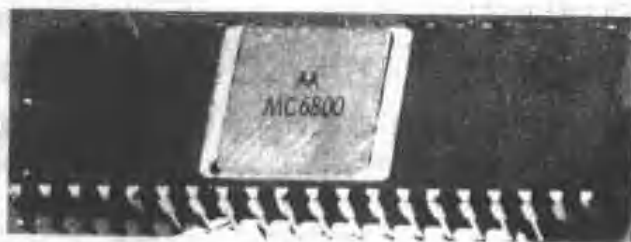
計算機方面最新近的發展是「微處理機」，這是一種裝置，它具有一般計算機的中央處理單元 (CPU) 之所有能力，其大小通常只有一個或幾個晶片的大小而已，圖 1-2 是一個典型的微處理機，這樣的一個元件可以去記憶體存取資料，解碼及執行，並執行算術及邏輯動作，從輸入埠讀取資料，將資料送到輸出埠 (OUTPUT PORT) 去，微處理機，加上記憶體及輸入／輸出來和外圍世界通訊便形成一個微電腦。簡單的微電腦只須 \$10 即可。完整的微電腦系統包括面板，支架，電源供應器也不必要到，1000，也且功能可達到 1950 年代的大型機器程度。

計算機往小體積的方向發展是 1960 年代中期以後的趨勢，在此之前發展的方向都是往大的，極更有功能的方向。如此計算機只有大廠家才買得起，也只有

圖 1-1 家用電腦



圖 1-2 典型的微處理機



特殊訓練的人才能操作。

小型電腦開始了小尺寸的趨勢，第一部小型電腦和一般大型的相差不多，且造價也在幾萬美元之譜，然而，那些買不起大型計算機的廠商如今也許可以買下一部小型計算機了。例如 PDP-8, Data General Nova, Scientific Data System 92 或 IBM 1130。電子技術的進步使得價錢更見下降，到了 1970 年間，實驗室、辦公室、工廠、教室，只要花幾千元就可使用小型電腦系統了。

IC 技術的進步又大大的降低了小型電腦的價格。很快的單晶片的電腦也做出來了，這種複雜的線路 (LSI) 可以用低價格製造出來。夢想中的便宜的計算機至此已變為事實。許多廠商已經製造許多微處理機來適應各種要求了。到 1977 年，整套的家用電腦包括鍵盤，CRT，錄音機界面，整個總價已降到千

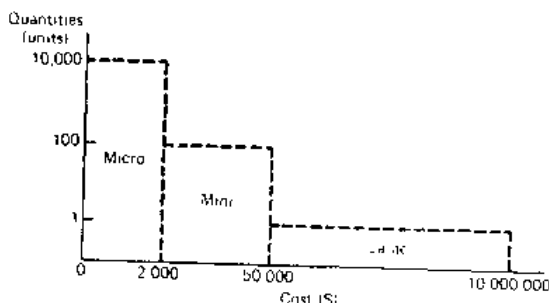
元以下了。

1-2 大型和小型的計算機

計算機價格降低使得許多應用變為可能，微處理機的趨勢於是就產生了。

圖 1-3 是微電腦小型電腦及大型電腦的價格和每次購買數量之比較

圖 1-3 計算機的成本及典型的數量



大型的一般用途計算機如 IBM 370 UNIVAC1100 或 Burroughs 6700 用來提供以下兩類功能。

- 1 用來解決複雜的科學計算和工程問題。
- 2 處理大量的資料，如銀行客戶之資料，保險公司、百貨公司等以及政府機關。

這些工作須要相當大的記憶區間。以及資料的傳輸，典型的科學運算是那些無法用手算的多元聯立方程式，商業上的應用則要求較多的輸入／輸出。

小型計算機或微處理機在這方面是無法取代大機器的，小機器多半用在較單純的運算，或少量資料的處理。然而，微電腦最大的應用却是在大型電腦的領域之外的。

微電腦的應用有下列各個特性：

1 該微電腦是一個系統中的元件，整個系統也許是測試工具，銀行管理系統，這時微電腦從使用者的觀點是看不到的。

2 當作一個獨立的系統做一件特殊的工作，這時該計算機不能給許多使用者使用。例如安裝在工廠的機器上等等。

3 計算機上安排了一個固定不常修改的程式，如此該計算機便不像大型計算機那樣可以執行大量不同的工作，例如管理一套機密系統，處理圖像顯示等等，程式都貯存在ROM中。

4 微電腦經常用來執行一個即時的工作 (real time task)，這些工作須要在一定的時間內反應並執行。這些應用包括機械工具的控制，例如切割機必須在一定的時間切割才能得到正確的切割圖形。

5 這計算機執行控制的工作而不是算術邏輯的運算或資料的處理，它主要的工作也許是管理一個倉庫，控制一個變化的系統，監督病人的狀況等等。

使用大型計算機和中型及微型電腦並不相同。使用大型計算機者，利用高階語言，(FORTRAN, PL/I BASIC 等等)，將它們拿給計算機中心人員，然後得到報表或磁帶或其他型式的輸出。使用者無須考慮記憶體等等的狀況，同時也簡單地享受到多種週邊裝置的好處。

使用微處理機就完全不同了，一般微型或小型電腦沒有很完整的軟體或週邊裝置，寫程式相當花費時間，此外處理機和整個系統間的相互動作也都相當重要。設計者必須了解計算機本身應如何動作以達到最高的效率。

小型計算機應用方面也包含了軟體及硬體，設計者必須先將工作分成硬體及軟體部份，考慮成本及速度，並寫程式從輸入埠讀取資料，以及將結果送到輸出元件上去。時序 (Timing) 硬、軟體上都佔重要地位。

近來的微電腦產品不適合發展使用者系統，大程式只適合使用在大系統中，然而小電腦通常只是整個系統的一個元件，它們只要足夠的記憶體，足夠的 I/O 裝置，以及執行本身工作的程式就夠了，任何其他的增加都會使成本提高，因此許多小電腦不具讀卡機，報表機來做 I/O，也沒有編譯器 (Compiler) 或偵錯程式來幫助軟體發展也沒有磁帶等等在貯存資料。

在發展軟體程式時要藉助其他一些工具 (叫做發展系統 development system)，這個工具也許就是該計算機本身 (self-development system)，或其他的計算機 (simulator, cross-development system)。典型的發展系統具有週邊

裝置以輸入程式及資料並記錄結果，一套相當大的記憶體用來貯存使用者及系統的程式，對偵錯程式相當有幫助的軟體及硬體，並有磁帶或磁碟等外界記憶體。這種系統包括硬、軟體、週邊裝置，及介面等等，在早先所談的製品中都是不須要的。它們只是要讓設計上更為方便。這些發展用的軟體怎麼說還是適合在大機器上做。例如FORTRAN的編譯器在大機器上要比小機器快上幾倍。

微電腦的使用者將會發現發展系統是非常有用的，因為寫程式時要考慮到許多種環境、狀況而且經常會和真正執行時之環境有所出入。經常硬體和介面都是和程式一起設計的，使用者在建立系統時會較困難。程式經常要執行複雜的I/O動作，而且要在「即時」的限制下。

1-3 典型計算機之間的比較

表1-1是大型、中型，微型電腦的比較。大型電腦為IBM 370/Model 168（見圖1-4），多用來做資料處理。中型電腦為DEC公司的PDP 11-45（圖1-5）小型的電腦為NAKED MINI（圖1-6），微型電腦則為Intel Mcs-80，使用Intel 8080的CPU，（圖1-7），其他之廠商也有類似的產品。

大型的一般用途計算機通常相當的貴，只有大的企業或研究機構才買得起，這種計算機須要一些受過訓練的操作員、程式者、分析者，它可以擁有多量的週邊裝置，如讀卡機、報表機、磁碟及磁帶系統，以及終端機等等。它可以處理大量的資料及多種不同的工作。

中型的計算機若作為某系統的一部份也嫌貴了一點，但却很適合用在實驗室中，或小型商業應用，小型工廠等。這種計算機可以說為大型計算機的次要處理機。

小型的計算機放在工廠的機器中視為其一部份時並不算是很貴的，然而，該成品的價格。這種價格的機器通常並不是大量須要的。

微型電腦的成本只要小型電腦的1/10，用它做為機器的一部份是最適當不過了，如兌銀機，CRT(Cathod Ray Tub)終端機，計數器，以及其他任何可能的工具應用上。

表 1-1 典型計算機的比較

	IBM 370/168	DEC PDP 11/45	Computer Automation NAKED MINI	Intel MCS-80
Cost	\$4.5 million	\$50,000	\$2500	\$250
Word length (bits)	32	16	16	8
Memory capacity (8-bit bytes)	8.4 million	256K*	64K	64K
Processor Add time	0.13 μ s	0.9 μ s	3.2 μ s	2.0 μ s
Maximum I/O data rate (bytes/second)	16 million	4 million	1,400,000	500,000
Number of general purpose registers	64	16	3	7
Peripherals (from manu- facturer)	All types	Wide variety	Disk, tape, card, line printer, CRT, cassette	Paper tape reader, floppy disk, PROM programmer
Software	All types	Wide variety	Operating system, assembler, FORTRAN, BASIC	Assembler, monitor, PL/M, editor

*1K = 1024 bits.

圖 1-4 IBM 370/168



圖 1-5 DEC PDD 11/45

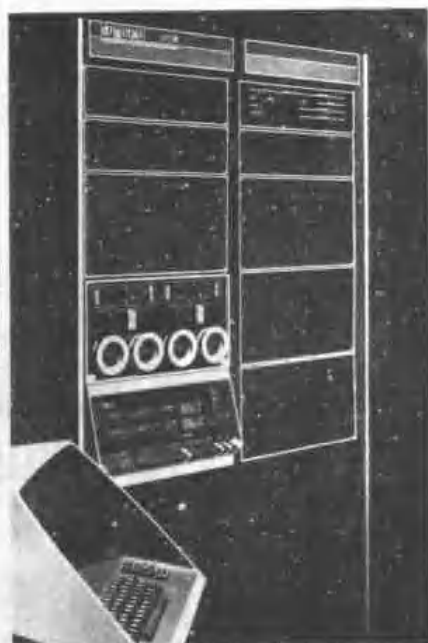
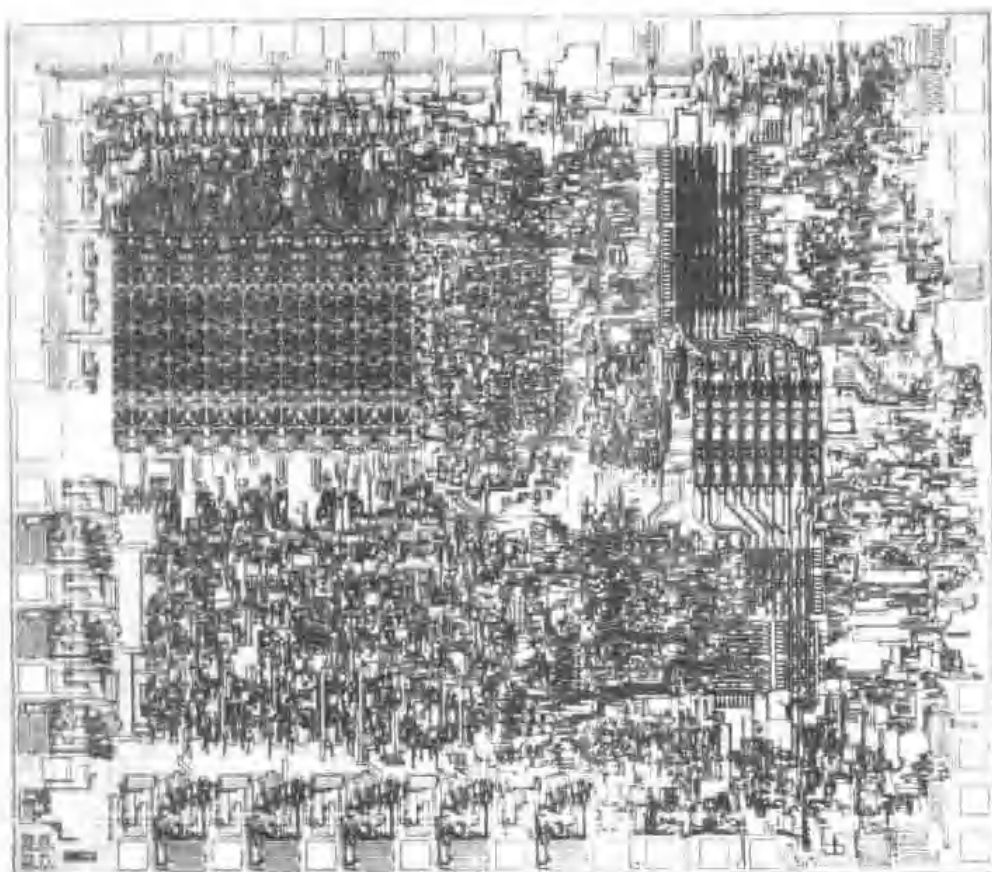


圖 1-6 NAKED MINI



圖1-7 Intel 8080 CPU 的放大照像



Computer	System Cost
IBM 370/168	\$4.5 million
DEC PDP 11/45	\$50,000
Computer Automation NAKED MINI	\$2500
Intel MCS-80	\$250

字長(word length)乃為一計算機中一次能處理的二進位位元數。計算機處理資料的速率當然與字長是有關的。字長兩倍的計算機可以比字長一倍的計算機快上一倍。

大型計算機的字長通常為中型計算機的兩倍。或為微型電腦的四倍。一般來說大型計算機的字長約為32到64，中型約為12到32，微型則為4到16位元。字長是用來量度計算機能力的重要項目。

Computer	Word Length (bits)
IBM 370/168	32
DEC PDP 11/45	16
Computer Automation NAKED MINI	16
Intel MCS-80	8

在作算術運算時字長更見重要，若要將兩個6位數相乘時若我們的字長足夠一次做完6位數則很方便，但若一次只能做一位數的乘法那麼其複雜性就難以想像了。字長較長的計算機做起複雜的運算時要比字長短的方便得多了。例如氣象預測，飛機模擬都較適合大計算機。中型、小型電腦則適合於用在控制上。

然而值得注意的是，字長較長的設計只適合於資料長度也長時才有效用，若資料都只有8位元，則也沒有啥好處。事實上還有時會造成負載呢！控制方面的應用通常只要能處理幾個位元的處理機即可，該計算機由輪盤或開關、按鍵或感應器讀取資料並送到顯示器(display)或馬達(motor)等等，短字長的計算機在這方面比較方便。

短字長的計算機可以將多個組合起來，和大型計算機合用，接收其資料並提供訊息，小型及微型電腦經常用來提高大型計算機的工作速度。圖1-8為多個4位元的機器和32位元的大機器合作的情形。當小型的計算機接收到完整的32位元資料後便叫大計算機來讀取，如此大機器便不須要等待資料了。