

微型電腦

AN INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS



by Adam Osborne

簡世源譯

開發圖書公司印行

微型電腦

簡世源譯

開發圖書公司印行

序

本書英文版於1975年10月問世後，即為全美各大學電機系及電腦科學系採用為微型電腦課程之教本，本書內容極為豐富，兼授軟體及硬體，對各類微型電腦之剖述極為詳盡，且由淺入深，極易為一般學生所接受，故使用者極妥。

美國俄懷俄大學（Ohio University）電機系由微型電腦及邏輯線路專家Dr. James C. Gilfert 以本書為教本，開「微型電腦及小型控制系統」課，選修者極衆，曾迫使部分研究所課程因人數不足而刪除，可見本書之優異。

譯者於今年春天在Dr. Gilfert 指導下和Tim Loos 及Hon Hwa Tsai 二君共同設計「Ohio University Model T」微型電腦系統，本書英文版即為重要參考資料之一，設計完成後，深覺本書英文版如能譯成中文，將對國內精密工業之發展極有助益，故建議開發圖書公司發行中文譯本，開發圖書公司答應出版，並在譯述期中給予襄助及鼓勵，使本人無任感激。

本書翻譯工作進行時，承Dr. Gilfert 改正英文版之錯誤，並蒙自IBM退休，現執教於俄懷俄大學電腦科學的章雲明博士多方面的指導，一併在此致謝！

譯者 簡 世 源
於 Electrical Eng Dept.
Clippinger Research Lab
Ohio University
Athens, Ohio (U.S.A.)

目 錄

序

第一章 什麼是微型電腦？什麼是微型處理機？·····	1
電腦的歷史·····	2
微電腦的始原·····	3
第二章 基本概念·····	7
數系·····	7
十進位制·····	8
二進位制·····	8
數制的轉換·····	9
其他數制·····	11
二進位算術·····	13
二進位加法·····	13
二進位減法·····	14
二進位乘法·····	18
二進位除法·····	19
布倫代數和電腦邏輯·····	19
與子和與動作·····	20
同動子或同子動作·····	21
除與子與除與動作·····	22
非動子和非動作·····	22
合成邏輯動作·····	23
李摩根定律·····	24
第三章 微型電腦的合成·····	25

2 微型電腦

記憶組織	25
記憶字	28
拜特	28
記憶區位置之編號	31
記憶字所含資料的解釋	38
單純的數目	38
解釋二進位數據	38
英文字母及文法符號數字的譯碼	48
指令譯碼	49
第四章 微型處理機	52
微型處理機的登錄器	53
算術及邏輯單位	57
控制單位	58
狀況指標	59
指令的執行	62
指令的定時	63
指令時節	64
指令能做多少事情	70
微程式寫法及控制單位	76
微程式的經濟學	94
第五章 微型電腦的硬體	96
程式及數據記憶	96
唯讀記憶器	96
讀寫記憶器	100
微型電腦中的數據傳送（輸入及輸出）	101
中斷式輸出入	110
微型電腦對中斷的反應	115
中斷元件選擇碼	120

中斷的優先權	124
直接進行記憶	131
時節偷取式的置接進行記憶	134
DMA 有多個外界元件	141
同時工作的 DMA	145
比較瞬時及時節偷取式兩種 DMA	147
外界系統傳輸線	149
串連式的輸出入	150
串連到平行轉變換	150
字源的組會和分開	152
真時邏輯	154
第六章 微型電腦程式的寫法	155
程式語言的觀念	155
資源程式	156
目的程式	157
目的程式的產生	159
程式儲存介質	159
裝配語言	160
裝配語言句法	161
裝配導向	167
記憶位置編號	169
微型電腦的記憶位置編號—在何處開始?	169
隱含形的記憶位置編號	170
直接記憶位置編號	171
比較直接和隱合式位置記憶編號	172
直接式記憶位置編號法的改變	173
直接記憶位置編號	177
微型電腦的直接記憶位置編號	183

4 微型電腦

自動增減	192
疊層	193
疊層記憶	193
直接式疊層	194
如何使用疊層	195
內分路和疊成之使用	198
間接式記憶編號	199
分頁式電腦的間接編號	200
程式相關形間接性編號	203
比較微型電腦及迷您電腦的間接性編號	203
索引記憶位置編號法	205
微型電腦的索引編號	209
全套指令	210
微型處理機的構造	211
狀態指標	214
記憶位置編號的形式	214
指令的敘述	214
輸入輸出令	215
記憶參考指令	219
第二記憶參攷（記憶參考行動）指令	227
即刻放入指令，跳動及跳動到分路	233
即刻動作指令	238
條件分支指令	240
登錄器對登錄器移動轉指令	246
登錄器對登錄器動作指令	249
登錄器動作指令	254
疊層指令	263
參數交與指令	266

中斷指令	269
狀態指令	273
停止指令	274
全套指令綜合整理	275
第七章 現有的微型電腦	279
微型電腦被敘述的程度	281
微型電腦發展系統	282
FAIRCHILD 公司自 F 8 微型電腦	282
THE FAIRCHILD 3850 CPU	284
F 8 可用程式控制的登錄器	286
F 8 的位置編號形式	288
F 8 的狀態指標	291
FAIRCHILD F 8 微型處理機腳的安排及訊號	291
3851 程式儲存單位	295
3852 動態記憶接合器	297
3854 直接進行記憶元件	300
3853 靜態記憶結合器	301
F 8 中斷處理的綜合討論	302
F 8 的全套指令	306
鑑定程式	306
NATIONAL SEMICONDUCTOR 公司出品的 PACE 和 SC/MP	307
The National Semiconductor Pace Microcomputer System	308
PACE 的可用程式控制的登錄器	313
PACE 的記憶位置編號法	314
PACE STATUS AND CONTROL FLAGS	318
PACE CPU PINS AND SIGNALS	320
PACE 的中斷處理	322

6 微型電腦

直接進行記憶	323
PACE 的全套指令	323
鑑定程式	327
NATIONAL SEMICONDUCTOR 公司的 SC/MP 微型電腦系統	330
SC/MP 可用程式控制的登錄器	334
SC/MP 的記憶位置編號法	335
SC/MP 的狀態登錄器	336
SC/MP 的中斷處理	337
SC/MP 直接進行記憶	337
SC/MP 微型處理機腳排列和訊號的指令	338
SC/MP 的全套指令	340
鑑定程式	344
THE INTEL 8080	346
THE INTEL 8080 微型處理機	350
8080 的可用程式控制的登錄器	351
8080 位置編號法	352
INTEL 8080 STATUS REGISTER	352
INTEL 8080 CPU PINS AND SIGNALS	353
THE INTEL 8224 CLOCK GENERATOR AND DRIVER	356
THE 8228 SYSTEM CONTROLLER	358
THE INTEL 8225 PROGRAMMABLE PERIPHERAL TNTE RFACE (PPI)	358
THE INTEL 8251 I/O COMMUNICATION INTERFA- CE (USART)	360
INTEL 8080 的中斷處理	362
INTEL 8080 DIRECT MEMORY ACCESS	364
INTEL 8080 的全套指令	365

鑑定程式.....	365
THE MOTOROLA M6800.....	371
THE M6800 CPU.....	372
THE M6800 PROGRAMMABLE REGISTERS	372
M6800 的記憶位置編號法	373
M6800 的狀態指標	377
THE MOTOROLA M6800 CPU PINS AND SIGNALS...	377
THE MOTOROLA M6800 PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER(PIA).....	380
MC 6500 異步通訊結合接受器	382
M 6800 的中斷處理	383
M 6800 的直接進行記憶	385
M 6800 的全套指令	386
鑑定程式.....	387
THE ROCKWELL PPS-8	387
THE ROCKWELL PPS-8 CPU.....	392
ROCKWELL PPS-8 PROGRAMMABLE REGISTERS ...	394
PPS-8 的記憶位置編號法	396
ROCKWELL PPS-8 STATUS FLAGS.....	402
THE ROCKWELL PPS-8 CPU PINS AND SIGNALS...	402
THE ROCKWELL PPS-8 CLOCK SIGNAL GENERATOR	404
THE ROCKWELL PPS-8 READ-ONLY MEMORY(ROM)	406
THE ROCKWELL PPS-8 RAMDON ACCESS MEMORY DEVICE(RAM)	408
THE ROCKWELL PPS-8 GENERAL PURPOSE INPUT/ OUTPUT DEVICE(GPI/O)	409
THE ROCKWELL PPS-8 PARALLEL DATA CONTROLL- ER (PDC)	411

8 微型電腦

THE ROCKWELL PPS-8 DIRECT MEMORY ACCESS CONTROLLER(DMAC)	414
THE ROCKWELL PPS-8 SERIAL DATA CONTROLL (SDC)	416
THE ROCKWELL PPS-8 INTERRUPT PROCESS	417
THE ROCKWELL PPS-8 INSTRUCTION SET	418
THE BENCHMARK PROGRAM	427
THE SIGNETICS 2650	429
2650 的微型處理機的邏輯	429
2650 的可用程式控制的登錄器	431
2650 的記憶位置編號	433
THE SIGNETICS 2650 STATUS FLAGS	438
SIGNETICS 2650 CPU PWS AND SIGNALS	440
記憶器與 2650 之結合	446
I/O 元件和 2650 的結合	446
2650 的中斷處理	446
2650 的DIRECT MEMORY ACCESS	448
2650 的全套指令	449
2650 的鑑定程式	449
第八章 選擇微型電腦	454
用微型電腦的設計邏輯 - 序列的事物	456
微型電腦發展硬體	459
微型電腦系統的軟體	461
一個經濟上的例子	467
未來的展表	468
APPENDIX:A STANDARD CHARACTER CODES	470

第一章 什麼是微型電腦？ 什麼是微型處理機？

微型電腦 (microcomputer) 是微型處理機 (microprocessor) 加上記憶組合 (memory module), 輸出輸入部份 (Input/output ports) 等極少的電路而組成的, 它的體積奇小, 全部半導體化, 而功用並不輸給大型電腦。而微型處理機是將大電腦的中央處理系統 (Contral Processing Unit) 相同的邏輯線路密積在單一的半導體晶片上, 其體積的減小及成本的節省, 不容忽視, 由於它的出現大大的節省了邏輯設計所需的金錢及時間, 也解決了很多控制學上因訊號傳送的誤差所造成的困擾, 因為微電腦便宜的價格使每一個小小的系統就可以用一個微型電腦來分析及控制, 根本不須要像過去, 一個控制系統往往要將資料從遠地傳送到電腦來, 而連帶造成了資料處理上的困難。

圖 1-1 是 Intel 8080 型的微型處理機, 整個微型處理機就存在於單一的半導體晶片上, 這晶片安置在一個 Dual-in-line (兩排腳平行) 的 Package (包裝) 上, 此包裝法簡稱 DIP。根據 Intel 公司的資料, 加上其他 10 個比這個包裝略小的附屬線路, 就成了一部工作能力極強的微型電腦, 其大小只有電晶體的唱盤那麼大。無可置疑的, 微型電腦和大電腦的功用沒有大差別, 而它具有體積小、價格低的優點, 這也是微型電腦的兩大特點, 也因為要得到這兩個特點, 必須全盤半導體化, 選用大型積體電路 (Large Scale Integrated Circuit, LSI), 當然也因此執行時間 (execution Time), 位置編號方法 (Address Mode), 全套指令 (Instruction Set) 上有大幅度的改變。

作者們堅信下列兩點是當前開發微電腦系統設計及製造所必須的:

- (1) 由基本開始從簡易的數位電路及邏輯設計到最深的系統設計, (2)

正確的分開大電腦，迷你電腦及微型電腦的不同處，更重要的，是各種不同廠家的微型電腦的不同處，使精密工業能選用適當的微型電腦，避免不必要的浪費。

電腦的歷史 (THE EVOLUTION OF COMPUTERS)

電腦始自 1950 年的 Univac I，它是全部用真空管製成，體積足有一間客廳那麼大，可是它的功能比目前的微型電腦相去甚遠，在最初的電腦觀念是由 Charles Babbage 在西元 1933 年中發表的，在第二章之後，我們將不厭其詳的討論這些觀念，因為讀者如果不徹底了解這些觀念就無從進一步去設計微型電腦。

由於半導體技術的日新月異，使微型電腦的價格為工商業所能接受，60 年代的電晶體取代了昂貴的真空管，並減少了用電量，因此電腦才為工商界採用為數據處理的工具。

1965 年 Digital Electronic Corporation (DEC) 製造的 PDP-8

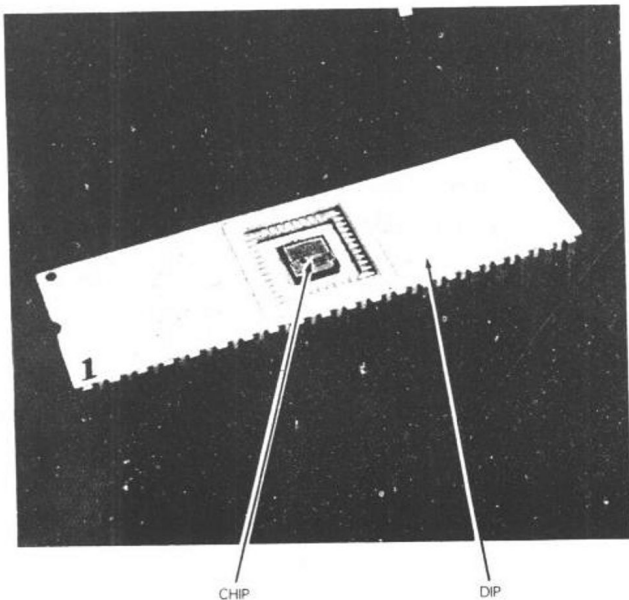


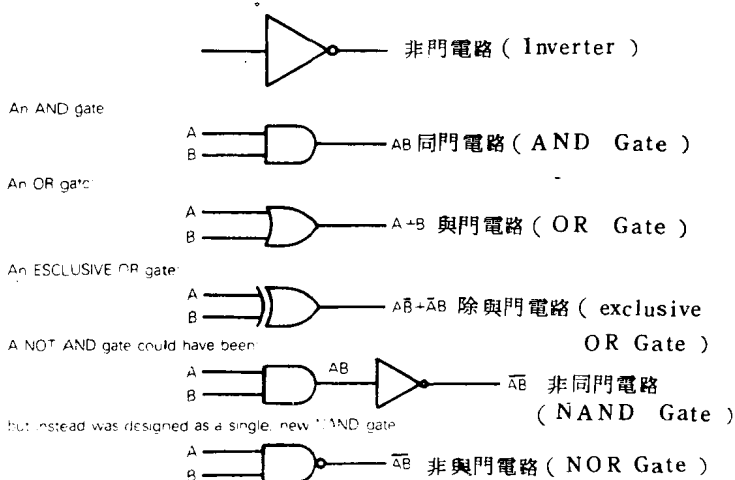
圖 1-1 Intel 8080 型微處理機

的價格是 50,000 美元，很多工廠的程序控制（Process Control）及實驗室都使用它，這段時期就是所謂「迷您電腦時代」。但是目前完整的微型電腦系統在美金 100 到 500 美元，更使它打入了各行各業，它就是微型電腦時代的來臨。

微電腦的始原（THE ORIGINS OF THE MICROCOMPUTER）

在西元 1969 年美國德州的 Datapoint 公司設計了一種小型電腦，希望 Intel 公司能幫他們將大部分的線路放在一片半導體上，將一切線路半導體化，當 Intel 公司完成之後，Datapoint 公司拒絕接受，因為在速度上幾乎比要求的慢了一倍，Intel 公司這個時候就必須決定放棄研究結果或自行販賣，他們採取了後者，並定名 Intel 8008，這是全美國第一個微型處理機，我們將一步一步來討論微型處理機的型成。

最早出現的數位電路（Digital Circuit）是由布倫代數（Boolean Algebra）演變出來的，這也就是說用電子工程學上的各種技巧，使一個積體電路的輸出和輸入合乎布倫代數的要求，在此我們簡單的介紹一下布倫代數及其門電路（Gate），以後會做很詳細的報導：

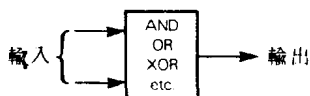


確表(Truth Table)

在布倫代數中，任何代數之值，只有 0 和 1，這也是電腦的基本數學概念，我們為表明 A 和 B 在不同輸入時各種門電路的輸出值，因此建立一個確表(Truth Table)以便讀者可以查閱：

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$A \cdot B$	$A + B$	$A \bar{B} + \bar{A} B$	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A + B}$
0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0

一個簡單方塊圖(Block Diagram)來表明這些門電路：

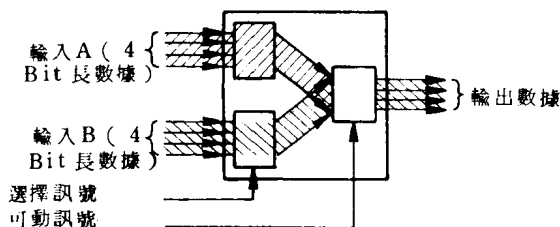


這些門電路有時被稱為(Discrete Components)分離零件以便和大型和中型積體電路有些分別。

更進一步的是下面這個 4 Bit 長有兩個輸入的緩衝排列轉變器(Multiplexer)。

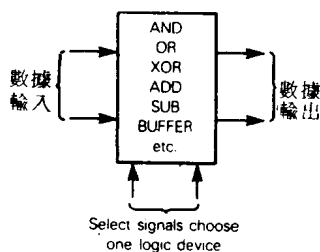
4 個 Bit 就是說有四個記憶單元組成，每一個單元或零或 1，因輸入而異，Bit 是二進位數學的單位，它和十進位的任何一位數是很相似的，緩衝器(Buffer)是說輸入和輸出完全相同但是時間上會被延遲，而 Multiplexer 是一種排列轉變器，它能將平行進入的訊號，依照設計人的要求，排列成串連訊號。

兩組 4 Bit 長的數據 A 和 B，來自不同的來源，利用選擇訊號(se-



lect) 選取其中一組，並用可動訊號來完成輸送，如果沒可動訊號 (Enable) 進入此元件中，則只有選擇而沒有輸出，這是一個很重要的觀念，因為在微型電腦中，數據的傳送和處理，完全用時間上的選擇與可動 (Enable) 來控制，我們要在第五章做更詳細的敘述。

下面就是一個大型積體電路，將上面敘述過的兩個線路合併：



輸入的數據可以用選擇 (select) 訊號，選擇其中一種數學運算，不管是布倫代數或二進位算術的加減法，運算之後，在可動訊號的支配下進入緩衝後，經固定的延遲時間後輸出，附帶必須提到的，通常積體電路中有 100 個門 (gate) 電路到 1000 個的叫中型積體電路 (Medium Scale Integrated Circuit, MSI)，有 1000 個以上門電路叫大型積體電路 (Large Scale Integrated Circuit, LSI)。

下面是一個相當完整的邏輯電路，可以代表目前存在的任何數位邏輯線路（Digital Logic Circuit），它也是微型電腦的雛型了。

Basic Logic Function

