

圖解 Z-80

原理與使用



黃健聰編譯

圖解 **Z-80**

原理與使用

黃健聰編譯

圖解2-80原理與使用

作者：黃健聰

總策劃：林洋

總編輯：王麗

主編者：黃蘭

發行人：林大

出版：宏基出版社

總經理：宏基書店有限公司

地址：香港譚臣道一〇五號

印刷者：金源印刷廠

地址：香港蘇杭街十九號

定價：港幣拾柒元

有著作權・翻印必究

H.K.\$17.00

譯 者 序

本書譯自日本 OHM 社橫田英一著的“圖解マイクロコンピュータ Z-80 の使い方”。

自從全亞電子公司推出以 Z-80 爲 CPU 的 EDU-80 以來，多年 Z-80 一直是被學校與企業界所普遍使用，而坊間有關 Z-80 的書籍也不勝枚舉。然而能以清晰易懂的圖形配合主文內容的敘述，讓讀者不必望而却步，如入五里霧中的，可謂少之又少。基於此，乃不揣淺陋，將本書譯出，期能對國內學子及有興趣於微電腦技術鑽研者有所助益。

由於本書之翻譯係於公餘課暇爲之，且譯者才疏學淺，因此繆誤之處在所難免，還祈多所賜正指教。

黃 建 聰

七十一年四月

原 著 者 序

微電腦是電子領域中劃時代進步的一項成就，也很快地成為過去的話題了。由於許多微電腦應用製品的問世，以及由於使用者熱心的研究，對其奧妙神祕能力的深入追求，已帶給這個領域享用不盡的恩惠。

作為今後電子技術一環的微電腦應用技術將佔有重要地位，乃是相當清楚的。學校或企業界的實驗室中，引入與三用表或示波器並肩的程式開發用裝置，而資料室也將電路圖和程式一同加以保管。

不僅是時代潮流而已，由於根本上的變遷，微電腦應用技術的取得，較之以往由真空管改變為電晶體，其快速與需要性更大為增加。

微電腦自從 1971 年 INTEL 公司發表 I 4004 以來，10 年間已有數次的世代更替了。此其間，功能飛躍地擴大，處理速度、程式容量、元件構成、應用技術等各方面皆有了長足的進步。就 8 位元系別而言，其頂尖可說是 ZILOG 公司的 Z-80 族類。對於 8 位元系列而言，若還要求在此以上的功能時，一般都將其移至 16 位元系列再作考慮，因而具有最多用途且通用性高的 8 位元系列，也可以作為今後微電腦的中心，應該是不會改變的。

本書為了使鑽研電子技術的學生，以及企業中目前正以微電腦的引入作為技術研習課題的電子技術人員，今後不致於將主流的地位讓與他人，故以 Z-80 為例，由動作原理以迄應用實例加以解說。若能經由本書而精通 Z-80，相信對於電腦也可很容易瞭解的。

因為微電腦是由硬體與軟體兩方面有機的結合形成系統，因此要想依照頁數依次展開，用一次元的說明徹底加以表示是不可能的。因此，對於平面的、二次元的相互關連重要性的重視，以及各節間的互相參考是不可或缺的。然而，若一讀而無法瞭解時，千萬不要哀聲嘆氣，請務

必再多讀幾次。第一次閱讀時可以讓您捕捉到整體的形象，第2次以後，便能由書中所作說明引發您的思考，並明瞭以前所見到的說明。接著請自己試著考慮程式看看。例題的程式唯有自己親自動手才是上策。自己親自動手去嘗試，較之僅是閱讀解說是更為確實不過的。微電腦與物品性質或自然科學不同的是，它是人們經由動腦思考所作出來的，因此爲了容易使用與容易學習，而具有各種不同程度的智慧。因此若能以與探討自然現象相異的考慮方式來著手，相信必可勝任愉快的。

本書對於基礎項目的詳細加以解說，與其他坊間的書籍多少是有些不同的。以歐姆法則開始的電子電路、布林代數、邏輯元件(TTL)的最低限知識是必要的。然而，與手冊中正確緻密的表現相比較，相信也是較為平易的解說。不瞭解術語而要瞭解微電腦是件很難的事情，基於此點，本書對於各術語以漸進的方法加以介紹，因此無庸掛慮。

對於要在變化神速的電子技術中，尋找進出新領域捷徑的讀者諸君助以一臂之力，期能對電子工業界的發展盡一己棉薄之心意，乃是筆者撰寫本書之最大用意。

最後，謹對執筆期間 SHARP 株式會社關係部課諸先生及 OHM 出版部各位先生的鼎力協助，致上最高的謝意。

1981 年 4 月

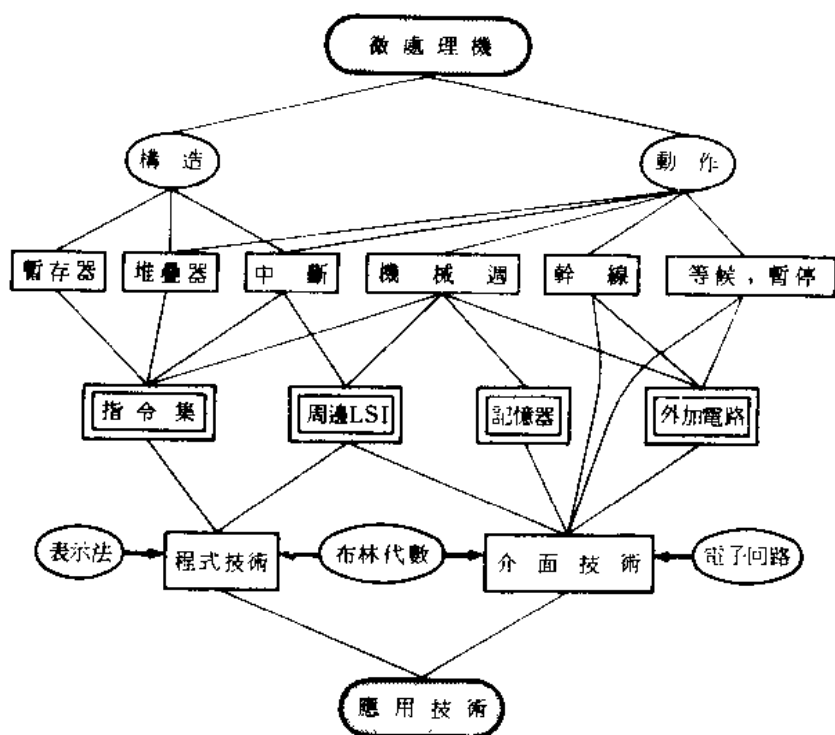
橫田 英

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們將提供給您的絕不只是一本書，而是關於這方面的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本書「圖解 Z-80 原理與使用」呈獻給您。本書以清晰易懂的圖解，配合各節深入淺出的內文說明，讓讀者可以對 Z-80 微處理機建立起明晰的概念，而於短時間內瞭解與認識到 Z-80 的原理與使用方法。本書概分八部份，從 Z-80 族類介紹與構成到 CTC 的型態與使用，均有詳細的解說，若能經由本書而精通 Z-80，相信對於其他的微電腦也可以很容易瞭解的。

微處理機的應用技術



基礎知識

- 表示法
(用語)
(16進表示)
(組合言語)
- 布林代數
(真值表)
(TTL邏輯)
- 電子電路
(歐姆定律)
(電子元件)
(半導體)

附加事項

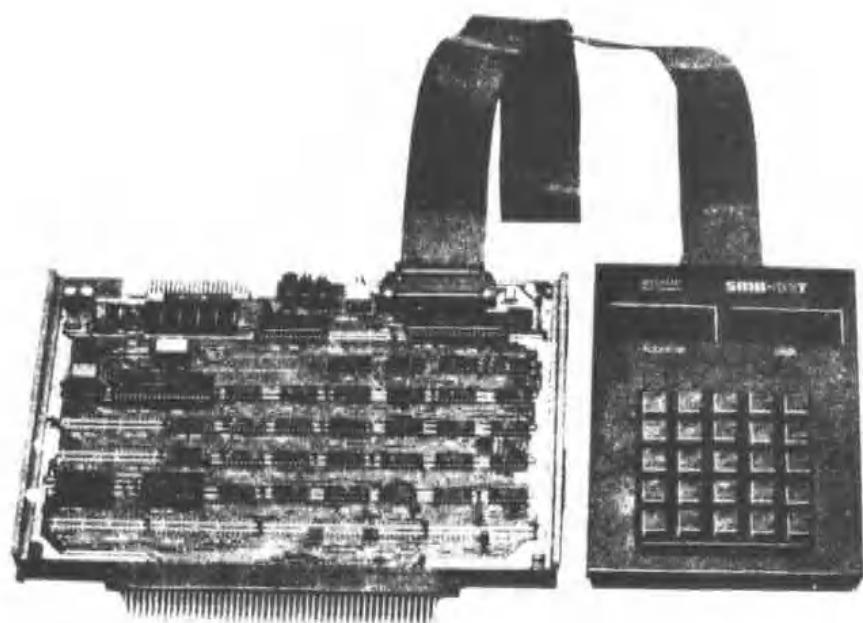
- 以經驗與知識為基礎，養成動手做的習慣，同時親自參與是相當重要的。
- 內容如何並非問題重心所在，使用時知其所以然是很重要的。

目 錄

1. 微處理機的特質.....	2
2. 微電腦系統的種類.....	4
3. 活用特質的系統設計.....	6
4. Z-80 族類的特徵.....	8
5. Z-80 CPU	10
6. Z-80 P I O	12
7. Z-80 CTC	14
8. Z-80 DMA	16
9. Z-80 S I O	18
10. 記憶器的種類與用途.....	20
11. 位元圖形與 16 進數表示.....	22
12. 程式的執行.....	24
13. CPU 的信號存取.....	26
14. 資料幹線、位址幹線與系統控制信號.....	28
15. 指令的構成.....	30
16. 指令的執行.....	32
17. 組合語言的編寫規則 -1-	34
18. 組合語言的編寫規則 -2-	36
19. 指令的分類.....	38
20. 記憶器空間與 I/O 空間.....	40
21. 位址解碼器.....	42
22. 幹線緩衝器.....	44
23. 時脈電路.....	46

24. 復置電路	48
25. 系統的構成	50
26. 提取週的動作	52
27. 記憶體讀取週	54
28. 記憶體寫入週	56
29. I/O 讀取週, I/O 寫入週	58
30. 重整週	60
31. CPU 與周邊的連接 (界面)	62
32. 等候信號與暫停信號	64
33. 中斷的概念	66
34. 不可遮擋中斷 ($\overline{\text{NMI}}$)	68
35. 中斷 ($\overline{\text{INT}}$)	70
36. 型態 0 的中斷	72
37. 型態 1 的中斷	74
38. 型態 2 的中斷	76
39. 雛菊環中斷	78
40. 幹線要求與回覆	80
41. 內部暫存器的構成	82
42. A, I, R, F 暫存器	84
43. 通用暫存器	86
44. 輔助暫存器與交換指令	88
45. IX, IY 暫存器	90
46. 堆疊記憶體與堆疊址標 (SP 暫存器)	92
47. 傳送指令	94
48. 算術運算指令	96
49. 邏輯運算指令	98

50. 位元操作指令	100
51. 旋轉，位移指令	102
52. 字段傳送，字段蒐尋與字段輸出入指令	106
53. 跳接指令	110
54. 呼叫，重新起動，回返指令（副程式）	114
55. F 暫存器與旗號變化	116
56. 2 進化 10 進數與 10 進數補正指令	118
57. 周邊元件的程式編寫	120
58. PIO 型態 0 的動作	122
59. PIO 型態 1 的動作	124
60. PIO 型態 2 的動作	126
61. PIO 型態 3 的動作	128
62. PIO 的程式編寫	130
63. PIO 的程式實例	132
64. CTC 計數器型態	134
65. CTC 時計型態	136
66. CTC 的程式編寫	138



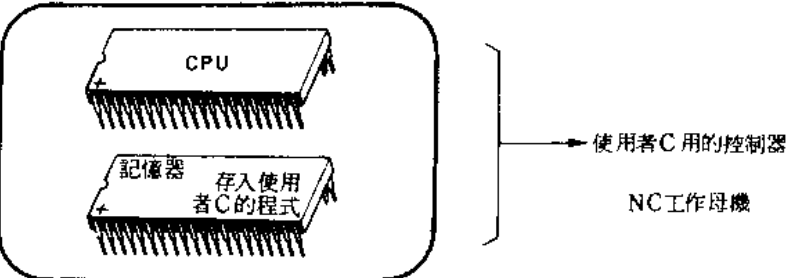
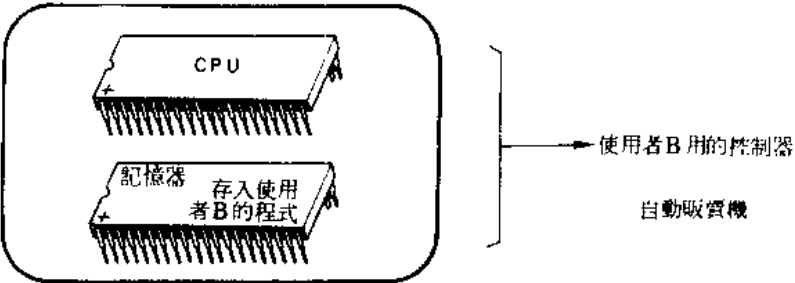
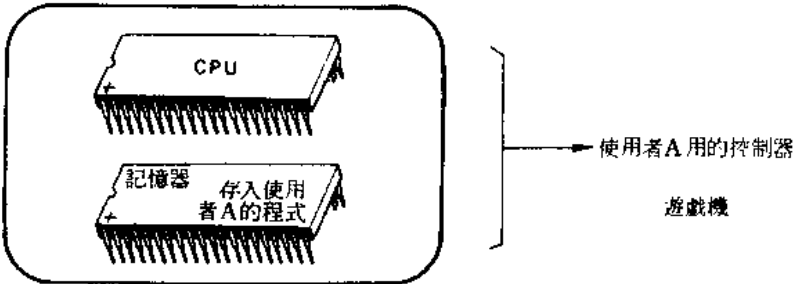
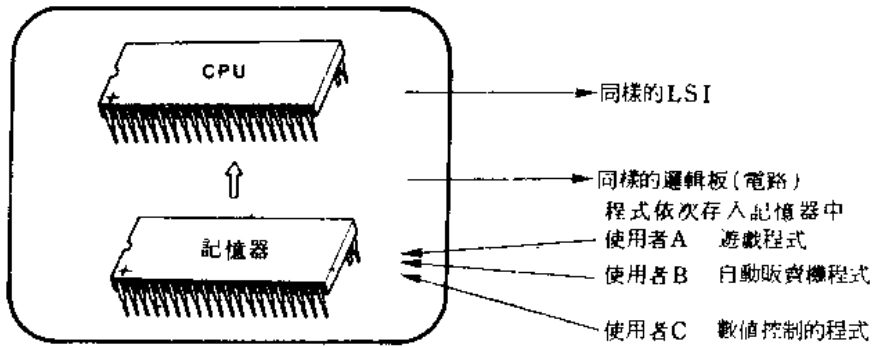
1

微處理機的特質

電腦 (computer) 這種機器被發明的目的，乃在使人類無能為力且複雜的計算，可在短時間內執行完畢。例如，圓周率的計算即使窮大半生寶貴之光陰，亦僅能完成數百個位數而已，但若使用電腦的話，則只要瞬間的功夫，再多且正確的位數也可以得到。又如人類要登陸月球，爲了要在極短時間內完成正確的軌道計算，便非得借助電腦不可。因此，將依一定步驟程序所擬定的事務，給予高速且正確的處理，便是電腦的目的，而此目的尚待充份地加以達成。

因此，將程式儲存方式，亦即顯示處理步驟的程式，當作是電腦所該輸入的資料來加以處理，便是今天的電腦方式，同時除了當初的目的外，還具有一些大的特徵。此乃對於完全相同的機械 (硬體) 而言，利用將使用者所作成的程式 (軟體：依據使用者的不同而有所差異) 輸入記憶體中，而有可達成使用者個別目的的特徵存在。若電腦製造廠大量生產相同的機器，則科學計算、庫存管理、人事管理、生產線控制、座位預訂、命運判斷等程式，都可次第地被適用。

由於半導體技術的進步，可將數千、數萬個元件作入數毫米見方的晶片之中，因此各種具有專用功能的 LSI 便被製成，以配合各種不同的目的。如此一來，便可補足 LSI 只以大量生產為取向的弱點，而半導體製造廠也將此通用 LSI 的思想表現在電腦製造上。若要將電腦 LSI 化，則多重用途，亦即對於大量銷售 LSI 的製造，便非要加以考慮不可。微處理機 (microprocessor) 便是依此觀念誕生，而能依據程式來決定其功能的通用邏輯元件，由於其發展快速，現在已成為一種重要的“電子元件”了。對於以微處理機為中心的微電腦系統 (microcomputer system) 的利用，如何正確地加以把握可說已是今日非常重要且不可或免的事情了。



2

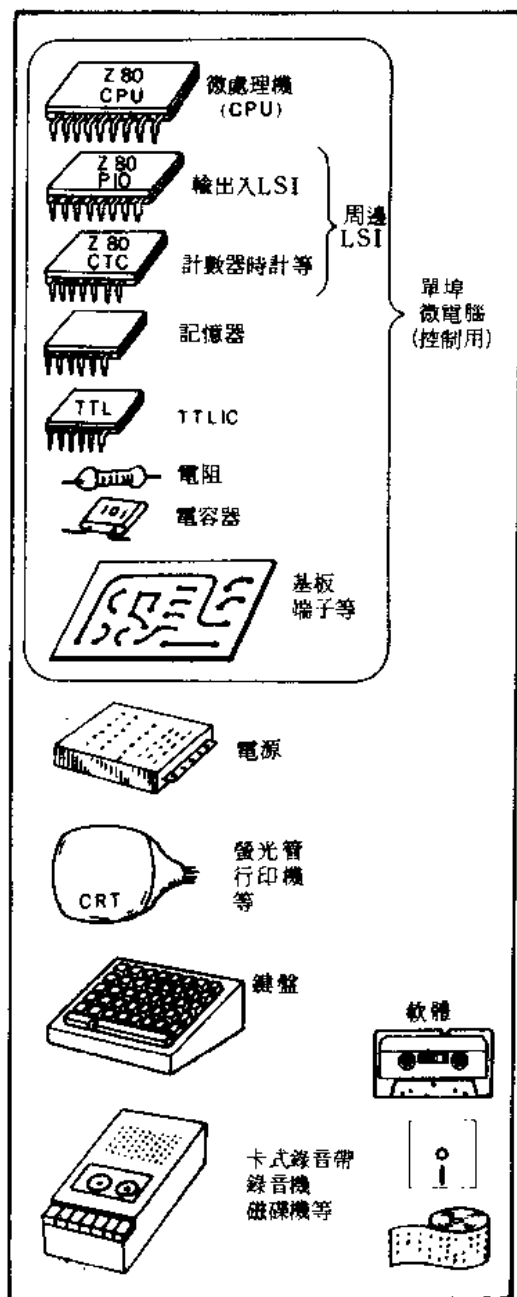
微電腦系統的種類

時下稱為微電腦 (microcomputer) 的電腦系統，可以分作幾方面來加以考慮。其一是具有與個人電腦 (personal computer) 或辦公室電腦 (office computer) 相近性能的電腦稱為微電腦。這些電腦型體小，價格低廉，為辦公室、大學研究室或個人業餘玩家用的普及型個人用電腦系統。即使不具備電氣的知識，只要學會簡單的語言，任何人都會使用。因此可說是與電視、音響等並肩而為現代文明的新型用品。這樣的微電腦，應該解釋成 “My Computer” (自用電腦) 較為妥當。

另一類型的微電腦並非是作為個人電腦使用，是按裝在工作母機、自動販賣機或家電製品中作為機器控制用的單一基板微電腦 (one board microcomputer)。作在基板上的微電腦系統是以產業用為中心的電腦。依據所需用途，配合其個別的目的來加以設計，以顯出其特徵。按裝在機器中時，一般都要將程式加以固定，而機器使用者也無法將其單純作為電腦使用。

在 1 個 LSI 上作成記憶器或輸出入埠的單晶片微電腦 (one chip microcomputer) 被作為時計或計算器使用。其內容與微電腦並無不同之處，且由外部看時，可說是具有單一功能的專用 LSI。開發過程中若能活用電腦的特徵，便可於短時間中以低廉的開發經費作成專用 LSI。因此若將用作機械控制的微電腦系統以單晶片化加以考慮時，當生產數量極大時，就成本、型體或消耗功率等各點而言，都可使其效果提高。

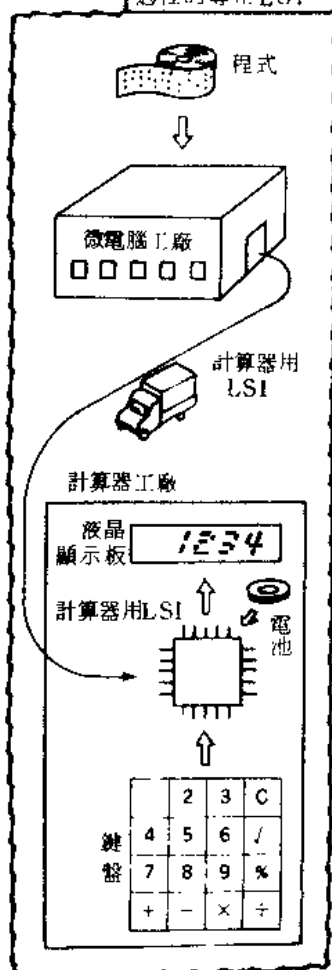
而構成微電腦系統，最重要元件的微處理器 (microprocessor)，亦即 CPU LSI 也被稱為 “微電腦”。事實上僅是這樣並不能稱為電腦，還要再包含周邊或程式方才完成整個電腦系統，因此除非加上上述後者，否則應該稱為 CPU。



單埠微電腦或個人用電腦是微電腦系統的應用製品

個人用電腦

另外，單晶片微電腦為具有電腦開發過程的專用LSI



3

活用特質的系統設計

電腦具有高速處理事情，以及即或同樣機械（硬體）只要程式（軟體）改變，其動作也就隨之不同等兩種最大的特徵。用作控制的微電腦在其由機構、繼電器或邏輯電路所構成的接線輸出邏輯（wire-out logic）的延長線上，若要求高速性時，可以TTL 邏輯來替代。以往程式被要求其功能面柔軟性大，因為多功能化會使問題容易解決，故臨時也可以自己診斷。不過若能在微電腦基板所能決定的能力限制之間，做成各種同一規格的基板製品應該是可行的，如此對於具有開發成本降低的效果是可以預期的。程式也可以模組（module）化加以保管，如此利用經驗的累積，可以使開發期間縮短。

微電腦系統的設計中，硬體與軟體分擔比例的決定是重點所在，這便是作為系統設計前階段的電路設計與程式設計作業。往往電子技術人員所設計的系統硬體都具有等候軟體來使其功能充份發揮的傾向存在。硬體、軟體都精通的人，應該對目的功能、開發成本、學習成本、維護成本等全部加以檢討後再作決定。特別是元件或基板、程式的標準化，以及將來對功能變動的要求也很重要。當要由軟體來分擔變動因素時，只能對應於記憶器的交換。

若要概括地考慮電腦的特質時，則將如時序般不可欠缺的部份硬體化，而其他部份則以軟體來實現的方法較為有利。因此，也可以明白將硬體止於最小限時，將會具有材料費、經年劣化、故障率減低等優點。