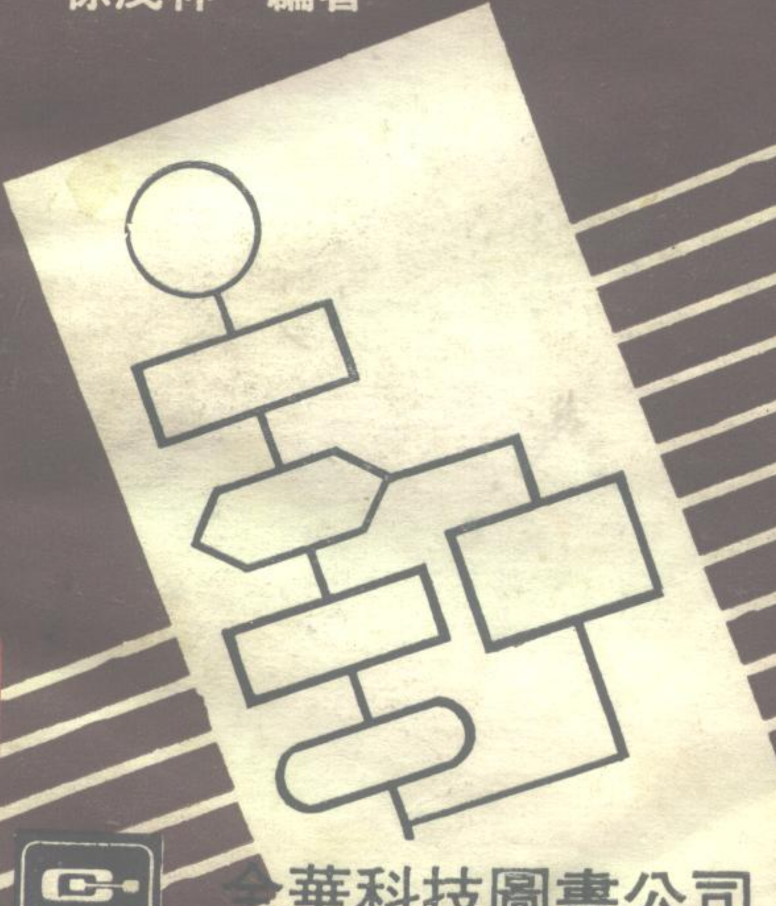
微處理機·微算機硬體·軟體應用

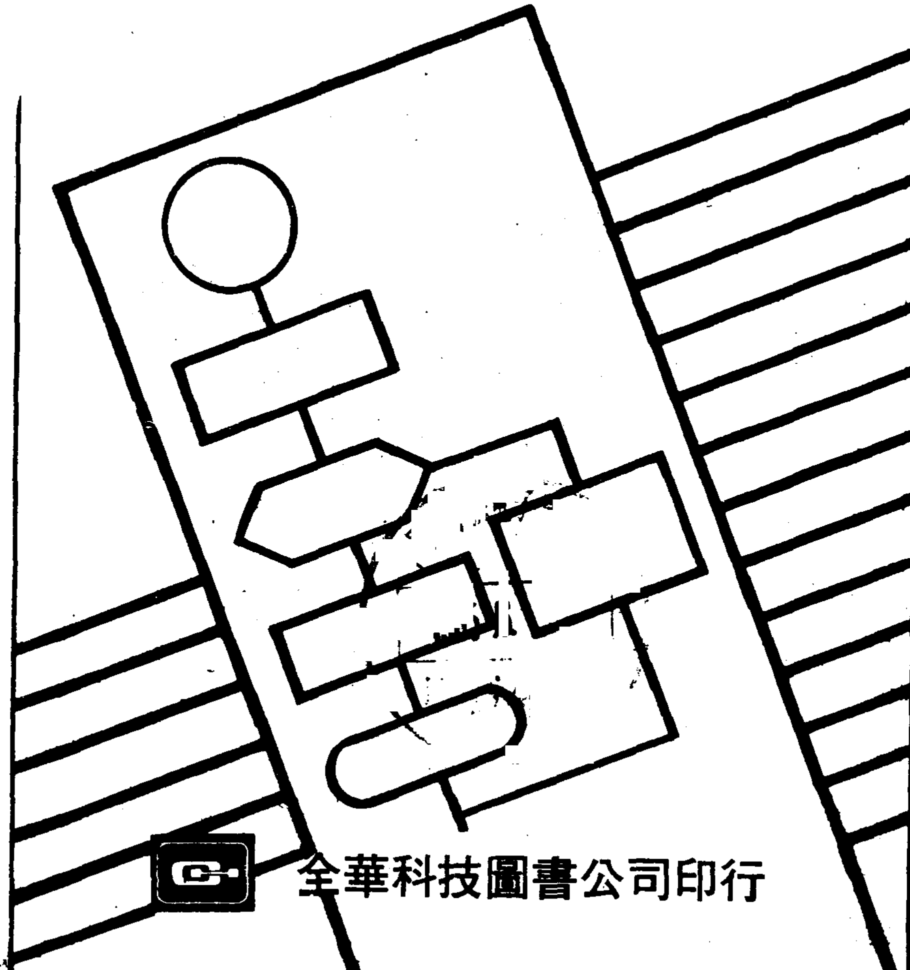
徐茂林 編著



全華科技圖書公司

微處理機·微算機硬體·軟體應用

徐茂林　編著



全華科技圖書公司印行

微處理機・微算機
硬體・軟體應用

徐茂林 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市龍江路76巷20-2號
電話：581-1300・564-1819
581-1362・581-1347
郵撥帳號：1 0 0 8 3 6
發行者 蕭 而 鄺
印刷者 欣瑜彩色印刷廠
定 價 新臺幣 150 元
再 版 一九八二年10月

B10
5'0/11

Dedicated to the memory of Zou.

my best friend.

前　　言

微處理機（microprocessor）到底是什麼呢？它的定義是「做在一片IC上的計算機」（Computer on a chip）；所以，它只是一片IC，一片有16只接脚到48只接脚的IC；接脚的多寡，端視廠牌而定。

一片微處理機實際上是利用近代LSI的技術將一部計算機的中央處理系統（CPU）做在一片IC晶片上。由於能大量的生產，價錢非常便宜。

從1971年，Intel公司推出第一部微處理機後，到處便是一片嗡嗡聲，有許多讀者希望能對微處理機有詳盡的了解，並能加以運用。本書，就是爲了要幫助這些讀者達到此目的而寫的；在第一章，介紹基本的數字系統，除了討論到一般的半加法器，全加法器外，還詳細的討論了"進位預知"加法器（carry-look ahead）；在第二章，介紹計算機的基本知識、其中內容都是要替讀者打好基礎的；尤其對計算機的一步一步動作及許多很有用的IC如開集極IC（open collector），三態IC（tristate）都在本章中有詳細說明；在第三章，先讓讀者對微算機的內部結構有詳盡的了解以便而後幾章運用；在第四章，介紹微算機的程式，指令，及如何設計程式；在第五章，介紹微處理機如何和外界週邊裝置配合，並涉及介面電路的設計；尤其在直接記憶器資料傳送（DMA，又常稱爲 cycle stealing）方面及計算機和磁帶控制器配合使用方面，本章都有詳盡的討論；在第六章，舉了兩個實用的例子，俾使讀者能對微算機的應用得心應手。最後在第七章中，則仔細的介紹 8080 微算機系統，使讀者能更進一步熟悉機器的運用。

當我寫這本書的時候，正値炎夏，幸賴好友呂的幫忙，及吾弟徐良華爲我一個字一個字的校稿，及全華圖書公司陳繼籌先生的大力支持，才能使這本書順利出版，在此謹向他們一併申謝。

著者徐茂林謹識於台大電研

1977 6.30

目　　錄

數目系統 1
(Number system)

了解數目系統是了解微算機的第一步驟；由於人類的一雙手具有十根手指頭，所以很自然的就發展出了十進制系統，如果，我們假想人類只有八根手指頭的話，或甚至只有兩根手指頭的話，必然是會發展出 8 進制系統或 2 進制系統。

1.1 十進制系統及二進制系統

1.1.1 十進制系統

人類使用最廣的就是十進制系統，這是由 0 ～ 9 總共十個數字（digit）組成的，（ digit這個字母是由拉丁字來的，它代表的原意是手指頭或腳趾的意思）。由於數字所在的位置不同，代表的大小就不相同；例如：

374.29

代表的是：$(3\times10^{2})+(7\times10^{1})+(4\times10^{0})+(2\times10^{-1})$
$+(9\times10^{-2})$

由此可以看出，十進制的系統是以 10 爲基底的（base 或 radix ）

1.1.2 二進制系統(Binary number system)：

由於計算機（數位計算機）是利用電路的“開”或“關”（ON或OFF）來代表數字的，而且只有兩種狀態（ ON 或OFF ），故計算機中，只能使用最簡單的二進制系統，（ ＊在十進制中，我們由0，1，2，3……算到9時，便須往十位進1；而在二進制中，我們由0，算到1，就須往“十”位進1了），故二進制中，只用0，1兩數字，例如：（註腳的2代表2進制）

$1011，1101_2$

代表的是：$(1\times2^{3})+(0\times2^{2})+(1\times2^{1})+(1\times2^{0})+(1\times2^{-1})$

$+(1\times2^{-2})+(0\times2^{-3})+(1\times2^{-4})=11.8125_{10}$（註脚的10 代表10 進制）

比較： 374.29 ← 10^2 10^1 10^0 10^{-1} 10^{-2}　　　1011 1101 ← 2^3 2^2 2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3} 2^{-4}

上面的例子也告訴我們如何由二進制變換到十進制，而由10 進制要換到 2 進制則比較麻煩。有一種叫做 dibble-dabble 的方法，可以將10進制的數目變換成任意基底的數目，它的方法是用不斷的除，例如要將 11_{10}變成 2 進制，其方法是這樣的：首先11 被 2除，

11 ÷ 2 = 5 （商）………餘數 1

其商再被 2除：

5 ÷ 2 = 2（商）……………餘數 1

其商再被 2除：

2 ÷ 2 = 1（商）……………餘數 0

其商再被 2除：

1 ÷ 2 = 0（商）……………餘數 1

於是該二進制數即爲：

1 0 1 1

（MSB）　　（LSB）

最左邊的 1 個 1，一般稱爲此數的最高次數位（Most significant bit,

簡稱MSB ），而最右邊的1個1，一般稱爲此數的最低次數位（Least significant bit，簡稱LSB ）。

而如果10 進制的小數要變成二進制，則必須用不斷的乘法，例如要將0.8125_{10}換成二進制，則必須如下變換：

$0.8125 \times 2 = 1.6250 \Rightarrow 0.6250$ …………個位有1，（MSB）

$0.6250 \times 2 = 1.2500 \Rightarrow 0.2500$ …………個位有1

$0.2500 \times 2 = 0.5000$ ……………………個位有0

$0.5000 \times 2 = 1.000 \Rightarrow 0.000$ …………個位有1，（LSB）

於是，轉換所得變是：

$0.8125_{10} = 0.1101_2$

如果一個數，像11.8125_{10} 既有整數11 ，又有小數0.8125，則必須分別轉換，像上面所算的步驟一般，再將其結果，合併起來，即

$11.8125_{10} = 1011.1101_2$

有一點讀者須稍微注意的是，由十進制小數要換到二進制時，我們不斷的用2去乘該數，乘的結果，會得到1.0000 的可能性並不大（參看上面由0.8125×2連乘到第4次時的結果），即要得到整數1的可能性並不大，往往會一直乘2，而得不到整數。例如0.8313_{10}要換成二進制：於是

$0.8313 \times 2 = 1.6626 = 0.6626$ ………個位1（MSB）

$0.6626 \times 2 = 1.3252 = 0.3252$ ………個位1

$0.3252 \times 2 = 0.6504$ ……………………個位 0
$0.6504 \times 2 = 1.3008 = 0.3008$ ………個位 1
$0.3008 \times 2 = 0.6016$ ……………………個位 0
⋮ ⋮

如此，一直乘下去，不知何年何日才會得到 LSB（最後一位），這時，由個人決定取幾位，如取 5 位數，則到 11010 即可。當然，愈多位，精密度愈高。

1.2. 二進制的計算

一般二進制的數目是由一些 1 及 0 組合而成的，如 1101 。其基底爲 2，故：

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 0 & 1 \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \end{array}$$

代表十進制的 $(1\times2^3)+(1\times2^2)+(0\times2^1)+(1\times2^0)=(1+8)+(1\times4)+(1\times1)=13$、表 1.1 中，是將十進制的一個數字用 2 進制的數目來代表。如 9 表示成 $1011 = 1\times2^3+1\times2^0 = 1\times8+1\times1 = 9$。

二進制的加法和十進制是相同的，只是當任兩個數字相加必須運用下列法則：

(a) $0+0=0$
(b) $0+1=1$
(c) $1+1=0$ ………進位 1

(d) $1+1+1=1$ ………進位 1

例如1110 要加1100，如圖1.1所示，在第一行，$0+0=0$；第二行

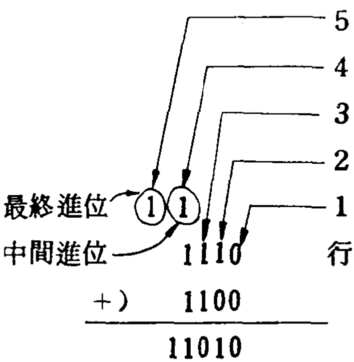


圖1.1

$0+1=1$；第3行，$1+1=0$ 進位有1，這個進位一般叫中間進位；第4行則爲 $1+1+1=1$，進位有1，整個最終進位亦是1。

如果我們考慮兩個數字相加，運用上面的二進制加法法則，可以得知這二數字的和SUM應等於：

$$\mathrm{SUM}=(A\wedge\overline{B})\vee(\overline{A}\wedge B)=A\oplus B$$

而進位則等於：

$$\mathrm{CARRY}=A\wedge B$$

（$\oplus$代表 exclusive or，$A=1$，$B=1$，$A\oplus B=0$，而 $A=0$，$B=0$，$A\oplus B=0$，又 $A=1$，$B=0$，$A\oplus B=1$），正符合上列加法原則。表1.2表示此眞值表。

圖1.2是一可執行這種加法的電路，這電路一般稱爲半加法器（half-adder），半加法器只能執行兩個數字（digit）相加。