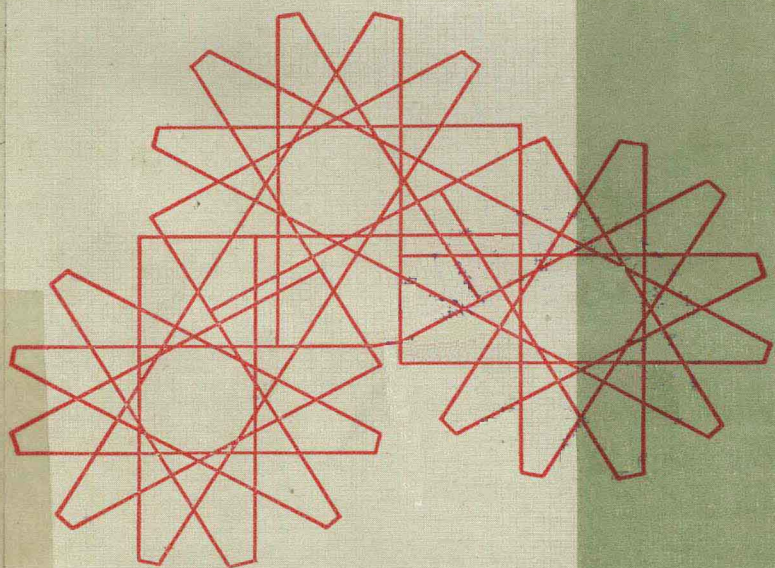


電子計算機概論

梁建鈞 編著



大中國圖書公司印行

電子計算機概論

梁建鈞 編著

大中國圖書公司印行



版權所有 • 翻印必究

編著者：梁 建 銚
發行人：薛 瑜
出版者：大中國圖書公司

台北市重慶南路一段66號
電話：3111487 郵撥：2619號

登記證：局版台業字第0653號

中華民國六十九年九月初版

基本定價三元五角

編號：847

編輯大意

- 一、本書是依照教育部六十五年頒布之五專電機、電子工程科「電子計算機概論」（計算機導論）課程標準編輯而成的。
- 二、本書之主要對象是以大學及五專之理、工及商學院同學所寫。為顧及一般電子、電機工程及銀行會計之從業人員，本書對硬體之設計及實例之介紹予以特別的加重。
- 三、本書之內容包括硬體及軟體；硬體包括電子計算機之基本結構設計及輔助部門之介紹，軟體是以FORTRAN 為主。另外最近甚為熱門之微處理機亦有完整的觀念介紹。
- 四、為使初學者較易學習、吸收，本書中之敘述及解釋盡量以清楚之觀念及語句為之，更佐以實例，以達成深入淺出之原則。
- 五、本書所用專有名詞，是以教育部公布之電機工程名詞為準，並附英文原名，以供參攷。
- 六、本書彙編之始，正逢峰兒降世，而完稿時，峰兒已呀呀學語。整本書之完成作者注入無限之心血，但願對讀者有所貢獻。唯疏漏之處在所難免，尚請先進不吝指教。

梁 建 鈞

於中正理工學院電機系
中華民國六十九年 夏

電子計算機概論

目 錄

第一章 計算機的歷史

第二章 計算機的基本結構與特性

2-1	計算機結構方塊圖·····	22
2-2	輸入部份及輸出部份·····	24
2-3	中央處理機·····	28
2-3-1	控制部門·····	29
2-3-2	算術與邏輯部門·····	34
2-4	記憶部門·····	46
2-4-1	主記憶·····	48
2-4-2	輔助記憶裝置·····	54
2-5	資料處理的速率，精確性及可靠性·····	68

第三章 基本規劃術與流程圖

3-1	演算法的定義及其所必須的條件·····	74
3-2	流程圖表示法·····	78
3-3	計算機語言介紹·····	82

第四章 數據及資料表示方法

4-1	資料的加碼：ASCII碼及EBCDIC碼·····	104
-----	---------------------------	-----

4-2	數字系統簡介.....	122
4-3	整數——正數與負數的表示法.....	136
4-4	浮點數學系統，倍精確數.....	141
4-5	邏輯變數.....	148

第五章 程式語言

5-1	程式的組織.....	159
5-2	程式語言與編譯機.....	160
5-3	操作系統與控制陳述.....	163
5-4	程式的除錯與診斷.....	164
5-5	演算法的除錯.....	165

第六章 算術表示式及控制指述

6-1	數值常數.....	170
6-2	變數.....	177
6-3	算術表示式.....	180
6-4	截尾與捨入.....	182
6-5	算術指派指令.....	185
6-6	寫程式所需的準備工作——程式紙，卡片.....	189
6-7	控制指述.....	194
6-8	IF指令.....	195
6-9	DQ指令.....	200
6-10	行列.....	211

第七章 輸入和輸出指令

7-1	輸入指令READ	228
-----	----------------	-----

7-2	輸出指令WRITE, PRINT, PUNCH	229
7-3	格式指述.....	230
7-4	I 格式.....	232
7-5	F 格式.....	235
7-6	E 格式.....	238
7-7	X 格式.....	241
7-8	H 格式.....	242
7-9	引號格式.....	244
7-10	文數資料的儲存與A 格式.....	245
7-11	T 格式.....	249
7-12	G 格式.....	252
7-13	NAMelist 指述	253
7-14	斜線的用法.....	255
7-15	印刷機架的控制.....	257
7-16	格式的重複使用.....	258
7-17	尺度因素P	259

第八章 函數副程式

8-1	函 數.....	264
8-2	多變數函數與函數的合成.....	266
8-3	函數在程式語言中的用法.....	268
8-4	FQRTRAN中的函數副程式	270
8-5	指示函數.....	274
8-6	函數副程式.....	278
8-7	函數副程式的測試.....	282

第九章 程式組織

9-1	副程式和函數副程式·····	288
9-2	FQRTRAN 副程式·····	290
9-3	副常式的用途·····	294
9-4	記憶體中行列的安排·····	300
9-5	COMMON 和 EQUIVALENCE 指令 ·····	301

第十章 FQRTRAN IV 的特性

10-1	FQRTRAN 的方言 ·····	309
10-2	FQRTRAN IV 的特性 ·····	310
10-3	倍準度的計算 (DOUBLE PRECISION) ·····	313
10-4	複數的計算·····	319
10-5	邏輯數的表示·····	321
10-6	邏輯的 IF 指述·····	330
10-7	外部 (EXTERNAL) 指述 ·····	333
10-8	招用參數的技巧·····	335

電子計算機概論

第一章 計算機的歷史

雖然計算機的年齡一般是從西元 1945 年算起，但是當第一部計算機問世之後，人們就很清楚的發現到在數據的處理及計算上，對計算機的依賴性。如果真的要西方文明史中探討計算機及計算器的已知歷史，那麼我們就要回溯到西元前的歲月，也就是算盤被發明的時候。

當讀者接觸到有關計算機發展方面的事務時，有些事情是需要注意的，那就是不同的發明者以不同的方法來研究或處理問題，他們如何的對數學的運算及計算上構思。另外要注意的是誰在使用計算系統可以決定它的整個效應，換句話說，一個有使用經驗的操作員是遠比沒有經驗的人更能使計算機發揮它的功能。

數個世紀之前，人類已經能利用外力的方法來解決問題。在所有的工程問題中，利用機械的力量來改變能量的特性及動體的速率是一個例子。風車、齒輪、滑輪等物體就是能夠完成：轉變、傳送，及減小或增加功率或速率的量的外物。

在很早的時候，發明家就已發現齒輪組有其它方面的功能。它能做為計轉數之用，鐘錶工作就是依照這種原理設計出來的。汽車內的里程錶，也是根據同一原理去量得汽車的駛行里數。要研究這些計數器的話大概要回溯至二千年前。此器被稱之為黑樂式里程錶（Hero's Odometer），目前所使用的度量用電量及瓦斯的量器就是利用相同原

理設計的。下面的簡圖就是黑樂式里程錶的大致情形，由圖中亦可看出其工作原理：

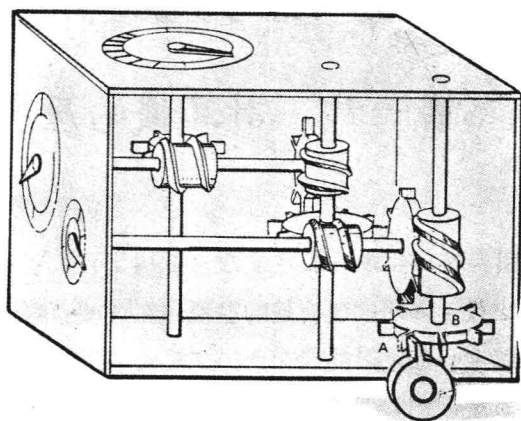


圖 1-1 黑樂式里程錶

由上圖可看出，A轉動時會帶動B，同時會連帶的帶動另一齒輪及一連動桿。此一動作可以繼續的傳至其它齒輪上。與轉動軸連接的指針就可指示齒輪的轉數。如此可將計量的結果直接由指針上讀得。

利用器具來計量或數量的時代又要比上面所談過的里程錶要早得多。最好的一個例子就是我們老祖先所發明的算盤。由於人類過去所有的經驗，算盤在根據兩個定理而完成其操作。其中之一為利用事物做為計數之本，如石頭、木片、手指頭等等，這些事物可以表示出數量的抽象觀念。上古時代的牧羊人把小圓石放在袋子裏來表示羊的總數，一個小圓石代表一頭羊。每天早上當羊群出閘時，將圓石全部放入袋內，晚上羊群入閘再一個一個的把圓石從袋內拿出，如此可查出羊的總數是否正確。如果仍然有小圓石留在袋中，則表示還有羊沒有進入閘內。

另外一個定理是利用位置來表示不同種類的量。當羊群逐漸壯大的時候，小圓石的計數系統就變得很不切實際了。因此牧羊人便以另

外的一種方法來計數，也就是以一圓石表示一組羊，此一組羊可以是六頭，十頭或二十頭羊。此種計數法在古老的時代被廣泛的使用，算盤上的珠子就是這樣設計出來了。盤中上層的每個珠子都代表下層的五個珠子。如此設計的算盤一直到現在還仍然被許多東方國家所採用。

利用機械來計算，在古時也是存在的。最令人驚奇的計算機械是早在石器時代的時候就有了。此一計算機械一直到今日還吸引着大批的遊客。此機械是位於英格蘭南方叫 Salisbury 的平原上，它是一個古老的石碑，叫做 Stonehenge。曾經有過一個太空學家及一隊的計算機科學家去分析此一石製機械的來源及使用情形；他們曾出版了一本書來解釋它的理論。依照 Hawkins 的說法，Stonehenge 是在西元前 1600 及 1900 年之間完成的。如果以今日的技術而言，它需要 1497680 個人工作一天才能完成。圖 1-2 所示就是 Stonehenge 的圖樣。



圖 1-2 Stonehenge

爲何在古老的時代就需建造此 Stonehenge？利用最現代計算機的幫忙，Hawkins 解釋說：它可利用石頭與石頭的組合關係，推算出西元前 1500 至 2000 年之間，天空中物體的升起及降落的情形。這種解釋受到事實的支持，如果站在 Stonehenge 的中心位置，大約在六

月二十二號前後的早晨，你會很正確地發現太陽就在最後的一塊石頭上升起。利用計算機的協助，Hawkins還可由此石製計算器具中得到許多其它驚人的結論。

很明顯地，此石製計算器是一具很優異的太空觀測器，它亦可預測季節的變化。古時候人們對日蝕及月蝕都有着很大的興趣，經由 Stonehenge 所設計的結果，可以推測出日蝕及月蝕的發生時間。凡是對此石製計算器做過研究的科學家，都對古老時代的人們能夠在沒有任何外力及現代的工程技巧狀況下完成此一巨大的石製計算器都感覺到萬分的驚奇。

在十六世紀末期十七世紀初期（1550-1617）之間，蘇格蘭的一位大學者 John Napier 發明了乘法表，他同時又發現了算術級數及幾何級數之間的關係，他把這個關係稱之為對數（Logarithm），此對數關係能夠把二級數中數字間的關係表示出來。舉例說，2 自乘五次為 32，我們可以對數的方式表之為：以 2 為底，32 的對數值為 5。也就是說 $\log_2 32 = 5$ 。同理： $\log_2 8 = 3$ 。

Napier 又發現兩對數的相加，正好等於兩數相乘後的對數值。此一發現很方便的就能把很大數的相加及相乘，經利用對數的特性將之轉換成簡單的相加，尤其答案可很快的由表中查得。

Napier 把對數的這些優點應用於實際的物體上，他發明了稱之為 Napier's 骨的或 Napier's 柱的計算工具。他將整個乘法由乘法表上轉移到一系列的柱子上。把柱子的每面做適當的調整，然後把要相乘的兩數找出，答案可直接的由柱子上找出，而不須做任何的計算。在此其間，Napier 已經能夠將抽象量的觀念以數字符號來表示，同時在計算器的相對位置上顯示出結果。後來發明的碼尺，就是根據此一構想得到的。

利用點在直線上的移動來表示距離及運動的系統，是經由希臘幾

何，被 Edmund Gunter 所採用的，他將 Napier 的對數刻在直線上，然後再利用圓軌去把它們加起來。1654 年前後，Robert Bissaker 把 Gunter-Napier 的對數直線觀念應用在木製的長條上，此結果就是今日仍被使用的計算尺的發明。

1700 年左右，利用算盤，類比計算器，及計算尺已普遍的使用，這些計算器可被稱之為數值式的或數位式的。

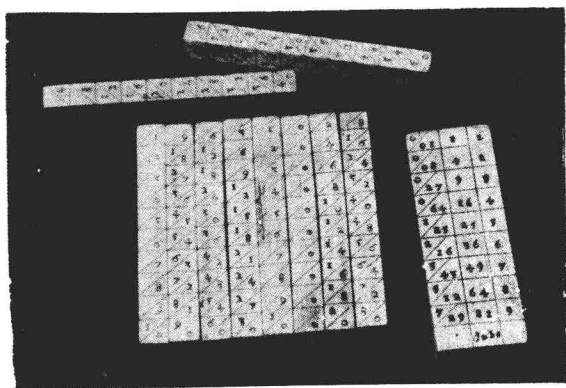


圖 1-3 Napier's 骨

除了上面所談數值式或數位式計算器之外，Blaise Pascal (1623-1662) 又增加了另外一種，那就是他將不同計算器的特性合併起來，變成了新的叫數值式的加法機。Pascal 把這種加法機用在稅收的工作上。

在 Pascal 的加法機中，數字是顯示於旋轉軸上的，轉軸上的轉輪有一小針，結構與 Hero 的機械是類似的。當第一個轉輪轉動一次，轉輪上的小針會帶動旁邊的轉輪，其工作原理與今日的計速器指示是一樣的。Pascal 的機械除加法外，還能執行減法。雖然由於設計及製造上的不精確會造成誤差現象，但是它的工作原理仍然是今日各

種計量或計數器所採用。諸如超級市場中所使用的收銀機，戲院門口或圖書館門口數人數的計器，或影印機上計拷貝頁數的機器都是使用這種簡單的原理。

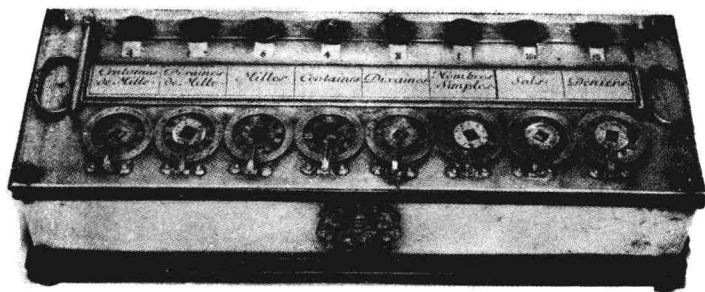


圖 1-4 Pascal 的加法器

Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1719)是接着對計算機器有貢獻的一位。他所設計的機械，大約是在 1694 年，是根據重覆加法的原理來完成的。他不直接的處理 25 乘 7，而是以 25 加上 25 連續七次來替代。他的機械由於設計的不甚理想，因此並不完全的可靠，但是在當時這仍然是一很新的構想。

到此為止，我們所討論過的計算器除了只能處理運算的工作外，還沒有任何計算器是可以儲存資料的。因此，所有的這些計算器都被歸類為被動式 (Passive) 的機械。

由於 Leibniz 及 Pascal 都不是工程人員，因此在誤差的改進上一直無法突破。隨後的一段日子，因為有許多的工程人員加入此一行列，因此在計算的精確上有了長足的進步。到了二十世紀的初期，這些機械式的計算器在科學的研究上或商業上已經變得非常的重要。此其中，最偉大的貢獻是要屬於英國的一位數學家叫 Charles Babbage (1792-1871)。很多人都推崇 Babbage 為計算機之父。在 1823 年附近，他發表了數個有關差異引擎 (Difference Engine) 的基本關

念。此差異引擎的設計是用來計算數字，儲存資料，解決問題時如何選擇最有效的方法。不同於算盤，Pascal 的加法器，及 Leibniz 的乘法器，是 Babbage 的機器在整個運算過程中並不需從頭到尾的經由操作人員的工作，它是完全的自動化。甚而如此，Babbage 的引擎可由數個小引擎組成，相互之間都是關連的，而每個小引擎都有它特別的工作內容；例如：工場的工作是算術運算，接收機的工作是收集資料，印刷機的功用是印出結果。

雖然 Babbage 的機械構造不是如此的周詳，但它可稱之為今日計算機的鼻祖，它集合了人類的智慧，但是整個機械的動作還是要在接到操作員的命令後才能工作。由此可看出 Babbage 的設計是遠遠的駕凌於其它計算器之上的。不幸得很，Babbage 窮其一生之力還是不能成功的將整套機械設計完成。主要是因為他的野心太大了，他所計畫的計算器所包括的內容的確以當時的水準而言是太複雜了。

1937 年，Howard Aiken 與四名助手在國際商業機械公司(IBM)及哈佛大學(Harvard Uni.)的資助下，建造了第一部計算機。此計算機被稱之為 Harvard Mark I 型計算機，它在哈佛大學首次展示的時間是 1944 年的八月。它可稱之為第一部處理資料的機械。

Mark I 計算機的動力是靠電。命令及數據的輸入是靠穿好孔的紙帶。全部零件的操作包括了電力、電子、及機械原理。雖然此機非常的大，但是速率及應用上在與今日的計算機相比卻是差得很多。

1946 年 J.P. Eckert 及 J.W. Mauchly 於賓州大學完成了第一部的電子計算機。此機稱之為 ENIAC，其之所以能成功的出現是要歸功於電子零件的發展，ENIAC 包含了 18000 個真空管，它的體積仍然很驚人，但是在速率上是要比 Mark I 快得多了。兩個十位數的相乘，ENIAC 花了三千分之一秒，而 Mark I 大約需三秒鐘來完成。

Mark I 及 ENIAC 都是數位式的計算機。大概在相同的時間，類

比式計算機亦出現了。類比計算機的出現是第二次世界大戰中槍炮及雷達中的需要。炮火指揮儀及雷達中的重要部份是伺服系統（Servomechanism），它能將運動轉變為信號，因此機械或操作員會對此信號產生反應。舉例來說，自動炮火瞄準器的工作原理，是炮手追蹤

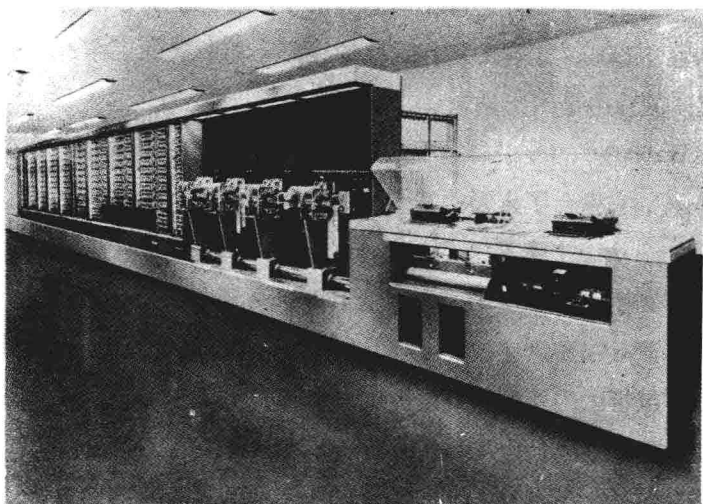


圖 1-5 Mark I 計算機

目標，此時計算部門的影像信號會隨着改變，如此會強迫炮手超前目標，以使能在運動中擊中目標。

我們可以說，今日最新的電子計算機也許與古老的計算器並沒有十分直接的關係。這主要是由於許多新技術的出現，以至於內部的零件隨着逐漸更新。諸如由真空管而電晶體，再到積體電路。這些新技術的出現使得計算機的體積逐漸的縮小，但是整個效率上卻相對的提高。

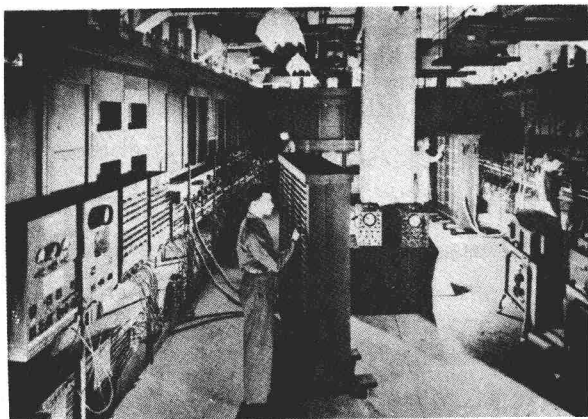


圖 1-6 ENIAC 計算機

下面的表可大概的看出計算機械發展的歷史經過：

1600 B.C.	Stonehenge
1000 B.C.	Abacus 算盤
1400 A.D.	Quipu
1617	Napier's "Stone"
1642	Pascal's Calculator 計算器
1673	Liebniz's Calculator
1801	Jacquard's punched-Card looms
1822	Babbage's difference Engine
1890	Hollerith's punched-Card tabulators
1911	Monroe Calculator , 開始大量生產桌上 計算器
1930	電動式 桌上計算器
1937	Aiken's Mark I
1945	Von Neumann's Stored-program Computer
1946	ENIAC Computer
1954	UNIVAC 商業用計算機
1955	IBM 650 商業用計算機