

計算機語言 —— PASCAL

陸慎言 鄭琰慶
張 榮 沈建中
合著

松崗電腦圖書資料有限公司

計算機語言 —— PASCAL

修訂版

陸慎言 鄭琰慶
張 榮 沈建中
合著

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

計算機語言 PASCAL

版權所有



翻印必究

每本定價 220 元整

書號：210125

編著者：陸慎言、鄭琰慶、張 榮、沈建中

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：泉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

中華民國六十九年十月	初 版
中華民國七十年五月	第二版
中華民國七十年十月	第三版
中華民國七十一年十月	修訂版
中華民國七十二年七月	第五版

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

編者序

近年來，台灣計算機的使用日漸普及，在所用的語言方面，原本最常用的 FORTRAN 也有逐漸為 PASCAL 所取代的趨勢，筆者鑑於市面上尚無 PASCAL 之中文本，故於暑假中邀集好友共編此書，此書之內容乃在強調 PASCAL 所具有的結構性，及優於其它語言的特性，在內容上則著重於使讀者了解 PASCAL 之使用法，故舉例詳多，以輔文字之說明，希望讀者能由例題中獲得靈感。

在章節的安排上，第零章及第一章旨在引入讀者一些計算機及 PASCAL 語言之基本概念，第二章至第四章為 PASCAL 之基本用法，將此數章讀完，將可練習一般的程式習題，第五章為副程式之使用技巧，第六、七、八章為 PASCAL 之結構性型態指述，此為 PASCAL 中甚具威力的特性，讀者當詳加研讀。第九章乃一些完整的程式範例，有興趣的讀者可參照練習。

由於時間倉促，且編者才疏學淺，遺漏或錯誤之處在所難免，尚祈各位先進不吝賜教，並加指正。

編者 謹識

中華民國 69 年 9 月 17 日

修訂版序

本書出書以來，承蒙各界不吝惠予採用，發行至今已達四版，在此編者先向讀者們，致最深的謝意。初版發行倉促未盡之處在所難免，為使本書更趨完美，特別融合編者兩年來所收集的最新資料和機器上實際操作的經驗，參著讀者反應，將本書部分章節內容作適當調整，並增列適用的新資料，以享讀者：

- (1)．各章增列完整習題。
- (2)．部分程式翻新，增列特殊技巧程式並使程式的安排，依難易度由淺入深。
- (3)．部分版面重新安排，使範例看來更醒目易懂，章節語句更順暢，更有條理。
- (4)．增列最新版 UCSD—PASCAL 偵錯號碼。
- (5)．收錄最新版 PASCAL 原文書籍中的資料。
- (6)．附上 CDC Cyber PASCAL 的使用法。

由初版至修訂版的二年間，編者感謝讀者的意見，使編者有更完整的思緒，完成修訂版的工作。在推廣科學中文的今天，要將歐美的最新科技知識，以中文的描述方式介紹給讀者，在編者編寫此書的過程中，深感並非一件易事，編者希望各位同行先進與讀者能再給予我們更多的批評和指教。

最後謹向我們的父母和師長獻上最誠摯的敬意和感謝。

編者謹識 71年6月

目 錄

編者序

修訂版序

第〇章 計算機簡介	1
第一節 計算機工業的進展與展望	1
第二節 計算機之基本結構	2
第三節 數系	3
第四節 計算機工作的步驟	11
習題	15
第一章 PASCAL 簡介	17
第一節 PASCAL 的發展	17
第二節 PASCAL 程式結構	17
第三節 PASCAL 程式的編譯與執行	27
第四節 流程圖語言	30
第五節 結論	35
習題	36
第二章 數據，表示及指定陳述	37
第一節 識別字 (Identifier)	37
第二節 文字符號與常數 (Literal and Constant)	40
第三節 數據 (Data)	43
第四節 整數型態 (Integer Type)	46
第五節 實數型態 (Real Type)	51
第六節 布林型態 (Boolean Type)	55
第七節 字元型態 (Character Type)	59
第八節 程式構造	62
習題	70
第三章 宣稱指述	73

第一節	標號宣稱 (LABEL Declaration)	73
第二節	型態之設定	74
第三節	程序程式與函數程式的宣稱部分	84
第四節	宣稱次序	86
習題		88
第四章	基本指述	93
第一節	IF 指述	93
第二節	REPEAT 指述	100
第三節	WHITE 指述	106
第四節	FOR 指述	114
第五節	CASE 指述	117
第六節	GOTO 指述	120
習題		123
第五章	程序程式與函數程式 (PROCEDURE And FUNCTION)	125
第一節	程序程式 (PROCEDURE)	125
第二節	變數及參數	138
第三節	程序程式語法	141
第四節	函數程序 (FUNCTION)	145
第五節	函數程式語法	148
第六節	前向參考	149
第七節	外在副程式 (External Subprogram)	150
第八節	遞迴性 (Recursion)	152
第九節	疊代法 (Iteration)	159
第十節	非當地變數及邊界效應	174
習題		190
第六章	結構性型態	197
第一節	陣列型態 (ARRAY Type)	197
第二節	記錄型態 (RECORD Type)	214
第三節	WITH 指述	228

習 題	232
第七章 檔案型態 (FILE Type)	237
第一節 循序檔	238
第二節 本文檔案 (Text File)	249
第三節 列結構	252
第四節 輸入與輸出	259
習 題	275
第八章 動態的資料結構	277
第一節 指標 (Pointer)	278
第二節 鏈串列 (Linked List)	281
第三節 佇列 (Queue)	288
第四節 雙重鏈接環 (Doubly Linked List)	298
第五節 樹	301
習 題	312
第九章 程式範例	315
第一節 sin 函數之圖形	315
第二節 最大公因數與最小公倍數	319
第三節 質數求法	322
第四節 辛普森積分法	326
第五節 浮昇排列	329
第六節 二元樹狀結構的追索	333
第七節 八后問題 (Eight Queen Problem)	343
問 題	350
第十章 偵錯訊息	351
第一節 標準 PASCAL 偵錯號碼	354
第二節 UCSD PASCAL 偵錯號碼	360
附錄 A RASCAL 的字彙	370
附錄 B 語法圖	379
附錄 C BNF	395

附錄D	標準程式 (Program Standards)	403
附錄E	CDC Cyber PASCAL 使用須知	409
附錄F	字元碼 (Character code)	419
附錄G	英文索引	423
參考書目		433

第 0 章

計算機簡介

§ 0-1 計算機工業的進展與展望

微電子革命中最富戲劇的成長是誕生了一全新的工業→計算機工業。

原始的計算機是由機械式所發展出來的，在 1633 年德國人 Schickhard 首先描述了機械式的計算機。數百年後（1930 年）在哈佛大學教授 Aiken 的指導下 IBM 工程師完成第一部可實際運作的機電式計算器，最早的電子式計算機則在 1946 年由 Eckert 及 Manchly 在賓州大學 Moore 學院的電機系完成，稱為 ENIAC（Electronic Numerical Integrator and Computer），然此機所佔空間太廣，故應用上未及普遍。在 1946 年 IBM 完成了第 1 部小型計算機。1954 年由真空管為基本元件組成的 IBM650 完成了，它被認為是當時工業界的優良機器，俗稱第一代計算機。1959 年電晶體化的機器主宰了主要計算機市場，俗稱第二代電腦，1965 年以積體電路（Integral circuit）製成的第三代計算機代替了原有機器，到了 1970 年 IBM 更推出了最早的半導體（Semi-conductor）記憶器製成的 IBM370 系統。

1980 年代更因為計算機硬體、軟體等領域的進步，使計算機結構（computer architecture）日新月異，有所謂超級計算機（Supercomputer）的問世如 Cray-1 等，其處理計算問題速度之快，更不為一般人所能想像。

由前述的發展可看出計算機可用性的提高，完全掌握於電子工業的發展（真空管→電晶體→積體電路→大型積體電路），相信在半導體工業的快速成長下，不久的將來必可發展出穩定性更高，效用更廣，體積更小的微電子電路。

就計算機工業的整體發展來說，計算機工業與通訊工業的結合，乃是必然的趨勢。因為這兩種最具發展潛力工業的結合，將使存於各計算機內的資訊（information）能夠透過通訊網路（Network）彼此間作更有效的利用，如此不但增進了計算機本身的效能，更滿足了人類，對資訊快速傳遞的需要。在這種情況下，計算機工業的茁壯是可見的。

§ 0-2 計算機之基本結構

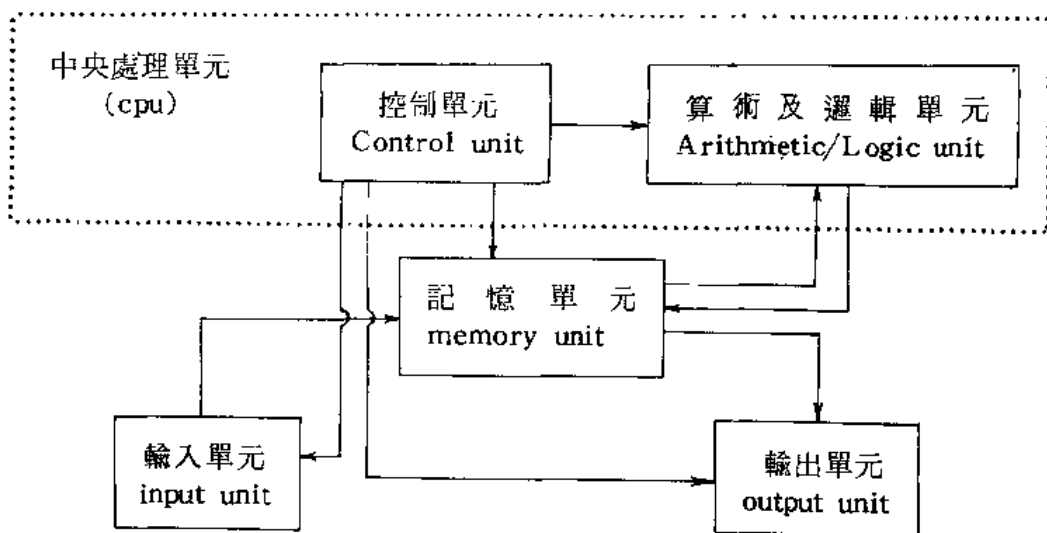


圖 0-1

計算機一般可分為四部分（見圖 0-1）

- 1 中央處理單元（Central Processing Unit）
- 2 記憶單元（Memory Unit）
- 3 輸入單元（Input Unit）
- 4 輸出單元（Output Unit）

中央處理單元：

簡稱 CPU，此單元又可分為算術及邏輯單元與控制單元，控制單元可由輸入的訊息，作一邏輯決策來控制計算機中其他各個單元之工作，而算術及邏輯單元則由記憶單元中取出資料作算術及邏輯運算。中央處理單元實為整個計算機之心臟，計算機中真正處理資料的工作，即由其所負責。

記憶單元：

可分為主記憶（Main storage）和次記憶（Secondary storage），當某部分

訊息正由中央處理單元所利用時，即將資料搬至主記憶體，平時一般的資料則存於次記憶體內，主、次記憶體的區別在於(1)主記憶當電源關閉時資料即消失，而次記憶體無此缺點。(2)資料存取的時間上而言，主記憶體較快，次記憶體較慢。(3)成本上言主記憶體較貴，次記憶體較便宜。(4)製作上通常主記憶體乃利用半導體或電晶體，而次記憶體利用磁性物質。

輸入單元：

此為人與計算機溝通之孔道，使用者從這單元將訊息給與計算機主體應用或由此訊息控制計算機的運作，通常利用(1)讀卡機 (Card Reader)，(2)螢幕顯示器 (CRT)，(3)電傳打字機。

輸出單元：

由輸入單元讀入的資料經中央處理單元執行後，須將結果變為可供人們閱讀與利用之形式輸出，最常用之介質如(1)電傳打字機 (2)列表機 (Printer)，(3)螢幕顯示器 (CRT)，(4)繪圖機 (Plotter)。

§ 0-3 數 系

因為在計算機所利用的數位電路中，儲存與傳送上的信號不外以 電壓脈波

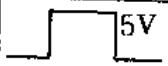
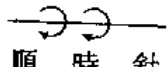
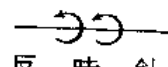
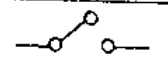
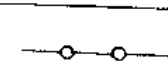
狀態 元件	" 0 "	" 1 "
電路	—— 0V	 5V
磁場	 順時針	 反時針
開關	 斷	 通

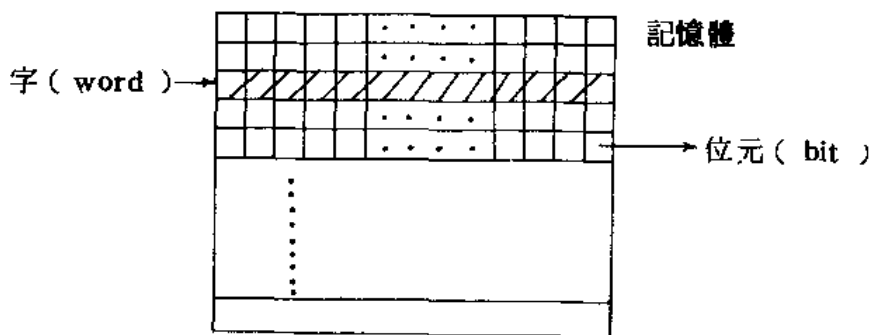
圖 0-2

4 計算機語言—PASCAL

、磁場與開關通斷來代表，由圖 0-2 中可看出其所代表的唯有“0”與“1”兩種狀態。而 0 與 1 正是二進制的兩個符號，故計算機採用二進位制。

字 (word) 與位元 (bit)

計算機中資料儲存的一塊記憶體，可分為一個一個字的單位，而每個字又可分為數個位元，一個位元正可代表二進制中的一個位數，對每一型的計算機言，一個字具有幾個位元都是固定的，在儲存符號時，數個位元為一組代表一符號，此稱為位元組 (byte)。



數系之轉換及表示法

(1) 十進位化為 N 進位之步驟

整數部分

- 1 將十進位數，除以 N ，保留餘數。
- 2 將前次作除法運算所得之商除以 N 保留餘數。
- 3 重複步驟 2，直到商為 0 則作下一步驟。
- 4 第一次所得之餘數，即 N 進位數整數部分的最右一位數，依次所得之餘數，則依次向左排列，最後所得之餘數，即 N 進位數整數部分的最左一位數。

小數或分數部分

- 1 將十進位乘以 N ，保留所得積之整數部分。
- 2 將前次乘法運算所得積之小數部分或真分數部分，乘以 N ，保留所得積之整數部分。

3. 重複上述步驟，直到積為零則作下一步驟。

4. 第一個所得整數部分即N進位數小數部分之最左一位數，依次所得整數部分，則依次向右排列，最後一個所得整數部分為N進位數小數部分之最右一位數。

【例1】 249

$$\begin{array}{rcl}
 2 \overline{) 249} & & \\
 2 \overline{) 124} & \Rightarrow & 1 \\
 2 \overline{) 62} & \Rightarrow & 0 \\
 2 \overline{) 31} & \Rightarrow & 0 \\
 2 \overline{) 15} & \Rightarrow & 1 \\
 2 \overline{) 7} & \Rightarrow & 1 \\
 2 \overline{) 3} & \Rightarrow & 1 \\
 2 \overline{) 1} & \Rightarrow & 1 \\
 0 & \Rightarrow & 1
 \end{array}$$

$$249_{(+)} = 11111001_{(-)}$$

【例2】 0.25

$$\begin{array}{rcl}
 0.25 & & \\
 \times) \quad 2 & \text{整數部分} & \\
 \hline
 0.5 & \Longrightarrow & 0 \\
 \times) \quad 2 & & \\
 \hline
 1. & \Longrightarrow & 1
 \end{array}$$

$$0.25_{(+)} = 0.01_{(-)}$$

【例3】 9.375

$$\begin{array}{rcl}
 2 \overline{) 9} & \text{餘} & \\
 2 \overline{) 4} & \Rightarrow & 1 \\
 2 \overline{) 2} & \Rightarrow & 0 \\
 2 \overline{) 1} & \Rightarrow & 0 \\
 0 & \Rightarrow & 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 0.375 & \text{整數部分} & \\
 \times) \quad 2 & & \\
 \hline
 0.750 & \Longrightarrow & 0 \\
 \times) \quad 2 & & \\
 \hline
 1.50 & \Longrightarrow & 1 \\
 0.50 & & \\
 \times) \quad 2 & & \\
 \hline
 1.00 & \Longrightarrow & 1
 \end{array}$$

6 計算機語言—PASCAL

$$\therefore 9.375_{(2)} = 100.011_{(2)}$$

(2) N進位化爲十進位

令N進位爲

$$A_n A_{n-1} \cdots A_3 A_2 A_1 \cdot B_1 B_2 B_3 \cdots B_{m-1} B_m$$

之型態，則十進位爲

$$\begin{aligned} & A_n \times N^{n-1} + A_{n-1} \times N^{n-2} + \cdots + A_2 \times N^1 + A_1 \times N^0 \\ & + B_1 \times N^{-1} + B_2 \times N^{-2} + \cdots + B_{m-1} \times N^{-(m-1)} + B_m \times N^{-m} \end{aligned}$$

【例】437₍₊₋₎

$$\begin{aligned} 437_{(11)} &= 4 \times 11^2 + 3 \times 11 + 7 \\ &= 524_{(10)} \end{aligned}$$

【例】1034.32_(四)

$$\begin{aligned} 1034.32_{(4)} &= 1 \times 4^3 + 3 \times 4 + 4 + 3 \times 4^{-1} + 2 \times 4^{-2} \\ &= 80 \frac{1}{8} \end{aligned}$$

【例】10.01_(二)

$$10.01_{(2)} = 1 \times 2 + 0 + 2^{-2} = 2 \frac{1}{4}$$

(3) 二進位、八進位、十六進位之關係

- ①二進位每3位數可化爲八進位之一位數。
- ②八進位每1位數可化爲二進位之3位數。
- ③二進位每4位數可化爲十六進位之一位數。
- ④十六進位每1位數可化爲二進位之4位數。
- ⑤十六進位與八進位之轉換可經二進位作中間轉換。

【例】10101010_(二)

$$= 252_{(八)}$$

$$= AA_{(十六)}$$

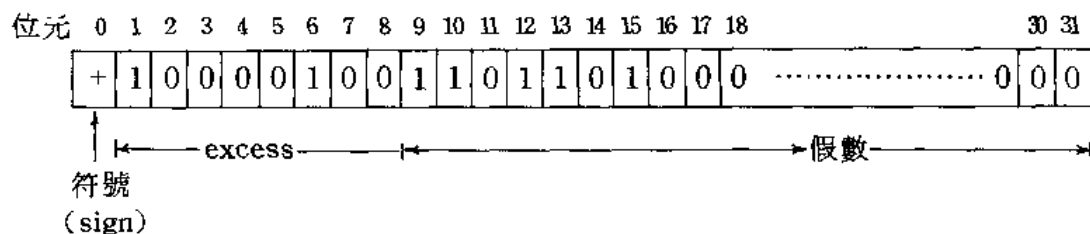
註 十六進位中 A代表10

8 計算機語言—PASCAL

正規化

$$\rightarrow 0.1101101 \times 2^4$$

以 excess 之表法, $\text{excess} = 4 + 2^7$

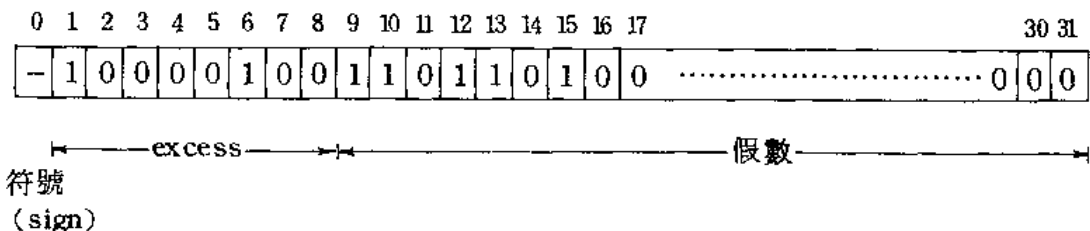


【例】-1101.101(二)

正規化

$$\rightarrow -0.1101101 \times 2^4, \text{excess} = 4 + 2^7$$

位元



註：符號“+”“-”之表法通常以“0”代表“+”，“1”代表“-”。

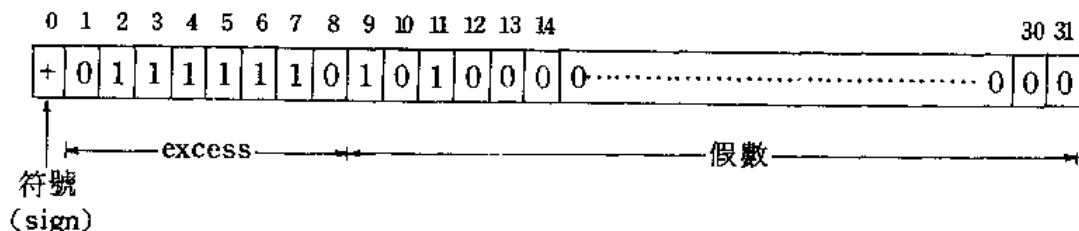
【例】0.00101(二)

正規化

$$\rightarrow 0.101 \times 2^{-2}$$

$$\text{excess} = -2 + 2^7$$

位元



(5) 負數之表法

計算機以補數形式來代表負數，以利運算之工作。