

APPLE II

繪圖與工程應用

顧理興 譯

27 DIM R(3,3),C(3,3)
30 HGR
40 REM GET DRAWING FROM DISK FILE
50 CS\$ = "END"
60 PRINT "GET DRAWING FROM DISK"
70 INPUT "FILE NAME: ";F\$
80 INPUT "DRIVE NUMBER: ";DR
90 D\$ = "": REM CTRL-D
100 PRINT D\$;"OPEN ";F\$";D";DR
110 PRINT D\$;"READ ";F\$
120 INPUT ND
130 FOR I = 1 TO ND
140 INPUT RC(I)
150 INPUT XB(I)
160 INPUT YB(I)
170 INPUT ZB(I)
180 INPUT XE(I)
190 INPUT YE(I)
200 INPUT ZE(I)
210 NEXT I

$$\begin{bmatrix} x_p & y_p & z_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & yr & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

APPLE II

繪圖與工程應用

顧理興 譯

協群科技出版社

APPLE II 繪圖與工程應用

編譯者：顧理興

出版：協群科技出版社

發行：協群科技出版社

香港中環卑利街684號二樓

印刷者：廣源印務局

青山道875號工廠大廈

定價：H.K.\$ 28.00

波文書局

PO WEN BOOK CO.

Publisher & Bookseller

Specializing in Chinese Studies

234 Wanchai Rd. G/F1. E2 H.K.

P.O. Box 23066. Wanchai H.K.

目 錄

第 1 章	電腦圖案的基本原理	1
第 2 章	電腦輔助設計 (CAD) 軟體	29
第 3 章	機構模擬	121
第 4 章	頻率分析	153
第 5 章	矩陣的原理和應用	181
第 6 章	最佳狀況	217

第一章

電腦圖案的基本原理

PLOT	10	螢幕中心描點
PLOT	11	第一頁 (PAGE 1) 繪圖區的四角描點
PLOT	12	畫繪圖區的四週邊線
PLOT	13	連續描點 (chain plot) 指令的用法說明
PLOT	14	畫出繪圖區的四週邊線並標出 X , Y 軸
PLOT	15	在 X 軸方向畫線狀點
PLOT	16	在 Y 軸方向畫線狀點
PLOT	17	在任兩點間畫線狀點
FLOT	30	將繪圖區佈滿點
PLOT	35	將繪圖區佈滿點一間隔可以改變
PLOT	50	在繪圖區中央的圓之外佈點
PLOT	51	在繪畫區中的任一圓之外佈點
PLOT	60	用點畫圓
PLOT	61	用線畫圓
PLOT	62	用線畫多邊形

APPLE II 的座標系統和繪圖螢幕

本書中所有的程式都是用 Apple II Plus 48K 系統所寫的，因此往後對於座標系統和繪圖指令的討論將與上述系統有關。然而，對於有繪圖能力的微電腦而言，操作是大同小異的。假如你沒有 Apple 微電腦，而有其他可繪圖的系統，我們所討論的仍可適用於你的系統，只是在將來發展程式時，必須做某種程度的修改。尤其是以下的三點可能必須更改：第一是座標軸的方向；第二是螢幕上標繪點（plotting point）的數目；第三是程式中的繪圖指令。我們將在接著的各段中繼續討論。

圖 1-2-1 是 Apple II Plus 的螢幕，X 軸是在螢幕的上方從左延伸到右。Y 軸是沿左側從上延伸到底下。

Apple II Plus 有三種繪圖形式。第一種是低解析度（Low resolution）繪圖，其影像是由較粗的方塊組成。在本書中將不使用這種方式。第二是高解析度（high resolution）繪圖第一頁（page 1）。在此形式中，X 的標繪值在 0 與 279 之間，Y 可在 0 與 159 之間。換句話說，我們可以在以上的範圍中標繪點或是線。如果 X 或 Y 的值超出了規定範圍，這將會引起錯誤訊息（error message），並且停止程式的執行。在高解析度第一頁時，有四行文字可顯示於繪圖區底下。這四行可用為輸入指令或資料。第三種是高解析度第二頁（page 2）。在這形式中，X 的值規定在 0 和 279 之間，這與第一頁是一樣的，但是 Y 可以從 0 到 191。在這種形式時，螢幕底部的文字資料會被擦掉。同時，高解析度第二頁要比第一頁更費記憶體，這會引起程式設計的問題。我們在本書中只用高解析度的第一頁。

一系列接連的程式將說明 Apple II Plus 可用的各種繪圖指令的用法。如同前文提及的，其他大部分電腦的操作是大同小異的。如果你已經熟

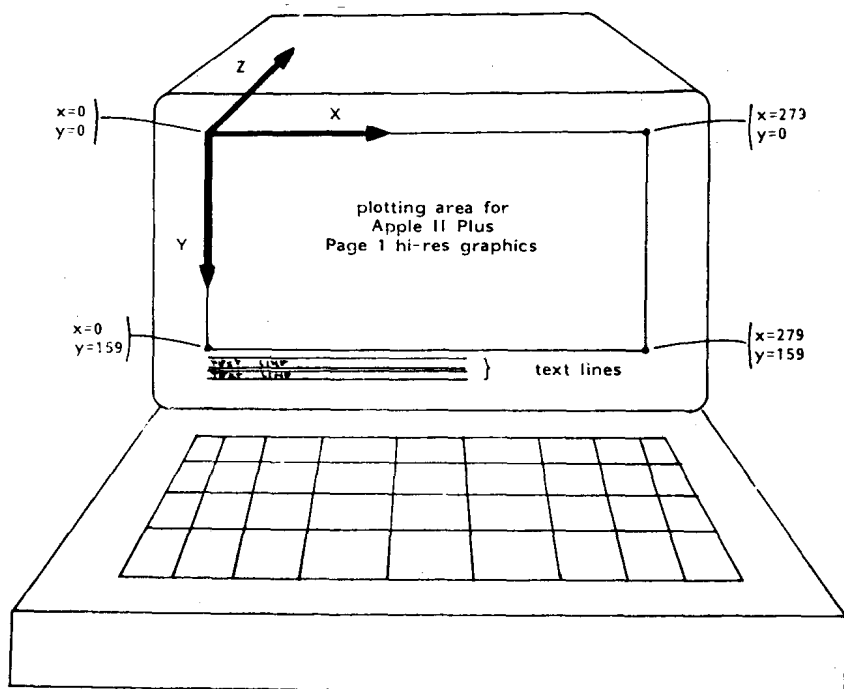


圖 1-2-1 Apple II Plus 的繪圖螢幕

註：日後我們將用到三度空間（3 dimension）的圖形。該 Z 軸將如圖指向螢幕內，採用傳統的右手定則。即 Z 軸的方向是由 X 軸向較小角的一側轉向 Y 軸得到。Z 軸也可以用一個右手螺絲做如上的旋轉後所經過的方向來代表。

4 APPLE II 繪圖與工程應用

悉於 Apple II Plus 的繪圖，你仍然應該閱讀本節，因為我們將定義及介紹些一貫用於書中的術語及行事方法。

電腦圖案的基本原理

這段中包含了一系列的程式，它們說明了 Apple II Plus 電腦上可使用的各種繪圖指令。它們同時也要介紹一些重要的觀念，例如：向量，本書自始至終都要用到它。

以下將討論五個繪圖指令。它們是：

HGR	啓始高解度第一頁形式
HCCOLOR = n	設定爲第 n 號顏色
HPOINT x, y	在座標 x, y 處標繪一點
HPOINT x1, y1 TO x2, y2	從 x1, y1 到 x2, y2 畫一直線
HPOINT x1, y1 TO x2, y2 TO x3, y3 TO ... xn, yn	畫出連續的直線

程式 PLOT 10

這是一個簡單的程式，它在螢幕中央標繪一點。50 行有 HGR 指令將電腦轉到高解度第一頁形式。在此若用 GR，則將進入低解度形式。若用 HGR2，則會進入高解度第二頁形式。

60 行設定顏色。在此參數 n 爲 7，代表白色。我們也可以設定代表其他顏色的參數。例如：n = 0 代表黑色，當然了，黑底的螢幕上黑色是看不到的。

70 行在座標 $x = 140$, $y = 80$ 的地方標繪了一點，此處正是螢幕的中心。本程式說明 HPLOT x , y 指令的用法。

```

10 PRINT "PLOT10"
20 PRINT "PLOTS A POINT"
30 PRINT "AT THE CENTER"
40 PRINT "OF THE PLOTTING AREA"
41 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
42 STOP
50 HGR
60 HCOLOR= 7
70 HPLOT 140,80
80 END

```

程式 PLOT 11

本程式藉標繪出繪圖區的四個角：(0 , 0) , (279 , 0) , (279 , 159) , (0 , 159) 而界定出第一頁的週界。

```

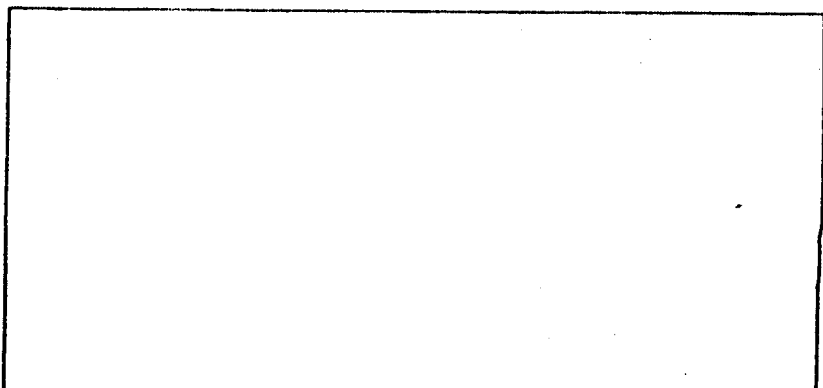
10 PRINT "PLOT11"
20 PRINT "PLOTS POINTS AT"
30 PRINT "THE CORNERS OF THE"
40 PRINT "PLOTTING AREA"
50 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
60 STOP
70 HGR
80 HPLOT 0,0
90 HPLOT 279,0
100 HPLOT 279,159
110 HPLOT 0,159
120 END

```

程式 PLOT 12

本程式藉由畫出繪圖區四角間的直線說明 HPLOT x_1, y_1 TO x_2, y_2 指令的用法。

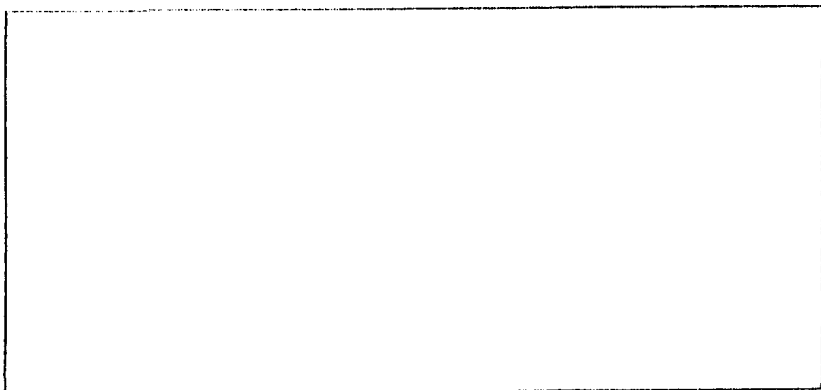
```
10 PRINT "PLOT12"
20 PRINT "DRAWS LINES BETWEEN"
30 PRINT "THE FOUR CORNERS OF"
40 PRINT "THE PLOTTING AREA"
50 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
60 STOP
70 HGR
80 HCOLOR= 7
90 HPLOT 0,0 TO 279,0
100 HPLOT 279,0 TO 279,159
110 HPLOT 279,159 TO 0,159
120 HPLOT 0,159 TO 0,0
130 END
```



程式 PLOT 13

本程式說明 HPLOT x_1, y_1 TO x_2, y_2 TO $\dots x_n, y_n$ 指令的用法，並重做 PLOT 12 的工作—繪圖區四角間的連線。

```
10 PRINT "PLOT13"  
20 PRINT "DRAWS LINES BETWEEN THE"  
30 PRINT "FOUR CORNERS OF THE"  
40 PRINT "PLOTING AREA USING THE"  
50 PRINT "CHAIN PLOTING COMMAND"  
60 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"  
70 STOP  
80 HGR  
90 HCOLOR= 7  
100 HPLOT 0,0 TO 279,0 TO 279,159 TO 0,159 TO 0,0  
110 END
```



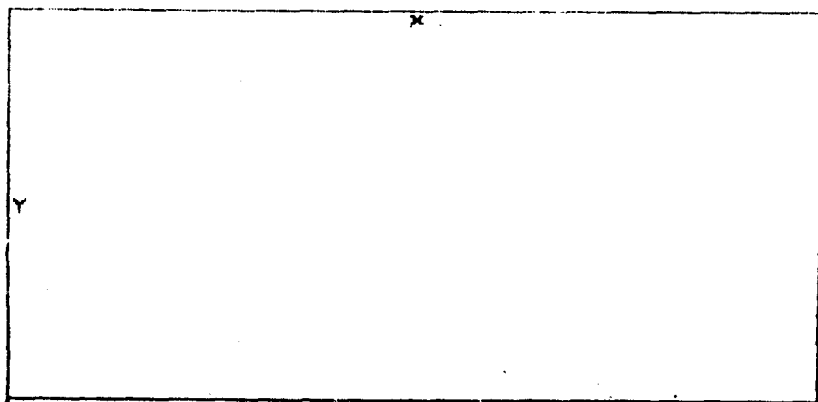
程式 PLOT 14

這個程式與 PLOT 13 類似，只是它多了 x，y 軸的標註。這說明了如何用繪圖指令產生字母。

```

10 PRINT "PLOT14"
20 PRINT "DRAWS A FRAME AROUND THE"
30 PRINT "PLOTTING AREA AND LABELS"
40 PRINT "THE AXES"
50 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
60 STOP
70 HGR
80 HCOLOR= 7
90 HPLOT 0,0 TO 279,0 TO 279,159 TO 0,159 TO 0,0
100 REM PLOT "X" AT CENTER OF X AXIS
110 HPLOT 138,2 TO 142,6
120 HPLOT 142,2 TO 138,6
130 REM PLOT "Y" AT CENTER OF Y AXIS
140 HPLOT 2,77 TO 4,80 TO 4,83 TO 4,80 TO 6,77
150 END

```



程式 PLOT 15

程式 PLOT 15 , PLOT 16 , PLOT 17 說明如何用點畫線。本程式在 x 軸方向畫出點狀線；PLOT 16 在 y 軸方向畫出點狀線；PLOT 17 是在任兩點間畫出點狀線。

先前所發展的週界標定 (border plot) 程式在這視為一個副程式。

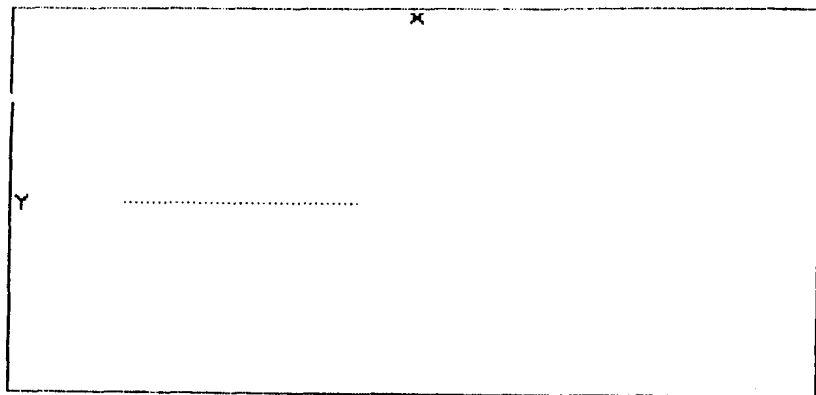
95 行設各點的 y 座標為 80。100 到 120 的迴路 (loop) 使 x 由 40 到 120 每次增加 2。換句話說，構成線的各點將相隔兩個標繪單位。110 行用 HPLOT x, y 指令執行標繪的工作。

```

10 PRINT "PLOT15"
20 PRINT "DRAWS A LINE OF POINTS"
30 PRINT "IN THE X DIRECTION"
40 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
50 STOP
60 HGR
70 HCOLOR= 7
80 GOSUB 9990
95 Y = 80
100 FOR X = 40 TO 120 STEP 2
110 HPLOT X,Y
120 NEXT X
130 GOTO 9998
9990 HPLOT 0,0 TO 279,0 TO 279,159 TO 0,159 TO 0,0
9991 HPLOT 138,2 TO 142,6
9992 HPLOT 142,2 TO 138,6
9993 HPLOT 2,77 TO 4,80 TO 4,83 TO 4,80 TO 6,77
9994 RETURN
9998 PRINT "ALL DONE"
9999 END

```

10 APPLE II 繪圖與工程應用



程式 PLOT 16

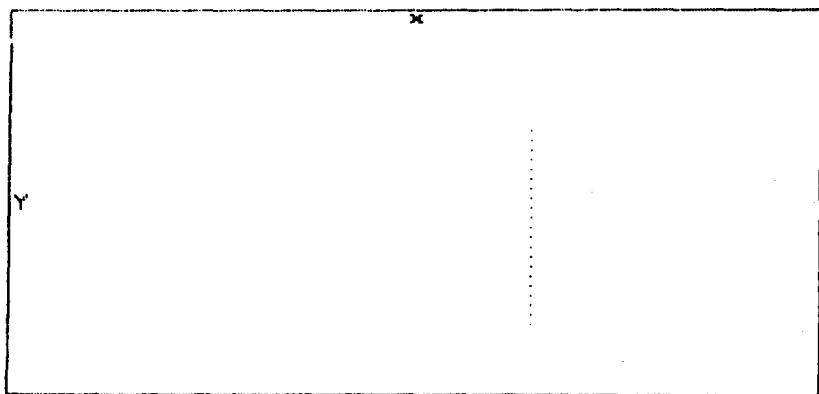
本程式除了線是在 y 軸方向外，大致與 PLOT 15 類似。95 行設定 x 值，100 到 120 的迴路使 y 值增加。這個程式中點間間隔是四個單位。

```
10 PRINT "PLOT16"
20 PRINT "DRAWS A LINE OF POINTS"
30 PRINT "IN THE Y DIRECTION"
40 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
50 STOP
60 HGR
70 HCOLOR= 7
80 GOSUB 9990
95 X = 180
100 FOR Y = 50 TO 130 STEP 4
110 HPLOT X,Y
120 NEXT Y
130 GOTO 9998
```

```

9990 HPLLOT 0,0 TO 279,0 TO 279,159 TO 0,159 TO 0,0
9991 HPLLOT 138,2 TO 142,6
9992 HPLLOT 142,2 TO 138,6
9993 HPLLOT 2,77 TO 4,80 TO 4,83 TO 4,80 TO 6,77
9994 RETURN
9998 PRINT "ALL DONE"
9999 END

```



程式 PLOT 17

這個程式在使用者任意設定起點和終點後，將會畫出兩點間的點狀線。此程式非常重要，因為它介紹了向量和單位向量的觀念，以及相關的術語及程式技巧；這些東西在本書中都會用到。

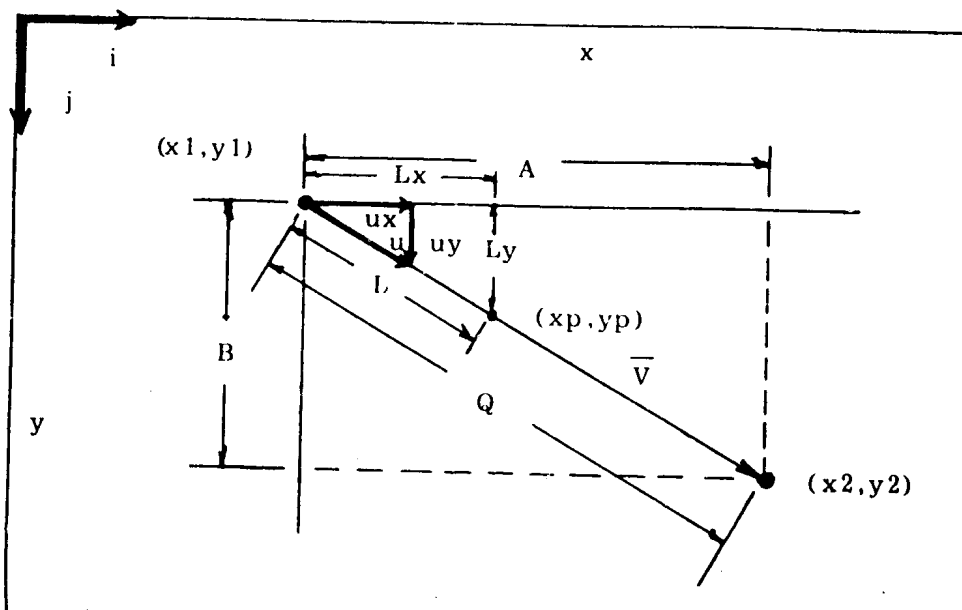
PLOT 15 程式中，我們在 x 軸方向標繪出點狀線，其中座標的計算是很容易的。程式中只要設定 Y 值，再讓迴路計算 x 值即可。程式

12 APPLE II 繪圖與工程應用

PLOT 16 也是差不多的，只是在 y 軸方向標繪點狀線。但是在這個程式中，由於我們要標繪有任意端點並有斜度的線，因此必須發展一套能夠自動地計算出任意起、終點間點座標的流程。我們將用向量完成這項工作。

接下來的兩個草圖就是其幾何圖。程式中的 100, 110; 120 行構成輸入階段，程式要求起、終點的座標 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 及點間的距離， D 。130, 140 行求出點 1 到點 2 向量的 x , y 分量。150 行計算向量長度， Q 。160, 170 行計算點 1 到點 2 單位向量的分量。這是將全向量除以它的長度， Q 。180 行開始從點 1 標繪。迴路 190 - 230 繼續線上其餘的點。 L 是從點 1 到被繪點的距離， D 是點間間隔。200 和 240 行求出每一點的座標。

$u_x * L$ 為點 1 到被繪點距離的 x 分量， $x_1 + u_x * L$ 是被繪點的絕對座標。 y 座標也仿此求出。220 行用 HPLOT x, y 執行標繪的工作。



$$\bar{V} = A\bar{i} + B\bar{j}$$

$$A = x_2 - x_1$$

$$B = y_2 - y_1$$

$$Q = \text{SQR}(A*A + B*B)$$

$$u = \bar{V}/Q$$

$$u = u_x\bar{i} + u_y\bar{j}$$

$$x_p = x_1 + Lx$$

$$y_p = y_1 + Ly$$

由相似三角形： $Lx = u_x * L$

$$Ly = u_y * L$$

$$x_p = x_1 + u_x * L$$

$$y_p = y_1 + u_y * L$$

```

10 PRINT "PLOT17"
20 PRINT "DRAWS A LINE OF POINTS"
30 PRINT "BETWEEN TWO ARBITRARY"
35 PRINT "BEGINNING AND END"
40 PRINT "POINTS WITH COORDINATES"
50 PRINT "SPECIFIED BY THE USER"
60 PRINT "TYPE CONT TO CONTINUE"
70 STOP
80 HGR
90 HCOLOR= 7
95 GOSUB 9990

```