

(IBM PC)電腦繪圖續篇

劉振漢 · 莊艷珠

學歷：國立臺灣大學電機工程學士
學歷：國立交通大學電子計算機碩士
美國加州柏克萊大學電子計算機博士
現職：國立交通大學資訊系講師
現職：國立交通大學計算機研究所教授

三民書局印行

磁碟片內容

本書附有磁碟片，包含本書所有的程式及相關檔案。內容如下：
(繪圖程式)

2D-CURVE.BAS	畫出 2 度空間曲面
COS-SIN.BAS	示範用查表方式求 sin 和 cos 函數值
2D\$CURVE.BAS	2D-CURVE 和 SIN-COS 的組合
2D-SPLIN.BAS	畫出 2 度空間的 cubic spline 曲線
3D-CURVE.BAS	畫出 3 度空間曲線並旋轉
3D-SURFA.BAS	畫出 3 度空間曲面並旋轉

上表列的是 Hercules graphics 下所用的程式，下面的程式是對
應的程式，在 color graphics 下使用

2D@CURVE (對應 2D-CURVE)

2D@SPLIN (對應 2D-SPLIN)

3D@CURVE (對應 3D-CURVE)

3D@SURFA (對應 3D-SURFA)

兩套對應程式的用法完全相同，祇是 color graphics 下顯示的信息較少些。

(印圖程式)

W6096/32

HERCULES.BAS HER-348.BAS HERCUCPY.BAS + HERCUCPY.BIN	Hercules graphics 的印圖程式
COLOR.BAS COLORCPY.BAS + COLORCPY.BIN	color graphics 的印圖程式
NEC-BW.BAS NECCOLOR.BAS	NEC-9801 的印圖程式

(圖形保存檔)

HELIX.3D BASEBALL.3D SNELL.3D	保存 3D-CURVE.BAS 所產生圖形
COS.SUR LOFTED.SUR SADDLE.SUR	保存 3D-SURFA.BAS 所產生圖形

磁片使用說明

A . 2D—CURVE、3D—CURVE 和 3D—SURFA 等程式可以用來畫出無數的曲綫和曲面。祇要你能用 BASIC 表達出曲綫或曲面的數學式，這三個程式立即會將曲綫或曲面畫出來。 . 3D 和 . SUR 內存好的曲綫或曲面圖可以藉程式中的 load 命令搬入程式中顯示出來；新產生的圖形也可以藉 save 命令存入磁碟中。

B . 如果你有 Hercules graphics 設備，可在 HBASIC 下執行 2D—CURVE、2D—SPLINF、3D—CURVE、3D—SURFA 等程式，來畫曲綫和曲面。每個程式都先設好有一個例子，因此第一次使用這些程式時，可以立即按“d”鍵（draw 命令）程式立即會把例子畫出來，藉著例子，很容易瞭解程式的作用。

你可以先執行一次 HERCUCPY.BAS 程式，將 hardcopy 程式安裝好，則任何時候（甚至當圖形畫到中途時）都可按< shift> < Prt Sc> 鍵以在報表機上印出一份螢幕的複製圖。

要中斷複印工作，可以按“s”。

C . 如果你有 color graphics 設備，可在 BASICA 下執行 3D @ CURVE、2D @ SPLIN、3D @ CURVE、3D @ SURFA 等程式。用法與 Hercules graphics 下各程式完全相同。

如果你有黑白報表機，可以先在MS-DOS下執行一次IBM公司提供的GRAPHICS.COM程式，安裝好黑白的hardcopy程式，任何時候，按< Shift > < Prt Sc >即可得到螢幕的一份黑白複製圖。

如果你有彩色報表機EPSON的JX-80或Super 5的EP-1807，你可先在BASICA之下執行一次COLORCPY.BAS程式，安裝這兩種報表機的hard copy程式，在此以後，每按< shift > < Prt Sc >即可得到一份彩色的複印圖。

目前為止，彩色報表機印出的色彩祇有inkjet（噴墨式）的色彩較鮮艷，接近螢幕顏色。色帶式的通常顏色不會太好看，與螢幕對照，出入很大。

[注意] Hardcopy程式放置的位置若不妥當，可能會破壞系統。我們在HERCUCPY和COLORCPY中是設定放置在interrupt table內未用的空間，由0:100開始。若會發生問題，應放在ram的最後，如果有

128K ram 可放在 1000:FE00

256K ram 可放在 3000:FE00

384K ram 可放在 5000:FE00

512K ram 可放在 7000:FE00

[NEC-9801 使用者]

本書所附之繪圖程式在NEC-9801之下均可執行。祇要在NEC-9801 MS-DOS之下用COPY命令將程式由IBM磁片抄入

NEC 磁片，即可在 N88BASIC 之下執行。

NEC-BW 和 NECCOLOR 是印圖程式，在 [附錄 C] 中有說明。

序

任何人都曾經或經常被一些數學式子困擾，不知道一個數學式子代表的是怎麼樣的圖形。譬如：

$$f(x) = x^5 - x^3 + 8x^2 + 20$$

這樣的函數，到底是什麼形狀？ $f(x) = 0$ 有幾個解？這是每個學過代數的人都會立即想到的問題。

這問題也許難不倒你，那麼我們讓它變複雜些：

$$x^5 - x^3 + 8x^2 + 20 + x^2 \cos(x) - \log(x)$$

這就有些困難了。我們可以隨手寫出千百個類似這樣的式子。

再看一下三度空間的曲面，我們都知道

$$\begin{aligned} x &= \sin(s) \sin(t) \\ y &= \cos(s) \\ z &= \sin(s) \cos(t) \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} 0 \leq s \leq \pi \\ 0 \leq t \leq 2\pi \end{array} \right)$$

表示一個球面，由原點到 (x, y, z) 點的綫段與 y 軸夾角為 s ，它在 xz 平面上的投影與 z 軸有 t 的夾角（參考圖（6-1））。

如果是這樣的式子

$$x = \cos^2(s+t)$$

$$y = t + \sin(s)$$

$$z = t^2 e^{-s} - 10t$$

它代表怎麼樣的曲面呢？任何人都不敢說一定弄得清楚，腦中想得出來，手上也畫不出來，畫不好。

對教計算機圖學的老師來說，這個問題更是頭痛。看到一個例子，也許附有一兩個角度的投影圖，但是一個複雜的曲面，祇憑一兩個圖去想像去猜測，可能錯誤得離譜，自己還不曉得。比較保險的方法是寫一個程式，將它畫出不同角度的圖，但是怎麼可能每遇到一個例子就寫一個程式呢？

最理想的是能夠有一個程式，祇要把數學式子打入，它就把圖形畫出來。這似乎是太美的想法，不可能做到，在 1985 年初想到這問題時，也不抱太大的希望。然而，很快地就發現，祇要用 BASIC 中的 DEF 指述和 CHAIN MERGE 指述，我們可以讓程式讀入新的數學式加以運算。很快地 2D-CURVE、3D-CURVE 和 3D-SURFA 等程式的雛形就完成了。有了這些程式，上面的例子都變得非常容易，祇要把數學式子打入程式中，程式立即會把曲線或曲面畫出來。如果是三度空間的曲線或曲面，我們可以隨意按鍵，變換角度，程式自動把新的角度的圖形畫出來。

自有個人電腦以來，電腦科技迅速普及，全世界數以億計的人變為電腦的使用者、愛好者、玩家。電腦成了一個跨越國界的語言，透過電腦，無數人進行著智慧思想的交流，一個默默無聞的人設計了一個很好的程式，藉著一片薄薄的磁片把他的名字帶到全世界每一個角落。十幾歲有強烈好奇心的少年，六七十歲退休了的老人、家庭主婦

、部長級的關員，電腦的愛好者、貢獻者，涵蓋了所有階層的人。

在這樣一個繁花似海的電腦世界裡，大多數人都會迷失方向。在電腦繪圖的領域裡，我們貢獻了兩本書。「(IBM PC) 電腦繪圖」提供一個入門的指引，使一個對 IBM PC 毫無所知的人，可以很快地學會畫一些簡單的圖。

本書「(IBM PC) 電腦繪圖續篇」則將電腦繪圖的技術普遍地提昇到另一個境界。原來認為很難的技術，在本書的引領下，會變得很簡單。有了這兩本書，電腦繪圖可以成為一個很好的課程，祇要裝置好幾部 IBM PC，就能提供學生一個內容豐富、生動有趣的電腦課程。

書中程式雖經過反復的測試與修正，恐怕仍是難免有疏漏、錯誤的地方，敬請指正。

1985 年 7 月

劉 振 漢
莊 懿 珠

〔附 文〕本書所附程式中，用 CHAIN MERGE 來修改程式本身，這種做法不常見。自從 time sharing 系統出現以後，計算機的程式即講究 pure procedure，程式不可自我修正，以讓不同的使用者能在主記憶中共用同一份程式，節省主記憶的使用量。

然而程式自我修改有一些很好的優點，下面舉一個簡單的例子：

正常寫法是

```

100  INPUT K
      :
      :
      :
500  FOR N=1 TO 2000

510      IF K=0 THEN A(N)=A(N)-X

          ELSE B(N)=B(N) + Y

520      C(N)=C(N)+A(N)+B(N)

530      NEXT N

```

如果可以改寫成

```

100  INPUT K

110  IF K=0 THEN REPLACE 510 WITH "A(N)=A(N)-X"

          ELSE REPLACE 510 WITH "B(N)=B(N)+Y"
      :
      :
      :
500  FOR N=1 TO 2000

```

```
510      SUBJECT TO 110  
520      C(N)=C(N)+A(N)+B(N)  
530      NEXT N
```

如此，則 110 行會修改 510 行程式，在 500 到 530 行的 loop 中，因為 510 行不必再檢查 K 的值，可以執行快些。類似這例子的 REPLACE 指述在 interpreter 中非常容易做到，即使在 compiler 中也不難。

在講求執行速度的程式中，加上這種指述是很有用的。而有了這種指述，本書中的 CHAIN MERGE 指述可以用 REPLACE 指述取代，執行速度會快些。

(IBM PC)電腦繪圖續篇

目 錄

磁碟片內容

磁片使用說明

序

第 一 章 IBM PC繪圖方式

1 - 1	color graphics 和 Hercules graphics	1
1 - 2	color graphics 的用法	2
1 - 3	Hercules graphics 的用法	3
1 - 4	螢幕的複印	4
1 - 4 - 1	color graphics 的複印	5
1 - 4 - 2	Hercules graphics 的複印	6

第 二 章 二度空間坐標轉換

2 - 1	符號慣例	9
2 - 2	坐標系統的轉換	10
2 - 3	線性轉換	12
2 - 4	轉換矩陣	15
2 - 5	矩陣的分量	16
2 - 6	特殊的轉換	18

2-7	不改變面積的轉換	18
2-8	旋轉的轉換	20
2-9	面積與形狀不變的轉換	23

第三章 二度空間的曲線

3-1	曲線的表達形式	27
3-2	二次多項式曲線	28
3-3	用參數式表示	33
3-4	2D-CURVE 程式	34
3-5	用查表方式求三角函數值	41

第四章 三度空間的曲線

4-1	三度空間的曲線	49
4-2	三度空間的旋轉	51
4-3	連續的旋轉	55
4-4	三度空間上的點的顯示	57
4-5	3D-CURVE 程式	59
4-6	三度曲線之例	71

第五章 Spline曲線

5-1	連結兩點的曲線	77
5-2	三次 Spline 曲線	81
5-3	各種邊界條件	83
5-4	2D-SPLIN 程式	88

第 六 章 三度空間的曲面

6-1	曲面的表達方式	99
6-2	parametric 形式舉例	101
6-3	3D-SURFA 程式	103
6-4	Bilinear 曲面	112
6-5	Lofted 曲面	116
6-6	Coons surface	118

附 錄 A Hercules graphic的解說

A-1	螢幕圖形與 bit-map	125
A-2	矩陣印表機的一般特性	128
A-2-1	文字的印出 (character mode)	129
A-2-2	控制碼	131
A-2-3	圖像的印出 (image mode)	134
A-3	HERCULES.BAS 程式	135
A-4	Hardcopy 程式	139
A-4-1	HER-348 程式	141
A-4-2	HERUCOPY.BAS 程式	148

附 錄 B color graphic的解說

B-1	螢幕圖形與 bit-map	153
B-1-1	中解像度	153
B-1-2	高解像度	156
B-2	JX-80 和 Super 5 的顏色控制	156

B - 3	COLOR.BAS 程式	157
B - 4	COLORCOPY.BAS 程式	161

附 錄 C NEC 9801 的繪圖原理

C - 1	NEC 9801 的 bit map	167
C - 2	黑白色的 hardcopy	169
C - 3	彩色的 hardcopy	170

第一章

IBM PC繪圖方式

1.1 color graphics和Hercules graphics

在 IBM PC上要使螢幕能繪出圖形，最通行的兩種方式是 color graphics 和 Hercules graphics。這兩種方式採用不同的電路板和不同的監視器，前者採用 color graphic card 和彩色監視器；後者採用 Hercules card 和黑白監視器。

你可以兩樣設備一起買，使用時，無法兩者一起使用。主機板上的 DIP 開關 switch 5 必須變換，在用 color graphics 時，將它調到 ON 的位置，在用 Hercules graphics 時，將它調到 OFF 的位置。下面是兩者的對照表。

	color graphics	Hercules graphics
使用設備	color graphics card + color monitor	Hercules card + monochrome monitor
顏色	中解像度：3 色 高解像度：單色	單 色
解 像 度	中解像度：320×200 高解像度：640×200	720 × 348
軟體需求	BASICA.COM 或 BASICA.EXE	HGC.EXE HBASIC.EXE BASICA.COM

主機板 sw5	ON	OFF
Hard copy 程式	GRAPHICS.COM COLOR.BAS COLORCPY.BAS	HERCULES.BAS HER-348.BAS HERCUCPY.BAS
bit map 範圍	B8000-BBFFF (16KB)	B0000-B7FFF (32KB)

上表中的 Hardcopy 程式項下，GRAPHICS 為 IBM 公司提供，其餘為本書作者所提供，下文有介紹。

繪圖原理及 hardcopy 程式的說明請參考 [附錄 A] 和 [附錄 B]

1.2 color graphics 的用法

要使用 color graphics，除了主機外，你必須備置

Color graphic card

Color monitor

兩項設備。

另外，你還需要有 BASICA.COM (或 BASICA.EXE) 程式，存在磁碟裡。

開機後，螢幕上顯示如下信息：