

APPLE II

微电脑绘图



北方电脑公司资料组

APPLE II 微電腦繪圖

賴光武
陳宗道

前言

亞里斯多德在沙上畫圖，達文西用墨水為他的研究畫下許多植物與工程圖；小朋友在能夠運用字彙之前，就會用鉛筆、蠟筆畫出他們的感情與意念。不管用的是什麼樣的工具，視覺影像從老早就被肯定了，“一幅畫勝過千言萬語”指的就是這回事。

現在，我們正處於一個用計算機控制汽車、立體聲音響、太空衛星的時代，如果不用計算機來發展、顯示圖形影像，那倒是叫人嘖嘖稱奇了。計算機畫圖的應用從電動玩具，到計算機輔助設計，到接收顯示從水手二號太空船穿越土星所傳回來的影像等等不一而足。

計算機圖形的研究早在1950年代就開始了，雖然從那個時候起就有不少重要的說明，不過却很少人能夠使用得到計算機圖型；對大多數計算機用戶來說，這些設備高昂的價格正是無法普及的原因。但是，新時代終於來臨了，微電腦的繪圖系統只不過是數千美圓而已；商業的、教育的機構，以及很多個人都發現計算機繪圖已經不那麼遙不可及，而且它是那麼地有用、有趣，那麼地富有挑戰性、娛樂性。

當然了，低價格的微電腦繪圖設備與目前的前衛工業水平還差了一大截，不過它們卻能讓中等資質的程式員在合理的時間內產生適度的影像。大多數複雜的繪圖系統都具有微電腦所無法提供的能力，爲了要達到高水平的影像，微電腦的程式員就得以在繪圖用的硬體與程式語言的限制上有所補償。

這本書的目的就在於提供微電腦繪圖的兩個中心論題，數學背景與程式技巧。本書中的數學推理與機型無關，可以適用於任何電

腦系統，至於程式就是用 Apple II 的 BASIC 寫成的；其中很多程式都可以用其它的語言改寫到其它的計算機上作業。

在這兒我們無意教您 BASIC 程式製作，事實上我們假設讀者熟悉這套語言，而且使用 Applesoft 的 BASIC Programming Reference Manual 以及 Apple II Reference Manual 兩本手冊。雖然我們的例子是假設用一部 48K 的 Apple II 以及一部磁碟機下作業的，不過也可以改到較小的機型中；對於沒有磁碟機的 Apple II 用戶來說，把這些程式用卡帶儲存也不會有什麼困難。如果您的 Apple II 因存記憶體的限制而只有一個高解析度圖形頁的話，那末把 HGR1 改變 HGR: POKE - 16302, 0 就能夠讓大多數的程式正常工作。

書中的程式主要是用來說明繪圖的技巧，而不是程式寫作的技巧，也不是要做為一個程式範本；有心人總是可以找出許多加快執行的速度，或者是把程式改得更“漂亮”的地方的。所有的程式都經過測試，如果它不能如書中所述地正常工作，那可能就是打字的錯誤了*。

* 我們已經把所有的程式都做過一次，改正了許多錯誤，用報表的型式呈現在您的面前，因此原作者所提這一點您是可以放心的了。請參考後面的磁碟片目錄，我們把所有的程式都集在一塊兒，爲了節省您的時間，於是就準備了一片磁碟，有興趣的朋友不妨向儒林圖書公司洽購——譯者。

誌 謝

獨自一個人工作學不到什麼，同別人的接觸却會學到非常多；這一點可以從我在顧問公司的好友 Herb McKinstry 那兒得到證實。他和 Tom Dwyer 的批評對我的幫助非常大；另外我也從 Neal, Alice, Karen, Glenn, 還有 Linda 那兒得到動機與靈感。Karen 幫助我準備這些題材；Karen 還有 Alice 也幫忙我校對，我謝謝他（她）們。

Roy E. Myers

磁碟程式目錄

虛線爲閃爍字，實線爲反白字

DISK VOLUME 254

A 003 MICROCOMPUTER GRAPHICS PROGRAM
A 002 CHAPTER-1 BEGINS HERE
A 002 SPACE
A 003 BOUNCING BALL
A 002 SPACE SHIP
A 003 MOIRE
A 002 COLORED LINES
A 002 CURVE
A 002 CIRCLE
A 003 RING
A 004 ARTIST'S AID
A 002 CHAPTER-2 BEGINS HERE
A 002 BIT PATTERN
A 003 BIT PATTERN CHARACTERS
A 002 COLOR PROBLEM
A 002 PROBLEM WITH MIXED COLORS
A 002 HIGHER RESOLUTION
A 002 HCOLOR SETTINGS
A 002 IMPROVED HCOLOR CONTROL
A 002 FLASHING X AND SQUARE
A 003 ANIMATED SQUARES
A 003 MEMORY MOVE SUBROUTINE
A 003 NAME COPIER
A 007 ADDITIONAL GRAPHICS PAGES
A 004 TWO PAGES OF TEXT
A 002 CHAPTER-3 BEGINS HERE
A 010 BIT PATTERN ALPHABET FILE
A 004 BIT PATTERN TEXT FOR THE GRAPH
A 014 SHAPE TABLE ALPHABET FILE
A 004 SHAPE TABLE TEXT FOR THE GRAPH

A 003 INCHWORM
 A 002 CHAPTER-9 BEGINS HERE
 A 002 PADDLE READER
 A 002 ELECTRONIC PEN
 A 003 IMPROVED ELECTRONIC PEN
 A 002 APPENDIX-1 BEGINS HERE
 A 002 BASE CONVERTER(HEX TO DECIMAL)
 A 003 BASE CONVERTER(DECIMAL TO HEX)
 A 002 APPENDIX-2 BEGINS HERE
 A 004 RADAR
 A 013 SHAPE CONSTRUCTION
 A 002 APPENDIX-6 BEGINS HERE
 A 015 APPLE II
 A 005 COSINE SURFACE
 A 008 SURFACE/PLANE
 A 003 POLAR HEX SIGN
 A 005 PIE CHART
 A 011 HOUSE
 A 003 CARDIROID (FIGURE 5.1)
 A 002 BINARY FILE OF PROG. 3.1 & 3.3
 B 005 ALPHABET
 B 005 SHAPE ALPHABET

```

JCHATALOG
DISK VOLUME 254
A 003 CHAPTER-1 BEGINS HERE
A 002 SPACE
A 003 BOUNCING BALL
A 002 SPACE SHIP
A 003 ROULETTE
A 003 COLORED LINES
A 002 CIRCLE
A 002 RING
A 004 ARTIST'S HIO
A 002 CHAPTER-2 BEGINS HERE
A 003 BIT PATTERN
A 003 BIT PATTERN CHARACTERS
A 003 COLOR PROBLEM
A 003 PROBLEM WITH COLORED COLORS
A 002 HIGHER RESOLUTION
A 002 HIGHER SETTINGS
  
```

A 002 CHAPTER-4 BEGINS HERE
 A 005 CLIPPING
 A 002 RECTANGLE 1
 A 002 RECTANGLE 2
 A 003 RECTANGLE 3
 A 006 MATRIX
 A 006 HOMOGENEOUS COORDINATES
 A 002 HEXAGON
 A 003 HEXAGON DESIGN
 A 002 CHAPTER-5 BEGINS HERE
 A 002 LINES
 A 005 CLIPPED LINE
 A 002 LINE
 A 003 CIRCLE 1
 A 002 CIRCLE 2
 A 003 CIRCLE 3
 A 003 CLIPPED CIRCLE
 A 003 ELLIPSE 1
 A 003 ELLIPSE 2
 A 003 ELLIPSE 3
 A 003 PARAMETRIC
 A 003 PARABOLA
 A 003 ROTATED PARABOLA
 A 003 HYPERBOLA
 A 002 POLAR
 A 003 SIN CURVE
 A 002 CHAPTER-6 BEGINS HERE
 A 003 CUBE
 A 007 VIEWPOINT
 A 005 TRANSFORMED CUBE
 A 003 SURFACE
 A 002 CHAPTER-7 BEGINS HERE
 A 008 HIDDEN LINE ELIMINATION 1
 A 004 HIDDEN LINE ELIMINATION 2
 A 005 HIDDEN LINE ELIMINATION 3
 A 014 HIDDEN LINES
 A 004 SURFACE 2
 A 005 HIDDEN LINES (FOR SURFACE)
 A 002 CHAPTER-8 BEGINS HERE
 A 005 ROTATING SQUARE
 A 010 ROTATING PYRAMID

目 錄

第一部 導 論

第一章 微電腦繪圖的世界	3
掃描線 (RASTER) 和掃描點 (PIXEL)	3
概要	17
摘要和建議	17

第二部份 電 腦

第二章 Apple II 的繪圖特性	21
記憶體의分配和運用	21
顯示用記憶體的定址	24
摘要和建議	33
顏色	34
解析度	36
直線是什麼	38
設定 HCOLOR	39
軟體開關	42
記憶體的搬動	47
其他的繪圖頁	51

第二文字頁	55
負影像 (NEGATIVE IMAGES)	58
設計程式的小技巧	59
摘要和建議	60
第三章 圖形顯示幕上的文字	63
位元樣式文字	63
摘要和建議	75
造型表文字	77
摘要和建議	83
 第三部份 二度空間繪圖	
第四章 電腦繪圖的軟體工具	87
顯示幕的比例	87
修剪 (CLIPPING) 和觀測點 (VIEWPORTS)	89
變換 (TRANSFORMATION)	94
摘要和建議	119
第五章 解析幾何和電腦繪圖	121
座標軸	122
直線	124
圓	128
橢圓 (ELLIPSES)	135
參數方程式 (PARAMETRIC EQUATIONS)	143
拋物線 (PARABOLAS)	145
雙曲線 (HYPERBOLAS)	148
極座標曲線	150

$Y = F(X)$ 形式的曲線	151
------------------	-----

第四部份 三度空間繪圖

第六章 三度空間的基本常識	155
---------------	-----

座標系統	155
------	-----

變換 (TRANSFORMATION)	161
-----------------------	-----

三度空間物體的二度空間影像	170
---------------	-----

摘要和建議	186
-------	-----

第七章 隱線和隱面程式	191
-------------	-----

引言	192
----	-----

曲面定向	193
------	-----

摘要和建議	209
-------	-----

二個物體：擦掉	210
---------	-----

二個物體：二分搜尋法	212
------------	-----

二個物體：任意觀測點	215
------------	-----

摘要和建議	237
-------	-----

消除 $Z = F(X, Y)$ 類型曲面的隱線	237
--------------------------	-----

摘要和建議	243
-------	-----

第五部份 動 畫

第八章 移動的影像	247
-----------	-----

以HPLOT 達到移動效果	247
---------------	-----

旋轉中的正方形	248
---------	-----

三度空間裏的移動	252
----------	-----

造型表動畫.....	257
摘要和建議.....	260

第六部份 週邊裝置和軟體

第九章 系統的組成元素.....	263
------------------	-----

輸入的硬體和軟體.....	263
---------------	-----

輸出的硬體和軟體.....	268
---------------	-----

附錄一 二進位、十進位和十六進位數系.....	273
-------------------------	-----

二進位.....	274
----------	-----

十六進位.....	275
-----------	-----

十六進位和二進位的關係.....	279
------------------	-----

附錄二 造型表 (Shape table)	281
-----------------------------	-----

造型和造型表.....	282
-------------	-----

程式A 2.2的注意事項.....	286
-------------------	-----

使用造型.....	288
-----------	-----

程式A 2.2建立造型表	291
--------------------	-----

附錄三 向 量	297
---------------	-----

向量的純量積 (SCALAR)	299
-------------------------	-----

直線的向量表示法.....	299
---------------	-----

三度空間中的向量.....	301
---------------	-----

向量的內積.....	302
------------	-----

向量的外積.....	304
------------	-----

半平面.....	305
----------	-----

附錄四 矩陣	309
矩陣乘積	310
附錄五 角的強度測量	313
附錄六 封面的繪圖程式	315
封面：左上角	315
封面：右上角	321
封面：左下角	323
封面：右下角	326
封底：左邊	328
封底：右邊	330

第一部份

導 論

第一章

微電腦繪圖的世界

「電腦繪圖」這一個名詞對所有的人來說意義並不一樣，有些人想到了電視遊樂器，另外一些人想到了訓練飛行員的飛行模擬器。建築師可以把電腦繪圖做為一種規劃的方法，並且在設計建築物時用它來做圖形的顯示；工程師可利用電腦繪圖來設計和分析電子电路或是橋樑的結構。

繪圖電腦的應用是廣泛而多方面的，本書的宗旨就是討論我們在微電腦上用以產生圖形影像所需的數學和程式技巧。我們以 Apple II 來做為討論的基準，因此所有的範例都是以 Applesoft BASIC 寫的。在本章中我們舉出一些程式範例來說明電腦的能力以及下面幾章所要討論的程式撰寫技巧。

掃描線 (RASTER) 和掃描點 (PIXEL)

Apple 以掃描線 (raster) 來顯像，這就是說我們用一些水平線 (掃描線) 來組成顯示幕，每條掃描線再由掃描點 (pixel) 構成。Apple 的高解析度顯示模式共有 192 條掃描線，每條線包含

4 APPLE II 微電腦繪圖

280個掃描點。我們將掃描線編號為0到191；每條線中的掃描點編號為0到279。因此每個掃描點可由兩個數來決定：水平線的號碼和它在線中的號碼。掃描點的發亮與否直接決定是否在顯示幕上產生影像。

繪圖語言必須具備顯現個別掃描點的能力，在Applesoft中，H PLOT指令即執行這個動作。H PLOT X, Y可使Y掃描線上第X位置的掃描點發亮。例如H PLOT 0, 0繪出顯示幕左上角的點，H PLOT 279, 191繪出右下角的點。採用這個方法，我們可以很簡單地控制所有掃描線上任意位置掃描點的發亮與否。

我們要畫的影像大多是由許多點構成。在第一個程式範例裏我們只用H PLOT指令來畫出影像。

程式1.1：星空

```
1 REM PROGRAM 1.1 (SPACE)
2 REM PLOTS RANDOMLY SELECTED POINTS
10 HOME : HGR : HCOLOR= 3
20 FOR I = 1 TO 100
30 X = RND (1) * 279:Y = RND (1) * 191
40 H PLOT X,Y
50 NEXT I
```