

APPLE II 電腦畫圖

陳金追 編譯



APPLE II 電腦畫圖

陳金追 編著

電腦語言中心出版

WEL261

APPLE II 電腦畫圖

編著者：陳 金 追

出版者：電 腦 語 言 中 心

發行者：

九龍彩虹道400號六樓

印刷者：合興隆印刷公司

香港仔宏利工業大廈七樓

定價港幣・\$ 35.00

增訂三版序

這本書自八一年十一月十日出版後，幸得 Apple II 用者與全港讀者的喜愛，在短短的一個半月期間即售完兩版。在此謹向愛護本書的讀者致最高的謝意。

由於匆促付梓，致初版有少數幾處小錯，今藉三版增訂機會，同時予以更正。新版除了更正前版之所有錯誤外，並將每一程式的執行結果，由列表機印出，附於每一程式之後。除此之外，譯者特別又參考了其它書籍，搜集十五個課文中未曾提到，但却非常簡單有趣而又與本文相關的例題，合併置於第十章。這些例題除了可對前面幾章的討論做個綜合複習外，可更進一步提升您的程式設計技巧。

這次再版，版面調整耗費不少時間。感謝阮宜達，葉僑昇、何宗憲、陳鄺宏等幾位同學幫忙打程式，獲得執行結果。亦感謝方春雄同學幫忙照像。但願新版能更讓您滿意。

序

隨著電腦的普遍，電腦繪圖已逐漸變成一種重要的技術。其不僅是學製圖本行者必須進修的新知，更是一般工程師與建築師等欲搶先掌握運用的新工具。電腦繪圖目前已廣泛應用於電路設計、機械設計（如車體與船體的設計）、建築結構設計、企業管理、與各種教育訓練上。在個人及家用電腦日益普遍的今日，其又增加了娛樂一項。一般青少年最熱衷的電腦遊戲，即大量地使用了電腦的繪圖特性。

這本書所探討的是如何以便宜的微電腦達成電腦繪圖的目的。是第一本由最基礎開始，有系統地逐步介紹電腦繪圖之數學基礎以及程式設計技巧的好書。全書由畫最簡單的點、直線與圓開始，一直介紹到如何畫出這本書封面及封底上的六個複雜彩色圖。每一個例題，作者均做了最詳細的說明，教讀者如何一步一步地達成最終目標，並附有原理說明、程式解說、及程式。雖然全書所附的程式均是在 Apple II 計算機上所執行的結果，但原理與技巧是任何機器都通用的。

欲完全了解這本書，讀者最好具有國中的數學程度，能看懂各種曲線的方程式以及矩陣的基本運算。不過，萬一您不懂這些東西，您亦可嚐試地閱讀看看。因為，雖然用到這些東西，但作者却均

4 APPLE II 電腦畫圖

假設讀者以前從未學過，而從頭開始介紹起。最差的狀況，萬一您未曾進過學校，從未學過數學，您亦可把這本書所列的所有程式，一一打入您的計算機裡面，盡情地享受它所帶給您的歡愉！

編譯者 陳金追 謹誌

1982, 10, 25

前 言

阿里斯多德將圖畫在沙灘上。義大利的畫家、建築家兼科學家達芬奇（Leonardo Da Vinci）以墨水畫解說他在工程構造上的研究。在能善用口頭表達以前，小孩子可以以鉛筆或蠟筆將自己的感情與想法表示在紙上。不論使用那一種媒體，圖像的價值是任何人都肯定的。所謂“千言萬語不及一張圖畫”，就是這個道理。

目前，計算機控制汽車、立體音響、與太空船的例子已比比皆是。因此，若說圖像的設計與顯示不使用計算機，那倒真是一件奇怪的事。計算機在繪圖上的應用，早已由最簡單的電視遊樂，擴展至計算機輔助設計，以及太空梭第二次飛行通過土星時所送回地球之圖片的顯示上。

計算機繪圖應用的研究始於1950年代。幾十年來，這方面雖然已有相當的進展，但熟悉計算機繪圖的人却一直寥寥可數。幾年前，計算機繪圖設備的售價仍高得讓一般計算機的用者敬而遠之。幾年後的今天，情形却完全改觀。一部完整的微電腦繪圖系統僅需幾萬元台幣即可買到。不僅工商教育機構買得起，甚至連個人都買得起。從此人們已開始逐漸發覺計算機繪圖的用途、好處，以及其背後所隱藏的趣味性與挑戰性。

與大型的計算機繪圖系統相比，廉價微電腦系統的繪圖能力雖

6 APPLE II 電腦畫圖

然仍有一段距離，但對一般的程式設計者而言，其却已能在合理的時間內提供出合理的圖像。由於微電腦的繪圖能力不及大型複雜的繪圖系統。因此，其程式設計者就必須發揮更高的智慧與才能，以彌補微電腦的繪圖語言與繪圖硬體在這方面的限制。

這本書的目的主要在探討以微電腦繪圖所必須用到的數學基礎與程式設計技巧。文中所討論的設計原理，適用於任何的計算機系統。至於程式，雖然都用 Apple II 的 BASIC 語言所寫，但其中有許多亦可直接換成另一種語言，或在另一種計算機系統上執行。

這本書並未教讀者如何做 BASIC 程式設計，其假設讀者已熟悉這種語言。書中的程式假設讀者所用的是 48 K，具有一部磁碟機或卡帶機的 Apple II 系統。但更小的系統同樣可執行這些程式。由於記憶容量較小的 Apple II 系統僅提供一個高解像繪圖頁，因此，只要以 POKE - 16302, 0 指令將 HGR 2 換成 HGR，所有的程式同樣可以動作。

本書所含的程式都旨在解說繪圖的技巧，著眼在使讀者易於了解，因此，其並不一定都是最精簡、最有效率的程式。在學會這些繪圖技巧後，有興趣的讀者可將這些程式再做進一步的精簡。書中的所有程式都完全經過除錯且測試過，因此，若您發現有些程式並不像文中所討論的樣子，那必定是您輸入時某些鍵打錯了，請再仔細檢查看看。

致 謝

閉門造車的人收穫總是有限的。人類獲益最多是在與其它人的接觸過程中。至於我，使我受益最多的要算是吾友 Herb McKinstry

，其不惜犧牲他自己的時間，獻出自己的智慧，給我建議與鼓勵。Tom Dwyer 亦然。除了感謝這兩人之外，我還要特別感謝 Neal, Alice, Karen, Glenn 與 Linda 等人啓發我撰寫這本書的動機及靈感。同時感謝 Karen 在材料搜集上的協助，以及他與 Alice 的幫忙校稿。

程式磁碟

爲了讀者方便起見，作者特別將這本書所例舉的所有程式錄在一片磁碟上。這片磁碟同時亦包括有處理立體圖與隱藏線去除等費時計算的機器語言程式，每片售價美金 15 元。有興趣的讀者可以直接寫信至

Roy Myers
Graphics Programs Disk
R. D. 1, Box 3150
Leechburg, PA 15656

訂購。除非您特別聲明要 13-sector 的磁碟，否則我們將寄給您 16-sector 的磁碟。

目 錄

譯者序

前言

第一部份：緒論	1
---------------	---

第一章 微電腦繪圖簡介	3
-------------------	---

掃描線與畫點	4
--------------	---

太空面貌	4
------------	---

跳球	5
----------	---

太空船	6
-----------	---

波紋花樣	7
------------	---

2 APPLE II 電腦畫圖

彩色線條·····	10
曲線·····	11
圓·····	12
錦環·····	12
藝術家的助手·····	13
摘要·····	17
提示與建議·····	18

第二部份：計算機····· 21

第二章 APPLE II 的繪圖特性····· 23

記憶空間的分配與用法·····	23
顯示用的記憶體定址·····	27
TEXT·····	32
GR·····	33
HGR·····	34
附註與建議·····	37
彩色·····	37
解像度·····	40
何謂直線？·····	42
HCOLOR 設定·····	43
軟體開關·····	47
記憶區段搬運·····	52
其它繪圖頁·····	57
第 2 文句頁·····	60
黑白顛倒圖像·····	63

程式設計助手	64
讀取鍵盤	64
程式太長	65
附註與建議	66
第三章 以繪圖螢幕顯示文句	69
以位元類型排出文句	69
文字	70
製作	76
附註與建議	81
造形表格文句	83
附註與建議	90
第三部份：平面圖	93
第四章 計算機繪圖的軟體工具	95
螢幕比例	96
剪裁與觀察口	97
剪裁	98
觀察口	102
變換	103
簡介	103
變換的矩陣表示	106
相同	106
定比例	109
反射	111

4 APPLE II 電腦畫圖

變形.....	112
旋轉.....	113
齊次座標.....	119
平移.....	120
變換的組合.....	120
附註與建議.....	130

第五章 分析幾何與計算機繪圖..... 133

座標軸.....	134
直線.....	136
圓.....	140
直角座標法.....	141
以角增量產生點.....	143
循環地產生點.....	145
剪裁.....	147
橢圓.....	148
中心在 (0 , 0) 的橢圓.....	151
平移與旋轉.....	152
再變換.....	154
參數方程式.....	156
拋物線.....	158
雙曲線.....	162
極座標曲線.....	164
Y = F (X) 型式的曲線.....	165

第四部份：立體圖..... 167

第六章 基本立體圖	169
座標軸系統	170
變換	175
定比例	175
旋轉	176
平移	177
反射	178
循序變換	178
反矩陣	179
座標系統變換	180
投影	182
立體物件的平面圖	184
程式設計	192
觀察點與透視	193
圖像的變換	198
附註與建議	202
$Z = F(X, Y)$ 的曲面	203
第七章 隱藏線與隱藏面去除常式	207
簡介	208
面向	209
動作原理	209
方向向量	212
可見性	212
程式 7.1	213

6 APPLE II 電腦畫圖

頂點陣列	214
面陣列	216
法線陣列	218
可見性測試	220
邊陣列	221
畫圖	223
附註與建議	226
兩個物體：遮住	227
兩個物體：二分搜尋	230
兩個物體：任意觀察點	233
動作原理	233
程式 7.4	235
頂點陣列	238
面陣列	239
法線陣列	240
邊陣列	241
物體的優先順序	244
第 1 優先物體的邊	245
第 2 優先物體的邊	246
邊端點的可見狀態	248
剪裁部份隱藏的邊	250
附註與建議	256
$Z = F(X, Y)$ 形式之物面的隱藏線去除	257
附註與建議	264

第五部份：漫畫 267

第八章 漫畫	269
以 HPLOT 畫漫畫	269
旋轉的正方形	271
立體漫畫	274
造形表格漫畫	279
附註與建議	282
第六部份：週邊設備與軟體	285
第九章 系統組件	287
輸入硬體與軟體	288
遊戲控制器與按鈕	288
光筆	290
繪圖板	290
輸出硬體與軟體	292
繪圖機	292
圖形印表機	295
第七部份：補充例題	297
第十章 程式例題	299
曲 線	299
電動遊戲圖形	306

漫 畫.....	312
計算機美術.....	323
雜 錦.....	337

附錄 343

附錄1 二進制，十進制與十六進制 345

二進制.....	346
十六進制.....	348
十六進制與二進制的關係.....	353

附錄2 造形表格 355

造形與造形表格.....	356
程式A 2.2 的註釋.....	361
造形表格的用法.....	363
程式A 2.2 (建立造形).....	366

附錄3 向量 371

向量的純量乘算.....	373
直線的向量表示.....	375
三度空間內的向量.....	377
向量的點乘.....	378
向量的叉乘.....	380
半平面.....	380