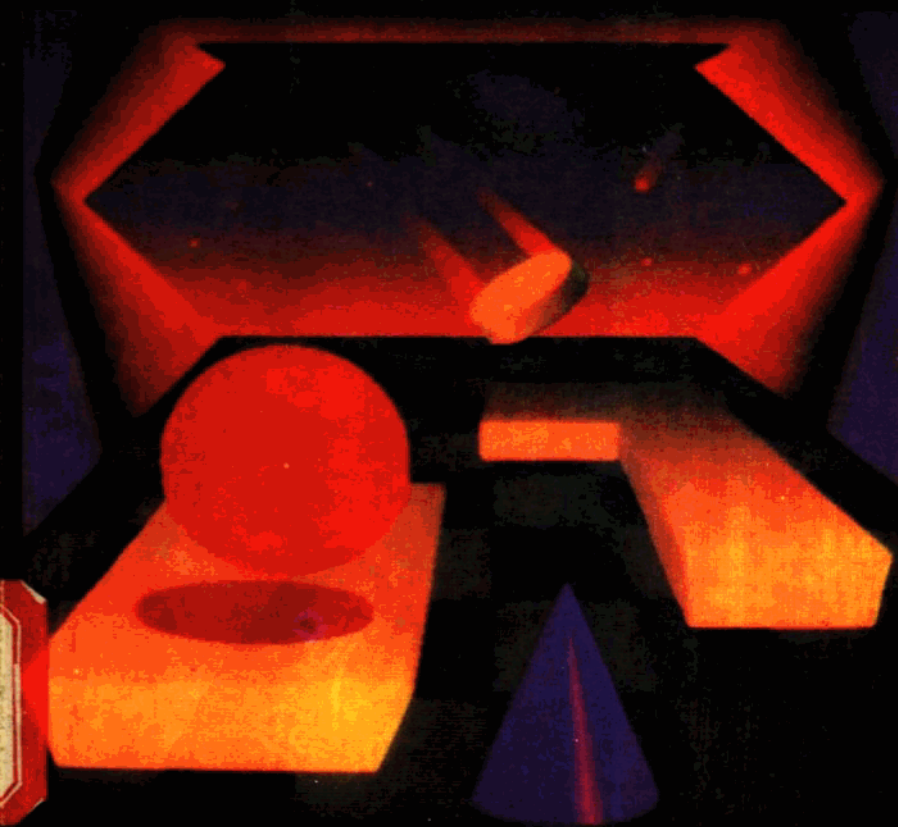


自學輔導・無師自通

微電腦繪圖技術

施純協 / 編著



協群科技出版社

微電腦繪圖技術

施純協 / 編著

協群科技出版社

微電腦繪圖技術

編 著 者： 施 純 協

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.\$

自序

站在教育者的立場，「做」就是學習的一種過程，因此筆者極力提倡「做中學」。

經過了二十幾年的「做中學」，發覺電腦是一門最好的「做中學」，在電腦的學習過程中，肌肉、感官、腦力、情意四種層次交互影響，使人類學得更快、更好，也更愉快。

隨着電腦的普及，電腦繪圖已成為一項很重要的技術，電腦輔助教學（CAI）、電腦輔助設計（CAD）、電腦遊戲（GAME）等在在都利用它。不過站在學習者的立場而言，它的教育價值又比一切都來得重要。

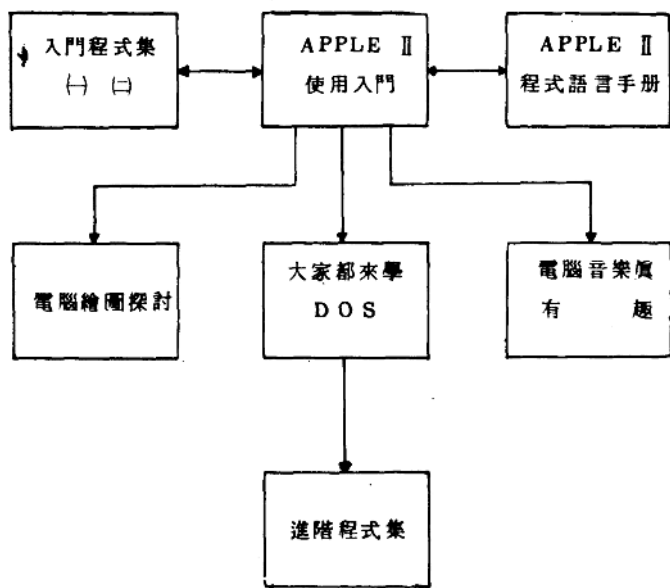
為了使電腦繪圖成為一門「做中學」的好工具，本書改變了一般電腦繪圖教科書的格式，儘量安排成為「做中學」的型態。我們希望讀者邊做邊學。為了引起「做的興趣」，以有趣的圖形為出發點，為了達成「學」的目的，特別注意「問題的討論」，但願這些都能引起讀者的共鳴。

本書共分六章。第一章電腦繪圖簡介，勾出電腦繪圖學習的大要及本書的主要內容；第二章舉出一些基本的繪圖實例，引起讀者「做」的興趣；第三章的造型表及第四章 Paddle 神奇功能，希望讀者「學」到觸類旁通的教育價值；而第五章和第六章則是本書達成「學」的最大目的。希望經由第五章和第六章使許多年輕的朋友，利用有趣的電腦繪圖，學到許多數學的方法，而引起大家對於數學的興趣。為了發揮本書的效果，務必請你先閱讀第一章。

除本書之外

另有一套相關的系統叢書，

可收相輔相成之效，引你進入電腦領域



目錄

自序

目錄

第一章 微電腦繪圖簡介	1
第一節 概說	3
第二節 H PLOT 和座標	5
第三節 造形表	6
第四節 繪圖工具	8
第五節 平面圖形處理	9
第六節 立體圖形	10
第二章 基本繪圖實形例	11
問題一 畫磁碟機	13
問題二 畫立體曲線圖	16
問題三 畫對稱曲線	18
問題四 搬移副程式	21
問題五 閃爍的風景(一)	24
問題六 閃爍的風景(二)	27
問題七 閃爍的風景(三)	29
問題八 噴射機(一)	32
問題九 噴射機(二)	34
問題十 烟火	36
問題十一 建築師	40
參考程式	45

第三章 造形表	55
第一節 有關造形表的整個系統	57
第二節 造形表的資料結構	59
第三節 造形表的建造方法	61
第四節 富有變化的造形實例	67
參考程式	76
第四章 Paddle—神奇的畫圖功能	93
第一節 畫出放射狀圖案	95
第二節 由 Paddle 定點，畫出線段	98
第三節 實用的長方形	100
第四節 簡單的立體圖	103
參考程式	105
第五章 平面圖的處理	109
第一節 螢光幕的修正比例因數 S C	111
第二節 線段的剪裁	113
第三節 H PLOT 指令與數學矩陣的結合	118
第四節 幾種數學函數圖形的應用實例	133
第六章 立體圖形	167
第一節 藝術家式的電腦繪圖	169
第二節 三維座標的認識	172
第三節 座標系統的轉換	175
第四節 透視圖的理論	181
第五節 隱藏線處理	196
參考程式	205

第 1 章

微電腦繪圖簡介



第一節 概說

「千言萬言不及一張圖畫」，繪圖的價值是任何人都認同的。

隨著微電腦的普及，電腦繪圖的應用已由最簡單的電視遊樂擴展到電腦輔助教學（CAI）及電腦輔助設計（CAD）上。



電腦繪圖應用的研究始於1950年代，三十年來，這方面雖然已有相當的進展，但熟習電腦繪圖的人仍然不多，主要原因乃是電腦繪圖機的設備過於昂貴，使得一般電腦使用者敬而遠之。這幾年來，隨著微電腦的普及，微電腦繪圖功能的增加，使人們逐漸發覺電腦繪圖的用途及好處，加上隱藏在其背後的趣味性及挑戰性，使微電腦繪圖突然成為大家喜愛的項目。

和大型的電腦繪圖系統相比，廉價微電腦系統的繪圖能力仍然差了一截，但對一般的程式設計者而言，已能在合理的時間內提供出合理的圖畫，也由於微電腦的繪圖能力不及大型電腦系統，程式設計者更必須發揮更高的智慧與才能，以彌補微電腦繪圖軟體及硬體的限制。

就這一點而言，站在教育的立場，微電腦繪圖的學習更可獲得較多的興趣和挑戰，在學習的過程中，可以習得邏輯的分析，數學的基礎，程式設計的技巧，這正是最好的「做中學」。

本書所討論的設計原理，適用於任何的電腦系統，所寫成的程式，雖然都用BASIC語言，但是由於基本概念相同，所以可以很快的換成另一種語言，在另一種電腦系統上執行。

但願看完本書後，讀者對於最近上映的利用電腦繪圖能力製作的影片「電子世界爭霸戰」能從另一種角度去欣賞。

如果你自覺對於APPLE II尚未完全了解，可先參考作者出版的下列各書：

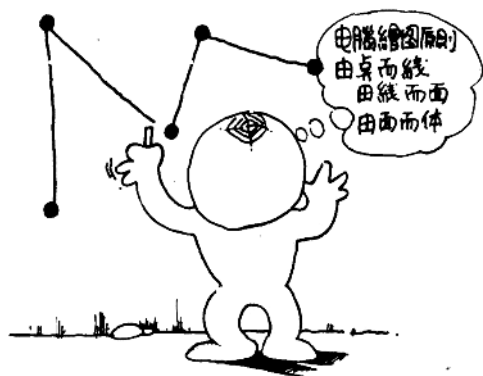
- ①APPLE II 使用入門
- ②APPLE II 程式語言手冊
- ③大家都來學DOS



第二節 H PLOT和座標

座標點是電腦繪圖的基本要素。所謂由點而成線，由線而面，由面而體，這也是電腦繪圖的基本原則。

在APPLE II上，對於繪圖主要分為兩種，一種是低解像度所用的PLOT，另一種是高解像度所用的HPLOT，不熟習的朋友，可參考拙著：「APPLE II 使用入門」。本書為了使讀者靈活使用這幾個指令，特在第二章「基本繪圖實例」舉出許多繪圖實例，在這些例子中，不但解釋HPLOT等的用法，對顏色諸如HCOLOR = 3及HCOLOR = 0等之用法也特別強調。此外，軟體開關，記憶位址等也都借助實際例子作清晰的解說和分析。



第三節 造形表

固然 HPLLOT 是很好的畫圖指令，但是對於繁瑣的圖案，HPLLOT 的速度就太慢了，而且每一個點、線都需要座標，使得 HPLLOT 在畫繁瑣圖案時陷入困境。然而在 APPLE 上有一小系統，用來專門負責繁瑣精細的圖案，這就是造形表的系統。

造形表的系統我們稱之為 DRAW 系統。在所有談到造形表的書中，我們發現它們始終無法對 DRAW 系統有一個清晰、有層次的介紹。於是我們針對造形表的系統做了一個分析，並舉了幾個實例，相信你在看了這分析之後，對造形表及 DRAW 系統會有一個完整而詳細的瞭解；然後再由例子中，實際地觀察整個系統的工作，以使觀念與程式相結合。

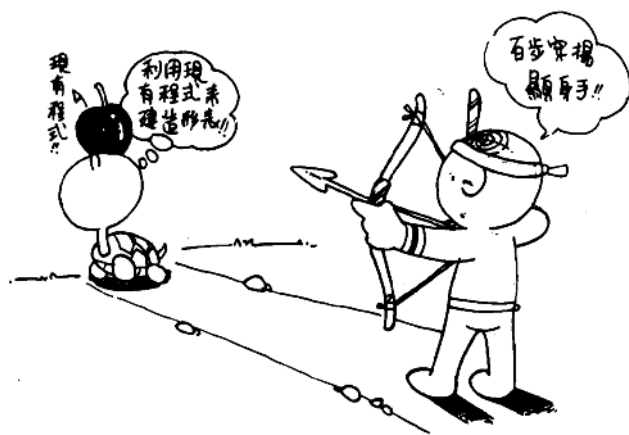
首先，我們將 DRAW 系統的 BASIC 指令列出，明白告訴你在 BASIC 中與 DRAW 系統有關的所有指令，以免你有所遺漏。其次我們也列出本系統 DRAW，XDRAW 組合語言副程式的地址，以滿足實力較深厚者的求知慾。

在你建立了整個系統概念後，我們提出了造形表的資料結構。這個資料結構已經由 APPLE 的設計者所固定，由這個結構中，我們可以很清楚地看出造形表應包含那些資料，每個資料在結構中的相關位址如何，以及所佔的 byte 數是多少等等。對造形表的結構有清晰的認識之後，緊接著介紹如何來建造形表。



一般使用者都對建造形表有恐懼症，這是因為必須對圖案作向量分析，並予以編碼。我們要強調，電腦能幫我們做這些令人厭煩的事。所以我們的想法是：利用已有的應用程式來幫助我們，因此我們能很快又很正確地建好造形表，從此之後建造形表就不再令人恐懼了。我們介紹了兩個簡單經濟的工具，使您不需額外購買別的工具便能造出造形表。

爲了使您有實際的經驗，我們列舉了一些例子，其中有很多的變化與技巧都是很好的經驗。例子中，大多數都可以再擴展成簡單的遊戲，比如“百步穿楊”、“山下跑步”、“電扇”、“太空戰爭”等。您可以加入在別章的觀念，如由鍵盤或Paddle 來控制遊戲，並加入記分的畫面等。

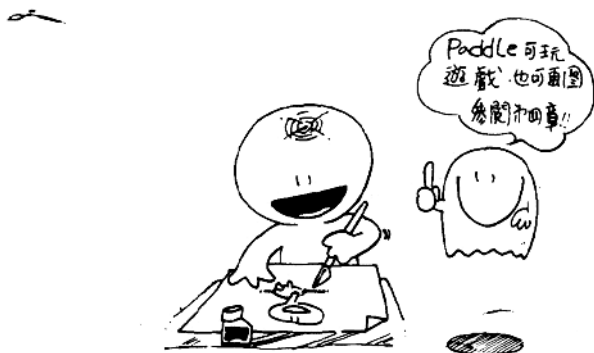


第四節 繪圖工具

我們都知道 APPLE 在繪圖方面的卓越能力，並且都能善加利用 APPLE 的指令來作出我們希望的圖案。但是我們要指出，APPLE 的繪圖能力，是由它的許多附屬工具使它達到真正的高峰。這些工具十分的多，也都自成系統。例如繪圖板、光筆、3-D 系統等。

由於這些工具的價格都十分昂貴，也都各有自己一套的使用手冊，我們這裏並不作介紹。我們希望的是利用 Paddle 來做繪圖工具。

Paddle 一般都只用來玩遊戲，其實它在繪圖上的功能也相當的驚人。我們介紹了它的一些簡單應用，計有算術創作、畫直線、畫長方形、畫立體長方形。其實這些例子只是介紹一些基本觀念，您可以好好地發揮，如經由 Paddle 和鍵盤控制，畫出圓、橢圓、菱形、正多邊形，以及許許多多的幾何圖形。也可以用 Paddle 在畫面上繪出您希望造成造形表的圖案，而後用鍵盤控制，使程式造出造形表。您可以看出，只是簡單的 Paddle 即可對繪圖有多大的助益。



第五節 平面圖形處理

在APPLE II的高解像度，可利用各種指令及方法，在螢光幕上繪出各種圖形，若配合顏色的變化，足以使人“神遊其中”。在這一節裡，讓我們再研究幾種方法，或許可使圖形表現的更淋漓盡致些，提高我們對電腦繪圖的興趣。

我們設法把數學和電腦結合在一起，使數學由理論的“談”，達到實際的“用”，也藉著數學，讓電腦繪出更準確、精緻的圖案。

電腦螢光幕的大小是固定的，當我們所畫的圖形尺寸超過它時，電腦就無法把這個圖形太大的部分畫出來



，而會出現錯誤的訊息提醒使用者，我們將利用數學直線公式來“切除”，在圖形超過螢幕邊界時，讓電腦自動求出圖形和邊界線的交點，把交點之外的部分捨棄只畫到交點為止。只有在螢幕之內的圖形部份才會被繪出，多出在螢幕外的部分就不見了，電腦也不會告訴使用者錯誤的訊息。

太大的圖形被切除，使我們無法看到圖形的全貌，這是用上面這個方法的缺點，我們可再利用數學矩陣的特性，把太大的圖形予以“縮小”，使不至於超過螢幕的範圍，圖形太小時，也可以利用矩陣的特性，把圖形“放大”到適當的倍數，而且失真量很小。至於“平移”就是將圖形做水平或垂直的移動，當圖形偏在螢幕的一側時，利用平移，可把圖形移至螢幕的適當位置上，可使圖形平移，也是矩陣的特性之一。矩陣的應用，遂可使圖形以螢光幕上的某一點為中心而“旋轉”，使圖形更富變化。有關這些方法的詳細說明將在第五章介紹。第五章之末，列出很多程式實例，祇要把數學的方程式及有關資料數值輸入電腦，便可把該方程式所代表的曲線繪出，大大的省去人們用其他工具去畫這些複雜曲線的困難。

第六節 立體圖形

螢幕是平面的，怎麼能產生立體的效果呢？我們常常看到藝術家筆下的人，物，水果等，雖然是畫在紙上，却能顯現立體的效果，他們所用的畫紙也是平面的啊！

爲什麼我們不把螢幕當做可以畫，可以擦，不留痕跡的超級紙呢？讓我們一起來動手畫出立體的世界吧！參看第六章第一節。我們用連續好多個圓，每次右邊的都比左邊的圓小一些，看起來就有立體的感覺了吧！還有一些漂亮的長方體，不錯吧！



可是有些人覺得，電腦要是這樣用，未免太小看螢幕的能力了吧，電腦有充分而且快速的計算能力，爲何不派上用場，於是想把製圖的原理搬過來運用。畫立體圖的時候，有等角圖、斜邊圖和透視圖，其中以透視圖最接近視覺原理，看起來也最像，平常走在街上，可以看到施工中的建築物，工地前面常有一幅建築的完成後的預想圖，是不是很逼真，有立體感？這種圖就是用透視的原理畫出來的。在電腦上憑著快速的計算能力，我們更可以隨時改變觀察的角度，遠近，享受從不同點觀察立體物的樂趣。或許執行的時候你要等幾十秒鐘，但是如果用人算的話，恐怕要好幾個鐘頭呢！

我們畫透視圖時要考慮到：

- ① 三維座標的認識，（包括直角座標和球形座標）。
- ② 矩陣的變換，座標的變換，（最好先看第五章平面的處理，平移、旋轉……等。
- ③ 透視的原理。
- ④ 隱藏線的處理。這是電腦立體畫圖，最讓人頭痛的一部份，我們只能舉出一個方法來，然而就已經佔去了相當大的篇幅，有興趣的話就靠你的想像和方法，或許再參考更專門的書籍。