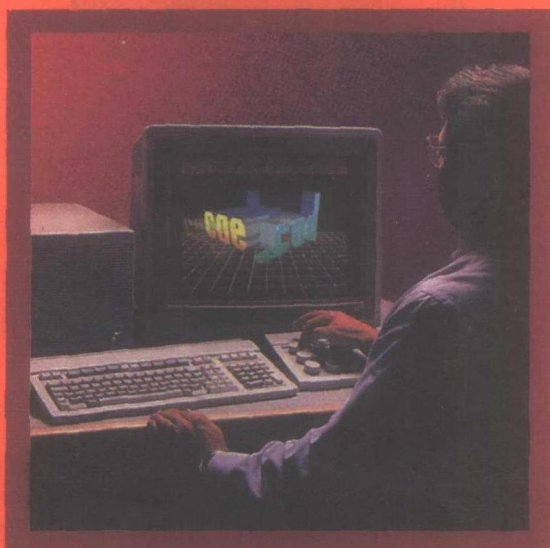


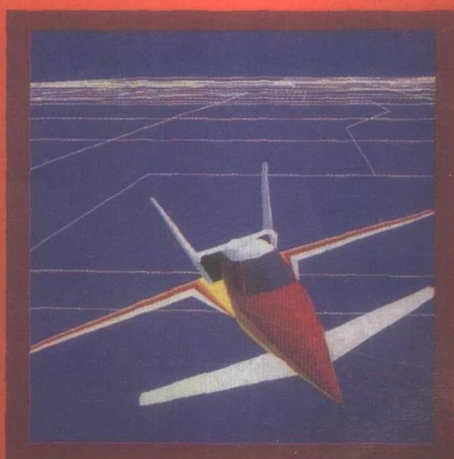
大 專 用 書

電腦繪圖學

黃耀明 編譯



COMPUTER
GRAPHICS



全華科技圖書股份有限公司 印行

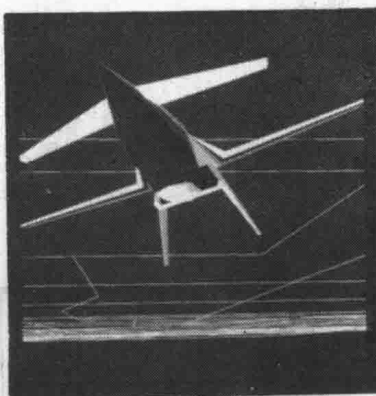
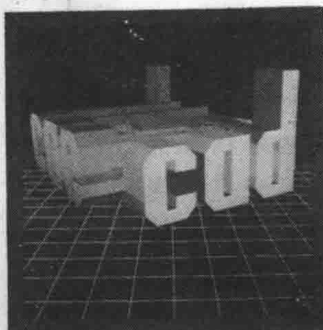
大 專 用 書

電腦繪圖學

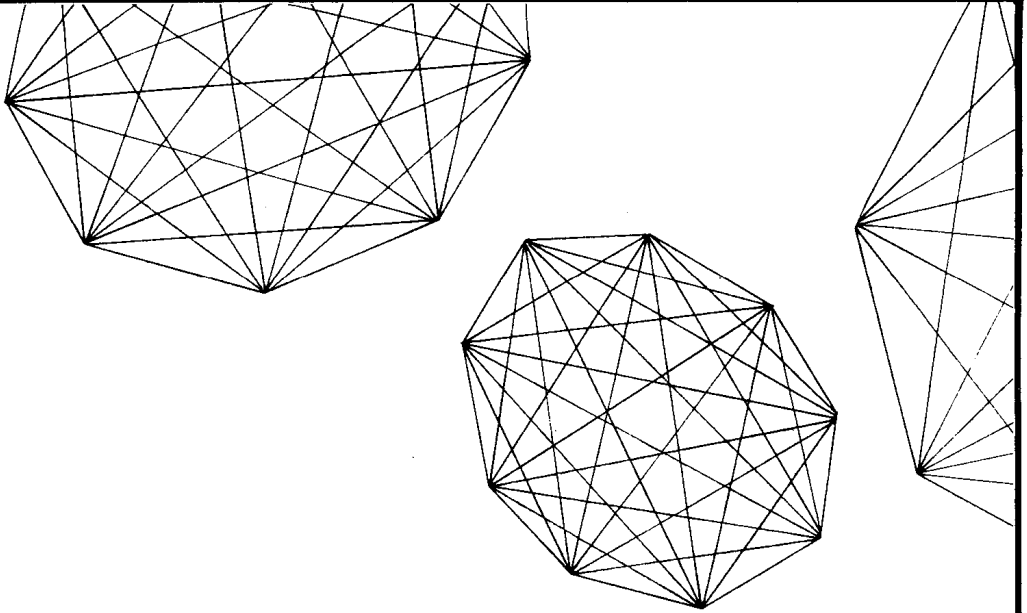
黃耀明 編譯



**COMPUTER
GRAPHICS**



全華科技圖書股份有限公司 印行



COMPUTER GRAPHICS

Donald Hearn

Department of Computer Science, University of Illinois

M. Pauline Baker

Department of Computer Science, Western Illinois University



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

電腦繪圖學

黃耀明 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 8 1 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

定 價 新臺幣 250 元

初版 / 76年 8 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0111530

我們的宗旨：

**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙！！

原 序

電腦繪圖學在電腦科學裏，是最令人感到興趣，並且成長迅速的一個領域。今日使用中的某些最複雜的電腦系統，常被設計用來產生圖形影像。我們都知道圖片是一個有效率的通訊方法，而利用電腦轉換圖片的能力，在所有的電腦領域裏將是一種革新。

這本書說明了繪圖系統在設計和使用上的基本原則，我們假定讀者先前並無電腦繪圖的背景，但熟悉電腦上的一些基本概念和方法。經由圖形設計套裝軟體中所使用的各種方法之介紹，我們將詳盡的討論繪圖系統中的硬體和軟體組成。我們討論建立和操作圖形顯像的演算法，完成此演算法的技術，和它們各種不同的應用。程式的範例是使用 PASCAL 語言，以說明繪圖演算法的完成和應用。我們也介紹給讀者“圖形核心系統”(graphical kernel system, GKS)，它是現在美國和國際的繪圖程式設計標準。在說明繪圖應用的 PASCAL 程式中，將使用 GKS 格式的繪圖程式。

本文所使用的教材，是筆者多年來在研究所和大學部開繪圖課程的心得。所有的教材可作為一個學期的課程，但這必須粗略的帶過一些主題。一個比較好的方式是依所開課程的層次，選擇一個子主題當作重心。對一個自修者而言，前面幾章能夠幫助他了解繪圖概念，後面個別的幾個主題，則可依各人的興趣選讀。

第一章是電腦繪圖的巡禮，說明各種的應用領域。接下來第二章介紹硬體和軟體的組成。而對二維圖形顯像的演算法則在第三～四章提到。這兩章說明了產生基本圖形組成的方法和處理顏色、描影，和其它屬性的技術。這是告訴學生完成繪圖程式所須

的程式設計技巧。第五和六章處理轉換(transformation)和觀視(view)演算法，此法是整理圖形組成成為段。第七～八章則是提到交談式的輸入。三維的技術則在第九章介紹。然後我們討論實體的不同表示方法(第十章)及其操作(第十一章)。在十二章我們談到三維觀視在圖形顯像裝置中的方法。第十三章是隱藏面消除的各種不同演算法。第十四章是模型的描影和顏色。這五章說明標準的繪圖方法和一些較新的技巧，如分裂法、八元樹法和追跡法。

第十五章我們探究不同系統的模式化技術。模式化套裝軟體提供了模擬系統的結構，然後經由繪圖程式來顯像。最後我們第十六章談到了繪圖套裝軟體的使用者介面。

在大學部，介紹的課程可以安排在第第二到第八章的一些基本主題，再加上一些三維的概念與方法。後面幾章的主題可當作輔助教材。對研究所的課程，二維的部份可以較快帶過，而將重點擺在後面幾章，特別是三維的表示法、三維的觀視、隱藏面消除、描影和顏色模型，並賦予較深的層次。

許多人對這份計劃貢獻良多。對這許多提供影片和教材的單位和個人，我們再次的深致謝忱。我們同時也感謝學生們在課堂上對這份教材所提供的意見，還有許多人所提供的手稿。值得一提的是：Norman Badler, Brian Barsky和Steve Cunningham為改進本教材提供了許多寶貴的建議。此外，還要感謝編輯 Jim Fegen先生，在準備這本書時的耐心和勇氣，以及產品編輯 Tracey Orbint 和Kathy Marshak，設計者Lee Cohtn與 Prentice-hall 同事們為這件工作所加注的特色。

Donald Hearn

M. Pauline Baker



電腦繪圖學是一門新興的技術，俗稱為電腦輔助設計（CAD）或電腦輔助繪圖，從硬體來說，它是電腦主機和繪圖機的組合，前者提供了龐大的資料處理和計算能力，後者則提供了多變化的即時顯像能力。

電腦繪圖學的最大優點在於它的交談性，藉助於巧妙的繪圖軟體程式，使用者在執行分析或設計的過程中，可以任意選定指令，要求主機遵循其意旨而操作，而電腦主機則利用繪圖機將其執行結果即時顯示於螢幕之上，此一方式使得使用者和電腦之間的溝通變得十分有效而直接，完全掃除了傳統電腦分析時，主機與使用者不得溝通之弊病。交談式電腦繪圖的應用範圍極為廣泛，舉凡電子、機械、土木、建築、造船、航空、醫學、化學、物理、統計、商業、電影、電視等，俱為其發揮效能之理想領域。

好友黃耀明君，半年前告以準備翻譯此書，余極樂觀其成，原因如下：(1)黃君任職於電腦公司，對於電腦繪圖之硬體設備瞭若指掌，翻譯此書對他來說，有若水到渠成。(2)市面上之電腦繪圖書籍雖然不少，但是能夠兼顧硬體與軟體，原則與細節者，並不多見，本書即為少數之一。根據個人年來之教學經驗，本書深入淺出，非常適合作為大學部電腦繪圖學的教材。(3)本書原作者為電算機方面之名教授且出書年代較晚，所介紹之新技術新理論遠比同類書籍為多，因此頗具前瞻性。(4)本書涵蓋範圍甚廣，包含二度空間及三度空間之轉換，顏色和光度模型，隱藏線和隱藏面的處理，交談性之介紹，以及使用者之介面設計，應有盡有，原書並附有甚多之應用程式，非常便利初學者之使用。

希望黃君此一譯著的完成，能夠對我國 CAD 的發展有推動之助益，更希望在不久的將來，在我們這塊土地上，能夠出現屬於中國人的電腦繪圖學原著，願與青年學子共勉。

國立台灣大學土木工程研究所

楊永斌 1987 年月 11 日

譯 序

電腦繪圖是一門新興的科技，也是在電腦科學裏一個很特殊的應用領域。筆者因工作上的關係，得以有機會接觸到一些它在電腦上的實際應用。

坊間電腦繪圖學的書並不多，而這一本是內容最充實的，也是我最喜歡的。但因前些日子，這本書的原文書缺貨，總使我想將它翻譯成中文以饗同好。在翻譯的過程中，對於專有名詞的中譯，盡量採用一些較常使用而清晰的譯法。附在最後的索引和中英對照表，希望能給讀者帶來一些俾益。

對於這本書的順利出版，我由衷感謝全華公司陳本源先生和蕭榮修先生的支持，馬永昌和駱國欽兩位好友的協助，以及全華公司各部門的全力配合，謹此致謝。

看著這本書即將付梓，心裏著實有說不出的高興，願這本書能給那些致身於電腦繪圖的夥伴們，帶來一些幫助。

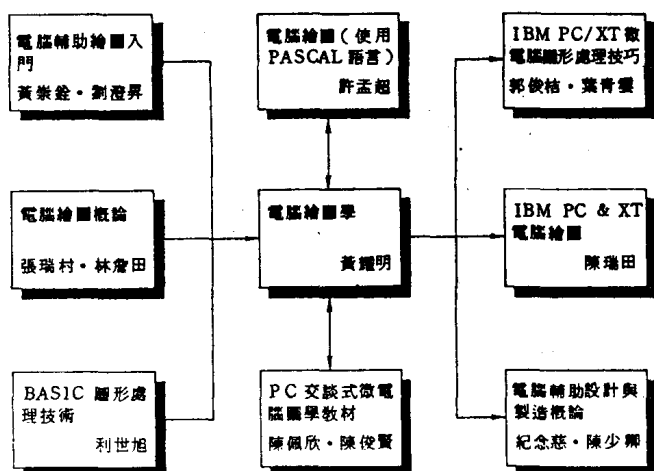
黃 耀 明 謹識

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

坊間有關電腦繪圖的書籍雖然不少，但是要找一本能夠兼顧硬體與軟體、原則與細節者，並不多見。本書譯者以其在電腦公司接觸電腦繪圖之長期經驗，將這本內容充實的好書介紹給大家。書中包含二維及三維之轉換、顏色和光度模型、隱藏線和隱藏面的處理等，是大專機械、電機、土木、資訊科系學生及從事電腦繪圖人員的最佳參考書。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習微電腦圖學方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。





1

電腦繪圖的巡禮

1

1-1	電腦輔助設計	2
1-2	圖形、表格和模型	9
1-3	電腦藝術	15
1-4	電腦動畫	21
1-5	繪圖的使用者介面	26
1-6	家庭用繪圖	26
1-7	影像處理	27
	參考資料	33

2

繪圖系統的概視

35

2-1	顯像裝置	37
	更新式陰極射線管	37
	隨機掃描和光柵掃描監視器	40
	彩色CRT監視器	42
	直視儲存管	44
	電漿畫板顯像	45
	LED和LCD監視器	47
	雷射裝置	48
	三維監視器	48
2-2	硬拷貝裝置	50
	印表機	50

繪圖機	52
2-3 交談式輸入裝置	55
2-4 顯像處理器	57
隨機掃描系統	58
DVST系統	60
光柵掃描系統	60
2-5 繪圖軟體	61
座標表示	62
圖形功能	63
軟體標準	63
參考資料	65
習題	65

3 輸出元件 67

3-1 點與線	67
3-2 畫線演算法	68
DDA 演算法	69
布氏線演算法	71
載入圖形緩衝器	75
3-3 線的順暢化	76
3-4 線的指令	78
3-5 區域充填	80
3-6 畫圓演算法	80
圓方程式	81
布氏圓演算法	82
橢圓	86
3-7 其它的曲線	87
3-8 字元的產生	88
3-9 顯像處理器的指令集	90
光柵掃描系統	90

隨機掃描系統	91
3-10 摘 要	91
3-11 應 用	91
參考資料	95
習 題	96

4

輸出元件的屬性 99

4-1 線型式	100
線的種類	100
線的寬度	101
線的顏色	102
4-2 顏色和強度	102
顏色對照表	103
灰 度	104
4-3 區域充填	105
掃描線演算法	105
區域邊界的順暢化	114
邊界充填演算法	117
洪水充填演算法	119
區域充填指令	120
4-4 字元屬性	123
文字屬性	123
記號屬性	126
4-5 查詢函數	126
4-6 封閉屬性	127
直線屬性	128
顏色與強度屬性	129
區域充填屬性	130
文字屬性	130
記號屬性	131

4-7	摘 要	131
	參考資料	132
	習 題	133

5 二維的轉換 135

5-1	基本的轉換	136
	平 移	136
	縮 放	137
	旋 轉	138
5-2	矩陣表示法和均質座標	140
5-3	複合轉換	141
	平 移	142
	縮 放	142
	旋 轉	142
	相對於固定點的縮放	143
	相對於樞軸點的旋轉	143
	任意方向的縮放	144
	並置性質	145
	一般轉換方程式	146
5-4	其它的轉換	149
	反 射	149
	剪 變	152
5-5	轉換指令	153
5-6	光柵系統的轉換方法	155
	參考資料	156
	習 題	156

6 開視窗和切割 159

6-1	開視窗的概念	159
6-2	切割演算法	163

線切割	164
區域切割	173
文字切割	178
空白操作	179
6-3 視窗 - 視區的轉換	180
參考資料	181
習題	182

7 段 185

7-1 段的概念	185
7-2 段檔	187
7-3 段的屬性	191
7-4 多重工作站	194
7-5 摘要	196
參考資料	197
習題	197

8 交談式輸入方法 199

8-1 實際輸入裝置	199
鍵盤	200
觸摸板	202
光筆	204
繪圖板	205
搖桿	208
追跡球	209
老鼠	209
聲音系統	210
8-2 輸入裝置的邏輯分類	211
8-3 定位裝置	212
8-4 向量裝置	214

8-5	字串裝置	214
8-6	定值裝置	215
8-7	選擇裝置	216
8-8	選取裝置	216
8-9	交談式圖形構建技巧	218
	基本的定位方法	218
	限 制	220
	網 格	221
	重力場	221
	橡皮帶法	222
	打草圖	223
	拉 移	225
8-10	輸入函數	225
	輸入模式	225
	請求模式	227
	取樣模式	228
	事件模式	228
	輸入模式的並行使用	230
8-11	摘 要	230
	參考資料	231
	習 題	231

9 三維的概念 233

9-1	三維的座標系統	235
9-2	三維的顯像技術	236
	平行投影	237
	透視投影	237
	強度信號	238
	隱藏線消除	238
	隱藏面消除和描影	239