

C語言 在CG/CAD之應用

陳瑞田·張瑤輝 編譯

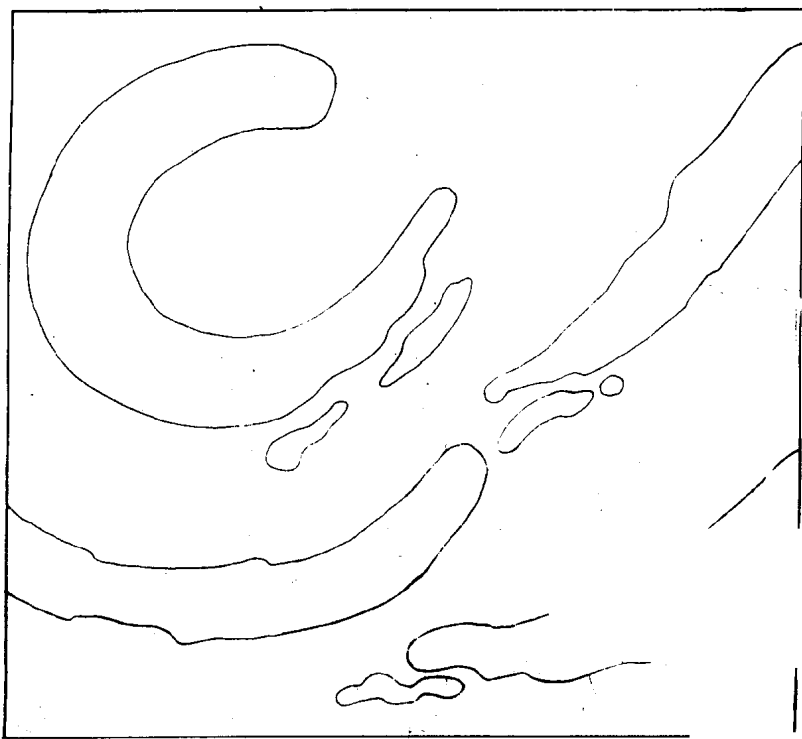


全華科技圖書股份有限公司

世界图书出版公司

C語言 在CG/CAD之應用

陳瑞田·張瑤輝 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行
世界图书出版公司重印

期 限 表

C语言

在CG/CAD之应用

陈瑞田 等编译

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年 2 月第 1 版 开本: 711×1245 $\frac{1}{4}$

1991年 2 月第 1 次印刷 印张: 4

印数: 0,001—1,020 字数: 16.1 万字

ISBN 7-5062-0827-X J·TP·6

定价: 3.40 元

本书经全华科技图书股份有限公司香港和中国大陆总代理

香港出版社有限公司特许世界图书出版公司独家重印

限国内发行

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，我們本着這個原則，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



電腦的應用技術中，CG (Computer Graphics) 以及 CAD (Computer Aided Design) 的領域裏，以往均為大型電腦系統為主，因此，這些系統都是屬於高度技術及高額的投資。所以，CG 及 CAD 的使用者侷限於部份的企業及研究機構，而無法普及化。

但是，目前由於科技進步以超 LSI 為中心之各種電腦機器皆朝著高性能化、低價格化方向發展，因而CG及CAD的使用者也不再侷限於大企業及研究機構，一般之中小企業到各種機構，目前都充滿著一股「個人化」(personal) 的氣氛，同時，各項應用技術也日益精進。

另一方面，C 語言的發展與普及非常快速，如同開啓了一個新時代似的，而C語言亦轉移至個人電腦上，並將其應用到CG及CAD的領域。

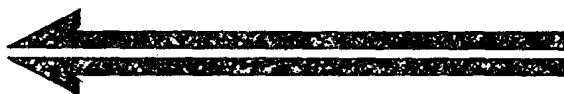
筆者領導一研究小組，並結合所有參加之學生的力量，以C語言發展CG及CAD，並組成「C&CG研究會」，定期將研究成果在相關之學會發表，同時，並於工業調查會發行之「自動化技術」雜誌上連載。

目前，在程式設計者之間，也深深感到C語言的有效性，而有關語法的書籍也出版甚多，本書的主要重點並不在於C語言的文法，而是以使用C語言能達到的具體成效為著眼點，為此而將刊於連載之內容再編集成本書問世。

長江貞彥

125.00/63

譯者序

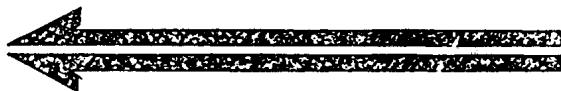


隨著科技不斷地進展，電腦的應用技術，無論就硬體或軟體而言，都有令人喝采的表現。本書主要以微電腦級的硬體架構為基礎，配合C語言軟體之特點，來闡述電腦繪圖（Computer Graphics）及電腦輔助設計（Computer Aided Design）之觀念與應用。

以往，討論電腦繪圖或電腦輔助設計大都以BASIC語言為主，也因此談論的主題及深度皆未能令人滿意，因此，本書作者即以群體之力量，闡述整個基本電腦繪圖及電腦輔助設計架構及原理，並以C語言之特點，實例說明其原理之應用及程式撰寫架構、技巧，誠為一本極具魅力的參考書籍，也因為如此，方能觸動譯者執筆之動機。

譯者才疏學淺，雖力求完善，但恐仍有疏失，尚祈先進高明不吝指正。

編輯部序

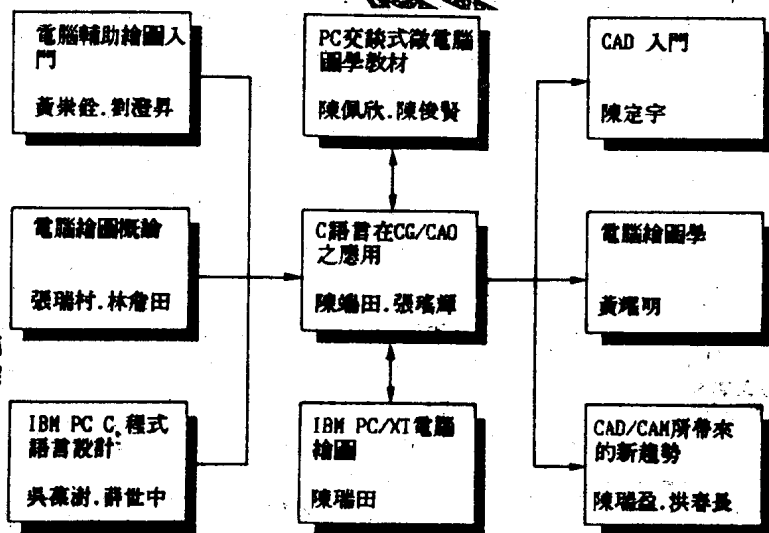


「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕對不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

隨著個人電腦硬體功能的加強和 CG/CAD 技術的成熟，使電腦輔助設計及繪圖逐漸形成風尚。本書是在介紹 CG/CAD 原理架構環境下，配合以 C 語言的程式實例，深入浅出地剖析其原理及應用，如果您已熟悉 C 語言，想在 CG/CAD 領域裏發揮更大效能，本書為您提供一絕佳的途徑。

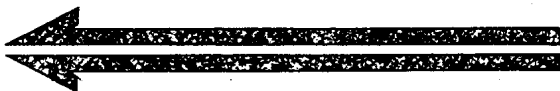
為了使您有系統且循序漸進研習微電腦方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流程图



目

錄



第〇章 使用指引	1
0.1 軟硬體環境	1
0.2 程式執行及撰寫	2
0.3 執行程式	3
0.4 注意事項	4
第一章 圖形處理(1)	5
1.1 以直線構成的圖形	5
1.2 以圓構成的圖形	7
1.3 應用圖形	9
1.4 程 式	10
第二章 圖形處理(2)	19
2.1 繪圖座標系統	19
2.2 二維座標轉換	20
2.3 AFFINE 轉換	22
2.4 程 式	26
第三章 圖形處理(3)	37
3.1 製作三角函數表	37
3.2 李沙育圖形	39
3.3 亂數的使用	40

3.4	三維座標轉換	41
3.5	補充事項	47
3.6	程 式	48
第四章	圖形處理(4)	63
4.1	描繪曲線及曲面	63
4.2	向量(vector)	63
4.3	內 插	65
4.4	近 似	66
4.5	曲 面	67
4.6	建 議	68
4.7	程 式	69
第五章	圖形處理(5)	89
5.1	CAD系統的組成	89
5.2	CAD的資料庫	91
5.3	圖面資料結構安排	96
5.4	交談式CAD系統的指令	98
5.5	交談式CAD系統的組成與運用	99
第六章	應用圖形(A)	103
6.1	Wireframe 模式	103
6.2	Surface 模式	105
6.3	Solid 模式	106
6.4	B-Reps 表示法	107
6.5	CSG表示法	109
6.6	Wireframe 模式實例	111
6.7	程 式	113

第七章 應用圖形(B)	117
7.1 基本程式	117
7.2 螺絲製圖	118
7.3 六角螺栓製圖	120
7.4 簡易型CAD的使用	121
7.5 向標準化邁進	121
7.6 程 式	123
第八章 CAD/CAM的現況與未來	135
8.1 CAD/CAM的現況與未來	135
8.2 何謂CAD/CAM	137
8.3 CAD/CAM系統的組成	139
8.4 CAD的圖形產生	139
8.5 圖形編修	141
8.6 CAD/CAM系統的引進	151
附錄 C語言與其他語言之比較表	153



使用指引

本書主要是介紹如何使用C語言（C language），來撰寫有關CAD（Computer Aided Design）及CG（Computer Graphics），讀者除了需具備電腦繪圖／電腦輔助設計的基本理論外，同時必須具備電腦語言的基礎——尤其是C語言。

C語言是一種多功能的電腦語言，它具有簡潔、有效率以及結構化，同時執行速度比BASIC、COBOL、FORTRAN等快得多，因此，本書嘗試以C語言（C86）來撰寫CAD/CG程式（參考日文工業調查會所編之C言語によるパソコンCAD・CG，1986），其適用之硬體、軟體環境分述如下。

①.1 軟硬體環境

1. IBM PC-XT or AT (8088, 8086 CPU)

- 具備彩色繪圖介面卡（color graphic adapter）。
- 彩色繪圖終端機。

2. IBM PC-XT, AT相容產品（8088, 8086 CPU）

- 具備MGC卡（如宏碁產品）或Hercules卡。

2 C語言在CG/CAD之應用

- 在國喬中文系統之“繪圖”模態下或倚天中文系統下。

3. IBM 5550 系統電腦。

(以上任一種硬體配備皆可執行)

4. 記憶體需求

- 主記憶體至少128K。
 - 至少256K磁片空間。
- (最好有硬式磁碟機(hard disk)或二部軟式磁碟機)。

5. 作業系統

- IBM PC-XT, AT (單色及彩色)
MS-DOS 2.0 以上
PC-DOS 2.0 以上
- IBM 5550 系統電腦
MS-DOS 2.3 以上

①.2 程式執行及撰寫

1. 程式執行

(1) IBM PC-XT or AT (彩色)

當執行磁片程式時，只需執行(RUN) CP*.EXE的CAD/CG程式即可(如鍵入CP 76再按↵鍵)。

(2) IBM PC-XT, AT (單色)

- 請先進入國喬中文繪圖模態或倚天中文系統。
- 再執行CP*.EXE之程式即可。

(3) IBM 5550 系統電腦

執行磁片中CP*.EXE之程式即可。

2. 程式撰寫

如果讀者欲自行建立程式後再執行的話，則需依照「OPTIMIZING C 86 USER'S MANUAL」之方式，撰寫C的程式然後作compiler及link動作。若讀者有硬式磁碟(hard disk)則可將下列之程式全部拷貝(copy)硬式磁碟中，利用PE2程式，依照書中之程式例開始撰寫CAD/CG之C程式。假若讀者僅有二部軟式磁碟機，那麼則可依照下述之建議，將工具程式作若干的分配，以達到撰寫C程式之目的。

0.8 執行程式

(如果程式中有 #include "*.C" 某個程式的話，則工作磁片中應含有此一程式，以進行 link 及 compiler 動作。)

1. 以 PE2 為工具依程式例撰寫主程式

在 A > PC filename 按 $\rightarrow$ 鍵 (如 A > PC CP 86 按 $\rightarrow$ 鍵) 然後依畫面指示操作即可。

此次作業檔 (PC.BAT) 之內容如下：(供作參考)

```
echo off
b:cc1 -e -m -b -h\ a:%1 %2 %3 %4 %5
if errorlevel 1 goto done
b:cc2 a:%1 %2 %3 %4 %5
if errorlevel 1 goto done
b:cc3 a:%1 %2 %3 %4 %5
if errorlevel 1 goto done
b:cc4 a:%1 %2 %3 %4 %5
if errorlevel 1 goto done

echo on
pause change disk:lib & link to driver b
b:link a:%1 %2 %3 %4 %5,,NUL,b:CHEN+b:ibmpcb+b:c86b2s
echo off
if errorlevel 1 goto done1
goto over
echo on
:done1
pause error in linking
:over
```

註：讀者可自行撰寫 Batch file

2. 磁片安排

- (1) 如讀者擁有硬式磁碟機 (hard disk) 則將程式全部拷貝 (copy) 至 C driver 即可。
- (2) 如讀者僅有二部軟式磁碟機則建議作如下之安排：

工作磁片 (第一片)

COMMAND.COM	PC.BAT	PE2.EXE
PE2.HLP	PE2.PRO	STDIO.H
CURSES.H	ERRONO.H	CTYPE.H
MATH.H	TIME.H	

編譯磁片(第二片)

```
CC1.EXE    CC2.EXE    CC3.EXE
CC4.EXE    STDIO.H    CURSES.H
ERRNO.H    CTYPE.H    MATH.H
TIME.H
```

連結磁片(第三片)

```
IBMPCB.LIB  C86B2S.LIB  CHEN.LIB
CHEN.OBJ    CHEN1.OBJ  LINK.EXE
```

①.4 注意事項

1. CHEN.LIB之內容如下：

- (1) 請利用marion之指令將CHEN1.obj變成CHEN.LIB。
- (2) CHEN1.C之程式如下：

```
set_gra() /*set the graphics mode for ibm 5550 */
{
    struct regval {int ax,bx,cx,dx,si,di,ds,es;} cal;
    {
        cal.ax=10;
    }
    _sysint (0x10, &cal, &cal);
}
```

2. 有些程式在撰寫最好不採用太多#include的寫法，以免產生不必要的Error，因此，在本程式中之CP124，CP125，CP127在Link時請務必將CP121.obj及CP123.obj一起作Link動作，以免產生Error。
3. 請讀者注意各類型電腦之顯示幕解析度之差異，最好能在程式中重新設定其顯示幕之邊界條件。

如：IBM 5550 電腦顯示幕解析度為1024×768，IBM PC 相容電腦一般顯示幕解析度為640×200（尚未進入國喬或倚天系統時）。

圖形處理(1)

本章將介紹一些基本圖形處理的例子，如直線與圓等。

1.1 以直線構成的圖形

首先將舉出2~3個以直線構成圖形的例子。

《例1》 以長度 $a = \text{常數}$ 的線段在直角座標上移動時將其軌跡描繪出，此種圖形叫做 Asteroid。此圖是限定在 $x > 0$ ， $y > 0$ 的場合，實際上可把全部的象限列入考慮，此情形如程式 CP 61.C 所示。

此程式以 CRT 的中心當做原點，亦即在第 32~35 行的 line 敘述中做變換處理。常數 $a = 100$ ， x 、 y 軸的增量定為 10，如第 7、8 行敘述。

程式 CP 61 的執行結果，可將此圖由 CRT 的輸出畫面 Hard - Copy 至列表機。

《例2》 將圓周做奇數等分（偶數亦可），把所有的等分點以直線連接，則做成 diamond pattern 的圖形。在程式 CP 62 中，圓半徑設為 150，等分為任意選擇。

在此程式中PI, MAX以#define定義好, 陣列x、y宣告為double型, 以便貯存圓周等分點的座標值, i、j為int型, 是為for loop次數變數。在第16行圓半徑r設為150, th(theta)是為圓周的1/n度, 單位是radian。

sin(), cos()函數之引數為double型, 返回值亦為double型, 於第14行宣告。C1-C86及optimizing C86中, sin(), cos()皆為library中的標準函數。在此, 三角函數的引數一律使用double型, 並以radian計算。

此程式執行結果如CP62及其結果。圖中則為把n設為15所得到的結果。
 《例3》 以上的例子皆以line的起點及終點座標值簡單地處理, 但也可以2點做出較複雜而更美觀的圖形。在此以sin()及cos()為例加以組合, 如程式CP63所示。

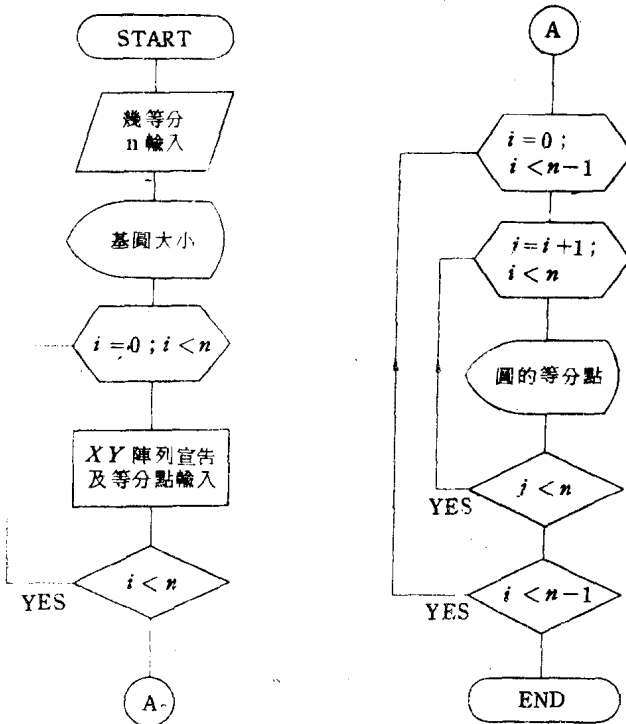


圖 1.0