

製作AutoCAD的另一視窗

機械元件的選用

賴宏俊 陳沐堯

國立屏東技術學院機械工程系

摘 要

本文係以AutoCAD為基礎環境，透過其開放性架構特色與內建AutoLISP語言結合，撰寫簡捷化與彈性化之自動繪圖系統。由於AutoLISP可以控制AutoCAD的系統參數，也可以撰寫command下的指令，再加上有迴圈、判斷等敘述，因此藉由LISP語言，可以大大提升我們繪圖的多樣化、自動化。本文係使用AutoLISP的主要功用之一，建立基本機械元件的系統，由幻燈片或由下拉式功能選取物體，我們只要簡單輸入相關的參數，即可將常用的基本元件自動繪出來。

關鍵字：自動化、幻燈片、功能表、迴圈、假如。

列中。熔接符號在機械製圖上頗為常用，結合AutoCAD能更迅速地幫助使用者完成工作。在使用此類的輔助程式時，為求得方便、簡單的效果，顯示出標準元件的圖形或其名稱讓使用者選擇是比較良好的考量，因此幻燈片和圖像功能表便孕育而生。

本文以詳細的敘述說明如何製作AutoCAD的幻燈片及下拉式功能表的製作，使用AutoLISP的好處無非是有效率管理自己的繪圖工具，一張複雜的工作圖往往要繪製數小時之久，而如何將常用的基本元件管理、圖面紙張的選用、建立參數式的自動繪圖技術，這些就必須藉內建語言AutoLISP來設計，規畫。由於標準元件使用頻率很高，因此，我們有興趣將它們網集在一張可供使用的圖面上，這樣，我們可以任意選一物體，然後輸入兩、三個變數，而達到省時、自動化的目的【7】。

前 言

AutoLISP語言是最容易學習的程式語言之一，AutoLISP是LISP語言的部分集合，而LISP是被選來做為研究發展人工智慧和專家系統的語言，使AutoCAD的功能提升到最大【1】。使用LISP，可以存取檔案內的每個圖元資料，也可以知道圖檔內所使用的系統變數和符號表的內容，並進而控制和修改這些資料。

以AutoLISP語言來建立機械元件的自動繪圖系統，已有為數不少的人投入此行

基本機械元件的規範

機械元件的種類繁多，但本文只做了四樣常用的機械元件，分別是(1)螺栓(2)軸(3)彈簧(4)軸承。

以下則是針對機械元件製圖的簡易畫法與一般畫法、標註方式作介紹【8】。

(1)六角頭螺栓

1. 一般畫法，如圖 1

2. 簡易畫法，如圖 2

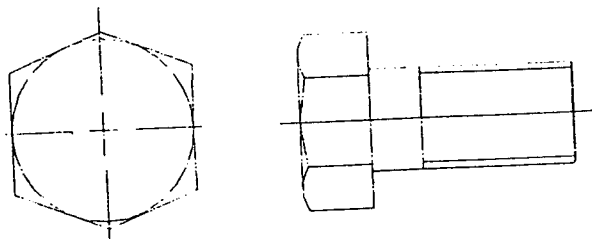


圖 1. 六角螺栓一般畫法

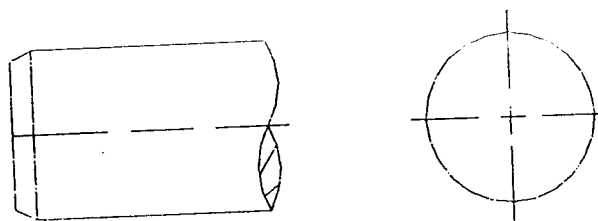


圖 3. 軸一般畫法

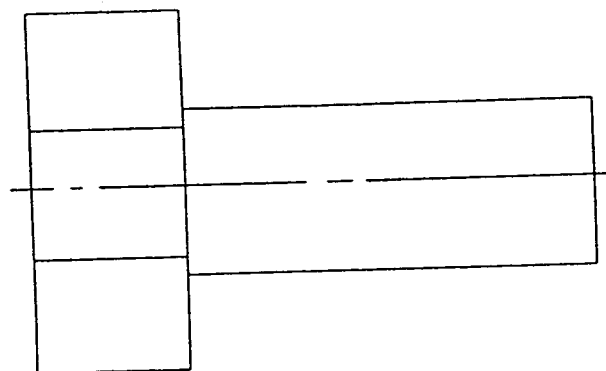


圖 2. 六角螺栓簡易畫法

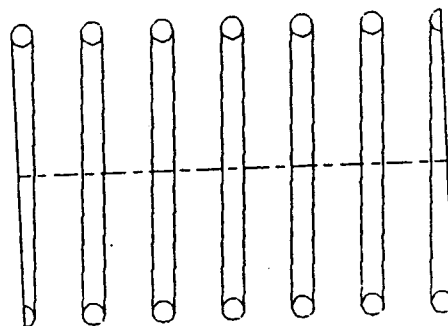


圖 4. 彈簧一般畫法

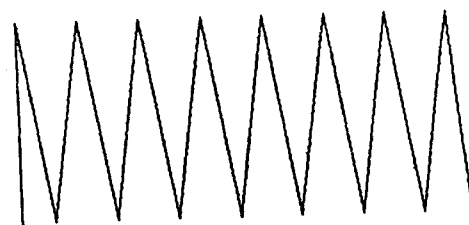


圖 5. 彈簧簡易畫法

表 1. 六角螺栓規格表【7】

六角頭螺栓(上·中·普通)		單位 mm						
螺紋之公稱 (d)	d ₁ 基準 尺寸	H 基準 尺寸	B 基準 尺寸	C 約	D 約	r ^o 最大	h 約	
M3×0.5	3	2	5.5	6.4	5.3	0.2	0.6	
(M 3.5)	3.5	2.4	6	6.9	5.8	0.2	0.6	
M4×0.7	4	2.8	7	8.1	6.8	0.3	0.8	
(M 4.5)	4.5	3.2	8	9.2	7.8	0.3	0.8	
M5×0.8	5	3.5	8	9.2	7.8	0.3	0.9	
M 6	6	4	10	11.5	9.8	0.5	1	
(M 7)	7	5	11	12.7	10.7	0.5	1	
M 8	8	5.5	13	15	12.6	0.5	1.2	
M 10	10	7	17	19.6	16.5	0.8	1.5	
M 12	12	8	19	21.9	18	0.8	2	
(M 14)	14	9	22	25.4	21	0.8	2	
M 16	16	10	24	27.7	23	1.2	2	
(M 18)	18	12	27	31.2	26	1.2	2.5	
M 20	20	13	30	34.6	29	1.2	2.5	
(M 22)	22	14	32	37	31	1.2	2.5	
M 24	24	15	36	41.6	34	1.6	3	
(M 27)	27	17	41	47.3	39	1.6	3	
M 30	30	19	46	53.1	44	1.6	3.5	
(M 33)	33	21	50	57.7	48	2	3.5	
M 36	36	23	55	63.5	53	2	4	
(M 39)	39	25	60	69.3	57	2	4	
M 42	42	26	65	75	62	2	4.5	
(M 45)	45	28	70	80.8	67	2	4.5	
M 48	48	30	75	86.5	72	2	5	

3. 規格，如表 1

4. 標註方式

螺紋之公稱(M)x螺紋之長度(L)，如 M3x16代表 M3之螺絲長16mm。

(2)軸

1. 一般畫法，如圖 3

2. 標註方式

直徑x長度，若有導角、圓角亦須標出。長 250mm，半徑50mm的軸表示為： $\psi 100 \times 250$

(3)彈簧

1. 一般畫法，如圖 4

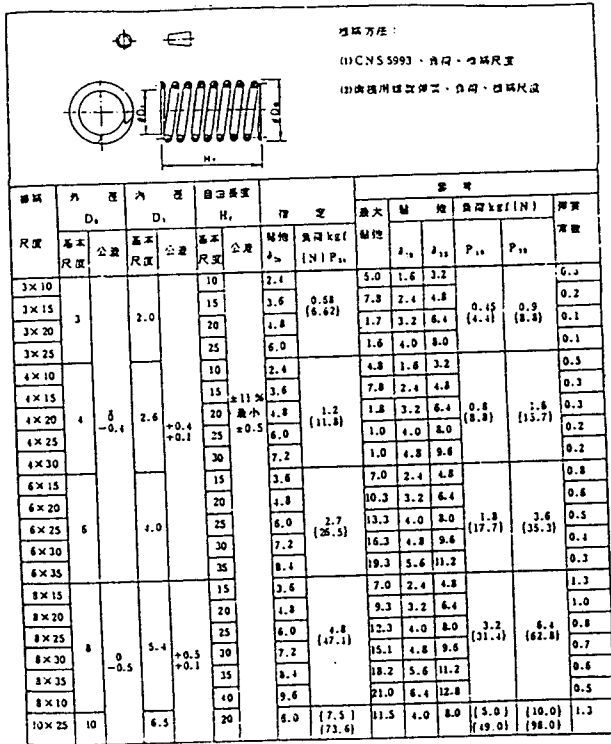
2. 簡易表示法，如圖 5

3. 規格，如表 2

4. 標註方式

彈簧之標稱方法以CNS總號或名稱及其標稱號碼或標稱尺度組合標稱之。設一壓縮彈簧之外徑 $D_0=10\text{mm}$ ，內徑

表 2. 彈簧規格表【8】



標註方法：
 (1) CNS 5993 · 角碼 · 標稱尺寸
 (2) 與通用標註法 · 角碼 · 標稱尺寸

線碼	外徑		內徑		自由長度		標定		容許				彈簧					
	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	基本尺寸	公差	解物	角碼 kgf	最大	最小	角碼 kgf (N)	彈簧						
3x10	3		2.0		10		2.4		5.0	1.6	3.2	0.3						
15						3.6	0.58 (6.62)	7.8	2.4	4.8	0.2							
20						4.8		1.7	3.2	6.4	0.15 (4.4)	0.9 (8.8)	0.1					
3x20	3		2.0		25		6.0		1.6	4.0	8.0	0.1						
3x25					4	2.6	±11%	10		2.4		4.8	1.6	3.2	0.3			
15									3.6		7.8	2.4	4.8	0.3				
20		4.8	1.2 (11.2)	1.8				3.2	6.4	0.8 (8.8)	1.6 (15.7)	0.2						
4x10	4	-0.4	2.6	±0.4 ±0.1	25		6.0		1.0	4.8	9.6	0.2						
4x15					6	4.0		30		7.2		7.0	2.4	4.8	0.8			
4x20								8	5.4	±0.5 ±0.1	15		3.6		9.3	3.2	6.4	0.6
4x25	10	6.5		20								4.8		10.3	3.2	6.4	0.5	
4x30				15			25					6.0	2.7 (25.5)	13.3	4.0	8.0	1.8 (17.7)	3.6 (35.3)
6x15							20			30		7.2		16.3	4.8	9.6	0.3	
6x20	25									35		8.4		19.3	5.6	11.2	1.3	
6x25				30						40		9.6		7.0	2.4	4.8	1.0	
6x30							35			45		10.8		9.3	3.2	6.4	0.8	
8x15	40									50		12.0	4.8 (47.1)	12.3	4.0	8.0	3.2 (31.4)	6.4 (62.8)
8x20				45						55		13.2		15.1	4.8	9.6	0.6	
8x25							50			60		14.4		18.2	5.6	11.2	0.6	
8x30	55									65		15.6		21.0	6.4	12.8	0.5	
8x35				60						70		16.8		6.0	7.5 (73.6)	11.5	4.0	8.0
8x40							65			75		18.0		11.5	4.0	8.0	1.3	
10x25	70									80		20.0		11.5	4.0	8.0	1.3	

$d_i=5\text{mm}$ ，自由長度 $H_f=25\text{mm}$ ，則可標稱
 CNS5993 · 10x5x25

(4) 深槽滾珠軸承

1. 一般表示法，如圖 6
2. 簡易表示法，如圖 7
3. 規格，如表 3

4. 標註方式

規格號碼或規格名稱，標稱號碼，材料
 如：JIS B 1551 6002 FC 20為日本工
 業標準6002型，灰口鑄鐵之FC20之規格

系統之原理與製作

本文所做的繪圖系統只略具雛形，並
 沒有將所有的機械元件規畫。從這簡單雛
 形製作，你將會很輕易發現LISP語言並不

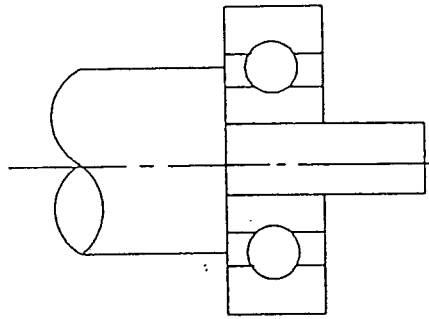


圖 6. 深槽滾珠軸承一般畫法

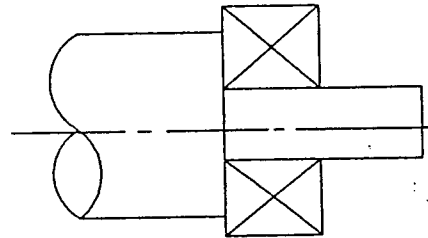


圖 7. 深槽滾珠軸承簡易畫法

表 3. 軸承規格表【8】

軸承系列 60

公稱號碼		主要尺寸			
開放形	單面填封	d	D	B	r
607	607Z	7	19	6	.5
608	608Z	8	22	7	.5
609	699Z	9	24	7	.5
6000	6000Z	10	26	8	.5
6001	6001Z	12	28	8	.5
6002	6002Z	15	32	9	.5
6003	6003Z	17	35	10	.5
6004	6004Z	20	42	12	1
6005	6005Z	25	47	12	1
6006	6006Z	30	55	13	1.5

是一個很難的語言，而且彈性空間也很
 大，你也可以從事更多、更不同的工作。

茲就本系統繪圖理論與相關製作檔案
 敘述如下：

(1) 系統設計與流程

本系統設計係採用模組化結構，以Au-
 toCAD 內建語言 LISP，將螺栓、軸、彈
 簧、軸承等分別建立副程式，由主程式逐
 一呼叫使用，這種由上而下之架構脈絡分

明，可讀性高，且對日後維修與擴充也十分方便。

本文爲了簡化操作過程，特將主程式函數化爲AutoCAD 可執行的命令，並置於螢幕功能表中，可直接由滑鼠選取並驅動執行。

(2) 工作圖繪圖理論

1. 螺栓

根據 L, D ，找出圖上11點的關係，再以鏡射的概念即可得到整個物體，如圖 8

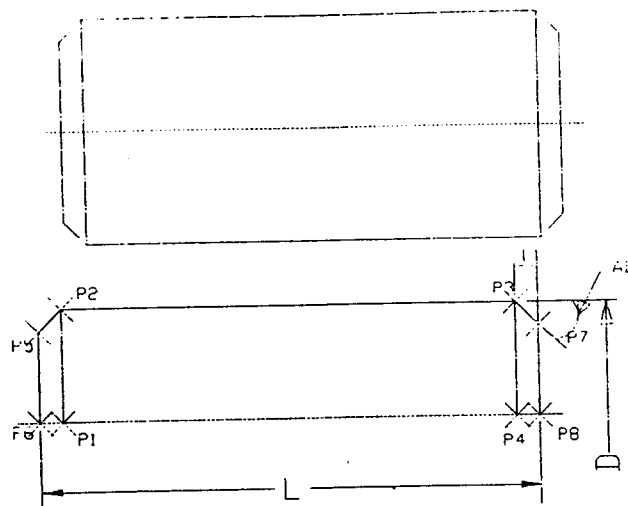


圖 9. 軸繪製理論圖

2. 軸

根據 $L, D, A1, L1$ ，找出上面八點的相互關係與導角的大小，再以鏡射的概念，即可得到軸的圖，如圖 9。

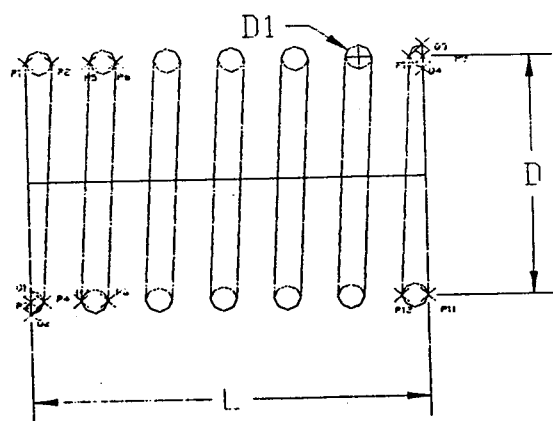


圖 10. 彈簧繪製理論圖

3. 彈簧

根據 $L, D, D1, N$ (圈數) 找出以上 $P1$ 至 $P12$ 的相互關係， $Q1$ 至 $Q4$ 的位置，再以 ARRAY 的指令複製，如圖 10。

4. 軸承

根據 $d, d1, d2, w$ 找出圖上14點的關係，再以鏡射的概念即可得到整個軸承的關係。

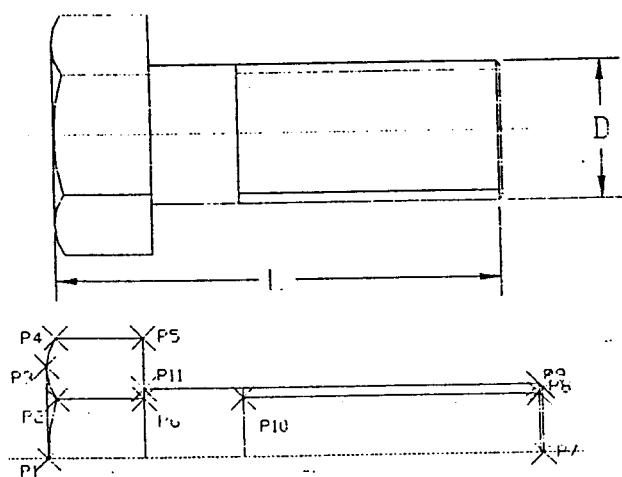


圖 8. 螺栓繪製理論圖

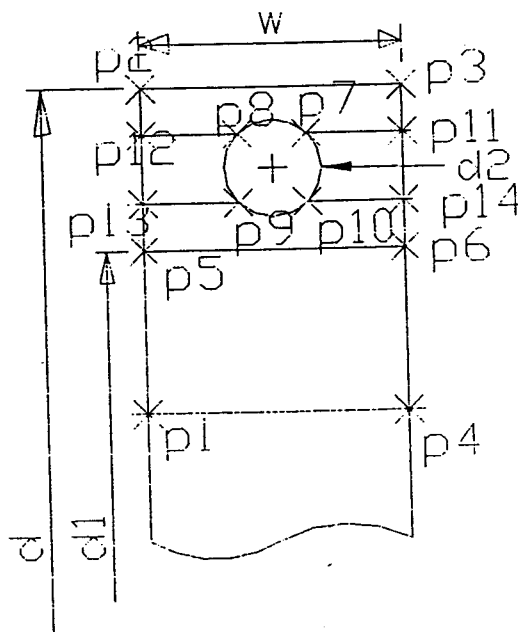
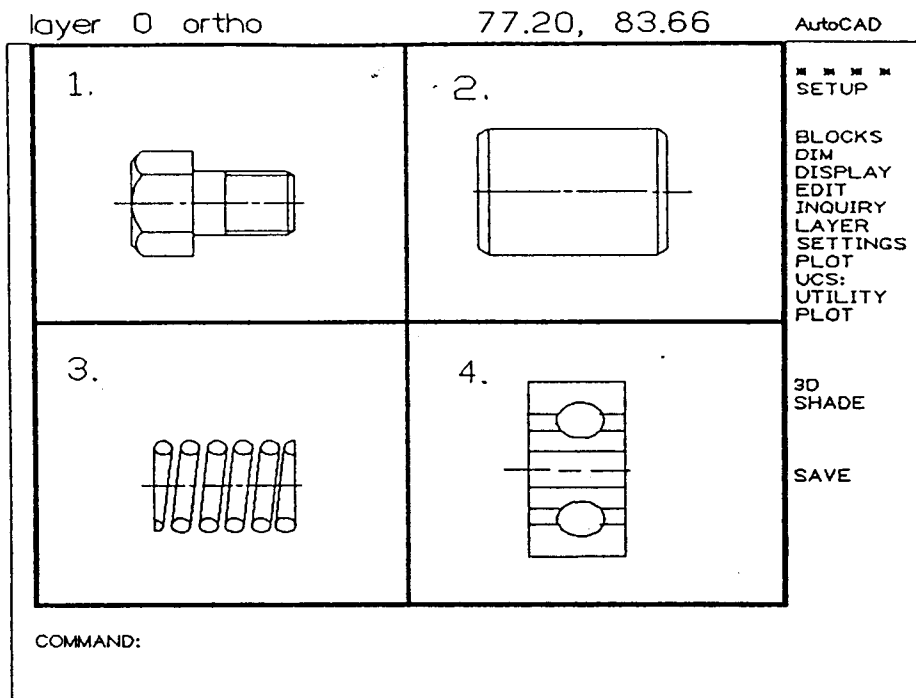


圖 11. 軸承繪製理論圖



12. 幻燈片

(3) 幻燈片的製作

製作幻燈片如圖 12，在螢幕上以長、寬各100單位的大小，繪製好後在AutoCAD命令下，鍵入

command: vslide
slide file: a:good

至於游標要如何抓圖元，藉著get point指令可輸入一點得到點座標位置，然後判斷點座標是滿足框1, 2, 3, 4的那個部分，如此一來在主程式中經過判斷後，就可分別執行螺絲、軸、彈簧或軸承的副程式。

(4) 圖像功能表的建立

本文各機械元件之自動繪圖程式建立後，已可單獨呼叫並執行之，但因操作過程仍須鍵入程式名稱，而有時會輸入錯誤之現象。有鑑於此，本文利用AutoCAD開放性架構，透過其圖像功能表之修改將本系統加以整合，其圖像功能表如何建立呢？首先在 PE2下編輯具有 *.MNU的檔案，然後在 AutoCAD的環境下，執行 MENU指令，那圖像功能表就可以被建立，以下為檔案 1.MNU的內容：

```

*** screen
** s
【autocad】 ^c $s==s
【bitch】 ^c $s==linel
【fat】 ^c $s=fat
【lisp】 ^c ^c $s=lisp
.
.
.
** linel
【linel】 ^c line;0,0;300,300;^c
【previous】 $s=
** fat
【line2】 ^c line;0,0;400,200;^c
【previous】 $s=
** lisp
【ll】 ^c(load"a:ll");main;
【bolt】 ^c(load"a:bolt");(bolt);
【shaft】 ^c(load"a:shaf");(shaf)
【bearing】 ^c(load"a:bears");
(bears);
【return】 $s=

```

執行結果

本系統之軟、硬體需求如下：

適用版本：AutoCAD R10以上版本

硬體設備：IBM PC或其它相容電腦、電腦
鼠或數位板，數學運算器
(8087、80287、80387)

操作過程

本文以螺栓、軸、彈簧、軸承為範例，來說明本系統應用於零件圖繪製方式。以下為各元件之操作步驟。

(1) 首先執行AutoLISP之載入指令，將L1.lsp載入，即鍵入

command: (load "a:L1")

(2) 載入成功後，就會回應 Main函數。

(3) 此時螢幕上會出現一張幻燈片圖一所示，這時你就可以使用游標停在四個元件任何一元件上。

命令列會出現以下訊息

command: vslide

Slide file: a: good

choose one element

(4) 倘若游標停留在螺栓上，接著就會出現下列提示

command:

please input the relating
factor about the bolt

enter bolt diameter (mm)
=100

enter bolt lenth (mm) =200
enter bolt start point by
pointer

(5) 倘若游標停留在軸上，接著就會出現下列提示

command:

please input the

information about the shaft

enter the location:

enter the length of the
shaft: 200

enter the diameter of the
shaft: 100

leading angle: 45

leading length: 10

(6) 倘若游標停留在彈簧上，接著就會出現下列提示

command:

please input the basic data
about the spring

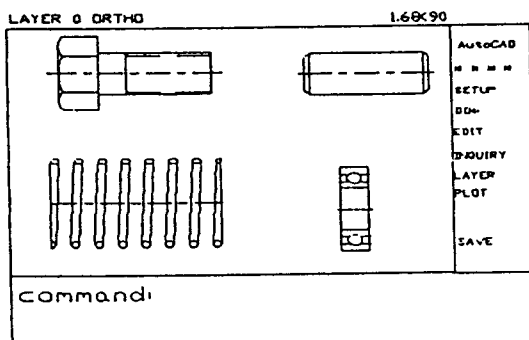


圖 13. 繪圖系統的環境

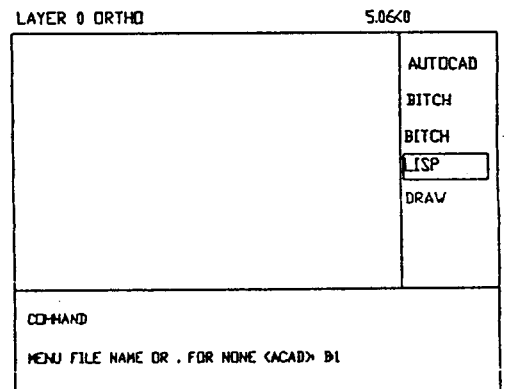


圖 14. 圖像功能表一

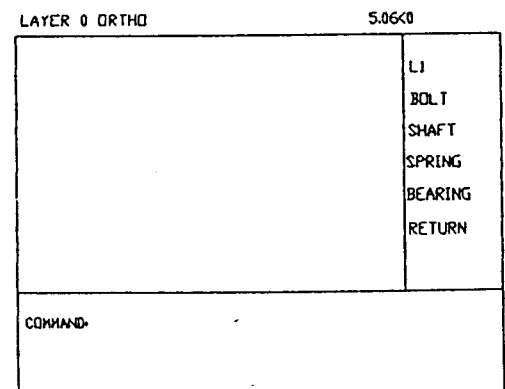


圖 15. 圖像功能表二

enter the location
enter the cerls: 7
enter the radins: 100
enter the length: 200
enter the string diameter: 8

(7) 倘若游標停留在軸承上，接著就會出現下列提示

please input the basic data
about the ball beaing
enter the start point
the outer diameter: 200
the inner diameter: 100
the width: 50
the ball diameter: 15

(8) 圖 13為執行步驟(4)-(7)的結果。同樣亦可在command狀態下鍵入menu，螢幕的右方會產生變化，見圖14。此時，可將游標移至LISP的地方，然後按滑鼠左邊的按鍵，然後會變成LISP目錄下的群組，見圖 15。然後選擇我們想要的機械元件，指令輸入方式如(4)-(7)。

結 論

由於電腦科技不斷的發展，電腦繪圖逐漸取代傳統繪圖成爲主流，因此，如何善用電腦繪圖便其用於自己的專業領域，實乃值得探討的課題。本規範雖然只有少數的基礎元件，但如何製作幻燈片、圖像功能表大致的方法都已說明過了，可提供大家當作參考。而更進一步如何控制尺度及標註尺度，中文字形的自動輸入，則礙於資料的有限，無法得知如何操作。相信有了這一次的經驗後，以後對Auto-LISP語言能更加瞭解，也希望能對您有所幫助。

參考文獻

1. 蔡爾振 撰稿，Autolisp的另一個窗口，自動化科技，1991，pp.162-165。
2. 奚永智，圖像功能表產生器，自動化科技，1992，pp.176-180。
3. 鄧日禎，AutoCAD電腦輔助CNS熔接符號標註自動化之研究，技術學刊，1992，pp.241-249。
4. 藍屹生，Autolisp使用手冊，自動化叢書，pp.13-30。
5. 張慶堂，Autolisp實務技巧，波前圖書公司，1990，pp.276-286。
6. 藍屹生，Autolisp易學易用專輯，基峰資訊，1993，pp.4-7。
7. 陳朝光、康淵、陸嘯程等著，CNS機械製圖(上冊)，1987，pp.336-337。
8. 劉鼎嶽編著，機械設計及機械設計製圖，1991，pp.578-618。

TO BUILD ANOTHER WINDOW ABOUT THE ADOPTION OF MACHINE ELEMENT BY AUTOCAD

Hlomjum Lai Monyio Chen

Department of Mechanical Engineering
National Pingtung Polytechnic
Institute

KEYWORD: automation、Slidefile、icon
menu、Loop、If.

ABSTRACT

This paper presents the development of an easy, flexible automatic drawing system based on the AutoCAD environment by combining the advantages of the opened structure and the

self-contained AutoLisp language. AutoLISP can be used to control the AutoCAD environment variables. The AutoCAD command can also be included in an AutoLISP program. Besides, the AutoLISP language supports the loop, if and repeat statements as well as the similar basic functions of the other computer languages. With the use of AutoLISP, we can enhance our drawing ability in a way of variety and automation. This paper shows the powerful performance of the AutoLISP language. We build a basic machine element system including bolts, shafts, springs and bearings. We can choose to draw any object from the slide file view or icon menu by inputting a few variables. The frequently used machine element can then be drawn automatically.