第9章:高階繪圖函式

9: High-Level Plotting Functions

R 內建許多繪圖工具函式,這些繪圖工具可以顯示各種統計繪圖並且自建一些全新的圖.R 繪圖工具函式之特色是用同一個繪圖函式,對不同類型的物件,可以作出不同的圖形.繪圖工具函式既可互動式使用,也可以批次處理使用.在許多情況下,使用"互動式"(interactive)執行 R 的圖形繪製,是一個相當有效的方式.

R 基本繪圖工具包含 高階繪圖函式 與 低階繪圖函式,或是合併二種方式形成互動式繪圖函式:

- 高階繪圖函式 (high-levlel plotting functions):
 直接形成完整圖形,圖形包括坐標軸,標籤,標題等等..
- 低階繪圖函式 (low-level plotting functions):
 是將點,線,座標與標籤等逐步形成圖形.
- 互動式繪圖 (interactive graphics functions):
 互動式繪圖指令允許互動式地使用其他電腦週邊設備 (如滑鼠), 在一個已經存 在的繪圖上, 加上圖形資訊或者萃取圖形中的資訊.

低階繪圖指令也可以在一個已經存在的圖形上,加上其它的圖形元素,例如,額外的點,線與標籤等等. R 基本繪圖過程是起始一個基本圖形 (高階或低階繪圖),對現有圖形加入其他元素 (低階繪圖).

繪圖工具函式所產生之圖形結果, 無法指定成物件, 必須送到 圖形裝置 (graphic device), 圖形裝置可以是一個視窗或某一特定格式之圖形檔案, R 可以將圖形儲存在 各種圖形裝置, 包含 pdf, ps, jpg, png 檔案等等. R 有一系列 圖形引數 (graphical parameters), 這些圖形引數可以修改或制定所需的圖形環境.

在 R 中還有有一個獨立的強大之繪圖系統, grid 套件, 類似 S-PLUS 裏的 Trellis 繪圖系統. 根據 grid 套件, 所建構的另一個較容易使用之 Lattice, (lattice) ggplot2, ggvis, GGobi (rggobi) 可以產生多重漂亮起專業的統計繪圖. 以下指令, 可以先看看 R 的圖形示範.

```
1 ## graphics demonstration
2 demo(graphics)
3 demo(image)
4 install.packages("lattice")
5 demo(lattice)
6 install.packages("ggplot2")
7 demo(ggplot2)
```

9.1 統計繪圖原則

統計繪圖是一專業學科,通常須多次嘗試才能得到專業水準的統計繪圖,多參考 些基本工具書是對統計繪圖非常有助益,例如:

- Cleveland (1985), The Elements of Graphing Data.
- Cleveland (1993), Visualizing Data.
- Wilkinso (2005), The Grammar of Graphics.
- R graphics:
 - Murrell (2011), R Graphics, 2nd ed.
 - Rahlf (2017), Data Visualisation with R.
 - Sarkarf (2008), Lattice: Multivariate Data Visualization with R.

- Abedin and Mittal (2015), R Graphs Cookbook, 2nd ed.
- Chang (2012), R Graphics Cookbook.
- Keen (2010), Graphics for Statistics and Data Analysis with R.
- Wickham (2012), ggplot2, 2nd ed.
- Takezawa (2012), Guidebook to R Graphics Using Microsoft Windows.
- Cook and Swayne (2007), Interactive and Dynamic Graphics for Data Analysis: With Examples Using R and GGobi.

統計繪圖是一專業學科, 顯示實質內容最重要, 優良的統計繪圖必須能顯示比較 關係, 顯示因果關係 或 關聯性顯示多變量資料, 整合不同資料的證據, 描述與紀錄證 據, 呈現資料實質內容.

統計繪圖顯示可能的假說檢定證據,永遠詢問比較的變數與組別,圖 9.1. 顯示因 果,機轉,解釋可能原因,協助尋找研究問題,圖 9.2. 真實資料是多變量,而圖形僅能 顯示平面或立體,統計繪圖顯示多變量資料時須避免扭曲真實,9.3. 圖形整合不同的 證據,整合以文字,數字,影像,圖示,以不同形式的圖形呈現,不受繪圖工具限制視 覺化分析,9.4. 統計繪圖適當地使用標示,尺度,資料來源等,圖形顯示資料內完整故 事的可信度,視覺化分析成功與否在於顯示實質內容最重要,圖 9.5.

統計繪圖可分成 探索圖形分析 (exploratory graphs) 與 推論圖形分析 (inferential graphs). 探索圖形分析 主要是了解資料本質進行摘要,尋找樣式,找出資料的重要訊息,提供建模策略,提供模型分析值錯,溝通結論. 探索圖形分析容易快速生成圖形,生成許多圖形進行探索與摘要,藉由圖形了解資料的重要訊息,不強調細節 (ax-es/legend/color/size). 推論圖形分析 主要是藉由圖形可以直接進行統計推論,如圖 9.4 與圖 9.5.



圖 9.1: 顯示比較



圖 9.2: 顯示因果關係 或 關聯性



圖 9.3: 顯示多變量資料









9.2 高階繪圖 High-Level Plotting Functions

高階繪圖函式對輸入的資料,產生完整的圖片,且自動產生坐標軸,標籤和標題, 當然,使用者有其他須求,可以利用函式引數改變.高階繪圖指令,會在目前圖形裝置 (graphic device,如視窗),開啟一個新的圖區 (plot region),必要時會淸除現有的 圖區.常見的高階繪圖函式參見表 9.4,表 9.5,與圖 9.6–9.8,圖 9.15.

在此先示範一些常見的 R 高階繪圖函式與使用方法, 如圖 9.6. 許多時候, 開始用 R 繪圖函式會有一些困惑, 但這些困惑通常會很快消失. 但是使用者必須注意到, 統 計繪圖是一專業學科, 好的統計繪圖是要多次嘗試才能得到較好得結果.

例 9.1. 新生兒出生低體重危險因子研究

一個醫學研究之目的是探討新生兒出生體重過輕 (low birth weight, LOW) 的 危險因子, 研究設計為病例對照研究 (case-control study), 研究者分別收集體重過 輕新生兒 與 體重正常新生兒資料, 研究記錄了新生兒體重 (BWT), 同時定義 新生兒 體重過輕變數 (LOW), LOW = 1 代表 體重過輕 (Birth Weight < 2500g), LOW = 0 代表 體重正常 (Birth Weight \geq 2500g) 研究同時記錄了一些可能的危險因子, 資 料內容參見 表 9.1, 資料檔案在 LowBwt.csv. 在此示範一些常見的 R 高階繪圖函式 指令, 執行結果如圖 9.6.

```
1 > ## setwd("X:/RData")
 2 > dd <- read.table("X:/RData/LowBwt.csv",</pre>
 3
                     header = TRUE, sep = ",", quote = "\"',
 4
                     dec = ".", row.names = NULL)
 5 > head(dd)
 6 > #
 7 > race.tab <- table(dd$RACE)</pre>
 8 > barplot(race.tab)
 9 > pie(race.tab)
10 > boxplot(dd$BWT)
11 > hist(dd BWT)
12 > plot(density(dd$BWT))
13 > qqnorm(dd$BWT)
14 > #
15 > smokerace.tab <- table(dd$RACE, dd$SMOKE)
```

```
\begin{array}{l} 16 > \texttt{barplot}(\texttt{smokerace.tab}, \texttt{main} = \texttt{"barplot}()\texttt{"}) \\ 17 > \texttt{plot}(\texttt{x} = \texttt{dd}\texttt{AGE}, \texttt{y} = \texttt{dd}\texttt{BWT}, \texttt{main} = \texttt{"plot}(\texttt{x}, \texttt{y})\texttt{"}) \\ 18 > \texttt{plot}(\texttt{dd}\texttt{BWT} \sim \texttt{factor}(\texttt{dd}\texttt{RACE}), \texttt{main} = \texttt{"plot}(\texttt{y} \sim \texttt{x})\texttt{"}) \\ 19 > \texttt{coplot}(\texttt{dd}\texttt{AGE} \sim \texttt{dd}\texttt{BWT} \ \texttt{dd}\texttt{RACE}, \texttt{main} = \texttt{"coplot}()\texttt{"}) \end{array}
```

變數	描述
ID	個體識別碼
LOW	新生兒體重: 1 = 過輕 (Birth Weight < 2500g), 0 = 正常 (Birth Weight ≥ 2500g)
AGE	年齡,單位:年
LWT	母親在最後一次經期的體重:單位公斤 (Kg)
RACE	種族:1=白人,2=黑人,3=其它
SMOKE	懷孕期間的抽菸狀態:1=有抽菸,0=沒有抽菸
PTL	母親過去早產的紀錄次數: 0 = 沒有, 1 = 1次, 2 = 2次, 等等以此類推
HT	母親是否有高血壓的紀錄:1=有,0=沒有
UI	母親是否有子宮敏感性特質:1=有,0=沒有
FTV	母親在懷孕的第一孕期接受產前檢查的次數: 0 = 沒有, 1 = 1次, 2 = 2次, 等等以此類推
BWT	新生兒體重,單位:公克 (g)

表 9.1: 低新生兒體重研究: 變數說明

例 9.2. 紐西蘭 Auckland 附近火山

紐西蘭的 Auckland 附近約有 50 座火山, Maunga Whau 是其中的一座, R 內 建資料 volcano 為 87×61 矩陣, 紀錄 Maunga Whau $10m \times 10m$ 格狀的地理資 訊. 在此示範一些常見的 R 高階繪圖函式繪製 3D 高維度圖形, 執行結果如圖 9.6.

```
1 > data(volcano)
2 > head(volcano)
3 > x.volc <- 10*(1:nrow(volcano))
4 > y.volc <- 10*(1:ncol(volcano))
5 > contour(x.volc, y.volc, volcano, main = "contour()")
6 > image(x.volc, y.volc, volcano, main = "image()")
7 > persp(x.volc, y.volc, volcano, main = "persp()")
```





圖 9.7: R 高階繪圖簡介 II



圖 9.8: 常見高階繪圖函式 Ⅲ

9.3 高階繪圖函式: plot()

在 R 最常用的一個高階繪圖函式為 plot(), 這是一個 通用函數 (generic function): plot() 產生的圖形與第一個引數的類型 (class) 有關. 1 plot(x, y, ...)

plot(x, y):

若 x 和 y 是數值向量, plot(x, y) 產生 y 對 x 的 散佈圖 (scatter plot).

plot(x):

若 x 是一個 時間序列物件 (time series object), 產生一個 時間序列圖 (time series plot).

plot(x):

若 x 是一個數值向量 (numerical), 它將產生一個向量元素值對該向量下標 (index) 的圖.

plot(x):

若 x 是一個複數向量 (complex), 產生一個複數向量元素的虛部對實部的圖.

plot(f):

若 f 是一個 因子物件 (因素物件) (factor), y 是一個數值向量, plot(f) 產生
f 的 直方圖 (bar graphics).

plot(f, y):

f 是一個 因子物件 (因素物件) (factor), y 是一個數值向量, 產生 y 在 f 的各 別的類別水準下之 盒狀圖 (box plot).

plot(df):

若 df 是一個 資料框架物件 (data frame), 產生資料框中個別變數的分佈圖.

plot(~expr):

expr 是一個物件名以 '+' 連結的列表 (list) (如: a + b + c, age + sex), 產生一系列物件的分佈圖.

plot(y~expr):

y 是任何物件, expr 是一個物件名以 '+' 連結的列表 (list) (如: a + b + c, age + sex). 產生 y 相對 expr 中各個物件的分佈圖.

圖 9.9 與圖 9.10 是利用下列部分指令產生.



圖 9.9: 高階繪圖函式 plot()



圖 9.10: 高階繪圖函式 plot() 配對散佈圖

9.4 高階繪圖函式引數

高階繪圖函式對輸入的資料,產生完整的圖片,且自動產生坐標軸,標籤和標題, 使用者若有其他需求,可以利用高階繪圖函式內的引數,藉由改變引數的設定值,更 動坐標軸,標籤和標題等.參見表 9.2 – 表 9.3. 與圖 9.15.

plot()函式引數的內部設定值如下.

1	plot(x, y,
2	type = "p",
3	bty = "o",
4	pch =
5	lty =
6	cex =
7	lwd =
8	col =
9	bg =
10	<pre>xlim = NULL, ylim = NULL,</pre>
11	log = "",
12	main = NULL,
13	sub = NULL,
14	xlab = NULL, ylab = NULL,
15	cex.main =
16	col.lab =
17	font.sub =
18	ann = par("ann"),
19	axes = TRUE,
20	<pre>frame.plot = axes,</pre>
21	<pre>panel.first = NULL,</pre>
22	<pre>panel.last = NULL, asp = NA,</pre>
23)

其中 plot() 函式引數:

type = "p", type = "l", type = "b", ..., etc.

type 設定繪圖在 (*x*, *y*) 座標上的顯示方式, 參見 圖 9.11.

p: 畫點.

1: 畫線.

b: 畫點同時在點與點之間, 畫線連結.

h: 從點到 x-橫軸 畫垂直線.

s, S: 階梯函式 (step function), 小 s 為左連續函式, 大 S 為右連續.

o: 書線同時穿過書點.

n: 不畫任何點與線, 但容許畫坐標軸且建立坐標系統, 用於後面用低階繪圖函 式作圖.

```
1 > x.vec <- 1:9
2 > y.vec <- c(1:3, 2:4, 3:5)
3 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'type = "p"', bty = "o")
4 > plot(x.vec, y.vec, type = "l", main = 'type = "l"', bty = "o")
5 > plot(x.vec, y.vec, type = "b", main = 'type = "b"', bty = "o")
6 > plot(x.vec, y.vec, type = "s", main = 'type = "s"', bty = "o")
7 > plot(x.vec, y.vec, type = "S", main = 'type = "s"', bty = "o")
8 > plot(x.vec, y.vec, type = "o", main = 'type = "o"', bty = "o")
9 > plot(x.vec, y.vec, type = "h", main = 'type = "n"', bty = "o")
10 > plot(x.vec, y.vec, type = "n", main = 'type = "n"', bty = "o")
```

 $bty = "o", bty = "l", \dots, etc.$

bty 設定圖形座標軸外框 (box) 的類型, 選項共有 { "o", "1", "7", "c", "u", "] ", "n" }, 座標軸外框的類型則會呈現類似引數所選擇之文字, "n" 則不呈現 座標軸外框的外框, 詳細座標軸外框請參見 圖 9.12.

```
1 > x.vec <- 1:9
2 > y.vec <- c(1:3, 2:4, 3:5)
3 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "o"', bty = "o")
4 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "l"', bty = "l")
5 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "7"', bty = "7")
6 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "c"', bty = "c")
7 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "u"', bty = "u")
8 > plot(x.vec, y.vec, type = "p", main = 'bty = "]"', bty = "]")
```

 $pch = 1, pch = 2, \cdots, etc.$

pch 用來設定在 (*x*, *y*) 座標上畫點時顯示的符號, 畫點時, 設定 pch = k, 且 *k* 是一個 0-25 之間的正整數, 則顯示一個相對應於 *k* 之特定符號, 內定預設
值為 pch = 1, 詳細的符號請參見 圖 9.13.

 $lty = 1, lty = 2, \dots, etc.$

引數 1ty 設定線條類型, 畫線時, 設定 1ty = k, 且 k 是一個 0-6 之間的正整 數, 內定預設值為 1ty = 1. 類型 1 常常是實線 (solid line), 類型 2 和其他常常



圖 9.11: type 引數設定高階繪圖函式在 (x,y) 顯示方式 圖 9.12: bty 引數設定高階繪圖函式在圖形座標軸外框外框之顯示方式



圖 9.13: pch 引數設定高階繪圖函式在畫點時之顯示方式

是不同程度之虛線,例如,0 = "blank",1 = "solid",2 = "dashed",3 = "dotted",4 = "dotdash",5 = "longdash",6 = "twodash".引數lty 設定也可使用文字,"blank","solid","dashed","dotted","dotdash", "longdash","twodash"等.類型0("blank")是不可見的線條,但預設值會 隨圖形列印機器設定而有些差異,詳細的線條類型請參見圖9.14.

 $1wd = 1, 1wd = 2, \dots, etc.$

引數1wd 設定線條寬度, 畫線時, 內定預設值為 以 1wd = 1 為 "標準"寬度, 當設定為 1wd = k 時, 則設定線條寬度為 "標準"寬度 的 k 倍數寬度. 座標 軸線條 和 函數 lines() 等產生之線條, 都會受到 1wd 設定的影響, 請參見 圖 9.14.

cex = 1.0

cex 設定點或符號的大小, 定預設值為以 cex = 1.0 為 "標準" 尺度, cex =
k 則設定點或符號的大小為 "標準" 尺度 的 *k* 倍數.

col = 1

col 可以設定點,線的顏色,內定預設值為 col = 1 或 col = "black".col
= k 所設定的顏色值 (value) k, 是 R 調色板的數值, 而 R 調色板的詳細數
值請參見 help(palette), col 也可設定成為顏色之文字名稱, 例如 col =
"black".

bg = "white"

bg 設定圖形的背景顏色, 內定預設值為 bg = "white".

ann = TRUE

若 ann = TRUE, ann 的邏輯設定為真 (TRUE) 時, 則畫出 R 自動設定之 主標 題 與 座標軸標記.

main = "Title", sub = "Subtitle"

main = "Title" 設定圖形主標題 (main title), 定義的文字會放在圖形的上 方, sub = "Subtitle" 設定圖形次標題 (subtitle), 定義的文字會放在圖形 的下方.

xlab = "X", ylab = "Y"

xlab 與 ylab 分別設定 X- 與 Y- 座標軸標記文字或符號.

axes = TRUE

若 axes = TRUE, axes 的邏輯設定為真 (TRUE) 時, 則畫出 R 自動設定之 座 標軸 與 座標軸外框.

xlim = , ylim =

xlim 與 xlim 分別設定座標軸 X-軸 與 Y-軸 範圍之上下界, 例如 xlim =

c(1, 10), 設定 *X*-軸 的範圍 在 (1,10) 之間, 或設定成 xlim = range(x), 設定的單位為原始 *X* 與 *Y* 的測量單位相同.

log = "x", log = "y", log = "xy", log = "yx"

log 設定座標軸為 原始數值 z 的 對數值 log(z), log = "x" 與 log = "y" 別設定座標軸 X-軸 與 Y-軸 是取對數之後的數值, 例如, log = "xy", log = "yx" 表示 X 與 Y 座標軸都取對數值.

lab = c(5, 5, 7)

前兩個引數分別設定 x 和 y 坐標軸的刻度間隔數目 (numbers of tick intervals). 第 3 個引數刻度是坐標軸刻度標記的字體長度 (包括小數點); 第 3 個引數若設定太小, 導致所有的坐標軸刻度標記變成一樣的數位. 內定預設值為 lab = c(5,5,7).

las = 0

設定坐標軸刻度標記的方向,內定預設值為0表示總是平行於坐標軸,1表示 平行於坐標軸,2表示垂直於坐標軸,3表示總是垂直於坐標軸,1as = 0.

mgp = c(3, 1, 0)

設定三個座標成分, 坐標軸標籤, 坐標軸刻度標記, 坐標軸 等到軸線的相對距離位置. 第1個引數是 坐標軸標籤 相對坐標軸位置的距離; 第2個引數表示坐標軸刻度標記 相對坐標軸位置的距離; 第3個引數是 坐標軸位置 到軸線的距離, 正值表示在圖形外, 負值表示在圖形內. 距離大小以文本 (text) 文字的行數作爲參考單位. 內定預設值爲 mgp = c(3,1,0).

tck = 1

設定坐標軸刻度的長度,以畫圖區域大小的比率作爲度量. 當 tck 比較小 (小 於 0.5), x 和 y 坐標軸上的刻度強制大小相等. 設定值爲 1 時, 繪出格線. 負值 時刻度在圖形外. 例如, tck = 0.01 和 mgp = c(1, -1.5, 0) 表示內部刻 度. 內定預設值爲 NA.

xaxs

分別設定 x 和 y 坐標軸的形式. "i" 表示內在的, "r" 表示內定預設值, 二者 刻度都包含繪圖資料的範圍. 但是 "r" 形式的坐標軸刻度會在坐標軸刻度範 圍兩邊留一些空隙.

frame.plot = TRUE

若 frame.plot = TRUE, frame.plot 的邏輯設定為真 (TRUE) 時,則 R 設 定自動畫出座標軸的外框.

上述高階繪圖函式引數整理在見表 9.2 - 表 9.3, 綜合使用比較呈現在 圖 9.15.

1 > ## default2 > plot(dd\$LWT, dd\$BWT) 3 4 > ## change arguments 5 > plot(dd\$LWT, dd\$BWT, 6 type = "p", 7 bty = "o", 8 pch = 19,9 lty = 2,10 cex = 1.5, 11 1wd = 1.5, 12 xlim = c(30, 120), ylim = c(700, 5000),13 main = "BWT versus LWT", 14 sub = "High-level plot with arguments", 15 xlab = "LWT: mother's weight", ylab = "BWT: baby's weight", 16 axes = TRUE, 17 ann = TRUE, 18 frame.plot = TRUE)



圖 9.14: lty 與 lwd 引數設定高階繪圖函式在畫線與寬度時之顯示方式



dd\$LWT





引數與自動設定值	說明
type = "p"	設定繪圖在 (x,y) 座標上的顯示方式:
"p":	點.
"1":	線.
"b":	顯示點並以線連接點.
"o":	同上,顯示點並以線連接點並穿過點.
"h":	從點到 x-橫軸 畫垂直線.
"s":	階梯函式 (step function),小 s 為左連續函式.
"S":	階梯函式 (step function), 大 S 為右連續.
bty = "1"	設定圖形座標軸外框 (box) 的類型,
	選項共有 { "o", "1", "7", "c", "u", "]", "n" }.
	"n" 則不呈現座標軸外框的外框.
pch = 1	設定畫點時顯示的符號,數字 1-25.
lty = 1	設定畫線時顯示的類型,數字 0-6.
	0 = "blank", 1 = "solid", 2 = "dashed", 3 = "dotted", 4
	<pre>= "dotdash",5 = "longdash",6 = "twodash".</pre>
	或使用文字 "blank", "solid", "dashed", "dotted",
	"dotdash", "longdash", "twodash".
<pre>lty = "blank"</pre>	是不可見的線條.
(lty = 0)	
lwd = 1.0	設定線的寬度大小.

表 9.2: 常用高階繪圖引數 I

引數與自動設定值	說明
cex = 1.0	設定點或符號的大小.
col = 1	可以設定點,線的顏色.
bg =	設定圖形的背景顏色.
<pre>xlim = "white",</pre>	設定座標軸 X-軸與 Y-軸範圍之上下界.
<pre>ylim = "white"</pre>	
log =	設定座標軸為 原始數值 z 的 對數值 $\log(z)$.
<pre>main = "Title"</pre>	設定圖形上方的主標題 (main title)
sub = "Sub"	設定圖形下方的次標題 (sub title)
<pre>xlab = "X", ylab</pre>	設定 X-與Y-座標軸標記文字或符號.
= "Y"	
ann = TRUE	自動設定之 主標題 與 座標軸標記.
axes = TRUE	自動設定之 座標軸 與 座標軸外框.
<pre>frame.plot =</pre>	設定自動畫出座標軸的外框.
TRUE	
<pre>panel.first =</pre>	R 完成座標軸之後, 在繪圖之前, 先執行繪製格線或執行其它指令
grid()	expr.
panel.last =	R在完成繪圖之後,執行指令 expr.
expr	
asp =	y/x 圖形的相對應比例,參見 'plot.window'.

表 9.3: 常用高階繪圖引數 II

9.5 常用高階繪圖函式

R 高階繪圖函式除了 plot() 之外,常用的高階繪圖函式包含 stem() 函式可以 用來繪製 莖葉圖 (stem-and-leaf Plot), boxplot() 函式可以用來繪製 盒鬚圖 (box plot), hist() 函式可以繪製 直方圖 (histogram), qqnorm() 函式繪製 常態機率分 位圖 (normal quantile plot) 等,請參見 表 9.4,表 9.5 與圖 9.6-fig:RGraphExample03.

pie(x) :

pie(x) 函式可以用來繪製數值向量 x 的 圓餅圖 (pie-chart).

barplot(x) :

barplot(x)函式可以用來繪製數值向量 x 的 長條圖 (bar graphics).

dotchart(x, ...) :

dotchart(x, ...) 函式繪製數值向量 x 的 點圖 (dot chart).

stem(x) :

stem(x) 函式可以用來繪製數值向量 x 的 莖葉圖 (stem-and-leaf plot).
boxplot(x), boxplot(x^f):

- boxplot(x): 若 x 為一數值向量, 函式繪製 盒鬚圖, 盒狀圖 (box plot), 如圖 ??, 其中.
- boxplot(x[~]f): 若 x 為一數值向量, f 是 因子向量 (factor), 產生 x 在 f 的各種水準下的 盒鬚圖 (box plot).

hist(x), hist(x, nclass = n), hist(x, breaks = b, ...) :

hist(x) 函式產生數值向量 x 的 直方圖 (histogram), 如圖 ??. 如果設定引數
probability = TRUE, 直方圖高度表示相對頻率 (relative frequency) 而不
是頻數 (frequency). hist(x) 函式會自動選擇適合的分類 (class) 數目, 也可
以通過設定引數.

- nclass = k 或 breaks = k 通過設定引數改變成 k 個分類數目.
- breaks = c(vector) 設定引數為 breaks = c(vector),例如, breaks
 = c(10, 20, 30, 40).使用者可以精確地設置中斷點 (breakpoint),
 R內設中斷點是 right = TRUE,為左中括號,右小括號區間,例如 [10,20).

qqnorm(x),qqline(x),qqplot(x, y) :

qqnorm(x)函式繪製 常態機率百分位圖 (normal quantile-quantile plot, normal probability plot).

- qqnorm(x) 顯示數值向量 x 與 在相對常態分配假設下之順序分數期望 值 (normal order scores) 之 X – Y 散佈圖. qqline(x) 函式是在這個常 態機率百分位圖 qqnorm(x) 上加一條理論上的直線 (常態分配為 45 度 角斜率的直線).
- qqplot(x, y) 函式產生數值向量 x 的百分位 對 數值向量 y 的百分位
 之 X Y 散佈圖,用以比較二者的機率分配是否一致,若數值向量 y 是
 已之的某一特定機率分配,則 qqplot(x, y) 函式可用來檢驗數值向量
 x 是否與數值向量 y 來自同一機率分配.

contour(x, y, z, ...), image(x, y, z, ...), persp(x, y, z, ...) :

- contour(x, y, z, ...) 函式繪製 等高線圖 (contour plot), 顯示 數值向量 x 與 y, 以等高線 (contour line) 來表示維度為 dim(z) = c(length(x), length(y)) 的矩陣 z 的數值.
- image(x, y, z, ...) 繪出一個類似等高線圖, 但用不同的顏色表示
 z 的數值;
- persp(x, y, z, ...) 繪出類似等高線圖,以 3-D 表面透視圖呈現.

9.6 高階繪圖函式對多變量資料繪圖

R 還有一些高階繪圖函式, 可以對多變量資料繪圖.

pairs(X.mat)

若 X.mat 是一個 數值矩陣 (matrix) 或 資料框架 (data frame), pairs(X.mat)

函式指令產生 X.mat 的 "欄與欄" (column) 之間兩兩成對之散佈圖矩陣 (pairwise scatter-plot matrix); X.mat 的每一欄相對 X.mat 的所有其他欄而產生 $n \times (n-1)$ 個圖, 並且把這些圖以矩陣形式顯示. 這個矩陣形式圖形的尺度 是一致的.

coplot(x~y | z)

若 x 和 y 是 數值向量, z 是長度都一致之 數值向量 或 因子物件 (factor), coplot() 產生一系列在特定的 z 值下, x 對 y 的散點圖. 若 z 是因子物件, 簡 單的表示 x 在 z 的各個類別水準下對 y 畫的散點圖; 當 z 是數值向量時, 它將 會被分割成一系列條件區間 (conditioning intervals), 對於任一區間, 區間內 z 對應的 x, y 值繪製 x 對 y 的散點圖. 區間的數值和位置由 coplot() 的引 數 given.values = 控制.

函數 coplot() 和 pairs() 都有一個引數 panel = ,這個引數可以用來設置各個 面板中的圖形樣式,內定預設值產生散點圖.

以下利用例子 ?? 與 R 內建之料框架 state, 關於美國 50 洲的一些統計數值資料,用 coplot(), paris() 範例, 參見 圖 9.16 與 圖 9.17.



dd\$LWT

圖 9.16: coplot() 高階多變量資料繪圖函式



pairs() and pael = smooth

圖 9.17: pairs() 高階多變量資料繪圖函式

R 函式	說明
<pre>plot(x, y)†</pre>	X-Y的散佈圖 (scatter plot),
	向量 x (X-軸) 與 向量 y (Y-軸) 的 二元散佈圖 或 雙變量散佈圖
	(bivariate plot).
plot(x)	Y-軸 爲 向量 x 對 X-軸 爲 向量 x 的 指標 (index) 繪製散佈圖.
<pre>sunflowerplot(x,y)</pre>	向日葵圖,與 plot()類似,以花瓣數目代表相同的 (x,y) 點的數目.
pie(x)	向量 x 的 圓餅圖 (pie-chart).
<pre>barplot(x) †</pre>	向量 x 的 長條圖 (bar graphics).
dotchart(x) [†]	向量 x 的 點狀圖 (Cleveland dot chart).
stem(x)	向量 x 的 莖葉圖 (stem and leaf plot).
hist(x)†	向量 x 的 直方圖 (histogram).
<pre>boxplot(x) †</pre>	向量 x 的 盒鬚圖 (box-and-whiskers plot).
qqnorm(x)	常態分配假設下的百分位圖 (Q-Q plot),
	向量 x+ 的百分位 (quantiles) 對 向量 x 在常態分配假設下的期望
	值.
qqplot(x,y)	X-Y 的百分位圖 (Q-Q plot),
	向量 x 的百分位 (quantiles) 對 向量 y 的百分位繪製散佈圖.
<pre>plot.ts(x)</pre>	時間序列圖 (time series plot),
	若 x 是 時間序列物件類型 (class "ts"),將 x 對 時間 繪製散佈圖,
	x 是多變量物件, 且有相同的頻率與時間單位.
<pre>ts.plot(x)</pre>	與 plot.ts(x) 類似的時間序列圖,
	x 是多變量物件,且有相同的頻率,但可以有不同的時間單位.
contour(x,y,z)†	2-D 等高線圖 (contour plot), x 與 y 為向量,
	z 是維度為 dim(z) = c(length(x), length(y)) 的矩陣.
filled.contour	與 contour(x,y,z) 類似,但等高線之間使用彩色填滿.
(x,y,z)	
<pre>image(x,y,z)†</pre>	與 contour(x,y,z) 類似, 對資料點的真實數值, 使用彩色繪製.
<pre>persp(x,y,z)†</pre>	與 contour(x,y,z) 類似,對資料點的真實數值,使用透視圖呈現.

表 9.4: 常見高階繪圖函式 I. (符號 + 表示在 lattice 套件有相對函式)

R 函式	說明		
pairs(x)†	矩陣散佈圖 (scatterplot matrices).		
	成對多變量散佈圖 (pair-wise multivariate plots),		
	若 x 是矩陣或是資料框架,將 x 內所有可能的兩兩變數繪製散佈圖.		
coplot(x ~y z)	條件散佈圖 (conditioning plot),		
	給定在每一個 z 的數值下, 繪製 x 與 y 的散佈圖.		
<pre>interaction.plot(f</pre>	<pre>interaction.plot(f1, f2, y)</pre>		
	若 f1 與 f2 是因子物件 (factor), 則 interaction.plot() 將 y 的		
	平均值或是其他統計量 (Y-軸) 與因子 f1 (X-軸), 針對因子 f2 繪製		
	不同的曲線.		
<pre>matplot(x,y)</pre>	將 x 的第 1 個欄 (oclumn) 對 y 的第 1 個欄 (oclumn) 繪製 X-Y		
	的散佈圖,依此類推,將 x 的第 k 個欄 (oclumn) 對 y 的第 k 個欄		
	(oclumn) 繪製 X-Y 的散佈圖, k = 1,2,		
<pre>fourfoldplot(x)</pre>	以 $\frac{1}{4}$ 圓, 繪製 k 個分層內, 2 個二元變數 (2 × 2 列連表) 的關聯性,		
	x 必須是維度為 dim = c(2, 2, k) 的陣列 (array), 或是 x 是維		
	度爲 dim = c(2, 2) 的矩陣.		
assocplot(x)	Cohen-Friendly 圖, 對 $X - Y$ 二維列聯表中, 顯示資料偏離 $X - Y$		
	爲獨立的假設下之情形.		
<pre>mosaicplot(x)</pre>	馬賽克圖 (mosaic plot), 顯示使用對數迴歸 (log-linear regression)		
	分析列聯表的殘差.		
<pre>stars(x)</pre>	對多變量繪製 雷達圖 (spider/radar plot), 星圖 (star plot) 或 線		
	段圖 (segment plot),		
	若 x 是矩陣或是資料框架, 則將 x 的每一列 (row) 使用 star 代表,		
	將 x 的每一欄 (column) 使用線段長度呈現.		
<pre>symbols(x, y,</pre>	在 x 與 y 的座標上, 可使用符號標示, 且另外以引數設定符號的大小,		
)	顏色等.		
<pre>termplot(mod.obj)</pre>	對迴歸模型物件 (mod.obj) 的部份影響 (partial effect) 繪製圖.		

表 9.5: 常見高階繪圖函式 II. (符號 + 表示在 lattice 套件有相對函式)

9.7 圖形裝置 Graphic Devices

圖形裝置 (graphic devices) 是指顯示器和列印設備, R 幾乎可以在任何形式的 顯示器和列印設備上繪出圖片. 但是在繪出圖片前, R 必須設定一種圖形裝置來處 理圖片. 透過啟動圖形裝置驅動器 (device driver) 來完成圖形裝置驅動器將 R 的 畫圖指令, 例如 plot(), 轉化成特定圖形裝置可以識別的指令. 使用者可以用圖形 裝置函式來啟動圖形裝置. 例使用指令 postscript() 會指令 postscript() 之 後所有產生的圖形以 PostScript 的形式輸出. 當結束使用一個特定圖形裝置時, 用 dev.off() 指令終止圖形裝置驅動器. 利用 Windows, R 的圖形視窗上方表單 點選方式, 可以把視窗中的圖片複製到剪貼簿上, 或存為各種格式的圖形檔案, 包括 cairo_pdf, cairo_ps PDF, PostScript, TIFF, SVG, PNG, BMP, JPEG 等等. 每一種 圖形裝置都有對應的函數, 參見 help(Devices) 輔助文件.

1 > help(Devices)

R 中一些常用的圖形裝置分別是:

X11()

用 UNIX 類型的系統的 X11 桌面系統.

windows()

用於 Windows 系統.

quartz()

用於 MacOS X 系統.

cairo_pdf()

用於 PDF 印表機,或者輸出 PDF 型式檔案.

cairo_ps()

用於 PostScript 印表機,或者輸出 PostScript 型式檔案.

pdf()

用於 PDF 印表機,或者輸出 PDF 型式檔案.

png()

輸出 png 點陣圖型式檔案.

jpeg()

輸出 jpeg 點陣圖型式檔案.

研究者在論文發表時,常需要高畫質之統計繪圖,R圖形裝置驅動函式, postscript()與 pdf()可以輸出此類高畫質之統計繪圖.

```
1 postscript(file = "filename.ps", ...)
2 pdf(file = "filename.pdf", ...)
```

透過引數 file 可以在是定的檔名中以 PostScript 或 pdf 格式儲存圖片. 圖片以 横向 (landscape) 儲存放置. 引數 horizontal = FALSE 可以使得圖片以 縱向 (portrait) 儲存放置. 引數 width 和 height 可以設定圖形大小.

```
1 > postscript(file = "file.ps", horizontal = TRUE, height = 3)
2 > pdf(file = "file.pdf", height = 3)
3 > png(filename = "file.png", h = 3, w = 4, units = "in", res = 500, pointsize = 12)
4 > jpeg(filename = "file.jpg", h = 3, w = 4, units = "in", res = 500, pointsize = 12)
```

產生一個圖片高為3英寸,以PostScript或pdf格式的圖片且檔案名稱為 filename.ps或filename.pdf,儲存在工作空間目錄中.如果指令中的檔案名已 經存在,原來的檔將會被覆蓋.PostScript輸出的圖片常常用於插入其他文件檔中, 如 LATFX,此時最好用 encapsulated PostScript格式圖片.