

105-1: EE4052
計算機程式設計
Computer Programming

Chap 1: 課程介紹

連 豐 力

臺大電機系

Sep 2016 - Jan 2017

討論事項

計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE

- 加選授權碼：
 - 總人數：50人
 - 總人數：80-100人
 - 總人數：>100人
- 教室與座位：
 - 第一階段已經選上，保證有座位（第一階段未選上者，不可事先佔位）
 - 但是，開始上課之後，自由入座
- 上課時間與電腦教室：
 - 第一節，第二節，講解
 - 第三節：使用電腦，練習作業與繳交作業
- 作業分組：
 - 一人一組
 - 兩人一組，一個月換組一次
- 自備電腦：
 - 需要自備電腦嗎？
- 課程內容與主題：
 - 使用基本資料庫，練習計算與分析資料庫
 - 提供您的資料庫與預計討論的問題
- 成績計算方式：
 - 標準方式：依照 作業 與 報告分數
 - 創新方式：依照 參與課程互動進行的程度

- 為什麼要設計程式？
- 105-1，其他與程式設計相關課程說明
- 問題探索分析：程式設計的角色
- 為什麼選擇 R 語言，
作為本課程之程式設計語言？
- 課程討論主題
- 作業、報告與評分
- 常用的數據資料庫與參考書籍
- 一個範例

3

為什麼要設計程式？

計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE

- 七個人的資料
- 如何計算平均值？

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2				
3	John	85	81	74
4	Mary	70	87	82
5	Henry	65	79	85
6	Alan	73	90	82
7	Frank	88	84	83
8	Helen	84	86	89
9	Angela	80	82	76

- 用卡西歐計算機！
 - $85 + 70 + 65 + \dots + 80 = 545$
 - $545 / 7 = 77.86$
 - ...



4

為什麼要設計程式？

- 七個人的資料
- 如何計算平均值？

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2				
3	John	85	81	74
4	Mary	70	87	82
5	Henry	65	79	85
6	Alan	73	90	82
7	Frank	88	84	83
8	Helen	84	86	89
9	Angela	80	82	76

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

- 用卡西歐計算機！
 - 85 + 70 + 65 + ... + 80 = 545
 - 545 / 7 = 77.86
 - ...
- 100人的資料！

5

為什麼要設計程式？

- 100人的資料
- 如何計算平均值？
- 用 Excel 來計算：

D2		fx		=AVERAGE(D3:D102)		
	A	B	C	D	E	F
1	Name	Chinese	English	Math		
2	Average	57.98	51.86	59.38		
3	Agnes	70	19	65		
4	Aiolos	84	71	56		
5	Alan	39	79	19		
6	Alexis	32	76	33		
7	Alice	60	90	82		
8	Alina	31	81	71		
9	Ambrose	78	10	84		
10	Amelia	77	82	76		
11	Angela	61	48	76		
12	Ann	79	60	46		
13	Anna	81	29	79		
14	April	33	60	65		
15	Arabella	76	60	38		
16	Arnold	69	33	83		

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

6

為什麼要設計程式？

- 100人的資料
- 如何計算平均值？

- 寫一個程式依序計算：

- `sum <- 0`
- `for(k in 1:100)`
- `{ sum <- sum + Math[k] }`
- `avg <- sum/100`

- `mean(Math)`
- `mean(Math[1:100])`
- `mean(Math[11:20])`

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

7

為什麼要設計程式？

- 100人的資料
- 如何計算平均值？

- 寫一個程式依序計算：

- `sum <- 0`
- `for(k in 1:100)`
- `{ sum <- sum + Math[k] }`
- `avg <- sum/100`

- 複雜的，繁瑣的計算或決策工作
- 大量的，重複性的計算或決策工作

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

8

為什麼要設計程式？

100人的資料

如何找出最大值或最小值？

寫一個程式，先把資料依照大小排序：

```

bubble_sort = function(array) {
  count = 0
  while(1) {
    count_swaps = 0
    for (j in 1 : (length(array) - 1 - count)) {
      if (array[j] > array[j + 1]) {
        s = array[j]
        array[j] = array[j+1]
        array[j+1] = s
        count_swaps = count_swaps + 1
      }
    }
    count = count + 1
    if(count_swaps == 0) break
  }
  array
}

```

Math_sort <- sort(Math)

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

9

為什麼要設計程式？

100人的資料

如何找出最大值或最小值？

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Elinor	60	86	89
3	Matthew	85	28	87
4	Elizabeth	7	79	85
5	Ambrose	78	10	84
6	Debbie	60	36	84
7	Arnold	69	33	83
8	Arthur	71	39	83
9	Betsy	39	81	83
10	Dionys	60	84	83
11	Erro	78	38	83
12	John	80	71	83
13	Joshua	67	76	83
14	Olive	79	33	83
15	Alice	60	90	82
16	Humphrey	60	87	82
17	Zachariah	68	52	82
18	Edgar	10	44	81
19	Issac	57	32	81
20	Richard	22	77	81
21	Anna	81	29	79
22	Judy	68	19	79
23	Avis	66	21	78
24	Harry	31	52	78
25	Leonardo	47	19	78
26	Grace	78	66	77
27	Amelia	77	82	76
28	Angela	61	48	76
29	Mark	52	30	76
30	Florence	60	81	74

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Caroline	87	69	71
3	Myles	87	71	57
4	Sandy	87	71	57
5	Westwood	86	60	39
6	Gilbert	84	46	67
7	Aiolos	84	71	56
8	Vallen	84	66	29
9	Roger	83	74	71
10	Sunny	83	22	52
11	Edward	83	0	47
12	Jay	83	22	32
13	David	83	78	30
14	Bethany	83	57	19
15	Chancellor	82	44	57
16	Zipporah	82	71	52
17	Joyce	82	57	19
18	Anna	81	29	79
19	Emma	81	67	60
20	John	80	71	83
21	Olive	79	33	83
22	Francis	79	52	70
23	William	79	81	56
24	Ann	79	60	46
25	Ambrose	78	10	84
26	Erro	78	38	83
27	Grace	78	66	77
28	Henry	78	71	10
29	Amelia	77	82	76
30	Marcv	77	22	31

	A	B	C	D
1	Name	Chinese	English	Math
2	Agnes	70	19	65
3	Aiolos	84	71	56
4	Alan	39	79	19
5	Alexis	32	76	33
6	Alice	60	90	82
7	Alina	31	81	71
8	Ambrose	78	10	84
9	Amelia	77	82	76
10	Angela	61	48	76
11	Ann	79	60	46
12	Anna	81	29	79
13	April	33	60	65
14	Arabella	76	60	38
15	Arnold	69	33	83
16	Arthur	71	39	83
17	Aveza	70	56	33
18	Avis	66	21	78
19	Bethany	83	57	19
20	Bill	67	13	69
21	Bridget	75	39	70
22	Betsy	39	81	83
23	Charlie	0	0	59
24	Caroline	87	69	71
25	Chancellor	82	44	57
26	Cindy	19	28	39
27	Christopher	62	10	45
28	Daniel	71	46	69
29	Debbie	60	36	84
30	David	83	78	30

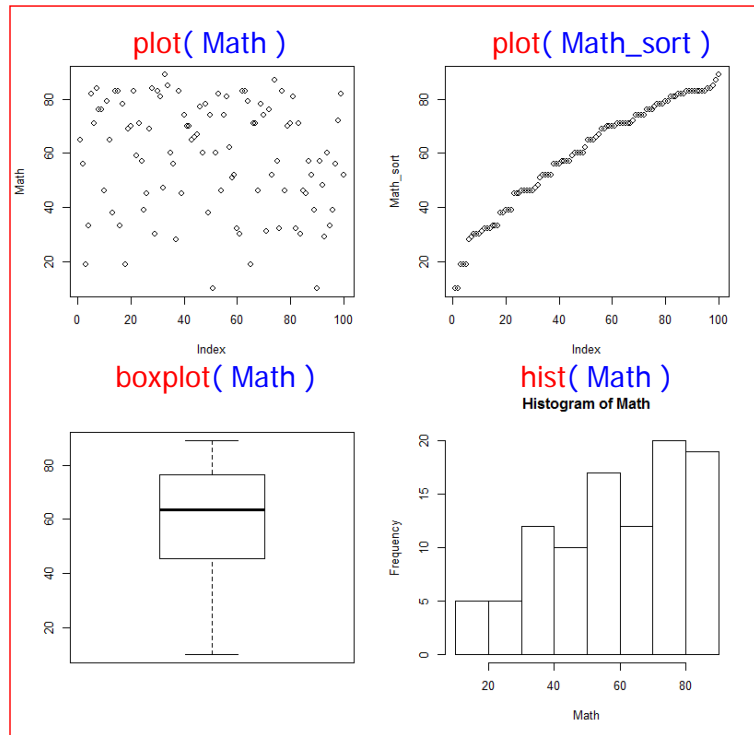
10

為什麼要設計程式？

100人的資料

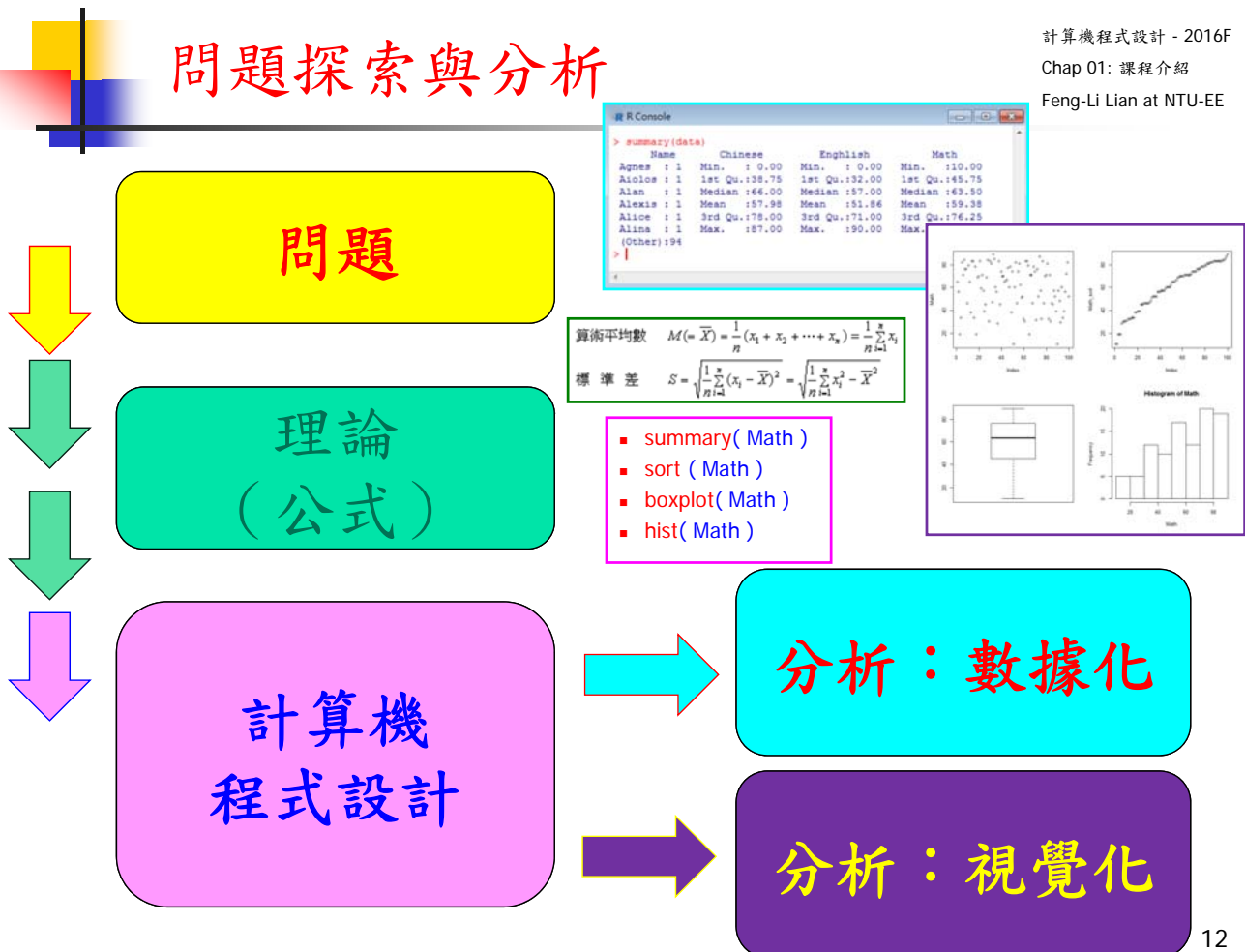
- plot(Math)
- plot(Math_sort)
- boxplot(Math)
- hist(Math)

如何找出 最大值 或 最小值？



11

問題探索與分析



12

105-1 的程式設計課程

計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE

- 計算機程式設計，(EE4052)，2學分，Tue 8,9,10
 - 電機系，連豐力，R 語言 與 問題剖析研究 與 數據分析
- 計算機程式設計，(EE3052)，2學分，Thu 2,3,4
 - 電機系，黃俊郎，Java 語言 與 程式設計語法 與 軟體系統工程
- 計算機程式設計，(EE3028)，4學分，Fri 7,8,9,10
 - 電機系，鄭士康，C# 語言 與 程式設計語法 與 解決問題的工具
- 科學計算，(CSIE1926)，3學分，Tue 3,4,5
 - 資工系，張智星，MATLAB 語言 與 數學方法 與 科學計算
- 數位應用程式設計，(CSX0013)，3學分，Fri 7,8,9,10
 - 共教中心，蔡芸瑋，?R? 語言 與 程式設計 與 數據分析資料視覺化
- 商管程式設計，(IM2011)，3學分，Fri 7,8,9,10
 - 工管系，孔令傑，Python 語言 與 程式設計 與 資料處理與管理
- 流行病學與生物統計計算，(EPM5002)，2學分，Mon 6,7
 - 公衛系，林苑俞，R與SAS，處理流行病學與生物統計範疇的問題

13

CSX0013：數位應用程式設計

計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE

- 對程式語言應用於專業領域有興趣的初學者。
- 課程目標：
 1. 網路程式設計：使用數位媒體與網路程式作為各領域的研究工具。
 2. 網路數據分析：使用程式分析線上開放數據，研究各領域專業問題。
 3. 資料視覺化：透過程式進行資料視覺化，提高判讀速度以利提出解決方案。
- 課程要求：
 1. 資料收集與整理：以網際網路程式自動下載與分析線上開放數據。
 2. 隨堂練習：每週課堂安排隨堂練習，請詳見每週課程進度。
 3. 個人網站：建構個人網站，宣傳和分享研究成果。
 4. 主題分析：小組成員以一至三人為限，提出預備解決的問題說明，以及期望透過程式語言進行解決方案以及提高效率的關鍵貢獻。
 5. 期末專題：小組成員以一至三人為限，期末專題以分析各領域實際研究問題提出解決方案為主題，評分來源包括老師與全班給予小組專題評分。

14

■ 課程概述：

- 在多數的流行病學或生物統計的課程中，同學學習到的常是理論模式，
- 接著使用軟體套件來分析資料、取得結果。
- 介紹在理論模式背後所需進行的數學計算過程，讓同學能夠清楚地瞭解統計軟體如何執行及運算出模式結果，
- 從中學習矩陣運算、數值分析、蒙地卡羅模擬等數學工具的妙用。
- 訓練學生能自行撰寫程式，解決流行病學與生物統計學實務問題。
- 本課程將使用統計計算上常用的軟體 R 與 SAS，
- 以處理流行病學與生物統計範疇的問題為主要目的，諸如：
 - 如何從統計分布來建構概似函數、進而求得最大概似估計值？
 - 如何求得線性回歸裡的回歸係數估計值？
 - 羅吉斯回歸裡的回歸係數估計值與精確信賴區間是如何求得？
- 本課程將深入淺出地傳達統計與數值運算的理念，且讓同學在實際操作中體會統計與程式計算的趣味。

15

關於這門課

■ 課程概述：

- 在日常生活與工作當中，
- 我們常常面對：
 - 要花多少錢去買書，買衣服，旅遊娛樂休閒，
- 需要瞭解：
 - 花多少時間在交通，上課，與遊玩，
- 或者是擔心：
 - 這個學期修課過程中，作業分數，考試分數等，
- 以及，如何影響最後的學期成績，
- 有時候，還會想要知道別人的分數，
- 以及，這些分數對我的分數的影響。

16

■ 課程概述：

- 在這些許許多多的過程中，
- 我們經常面對許多的數據，
- 有時候，這些數據的數量是**很多**或者**繁雜**，
- 需要進行一些**計算**，以便於瞭解這些數據所代表的**意義**。
- 有時候，就是一些**重複性**出現的數據，
- 因而需要一次又一次的進行**相同的計算**等工作。

■ 課程概述：

- 面對這些**繁多複雜**或者**重複性**產生的的數據，
- 最好的方法是：
能有一個**電腦程式**可以自動產生我們所需要的資訊。
- 所以，在這門課之中，
我們將討論一些基本的**程式設計**概念與作法，
- 讓你們可以**重複地**，**自動地**，處理數據，
以便於產生有**意義的**資訊。
- 本課程所使用的程式語言是 **R**，
這是一個比較**直覺式**的**簡單**程式設計語言。

關於這門課

■ 課程規劃：

1. 首先，我們會介紹幾個代表性的數據，

例如：

1000人的體重與身高數據，

150筆鳶尾花(iris)的：

花萼長度，花萼寬度，花瓣長度，花瓣寬度等數據。

786筆超市購買產品與個人基本資料等。

關於這門課

■ 課程規劃：

2. 接著，我們會針對這些數據資料進行分析，
以瞭解這些數據背後所代表的資訊。
這個過程需要數據分析的理論公式，
以及設計程式的基本工作。

3. 第三階段，

則是由修課的同學提供一些跟您們有關的數據，
然後，我們共同來討論分析這些數據所需的理論公式，
最後，我們在一起設計程式
來處理這些數據產生有意義的資訊。

- 所以，在這門課程之中，所討論的內容，：
 - 會著重於使用一個簡單易用且免費的電腦軟體
 - 設計一些簡單的程式
 - 計算數據的工作
 - 分析數據的工作
- 但是，在這門課程之中，我們不會強調：
 - 討論嚴謹的程式設計流程，撰寫複雜的程式碼
 - 使用許多統計分析的工具
 - 討論所使用的計算公式背後的理論與原理

課程討論主題

- 案例討論與分析
 - 鳶尾花 (iris) 資料集
 - 第三季 車險 投保人資料 (Insurance)
 - 植物 對 二氧化碳之攝取的數據 (CO2)
- 把數據變成有用的資料與資訊的分析
 - 平均值，中位數，標準差，範圍，四分位數
- 探索資料內涵的圖形分析
 - 長條圖，累積分布圖，箱形圖 盒鬚圖，橫條圖，點陣圖，圓形圖
- 程式設計基本邏輯
 - 資料結構，流程圖，輸入與輸出
- R 語言基本語法
 - 資料表示法，運算與函數
 - 陣列，向量與矩陣
 - 數據輸入輸出與處理

課程工作與評分

- 作業：
 - 每週一次，約 12次，佔 60%
- 專題報告：
 - 期末，繳交一份專題報告，佔 40%
- 評分標準：

A

- A+：所有目標皆達成且超越期望 (All goals achieved beyond expectation)
- A：所有目標皆達成 (All goals achieved)
- A-：所有目標皆達成，但需一些精進 (All goals achieved, but need some polish)

B

- B+：達成部分目標，且品質佳 (Some goals well achieved)
- B：達成部分目標，但品質普通 (Some goals adequately achieved)
- B-：達成部分目標，但有些缺失 (Some goals achieved with minor flaws)

C

- C+：達成最低目標 (Minimum goals achieved)
- C：達成最低目標，但有些缺失 (Minimum goals achieved with minor flaws)
- C-：達成最低目標但有重大缺失 (Minimum goals achieved with major flaws)
- F：未達成最低目標 (Minimum goals not achieved)
- X：因故不核予成績 (Not graded due to unexcused absences or other reasons)

23

每週作業與期末專題報告

- 作業：60%
 - 每週一次，
 - 針對每週討論內容，練習一些相關的計算與繪圖等程式設計功能，預計需要花費時間，約 30分鐘
 - 最後，e-mail 繳交：一份程式碼電子檔，以及成果說明電子檔(.pptx)
- 專題報告：40%
 - 主題自選，可以與自己的課業或興趣有關，或者從資料庫中尋找
 - 進行工作，包含：搜尋問題，取得數據，瞭解理論基礎，確認分析方法，設計與撰寫程式，成果分析與撰寫說明報告
 - 期末，繳交專題成果報告說明電子檔 (.pptx)，與程式碼電子檔

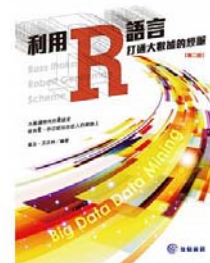
24

- The R Project for Statistical Computing:
 - <https://www.r-project.org/>
- The R Datasets Package:
 - <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/datasets/html/00Index.html>
- UC Irvine Machine Learning Repository:
 - <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>
- The Free Datasets at r-dir.com:
 - <https://r-dir.com/reference/datasets.html>
- Rdatasets: An archive of datasets distributed with R:
 - <http://vincentarelbundock.github.io/Rdatasets>
- Datasets in R packages (IAState):
 - http://www.public.iastate.edu/~hofmann/data_in_r_sortable.html

25

參考書籍

- 實用R程式設計
 - 郭英勝, 鄭志宏, 謝哲光, 龔志銘
 - 松崗, 2014/06/30
- 利用R語言打通大數據的經脈(第2版)
 - 黃文, 王正林
 - 佳魁資訊, 2016/01/22
- Learning R
 - Richard Cotton
 - O'Reilly, 2013
 - http://kek.ksu.ru/EOS/DataMining/1449357105_LearR.pdf
- An Introduction to R
 - W. N. Venables, D. M. Smith and the R Core Team
 - Version 3.3.1 (2016-06-21)
 - <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>



26

為什麼選擇 R 語言？

- The 2014, 2015 & 2016 Top Programming Languages (IEEE Spectrum, 20 Jul 2015, 26 Jul 2016) :

2016			2015			2014		
Language Rank	Types		Language Rank	Types	Spectrum Ranking		Spectrum Ranking	
1. C		100.0	1. Java		100.0		100.0	
2. Java		98.1	2. C		99.9		99.3	
3. Python		98.0	3. C++		99.4		95.5	
4. C++		95.9	4. Python		96.5		93.5	
5. R		87.9	5. C#		91.3		92.4	
6. C#		86.7	6. R		84.8		84.8	
7. PHP		82.8	7. PHP		84.5		84.5	
8. JavaScript		82.2	8. JavaScript		83.0		78.9	
9. Ruby		74.5	9. Ruby		76.2		74.3	
10. Go		71.9	10. Matlab		72.4		72.8	

- R is following its momentum from previous years, as part of a positive trend in general for modern big-data languages

Sources: <http://spectrum.ieee.org/computing/software/the-2015-top-ten-programming-languages>
Sources: <http://spectrum.ieee.org/computing/software/the-2016-top-programming-languages>

27

範例：鳶尾花 (iris) 資料集

- 鳶尾花(iris)資料集
 - 非常著名的生物資訊資料集之一
 - 取自美國加州大學歐文分校的機械學習資料庫
- 資料的筆數為150筆，
 - 共有五個欄位：
 - 花萼長度(Sepal Length)：計算單位是公分。
 - 花萼寬度(Sepal Width)：計算單位是公分。
 - 花瓣長度(Petal Length)：計算單位是公分。
 - 花瓣寬度(Petal Width)：計算單位是公分。
 - 類別(Class)：可分為 Setosa, Versicolor 和 Virginica 三個品種。

28

範例：鳶尾花 (iris) 資料集

```
> iris
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
1          5.1         3.5         1.4         0.1      setosa
2          4.9         3.0         1.4         0.1      setosa
3          4.7         3.2         1.3         0.1      setosa
4          4.6         3.1         1.5         0.2      setosa
5          5.0         3.6         1.4         0.2      setosa
6          5.4         3.9         1.7         0.2      setosa
7          4.6         3.4         1.4         0.2      setosa
8          5.0         3.4         1.5         0.2      setosa
9          4.4         2.9         1.4         0.1      setosa
10         4.9         3.1         1.5         0.2      setosa
11         5.4         3.7         1.5         0.2      setosa
12         4.8         3.4         1.6         0.2      setosa
13         4.8         3.0         1.4         0.1      setosa
14         4.3         3.0         1.1         0.1      setosa
15         5.8         4.0         1.2         0.1      setosa
16         5.7         4.4         1.5         0.2      setosa
17         5.4         3.9         1.3         0.1      setosa
18         5.1         3.5         1.4         0.1      setosa
19         5.7         3.8         1.7         0.2      setosa
20         5.1         3.8         1.5         0.1      setosa
21         5.4         3.4         1.7         0.2      setosa
22         5.1         3.7         1.5         0.1      setosa
23         4.6         3.6         1.0         0.1      setosa
24         5.1         3.3         1.7         0.2      setosa
25         4.8         3.4         1.9         0.2      setosa
26         5.0         3.0         1.6         0.1      setosa
27         5.0         3.4         1.6         0.1      setosa
28         5.2         3.5         1.5         0.1      setosa
29         5.2         3.4         1.4         0.1      setosa
30         4.7         3.2         1.6         0.1      setosa
31         4.8         3.1         1.6         0.1      setosa
32         5.4         3.4         1.5         0.1      setosa
33         5.2         4.1         1.5         0.1      setosa
41         5.0         3.5         1.3         0.3      setosa
42         4.5         2.3         1.3         0.3      setosa
43         4.4         3.2         1.3         0.2      setosa
44         5.0         3.5         1.6         0.6      setosa
45         5.1         3.8         1.9         0.4      setosa
46         4.8         3.0         1.4         0.3      setosa
47         5.1         3.8         1.6         0.2      setosa
48         4.6         3.2         1.4         0.2      setosa
49         5.3         3.7         1.5         0.2      setosa
50         5.0         3.3         1.4         0.2      setosa
51         7.0         3.2         4.7         1.4      versicolor
52         6.4         3.2         4.5         1.5      versicolor
53         6.9         3.1         4.9         1.5      versicolor
54         5.5         2.3         4.0         1.3      versicolor
55         6.5         2.8         4.6         1.5      versicolor
56         5.7         2.8         4.5         1.3      versicolor
57         6.3         3.3         4.7         1.6      versicolor
58         4.9         2.4         3.3         1.0      versicolor
59         6.6         2.9         4.6         1.3      versicolor
60         5.2         2.7         3.9         1.4      versicolor
61         5.0         2.0         3.5         1.0      versicolor
62         5.9         3.0         4.2         1.5      versicolor
63         6.0         2.2         4.0         1.0      versicolor
64         6.1         2.9         4.7         1.4      versicolor
65         5.6         2.9         3.6         1.3      versicolor
66         6.7         3.1         4.4         1.4      versicolor
67         5.6         3.0         4.5         1.5      versicolor
68         5.8         2.7         4.1         1.0      versicolor
69         6.2         2.2         4.5         1.5      versicolor
70         5.6         2.5         3.9         1.1      versicolor
71         5.9         3.2         4.8         1.8      versicolor
72         6.1         2.8         4.0         1.3      versicolor
73         6.3         2.5         4.9         1.5      versicolor
74         6.1         2.8         4.7         1.2      versicolor
75         6.4         2.9         4.3         1.3      versicolor
```

29

範例：鳶尾花 (iris) 資料集

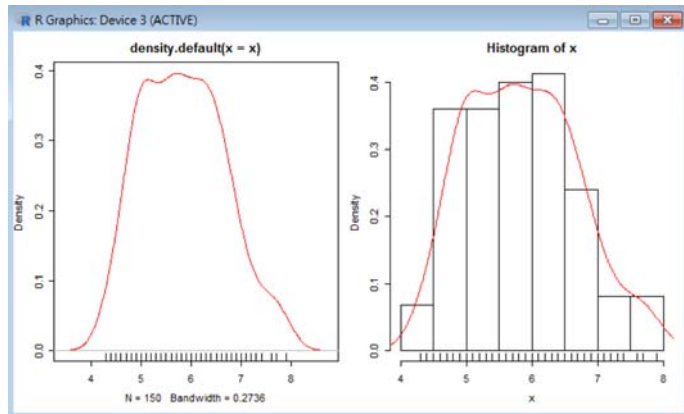
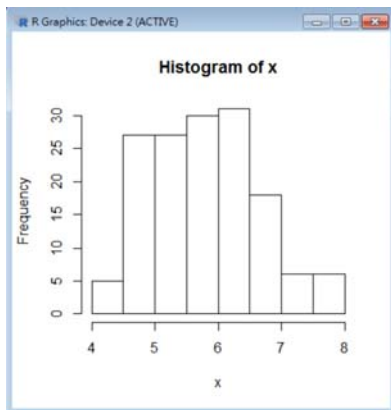
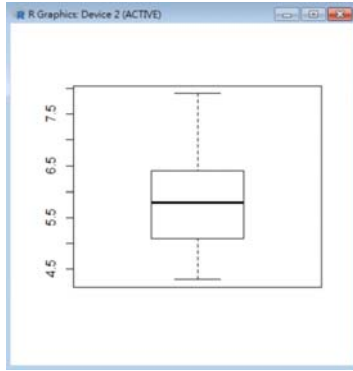
```
> summary(iris)
  Sepal.Length      Sepal.Width      Petal.Length      Petal.Width
Min.   :4.300    Min.   :2.000    Min.   :1.000    Min.   :0.100
1st Qu.:5.100    1st Qu.:2.800    1st Qu.:1.600    1st Qu.:0.300
Median :5.800    Median :3.000    Median :4.350    Median :1.300
Mean   :5.843    Mean   :3.057    Mean   :3.758    Mean   :1.199
3rd Qu.:6.400    3rd Qu.:3.300    3rd Qu.:5.100    3rd Qu.:1.800
Max.   :7.900    Max.   :4.400    Max.   :6.900    Max.   :2.500

  Species
setosa   :50
versicolor:50
virginica :50
```

30

範例：鳶尾花 (iris) 資料集

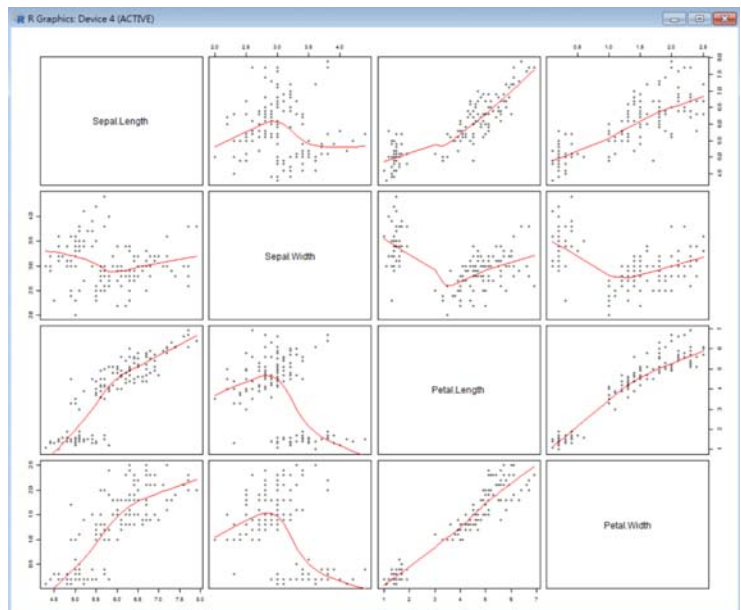
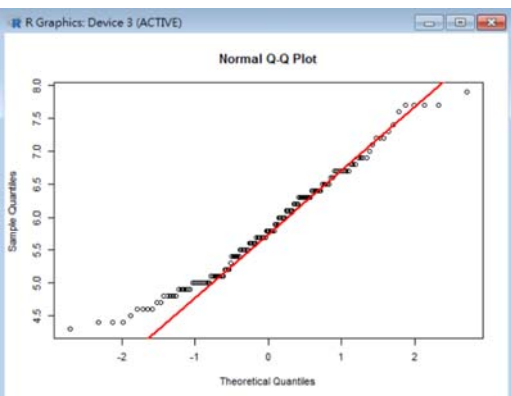
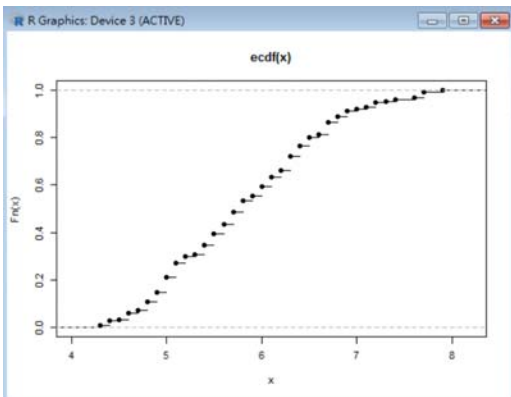
計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE



31

範例：鳶尾花 (iris) 資料集

計算機程式設計 - 2016F
Chap 01: 課程介紹
Feng-Li Lian at NTU-EE



32