



106-2: EE4052

通識課程： 計算機程式設計 之旅

Computer Programming

## Unit 05: 資料類別與基本運算

連 豐 力

臺大電機系

Feb 2018 - Jun 2018

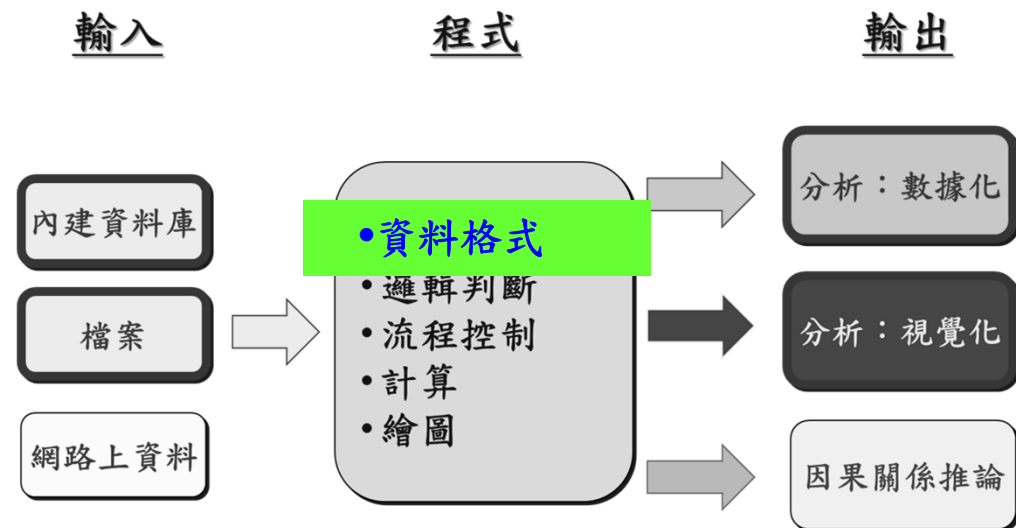
# 課程主題進度

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- U01: 課程介紹：討論主題，作業，報告，進行方式
- U02: 主題，案例，程式，演算法，資源
- U03: 設定軟體 R 與 Rstudio
- U04: 數據處理與繪圖指令功能
- **U05: 資料類別與基本運算**
- U06: 邏輯判斷與流程控制
- U07: 函數：計算與排序
- U08: 多維度資料格式
- **U09: 檔案資料輸入與輸出**
- **U10: 繪圖功能與文字**
- **U11: 多重繪圖與顏色**
- U12: 函數：動畫與動作
- U13: 探索性資料分析
- U14: 資料間的相關性
- U15: 資料連結分析





# 大綱

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- 資料表示法
- 基本運算與函數
- 文字處理

# 資料表示法

## ■ R程式語言的資料類別 (data type) (六類)：

- 文字 (character) "a", "b", "H", "beautiful", "cat"
- 整數 (integer) 25, -8
- 實數或數值 (numeric) 3.5824, -0.03, exp(2)
- 複數 (complex)  $2 + 5i$ ,  $-3 + 4i$
- 邏輯 (logic) TRUE, FALSE
- 原始資料 (raw)

# 資料表示法 - 數列

- `x <- 3` # 1 個分量的原型向量
- `y = 3` # 1 個分量的原型向量
- `3 -> z` # 1 個分量的原型向量
  
- `x[1]` # x 向量的第1個分量或元素
- `x[2]` # x 向量的第2個分量或元素
  
- `yy <- 1:30` # 30 個分量的原型向量
- `1:30 -> zz` # 30 個分量的原型向量
  
- `y[1]` # y 向量的第1個分量或元素
- `y[2]` # y 向量的第2個分量或元素
- `y[18]` # y 向量的第18個分量或元素
  
- `y[35]` # y 向量的第35個分量或元素

# 資料表示法 - 連接函數

- `c( )` # 連接函數，(concatenation)，  
連接若干向量或元素
- `c( 3, 7, 5 )` # 一個向量，放了 3, 7, 5 的三個分量或元素
- `x <- c( 3, 7, 5 )`
- `y <- beautiful`
- `y <- "beautiful"`
- `y <- c( "beautiful", "handsome" )`
- `z <- c( x, y )`

# 資料表示法 - 資料類別

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `class()`                    #資料類別，(class)
- `class( x )`
- `class( y )`
- `class( z )`
- `class( z[1] )`
- `class( z[1:3] )`



# 資料表示法 - 產生數列

- `seq( )`
- `seq( from = 1, to = 1, by = ((to - from)/(length.out - 1)), length.out = NULL, along.with = NULL, ... )`
- `seq( from = 1, to = 9, by = 2)`      # matches 'end'
- `seq(1, 9, by = 2)`      # matches 'end'
- `seq( from = 0, to = 1, length = 11)`
- `seq( from = 0, to = 1, by = 0.1)`
- `seq(from = 1.575, to = 5.125, by = 0.05)`
- `seq( from = 1, to = 6, by = 3)`
- `seq( from = 1, to = 9, by = pi)`      # stays below 'end'
- `seq(17)`      # same as `1:17`, or even better `seq_len(17)`

# 資料表示法 - 產生數列

- `rep( )`
- `rep( x, times = ? )`
- `rep( x, length = ? )`
  
- `rep( 3, times = 5 )`
- `rep( 1:4, 2 )`
  
- `rep( 1:4, each = 2 )` # not the same.
- `rep( 1:4, c(2,2,2,2) )` # same as second.
- `rep( 1:4, c(2,1,2,1) )`
  
- `rep( 1:4, each = 2, length = 4 )` # first 4 only.
- `rep( 1:4, each = 2, length = 10)` # 8 integers plus two recycled 1's.
  
- `rep( 1:4, each = 2, times = 3)` # length 24, 3 complete replications

# 資料表示法 - 判斷資料類別

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `is.numeric( )`
- `is.integer( )`
- `is.character( )`
  
- `x <- c(2, 4, 6)`
  
- `is.numeric( x )`
- `is.integer( x )`
- `is.character( x )`
  
- `class( x )`
  
- `class( c( 2, 5, 8 ) )`
- `class( c( "beautiful", "handsome" ) )`
- `class( c( 2, 5, "beauty" ) )`

# 資料表示法 - 強制資料類別

- `as.numeric( )`
- `as.integer( )`
- `as.character( )`
  
- # 產生相同的實數類別物件
- `u1 <- c( 2.2, 4.4, 6.6 )`
- `u2 <- as.numeric( c( 2.2, 4.4, 6.6 ) )`
- `u3 <- as.vector( c( 2.2, 4.4, 6.6 ), mode = "numeric" )`
  
- # 產生相同的實數類別物件
- `v1 <- c( 2, 4, 6 )`
- `v2 <- as.numeric( c( 2, 4, 6 ) )`
- `v3 <- as.vector( c( 2, 4, 6 ), mode = "numeric" )`

# 資料表示法 - 強制資料類別

- `as.numeric( )`
- `as.integer( )`
- `as.character( )`
  
- # 產生相同的**整數類別**物件
- `x1 <- as.integer( c( 2, 4, 6 ) )`
- `x2 <- as.vector( c( 2, 4, 6 ), mode = "integer" )`
  
- # 產生相同的**文字類別**物件
- `y1 <- c( "beautiful", "handsome" )`
- `y2 <- as.character( c("beautiful", "handsome") )`
- `y3 <- as.vector( c("beautiful", "handsome"), mode = "character" )`

# 資料表示法 - 資料類別轉換

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `as.numeric( )`
- `as.integer( )`
- `as.character( )`
  
- # 不同類別物件的轉換，有的可以，有的不行
- `as.integer( c( -1.2, 0, 3.4 ) )`
  
- `as.character( c( 2, 4, 6 ) )`
  
- `as.integer( c("beautiful", "cool", "handsome") )`

# 資料表示法 - 產生相同內容

- # 下面四種方法，可以產生相同的內容
- `x <- c( 1.2, 3.4, 5.6 )`
- `y <- as.numeric( c( 1.2, 3.4, 5.6 ) )`
- `z <- numeric( )`
- `z[1:3] <- c(1.2, 3.4, 5.6)`
- `w <- 1.2`
- `w[2] <- 3.4`
- `w[3] <- 5.6`

# 資料表示法 - 保留字與內建常數

## ■ 流程控制：

- function
- if
- else
- repeat
- while
- for
- in
- next
- break

## ■ 特殊符號：

- TRUE
- FALSE
- NULL
- Inf
- NaN      **Not a Number**
- NA      **Not Available**
- NA\_integer\_
- NA\_real\_
- NA\_complex\_
- NA\_character

## ■ 內建常數：

- pi
- LETTERS
- letters
- month.abb
- month.name

- 已經內建的常用函數，也不要使用來當作變數名稱，  
例如：

- summary(), plot(), par(), sin(), cos(), min(), range(), etc.



# 資料表示法 - 保留字與內建常數

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- $0 / 0$
- $1 / 0$
- $-1 / 0$
  
- $x \leftarrow c(1, NA, 3)$
- $x[2]$
- $x[2] + x[2]$
- $x[1] + x[2]$
  
- $a \leftarrow Inf; b \leftarrow Inf$
- $a + b$
- $a - b$
- $a * b$
- $a / b$

# 基本運算與函數

# 基本數學運算子

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- $\wedge$  # 次方
- $+$   $-$  # 加減運算
- $*$   $/$  # 乘除運算
- $+$   $-$  # 單運算元，取正 或 取負
- $\%/\%$  # 整數除法 取商
- $\%\%$  # 整數除法 取餘數

# 基本數學運算子

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- $3.6 + 1.25$
  
- $x \leftarrow 3.6; y \leftarrow 1.25$
- $x + y$
- $x - y$
- $x * y$
- $x / y$
  
- $x \leftarrow 1:10; y \leftarrow 1:10 * 2$
- $x$
- $y$
- $x + y$
- $y - x$
- $(y - x) / 2$

# 基本數學運算子

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `a <- 5; b <- 2`
- `a %/% b`
- `a %% b`
- `x <- 2; y <- 0:4`
- `x`
- `y`
- `x^y`
- `y^x`

# 常用的數學函數

表 4.1: 常見數學函式

函式	說明
?	Help
<-	Left assignment, binary
->	Right assignment, binary
\$	List subset, binary
:	Sequence, binary
:	In model formulae: interaction
~	Tilde, used for model formulae, can be either unary or binary
-	Substraction, can be unary or binary
+	Addition, can be unary or binary
!	Unary not
*	Multiplication, binary
/	Division, binary
^	Exponentiation, binary
%%	Modulus, binary
%/%	Integer divide, binary
round(x, digits = 0)	its first argument to the specified number of decimal places
signif(x, digits = 6)	rounds the values to the specified number of significant digits
trunc(x)	the integers by truncating 'x' toward '0'
ceiling(x)	the smallest integers not less than 'x'
floor(x)	the largest integers not greater than 'x'
sign(x)	$sign(x)$ , the sign of a real number is 1, 0, or -1 if the number is positive, zero, or negative, respectively.
abs(x)	$ x $ , absolute value of x
sqrt(x)	$\sqrt{x}$
exp(x)	$e^x$
expm1(x)	computes $\exp(x) - 1$ accurately also for $ x  \ll 1$ .
log(x)	$\log(x)$
log10(x)	$\log_{10}(x)$
log2(x)	$\log_2(x)$
logb(x, base = z)	$\log_z(x)$
log1p(x)	computes $\log(1 + x)$ accurately also for $ x  \ll 1$ .

資料來源：  
台北大學統計學系林建甫教授

# 常用的數學函數

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

gamma(x)	$\Gamma(x) = (x-1)! = \int_0^\infty t^{(x-1)} \exp(-t) dt$
lgamma(x)	$\log_e[\Gamma(x)]$
beta(a, b)	$B(a, b) = (\Gamma(a)\Gamma(b)) / (\Gamma(a+b)) = \int_0^1 t^{(a-1)}(1-t)^{(b-1)} dt$
lbeta(a, b)	$\log_e[B(a, b)]$
digamma(x)	$\frac{d}{dx} \log_e[\Gamma(x)]$
trigamma(x)	$\frac{d^2}{dx^2} \log_e[\Gamma(x)]$
psigamma(x, deriv = 0)	$\frac{d^p}{dx^p} \log_e[\Gamma(x)]$
choose(n, k)	$\frac{n!}{k!(n-k)!}$
lchoose(n, k)	$\log_e(\text{choose}(n, k))$
factorial(x)	$x! = \Gamma(x+1)$
lfactorial(x)	$\log(x!) = \log_e[\Gamma(x)]$
sin(x) cos(x) tan(x)	trigonometric functions
asin(x) acos(x) atan(x)	inverse functions
sinh(x) cosh(x) tanh(x)	hyperbolic functions
asinh(x) acosh(x) atanh(x)	inverse hyperbolic functions

資料來源：  
台北大學統計學系林建甫教授

# 常用的數學函數

表 4.2: 常見之排序函式

函式	說明
rev(x)	reverse order
rank(x)	Returns the sample ranks of the values Default argument "ties.method" = "average"
sort(x)	Sort a vector or factor (partially) into ascending (or descending) order.
order(x)	Returns a permutation which rearranges its first argument into ascending or descending order, breaking ties by further arguments.

表 4.4: 常見敘述性統計函式

格式	說明	
sum(x)	summation	$y = \sum_i x_i$
cumsum(x)	cumulative sum	$z_j = \sum_{i \leq j} x_i$
diff(x)	x[i+1]-x[i]	$z_i = x_{i+1} - x_i$
prod(x)	product	$y = \prod_i x_i$
cumprod(x)	cumulative product	$z_j = \prod_{i \leq j} x_i$
mean(x)	mean	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$
median(x)	median	0.5 quantile, 50 <sup>th</sup> percentile
var(x)	variance, covariance	$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2$
sd(x)	standard deviation	$s = \sqrt{s^2}$
range(x)	range	[min(x), max(x)]
min(x)	minimum	
max(x)	maximum	
quantile(x)	percentile	
fivenum(x)	five-number summary	[max, Q <sub>1</sub> , median, Q <sub>3</sub> , max]
sample(x)	random sample	

資料來源：  
台北大學統計學系林建甫教授





# 常用的數學函數

計算機程式設計 – 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- $\log(10)$
- $\log_{10}(100)$
- $\log_2(8)$
- $\exp(1.2)$

# 常用的數學函數

- $x \leftarrow 0:7 * \pi / 16$
- $sx \leftarrow \sin(x)$
- $x1 \leftarrow \arcsin(sx)$
  
- $x1 - x$
  
- $cx \leftarrow \cos(x)$
- $x2 \leftarrow \arccos(cx)$
- $x2 - x$
  
- $tx \leftarrow \tan(x)$
  
- $x3 \leftarrow \arctan(tx)$
- $x3 - x$



# 常用的數學函數

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- factorial( 4 )
- ceiling( 2.55 )
- floor( 2.55 )
- trunc( 2.55 )
- round( 3.555, digits = 2 )
- signif( 3.555, digits = 2 )



# 常用的數學函數

計算機程式設計 – 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `x <- c( 1.2, 3.5, -4.7, 0 )`
  
- `min( x )`
- `max( x )`
- `range( x )`
  
- `length( x )`
  
- `sum( x )`
- `mean( x )`
- `sd( x )`
- `var( x )`
- `median( x )`



# 常用的數學函數

計算機程式設計 – 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `x1 <- 1:6`
- `x2 <- rep( 4, 6)`
- `x3 <- 6:1`
  
- `min( x1, x2, x3 )`
- `max( x1, x2, x3 )`
- `pmin( x1, x2, x3 )`
- `pmax( x1, x2, x3 )`



# 常用的數學函數

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `x <- c( 1.22, 3.555, -4.75, 0 )`
- `ceiling( x )`
- `floor( x )`
- `trunc( x )`
- `round( x, digits = 1 )`
- `signif( x, digits = 2 )`

# 常用的數學函數

- `x <- c( 1.22, 2.55, 3.78, -4.75)`
- `x[ 2 ]`
- `x[ c(1, 3) ]`
  
- `x[ -2 ]`
- `x[ -c(2, 4) ]`
- `x[ -length(x) ]`
  
- `x[ c( 1, 0, 2) ]`
- `x[ c(-1, 0, -2) ]`
  
- `x[ c( 1, 0, -2 ) ]`
- `x[ c( 1.2, 3.4 ) ]`
- `x[ c( -1.2, -3.4 ) ]`

# 常用的數學函數

- $x \leftarrow c(1, 0, -1, 2)$
- $y \leftarrow c(-2, 1, 0, -2)$
  
- $x * y$
  
- $2 * x$
- $x * 2$
- $c(2, 2, 2, 2) * x$
  
- $x * (1:2)$
- $x * c(1, 2, 1, 2)$
  
- $\text{sum}(x * y)$



# 文字處理

- `look <- c("beautiful", "handsome", "cool")`
- `substr( look, start = 1, stop = 4 )`
- `substring( look, first = 1, last = 4 )`
- `look.more <- c( look, "pretty" )`
- `look.more`
- `paste( look, "people" )`
- `paste( "They look like", look, "people", collapse = ". " )`



# 文字處理

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

- `letters[1:10]`
- `LETTERS[1:10]`
- `month.name[1:12]`
- `month.abb[1:12]`



# 大綱

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

# 作業

# HW03：資料類別與基本運算

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

On 3/27, 2017

- 編輯一組程式於 .R 檔，以完成下面結果：
  - 產生一個數列  $i$ ，從 1 到 10 的 10 個數值
  - 產生一個數列  $t$ ，從 0.1 到 1.0 的 10 個數值
  - 產生一個數列  $x$ ，從 1 到 10 的幾個奇數數值
  - 產生一個數列  $y$ ，從 1 到 10 的幾個偶數數值
  - 讓  $t$  中的每一個數值，乘上 3 之後，指定到一個新的變數  $t3$
  - 計算  $t$  的最大值與最小值，平均值，標準差，範圍，與數列長度
  - 讓  $x$  中的第一個數值，乘上  $y$  中的第一個數值，  
讓  $x$  中的第二個數值，乘上  $y$  中的第二個數值，以此類推，  
就是讓每一個  $x$  乘上對應的每一個  $y$  之後，指定到一個新的變數  $xy$
  - 計算  $i$  中的每一個數值取  $\log_2()$  之後，指定到一個新的變數  $i2$   
計算  $t$  中的每一個數值乘上  $2 * \pi$  之後，每一個數值再取  $\cos()$  之後，  
再指定到一個新的變數  $tc$   
最後，讓每一個  $i2$  乘上對應的每一個  $tc$  之後，指定到一個新的變數  $tci2$
  - 建立一個數列：`mymonth`，包含 12 個月的英文單字，  
然後，利用 `substring`, `paste` 的函數，取出前三個字母，並加上句點 "."，  
變成月份的縮寫形式，指定到：`mymonthshort`
- 把執行的過程，以及產生的數據等，整理到報告檔 (pdf)。

# HW03：資料類別與基本運算

計算機程式設計 - 2018S

U05: 資料類別-基本運算

Feng-Li Lian @ NTU-EE

On 3/27, 2017

- 繳交下面檔案，檔案名稱：[HW03\\_學號\\_關鍵字.xxx](#)
  - R 程式檔案：[HW03\\_B01921001\\_FormatOperation.R](#)
  - 報告檔案：[HW03\\_B01921001\\_FormatOperation.pdf](#)
- 繳交方式與期限：
  - E-mail 上面兩個檔案到：[ntucp2018s@gmail.com](mailto:ntucp2018s@gmail.com)
  - E-mail 主旨：[HW03 B01921001 FormatOperation](#)  
(就是，作業編號\_您的學號\_關鍵字)
  - 繳交期限：**4/1 (Sun), 11pm 以前**
- 學習方式：
  - 請至下面網址輸入此次的學習方式所花的時間：
  - [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdAZ\\_b-FUtvnNr\\_14rYQNYejMhDESy6jJ9ESh5XsjFI-DXMIw/viewform?c=0&w=1](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdAZ_b-FUtvnNr_14rYQNYejMhDESy6jJ9ESh5XsjFI-DXMIw/viewform?c=0&w=1)