

L^AT_EX的數學符號與方程式

汪群超

2007.7

本文將常見的數學符號與方程式以 L^AT_EX 編排展示, 希望降低使用 L^AT_EX 編輯數學式的門檻, 快速得到 L^AT_EX 為人稱頌的優美數學式。不但為初學者提供編輯的概念與方法, 也作為未來的文件編輯的參照樣本。本文內容參考 cwL^AT_EX 手冊、學生的作品、及作者平日編輯講義時所發現具代表性的數學方程式。在閱讀本文之前, 建議先將 cwL^AT_EX 手冊第 9 章「數學式子」看過一遍, 擷取當中對於表達數學式子的觀念, 再以本文及所附的 ctx 原始檔作為練習的參考。

1 數式環境

數學式可能以兩種型式出現, 一是隨文數式(in-text formula), 是夾在文章中的數學式; 譬如, 當 $\alpha = 2$ 時, $\alpha^3 = 8$ 。另一種是數學式自成一行或一個段落, 我們稱之為展示數式 (display formula), 譬如

$$\int_0^1 f(x)dx$$

輸入數學式時, 有兩個地方需要特別注意:

- 隨文數式前後請留一空格, 才不會顯得擁擠。
- 展示數式上下不須多留一空行, L^AT_EX 會自行調整間距。

2 符號

數字與普通運算符號可直接由鍵盤上鍵入。下列符號可以直接由鍵盤鍵入：

+ - = < > / : ! — [] ()

要注意的是，左右大括號{ } 在 L^AT_EX 中有特殊用途。欲排版左大括號，指令為 \{ ，右大括號之指令為 \} 。排版展示數式有以下四種方法可以達到目的：

```
\begin{equation} ... \end{equation}
\begin{displaymath} ... \end{displaymath}
\[ ... \]
$$ ... $$
```

除第一種方式外，其餘將不對數學式子進行編號。數式內若要排版文字時，必須置於 \mbox 指令內，否則將被視為數學符號，譬如，

$$f(x) = x^2 - 3x + 1, \text{ where } -2 \leq x \leq 2$$

3 常見的數學式

本節列舉一些常見的數學式作為練習與未來使用的參考，每個函數都有其特別之處，請仔細觀察研究。讀者可以依此為基礎，在往後的寫作過程中，逐漸累積更多有特殊型態的或符號的數學式，只要這裡出現過的，參照原使檔一定寫得出來。

3.1 函數

Binomial: $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{1-x}$, $x = 0, 1, 2, \dots, n$

Poisson: $f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$, $x = 0, 1, 2, \dots$

Gamma: $f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, x \geq 0$

Normal: $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty$

積分式與方程式編號:

$$\int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} dx = \frac{\Gamma(\alpha)}{\lambda^\alpha} \quad (1)$$

方程式 (1) 是廣義 Γ 積分。¹

開根號:

$$f(x) = \sqrt[3]{\frac{4-x^3}{1+x^2}}$$

微分與極限(注意大刮號的使用):

$$f'(x) = \frac{df(x)}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \left(\frac{f(x+h) - f(x)}{h} \right)$$

上下限的使用:

$$\int_a^b f(x) dx \approx \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x_k$$

最佳化問題:

$$\max_{\mathbf{u}, \mathbf{u}^T \mathbf{u} = 1} \mathbf{u}^T \Sigma_X \mathbf{u}$$

幾個符號:

$$\mathbf{e} = \mathbf{x} - \mathbf{x}_q = (I - P)\mathbf{x} \in V^\perp, \text{ where } V \oplus V^\perp = R^p$$

3.2 矩陣與行列式

矩陣或有規則排列的數學式或組合很常見, 以下列舉幾種模式, 請特別注意其使用的標籤及一些需要注意的小地方。譬如,

- a) 矩陣的左右括號需各別加上。
- b) 橫行各項之間是以 & 區隔。

¹這裡利用方程式標籤(label) 來引用方程式, 編號將自動更新。

- c) 除最後一行外, 每行之末則加上換行指令\\。
- d) 使用 array 指令時, 須加上選項以控制每一直欄內各數字或符號要居中排列、靠左或靠右。

範例與注意事項:

1. 左右方框刮號的使用及各直欄的對齊方式:

$$A = \left[\begin{array}{ccc} a + b & mnop & xy \\ a + b & pn & yz \\ b + c & mp & xyz \end{array} \right]$$

2. 左右圓框刮號的使用及各式點狀:

$$A = \left(\begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{array} \right)$$

3. 排列整齊的符號:

$$\begin{array}{ccc} a + b + c & m + n & xy \\ a + b & p + n & yz \\ b + c & m - n & xz \end{array}$$

4. 等號對齊的函數組合 (不編號)

$$\begin{array}{l} b_1 = d_1 + c_1 \\ a_2 = c_2 + e_2 \end{array}$$

5. 等號對齊的函數組合 (編號在最後一行)

$$\begin{array}{l} b_1 = d_1 + c_1 \\ a_2 = c_2 + e_2 \end{array} \quad (2)$$

6. 使用巨集 `amsmath` 的指令 `align`(控制編號在第一行)

$$b_1 = d_1 + c_1 \tag{3}$$

$$a_2 = c_2 + e_2$$

7. 兩組數學式分別對齊

$$\alpha_1 = \beta_1 + \gamma_1 + \delta_1, \quad a_1 = b_1 + c_1 \tag{4}$$

$$\alpha_2 = \beta_2 + \gamma_2 + \delta_2, \quad a_2 = b_2 + c_2 \tag{5}$$

8. 編號在中間 (`split` 指令環境)

$$\alpha_1 = \beta_1 + \gamma_1 \tag{6}$$

$$\alpha_2 = \beta_2 + \gamma_2$$

9. 只是居中對齊的數學式組 (`gather` 指令環境)

$$\alpha_1 + \beta_1$$

$$\alpha_2 + \beta_2 + \gamma_2$$

10. 長數學式的表達 (注意第二行加號的位置)

$$y = x_1 + x_2 + x_3$$

$$+ x_4 + x_5 \tag{7}$$

3.3 其他

$$X_n \xrightarrow{d} X$$

$$\overbrace{X_1 + \dots + X_{15} + \dots + X_{30}}$$

$$G = \begin{cases} CLASS\#1 & \text{if } \hat{\beta}^T \mathbf{x} \leq 0 \\ CLASS\#2 & \text{if } \hat{\beta}^T \mathbf{x} > 0 \end{cases}$$

以 equation 或 align 排版時，數學式會自動編上號碼。文稿其他地方若要引述某數學式，可先以 \label 指令加上標籤，再使用 \ref 指令引述。如此一來若排版文稿須反覆修改，使用 \label 與 \ref 指令可以「自動對焦」不會出錯。

定理 1. *A symmetric matrix Σ_X can be diagonalized by an orthogonal matrix containing normalized eigenvectors of Σ_X , and the resulting diagonal matrix contains eigenvalues of Σ_X .*