# 机　率

台大电机系 叶丙成

微博: weibo.com/yehbo　脸书: facebook.com/prof.yeh

部落格: pcyeh.blog.ntu.edu.tw

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 本周主题概述

- 9-1: 随机变数之和
- 9-2: MGF
- 9-3: 多个随机变数和
- 9-4: 中央极限定理(万佛朝宗)

**Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson)** 葉丙成
**Dept. of EE,  National Taiwan University**

# 9-1: 随机变数之和

第九周

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# $Z = X + Y$ 的机率分布？

- Ex: 老张面店只卖牛肉面跟豆腐脑已知每天的面销量 $\boldsymbol{X}$ 碗与豆腐脑销量 $\boldsymbol{Y}$ 碗的联合机率分布 $\boldsymbol{p_{X,Y}(x,y)}$
  兄弟们约老张收摊后喝酒小聚。老婆规定老张洗完碗后才能赴约。
  请问老张洗碗数量的机率分布是？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# $Z = X + Y$ 的机率分布？

- Ex: 小明写国文作业的时间 $X$ 与算术作业 $Y$ 的联合机率分布 $f_{X,Y}(x,y)$。兄弟们约小明喝酒小聚老妈规定小明写完作业后才能赴约。请问小明兄弟要等多久时间的机率分布是？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 若 $X, Y$ 独立？

- 离散：$Z = X + Y$

$$p_Z(z) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} p_{X,Y}(x, z-x) = \overbrace{\sum_{x=-\infty}^{\infty} p_X(x)\cdot p_Y(z-x)}^{\textit{discrete convolution}} = \underbrace{\sum_{y=-\infty}^{\infty} p_X(z-y)\cdot p_Y(y)}_{\textit{discrete convolution}}$$

$$= \boxed{p_X(z) * p_Y(z)}$$

- 连续：$Z = X + Y$

$$f_Z(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f_{X,Y}(x, z-z)dx = \overbrace{\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x)f_Y(z-x)dx}^{\textit{continuous convolution}} = \overbrace{\int_{-\infty}^{\infty} f_X(z-y)f_Y(y)dy}^{\textit{continuous convolution}}$$

$$= \boxed{f_X(z) * f_Y(z)}$$

# 如果有不只两个随机变量?

- $X = X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ ，

  若 $X_1, \ldots, X_n$ 独立

  (离散): $p_X(x) =$

  (连续): $f_X(x) =$

很复杂，怎么办？ MGF

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 9-2: MGF (MOMENT GENERATING FUNCTION)

第九周

**Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成**
**Dept. of EE,  National Taiwan University**

# Convolution 很不好算，怎办？

- 先看个例子吧！辛苦的红娘业

小园超宅、小丽超夯
任务：撮合他们
（超难！）

转换：分别送去亚马逊荒野
换新的洋名、造型、身分

撮合：一男一女、荒郊野岭
周围鬼哭神号，只有营火，
和你我的相互依偎！
（超简单！）

逆转换：送他们回文明世界
从此在一起了！

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# Convolution 很不好算，怎办？

- 辛苦的 convolution，有法偷懒？

给定 $p_{X_1}(x)$、$p_{X_2}(x)$
任务：$\boxed{p_{X_1}(x) * p_{X_2}(x)}$
（超麻烦！）

转换：~~送他们到~~ $s$ 世界，分别作 MGF 变身
$\boxed{\phi_{X_1}(s)} = E[e^{sX_1}]$, $\boxed{\phi_{X_2}(s)} = E[e^{sX_2}]$

$= \sum_{x=-\infty}^{\infty} e^{sx} \cdot p_{X_1}(x)$

撮合：相乘就行
$\phi_{X_1}(s) \cdot \phi_{X_2}(s)$
（超简单！）

逆转换：从 $s$ 世界送回 $x$ 世界
从此在一起了！

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# Convolution 很不好算，怎办？

- 辛苦的 convolution，有法偷懒？

转换：送他们到 $s$ 世界，分别作 MGF 变身
$\phi_{X_1}(s)=E[e^{sX_1}], \phi_{X_2}(s)=E[e^{sX_2}], \cdots, \phi_{X_n}(s)=E[e^{sX_n}]$

给定：$p_{X_1}(x), p_{X_2}(x), \cdots, p_{X_n}(x)$
任务：$p_{X_1}(x) * p_{X_2}(x) * \cdots * p_{X_n}(x)$
（超麻烦！）

撮合：相乘就行
$\phi_{X_1}(s) \cdot \phi_{X_2}(s) \cdots \phi_{X_n}(s)$
（超简单！）

逆转换：从 $s$ 世界送回 $x$ 世界
从此在一起了！

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# Convolution 很不好算，怎办？

- 辛苦的 convolution，有法偷懒？

转换：送他们到 $s$ 世界，分别作 MGF 变身

$\phi_{X_1}(s) = E[e^{sX_1}],\ \phi_{X_2}(s) = E[e^{sX_2}], \cdots, \phi_{X_n}(s) = E[e^{sX_n}]$

$= \int_{-\infty}^{\infty} e^{sx} f_{X_1}(x)\,dx$

给定：$f_{X_1}(x), f_{X_2}(x), \cdots, f_{X_n}(x)$

任务：$f_{X_1}(x) * f_{X_2}(x) * \cdots * f_{X_2}(x)$

（超麻烦！）

撮合：相乘就行

$\phi_{X_1}(s) \cdot \phi_{X_2}(s) \cdots \phi_{X_n}(s)$

（超简单！）

逆转换：从 $s$ 世界送回 $x$ 世界

从此在一起了！

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# MGF (Moment Generation Function)

- MGF $\phi_X(s)$ 定义：

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] = \left\{ \right.$$

- 逆转换怎么做？

通常靠查表

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 我说 MGF 为什么叫 MGF 呢？

- 还记得什么叫 moment 吗？ $E[X^n]$
- $\phi_X(s)$ 跟 moment 有关系吗？离散 case：

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] = \sum_{x=-\infty}^{\infty} e^{sx} \cdot p_X(x)$$

$$\phi'_X(s) = \frac{d}{ds}\sum_{x=-\infty}^{\infty} e^{sx} \cdot p_X\,(x) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} \underbrace{\frac{de^{sx}}{ds}}_{x\cdot e^{sx}} \cdot p_X\,(x) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} x \cdot e^{sx} \cdot p_X(x)$$

- $\phi'_X(0) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} x \cdot e^{0\cdot x} \cdot p_X(x) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} x \cdot 1 \cdot p_X(x) = E[X]$
- $\phi_X^{(n)}(0) = \sum_{x=-\infty}^{\infty} x^n \cdot e^{sx} \cdot p_X(x)|_{s=0} = \sum_{x=-\infty}^{\infty} x^n \cdot p_X(x) = E[X^n]$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 我说 MGF 为什么叫 MGF 呢？

- 还记得什么叫 moment 吗？ $E[X^n]$
- $\phi_X(s)$ 跟 moment 有关系吗？连续 case：

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] = \int_{-\infty}^{\infty} e^{sx} \cdot f_X(x)\, dx$$

$$\phi'_X(s) =$$

- $\phi'_X(0) =$
- $\phi_X^{(n)}(0) =$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# MGF 的重要性质

- $Y = aX + b$

$$\phi_Y(s) = E[e^{sY}] = E\left[e^{s(aX+b)}\right]$$

$$= E[e^{saX} \cdot e^{sb}]$$

$$= \boxed{e^{sb}} \, E[e^{\boxed{sa}X}]$$

$$= \boxed{e^{sb}} \cdot \phi_X(as)$$

$= \phi_X(as)$

$\phi_X(s) = E[e^{\boxed{s}X}]$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 常见离散机率分布之 MGF

$\sum_{x=-\infty}^{\infty} e^{sx} p_X(x)$

- $X \sim Bernoulli(p)$: $p_X(0) = 1 - p, p(1) = p$

  $\phi_X(s) = E[e^{sX}] = e^{s\cdot 0}\cdot p_X(0) + e^{s\cdot 1}\cdot p_X(1)$

  $= \boxed{1\cdot(1-p) + e^s\cdot p} = 1 - \overset{1-p}{p} + pe^s$ $\quad \overset{}{\underset{p}{}}$

- $X \sim BIN(n,p)$: 作 $n$ 次实验成功次数等于各实验成功次数的总和

  $\Rightarrow X = \boxed{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}$, $X_i$ 独立, $X_i \sim Bernoulli(p)$,

  $\phi_{X_i}(s) = 1 - p + pe^s$

  $\Rightarrow \phi_X(s) = \boxed{\phi_{X_1}(s)\cdot\phi_{X_2}(s)\cdots\phi_{X_n}(s)} = [1 - p + pe^s]^n$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 常见离散机率分布之 MGF

- $X \sim Geometric(p)$:

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] = \sum_{x=-\infty}^{\infty} e^{sx} p_X(x)$$

- $X \sim Pascal(k, p)$: 看到第 $k$ 次成功的花的总实验次数等于第 1 号成功花多少次＋第 2 号成功花多少次＋…＋第 $k$ 号成功花多少次

$\Rightarrow X = X_1 + X_2 + \cdots + X_k$, $X_i$ 独立, $X_i \sim Geometric(p)$

$\Rightarrow \phi_X(s) = E[e^{sX}] = \phi_{X_1}(s) \cdots \phi_{X_k}(s) = [\phi_{X_1}(s)]^k$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 常见离散机率分布之 MGF

- $X \sim Poisson\,(\alpha)$:

  $\phi_X(s) = E[e^{sX}] =$

- $X \sim UNIF\,(a, b)$:

  $\phi_X(s) = E[e^{sX}] =$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 常见连续机率分布之 MGF

- $X \sim Exponential(\lambda)$:

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] =$$

- $X \sim Erlang(n, \lambda)$:

$$X = X_1 + X_2 + \cdots + X_n,\ X_i \text{ 独立}, X_i \sim Exponential(\lambda)$$

$$\Rightarrow \phi_X(s) = E[e^{sX}] = \phi_{X_1}(s) \cdot \cdots \phi_{X_n}(s) = [\phi_{X_1}(s)]^n$$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 常见连续机率分布之 MGF

- $X \sim UNIF(a,b)$:

  $\phi_X(s) = E[e^{sX}] =$

- $X \sim Gaussian(\mu,\sigma)$:

  $\phi_X(s) = E[e^{sX}] =$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 9-3: 多个随机变数之和

第九周

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 独立随机变数之和

- $X_1, X_2, \ldots$ 独立，且各自都有一模一样的机率分布，表示为

$\{X_i\}$ *I.I.D.*

*Independently and Identically Distributed*

- $X = X_1 + X_2 + \cdots + X_n$, $\boxed{n \text{ 为常数}}$，请问 $X$ 的机率分布？

离散: $p_X(x) = p_{X_1}(x) * p_{X_1}(x) * \cdots * p_{X_1}(x)$

连续: $f_X(x) = f_{X_1}(x) * f_{X_1}(x) * \cdots * f_{X_1}(x)$

$\phi_X(s) = [\phi_{X_1}(s)]^n$

$p_{X_1}(x)$
$\|$
$p_{X_i}(x)$

$f_{X_i}(x) = f_{X_1}(x)$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# Ex: 将太的寿司

- 寿司饭团的理想重量是13公克。将太初当学徒，
  每次抓饭量为常态分布，期望值是14，标准偏差是3。
  师父要将太每天练习作 100 个寿司才能休息，做完的寿司都得自己吃掉。
  请问将太每天吃的饭量的机率分布？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 随机个数之独立随机变数和

- $X_1, X_2, \ldots$ I.I.D.

$$X = X_1 + X_2 + \cdots + X_N$$

若 $N$ 本身也为随机变量，其机率分布已知，那 $X$ 的机率分布找的到吗？

$N$: $p_N(n)$ 已知

$$\Rightarrow \phi_N(\tilde{s}) = \boxed{\sum_{n=0}^{\infty} e^{\tilde{s}\, n} \cdot p_N(n)}$$

$$\tilde{s} = \ln \phi_{X_1}(s)$$

$x = x_1 + \cdots + x_N$

$$\phi_X(s) = E[e^{sX}] = E[e^{sX_1+sX_2+\cdots+sX_N}]$$
$$= E[e^{sX_1}\cdot e^{sX_2}\cdot \ldots \cdot e^{sX_N}]$$
$$= E_N\left[E[e^{sX_1}]\cdot E[e^{sX_2}]\cdot \ldots \cdot E[e^{sX_N}]\right]$$
$$= E_N\left[[\phi_{X_1}(s)]^N\right] = \boxed{\sum_{n=0}^{\infty} (\phi_{X_1}(s))^n \cdot p_N(n)}$$
$$= \sum_{n=0}^{\infty} e^{\ln(\phi_X(s))\, n} \cdot p_N(n) = \phi_N\Big(\underbrace{\ln(\phi_{X_1}(s))}_{\tilde{s}}\Big)$$

# Ex: 如果不景气呢？

- 因为不景气，师父的生意有一搭没一搭，没那么多钱让将太挥霍。每天可以练习的寿司数量是由当天生意决定的。每天可以练习的寿司数量是一个 Poisson 分布，期望值为 75；将太功夫依然没有长进，每次抓的饭量为常态分布，期望值是 14 ，标准偏差是 4。请问阿明每天吃的饭量的
  机率分布？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 9-4: 中央极限定理 (万佛朝宗)

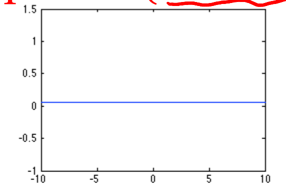
第九周

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

$X_1 \sim UNIF(-10, 10)$

PDF:

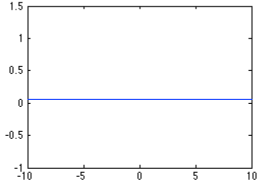



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

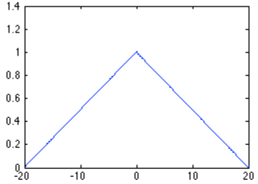
# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

PDF:

$X_1$




$X_1 + X_2$

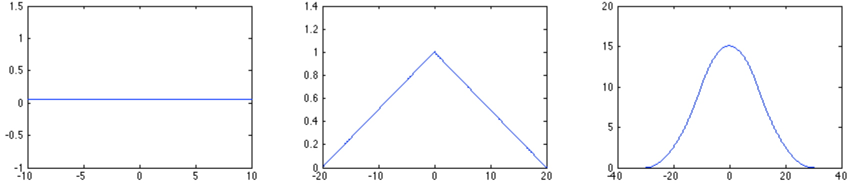



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

$X_1$ $\qquad$ $X_1 + X_2$ $\qquad$ $X_1 + X_2 + X_3$

PDF:

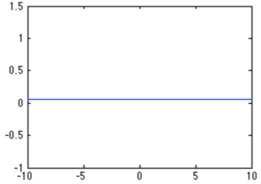



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

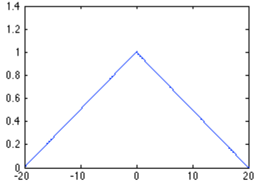
# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

PDF:

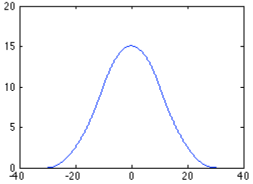
$X_1$

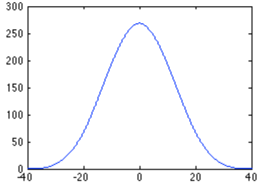



$X_1 + X_2$




$X_1 + X_2 + X_3$



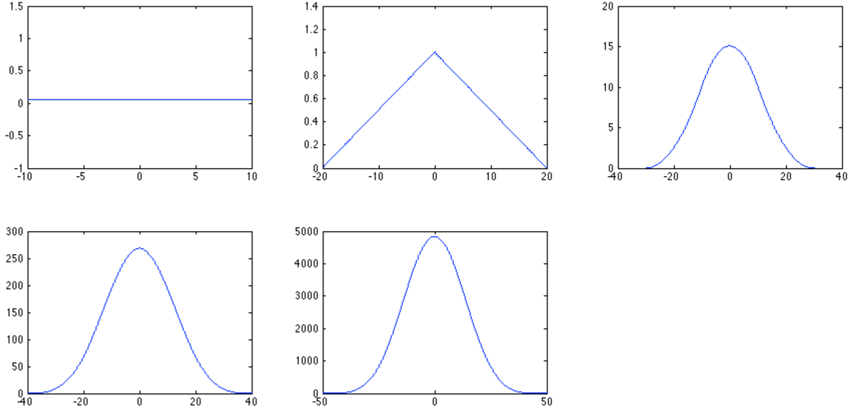

$X_1 + \cdots + X_4$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

PDF:

$X_1$ $\quad$ $X_1 + X_2$ $\quad$ $X_1 + X_2 + X_3$



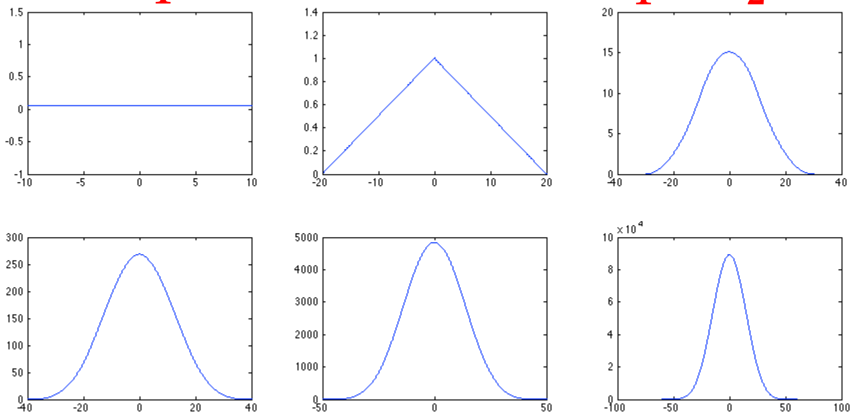

$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad$ $X_1 + \cdots + X_5$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 连续随机变量和

PDF:

$X_1$ $\quad X_1 + X_2$ $\quad X_1 + X_2 + X_3$



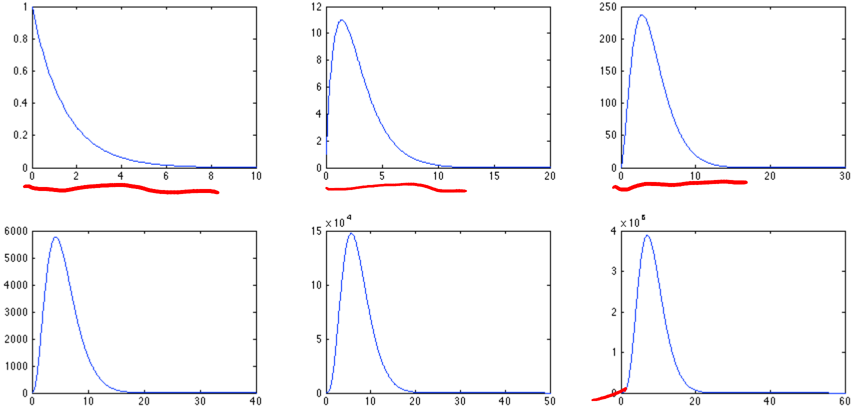

$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad X_1 + \cdots + X_5$ $\quad X_1 + \cdots + X_6$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Exponential 随机变数和

PDF:

$X_1$ $\quad X_1 + X_2$ $\quad X_1 + X_2 + X_3$

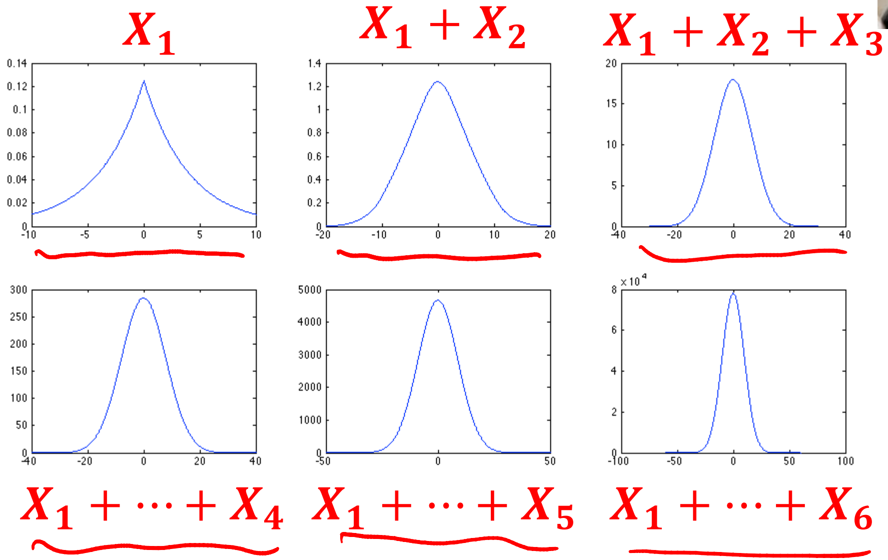


$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad X_1 + \cdots + X_5$ $\quad X_1 + \cdots + X_6$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Laplace 随机变数和

PDF:

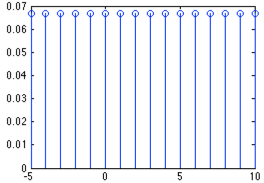



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

$X_1$

PMF:

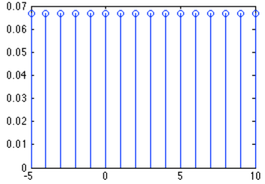



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

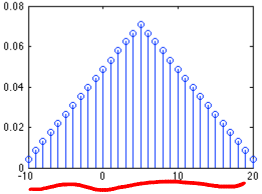
# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

PMF:

$X_1$




$X_1 + X_2$

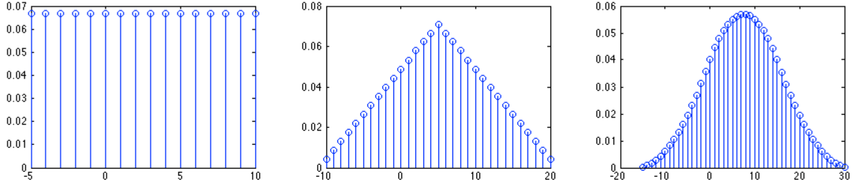



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

PMF:

$X_1$ $\quad$ $X_1 + X_2$ $\quad$ $X_1 + X_2 + X_3$

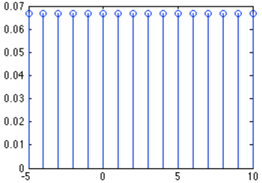



Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

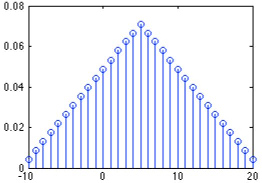
# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

PMF:

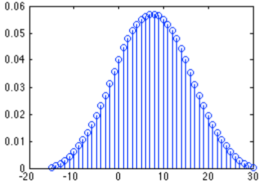
$X_1$

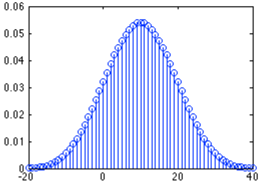



$X_1 + X_2$




$X_1 + X_2 + X_3$



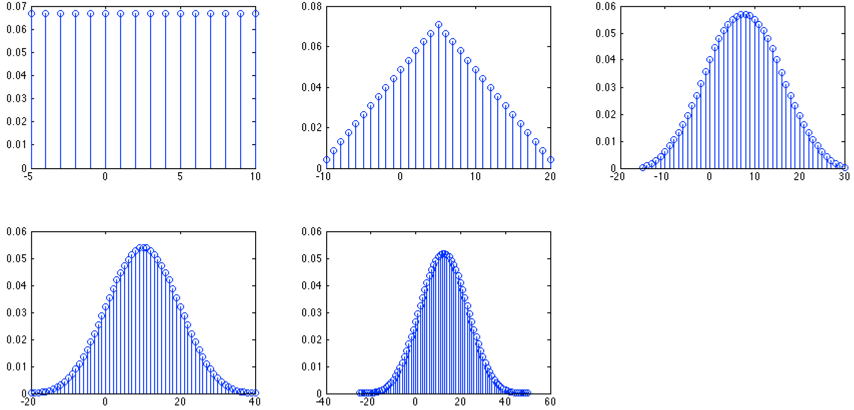

$X_1 + \cdots + X_4$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

PMF:

$X_1$ $\quad$ $X_1 + X_2$ $\quad$ $X_1 + X_2 + X_3$



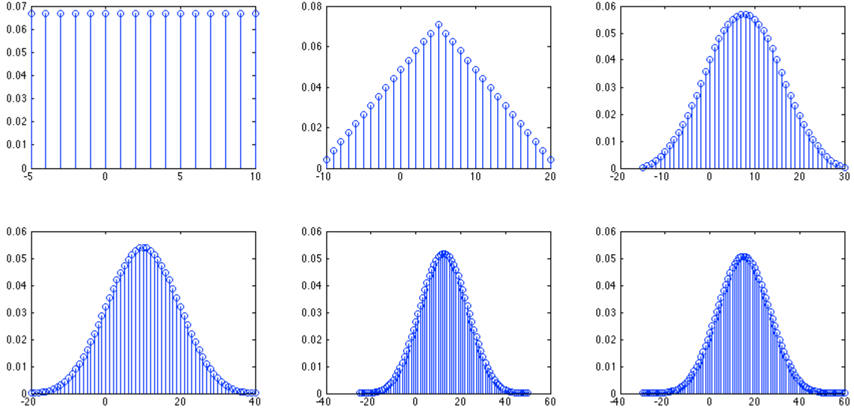
$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad$ $X_1 + \cdots + X_5$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Uniform 离散随机变数和

PMF:

$X_1$ $\quad X_1 + X_2$ $\quad X_1 + X_2 + X_3$



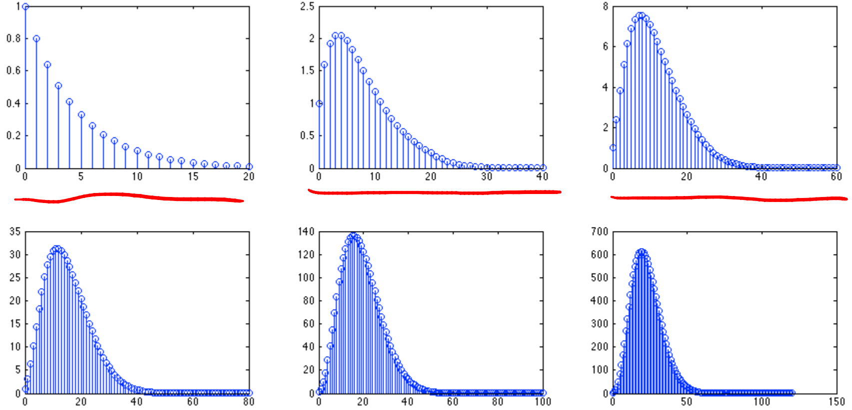
$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad X_1 + \cdots + X_5$ $\quad X_1 + \cdots + X_6$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 数个独立 Geometric 随机变数和

PMF:

$X_1$ $\quad X_1 + X_2$ $\quad X_1 + X_2 + X_3$



$X_1 + \cdots + X_4$ $\quad X_1 + \cdots + X_5$ $\quad X_1 + \cdots + X_6$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 中央极限定理 (Central Limit Theorem)

- 若 $X_1, X_2, \ldots, X_n$ 为 $I.I.D.$ ，

  则当 $n$ 趋近于无穷大时：

$$X = X_1 + X_2 + \cdots + X_n \sim N\left(\mu_{X_1+X_2\ldots+X_n}, \sigma^2_{X_1+X_2\ldots+X_n}\right)$$

$$\mu_{X_1+X_2\ldots+X_n} = \mu_{X_1} + \mu_{X_2} + \cdots . + \mu_{X_n} = n\mu_{X_1}$$

$$\sigma^2_{X_1+X_2\ldots+X_n} = \sigma^2_{X_1} + \sigma^2_{X_2} + \cdots + \sigma^2_{X_n} = n\sigma^2_{X_1}$$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 中央极限定理 (CLT) 的应用

- 当要处理多个独立的随机变量的和时，我们可以 CLT 将其机率分布近似为常态分布后计算机率
- 另若某机率分布等同于多个独立随机变量的和，此机率分布便可以用常态分布近似之，再计算器率

例：$\boldsymbol{X \sim BIN(100, 0.3)}$

$$\boldsymbol{X = X_1 + X_2 + \cdots + X_{100}}$$

$$\boldsymbol{\{X_i\}\ I.I.D.,\ X_i \sim Berinoulli(0.3)}$$

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 中央极限定理 (CLT) 的应用

- Ex: 天团五五六六有百万粉丝。每位粉丝各自独立，但有 0.2 的机率会买天团发片的 CD。若是天团发精选辑，请问天团精选辑发售超过 200,800 张之机率为何？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE,  National Taiwan University

# 若 $X$ 是离散的随机变数和...

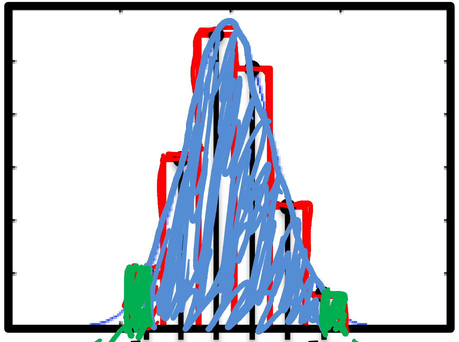
- 我们可以算的更精确！ $X = X_1 + \cdots + X_n$
- De Moivre – Laplace Formula:

$$\boxed{P(k_1 \le X \le k_2)} \approx P\left(\frac{k_1-0.5-n\mu_{X_1}}{\sqrt{n}\sigma_{X_1}} \le \frac{X-n\mu_{X_1}}{\sqrt{n}\sigma_{X_1}} \le \frac{k_2+0.5-n\mu_{X_1}}{\sqrt{n}\sigma_{X_1}}\right)$$

$$\approx \Phi\left(\frac{k_2+0.5-n\mu_{X_1}}{\sqrt{n}\sigma_{X_1}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1-0.5-n\mu_{X_1}}{\sqrt{n}\sigma_{X_1}}\right)$$

$$= P_X(k_1) + P_X(k_1+1) + \cdots + P_X(k_2)$$

$$= 1\cdot P_X(k_1) + 1\cdot P_X(k_1+1) + \cdots + 1\cdot P_X(k_2)$$




Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 若 *X* 是离散的随机变数和…

- Ex:萱萱为 5566 忠实粉丝，帮粉友去 20 家店买 CD。每家店限购一张，缺货机率 0.5。请问萱萱买到 7 张之机率为？

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University

# 本周回顾

- 随机变数的和的机率分布？
- 为何要学MGF？
- 多个随机变数之和如何找机率分布？
- 中央极限定理(万佛朝宗)

Prof. Yeh, Ping-Cheng (Benson) 葉丙成
Dept. of EE, National Taiwan University