目录

1 第一章
2 第二章
3 第三章
4 第四章
5 第五章
6 第六章
7 第七章
8 第八章
9 第九章

xqmmcqs
不忘初心，方得始终

4 年前发表 2 年前更新 数理知识 4 分钟读完 (大约621个字)

概率论与数理统计公式

BUPT 概率论与数理统计课程（计算机学院，4 学分）涉及的公式，自制

简单的就略过了，写在这的不一定都要背。

$$\Gamma(\alpha)=\int_0^{\infty} x^{\alpha-1}e^{-x}\,\mathrm{d}x,\quad \Gamma(\alpha+1)=\alpha\Gamma(\alpha)$$

$$\Gamma(1)=1,\quad \Gamma(\frac{1}{2})=\sqrt{\pi},\quad \Gamma(n+1)=n!\ (n\in\mathbf{Z}^+)$$

第一章

$$P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(AB)$$

$$P(A-B)=P(A\overline{B})=P(A)-P(AB)$$

$$P(AB)=P(B|A)P(A)$$

$$P(A_1A_2\dots A_n)=P(A_n|A_1A_2\dots A_{n-1})P(A_{n-1}|A_1A_2\dots A_{n-2})\dots P(A_2|A_1)P(A_1)$$

$$P(A)=\sum_{i=1}^{n}P(B_i)P(A|B_i)$$

$$P(B_k|A)=\frac{P(B_k)P(A|B_k)}{P(A)}=\frac{P(B_k)P(A|B_k)}{\sum_{i=1}^{n}P(B_i)P(A|B_i)}$$

第二章

$$P\{a<X\le b\}=F(b)-F(a)$$

$$P\{X<a\}=F(a^-)$$

$$P\{X=a\}=F(a)-F(a^-)$$

$$P\{a\le X<b\}=F(b^-)-F(a^-)$$

$$P\{a<X<b\}=F(b^-)-F(a)$$

$$P\{X>a\}=1-P\{X\le a\}=1-F(a)$$

0-1 分布

$$P\{X=k\}=p^k(1-p)^{1-k}$$

二项分布$X\sim B(n,p)$

$$P\{X=k\}=C_n^kp^k(1-p)^{n-k}$$

泊松分布$X\sim\pi(\lambda)$

$$P\{X=k\}=\frac{\lambda^k}{k!}e^{-\lambda}$$

泊松定理

$$np=\lambda\quad \lim_{n\to\infty}C_n^kp^k(1-p)^{n-k}=\frac{\lambda^ke^{-\lambda}}{k!}$$

专业知识 26
常用工具 1
数理知识 4
杂谈 4
算法 21

均匀分布$X \sim U(a,b)$

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b-a}, & a<x<b \\ 0, & else\end{cases}$$

$$F(x)=\begin{cases}0, & x<a \\ \dfrac{x-a}{b-a}, & a\le x<b \\ 1, & x\ge b\end{cases}$$

指数分布$X \sim E(\lambda)$

$$f(x)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda x}, & x>0 \\ 0, & x\le 0\end{cases}$$

$$F(x)=\begin{cases}1-e^{-\lambda x}, & x>0 \\ 0, & x\le 0\end{cases}$$

正态分布$X \sim N(\mu,\sigma^2)$

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$y=\varphi(x)$严格单调且其反函数 为$x=h(y)$，则$Y=\varphi(x)$的密度为

$$f_Y(y)=\begin{cases}f_X[h(y)]|h'(y)|, & \alpha<y<\beta \\ 0, & else\end{cases}$$

第三章

二维连续型随机变量边缘分布

$$f_X(x)=\int_{-\infty}^{+\infty}f(x,y)\,\mathrm{d}y \quad f_Y(y)=\int_{-\infty}^{+\infty}f(x,y)\,\mathrm{d}x$$

条件概率密度

$$f_{X|Y}(x|y)=\frac{f(x,y)}{f_Y(y)} \quad f_{Y|X}(y|x)=\frac{f(x,y)}{f_X(x)}$$

二维正态分布$(X,Y)\sim N(\mu_1,\mu_2,\sigma_1^2,\sigma_2^2,\rho)$

$$f(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}}e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}[\frac{(x-\mu_1^2)}{\sigma_1^2}-2\rho\frac{(x-\mu_1)(y-\mu_2)}{\sigma_1\sigma_2}+\frac{(y-\mu_2)^2}{\sigma_2^2}]}$$

$U=X+Y$的分布

$$f_U(u)=\int_{-\infty}^{+\infty}f(x,u-x)\,\mathrm{d}x=\int_{-\infty}^{+\infty}f(u-y,y)\,\mathrm{d}y$$

最大值和最小值的分布

$$F_{\max}(z)=[F(z)]^n \quad F_{\min}(z)=1-[1-F(z)]^n$$

$U=\frac{Y}{X}$和$V=XY$的分布

$$f_U(u)=\int_{-\infty}^{+\infty}|x|f(x,xu)\,\mathrm{d}x \quad f_V(v)=\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{|x|}f\left(x,\frac{v}{x}\right)\mathrm{d}x$$

第四章

数学期望

$$E(X)=\sum_k x_kp_k,\quad E(X)=\int_{-\infty}^{\infty}xf(x)\,\mathrm{d}x$$

若$Y=g(X)$

$$E(Y)=\int_k g(x_k)p_k,\quad \int_{-\infty}^{\infty} g(x)f(x)\,\mathrm{d}x$$

若$Z=g(X,Y)$

$$E(Z)=\sum_i\sum_j p_{ij},\quad E(Z)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} g(x,y)f(x,y)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$$

数学期望的性质

$$E(C)=C$$

$$E(aX+bY)=aE(x)+bE(Y)$$

若X,Y独立

$$E(XY)=E(X)E(Y)$$

方差

$$D(X)=E\{[X-E(X)]^2\}=E(X^2)-[E(X)]^2$$

方差的性质

$$D(C)=0$$

$$D(aX+b)=a^2D(X)$$

$$D(X\pm Y)=D(X)+D(Y)\pm 2Cov(X,Y)$$

若X,Y独立

$$D(X\pm Y)=D(X)+D(Y)$$

常见分布的数学期望和方差

分布	数学期望	方差
0-1 分布	$E(X)=p$	$D(X)=p-p^2$
$X\sim B(n,p)$	$E(X)=np$	$D(X)=np(1-p)$
$X\sim \pi(\lambda)$	$E(X)=\lambda$	$D(X)=\lambda$
$X\sim U(a,b)$	$E(X)=\frac{a+b}{2}$	$D(X)=\frac{(b-a)^2}{12}$
$X\sim E(\lambda)$	$E(X)=\frac{1}{\lambda}$	$D(X)=\frac{1}{\lambda^2}$
$X\sim N(\mu,\sigma^2)$	$E(X)=\mu$	$D(X)=\sigma^2$

协方差

$$Cov(X,Y)=E\{[X-E(X)][Y-E(Y)]\}=E(XY)-E(X)E(Y)$$

协方差的性质

$$Cov(X,Y)=Cov(Y,X),\quad Cov(X,X)=D(X)$$

$$Cov(aX,bY)=abCov(X,Y)$$

$$Cov(aX+bY,Z)=aCov(X,Z)+bCov(Y,Z)$$

相关系数

$$\rho_{XY}=\frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{D(X)}\sqrt{D(Y)}}$$

相关系数的性质

$$\rho_{XY}\leq 1$$

$|\rho_{XY}|=1$的充要条件是

$$P\{Y=aX+b\}=1$$

第五章

切比雪夫不等式

$$P\{|X-E(X)|\geq\varepsilon\}\leq\frac{D(X)}{\varepsilon^2}$$

辛钦大数定理

$X_1,X_2,\ldots,X_n,\ldots$独立同分布，$E(X_k)=\mu$，对于任意给定的$\varepsilon>0$，有

$$\lim_{n\to\infty}P\left\{\left|\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i-\mu\right|<\varepsilon\right\}=1$$

$\overline{X}$依概率收敛于μ

中心极限定理

$X_1,X_2,\ldots,X_n,\ldots$独立同分布，$E(X_k)=\mu,D(X_k)=\sigma^2$

$$\lim_{n\to\infty}P\left\{\frac{\sum_{i=1}^{n}X_i-n\mu}{\sqrt{n}\sigma}\leq x\right\}=\Phi(x)$$

$\eta_n\sim B(n,p)$

$$\lim_{n\to\infty}P\left\{\frac{\eta_n-np}{\sqrt{np(1-p)}}\leq x\right\}=\Phi(x)$$

第六章

称不含未知参数的样本函数$g(X_1,X_2,\ldots.X_n)$为统计量

$$\overline{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i$$

为样本均值

$$S^2=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^2$$

为样本方差

$$S=\sqrt{S^2}$$

为样本标准差

$$A_k=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i^k$$

为k阶样本原点矩

$$B_k=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^k$$

为k阶样本中心矩

将一个容量为n的样本值排序并且重新编号，设为

$$x_{(1)}\leq x_{(2)}\leq\cdots\leq x_{(n)}$$

则经验函数$F_n(x)$的观察值为

$$F_n(x)=\begin{cases}0, & x<x_{(1)}\\ \dfrac{k}{n}, & x_{(k)}\le x<x_{(k+1)}\\ 1, & x\ge x_{(n)}\end{cases}$$

设$X_1,X_2,\dots,X_n$相互独立，都服从$N(0,1)$，则称随机变量

$$\chi^2=X_1^2+X_2^2+\cdots+X_n^2$$

所服从的分布为自由度为n的χ^2分布，记为$\chi^2\sim\chi^2(n)$

设$X_i\sim N(\mu,\sigma^2)$，则

$$\chi^2=\frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2\sim\chi^2(n)$$

设$X_1\sim\chi^2(n_1),X_2\sim\chi^2(n_2)$，且$X_1,X_2$相互独立，则

$$X_1+X_2\sim\chi^2(n_1+n_2)$$

$$E(\chi^2)=n,\quad D(\chi^2)=2n$$

设$X\sim N(0,1),Y\sim\chi^2(n)$，且$X,Y$独立，则称随机变量

$$t=\frac{X}{\sqrt{Y/n}}$$

服从自由度为n的t分布，记为$t\sim t(n)$

$$E(t)=0,\quad D(t)=\frac{n}{n-2}$$

当n足够大时，t分布近似于$N(0,1)$分布

$$t_{1-\alpha}(n)=-t_\alpha(n)$$

设$U\sim\chi^2(n_1),V\sim\chi^2(n_2)$，且$U,V$独立，则称随机变量

$$F=\frac{U/n_1}{V/n_2}$$

服从自由度为(n_1,n_2)的F分布，记为$F\sim F(n_1,n_2)$

$$\frac{1}{F}\sim F(n_2,n_1)$$

$$F_{1-\alpha}(n_1,n_2)=\frac{1}{F_\alpha(n_2,n_1)}$$

设总体X（不管服从什么分布）的均值为μ，方差为σ^2，$X_1,X_2,\dots,X_n$是来自X的一个样本，$\overline{X},S^2$分别是样本均值和样本方差，则有

$$E(\overline{X})=\mu,\quad D(\overline{X})=\sigma^2/n,\quad E(S^2)=\sigma^2$$

设$X_1,X_2,\dots,X_n$是来自总体$N(\mu,\sigma^2)$的样本，$\overline{X},S^2$分别是样本均值和样本方差，则有

$$\overline{X}\sim N(\mu,\sigma^2/n)$$

$$\frac{\overline{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\sim N(0,1)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{\sigma^2}\sim\chi^2(n)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^2}{\sigma^2}=\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}\sim\chi^2(n-1)$$

$\overline{X}$与S^2相互独立

$$\frac{\overline{X}-\mu}{S/\sqrt{n}} \sim t(n-1)$$

设$X_1, X_2, \ldots, X_{n_1}$与$Y_1, Y_2, \ldots, Y_{n_2}$分别是来自总体$N(\mu_1, \sigma_1^2), N(\mu_2, \sigma_2^2)$的样本，$\overline{X}, \overline{Y}, S_1^2, S_2^2$分别是这两个样本的样本均值和样本方差，则有

$$\frac{(\overline{X}-\overline{Y})-(\mu_1-\mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \sim N(0,1)$$

$$\frac{(\overline{X}-\overline{Y})-(\mu_1-\mu_2)}{S_\omega\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \sim t(n_1+n_2-2), \quad S_\omega^2=\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (X_i-\overline{X})/n_1\sigma_1^2}{\sum_{j=1}^n (Y_j-\overline{Y})/n_2\sigma_2^2}=\frac{S_1^2/S_2^2}{\sigma_1^2/\sigma_2^2} \sim F(n_1-1, n_2-1)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (X_i-\mu_1)/n_1\sigma_1^2}{\sum_{j=1}^n (Y_j-\mu_2)/n_2\sigma_2^2} \sim F(n_1, n_2)$$

第七章

矩估计：

1. 计算总体矩

$$\mu_l = E(X^l) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^l f(x, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k)\,\mathrm{d}x$$

2. 取样$X_1, X_2, \ldots, X_n$
3. 计算样本矩

$$A_l = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^n X_i^l$$

4. 令$A_l = E(X_i^l)$，解方程组
5. 解得$\hat{\theta}$

极大似然估计：

1. 写出极大似然函数

$$L(\theta) = L(x_1, x_2, \ldots, x_n; \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k)$$

2. 求$\ln L(x_1, x_2, \ldots, x_n; \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k)$
3. 对k个参数，令

$$\frac{\partial}{\partial \theta_t} \ln L(x_1, x_2, \ldots, x_n; \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k) = 0$$

4. 解方程组

估计量的评选标准：

1. 无偏性：$E(\hat{\theta}) = \theta$，称$\hat{\theta}$为θ的无偏估计量
2. 有效性：$D(\hat{\theta}_1) \le D(\hat{\theta}_2)$，称$\hat{\theta}_1$比$\hat{\theta}_2$有效

区间估计：

1. 求未知参数θ的点估计$\hat{\theta}$
2. 选择枢轴量$T = T(x; \theta)$，T的分布参数均为已知

3. 对于给定的置信水平$1-\alpha$，有$P\{a<W<b\}=1-\alpha$，找到a,b，为W对应的分位点
4. 解得$\hat{\theta}_1,\hat{\theta}_2$满足$P\{\hat{\theta}_1<\theta<\hat{\theta}_2\}=1-\alpha$

常用的区间估计：

条件	统计量分布	置信区间
σ^2已知，μ的置信区间	正态分布	$\left(\overline{X}-\frac{\sigma}{\sqrt{n}}z_{\frac{\alpha}{2}},\overline{X}+\frac{\sigma}{\sqrt{n}}z_{\frac{\alpha}{2}}\right)$
σ^2未知，μ的置信区间	t分布	$\left(\overline{X}-\frac{S}{\sqrt{n}}t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1),\overline{X}+\frac{S}{\sqrt{n}}t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)\right)$;
μ未知，σ^2的置信区间	χ^2分布	$\left(\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)},\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)}\right)$
μ已知，σ^2的置信区间	χ^2分布	$\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n)},\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n)}\right)$
σ_1^2,σ_2^2已知，$\mu_1-\mu_2$的置信区间	正态分布	$\left((\overline{X_1}-\overline{X_2})\mp z_{\frac{\alpha}{2}}\cdot\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}\right)$
$\sigma_1^2=\sigma_2^2=\sigma^2,\sigma^2$未知，$\mu_1-\mu_2$的置信区间	t分布	$\left((\overline{X_1}-\overline{X_2})\mp t_{\frac{\alpha}{2}}(n_1+n_2-2)S_w\cdot\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}\right)$
μ_1,μ_2已知，$\frac{{\sigma_1}^2}{{\sigma_2}^2}$的置信区间	F分布	$\left(\frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n_1}(X_i-\mu_1)^2}{\frac{1}{n_2}\sum_{j=1}^{n_2}(X_j-\mu_2)^2}\cdot\frac{1}{F_{\frac{\alpha}{2}}(n_1,n_2)},\frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n_1}(X_i-\mu_1)^2}{\frac{1}{n_2}\sum_{j=1}^{n_2}(X_j-\mu_2)^2}\cdot\frac{1}{F_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1,n_2)}\right)$
μ_1,μ_2未知，$\frac{{\sigma_1}^2}{{\sigma_2}^2}$的置信区间	F分布	$\left(\frac{S_1^2}{S_2^2}\cdot\frac{1}{F_{\frac{\alpha}{2}}(n_1-1,n_2-1)},\frac{S_1^2}{S_2^2}\cdot\frac{1}{F_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1-1,n_2-1)}\right)$

第八章

第一类错误：H_0实际为真，但拒绝H_0，“弃真”

第二类错误：H_0实际为假，但接受H_0，“取伪”

假设检验：

1. 提出原假设H_0和备择假设H_1
2. 给定显著性水平α和样本容量n
3. 确定检验统计量以及拒绝域
4. 根据样本观察值计算
5. 与拒绝域比较，做出决策

常用的假设检验：

原假设H_0	检验统计量	备择假设H_1	拒绝域
$\mu \le \mu_0$ $\mu \ge \mu_0$ $\mu = \mu_0$ （σ^2已知）	$Z=\dfrac{\bar{X}-\mu_0}{\sigma/\sqrt{n}} \sim N(0,1)$	$\mu > \mu_0$ $\mu < \mu_0$ $\mu \ne \mu_0$	$z \ge z_\alpha$ $z \le -z_\alpha$ $\lvert z\rvert \ge z_{\frac{\alpha}{2}}$
$\mu \le \mu_0$ $\mu \ge \mu_0$ $\mu = \mu_0$ （σ^2未知）	$t=\dfrac{\bar{X}-\mu_0}{S/\sqrt{n}} \sim t(n-1)$	$\mu > \mu_0$ $\mu < \mu_0$ $\mu \ne \mu_0$	$t \ge t_\alpha(n-1)$ $t \le -t_\alpha(n-1)$ $\lvert t\rvert \ge t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$
$\mu_1-\mu_2 \le \delta$ $\mu_1-\mu_2 \ge \delta$ $\mu_1-\mu_2 = \delta$ （${\sigma_1}^2,{\sigma_2}^2$已知）	$Z=\dfrac{(\bar{X}-\bar{Y})-\delta}{\sqrt{\frac{{\sigma_1}^2}{n_1}+\frac{{\sigma_2}^2}{n_2}}} \sim N(0,1)$	$\mu_1-\mu_2 > \delta$ $\mu_1-\mu_2 < \delta$ $\mu_1-\mu_2 \ne \delta$	$z \ge z_\alpha$ $z \le -z_\alpha$ $\lvert z\rvert \ge z_{\frac{\alpha}{2}}$
$\mu_1-\mu_2 \le \delta$ $\mu_1-\mu_2 \ge \delta$ $\mu_1-\mu_2 = \delta$ （${\sigma_1}^2,{\sigma_2}^2$未知）	$t=\dfrac{(\bar{X}-\bar{Y})-\delta}{S_w\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \sim t(n_1+n_2-2)$	$\mu_1-\mu_2 > \delta$ $\mu_1-\mu_2 < \delta$ $\mu_1-\mu_2 \ne \delta$	$t \ge t_\alpha(n_1+n_2-2)$ $t \le -t_\alpha(n_1+n_2-2)$ $\lvert t\rvert \ge t_{\frac{\alpha}{2}}(n_1+n_2-2)$
$\sigma^2 \le {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 \ge {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 = {\sigma_0}^2$ （μ未知）	$\chi^2=\dfrac{(n-1)S^2}{{\sigma_0}^2} \sim \chi^2(n-1)$	$\sigma^2 > {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 < {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 \ne {\sigma_0}^2$ （μ未知）	$\chi^2 \ge \chi^2_\alpha(n-1)$ $\chi^2 \le \chi^2_{1-\alpha}(n-1)$ $\chi^2 \ge \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$或 $\chi^2 \le \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$
$\sigma^2 \le {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 \ge {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 = {\sigma_0}^2$ （μ已知）	$\chi^2=\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\mu)^2}{{\sigma_0}^2} \sim \chi^2(n)$	$\sigma^2 > {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 < {\sigma_0}^2$ $\sigma^2 \ne {\sigma_0}^2$ （μ已知）	$\chi^2 \ge \chi^2_\alpha(n)$ $\chi^2 \le \chi^2_{1-\alpha}(n)$ $\chi^2 \ge \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n)$或 $\chi^2 \le \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n)$
${\sigma_1}^2 \le {\sigma_2}^2$ ${\sigma_1}^2 \ge {\sigma_2}^2$ ${\sigma_1}^2 = {\sigma_2}^2$ （μ_1,μ_2未知）	$F=\dfrac{{S_1}^2}{{S_2}^2} \sim F(n_1-1,n_2-1)$	${\sigma_1}^2 > {\sigma_2}^2$ ${\sigma_1}^2 < {\sigma_2}^2$ ${\sigma_1}^2 \ne {\sigma_2}^2$	$F \ge F_\alpha(n_1-1,n_2-1)$ $F \le F_{1-\alpha}(n_1-1,n_2-1)$ $F \ge F_{\frac{\alpha}{2}}(n_1-1,n_2-1)$或 $F \le F_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1-1,n_2-1)$

检验两个正态总体$\mu_1-\mu_2$之前，先检验$\sigma_1^2=\sigma_2^2$

第九章

方差分析：

1. $$T_{\cdot j}=\sum_{i=1}^{n_j}X_{ij} \quad T_{\cdot\cdot}=\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{n_j}X_{ij}$$

2. $$S_T=\sum_{j=1}^{s}\sum_{i=1}^{n_j}X_{ij}^2-\frac{T_{\cdot\cdot}^2}{n}$$
$$S_A=\sum_{j=1}^{s}\frac{T_{\cdot j}^2}{n_j}-\frac{T_{\cdot\cdot}^2}{n}$$
$$S_E=S_T-S_A$$

3.

方差来源	平方和	自由度	均方	F比
因素A	S_A	$s-1$	$\overline{S_A}=\frac{S_A}{s-1}$	$F=\frac{\overline{S_A}}{\overline{S_E}}$
误差	S_E	$n-s$	$\overline{S_E}=\frac{S_E}{n-s}$	

方差来源	平方和	自由度	均方	F比
E				
总和T	S_T	$n-1$		

4. $$\hat{\sigma^2}=\frac{S_E}{n-s}\quad \hat{\mu}=\overline{X}\quad \hat{\mu_j}=\overline{X_{\cdot j}}\quad \hat{\delta_j}=\overline{X_{\cdot j}}-\overline{X}$$

5. $\mu_j-\mu_k=\delta_j-\delta_k$的区间估计，置信区间为

$$\left(\overline{X_{\cdot j}}-\overline{X_{\cdot k}}\pm t_{\frac{\alpha}{2}}(n-s)\sqrt{\overline{S}_E\left(\frac{1}{n_j}+\frac{1}{n_k}\right)}\right)$$

一元线性回归：

1. $$S_{xx}=\sum_{i=1}^{n}x_i^2-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)^2$$
$$S_{yy}=\sum_{i=1}^{n}y_i^2-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)^2$$
$$S_{xy}=\sum_{i=1}^{n}x_iy_i-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n}y_i\right)$$

2. $$\hat{b}=\frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$
$$\hat{a}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_i-\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i\right)\hat{b}$$

3. 检验假设$H_0:b=0\quad H_1:b\neq 0$

F 检验法

$$U=\frac{S_{xy}^2}{S_{xx}}\quad Q_e=S_{yy}-U$$

方差来源	平方和	自由度	F比
回归	U	1	$F=\frac{U}{Q_e/(n-2)}$
残差	Q_e	$n-2$	
总和	$S_{yy}=U+Q_e$		

拒绝域$F>F_{1-\alpha}(1,n-2)$

概率论