

Matematik

Definition 1 MÄNGDBETECKNINGAR

\emptyset	Tomma mängden	Ω	Hela utfallsrummet	$A \subseteq B$	A är delmängd av B
\cup	Unionen	\cap	Snittet	$a \in A$	Elementet a tillhör mängden A
C	Komplementet	$ A $	Antalet element i A	\setminus	Mängdminus

Sats 1 ADDITIONSSATSEN

För alla mängder A och B gäller att $|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$.

Sats 2 DE MORGANS LAGAR

För alla mängder A och B gäller att $(A \cup B)^C = A^C \cap B^C$ och $(A \cap B)^C = A^C \cup B^C$.

Sats 3 EXPONENTLAGARNA

$a^{b+c} = a^b a^c$, $a^{bc} = (a^b)^c = (a^c)^b$, $a^0 = 1$, $a^1 = a$, $a^{-1} = \frac{1}{a}$ och $a^{1/2} = \sqrt{a}$.

Sats 4 LOGARITMLAGARNA För alla $a > 0$, $b > 0$, $c > 0$ gäller

$\log_a(bc) = \log_a b + \log_a c$, $\log_a(b^c) = c \log_a b$, $\log_a a = 1$, $\log_a \frac{b}{c} = \log_a b - \log_a c$.

Sats 5 KVADRERINGSREGLERNA

$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$, $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ och $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$.

Sats 6 ANDRAGRADSEKVATIONER

Om $x^2 + px + q = 0$ så är $x = \frac{1}{2}(-p \pm \sqrt{p^2 - 4q})$.

Sats 7 SAMBANDET MELLAN KOEFFICIENTER OCH RATIONELLA RÖTTER

Om ekvationen

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n = 0 \quad \text{där } a_0, a_1, a_2, \dots, a_n \in \mathbb{Z}$$

har en rationell rot $x = p/q$ så måste a_0 vara multipel av p och a_n vara multipel av q .

Sats 8 KONJUGATMETODEN

Om fjärdegradsekvationen $x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, där $a, b, c, d \in \mathbb{R}$, uppfyller villkoret

- $8c = a(4b - a^2)$ så är de fyra rötterna
 $x = \frac{1}{2} \left(-\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - 4(\beta \pm \delta)} \right)$ där $\alpha = \frac{a}{2}$, $\beta = \frac{b}{2} - \frac{a^2}{8}$ och $\delta = \sqrt{\beta^2 - d}$.
- $c^2 = a^2d$ så är de fyra rötterna
 $x = \frac{1}{2}(-\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - 4\beta})$ där $\alpha = \gamma \pm \sqrt{\gamma^2 + 2\beta - b}$, $\beta = \frac{c}{a}$ och $\gamma = \frac{a}{2}$.

Definition 2 Absolutbeloppet av x definieras

$$|x| = \begin{cases} x & \text{om } x > 0 \\ -x & \text{om } x \leq 0 \end{cases}$$

för alla $x \in \mathbb{R}$.

Sats 9 FAKTORSATSEN

Varje polynom $p(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n-1} + x_n$ av grad n har n nollställen x_1, x_2, \dots, x_n och kan faktoriseras mha dessa enligt $p(x) = (x - x_1)(x - x_2) \cdots (x - x_n)$.

Definition 3

Ett **primtal** är ett heltal som inte är jämnt delbart med något annat heltal andra än 1 och sig självt.

Algoritm 1 DIVISIONSALGORITMEN

För alla heltal a och $b \neq 0$ finns det heltal k och r sådana att $0 \leq r \leq |b| - 1$ och

$$\frac{a}{b} = k + \frac{r}{b}$$

där talet k kallas **kvot** och talet r kallas **(principal) rest**.

Algoritm 2 ERATOSTHENES SÅLL

Antag att man vill generera alla primtal $\leq n$.

1. Gör en lista över alla heltal from 2 to n .
2. Ringa in det första icke strukna eller inringade talet.
3. Stryk alla multipler av det senast inringade talet från resten av listan.
4. Om inte alla tal $\leq \sqrt{n}$ är inringade eller strukna, gå tillbaks till steg 2.
5. Då alla tal som är $\leq \sqrt{n}$ behandlats är de icke strukna talen primtalen.

Definition 4

Den **största gemensamma delaren**, $\gcd(a, b)$, för två heltal, a och b , är produkten av alla primtalsfaktorer som är gemensamma i a och b .

Algoritm 3 EUKLIDES ALGORITM

För att bestämma $\gcd(a, b)$, där $a > b$, bestäm r_1, r_2, r_3, \dots så att

$$\begin{cases} a = c_1b + r_1 & \text{där } 0 < r_1 \leq |b| - 1 \\ b = c_2r_1 + r_2 & \text{där } 0 < r_2 \leq r_1 - 1 \end{cases}$$

och fortsättningsvis

$$\begin{cases} r_1 = c_3r_2 + r_3 & \text{där } 0 < r_3 \leq r_2 - 1 \\ r_2 = c_4r_3 + r_4 & \text{där } 0 < r_4 \leq r_3 - 1 \\ \vdots & \vdots \\ r_{n-2} = c_nr_{n-1} + r_n & \text{där } 0 < r_n \leq r_{n-1} - 1 \\ r_{n-1} = c_nr_n + 0 & (\text{där alltså } r_{n+1} = 0) \end{cases}$$

Då är $\gcd(a, b) = r_n$, den sista positiva resten.

Definition 5

Låt a och b vara heltal. Det minsta tal, c , sådant att $c = am = bn$ för några positiva heltal m och n kallas **minsta gemensamma multipel** för a och b och betecknas $\text{lcm}(a, b)$.

Sats 10 $\text{lcm}(a, b) = \frac{ab}{\gcd(a, b)}$ för alla heltal a och b .

Definition 6

Heltalen a och b kallas **relativt prima** om $\gcd(a, b) = 1$.

Algoritm 4 LÖSNING AV DIOFANTISK EKVATION

För att lösa den diofantiska ekvationen $ax + by = c$

1. beräkna $d = \gcd(a, b)$ mha Euklides algoritm.
2. Om inte c är en multipel av d så saknar ekvationen heltalslösningar.
3. Om c är en multipel av d , låt $k = \frac{c}{d}$.
4. Lös **hjälp ekvationen** $ax + by = d$ mha Euklides algoritm baklänges $\Rightarrow (x_0, y_0)$.
5. Allmän lösning till den fullständiga $ax + by = c$ är då $\{(kx_0 + \frac{b}{m}n, ky_0 - \frac{a}{m}n), n \in \mathbb{Z}\}$ där $m = \gcd(a, b, d)$.

Sats 11 RESTRÄKNING

Om $a \equiv r$ och $b \equiv s \pmod{c}$, så är $a + b \equiv r + s \pmod{c}$.

Om $a \equiv r$ och $b \equiv s \pmod{c}$, så är $ab \equiv rs \pmod{c}$.

Om $a \equiv r \pmod{c}$, så är $a^b \equiv r^b \pmod{c}$.

Definition 7 Den **diskreta (multiplikativa) inversen** till a mod n är det minsta positiva tal x , betecknat $a^{-1} \pmod{n}$, som satisfierar $ax \equiv 1 \pmod{n}$.

Definition 8 Den **diskreta a -logaritmen** av b mod n är det minsta positiva tal x , betecknat $\log a \pmod{n}$, som satisfierar $a^x \equiv b \pmod{n}$.

Sats 12 KINESISKA RESTSATSEN

Om n_1, n_2, \dots, n_m är parvis relativt prima så har kongruenskevationssystemet

$$\begin{cases} x \equiv h_1 \pmod{n_1} \\ x \equiv h_2 \pmod{n_2} \\ \vdots \\ x \equiv h_m \pmod{n_m} \end{cases}$$

lösningen $x = \sum_{i=1}^m h_i b_i \frac{n}{n_i} \pmod{n}$ i \mathbb{Z}_n^* där $n = n_1 n_2 \cdots n_m$ och $b_i = (\frac{n}{n_i})^{-1} \pmod{n_i}$.

Algoritm 5 FERMATS FAKTORISERINGSMETOD

Antag att man vill faktorisera det udda talet N , dvs man vill hitta heltal, p och q , sådana att $N = pq$. Då kan man göra enligt följande procedur. Om talet man vill faktorisera är ett jämnt tal, bryt ut faktorn 2 och fortsätt tills ett udda tal, N , erhålls.

1. Låt (initialt) $x = 1 + \lceil \sqrt{N} \rceil$
2. Beräkna $x^2 - N$.
3. Om $x^2 - N$ är en jämn kvadrat (dvs om $\sqrt{x^2 - N}$ är ett heltal), låt $p = x + \sqrt{x^2 - N}$ och $q = x - \sqrt{x^2 - N}$ och gå till 6.
4. Om $x - \sqrt{x^2 - N} < 2$, låt $p = N$ och $q = 1$ och gå till 6.
5. Addera 1 till x och gå till 2.
6. Klart!

Om faktoriseringen blir $p = N$ och $q = 1$ (såsom det kan i steg 4. ovan) så är talet N ett primtal.

Definition 9

Eulers ϕ -funktion, $\phi(n)$, är antalet positiva heltal $< n$ som är relativt prima med n .

Sats 13 EULERS SATS

Om a och n är relativt prima så är $a^{\phi(n)} \equiv 1 \pmod{n}$.

Sats 14 EULERS PRODUKTREGEL

$\phi(n) = \prod_{i=1}^m p_i^{k_i-1}(p_i - 1)$ där $n = p_1^{k_1} p_2^{k_2} \cdots p_m^{k_m}$ är primtalsfaktoriseringen av n .

Sats 15

Om g är en generator av det ändliga fältet \mathbb{F}_n så är samtliga generatorer $\{g^k \bmod n : k \in \mathbb{F}_n, \gcd(k, n-1) = 1\}$.

Sats 16

Om p primtal, $2p+1$ primtal, $g \in \{1, 2, \dots, 2p\}$, $g^2 \not\equiv 1 \pmod{2p+1}$ och $g^p \not\equiv 1 \pmod{2p+1}$ så är g en generator av fältet \mathbb{F}_{2p+1} .

Sats 17

Om \mathbb{F}_p är ett ändligt fält av primtalsordning p så är antalet generatorer av fältet $\phi(p-1)$.

Definition 10 LFSR

Givet sekvensen $a_1 a_2 \dots a_n b_1 b_2 \dots b_n$ där $a_i, b_i \in \{0, 1\}$ för alla $1 \leq i \leq n$ bildas sekvensen $x_1, x_2, \dots, x_{2^n-1}$ genom att $x_1 = b_1, x_2 = b_2, \dots, x_n = b_n$ och sedan $x_k = a_1 x_{k-1} + a_2 x_{k-2} + \dots + a_n x_{k-n} \bmod 2$ för alla $n+1 \leq k \leq 2^n - 1$.

Definition 11

Låt $f(x) = a_0 + a_1 x + \dots + a_{N-1} x^{N-1}$ och $g(x) = b_0 + b_1 x + \dots + b_{N-1} x^{N-1}$. Då betecknas **modulofaltningen** av f och g med $f * g$ och den är definierad som polynomet $f * g(x) = c_0 + c_1 x + \dots + c_{N-1} x^{N-1} \bmod (p, x^N - 1)$ dvs där $c_k = \sum_{i+j \equiv k \pmod{N}} a_i b_j \bmod p$.

Sats 18 SUMMERINGSREGLER

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n a b_k &= a \sum_{k=1}^n b_k & \sum_{k=1}^n (a_k + b_k) &= \sum_{k=1}^n a_k + \sum_{k=1}^n b_k \\ \sum_{k=m}^n a &= (n-m+1)a & \sum_{k=m}^n a_k &= \sum_{k=1}^n a_k - \sum_{k=1}^{m-1} a_k \end{aligned}$$

Sats 19 SPECIELLA REGLER

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2} \quad \sum_{k=0}^n a^k = \frac{a^{n+1} - 1}{a - 1} \quad \text{om } a \neq 1 \quad \sum_{k=1}^n (a_k - a_{k-1}) = a_n - a_0$$

Definition 12

En funktion kallas **inversen** till funktionen f och betecknas f^{-1} om $f^{-1}(f(x)) = x$ för alla x som f är definierad för.

Definition 13 TRIGONOMETRI

Låt a, b vara kateter, c hypotenusan i en rätvinklig triangel och α vinkeln mellan b och c (dvs motstående a). Då är $\sin \alpha = \frac{a}{c}$, $\cos \alpha = \frac{b}{c}$ och $\tan \alpha = \frac{a}{b}$ och $a^2 + b^2 = c^2$ (**Pythagoras**).

Låt nu a, b, c vara sidorna i en godtycklig triangel och α, β, γ respektive motstående sidor. Då är $\frac{\sin \alpha}{a} = \frac{\sin \beta}{b} = \frac{\sin \gamma}{c}$ (**sinussatsen**) och $a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma = c^2$ (**cosinussatsen**).

För alla vinklar α och β gäller $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ (**trigonometriska ettan**) och $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$ och $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$ (**additionssatserna**).

Definition 14 LINJÄR ALGEBRA

En **vektor** $\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_n) \in \mathbb{R}^n$ är ett matematiskt objekt med riktning och storlek.

Längden är $|\mathbf{u}| = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2}$.

Skalarprodukten $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v} = u_1 v_1 + u_2 v_2 + \dots + u_n v_n$. $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$ är en $m \times n$ -**matris**. Addition, subtraktion mellan matriser och multiplikation med skalär är definierat elementvis medan matrismultiplikation är definierat av att $AB = C$ om A är en $m \times n$ -matris med rader \mathbf{a}_i , $i = 1, \dots, m$, B en $n \times k$ -matris med kolonner \mathbf{b}_j , $j = 1, \dots, k$, C en $m \times k$ -matris med element $c_{ij} = \mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j$ – skalärprodukten mellan \mathbf{a}_i och \mathbf{b}_j . Matrisen A^T med elementen a_{ji} kallas **transponatet** av A . Om A är en kvadratisk matris är **inversen** A^{-1} den matris för vilken $AA^{-1} = I$ där I är **enhetsmatrisen**.

Definition 15 KOMPLEXA TAL

Mängden av komplexa tal, $z = a + bi$ där $a, b \in \mathbb{R}$ och $i^2 = -1$, betecknas \mathbb{C} . **Realdelen** är $\operatorname{Re} z = a$ och **imaginärdelen** $\operatorname{Im} z = b$. **Konjugatet** $\bar{z} = a - bi$. **Absolutbeloppet** $|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$. **Polär form** $z = r(\cos \alpha + i \sin \alpha)$ där $r = |z|$ och $\alpha = \arg z$.

Sats 20 DE MOIVRES FORMEL

Om $z = r(\cos \alpha + i \sin \alpha)$ så är $z^n = r^n(\cos(n\alpha) + i \sin(n\alpha))$

Sats 21 BINOMIALKOEFFICIENTER

Antalet sätt att välja k element bland n möjliga (utan återläggning och utan hänsyn till ordningen) är

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad \text{där} \quad n! = \prod_{j=1}^n j \quad \text{och} \quad 0! = 1$$

Sats 22 BINOMIALSATSEN

För alla reella tal a och b och positiva heltal n är

$$(a+b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k}$$

Matematisk statistik

Definition 16 SANNOLIKHET

Sannolikheten för en händelse A är ett tal, betecknat $P(A)$, som uppfyller villkoren:

1. $0 \leq P(A) \leq 1$
2. $P(\Omega) = 1$
3. Om A, B disjunkta, så är $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$

Sats 23 KOMPLEMENTSAZSEN

$$P(A^C) = 1 - P(A)$$

Sats 24 ADDITIONSSAZSEN

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B).$$

Definition 12 BETINGAD SANNOLIKHET

Den **betingade sannolikheten** av A givet B

$$\text{är } P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \text{ där } P(B) > 0.$$

Definition 13

En **slumpvariabel**, X , är en (vanligtvis numerisk) generalisering av ett experiment. Mha slumpvariabeln kan olika händelser formuleras som att X har vissa värden. En slumpvariabels **utfallsrum**, Ω_X , är mängden av de värden som slumpvariabeln kan anta.

Definition 14

A och B är **oberoende** händelser om $P(A \cap B) = P(A)P(B)$.

Two slumpvariabler, X och Y med utfallsrum Ω_X resp. Ω_Y , är **oberoende** om $P(X \in M_X, Y \in M_Y) = P(X \in M_X)P(Y \in M_Y)$ för alla $M_X \subseteq \Omega_X$ och $M_Y \subseteq \Omega_Y$.

Sats 25 BINOMIALFÖRDELNING

Om $X = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n$ där $P(Y_k = 1) = p$ och $P(Y_k = 0) = 1 - p$ för alla $k = 1, 2, \dots, n$ och variablerna Y_1, Y_2, \dots, Y_n är oberoende av varandra, så är $\mathbf{X} \in \mathbf{Bin}(n, p)$ (dvs X är **binomialfördelad** med n och p) vilket innebär att dess sannolikhetsfunktion är $P(X = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$ där $k \in \{0, 1, \dots, n\} = \Omega_X$, $E(X) = np$ och $V(X) = np(1-p)$.

Sats 26 POISSONFÖRDELNING

Om X är Poissonfördelad med intensitet λ betecknas detta $X \in \text{Poi}(\lambda)$ och innebär att $P(X = x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}$ där $x \in \{0, 1, 2, \dots\} = \Omega_X$, $E(X) = \lambda$ och $V(X) = \lambda$. Dessutom gäller att $X \in \text{Poi}(\lambda_X) \perp Y \in \text{Poi}(\lambda_Y) \Rightarrow X + Y \in \text{Poi}(\lambda_X + \lambda_Y)$.

Sats 27 NORMALFÖRDELNING

Denna betecknas $N(\mu, \sigma)$ där μ är väntevärde och σ är standardavvikelse. Om $X \in N(0, 1)$ kallas X **standard normalfördelad**, och dess fördelningsfunktion är $\Phi(x) = P(X \leq x)$ för alla $x \in \mathbb{R} = \Omega_X$. Om $X \in N(\mu, \sigma)$ så är $P(X \leq x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ för alla $x \in \mathbb{R} = \Omega_X$.

Symmetri: $\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$ för alla $x \in \mathbb{R}$.

Sannolikheter: $P(a \leq X \leq b) = \Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)$ för all $a < b \in \mathbb{R}$.

Dessutom, om $X \in N(\mu_X, \sigma_X) \perp Y \in N(\mu_Y, \sigma_Y)$ så är $X + Y \in N(\mu_X + \mu_Y, \sqrt{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2})$.

Definition 15 Väntevärdet av en slumpvariabel X betecknas $E(X)$ och är tyngdpunkten i sannolikhetsfunktionen respektive täthetsfunktionen för x . Linjaritet: $E(aX + bY) = aE(X) + bE(Y)$. **Variansen** av en slumpvariabel X betecknas $V(X)$ och definieras $V(X) =$

$E((X - E(X))^2)$. Räknerregler: $V(X) = E(X^2) - E(X)^2$ och $V(aX + bY) = a^2V(X) + b^2V(Y)$ om $X \perp Y$. Om X diskret variabel är $E(g(X)) = \sum_{x \in \Omega_X} g(x)P(X=x)$.

Sats 28 CENTRALA GRÄNSVÄRDESSATSEN (CGS)

Om X_1, X_2, \dots, X_n är oberoende och lika fördelade med $E(X_i) = \mu$ och $V(X_i) = \sigma^2$ så är approximativt $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \in N(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}})$ och $\sum_{i=1}^n X_i \in N(n\mu, \sigma\sqrt{n})$ då n är stort.

Definition 16 BESKRIVANDE STATISTIK

Proportionen: $p = \hat{\pi} = P(\widehat{X \in A}) = \frac{\#\{i: x_i \in A\}}{n}$

Medelvärde: $\bar{x} = \hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

Stickprovsvariansen: $s^2 = \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right)$

Medianen: $\text{md}(X_1, \dots, X_n) = \begin{cases} X_{(\frac{n+1}{2})} & \text{om } n \text{ är udda} \\ \frac{1}{2}(X_{(\frac{n}{2})} + X_{(\frac{n}{2}+1)}) & \text{om } n \text{ jämnt} \end{cases}$

Första kvartilen: $Q_1 = \begin{cases} \text{md}(X_{(1)}, \dots, X_{(\frac{n-1}{2})}) & \text{om } n \text{ är udda} \\ \text{md}(X_{(1)}, \dots, X_{(\frac{n}{2})}) & \text{om } n \text{ jämnt} \end{cases}$ **Kvartilavståndet:** $Q = Q_3 - Q_1$

Tredje kvartilen: $Q_3 = \begin{cases} \text{md}(X_{(\frac{n+3}{2})}, \dots, X_{(n)}) & \text{om } n \text{ är udda} \\ \text{md}(X_{(\frac{n}{2}+1)}, \dots, X_{(n)}) & \text{om } n \text{ jämnt} \end{cases}$

Variationsbredden: $R = X_{(n)} - X_{(1)}$

Definition 17 KONFIDENSINTERVALL

Antag X_1, X_2, \dots, X_n är stickprov på X och $E(X) = \mu_X$, att Y_1, Y_2, \dots, Y_m är stickprov på Y och $E(Y) = \mu_Y$ och att $V(X) = V(Y) = \sigma^2$. Då gäller att ett $100(1 - \alpha)\%$ konfidsintervall för

$$\mu_X - \mu_Y \text{ är } \bar{x} - \bar{y} \pm t_{\alpha/2, n+m-2} s_P$$

$$\mu_X \text{ är } \begin{cases} \bar{x} \pm \lambda_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} & \text{om } \sigma^2 \text{ är känd} \\ \bar{x} \pm t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} & \text{om } \sigma^2 \text{ är okänd} \end{cases}$$

$$\text{där } s_P^2 = \begin{cases} \frac{(n-1)s_X^2 + (m-1)s_Y^2}{n+m-2} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m} \right) & \text{om } \min(n, m) \leq 30 \\ \frac{s_X^2}{n} + \frac{s_Y^2}{m} & \text{om } \min(n, m) > 30 \end{cases}$$

$$\pi \text{ är } p \pm \lambda_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \pi_1 - \pi_2 \text{ är } p_1 - p_2 \pm \lambda_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)n_1n_2}{n_1+n_2}} \quad \text{där } p = \frac{n_1p_1 + n_2p_2}{n_1+n_2}$$

Definition 18 HYPOTESTEST

Antag x_1, \dots, x_n är ett stickprov på X fördelad med parametern θ respektive x_1, \dots, x_{n_1} och y_1, \dots, y_{n_2} på X och Y fördelade med parametern θ . För att testa

$$\begin{cases} H_0: \theta = \theta_0 & (\text{nollhypotesen}) \\ H_1: \theta \in \Theta & (\text{alternativhypotesen}) \end{cases}$$

används teststatistikan $U = U(X_1, \dots, X_n)$ och beslutsregeln A_α som svarar mot Θ enligt fördelningen av F_U under H_0 vid signifikansnivån α .

Testregeln är $\begin{cases} \text{Förkasta } H_0 \text{ om } A_\alpha \\ \text{Förkasta inte } H_0 \text{ om inte } A_\alpha \end{cases}$

θ	H_0	H_1	u	A_α	p -värde
π	$\pi = \pi_0$	$\pi < \pi_0$	$\frac{\sqrt{n}(p - \pi_0)}{\sqrt{\pi_0(1 - \pi_0)}}$ där $\pi = P(B(X))$, $p = \frac{\#\{x_i: B(x_i)\}}{n}$, Villkor: $n\pi_0(1 - \pi_0) > 5$	$u < -\lambda_\alpha$	$\Phi(u)$
		$\pi > \pi_0$		$u > \lambda_\alpha$	$1 - \Phi(u)$
		$\pi \neq \pi_0$		$ u > \lambda_{\alpha/2}$	$2(1 - \Phi(u))$
π_1, π_2	$\pi_1 = \pi_2$	$\pi_1 < \pi_2$	$\frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p(1-p)(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$ där $p = \frac{n_1 p_1 + n_2 p_2}{n_1 + n_2}$, Villkor: $n_1 \pi_1(1 - \pi_1) > 5$ $n_2 \pi_2(1 - \pi_2) > 5$	$u < -\lambda_\alpha$	$\Phi(u)$
		$\pi_1 > \pi_2$		$u > \lambda_\alpha$	$1 - \Phi(u)$
		$\pi_1 \neq \pi_2$		$ u > \lambda_{\alpha/2}$	$2(1 - \Phi(u))$
μ (σ^2 känd)	$\mu = \mu_0$	$\mu < \mu_0$	$\frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu_0)}{\sigma}$	$u < -\lambda_\alpha$	$\Phi(u)$
		$\mu > \mu_0$		$u > \lambda_\alpha$	$1 - \Phi(u)$
		$\mu \neq \mu_0$		$ u > \lambda_{\alpha/2}$	$2(1 - \Phi(u))$
μ (σ^2 okänd)	$\mu = \mu_0$	$\mu < \mu_0$	$\frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu_0)}{s}$	$u < -t_{\alpha, n-1}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < -u < t_{\alpha_1}$
		$\mu > \mu_0$		$u > t_{\alpha, n-1}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < u < t_{\alpha_1}$
		$\mu \neq \mu_0$		$ u > t_{\alpha/2, n-1}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2/2} < u < t_{\alpha_1/2}$
μ_1, μ_2	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 < \mu_2$	$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}}$ då $\sigma_1 = \sigma_2$ men okända, och $\min(n_1, n_2) \leq 30$	$u < -t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < -u < t_{\alpha_1}$
		$\mu_1 > \mu_2$		$u > t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < u < t_{\alpha_1}$
		$\mu_1 \neq \mu_2$		$ u > t_{\alpha/2, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2/2} < u < t_{\alpha_1/2}$
μ_1, μ_2	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 < \mu_2$	$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$ då $\sigma_1 = \sigma_2$ men okända, och $\min(n_1, n_2) > 30$	$u < -t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < -u < t_{\alpha_1}$
		$\mu_1 > \mu_2$		$u > t_{\alpha, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2} < u < t_{\alpha_1}$
		$\mu_1 \neq \mu_2$		$ u > t_{\alpha/2, n_1+n_2-2}$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $t_{\alpha_2/2} < u < t_{\alpha_1/2}$
A, B	$A \perp B$	$A \not\perp B$	$\frac{(n_{11}c_2 - n_{12}c_1)\sqrt{n}}{\sqrt{c_1c_2r_1r_2}}$ A: $\begin{matrix} A^C: \\ n_{11} & n_{12} & r_1 \\ n_{21} & n_{22} & r_2 \\ c_1 & c_2 & n \end{matrix}$ B: $\begin{matrix} B^C: \\ n_{11} & n_{12} & r_1 \\ n_{21} & n_{22} & r_2 \\ c_1 & c_2 & n \end{matrix}$	$ u > \lambda_{\alpha/2}$	$2(1 - \Phi(u))$
F_X	$F_X = F_0$	$F_X \neq F_0$	$\sum_{k=1}^K \frac{(O_k - E_k)^2}{E_k}$ där $E_k = NP(X \in I_k H_0)$ och $E_k > 2$ för alla klasser k	$u > \chi_{\alpha, K-1}^2$	$(\alpha_1, \alpha_2):$ $\chi_{\alpha_2}^2 < u < \chi_{\alpha_1}^2$

Enkel linjär regression

En linjär modell, $Y = a + bX$, som beskriver sambandet mellan slumpvariablerna X och Y baserad på det parade stickprovet $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ fås med regressionskoefficienten

$$\hat{b} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad \text{och interceptet} \quad \hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}.$$

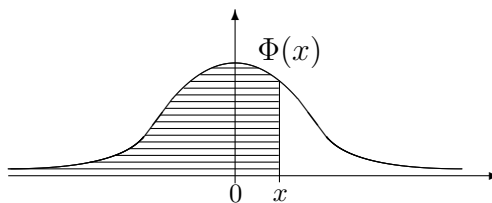
Den har då förklaringsgraden R^2 där R är korrelationen

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2\right) \left(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2\right)}}$$

Normalfördelningsvärden

Tabell över värden på $\Phi(x) = P(X \leq x)$ där

$X \in N(0, 1)$. För $x < 0$ utnyttja relationen $\Phi(x) = 1 - \Phi(-x)$.



x	+0.00	+0.01	+0.02	+0.03	+0.04	+0.05	+0.06	+0.07	+0.08	+0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986

x	+0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.6	+0.7	+0.8	+0.9
3	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

Normal-percentiler:

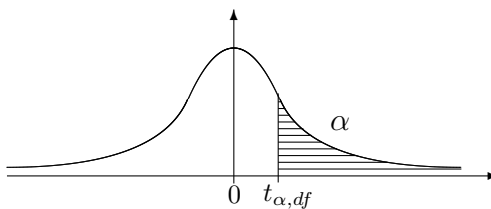
Några värden på λ_α sådana

att $P(X > \lambda_\alpha) = \alpha$

där $X \in N(0, 1)$

α	λ_α	α	λ_α
0.25	0.674490	0.005	2.575829
0.1	1.281552	0.001	3.090232
0.05	1.644854	0.0005	3.290527
0.025	1.959964	0.0001	3.719016
0.01	2.326348	0.00001	4.264891

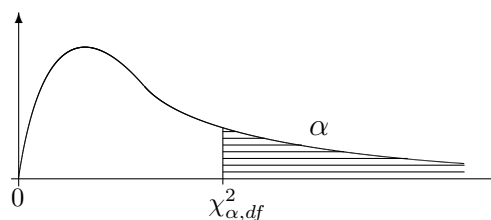
t -percentiler



Tabell över värden på $t_{\alpha, df}$.

df	α	0.25	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1		1.0000	3.0777	6.3138	12.7062	15.8945	31.8205	63.6567	318.3088
2		0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	4.8487	6.9646	9.9248	22.3271
3		0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	3.4819	4.5407	5.8409	10.2145
4		0.7407	1.5332	2.1318	2.7764	2.9986	3.7470	4.6041	7.1732
5		0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	2.7565	3.3649	4.0322	5.8934
6		0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	2.6122	3.1427	3.7074	5.2076
7		0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.5168	2.9980	3.4995	4.7853
8		0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.4490	2.8965	3.3554	4.5008
9		0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.3984	2.8214	3.2498	4.2968
10		0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.3593	2.7638	3.1693	4.1437
11		0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.3281	2.7181	3.1058	4.0247
12		0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.3027	2.6810	3.0545	3.9296
14		0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.2638	2.6245	2.9768	3.7874
17		0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.2238	2.5669	2.8982	3.6458
20		0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.1967	2.5280	2.8453	3.5518
25		0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.1666	2.4851	2.7874	3.4502
30		0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.1470	2.4573	2.7500	3.3852
50		0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.1087	2.4033	2.6778	3.2614
100		0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.0809	2.3642	2.6259	3.1737

χ^2 -percentiler



Tabell över värden på $\chi^2_{\alpha, df}$.

df	α	0.25	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1		1.3233	2.7055	3.8415	5.0239	5.4119	6.6349	7.8794	10.8276
2		2.7726	4.6052	5.9915	7.3778	7.8240	9.2103	10.5966	13.8155
3		4.1083	6.2514	7.8147	9.3484	9.8374	11.3449	12.8382	16.2662
4		5.3853	7.7794	9.4877	11.1433	11.6678	13.2767	14.8603	18.4668
5		6.6257	9.2364	11.0705	12.8325	13.3882	15.0863	16.7496	20.5150
6		7.8408	10.6446	12.5916	14.4494	15.0332	16.8119	18.5476	22.4577
7		9.0371	12.0170	14.0671	16.0128	16.6224	18.4753	20.2777	24.3219
8		10.2189	13.3616	15.5073	17.5345	18.1682	20.0902	21.9550	26.1245
9		11.3888	14.6837	16.9190	19.0228	19.6790	21.6660	23.5894	27.8772
10		12.5489	15.9872	18.3070	20.4832	21.1608	23.2093	25.1882	29.5883
11		13.7007	17.2750	19.6751	21.9200	22.6179	24.7250	26.7568	31.2641
12		14.8454	18.5493	21.0261	23.3367	24.0540	26.2170	28.2995	32.9095
14		17.1169	21.0641	23.6848	26.1189	26.8728	29.1412	31.3193	36.1233
17		20.4887	24.7690	27.5871	30.1910	30.9950	33.4087	35.7185	40.7902
20		23.8277	28.4120	31.4104	34.1696	35.0196	37.5662	39.9968	45.3147
25		29.3389	34.3816	37.6525	40.6465	41.5661	44.3141	46.9279	52.6197
30		34.7997	40.2560	43.7730	46.9792	47.9618	50.8922	53.6720	59.7031
50		56.3336	63.1671	67.5048	71.4202	72.6133	76.1539	79.4900	86.6608
100		109.1412	118.4980	124.3421	129.5612	131.1417	135.8067	140.1695	149.4493