

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

Uge 3:

Konkrete kontinuære fordelinger,
Multivariate stokastiske variable,
Regneregler for stokastiske variable og
Særlige fordelinger

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

- 1 Konkrete kontinuerte fordelinger
 - Den Uniforme fordeling
 - Eksponentialfordelingen
 - Normalfordelingen
 - Lognormalfordelingen
 - Kontinuerte fordelinger i Python
- 2 Multivariate stokastiske variable
- 3 Regneregler for stokastiske variable
- 4 Særlige fordelinger vi skal bruge senere i kurset
 - χ^2 -fordeling
 - t-fordeling
 - F-fordeling

Konkrete kontinuære fordelinger

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- Lognormalfordelingen
- Kontinuære fordelinger i Python

Kontinuerte fordelinger

Sandsynligheds-fordelingen for en kontinuær stokastisk variabel X kan beskrives med tæthedsfunktionen $f(x)$ (pdf) eller fordelingsfunktionen $F(x)$ (cdf).

I dag gennemgås en række konkrete kontinuerte fordelinger:

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- Lognormalfordelingen
- χ^2 -fordelingen
- t-fordelingen
- F-fordelingen

De sidste 3 (χ^2 -fordelingen, t-fordelingen og F-fordelingen) har en særlig teoretisk relevans (som vi kommer tilbage til senere i kurset).

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- Lognormalfordelingen
- Kontinuerte fordelinger i Python

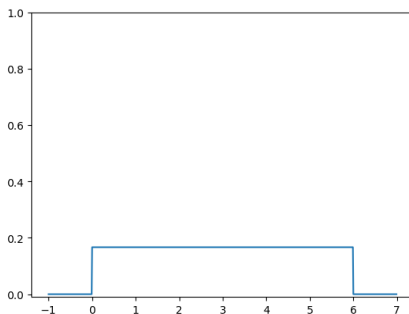
DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Den Uniforme fordeling

Den Uniforme fordeling bruges til at beskrive en kontinuert stokastisk variabel X som kun antager værdier i intervallet: $[\alpha; \beta]$. Fordelingen er symmetrisk og "flad".

Alle værdier i intervallet er "*lige sandsynlige*"

$$X \sim U(\alpha, \beta)$$



Den Uniforme fordelings tæthedsfunktion

||| Definition 2.35 Uniform distribution

Let X be a uniform distributed random variable

$$X \sim U(\alpha, \beta), \quad (2-46)$$

where α and β defines the range of possible outcomes. It has the *pdf*

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta - \alpha} & \text{for } x \in [\alpha, \beta] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}. \quad (2-47)$$

The uniform *cdf* is

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < \alpha \\ \frac{x - \alpha}{\beta - \alpha} & \text{for } x \in [\alpha, \beta] \\ 1 & \text{for } x \geq \beta \end{cases}. \quad (2-48)$$

Den Uniforme fordelings middelværdi og varians

||| Theorem 2.36 Mean and variance of the uniform distribution

The mean of a uniform distributed random variable X is

$$\mu = \frac{1}{2}(\alpha + \beta), \quad (2-49)$$

and the variance is

$$\sigma^2 = \frac{1}{12}(\beta - \alpha)^2. \quad (2-50)$$

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- Lognormalfordelingen
- Kontinuerte fordelinger i Python

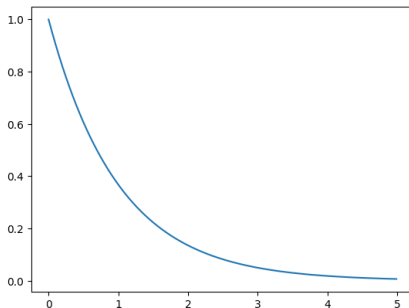
DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Eksponentialfordelingen

Eksponentialfordelingen bruges til at beskrive en kontinuert stokastisk variabel X som følger en eksponentielt aftagende fordeling og bruges ofte til at beskrive levetider og ventetider.

Eksponentialfordelingen kan bruges til at beskrive (vente)tiden mellem events i en Poisson process.

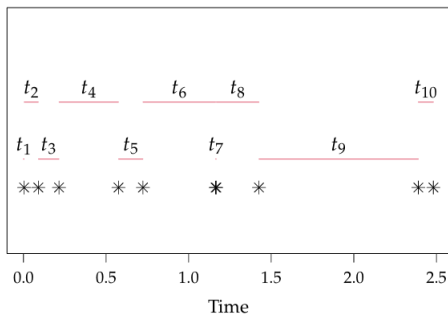
$$X \sim \text{Exp}(\lambda)$$



Eksponentialfordeling og Poissonfordelingen

Eksponentialfordelingen relateret til Poissonfordelingen:

- Eksponentialfordelingen beskriver tiden mellem tilfældige events. Dette er en kontinuert størrelse
- Poissonfordelingen beskriver antallet af tilfældige events der sker indenfor et fast tidsrum. Dette er en diskret størrelse.



Nogle opgaver vil kunne løses med både eksponentialfordelingen og poissonfordelingen.

Ekspontentialfordelingens tæthedsfunktion

|||| Definition 2.48 Exponential distribution

Let X be an exponential distributed random variable

$$X \sim \text{Exp}(\lambda), \quad (2-67)$$

where λ is the average rate of events.

It follows the exponential *pdf*

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{for } x \geq 0 \\ 0 & \text{for } x < 0 \end{cases}. \quad (2-68)$$

Eksponentialfordelingens middelværdi og varians

|||| Theorem 2.49 Mean and variance of exponential distribution

Mean of an exponential distribution is

$$\mu = \frac{1}{\lambda}, \quad (2-69)$$

and the variance is

$$\sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2}. \quad (2-70)$$

Eksempel med Eksponentialfordelingen

Det antages, at der på en bestemt hospitalsafdeling i gennemsnit bliver indlagt 0.3 nye patienter pr. dag.

En patient indlægges på afdelingen. Hvad er sandsynligheden for at der går mere end 10 dage før der indlægges endnu en patient på afdelingen?

Hvad skal repræsenteres af den stokastiske variabel X ?

Hvad er fordelingen af X (og hvad er parametrene)?

Hvilken sandsynlighed skal udregnes?

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- **Normalfordelingen**
- Lognormalfordelingen
- Kontinuære fordelinger i Python

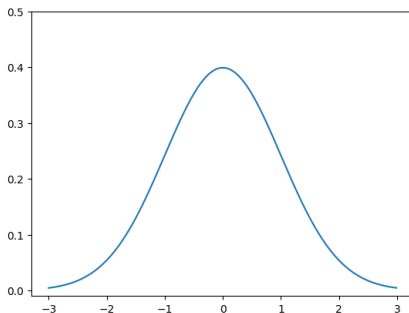
DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Normalfordelingen

Normalfordelingen bruges til at beskrive en kontinuert stokastisk variabel X som følger en karakteristisk klokkeformet fordeling. Fordelingen er symmetrisk omkring gennemsnittet μ og har spredning σ .

Værdier tæt på gennemsnittet er mest sandsynlige

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$



Normalfordelingens tæthedsfunktion

Definition 2.37 Normal distribution

Let X be a normal distributed random variable

$$X \sim N(\mu, \sigma^2), \quad (2-51)$$

where μ is the mean and σ^2 is the variance (remember that the standard deviation is σ). Note that the two parameters are actually the mean and variance of X .

It follows the normal *pdf*

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2-52)$$

and the normal *cdf*

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du. \quad (2-53)$$

Normalfordelingens middelværdi og varians

|||| Theorem 2.38 Mean and variance

The mean of a Normal distributed random variable is

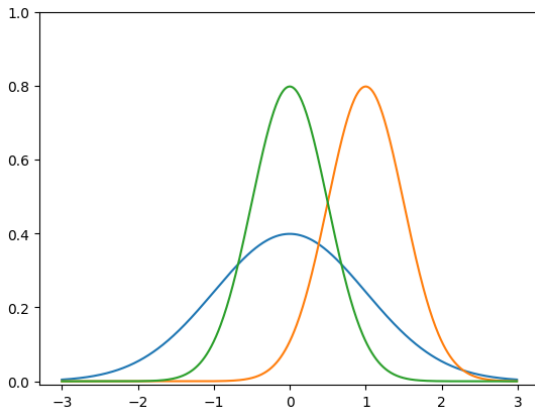
$$\mu, \quad (2-54)$$

and the variance is

$$\sigma^2. \quad (2-55)$$

Hence simply the two parameters defining the distribution.

Eksempler på Normalfordelinger



Hvilke to fordelinger har forskellig middelværdi (μ)?

Hvilke to fordelinger har forskellig spredning (σ)?

Kahoot!
(x2)

Eksempel med Normalfordelingen

Et firma producerer en fødevarer hvorpå de skal angive hvor mange kalorier produktet indeholder. Det er vigtig at angivelsen er **præcis** - især er det vigtigt at den angivne mængde kalorier ikke overstiger angivelsen på pakken betydeligt. En undersøgelse viser at produktet i gennemsnit indeholder $\mu = 290$ kcal, med standardafvigelse $\sigma = 4$ kcal.

- a) *Hvad er sandsynligheden for, at et enkelt (tilfældigt udvalgt) produkt indeholder mere end 300 kcal?*
 - b) *Hvordan kunne man angive et interval (min, maks), der fortæller hvor mange kcal man kan forvente der er i produktet (fx i 95% af tilfælde)?*
 - c) *Bonus spørgsmål: Hvis man køber 100 produkter, hvad er så risikoen for at mindst ét af dem indeholder mere end 300 kcal?*
- (skitsér sandsynligheder der skal udregnes - brug Python til at finde talværdierne)

Standard Normalfordelingen

|||| Definition 2.42 Standard normal distribution

The standard normal distribution is the normal distribution with zero mean and unit variance

$$Z \sim N(0, 1), \quad (2-61)$$

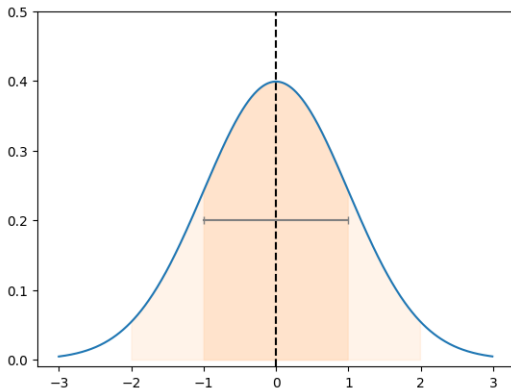
where Z is the standardized normal random variable.

|||| Theorem 2.43 Transformation to the standardized normal random variable

A normal distributed random variable X can be transformed into a standardized normal random variable by

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}. \quad (2-62)$$

Normalfordelingen: Et par tal der er værd at huske



Indenfor $\mu \pm \sigma$ ligger ca 68.3% af sandsynlighedsmassen
Indenfor $\mu \pm 2\sigma$ ligger ca 95.4% af sandsynlighedsmassen
95% af sandsynlighedsmassen ligger i intervallet $\mu \pm 1.96 \cdot \sigma$
Se også formelsamling side 7.

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

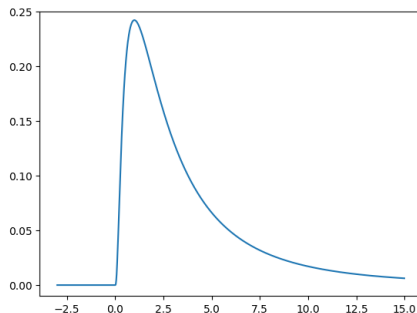
- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- **Lognormalfordelingen**
- Kontinuerte fordelinger i Python

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Lognormalfordelingen

Lognormalfordelingen bruges til at beskrive en kontinuert stokastisk variabel X som følger en karakteristisk skæv fordeling.

$$X \sim LN(\alpha, \beta^2)$$



Transformation fra Lognormal til Normal

En lognormalfordelt stokastisk variabel $X \sim LN(\alpha, \beta^2)$ kan transformeres til en normalfordelt stokastisk variabel Y ved:

$$Y = \ln(X).$$

Her er Y normalfordelt med middelværdi α og varians β^2 , dvs.
 $Y \sim N(\alpha, \beta^2)$.

Hvis **data** $\{x_i\}$ er Lognormaltfordelt, vil man ofte transformere data og beregne $y_i = \log(x_i)$.

De **transformerede data** $\{y_i\}$ vil da følge en normalfordeling.

Lognormalfordelingens tæthedsfunktion

||| Definition 2.46 Log-Normal distribution

A log-normal distributed random variable

$$X \sim LN(\alpha, \beta^2), \quad (2-63)$$

where α is the mean and β^2 is the variance of the normal distribution obtained when taking the natural logarithm to X .

The log-normal *pdf* is

$$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\beta} e^{-\frac{(\ln x - \alpha)^2}{2\beta^2}}. \quad (2-64)$$

Lognormalfordelingens middelværdi og varians

||| Theorem 2.47 Mean and variance of log-normal distribution

Mean of the log-normal distribution

$$\mu = e^{\alpha + \beta^2/2}, \quad (2-65)$$

and variance

$$\sigma^2 = e^{2\alpha + \beta^2} (e^{\beta^2} - 1). \quad (2-66)$$

Kahoot!
(x4)

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- Den Uniforme fordeling
- Eksponentialfordelingen
- Normalfordelingen
- Lognormalfordelingen
- Kontinuære fordelinger i Python

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Kontinuerte fordelinger i Scipy.stats

```
Scipy.stats.uniform
```

```
Scipy.stats.normal
```

```
Scipy.stats.lognormal
```

```
Scipy.stats.expon
```

Generelle 'methods' for kontinuerte fordelinger:

<code>.rvs</code>	'random variates' (simulér tilfældige tal)
<code>.pdf</code>	'probability mass function' (pdf/tæthedsfunktion)
<code>.cdf</code>	'cumulative distribution function' (fordelingsfunktion)
<code>.ppf</code>	'percent point function' (invers cdf / fraktilfunktion)
<code>.mean / .var / .std</code>	'mean'/'variance'/'standard deviation'

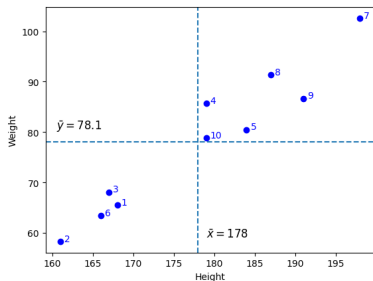
Se også formelsamling!

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

Multivariate stokastiske variable

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Sandsynlighedsfordelinger for mere komplekse data



Sandsynlighedsfordeling:

???

Stikprøvekovarians:

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Kovarians:

???

Joint pdf

|||| Definition 2.65 Joint *pdf* of two-dimensional discrete random variables

The *pdf* of a two-dimensional discrete random variable $[X, Y]$ is

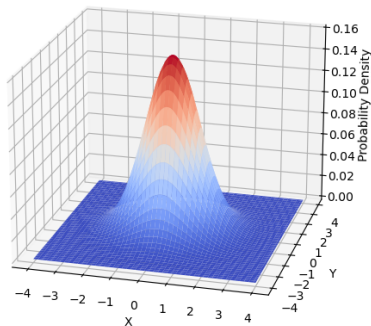
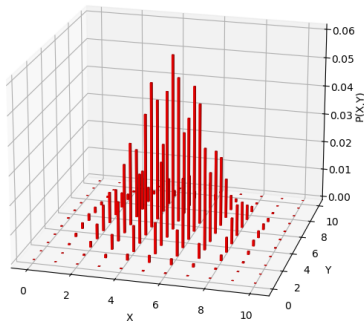
$$f(x, y) = P(X = x, Y = y), \quad (2-79)$$

with the properties

$$f(x, y) \geq 0 \text{ for all } (x, y), \quad (2-80)$$

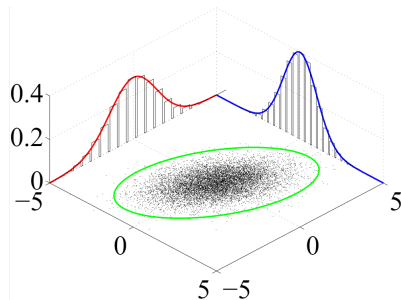
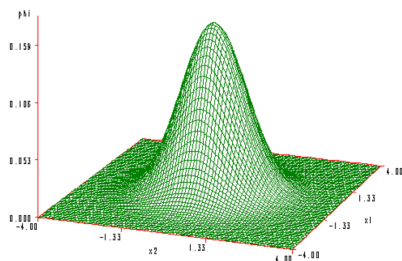
$$\sum_{\text{all } x} \sum_{\text{all } y} f(x, y) = 1. \quad (2-81)$$

Joint pdf

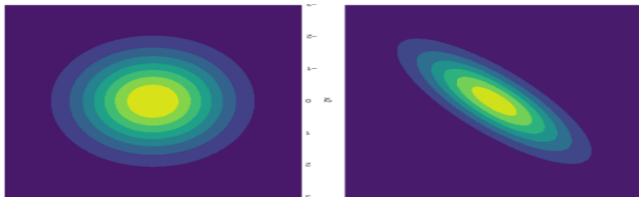
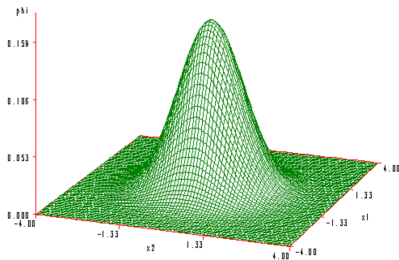


Eksempler på to-dimensionel pdf: diskret (venstre) og kontinuær (højre)

Joint pdf og marginale pdf



Uafhængige og afhængige stokastiske variable



Kovarians

Definition 2.58 Covariance

Let X and Y be two random variables, then the covariance between X and Y , is

$$\text{Cov}(X, Y) = E[(X - E[X])(Y - E[Y])]. \quad (2-75)$$

Korrelation

||| Definition 2.62 Correlation

Let X and Y be two random variables with $V(X) = \sigma_x^2$, $V(Y) = \sigma_y^2$, and $\text{Cov}(X, Y) = \sigma_{xy}$, then the correlation between X and Y is

$$\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (2-78)$$

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

Regneregler for stokastiske variable

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

Beregninger hvor der indgår stokastiske variable

Når man udfører beregninger hvor der indgår en stokastisk variabel, får man en ny stokastisk variabel.

Eksempler:

Lad X være en stokastisk variabel.

Hvis $Y = 2X + 10$, så er Y også en stokastisk variabel.

Hvis $Z = 3X^2$, så er Z også en stokastisk variabel.

Hvis $W = 5\cos(X)$, så er W også en stokastisk variabel.

Regneregler for stokastiske variable 1

Regneregler for lineære funktioner $Y = aX + b$:

(Dette gælder kun for det simpleste eksempel fra forrige slide: $Y = 2X + 10$)

||| Theorem 2.54 Mean and variance of linear functions

Let $Y = aX + b$ then

$$E(Y) = E(aX + b) = a E(X) + b, \quad (2-71)$$

and

$$V(Y) = V(aX + b) = a^2 V(X). \quad (2-72)$$

Disse regneregler gælder både for kontinuerte og diskrete stokastiske variable.

Eksempel med $Y = aX + b$ (2.54)

Temperaturen i et kølerum, må helst ikke svinge for meget og specifikt ønskes det at standardafvigelsen er maks 1°C (Celcius).

Det oplyses at temperaturen (målt hver time) i gennemsnit er 41°F (Fahrenheit) og har en standardafvigelse på 1.5°F .

Fahrenheit kan omregnes til celcius med følgende formel: $C = \frac{F-32}{1.8}$

Lad F være en stokastisk variabel der angiver temperaturen målt i $^\circ\text{F}$.

Hvad er $\mu_F = E[F]$ og $\sigma_F^2 = V[F]$?

Lad C være en stokastisk variabel der angiver temperaturen målt i $^\circ\text{C}$.

Hvad er $\mu_C = E[C]$ og $\sigma_C^2 = V[C]$?

Er standardafvigelsen af temperaturen mindre end det ønskede 1°C ?

Beregninger hvor der indgår flere stokastiske variable

Vi kan også forestille os beregninger hvor der indgår flere stokastiske variable:

Eksempler:

Lad $X =$ én stokastisk variabel og $Y =$ en anden stokastisk variabel.

Hvis $Z = 2X - Y$, så er Z også en stokastisk variabel.

Hvis $W = 5X/Y$, så er W også en stokastisk variabel.

Hvis $U = X \cdot (Y - 3)^2$, så er U også en stokastisk variabel.

Regneregler for stokastiske variable 2

Regneregler for lineære kombinationer $Z = aX + bY + \dots$:

(Dette gælder kun for det simpleste eksempel fra forrige slide: $Z = 2X - Y$):

|||| Theorem 2.56 Mean and variance of linear combinations

The mean of a linear combination of independent random variables is

$$E(a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n) = a_1 E(X_1) + a_2 E(X_2) + \dots + a_n E(X_n), \quad (2-73)$$

and the variance

$$V(a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n) = a_1^2 V(X_1) + a_2^2 V(X_2) + \dots + a_n^2 V(X_n). \quad (2-74)$$

Disse regneregler gælder både for kontinuerte og diskrete stokastiske variable.

Lineære kombinationer af **normalfordelte** stokastiske variable

||| Theorem 2.40 Linear combinations of normal random variables

Let $X_1, \dots, X_n$ be independent normal random variables, then any linear combination of $X_1, \dots, X_n$ will follow a normal distribution, with mean and variance given in Theorem 2.56.

Hvis både den stokastiske variabel X og stokastiske variabel Y følger en normalfordling (med hver sin middelværdi og varians), så følger lineære kombinationer af X og Y også en normalfordeling.

Eksempler:

$$Z = X + Y$$

$$U = X - Y$$

$$W = 2X + 3Y$$

(man kan også kombinere flere end 2)

Eksempel med $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots$ (2.56)

Planlægning for flyselskab:

Et fly, der kan tage 55 passagerer, må max. lastes med 4000 kg (kun passagerens vægt betragtes her som last).

Den individuelle vægt af passagerer på en flytur, X , antages at være normalfordelt så $X \sim N(70, 10^2)$.

Beregn sandsynligheden for, at flyet bliver overbelastet.

Lad Y være en stokastisk variabel, der beskriver den totale vægt af 55 passagerer. Opskriv et udtryk for Y . Hvad er $E[Y]$ og $V[Y]$?

Hvilken fordeling følger Y ?

Hvad er sandsynligheden for at flyet overbelastes? (Brug Python til dette spørgsmål)

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

Særlige fordelinger vi skal bruge senere i kurset

- χ^2 -fordeling
- t-fordeling
- F-fordeling

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- χ^2 -fordeling
- t-fordeling
- F-fordeling

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

χ^2 -fordelingen

χ^2 -fordelingen bruges til at beskrive en kontinuært stokastisk variabel X , der er lig med *summen af ν kvadrerede uafhængige standardnormalfordelte variable*:

$$X \sim \chi^2(\nu) \quad \text{hvor } X = \sum_{i=1}^{\nu} Z_i^2 \text{ og } Z_i \sim N(0, 1^2)$$

||| Theorem 2.79

Let $Z_1, \dots, Z_\nu$ be independent random variables following the standard normal distribution, then

$$\sum_{i=1}^{\nu} Z_i^2 \sim \chi^2(\nu). \quad (2-94)$$

χ^2 -fordelingen er kun defineret for ikke-negative værdier og er "højre-skæv", men formen afhænger af parametren ν .

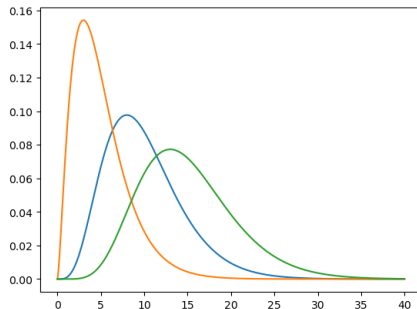
χ^2 -fordelingens tæthedsfunktion

Definition 2.78

Let X be χ^2 distributed, then its *pdf* is

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{\nu}{2}} \Gamma(\frac{\nu}{2})} x^{\frac{\nu}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}; \quad x \geq 0, \quad (2-93)$$

where $\Gamma(\frac{\nu}{2})$ is the Γ -function and ν is the degrees of freedom.



Kahoot!
(x1)

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- χ^2 -fordeling
- t-fordeling
- F-fordeling

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

t-fordelingen

t-fordelingen bruges til at beskrive en kontinuært stokastisk variabel X , der er lig med *en standardnormalfordelt variabel (Z) divideret med kvadratroden af en uafhængig χ^2 -fordelt variabel (Y) skaleret med parametren ν* :

$$X \sim t(\nu)$$

||| Theorem 2.87

Let $Z \sim N(0, 1)$ and $Y \sim \chi^2(\nu)$, then

$$X = \frac{Z}{\sqrt{Y/\nu}} \sim t(\nu). \quad (2-99)$$

t-fordelingen er symmetrisk ligner standard Normalfordelingen (især hvis parametren ν er meget stor), men t-fordelingen har lidt *tykkere haler*.

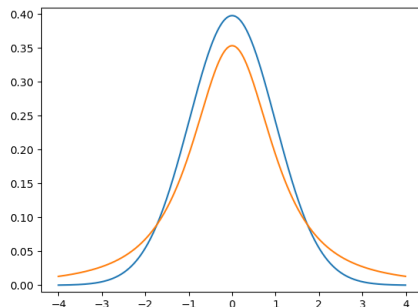
t-fordelingens tæthedsfunktion

Definition 2.86

The t -distribution pdf is

$$f_T(t) = \frac{\Gamma(\frac{\nu+1}{2})}{\sqrt{\nu\pi}\Gamma(\frac{\nu}{2})} \left(1 + \frac{t^2}{\nu}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}}, \quad (2-98)$$

where ν is the degrees of freedom and $\Gamma()$ is the Gamma function.



Kahoot!
(x1)

02402 Statistik (Polyteknisk grundlag)

- χ^2 -fordeling
- t-fordeling
- F-fordeling

DTU Compute
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Kgs. Lyngby

F-fordelingen

F-fordelingen bruges til at beskrive en kontinuært stokastisk variabel X , der er lig med *forholdet mellem to uafhængige χ^2 -fordelte variable (der hver er skaleret med hver deres parameter ν_1, ν_2)*:

$$X \sim F(\nu_1, \nu_2)$$

||| Theorem 2.96

Let $U \sim \chi^2(\nu_1)$ and $V \sim \chi^2(\nu_2)$, be independent then

$$F = \frac{U/\nu_1}{V/\nu_2} \sim F(\nu_1, \nu_2). \quad (2-105)$$

F-fordelingen er kun defineret for ikke-negative værdier og er "højre-skæv", men formen afhænger af parametrene ν_1 og ν_2 .

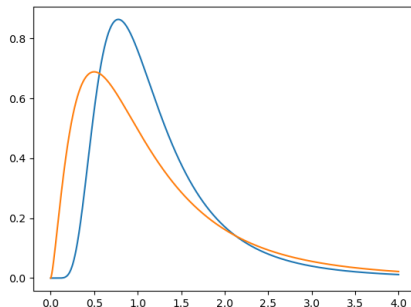
F-fordelingens tæthedsfunktion

Definition 2.95

The F -distribution pdf is

$$f_F(x) = \frac{1}{B\left(\frac{\nu_1}{2}, \frac{\nu_2}{2}\right)} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^{\frac{\nu_1}{2}} x^{\frac{\nu_1}{2}-1} \left(1 + \frac{\nu_1}{\nu_2}x\right)^{-\frac{\nu_1+\nu_2}{2}}, \quad (2-104)$$

where ν_1 and ν_2 are the degrees of freedom and $B(\cdot, \cdot)$ is the Beta function.



Særlige fordelinger i Scipy.stats

```
Scipy.stats.chi2
```

```
Scipy.stats.t
```

```
Scipy.stats.f
```

Generelle 'methods' for kontinuære fordelinger:

<code>.rvs</code>	'random variates' (simulér tilfældige tal)
<code>.pdf</code>	'probability mass function' (pdf/tæthedsfunktion)
<code>.cdf</code>	'cumulative distribution function' (fordelingsfunktion)
<code>.ppf</code>	'percent point function' (invers cdf / fraktilfunktion)
<code>.mean / .var / .std</code>	'mean'/'variance'/'standard deviation'

Se også formelsamling!

Kahoot!
(x1)

Tjekliste

Efter i dag skal du kunne:

- TEORI: Kende og beskrive de kendte kontinuære sandsynlighedsfordelinger: Uniform, Normal-, Lognormal- og Exponential-fordelingen
- DATA: Visuelt kunne afgøre om data i en stikprøve der ud til at følge en bestemt fordeling
- TEORI: Anvende regneregler for lineære kombinationer af stokastiske variable
- TEORI: Opskrive stokastiske variable og herpå udføre beregninger passende til en given kontekst
- TEORI: Kende og beskrive de særlige kontinuære sandsynlighedsfordelinger: χ^2 -, t - og F -fordelingen.
- TEORI m. PYTHON: Benytte Python til at finde diverse størrelser relateret til kontinuære sandsynlighedsfordelinger (fx sandsynligheder, fraktiler og lign.)
- TEORI m. PYTHON: Simulere tilfældige tal fra en given (kontinuær) sandsynlighedfordeling.

Eksamensopgave

Vi regner en eksamensopgave sammen.

Øvelser

Tirsdage 10-12, Bygning 116 (hjælpelærere ankommer 10.15)

- "Klasseundervisning":
 - **010**: Elektroteknologi, Softwareteknologi, Cyberteknologi
 - **011**: Bæredygtigt energidesign, Miljøteknologi, Design og innovation
 - **012**: Kemi og teknologi, Medicin og teknologi, Teknisk biomedicin, Bioteknologi, Life science
 - **013**: Byggeteknologi, Bygningsdesign, Produktion og konstruktion, General Engineering
 - **015**: Fysik og ingeniørvidenskab, Geofysik og rumteknologi, Anvendt matematik
 - **016**: Kunstig intelligens og data
- Arbejd selv og få hjælp efter behov:
 - **Foyer areas** (with circulating TA's): Blandet