

linux: arkistointi

- ▶ **tar** liittää useampia tiedostoja yhteen samaan arkistoon (engl. archive)
- ▶ **Esimerkki 1**
`tar cvf arkisto.tar *.DAT`
 luo arkiston **arkisto.tar**, joka sisältää kaikki **.DAT** loppuiset tiedostot
- ▶ `tar -xvf arkisto.tar`
 purkaa arkiston takaisin yksittäisiksi tiedostoiksi
- ▶ **Esimerkki 2**
`tar cvzf arkisto.tar.gz *.DAT`
 luo kompressoitua (engl. compress) arkiston, joka vie vähemmän levytilaa
- ▶ `tar -xvzf arkisto.tar.gz`
 purkaa arkiston yksittäisiksi tiedostoiksi
- ▶ Useimmiten nämä riittävät, eikä näitäkään kannata/tarvitse opetella ulkoa. Lisää esimerkkejä löytyy vaikkapa [täältä](#) | [www](#) |
- ▶ **Käyttö:** Lähettäjä luo ja lähettää arkiston, jonka vastaanottaja purkaa

linux: koneelta toiselle

- ▶ **scp** komento
- ▶ **Esimerkki 1:** Työskentelet koneessa **sky1** hakemistossa **~username/**. Komento
`scp *.DAT sky2:/home/username/dir1/`
 kopioi kaikki työhakemistosi **.DAT** päätteiset tiedostot toisen koneen **sky2** hakemistoon **/home/username/dir1/**
 Huom: **sky2** kysyy salasanaa!
 Selvennys: **sky1** tiedostot → **sky2**
- ▶ **Esimerkki 2:** Työskentelet koneessa **sky1** hakemistossa **~user/dir2/**. Komento
`scp user@sky2:~user/dir1/*.PRO ~user/dir2/`
 kopioi kaikki koneen **sky2** hakemistossa **~user/dir1/** olevat **.PRO** loppuiset tiedostot koneen **sky1** hakemistoon **~user/dir2/**
 Huom: **sky2** kysyy salasanaa!
 Selvennys: **username** lyhennetty **user**
 Selvennys: **sky2** tiedostot → **sky1**
- ▶ Jälleen loputtomasti [vaihtoehtoja](#) | [www](#) |
- ▶ Paljon dataa: Ensin **tar**. Sitten **scp**

Datan graafinen esitys

```
# _____
# Kommenttirivi: Tama on python ohjelmani Pmalli12.py
# – Plottaa ensimmäisen kerran kuvan
# _____
import os ; os.system('clear')      # Tyhjennetaan näyttö
import numpy as np                 # numpy importoitu
import pylab as pl                 # pylab importoitu
x = np.pi*np.arange(100)/49.0     # x-vektori
y = np.sin(x)                     # y-vektori
z = np.cos(x)                      # z-vektori
pl.plot(x,y,'r')                   # x,y plotti
pl.plot(x,z,'b')                   # x,z plotti
pl.savefig('Pmalli12.pdf')         # Tallenna pdf-tiedostoon
pl.ion()                           # "animation on"
pl.show()                          # Nayta kuva
pl.waitforbuttonpress(timeout=-1)  # Odota: Nappain poistaa
```

► **pl.savefig...** ⇒ Katsotaan tuotettua kuvaa **evince Pmalli12.pdf**

► **import pylab**

► **pl.plot** plottaa

► **pl.show()** näyttää kuvan (kts. **>> help('pylab.show')**)

Datan graafinen esitys

```
# Kommenttirivi: Tämä on octave ohjelmani Omalli12.m
# – Plottaa ensimmäisen kerran kuvan
# _____
clear ; clc                                # Poistetaan ... Tyhjennetaan ...
x=pi*((0:99)/49.);                        # x-vektori
y=sin(x);                                # y-vektori
z=cos(x);                                # z-vektori
hold on;                                # plot ei poista edellistä
plot(x,y,'r')                            # x,y plotti
plot(x,z,'b')                            # x,z plotti
hold off;                                # uusi plot poistaisi ...
print('Omalli12.pdf','-dpdf')            # Tallenna pdf-tiedostoon
waitforbuttonpress;                    # Odota: Nappain poistaa
```

- ▶ **print('Omalli12.pdf','-dpdf')** ⇒ Katsotaan tuotettua kuvaa **evince**
Omalli12.pdf
- ▶ **hold on** ja **hold off**
- ▶ **plot** aivan kuten **python**:ssa

Datan graafinen esitys

python

- ▶ Kurssin kotisivu: `Pmalli13.py`

- ▶ Yli sivun $\Rightarrow$ Toinen näyttö!

`pl.axes` kuvan paikka

`pl.xlim` x-rajat

`pl.ylim` y-rajat

`pl.errorbar` x,y,e (e=error bars)

`pl.title` pääteksti ($\text{\LaTeX}$)

`pl.xlabel` x-teksti ($\text{\LaTeX}$)

`pl.ylabel` y-teksti ($\text{\LaTeX}$)

`pl.text` asemoitu teksti ($\text{\LaTeX}$)

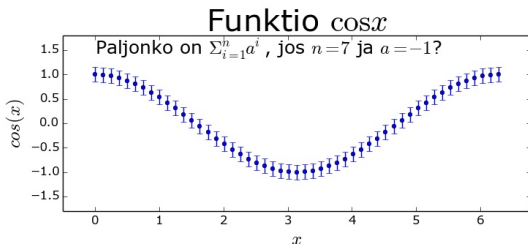
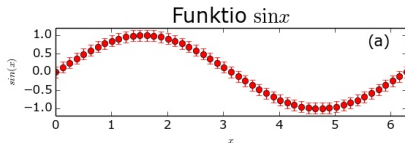
`pl.savefig('Pmalli13.pdf')`

Lopetus (kaivettu netistä)

`pl.ion()`

`pl.show()`

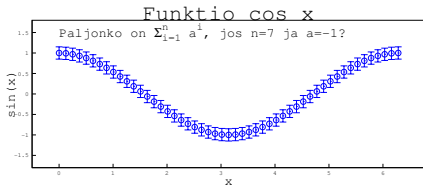
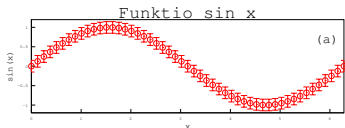
`pl.waitforbuttonpress(timeout=-1)`



Datan graafinen esitys

octave

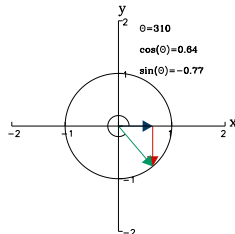
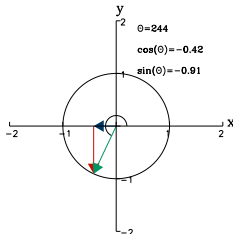
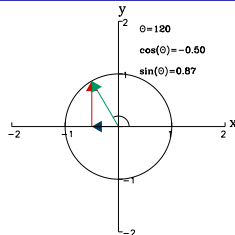
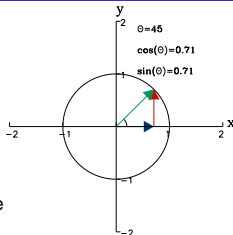
- ▶ Kurssin kotisivu: [Omali13.m](#)
- ▶ Yli sivun $\Rightarrow$ [Toinen näyttö!](#)
- ▶ Uusi **octave** versio 2015 $\Rightarrow$ **L_AT_EX** ja muita ongelmia ilman komentoa `graphics_toolkit('gnuplot')`
`subplot(6,10,[2 19]);` kuvan paikka
`axis([0.0,2.0*pi, ... xy-rajat`
`plot1=errorbar(x,y,e);` x,y,e
`set(plot1,...` formaatti
`title(['Funktio','... pääteksti`
`xlabel(... x-teksti (LATEX)`
`ylabel(... y-teksti (LATEX)`
`text(0.0, ... asemoitu (LATEX)`
`print('Omali13.pdf','-dpdf')`
`waitforbuttonpress;` ... “kaivettu” ...



Rayleigh testi

Yksikkövektorit

- ▶ Yksikkövektorin pituus = $|\vec{r}| = 1$
- ▶ Yksikkövektorin suunta = Vaihekulma = Θ
- ▶ Yksikkövektorit alkavat origosta
- ▶ Yksikkö vektorit osoittavat yksikköympyrälle
- ▶ $\vec{r} = [|\vec{r}| \cos \Theta, |\vec{r}| \sin \Theta] = [\cos \Theta, \sin \Theta]$
- ▶ $\vec{x} = [\cos \Theta, 0]$
- ▶ $\vec{y} = [0, \sin \Theta]$
- ▶ $\vec{r} = \vec{x} + \vec{y}$
- ▶ $\cos \Theta = x/|\vec{r}| \Leftrightarrow x = \cos \Theta$
- ▶ $\sin \Theta = y/|\vec{r}| \Leftrightarrow y = \sin \Theta$
- ▶ Pythagoras: $|\vec{r}|^2 = |\vec{x}|^2 + |\vec{y}|^2$
- ▶ $\Leftrightarrow 1^2 = (\cos \Theta)^2 + 0^2 + 0^2 + (\sin \Theta)^2$



Rayleigh testi

$\bar{R}$ = Summa n :stä yksikkövektorista $\bar{r}_i$

- ▶ $\bar{R} = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{r}_i = \bar{r}_1 + \bar{r}_2 + \dots + \bar{r}_n$
- ▶ $\bar{r}_1 = \bar{x}_1 + \bar{y}_1, \bar{r}_2 = \bar{x}_2 + \bar{y}_2, \dots, \bar{r}_n = \bar{x}_n + \bar{y}_n$
 $\Rightarrow \bar{R} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots \bar{x}_n + \bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \dots \bar{y}_n$
- ▶ $\bar{R} = \bar{X} + \bar{Y}$
- ▶ $\bar{X} = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{x}_i = \sum_{i=1}^{i=n} [\cos \Theta_i, 0] = [\cos \Theta_1 + \cos \Theta_2 + \dots + \cos \Theta_n, 0] = [\sum_{i=1}^{i=n} \cos \Theta_i, 0]$
- ▶ $\bar{Y} = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{y}_i = \sum_{i=1}^{i=n} [0, \sin \Theta_i] = [0, \sin \Theta_1 + \sin \Theta_2 + \dots + \sin \Theta_n] = [0, \sum_{i=1}^{i=n} \sin \Theta_i]$
- ▶ $|\bar{X}|^2 = (\sum_{i=1}^{i=n} \cos \Theta_i)^2 + 0^2 = (\sum_{i=1}^{i=n} \cos \Theta_i)^2$
- ▶ $|\bar{Y}|^2 = 0^2 + (\sum_{i=1}^{i=n} \sin \Theta_i)^2 = (\sum_{i=1}^{i=n} \sin \Theta_i)^2$
- ▶ Pythagoras $\Rightarrow |\bar{R}|^2 = |\bar{X}|^2 + |\bar{Y}|^2$
- ▶ Lopputuloks $|\bar{R}|^2 = (\sum_{i=1}^{i=n} \cos \Theta_i)^2 + (\sum_{i=1}^{i=n} \sin \Theta_i)^2$
- ▶ Rayleigh:n testiparametri n :lle vaihekulmalle $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ on

$$z = \frac{|\bar{R}|^2}{n} = \frac{(\sum_{i=1}^{i=n} \cos \Theta_i)^2 + (\sum_{i=1}^{i=n} \sin \Theta_i)^2}{n}$$

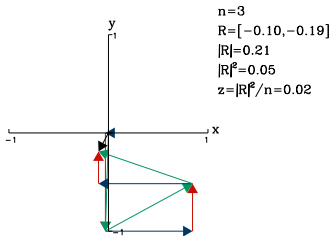
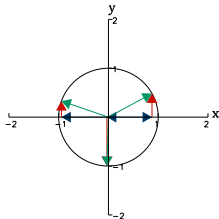
Rayleigh testi

1. esimerkki Rayleigh:n testiparametrasta z

- ▶ $\bar{R}$ on $n = 3$ yksikkövektorin $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$ ja $\bar{r}_3$ summa
- ▶ Ensimmäinen vaihekulma on $180^\circ < \Theta_1 < 270^\circ$
- ▶ Toinen vaihekulma on $0^\circ < \Theta_2 < 90^\circ$
- ▶ Kolmas vaihekulma on $90^\circ < \Theta_3 < 180^\circ$
- ▶ Alemman kuvan musta vektori on

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^3 \bar{r}_i = \bar{r}_1 + \bar{r}_2 + \bar{r}_3 = [-0.10, -0.19]$$

- ▶ Yksikkövektorit $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$ ja $\bar{r}_3$ osoittavat eri suuntiin $\Rightarrow$ Niiden summan pituus, $|\bar{R}| = 0.21$, on pieni $\Rightarrow$ Testiparametrin arvo, $z = |\bar{R}|^2/n = 0.02$, on pieni



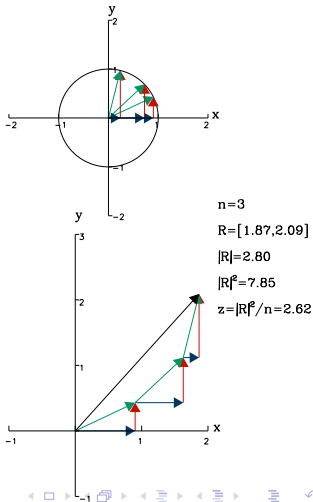
Rayleigh testi

2. esimerkki Rayleigh:n testiparametrusta z

- ▶ $\bar{R}$ on $n = 3$ yksikkövektorin $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$ ja $\bar{r}_3$ summa
- ▶ Kaikki ensimmäisessä neljänneksessä
- ▶ Kaikki vaihekulmat Θ_1 , Θ_2 ja Θ_3 ovat 0 ja 90 asteen välissä
- ▶ Alemman kuvan musta vektori on

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^3 \bar{r}_i = \bar{r}_1 + \bar{r}_2 + \bar{r}_3 = [1.87, 2.09]$$

- ▶ Yksikkövektorit $\bar{r}_1$, $\bar{r}_2$ ja $\bar{r}_3$ **lähes yhdensuuntaiset** $\Rightarrow$ Niiden summan pituus, $|\bar{R}| = 2.80$, on suuri $\Rightarrow$ Testiparametrin arvo, $z = |\bar{R}|^2/n = 2.62$, on **suuri**
- ▶ Johtopäätös: z mittaa yksikkövektorien $\bar{r}_1, \bar{r}_2, \dots$ ja $\bar{r}_n$ vaihekulmien $\Theta_1, \Theta_2, \dots$ ja Θ_n hajontaa
- ▶ Johtopäätös: z pieni $\Leftrightarrow$ vaihekulmien hajonta suuri $\Leftrightarrow$ yksikkövektorit osoittavat eri suuntiin
- ▶ Johtopäätös: z suuri $\Leftrightarrow$ vaihekulmien hajonta pieni $\Leftrightarrow$ yksikkövektorit lähes yhdensuuntaiset



Rayleigh:n testin statistiikka

- ▶ Hypoteesi: n vaihekulmat $\Theta_1, \Theta_2, \dots$ ja Θ_n ovat otos tasajakaumasta (=satunnaisesta) välillä 0° ja 360° .
- ▶ Tästä hypoteesista käytetään lyhennettä H_Θ
- ▶ H_Θ : Vaihekulmien todennäköisyys tiheysfunktio

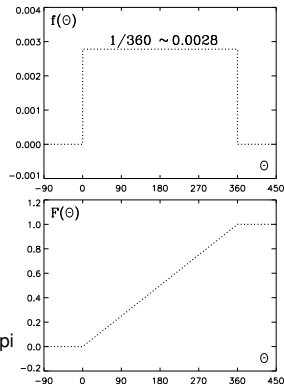
$$f(\Theta) = \begin{cases} 0, & \Theta < 0^\circ \\ \frac{1}{360}, & 0^\circ \leq \Theta < 360^\circ, \\ 0, & 360^\circ \leq \Theta, \end{cases}$$

- ▶ H_Θ : Vaihekulmien kumulatiivien todennäköisyys tiheysfunktio

$$F(\Theta_0) = P(\Theta \leq \Theta_0) = \int_{-\infty}^{\Theta_0} f(\Theta) d\Theta = \int_{-\infty}^{\Theta_0} \frac{d\Theta}{360} = \int_{-\infty}^0 0 d\Theta + \int_0^{\Theta_0} \frac{d\Theta}{360} = 0 + \left/ \frac{\Theta_0}{360} \right/ = \frac{\Theta_0}{360} - \frac{0}{360} = \frac{\Theta_0}{360}$$

$$F(\Theta) = \begin{cases} 0, & \Theta < 0^\circ \\ \frac{\Theta}{360}, & 0^\circ \leq \Theta < 360^\circ, \\ 1, & 360^\circ \leq \Theta, \end{cases}$$

- ▶ $P(\Theta \leq \Theta_0)$ on todennäköisyys, että Θ on valittua Θ_0 arvoa pienempi
- ▶ Esimerkkejä: $P(\Theta \leq 90^\circ) = 0.25$, $P(\Theta \leq 180^\circ) = 0.5$, $P(\Theta \leq 270^\circ) = 0.75$ and $P(\Theta \leq 360^\circ) = 1$
- ▶ Ongelma: Jos H_Θ on totta, mikä on z :n todennäköisyys tiheysfunktio?



- ▶ John William Strutt, 3rd Baron Rayleigh (1842 – 1919)
- ▶ Copleyn Mitali (1882), Fysiikan Nobel (1904)
- ▶ $e \approx 2.71828$ on Eulerin luku, e^x on eksponenttifunktio
- ▶ $\ln e^x = x$, missä $\ln x$ on luonnollisen logaritmin funktio
- ▶ H_Θ tosi $\Rightarrow z$:n todennäköisyys tiheysfunktio on

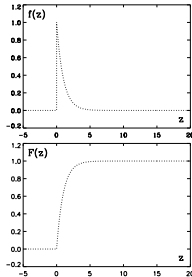
$$f(z) = \begin{cases} 0, & z < 0 \\ e^{-z} & z \geq 0 \end{cases}$$

- H_{Θ} : Kumulatiivinen todennäköisyys tiheysfunktio on
- $$F(z_0) = P(z \leq z_0) = \int_{-\infty}^{z_0} f(x) dx = \int_{-\infty}^0 0 \, dz + \int_0^{z_0} e^{-z} dz$$
- $$= 0 + \left[-e^{-z} \right]_0^{z_0} = -e^{-z_0} - (-e^0) = 1 - e^{-z_0}$$

$$F(z) = \begin{cases} 0, & z < 0 \\ 1 - e^{-z}, & z \geq 0, \end{cases}$$

- ▶ $P(z \leq z_0)$ on todennäköisyys, että z on valittua z_0 arvoa pienempi
- ▶ Komplementti tapaus:

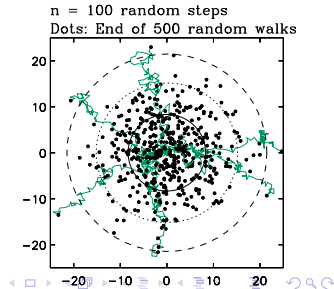
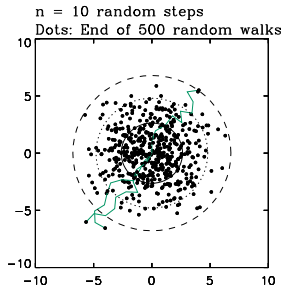
$$P(z > z_0) = 1 - P(z \leq z_0) = 1 - (1 - e^{-z_0}) = e^{-z_0}$$
- ▶ Esimerkki: $0.5 = P(z \leq z_0) = 1 - e^{-z_0} \Leftrightarrow e^{-z_0} = 0.5 \Leftrightarrow -z_0 = \ln 2^{-1} \Leftrightarrow z_0 = \ln 2 \approx 0.693$. Tarkoittaa, että puolet z arvoista välillä $0 \leq z < 0.693$, eli toinen puoli on välillä $0.693 < z < n$.



Satunnaiskulku

- ▶ Aloita satunnaiskulku origosta
- ▶ Ota n askelta $\bar{r}_1, \bar{r}_2, \dots, \bar{r}_n$
- ▶ Jokaisen askeleen pituus on $|r_i| = \sqrt{\cos^2 \Theta_i + \sin^2 \Theta_i} = 1$
- ▶ Valitse jokaisen askeleen suunta Θ_i satunnaisesti $\Leftrightarrow H_\Theta = \text{tosi}$
- ▶ **Ongelma:** Kuinka kauas origosta todennäköisesti pääset?
- ▶ $Q = P(z > z_0) = 1 - P(z \leq z_0) = 1 - (1 - e^{-z_0}) = e^{-z_0} \Leftrightarrow Q = e^{-z_0} \Leftrightarrow \ln Q = -z_0 \Leftrightarrow z_0 = -\ln Q$
- ▶ $z_0 = \frac{|\bar{R}_0|^2}{n} \Leftrightarrow |\bar{R}_0| = \sqrt{n z_0} = \sqrt{-n \ln Q}$
- ▶ Etäisyydet $|\bar{R}_0|$ ratkaistu $n = 10$ ja $n = 100$ askeleelle
- ▶ Todennäköisyydet ovat $Q = 0.5$ (puolet tapauksista), $Q = 0.1$ (yhden kerran kymmenestä) ja $Q = 0.01$ (yhden kerran sadasta)
- ▶ Pisteet ovat 500 satunnaiskulun päätepisteitä. Tapausten $Q \leq 0.01$ reitit näytetty vihreän värinä

	$Q = 0.5$	$Q = 0.1$	$Q = 0.01$
$n = 10$	$z_0 = 0.69$	$z_0 = 2.30$	$z_0 = 4.60$
	$ \bar{R}_0 = 2.63$	$ \bar{R}_0 = 4.80$	$ \bar{R}_0 = 6.79$
$n = 100$	$z_0 = 0.69$	$z_0 = 2.30$	$z_0 = 4.60$
	$ \bar{R}_0 = 8.33$	$ \bar{R}_0 = 15.17$	$ \bar{R}_0 = 21.46$
	jatkuva	pisteitä	tavuviivoja

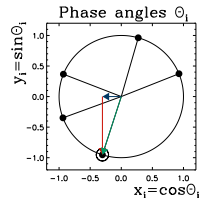
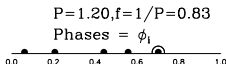
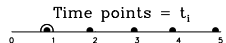


Vaiheet $\phi \Leftrightarrow$ Kulmat Θ

- ▶ Tehdään Rayleigh testi n :lle aikapisteeille $t_1, t_2, \dots, t_n$
- ▶ Periodi on P . Frekvenssi on $f = 1/P$. Ajan nollakohta on t_0
- ▶ Vaiheet (ϕ lausutaan "fii") ovat

$$\phi_i = \text{FRAC}\left[\frac{(t_i - t_0)}{P}\right] = \text{FRAC}[f(t_i - t_0)]$$

- ▶ $\text{FRAC}[x]$ kokonaisluku pois x :stä, esim. $\text{FRAC}[4.12] = 0.12$
- ▶ Kulmat ovat $\Theta_i = 360^\circ \phi_i$ (asteita) tai $\Theta_i = 2\pi \phi_i$ (radiaaneja)
- ▶ Esimerkki: viisi ($n = 5$) **satunnaista** aikapistettä $0 \leq t_i \leq 5$
- ▶ Testattava periodi on $P = 1.2$ ja ajan nollakohta on $t_0 = 0$
- ▶ t_i merkintä: $\odot$, $\cos \Theta_i$ = sininen ja $\sin \Theta_i$ = punainen



i	t_i	$\frac{(t_i - t_0)}{P} = f(t_i - t_0)$	ϕ_i	$\Theta_i [^\circ]$	Θ_i [rads]	$\cos \Theta_i$	$\sin \Theta_i$
1	0.84	0.70	0.70	252.3	4.40	-0.30	-0.95
2	1.87	1.56	0.56	200.4	3.50	-0.94	-0.35
3	2.93	2.44	0.44	158.5	2.77	-0.93	0.37
4	3.85	3.21	0.21	74.2	1.29	0.27	0.96
5	4.87	4.06	0.06	21.9	0.38	0.93	0.37

$$z = \frac{(\sum_{i=1}^5 \cos \Theta_i)^2 + (\sum_{i=1}^5 \sin \Theta_i)^2}{n} = \frac{(-0.97)^2 + (0.40)^2}{5} = 0.22 \text{ on pieni}$$

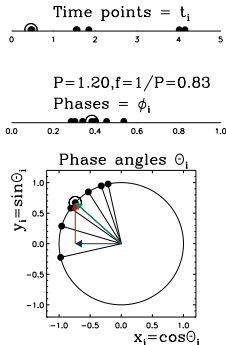
$\sum_{i=1}^5 \cos \Theta_i = -0.97$ $\sum_{i=1}^5 \sin \Theta_i = 0.40$

Vaiheet $\phi \Leftrightarrow$ Kulmat Θ

- ▶ Seitsemän ($n = 7$) periodista aikapistettä $0 \leq t_i \leq 5$
- ▶ Testattu periodi on $P = 1.2$ ja ajan nollakohta on $t_0 = 0$
- ▶ t_1 merkintä: $\odot$, $\cos \Theta_1$ = **sininen** ja $\sin \Theta_1$ = **punainen**

$$\begin{aligned} z &= \frac{(\sum_{i=1}^{i=7} \cos \Theta_i)^2 + (\sum_{i=1}^{i=7} \sin \Theta_i)^2}{n} \\ &= \frac{(-4.55)^2 + (4.09)^2}{5} = 5.35 \text{ on suuri} \end{aligned}$$

- ▶ $Q = P(z > 5.35) = e^{-5.35} = 0.005 = 1/200$
- ▶ Jos H_0 = tosi, tämä tapahtuu **vain kerran** 200 tapauksesta



i	t_i	$\frac{(t_i - t_0)}{P} = f(t_i - t_0)$	ϕ_i	$\Theta_i [^\circ]$	$\Theta_i [\text{rads}]$	$\cos \Theta_i$	$\sin \Theta_i$
1	0.46	0.38	0.38	137.7	2.40	-0.74	0.67
2	0.48	0.40	0.40	144.4	2.52	-0.81	0.58
3	1.54	1.28	0.28	102.3	1.79	-0.21	0.98
4	1.56	1.30	0.30	108.8	1.90	-0.32	0.95
5	1.84	1.54	0.54	192.9	3.37	-0.97	-0.22
6	4.01	3.34	0.34	122.0	2.13	-0.53	0.85
7	4.14	3.45	0.45	163.2	2.85	-0.96	0.29

$$\sum_{i=1}^{i=7} \cos \Theta_i = -4.55 \quad \sum_{i=1}^{i=7} \sin \Theta_i = 4.09$$

Vaiheet $\phi \Leftrightarrow$ Kulmat Θ

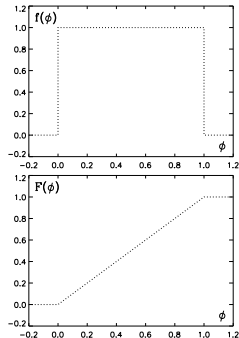
- ▶ H_Θ oli: *n vaihekulmat $\Theta_1, \Theta_2, \dots$ ja Θ_n ovat otos tasajakaumasta (=satunnaisesta) välillä 0° ja 360° .*
- ▶ $H_\Theta = \text{tosi}$
 $\Rightarrow f(z) = e^{-z}$ for $z \geq 0 \Rightarrow F(z) = 1 - e^{-z}$ for $z \geq 0$
- ▶ Vaiheet ovat $\phi_i = \text{FRAC}[(t_i - t_0)/P] = \text{FRAC}[f(t_i - t_0)]$
- ▶ Vaiheille toteutuu $0 \leq \phi_i < 1$
- ▶ Kulmat ovat $\Theta_i = 360^\circ \phi_i$ (deg) tai $\Theta_i = 2\pi \phi_i$ (rad)
- ▶ Mikä on sopiva hypoteesi n :lle vaiheelle ϕ_i ?
- ▶ H_ϕ : *n vaiheet $\phi_1, \phi_2, \dots$ ja ϕ_n ovat otos tasajakaumasta (=satunnaisesta) välillä 0 ja 1.*
- ▶ H_ϕ : Vaiheiden todennäköisyys tiheysfunktio on

$$f(\phi) = \begin{cases} 0, & \phi < 0 \\ 1, & 0 \leq \phi < 1, \\ 0, & 1 \leq \phi, \end{cases}$$

- ▶ Kumulatiivinen todennäköisyys tiheysfunktio on

$$F(\phi) = \begin{cases} 0, & \phi < 0 \\ \phi, & 0 \leq \phi < 1, \\ 1, & 1 \leq \phi, \end{cases}$$

- ▶ $P(\phi \leq 0.5) = F(0.5) = 0.5$, siis puolet ϕ arvoista on alle tai yli 0.5
- ▶ $H_\Theta = \text{tosi} \Leftrightarrow H_\phi = \text{tosi}$
- ▶ Data on kulmia $\Rightarrow H_\Theta$
- ▶ Data on aikapisteitä $\Rightarrow H_\phi$

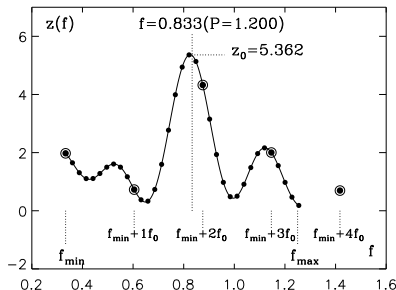


Monen periodin testaus

- ▶ $Q = P(z > z_0) = e^{-z_0}$ on todennäköisyys, että z ylittää valitun arvon z_0 yhdessä $m = 1$ testissä
- ▶ $1 - Q$ on todennäköisyys, että z ei ylitä valittua arvoa z_0 yhdessä $m = 1$ testissä
- ▶ $(1 - Q)^m$ on todennäköisyys, että z ei ylitä kertaakaan valittua arvoa z_0 $m > 1$ testissä
- ▶ $Q' = 1 - (1 - Q)^m$ on todennäköisyys, että z ylittää valitun arvon z_0 ainakin kerran $m > 1$ testissä
- ▶ $f_0 = 1/\Delta T = 0.271$ riippumattomien frekvenssien f etäisyys, missä $\Delta T = t_n - t_1$
- ▶ $\bar{t} = [0.46, 0.48, 1.54, 1.56, 1.84, 4.01, 4.15]$, $n = 7$, $\Delta T = 4.15 - 0.46 = 3.69$
- ▶ **Periodogrammin** arvot $z(f_i)$ merkitty " $\odot$ "

j	$f_j = f_{min} + j f_0$	$z(f_j)$
0	0.333	1.976
1	0.604	0.729
2	0.875	4.325
3	1.146	2.003
4	1.417	0.695

- ▶ $m = \text{INT}[(f_{\max} - f_{\min})/f_0]$
- ▶ $f_{\min} = 0.33, f_{\max} = 1.25$
- ▶ $f_0 = 1/\Delta T = 0.271, \Rightarrow m = 3$
- ▶ “Ylitäyttö” muuttuja OFAC=10 $\Rightarrow$ Tiheämpi frekvenssien väli $f_{\text{step}} = f_0/\text{OFAC} = 0.0271$
- ▶ Tiheämpi väli = “●”, tihein väli = viiva
- ▶ Maksimi arvo $z_0 = 5.362 =$ korkein periodogrammin huippu antaa $Q' = 1 - (1 - e^{-z_0})^m = 1 - (1 - e^{-5.362})^3 = 0.016$



Rayleigh testi

Rayleigh testi lyhyesti

- ▶ $n = \text{Data} = \text{Aikapisteet } t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n$
- ▶ H_0 : n vaiheet $\phi_1, \phi_2, \dots$ ja ϕ_n ovat otos tasajakaumasta (=satunnainen) välillä 0 ja 1.
- ▶ $\gamma = 0.001 = \text{Ennalta kiinnitetty merkittävyys taso } H_0\text{:n hylkäämiseksi} = \text{Todennäköisyys virheellisesti hylätä } H_0 \text{ on yksi tuhannesta}$
- ▶ Testatut periodit välillä $[P_{\min}, P_{\max}] \Rightarrow f_{\min} = 1/P_{\max}$ ja $f_{\max} = 1/P_{\min}$
- ▶ $f_0 = 1/\Delta T = 1/(t_n - t_1) = \text{Etäisyys riippumattomien frekvenssien välillä ratkaistu}$
- ▶ $m = \text{INT}[(f_{\max} - f_{\min})/f_0] = \text{Riippumattomien frekvenssien määrä ratkaistu}$
- ▶ $f_j = \text{Testattavien frekvenssien välit ovat } f_{\text{step}} = f_0/\text{OFAC} \text{ (Harj: OFAC} = 10)$
- ▶ $\phi_i = \text{FRAC}[f_j t_i] = \text{Lasketaan vaiheet testattavalla } f_j. \text{ Vaihekulmat ovat } \Theta_i = 2\pi\phi_i$
- ▶ $z(f_j) = \frac{(\sum_{i=1}^n \cos \Theta_i)^2 + (\sum_{i=1}^n \sin \Theta_i)^2}{n} = \text{Periodogrammin arvo ratkaistaan jokaisella } f_j$
- ▶ $z_0 = \max[z(f_{\text{best}})] = \text{Korkein periodogrammin huippu on frekvenssin } f_{\text{best}} \text{ kohdalla}$
- ▶ $Q = 1 - (1 - e^{-z_0})^m = \text{on tämän frekvenssin } f_{\text{best}} \text{ merkittävyys}$
- ▶ H_0 hylätään, jos $Q < \gamma = 0.001$. Jos H_0 hylätään $\Rightarrow$ Periodi $P_{\text{best}} = 1/f_{\text{best}}$ löydetty

Rayleigh testi

Rayleigh testi

- ▶ "Wuffo l gotta read no Ivanhoe? Wuffo l Kurt Vonnegut ("Breakfast of Champions")
- ▶ Vain kolme "substanssi metodia"
- ▶ Pari Rayleigh testin esimerkkiä:
"Wuffo l ... no Rayleigh test?" | www
- 1. Rayleigh testi (Periodisuus?)
- 2. Pienimmän neliösumman sovitus (Lineaarinen ja epälineaarinen malli?)
- 3. Tehospektri testi (Periodisuus?)
- ▶ Rayleigh testi: Teoria käyty läpi
- ▶ Harjoitus: **L^AT_EX** osio:
Testin teorian kuvaus
- ▶ Harjoitus: **python** tai **octave** osio:
Testin soveltaminen
"oikeisiin havaintoihin"

