Tutoriaaliläsnäoloista

- Tutoriaaliläsnäolokierroksella voi nyt täyttää anomuksen läsnäolon merkitsemisestä
- Esim. tagi ei toiminut, korvavaltimon leikkaus, yms.

- Hyväksyn näitä omaa harkintaa käyttäen
- Tarkoitus on vähentää sähköpostin kautta näiden käsittelyä, joka on todella aikaavievää

Palautteista

- Miksei slideja saa etukäteen?
  - Koska niistä saadaan mukava määrä virheitä pois luennon aikana ;>
- Tarvitseeko muuttujat definiitissä toistossa alustaa?
  - Ei. Tai ainakaan ohjelmoijan ei tarvitse, muuttujan hallinta hoidetaan automaattisesti
- Voiko muuttujan nimetä muuten kuin i:ksi?
  - Voi:

```
for sateenvarjo in range(100, 5252):
```

Palautteista

- Miksi definiittejä ja indefiniittejä lauseita opetetaan, jos indefiniitillä pärjää?
  - Luettavuus paranee, kun käytetään tilanteeseen sopivia lauseita

```
i = 1
while i < n:
    toimintoja
    i = i + 1
```

```
for i in range(n):
    toimintoja
```

Palautteita

- Miten oikea toistolause valitaan?
  - Ei ole yhtä oikeaa toistolausetta
  - ”Jos se toimii, valinta ei ollut väärä”
  - Mutta jotkin toistot näyttävät elegantimmilta (subjektiivista)
  - Älkää stressatko, sopivat lauseet alkavat tulla luonnostaan kokemuksen kautta

```
i = 1
while i < n:
    toimintoja
    i = i + 1
```

```
for i in range(n):
    toimintoja
```

Palautteista

- Älkää antako luentopalautetta, jos ette ole paikalla
  - Vitosen voi saada ilmankin
- Katsokaa, että annatte tutoriaalipalautteen tutoriaaleista, ettekä luennoista

Päivän sisältö

- Lisää moduuleista
  - Funktiot
  - Proseduurit

Pikakertaus moduulin määrittelystä ja kutsusta

Yksinkertainen moduulin määrittely:

```
def moduulinNimi():
    toimintoja
```

Yksinkertainen moduulin kutsu:

```
moduulinNimi()
```

Proseduurit ja funktiot

Turun yliopisto
University of Turku

Moduulit ja parametrit

Moduulin parametrit

- Viime tutoriaalin moduulit olivat hyvin tarkkaan rajattuja
  - Esim. käänny, liiku neljä askelta
- ***Parametrisoinnilla*** voidaan huomattavasti parantaa uudelleenkäytettävyyttä
- Esim. samankaltaisista operaatioista koostuvat toimenpiteet:
  - Käänny oikealle, liiku 3 askelta eteenpäin, käänny vasemmalle, 5 askelta eteen
  - Käänny oikealle, liiku 5 askelta eteenpäin, käänny vasemmalle, 2 askelta eteen
  - Käänny oikealle, liiku 1024 askelta eteenpäin, käänny vasemmalle, 65536 askelta eteen
- Voitaisiin abstrahoida moduuliin:
  - ”Käänny oikealle, liiku N askelta eteenpäin, käänny vasemmalle, liiku M askelta eteenpäin”

Moduulin parametrit

- ”Käänny oikealle, liiku N askelta eteenpäin, käänny vasemmalle, liiku M askelta eteenpäin”

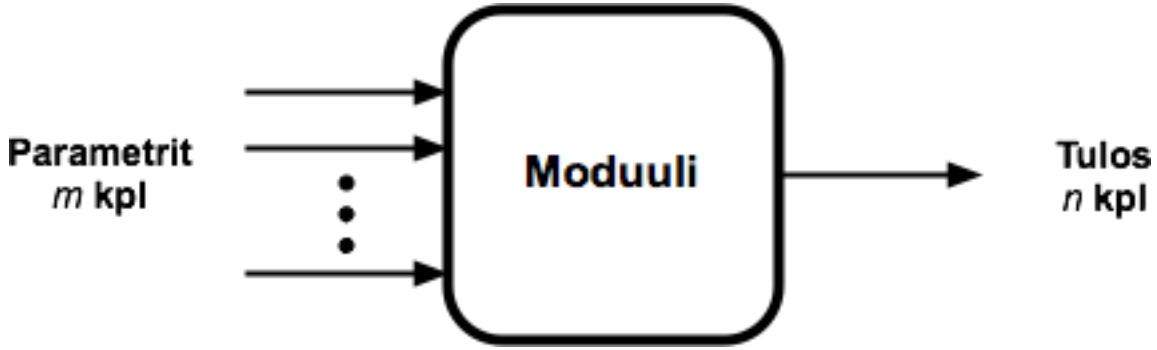
```
def kaannyJaLiiku(n, m):
    turnRight()
    for i in range(n):
        moveForward()
    turnLeft()
    for i in range(m)
        moveForward()

kaannyJaLiiku(3, 5)
kaannyJaLiiku(5, 2)
kaannyJaLiiku(1024, 65536)
```

Moduulin parametrit

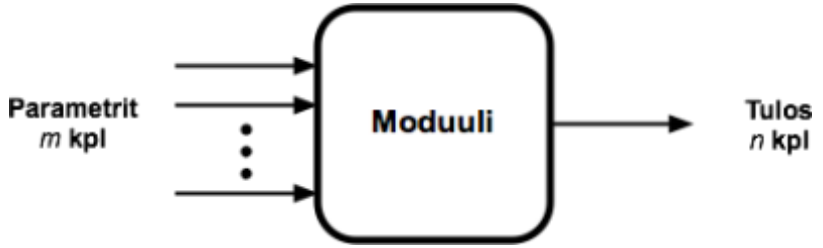
- Moduulin määrittelyssä olevia parametreja (edellä n) kutsutaan moduulin ***muodollisiksi parametreiksi***
  - Muodolliset parametrit ovat muuttujia
  - Ne osoittavat abstraktin toiminnan osaa, joka voi olla kutsukerroilla erilainen
- Moduulin kutsussa nämä osat kiinnitetään tapauskohtaisilla ***todellisilla parametreilla*** (edellä esim. 1024, 65536)
  - Prosessori korvaa ensin muodolliset parametrit todellisten parametrien arvoilla
  - Sitten prosessori suorittaa moduulin rungon (lohkon) eli toiminnot
  - Rungon suorittamisen jälkeen palataan sille riville, josta moduulia kutsuttiin
  - Todelliset parametrit sisältävät moduulille välitettävän tiedon

Proseduurit ja funktiot

- Matemaattisesti ajateltuna moduuli on funktio jolla on
  - *m* syöttöparametria
  - *n* tulosta



Proseduurit ja funktiot



- Tulosten määrän perusteella moduulit voidaan jakaa kahteen luokkaan tietojenkäsittelytieteen kannalta:
  - ***Proseduaalinen*** moduuli (eli ***proseduuri***)
    - Moduulilla ei ole tulosta (n = 0)
  - ***Funktionaalinen*** moduuli (eli ***funktio***)
    - Moduulilla on yksi tulos (n = 1)
    - Merkitys perustuu parametrien perusteella laskettuun arvoon

Moduulin kutsu parametreilla

Kaikkien moduulien kutsu on muotoa:

moduulinNimi(tp1, tp2,..., tpN)

- Kutsussa olevat todelliset parametrit tp1, tp2,..., tpN ovat lausekkeita, joille voidaan laskea arvot ennen moduulin suoritusta

Moduulin kutsu parametreilla

Kaikkien moduulien kutsu on muotoa:

```
moduulinNimi(tp1, tp2,..., tpN)
```

- Parametrien lukumäärän ja järjestyksen oltava sama kuin moduulin määrittelyssä
- Kutsussa olevia todellisia parametreja kutsutaan myös argumenteiksi

Moduulin kutsu parametreilla

Kaikkien moduulien kutsu on muotoa:

```
moduulinNimi(tp1, tp2,..., tpN)
```

Esimerkkejä kutsusta:

asetaSalasana(”aoeuhtns”)

tulostaViikonpaiva(22,9,2015)

Proseduurit

Proseduraalisen moduulin määrittely

Proseduraalisen moduulin yleinen muoto on:

```
def moduulinNimi(mp1, mp2, …, mpN)
    moduulin runko
```

- *mp1*, *mp2*,..., *mpN* ovat moduulin muodolliset parametrit, jotka ovat muuttujia
- Moduulin nimen voi valita itse
  - nimen tulee kuvata moduulin tehtävä

Proseduraalisen moduulin määrittely

- Muodollisilla parametreilla ei ole arvoa ennen moduulin kutsua todellisilla parametreilla (joilla pitää olla arvo)
- Määrittelyä ei voi suorittaa sellaisenaan
- Moduuli suoritetaan vasta kutsuttaessa
- Todelliset parametrit välittyvät muodollisten parametrien arvoiksi

```
summaa(5, 3)
```

```
def summaa(n, m):
    print (n+m)
```

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

Moduulin määrittely, vielä ei suoriteta mitään

kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

Kutsu, siirrytään suorittamaan moduulia!

kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

Aloitetaan moduulin suoritus, todellinen parametrin ’luku’ arvo on 6.

kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

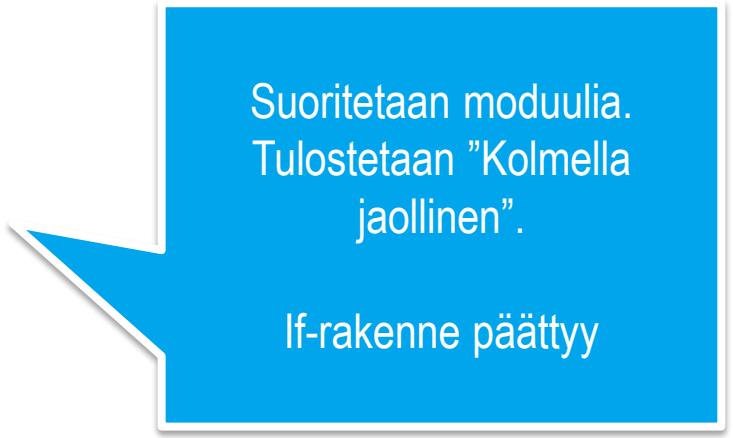
```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

Suoritetaan moduulia. Nyt luku siis 6, joten ehto on tosi.

kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```



kolmellaJaollinen(6)

Proseduraalinen moduuli - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
  if luku%3 == 0:
    print ”Kolmella jaollinen"
  else:
    print ”Ei kolmella jaollinen"
```

kolmellaJaollinen(6)

- Kutsulla kolmellaJaollinen(6) moduuli tulostaa siis ”Kolmella jaollinen”

Moduulin runko

- Runko koostuu lauseista, joissa viitataan muodollisiin parametreihin
- Muodollisilla parametreilla on moduulia suoritettaessa todellisten parametrien arvot
- Rungon sisäiset (paikalliset) muuttujat ja niiden arvot eivät (yleensä) näy moduulin rungon ulkopuolelle
- Eri moduuleissa voidaan siis käyttää saman nimisiä muuttujia

Muuttujien näkyvyys - Esimerkki

```
def asetaLuku():
    luku = 3


asetaLuku()
print luku
```

Virhe, muuttujaa luku ei ole määritelty moduulin ulkopuolella!

Moduulin runko - miniesimerkki

```
def tulostaSumma(a, b):
  summa = a + b
  print summa
```

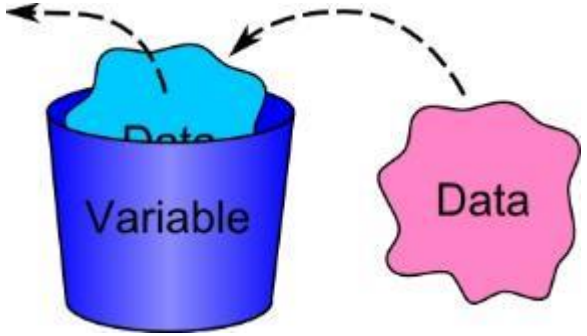
Kutsuttaessa todellisten parametrien arvot moduulin sisällä:

a = 4

b = 8

```
a = 4
c = 8
tulostaSumma(a, c)
```

Parametrien välityksestä



- Pythonissa muuttujat ovat nimiä, joihin on liitetty jokin arvo
- Arvo sijaitsee jossain muistissa, eikä usein voi muuttua (tyyppikohtaisesti)
- Esimerkkejä tällaisista tyypeistä:
  - Kokonaisluvut, liukuluvut, merkkijonot... Eli kaikki käsitellyt
- Sen sijaan muuttujat voivat vaihtaa osoitettavaa arvoa, Esim:
  - x=3
  - x=2
- Tästä johtuen jos annamme parametrina moduuliin arvon, emme voi vaikuttaa moduulin ulkopuolella olevan muuttujan arvoon

- Myöhemmin näemme esimerkkejä tyypeistä, jotka voivat muuttua itsessään

Moduulin runko – esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b



a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin runko - esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b


a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Aloitetaan moduulin suoritus. Todelliset parametrit a=4, b=8.

Moduulin runko - esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b
```

Muutetaan paikallisen muuttujan a arvoksi 5. Moduulin ulkopuolisen a:n arvo ei muutu

```
a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin runko - esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b
```

Muutetaan paikallisen muuttujan b arvoksi 16. Moduulin ulkopuolisen b:n arvo ei muutu

```
a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin runko - esimerkki

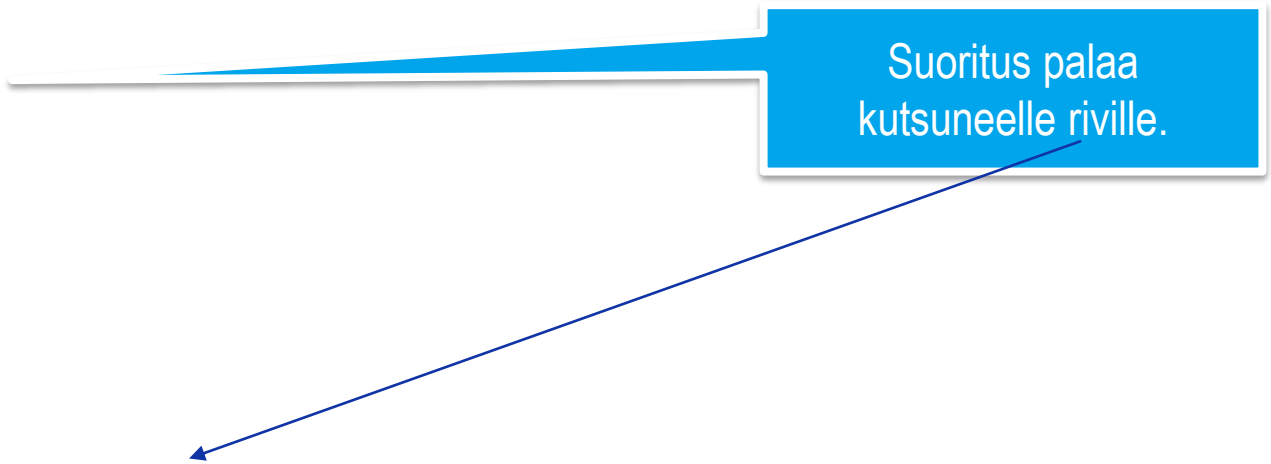
```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b
```

Tulostetaan 5 16.

```
a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin runko - esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b
```




```
a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin runko - esimerkki

```
def eiMuutaArvoja(a, b):
  a = a + 1
  b = 2 * b
  print a, b
```

```
a = 4
b = 8
eiMuutaArvoja(a, b)
print a, b
```

Moduulin alkuehto

- Kaikkia moduuleja ei ole suunniteltu toimimaan kaikilla arvoilla
- Moduulille olisi hyvä kirjoittaa ***alkuehto*** kommenttina ennen määrittelyä
- Alkuehto kertoo ne olosuhteet, joissa moduuli toimii oikein
  - Yleensä tämä tarkoittaa hyväksyttyjä parametrien arvoja
  - Ei yleensä vaikuta moduulin suoritukseen, vaan on ohje moduulin käyttäjälle
  - Moduuli suoritetaan myös virheellisillä parametrien arvoilla
- Esim.

```
# alkuehto: n >= 0
def kertoma(n)
  ...
```

Funktiot

Fuktionaalisen moduulin määrittely

Pythonissa funktiot määritellään samoin kuin proseduurit

```
def moduulinNimi(mp1, mp2,…,mpN):
    moduulin runko
```

- Funktion ainut ero on, että se palauttaa arvon moduulin rungossa

Funktion palautusarvo

- Funktion rungossa on oltava yksi (tai useampia) return-lauseita jolla määritellään moduulin palauttama arvo
- Return-lauseen yleinen muoto on:

  return lauseke
- return-lause:
  - Päättää moduulin suorituksen
  - Antaa moduulin kutsulle lausekkeen määräämän arvon ja
  - Palauttaa kontrollin kutsukohtaan

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def summa(a, b):
    return a + b


print summa(2, 5)
```

Moduulin määrittely, ei vielä suoriteta.

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def summa(a, b):
    return a + b


print summa(2, 5)
```

Funktiota kutsutaan parametreilla 2 ja 5.

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def summa(a, b):
    return a + b


print summa(2, 5)
```

Aloitetaan funktion suoritus, todelliset parametrit 2 ja 5.

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def summa(a, b):
    return a + b


print summa(2, 5)
```

Lasketaan a + b (eli 7) ja palautetaan arvo 7. Moduulin suoritus päättyy.

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def summa(a, b):
    return a + b


print summa(2, 5)
```

Suoritus palaa kutsun riville, joka tulostaa funktiokutsun palautusarvon 7.

Funktion palautusarvo - esimerkki

```
def kolmellaJaollinen(luku):
    if luku%3 == 0:
        return True
    else:
        return False
```

- Funktio palauttaa True, mikäli parametri luku on kolmella jaollinen
- Muuten funktio palauttaa arvon False

Funktion palautusarvo

- Muissa ohjelmointikielissä kirjoitetaan usein palautusarvon tyyppi moduulin määrittelyyn
  - Esim. Javassa int jos moduuli palauttaa kokonaisluvun
- Pythonissa ei tarvitse määrittelyssä erottaa proseduuria ja funktiota
- Itse asiassa Pythonissa proseduurit ovat myös funktioita, ja proseduureja ei ole
  - Ero on muissa ohjelmointikielissä tärkeämpi, ja siksi osana kurssia
- Pythonissa proseduuri, jonka suoritus päättyy ilman return-lausetta, palauttaa arvon None automaattisesti

- Monissa muissa kielissä funktiosta ei voi poistua ilman return-lausetta

Funktion palautusarvon käyttö - esimerkkejä

- Funktion palautusarvo voidaan sijoittaa muuttujaan

  jaollinen = kolmellaJaollinen(n)

- Funktion totuusarvoista palautusarvoa voidaan käyttää lausekkeessa

  if kolmellaJaollinen(n):

    print ”Kolmella jaollinen”

- Funktiokutsu on siis *lauseke*!

Funktion palautusarvon käyttö

- Funktion palautusarvoa voidaan käyttää moduulikutsuissa
  print max(a, max(b, c))

- Tässä ensin suoritettaisiin kutsu max(b, c)
- Sitten tämä arvo on a:n lisäksi toinen todellinen parametri
- Lopuksi tulostetaan toisen kutsun palautusarvo

Tulostaminen ja palauttaminen ovat eri asioita!

- Yleinen virhe: tulostaminen ja palauttaminen sekoitetaan
- **print**-käsky tulostaa jotain ruudulle
- **return**-lause *palauttaa* arvon funktion kutsujalle

```
def tulostaKolme():
    print 3

def palautaKolme():
   return 3

a = palautaKolme()
a = tulostaKolme()
```

a:n arvo on tämän rivin jälkeen 3

Ja tämän rivin jälkeen None, mutta ruudulle tulostettiin 3

Milloin sulkeita () tarvitaan?

- Sulkeita tarvitaan funktion/proseduurin parametrien ympärillä määriteltäessä:

```
def range(a, b, c):
```

- Ja kun funktiota kutsutaan:

```
n = onkoParillinen(24)
```

```
for i in range(a, b, c):
```

- Huomaa, että print ja return eivät ole funktioita, siksi niihin ei tarvita sulkeita, mutta range on

Modulaarisuuden edut

- Moduulit selkeyttävät algoritmeja ja helpottavat niiden ymmärtämistä
  - Muiden (ja alkuperäisen kirjoittajan) helpompi muuttaa myöhemmin
  - Helpottaa virheiden etsimistä ja oikeellisuuden toteamista
- Käytettäessä moduulia tarvitsee ainoastaan tietää mitä se tekee, ei miten se tehtävänsä täyttää
- Kerran hyvin suunniteltu ja toteutettu moduuli on käytettävissä muuallakin
  - Lähes kaikki ohjelmointikielet sisältävät laajan kirjastot moduuleja