Funksjoner og if-tester

Ole Christian Lingjærde, Institutt for Informatikk, UiO

6 September - 12 September, 2020 (Del 1 av 2)

Forrige forelesning på en foil

- **Lage lister:** eksplisitt, range, `[..]*n`, angi regel
- **Liste-indeksering:** `a[:stop]`, `a[start:]`, `a[start:stop]`
- **Tupler:** som lister, men kan ikke endres
- **Funksjonen** `zip`: for å traversere flere lister i parallell
- **Lister av lister:** kan brukes til å lage tabeller/matriser

Tema i dag

- If-tester
- Funksjoner
- Plenumsoppgaver (så langt vi rekker, resten på torsdag): 2.1, 2.3, 2.4, 2.7, 2.8, 2.14, 2.15, 3.20, 3.23, 3.28

If-tester

Vi har ofte behov for å kjøre ulik programkode i ulike situasjoner. Anta at vi skal lese et tall fra terminal og skrive ut logaritmen til tallet. Vi lager et program `logx.py`:

```
import math
print("x = ?")
x = eval(input())       # Leser inn tall fra terminalvinduet
logx = math.log(x)
print(f"log({x}) = {logx}")
```

Gir dette programmet alltid fornuftig output?

If-tester (forts.)

Vi prøver programmet med en positiv x:

```
> python logx.py
x = ?
2.7
log(2.7) = 0.9932517730102834
```

Vi prøver igjen, nå med en negativ x:

```
> python logx.py
x = ?
-11
Traceback (most recent call last):
File "<ipython-input-63-b644e331e7a0>", line 4, in <module>
logx = math.log(x)
ValueError: math domain error
```

If-tester (forts.)

Vi utvider programmet med en **if-test** slik at det bare regner ut logaritmen når x > 0 og gir feilmelding ellers:

```
import math
print("x = ?")
x = eval(input())
if x > 0:
    logx = math.log(x)
    print(f"log({x})={logx}")
else:
    print("log(x) er bare definert for x > 0")
```

If-tester (forts.)

Vi prøver programmet med en positiv x:

```
>python logx.py
x = ?
2.7
log(2.7) = 0.9932517730102834
```

Vi prøver igjen, nå med en negativ x:

```
> python logx.py
x = ?
-11
log(x) er bare definert for x > 0
```

→ Programmet gir nå fornuftig utskrift uansett fortegn av x.

If-tester (forts.)

Programmet vil fortsatt feile dersom brukeren skriver inn noe annet enn et tall:

```
> python logx.py
x = ?
femti
Traceback (most recent call last):

File "<ipython-input-5-b6b12d30e678>", line 3, in <module>
    x = eval(input())

  File "<string>", line 1, in <module>

NameError: name 'femti' is not defined
```

If-tester (forts.)

Vi utvider programmet slik at det først tester om input er numerisk og gir feilmelding hvis ikke, og deretter tester om x > 0.

```
import math
print("x = ?")
answer = input()
if answer.isnumeric():
    x = eval(answer)
    if x > 0:
        logx = math.log(x)
        print(f"log({x}) = {logx}")
    else:
        print("x kan ikke være 0")
else:
    print("x må være et positivt tall")
```

If-tester (forts.)

```
import math
print("x = ?")
answer = input()
if answer.isnumeric():
    x = eval(answer)
    if x > 0:
        logx = math.log(x)
        print(f"log({x}) = {logx}")
    else:
        print("x kan ikke være 0")
else:
    print("x må være et positivt tall")
```

Merk: isnumeric returnerer True når alle tegn er sifre, så -2 er ikke numerisk ifølge denne funksjonen.

If-tester (forts.)

```
import math
print("x = ?")
answer = input()
if answer.isnumeric():
    x = eval(answer)
    if x > 0:
        logx = math.log(x)
        print(f"log({x}) = {logx}")
    else:
        print("x kan ikke være 0")
else:
    print("x må være et positivt tall")
```

If-tester (forts.)

Nå fungerer programmet for alle typer input:

```
> python logx.py
x = ?
50
log(50) = 3.912023005428146

> python logx.py
x = ?
0
x kan ikke være 0

> python logx.py
x = ?
-50
x må være et positivt tall

> python logx.py
x = ?
femti
x må være et positivt tall
```

If-tester: de tre variantene

If:

```
if x < 0:
  setninger
```

If-else:

```
if x < 0:
  setninger
else:
  setninger
```

If-elif-else:

```
if x < 0:
  setninger
elif x < 5:
  setninger
else:
  setninger
```

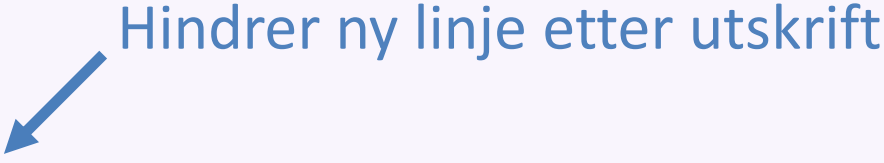
Hva skrives ut her?

```
x = 3.14

if x < x**2:
    print("A", end="")

if x < 0:
    print("B", end="")
else:
    x = -x
    print("C", end="")

if x < x**2:
    print("D", end="")
else:
    print("E", end="")
```



Hva skrives ut her?

```
x = 3.14

if x < x**2:
    print("A", end="")

if x < 0:
    print("B", end="")
else:
    x = -x
    print("C", end="")

if x < x**2:
    print("D", end="")
else:
    print("E", end="")
```

Svar: ACD

Quiz

Vi kjører dette programmet:

```
x = 0
if x >= 0:
  x = x + 2
if x < 2:
  x = x * 2
elif x < 4:
  x = x * 4
else:
  x = x * 6
```

Hvilken verdi har nå `x`?

a) `x` er lik 0
b) `x` er lik 2
c) `x` er lik 4
d) `x` er lik 6
e) `x` er lik 8
f) `x` er lik 10

Quiz

Vi kjører dette programmet:

```
x = 0
for k in range(6):
    if k % 2 == 0:
        x = x + k
    else:
        x = x - k
```

Hvilken verdi har nå `x`?

a) `x` er lik -3
b) `x` er lik -1
c) `x` er lik 0
d) `x` er lik 6
e) `x` er lik 15

Funksjoner i Python

Python har innebygd en lang rekke funksjoner slik at vi kan utføre komplekse operasjoner med én enkelt programsetning:

```
import math
x = math.sin(0.24)      # Sinus til 0.24
y = math.atanh(0.2)     # Invers hyberbolsk tangens til 0.2
z = sorted([6,2,3,7]) # Lager en sortert liste
a = list(range(50))     # Lager liste med verdiene 0,1,...,49
```

Bak hver av funksjonene **`math.sin`**, **`math.atanh`**, **`sorted`** osv. ligger det mange linjer med programkode som er skjult for oss.

Hvorfor skjule programkode?

Det er gode grunner til å skjule programkode. Ta for eksempel funksjonen **`math.sin(x)`**:

- I utgangspunktet vet ikke en datamaskin (eller en kalkulator) hva sinus til en gitt vinkel er
- Må i praksis beregnes hver gang, f.eks. ved å bruke de første leddene av Taylorrekken

$$sin(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

- Programkoden for dette er ofte lang og ikke særlig interessant hvis vi bare vil vite sinus til en bestemt vinkel
- Koden kan være i et annet programmeringsspråk (ofte C) og kan variere avhengig av operativsystem og Python-versjon

Eksempel

Programmet

```
x = 0.15
y = x
kfac = 1
sign = 1
for k in range(3, 50, 2):
  kfac = kfac * (k-1) * k
  sign = -sign
  y = y + sign * x**k / kfac
print(f"sin({x}) = {y:.6f}")
```

kan mer elegant skrives slik:

```
import math
x = 0.15
y = math.sin(x)
print(f"sin({x}) = {y:.6f}")
```

Eksempel

Programmet

```
x = 0.15
y = x
kfac = 1
sign = 1
for k in range(3, 50, 2):
  kfac = kfac * (k-1) * k
  sign = -sign
  y = y + sign * x**k / kfac
print(f"sin({x}) = {y:.6f}")
```

kan mer elegant skrives slik:

```
x = 0.15
import math
y = math.sin(x)
print(f"sin({x}) = {y:.6f}")
```

Selvdefinerte funksjoner

Det er lett å definere egne funksjoner i Python. Generelt form:

```
def fnk(x,y,z):
   programsetninger
```

Her er:

- `fnk:` navnet vi har gitt funksjonen
- `x,y,z:` variablene til funksjonen (null, en eller flere)
- `programsetninger:` det vi ønsker skal utføres

Variablene i en Python-funksjon kalles også argumenter, input-variabler og formelle parametre.

Eksempel 1: Regne ut annengradspolynom

Funksjon som regner ut verdien til annengradspolynomet $x^2 + 3x - 5$ for en gitt x :

```
def f(x):
    value = x**2 + 3*x - 5
    return value
```

Vi har gitt funksjonen navnet `f`, men den kunne også vært kalt `g` eller `funksjon_som_beregner_verdi_av_et_polynom`.

Eksempel på bruk:

```
print(0.5, f(0.5))
```

```
0.5 -3.25
```

Komplett program

```
def f(x):
    value = x**2 + 3*x - 5
    return value

print("x = ?")
x = eval(input())
print(f"Hvis x = {x} så er x^2+3x-5 = {f(x)}")
```

Kjøreeksempel:

```
x = ?
6
Hvis x = 6 så er x^2+3x-5 = 49
```

Eksempel 2: Løse annengradslikning

Løsningene av annengradslikningen $ax^2 + bx + c = 0$ er

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Python-funksjon som finner løsningene:

```
def solve(a, b, c):
    from math import sqrt
    x1 = (-b - sqrt(b**2 - 4*a*c)) / (2*a)
    x2 = (-b + sqrt(b**2 - 4*a*c)) / (2*a)
    return x1, x2
```

Vi løser $3x^2 + 2x - 1 = 0$:

```
print(solve(3, 2, -1))
```

Komplett program

Her er et komplett program for å løse likningen $ax^2 + bx + c = 0$ når vi kjenner verdiene til *a, b, c:*

```
def solve(a, b, c):
    from math import sqrt
    x1 = (-b - sqrt(b**2 - 4*a*c)) / (2*a)
    x2 = (-b + sqrt(b**2 - 4*a*c)) / (2*a)
    return x1, x2

print("a, b, c = ?")
a, b, c = eval(input())
x1, x2 = solve(a, b, c)
print(f"Løsningene er x1={x1} og x2={x2}")
```

Kjøreeksempel:

```
a, b, c = ?
4, 2, -2
Løsningene er x1=-1.0 og x2=0.5
```

Eksempel 3: Funksjon som leter i en liste

Listen `[5,62,9,64]` inneholder ikke verdien `6`, mens listen `[5,22,6,3]` gjør det. Kan vi lage en funksjon som finner ut om en liste `a` inneholder en bestemt verdi `x`?

Idé: løp gjennom alle elementene i listen med løkke, test om noen av elementene er lik x.

```
def findvalue(a, x):
    found = False
    for i in range(len(a)):
        if a[i] == x:
            found = True
    return found
```

Komplett program

```
# Vi definerer letefunksjonen:
def findvalue(a,x):
   found = False
   for i in range(len(a)):
      if a[i] == x:
         found = True
   return found

# Sjekk om listen L=[11, 2, 56, 3] inneholder x=56:
L = [11, 2, 56, 3]
x = 56
found = findvalue(L, x)
if found:
   print(f"L inneholder verdien {x}")
else:
   print(f"L inneholder ikke verdien {x}")
```

Funksjoner uten argumenter

Vi kan lage funksjoner uten input-variabler, som denne som skriver ut 50 stjerner på samme linje:

```
def printstars():
    for i in range(50):
        print("*", end="")
```

Vi må fortsatt ha med parentesene når vi skal bruke funksjonen:

```
# Skriv ut femti stjerner på samme linje
printstars()
```

Eksempel: kalender

Vi kan lage funksjoner uten input-variabler, som her:

```
def day():
    import time
    day = time.gmtime().tm_yday
    year = time.gmtime().tm_year
    text = f"Det er nå dag nummer {day:g} i år {year:g}"
    return text
```

Funksjonen tar ingen input-verdier, men svaret som returneres avhenger av tiden på datamaskinen:

```
print(day())
```

```
Det er nå dag nummer 249 i år 2021
```

Returverdier

Funksjoner kan ha null, en eller flere returverdier:

```
def gratulasjon(navn):
    print(f"Gratulerer {navn}, du har vunnet 1 million kroner!")

def kvadrat(x):
    return x**2

def potenser(x):
    return x, x**2, x**3, x**4
```

Quiz

Programmet under skal beregne den alternerende summen $1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + \cdots 1/9$ og skrive ut svaret på skjermen. Men programmet inneholder tre feil. Klarer du å finne dem?

```
def altsum(n):
  verdi = 0
  for k in range(1,n)
      verdi += (-1)**(k+1) * 1/k

svar = altsum(9)
print(f"1-1/2+1/3-....+1/9 = {svar}")
```

Plenumsoppgaver

Exercise 2.1: Make a Fahrenheit-Celsius conversion table
Write a Python program that prints out a table with Fahrenheit degrees 0, 10, 20, . . . , 100 in the first column and the corresponding Celsius degrees in the second column.

Hint Modify the `c2f_table_while.py` program from Sect. 2.1.2.
Filename: `f2c_table_while`.

Plenumsoppgaver

Exercise 2.1: Make a Fahrenheit-Celsius conversion table
Write a Python program that prints out a table with Fahrenheit degrees 0, 10, 20, . . . , 100 in the first column and the corresponding Celsius degrees in the second column.

Hint Modify the `c2f_table_while.py` program from Sect. 2.1.2.
Filename: `f2c_table_while`.

Fra tidligere har vi følgende formel for å regne om fra Celcius til Fahrenheit:

$$F = (9/5)C + 32$$

Dermed er

$$C = (5/9)(F - 32)$$

og vi kan løse oppgaven med en enkel for-løkke eller while-løkke.

Plenumsoppgaver

Exercise 2.3: Work with a list

Set a variable `primes` to a list containing the numbers 2, 3, 5, 7, 11, and 13. Write out each list element in a `for` loop. Assign 17 to a variable `p` and add `p` to the end of the list. Print out the entire new list.

Filename: `primes`.

Plenumsoppgaver

Exercise 2.4: Generate odd numbers

Write a program that generates all odd numbers from 1 to `n`. Set `n` in the beginning of the program and use a `while` loop to compute the numbers. (Make sure that if `n` is an even number, the largest generated odd number is `n-1`.)

Filename: `odd`.

Plenumsoppgaver

Exercise 2.7: Generate equally spaced coordinates
We want to generate $n + 1$ equally spaced x coordinates in $[a, b]$. Store the coordinates in a list.

a) Start with an empty list, use a `for` loop and append each coordinate to the list.

Hint With n intervals, corresponding to $n + 1$ points, in $[a, b]$, each interval has length $h = (b - a)/n$. The coordinates can then be generated by the formula $x_i = a + ih, i = 0, \ldots, n + 1$.

b) Use a list comprehension as an alternative implementation.

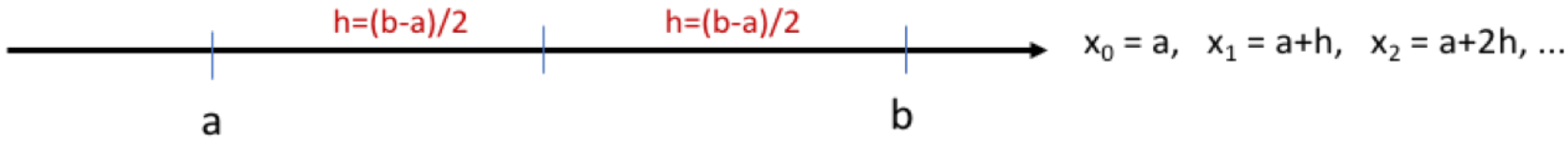
Filename: `coor`.

Oppgave 2.7: Løsningsskisse

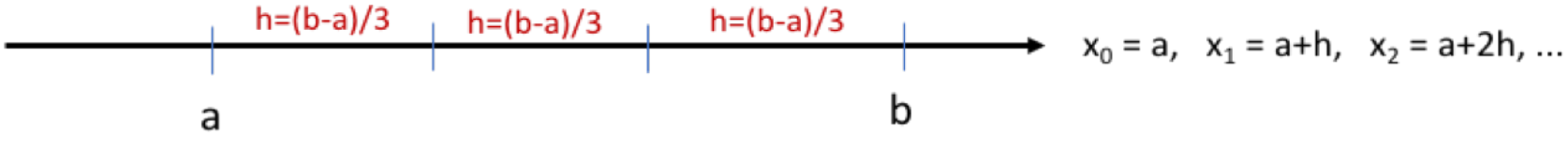
Vi ønsker å dele opp intervallet $[a, b]$ i n like lange delintervaller. Da må hvert delintervall ha lengde $h = (b - a)/n$. Intervallene blir:

$[a, a + h]$, $[a + h, a + 2h]$, $[a + 2h, a + 3h]$, ...

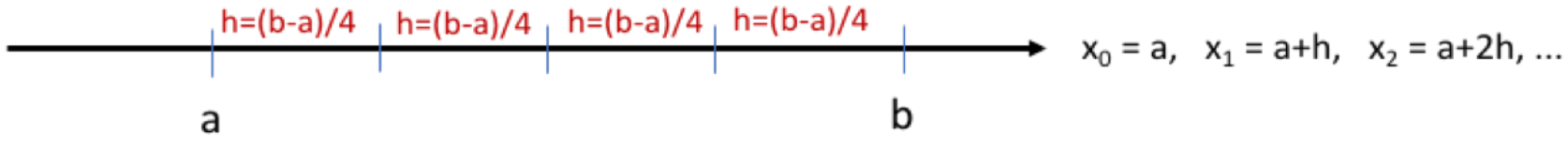
n = 2 intervaller:



n = 3 intervaller:



n = 4 intervaller:



Plenumsoppgaver

Exercise 2.8: Make a table of values from a formula

The purpose of this exercise is to write code that prints a nicely formatted table of t and $y(t)$ values, where

$$y(t) = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 .$$

Use $n + 1$ uniformly spaced t values throughout the interval $[0, 2v_0/g]$.

a) Use a `for` loop to produce the table.
b) Add code with a `while` loop to produce the table.

Hint Because of potential round-off errors, you may need to adjust the upper limit of the `while` loop to ensure that the last point ($t = 2v_0/g$, $y = 0$) is included.
Filename: `ball_table1`.

Oppgave 2.8: Løsningsskisse

Vi lager først en liste med alle t-verdiene. Vi skal ha $n + 1$ verdier med jevn avstand på $[0, b]$ hvor $b = 2v_0/g$.

Avstanden mellom nabopunkter blir $h = (b - 0)/n = b/n$.

Punktene blir dermed:

$$t = 0, 0 + h, 0 + 2h, \ldots, 0 + nh$$

De tilhørende y-verdiene finner vi med formelen som er oppgitt.

Plenumsoppgaver

Exercise 2.14: Explore Python documentation
Suppose you want to compute with the inverse sine function: $\sin^{-1} x$. How do you do that in a Python program?

Hint The `math` module has an inverse sine function. Find the correct name of the function by looking up the module content in the online Python Standard Library[7] document or use `pydoc`, see Sect. 2.6.3.
Filename: `inverse_sine`.

Oppgave 2.14: Løsningsskisse

Mange muligheter, f.eks.:

- Google "inverse sine python"
- Søk på `https://docs.python.org/3/library`
- Skriv `pydoc math` i kommandovinduet
- Skriv `!pydoc math` i ipython

Plenumsoppgaver

Exercise 2.15: Index a nested list

We define the following nested list:

```
q = [['a', 'b', 'c'], ['d', 'e', 'f'], ['g', 'h']]
```

a) Index this list to extract 1) the letter `a`; 2) the list `['d', 'e', 'f']`; 3) the last element `h`; 4) the `d` element. Explain why `q[-1][-2]` has the value `g`.

b) We can visit all elements of `q` using this nested `for` loop:

```
for i in q:
    for j in range(len(i)):
        print i[j]
```

What type of objects are `i` and `j`?

Filename: `index_nested_list`.

Plenumsoppgaver

Exercise 3.20: Write functions

Three functions, `hw1`, `hw2`, and `hw3`, work as follows:

```
>>> print hw1()
Hello, World!
>>> hw2()
Hello, World!
>>> print hw3('Hello, ', 'World!')
Hello, World!
>>> print hw3('Python ', 'function')
Python function
```

Write the three functions.

Filename: `hw_func`.