

Introduktion til Objekt-orienteret programmering i Python

Af Henrik Sterner (henrik.sterner@gmail.com)

Om brugen af disse slides

- ▶ Disse slides forsøger at eksemplifere en lang række af de vigtige begreber i Python
- ▶ De må på ingen måde kopieres uden tilladelse fra Henrik Sterner
- ▶ De er lavet i markdown og kan derfor nemt konverteres til andre formater
- ▶ Ved brug af Visual Studio Code kan de konverteres til HTML, PDF, PowerPoint, Word, LaTeX og mange andre formater
- ▶ Slides er tilgængelige på github.com/henriksterner/IntroPython/

Konvertere slides til andre formater

- ▶ Fra markdown til pdf ved brug af pandoc:

```
pandoc -t beamer -o slides_oop_python.pdf slides_oop_python.
```

- ▶ Fra markdown til word ved brug af pandoc:

```
pandoc -t docx -o slides_oop_python.docx slides_oop_python.
```

- ▶ Fra markdown til pdf hvor sektioner tilføjes som hovedpunkter i pdf'en:

```
pandoc -t beamer -o slides_oop_python.pdf slides_oop_python.
```

Hvad er objekt-orienteret programmering?

- ▶ En måde at tænke og strukturere programmering på
- ▶ Gør det muligt at skabe genbrugelige og vedligeholdbare programmer
- ▶ Kan bruges til at implementere komplekse systemer
- ▶ Bruges i stort set alle moderne programmeringssprog
- ▶ Giver mulighed for at arbejde med abstraktioner og modellering af virkeligheden
- ▶ Mest anvendte paradigme i moderne programmering

Hvad er et objekt og en klasse?

- ▶ Et objekt er en instans af en klasse
- ▶ En klasse er en skabelon for et objekt
- ▶ En klasse kan have attributter (egenskaber) og metoder (funktioner)

Eksempel på en klasse

```
class Person:
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age

    def say_hello(self):
        print(f'Hello, my name is {self.name} and I am {self.age}')
```

Klassen Person har to attributter name og age og en metode say_hello.

Eksempel på brug af klassen

```
p1 = Person('Alice', 25)  
p2 = Person('Bob', 30)
```

```
p1.say_hello()  
p2.say_hello()
```

Output:

```
Hello, my name is Alice and I am 25 years old
```

```
Hello, my name is Bob and I am 30 years old
```

Vi bemærker, at vi har to forskellige instanser af klassen Person med forskellige værdier for attributterne name og age.

Konstruktør: `__init__`

- ▶ Konstruktøren `__init__` er en speciel metode, der kaldes, når et objekt af klassen oprettes
- ▶ Konstruktøren bruges til at initialisere objektets attributter
- ▶ Konstruktøren kaldes automatisk, når et objekt oprettes
- ▶ Konstruktøren kaldes med `self` som første argument
- ▶ `self` refererer til objektet selv og bruges til at tilgå objektets attributter og metoder

Eksempel på konstruktør

```
class Person:
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age
```

Konstruktøren initialiserer attributterne name og age med værdierne name og age.

Eksempel på brug af konstruktør

```
p1 = Person('Alice', 25)  
p2 = Person('Bob', 30)
```

Vi opretter to instanser af klassen Person med forskellige værdier for attributterne name og age.

Eksempel på en anden konstruktør

```
class Car:
    def __init__(self, make, model, year):
        self.make = make
        self.model = model
        self.year = year
```

Konstruktøren initialiserer attributterne make, model og year med værdierne make, model og year.

Eksempel på brug af konstruktør

```
c1 = Car('Ford', 'Mustang', 1964)  
c2 = Car('Tesla', 'Model S', 2021)
```

Vi opretter to instanser af klassen Car med forskellige værdier for attributterne make, model og year.

Eksempel på en konstruktør uden argumenter

```
class Dog:
    def __init__(self):
        self.name = 'Fido'
        self.age = 1
```

Konstruktøren initialiserer attributterne name og age med standardværdierne 'Fido' og 1.

Eksempel på brug af konstruktør uden argumenter

```
d1 = Dog()
```

```
d2 = Dog()
```

Vi opretter to instanser af klassen Dog med standardværdierne for attributterne name og age.

Klasse med konstruktører med og uden argumenter

```
class Dog:
    def __init__(self, name='Fido', age=1):
        self.name = name
        self.age = age
```

Konstruktøren initialiserer attributterne name og age med standardværdierne 'Fido' og 1.

Attributter og metoder

- ▶ Attributter er egenskaber ved et objekt
- ▶ Metoder er funktioner, der kan tilgå og ændre attributterne
- ▶ Attributter og metoder tilgås ved brug af punktnotation
- ▶ Attributter og metoder kan være offentlige eller private (protected findes ikke i Python)
- ▶ Offentlige attributter og metoder kan tilgås fra andre klasser
- ▶ Private attributter og metoder kan kun tilgås fra klassen selv
- ▶ Private attributter og metoder angives ved at starte navnet med en underscore _
- ▶ Private attributter og metoder kan tilgås fra andre klasser

Eksempel på en klasse med offentlige attributter og metoder

```
class Student:
    def __init__(self, name, age):
        self.name = name
        self.age = age

    def say_hello(self):
        print(f'Hello, my name is {self.name} and I am {self.age}')
```

Attributterne name og age og metoden say_hello er offentlige.

Eksempel på en klasse med private attributter og metoder

Vi tilføjer en attribut `cprnr` som bliver privat ved at starte navnet med en underscore `_`.

```
class Student:
    def __init__(self, name, age, cpr_nr):
        self.name = name
        self.age = age
        self._cprnr = cprnr

    def _get_cpr_nr(self):
        return self._cprnr
```

Oprette en student

```
if _name_ == '_main_':  
    s1 = Student('Alice', 25, '123456-7890')  
    print(s1.name) # Alice  
    print(s1._cprnr) # Fejl, da attributten er privat  
    print(s1._get_cpr_nr()) # Fejl, da metoden er privat
```

Bemærk if-testen, der sikrer, at koden kun køres, hvis filen køres som hovedprogram.

Operator overloading

- ▶ Python tillader operator overloading
- ▶ Dette betyder, at operatører som +, -, *, / og == kan tilpasses til at virke med brugerdefinerede klasser
- ▶ Dette gøres ved at tilføje specielle metoder til klassen
- ▶ Disse metoder kaldes, når operatørerne bruges på objekter af klassen
- ▶ Eksempler på specielle metoder er `__add__`, `__sub__`, `__mul__`, `__truediv__` og `__eq__`
- ▶ Se <https://docs.python.org/3/reference/datamodel.html#emulating-numeric-types> for en komplet liste
- ▶ Disse metoder kaldes automatisk, når operatørerne bruges på objekter af klassen

Eksempel på operator overloading

```
class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x = x
        self.y = y

    def __add__(self, other):
        return Point(self.x + other.x, self.y + other.y)

    def __eq__(self, other):
        return self.x == other.x and self.y == other.y
```

Vi tilføjer metoderne `__add__` og `__eq__` til klassen `Point`.

Brug af operator overloading

```
p1 = Point(1, 2)
p2 = Point(3, 4)
p3 = p1 + p2
print(p3.x, p3.y) # 4 6
print(p1 == p2) # False
print(p1 == Point(1, 2)) # True
```

Vi bruger metoderne `__add__` og `__eq__` til at tilføje to punkter og sammenligne to punkter.

Nedarvning

- ▶ Nedarvning er en måde at opbygge klasser på
- ▶ En klasse kan nedarve fra en anden klasse
- ▶ Den nedarvende klasse kaldes en underklasse
- ▶ Den nedarvede klasse kaldes en superklasse
- ▶ En underklasse arver attributter og metoder fra superklassen
- ▶ En underklasse kan tilføje nye attributter og metoder og ændre eksisterende metoder
- ▶ En underklasse kan også tilføje en konstruktør, der kaldes superklassens konstruktør

Eksempel på nedarvning

```
class Animal:
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def speak(self):
        pass

class Dog(Animal):
    def speak(self):
        return 'Woof'
```

Vi opretter en superklasse `Animal` og en underklasse `Dog`, der nedarver fra superklassen.

Brug af nedarvning

```
a1 = Animal('Fido')  
d1 = Dog('Rex')  
print(a1.name) # Fido  
print(d1.name) # Rex  
print(a1.speak()) # None  
print(d1.speak()) # Woof
```

Vi opretter instanser af superklassen `Animal` og underklassen `Dog` og kalder metoderne `speak`.

Hvad med super?

- ▶ `super` er en indbygget funktion, der bruges til at kalde metoder fra superklassen
- ▶ `super` bruges i konstruktøren for at kalde superklassens konstruktør
- ▶ `super` bruges også til at kalde superklassens metoder
- ▶ `super` bruges i stedet for at bruge superklassens navn direkte

Eksempel på brug af super

```
class Animal:
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def speak(self):
        pass

class Dog(Animal):
    def __init__(self, name, breed):
        super().__init__(name)
        self.breed = breed

    def speak(self):
        return 'Woof'
```

Vi bruger super til at kalde superklassens konstruktør i underklassens konstruktør.

Brug af super

```
d1 = Dog('Rex', 'Labrador')  
print(d1.name) # Rex  
print(d1.breed) # Labrador  
print(d1.speak()) # Woof
```

Vi opretter en instans af underklassen Dog og kalder metoderne speak.

Abstrakte klasser

- ▶ En abstrakt klasse er en klasse, der ikke kan oprettes
- ▶ En abstrakt klasse bruges som skabelon for andre klasser
- ▶ En abstrakt klasse kan have metoder, der ikke er implementeret
- ▶ En abstrakt klasse kan have metoder, der skal implementeres i underklasser

Eksempel på abstrakt klasse

```
from abc import ABC, abstractmethod

class Animal(ABC):
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    @abstractmethod
    def speak(self):
        pass
```

Vi opretter en abstrakt klasse `Animal` med en abstrakt metode `speak`. Abstrakte klasser importeres fra modulet `abc`.

Brug af abstrakt klasse

```
class Dog(Animal):  
    def speak(self):  
        return 'Woof'
```

```
class Cat(Animal):  
    def speak(self):  
        return
```

Brug af abstrakt klasse

```
d1 = Dog('Rex')
c1 = Cat('Whiskers')
print(d1.speak()) # Woof
print(c1.speak()) # Fejl, da metoden ikke er implementeret
```

Vi opretter underklasser Dog og Cat af abstrakt klassen Animal og kalder metoden speak.

Kan vi udvide en abstrakt klasse i børneklassen?

- ▶ Ja, vi kan udvide en abstrakt klasse i børneklassen
- ▶ Vi kan tilføje attributter og metoder i børneklassen
- ▶ Vi kan også tilføje en konstruktør, der kaldes superklassens konstruktør
- ▶ Vi kan også tilføje en metode, der skal implementeres i børneklassen

Eksempel på udvidelse af abstrakt klasse

```
class Dog(Animal):  
    def __init__(self, name, breed):  
        super().__init__(name)  
        self.breed = breed  
  
    def speak(self):  
        return 'Woof'  
  
    def wag_tail(self):  
        return 'Wagging tail'
```

Vi udvider abstrakt klassen `Animal` med en konstruktør og en metode `wag_tail`.

Brug af udvidelse af abstrakt klasse

```
d1 = Dog('Rex', 'Labrador')  
print(d1.name) # Rex  
print(d1.breed) # Labrador  
print(d1.speak()) # Woof  
print(d1.wag_tail()) # Wagging tail
```

Vi opretter en instans af underklassen Dog og kalder metoderne speak og wag_tail.

Hvad er polymorfi?

- ▶ Polymorfi betyder, at en metode kan have forskellige former
- ▶ Polymorfi bruges til at implementere metoder, der kan have forskellige implementeringer i underklasser
- ▶ Polymorfi bruges til at implementere metoder, der kan tage forskellige typer som argumenter
- ▶ Polymorfi bruges til at implementere metoder, der kan returnere forskellige typer
- ▶ Polymorfi bruges til at implementere metoder, der kan have forskellige signaturer

Eksempel på polymorfi

```
class Animal:
    def speak(self):
        pass

class Dog(Animal):
    def speak(self):
        return 'Woof'

class Cat(Animal):
    def speak(self):
        return 'Meow'
```

Vi opretter en superklasse `Animal` og underklasser `Dog` og `Cat`, der nedarver fra superklassen.

Brug af polymorfi

```
def make_animal_speak(animal):  
    print(animal.speak())
```

```
a1 = Animal()  
d1 = Dog()  
c1 = Cat()  
make_animal_speak(a1) # None  
make_animal_speak(d1) # Woof  
make_animal_speak(c1) # Meow
```

Vi opretter instanser af superklassen `Animal` og underklasserne `Dog` og `Cat` og kalder metoden `speak`.

Hvad er en statisk metode?

- ▶ En statisk metode er en metode, der tilhører klassen og ikke objekterne
- ▶ En statisk metode kaldes med klassen som argument og ikke objektet
- ▶ En statisk metode kan tilgås fra klassen og ikke objekterne
- ▶ En statisk metode bruges til at implementere metoder, der ikke tilgår objektets attributter
- ▶ En statisk metode angives ved at bruge dekoratoren `@staticmethod`
- ▶ En statisk metode kaldes med klassen som argument og ikke objektet

Eksempel på statisk metode

```
class Math:
    @staticmethod
    def add(x, y):
        return x + y

    @staticmethod
    def subtract(x, y):
        return x - y
```

Vi opretter en klasse Math med statiske metoder add og subtract.

Brug af statisk metode

```
print(Math.add(2, 3)) # 5  
print(Math.subtract(5, 3)) # 2
```

Vi kalder de statiske metoder add og subtract fra klassen Math.

Hvad er en klasse metode?

- ▶ En klasse metode er en metode, der tilhører klassen og ikke objekterne
- ▶ En klasse metode kaldes med klassen som argument og ikke objektet
- ▶ En klasse metode kan tilgås fra klassen og ikke objekterne
- ▶ En klasse metode bruges til at implementere metoder, der tilgår klassens attributter

Eksempel på klasse metode

```
class Person:
    count = 0

    def __init__(self, name):
        self.name = name
        Person.count += 1

    @classmethod
    def get_count(cls):
        return cls.count
```

Vi opretter en klasse Person med en klasse metode get_count.

Brug af klasse metode

```
p1 = Person('Alice')  
p2 = Person('Bob')  
print(Person.get_count()) # 2
```

Vi opretter instanser af klassen Person og kalder metoden `get_count` fra klassen Person.

Klasser vs. moduler

- ▶ Klasser bruges til at opbygge objekter
- ▶ Moduler bruges til at opbygge programmer
- ▶ Klasser bruges til at opbygge objekter, der har attributter og metoder
- ▶ Moduler bruges til at opbygge programmer, der har funktioner og konstanter
- ▶ Klasser bruges til at opbygge objekter, der kan nedarve fra andre klasser
- ▶ Moduler bruges til at opbygge programmer, der kan importeres i andre moduler

Et modul af klasser

```
# person.py  
class Person:  
    def __init__(self, name, age):  
        self.name = name  
        self.age = age  
  
    def say_hello(self):  
        print(f'Hello, my name is {self.name} and I am {self.age}')
```

Vi opretter en klasse Person i modulet person.

Brug af modul af klasser

```
from person import Person
```

```
p1 = Person('Alice', 25)
```

```
p2 = Person('Bob', 30)
```

```
p1.say_hello()
```

```
p2.say_hello()
```

Vi importerer klassen `Person` fra modulet `person` og opretter instanser af klassen. Forudsætter, at `person.py` findes i samme mappe som hovedprogrammet. Hvis `person.py` findes i en undermappe, kan vi bruge `from folder.person import Person`.

Decorators - hvad er det?

- ▶ En decorator er en funktion, der tager en anden funktion som argument
- ▶ En decorator bruges til at udvide funktionaliteten af en funktion
- ▶ En decorator bruges til at tilføje funktionalitet til en funktion uden at ændre funktionen
- ▶ En decorator bruges til at tilføje funktionalitet til en klasse eller metode uden at ændre klassen eller metoden

Simpelt eksempel på decorator

```
def my_decorator(func):  
    def wrapper():  
        print('Something is happening before the function is called')  
        func()  
        print('Something is happening after the function is called')  
    return wrapper
```

```
def say_hello():  
    print('Hello!')
```

```
say_hello = my_decorator(say_hello)
```

Vi opretter en decorator `my_decorator` og dekorerer funktionen `say_hello`.

Brug af decorator

```
say_hello()
```

Vi kalder funktionen `say_hello`, der er dekoreret med `my_decorator`. Resultatet bliver:

```
Something is happening before the function is called.
```

```
Hello!
```

```
Something is happening after the function is called.
```

Decorator med @-notation

```
def my_decorator(func):  
    def wrapper():  
        print('Something is happening before the function is called')  
        func()  
        print('Something is happening after the function is called')  
    return wrapper
```

```
@my_decorator  
def say_hello():  
    print('Hello!')
```

Vi dekorerer funktionen say_hello med my_decorator ved brug af @-notation.

Brug af decorator med @-notation

```
say_hello()
```

Vi kalder funktionen `say_hello`, der er dekoreret med `my_decorator`. Resultatet bliver:

Something **is** happening before the function **is** called.

Hello!

Something **is** happening after the function **is** called.

Decorator med argumenter

```
def my_decorator(func):  
    def wrapper(*args, **kwargs):  
        print('Something is happening before the function is called')  
        func(*args, **kwargs)  
        print('Something is happening after the function is called')  
    return wrapper  
  
@my_decorator  
def say_hello(name):  
    print(f'Hello, {name}!')
```

Vi dekorerer funktionen `say_hello` med `my_decorator` og tilføjer argumenter til `wrapper`.

Brug af decorator med argumenter

```
say_hello('Alice')
```

Vi kalder funktionen `say_hello`, der er dekoreret med `my_decorator`. Resultatet bliver:

```
Something is happening before the function is called.  
Hello, Alice!  
Something is happening after the function is called.
```

Decorator med argumenter

```
def my_decorator(prefix):  
    def decorator(func):  
        def wrapper(*args, **kwargs):  
            print(f'{prefix}: Something is happening before')  
            func(*args, **kwargs)  
            print(f'{prefix}: Something is happening after')  
        return wrapper  
    return decorator
```

```
@my_decorator('DEBUG')  
def say_hello(name):  
    print(f'Hello, {name}!')
```

Vi opretter en decorator `my_decorator` med argumenter og dekorerer funktionen `say_hello`.

Brug af decorator med argumenter

```
say_hello('Alice')
```

Vi kalder funktionen `say_hello`, der er dekoreret med `my_decorator`. Resultatet bliver:

```
DEBUG: Something is happening before the function is called  
Hello, Alice!
```

```
DEBUG: Something is happening after the function is called
```


Klassediagrammer

- ▶ Et klassediagram er en grafisk repræsentation af klasser og deres relationer
- ▶ Et klassediagram viser klasser, attributter og metoder
- ▶ Et klassediagram viser relationer mellem klasser
- ▶ Et klassediagram viser nedarvning, association, aggregering og komposition
- ▶ Et klassediagram viser offentlige og private attributter og metoder

Klassediagram

Vi kan modellere klasser og deres relationer ved brug af et klassediagram:

```
classDiagram
    class Person {
        -name: str
        -age: int
        +__init__(name: str, age: int)
        +say_hello(): None
    }
    class Student {
        -name: str
        -age: int
        -cprnr: str
        +__init__(name: str, age: int, cprnr: str)
        +_get_cpr_nr(): str
    }
    Person <|-- Student
```