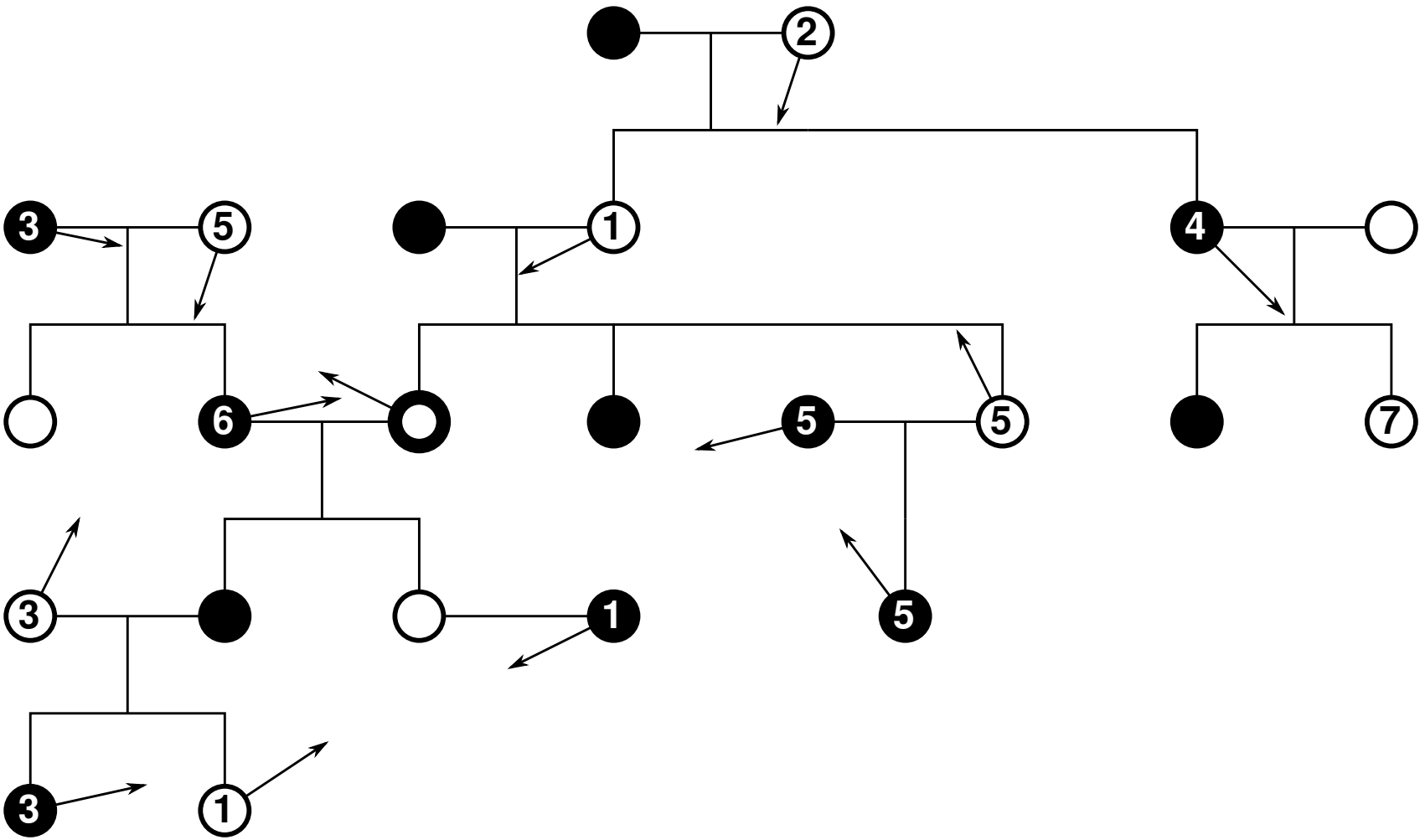
Objekty

IB111 Základy programování
Radek Pelánek

2018

Rozcvička



Řešením je identifikace místa poblíž Brna. Pokud je právě 6. 11. 2009, najdete na tomto místě další zprávu.

Práce se soubory

stručný úvod pro potřeby DÚ

Proč?

- vstupní data
- uložení výstupu programu
- zachování „stavu“ programu mezi jednotlivými běhy

větší projekty: databáze

Práce se soubory

základní postup:

- otevření souboru
- práce se souborem (čtení / zápis)
- zavření souboru

Práce se soubory: otevření, uzavření

- `f = open(filename, mode)`
- jméno souboru: řetězec
- způsob otevření:
  - čtení (`"r"`)
  - zápis (`"w"`) – přepíše soubor, pokud není, vytvoří jej
  - přidání na konec (`"a"`)
  - další možnosti: čtení i zápis, binární režim
- uzavření: `f.close()`

Práce se soubory: iterování po řádcích

```
for line in f.readlines():
    print(line)
```

Alternativní způsob:

```
for line in f:
    print(line)
```

více příště

Objekty: Motivace

udržování dat pohromadě

- záznamy o knihách
  - název knihy, autor, ISBN, rok vydání, ...
- postava v počítačové hře
  - souřadnice (x, y), energie, vybavení, ...

Jak reprezentovat?

seznamy, n-tice

```
book = ["Godel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid",
        "Douglas R. Hofstadter",
        "978-0465026562",
        1999]
print(book[0]) # title
print(book[1]) # author
```

nepojmenované – nutno si pamatovat pořadí položek (v hlavě, v komentářích, v konstantách)

toto není pěkné

Využití konstant

```
TITLE = 0
AUTHOR = 1

book = ["Godel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid",
        "Douglas R. Hofstadter",
        "978-0465026562",
        1999]
print(book[TITLE])
print(book[AUTHOR])
```

lepší jak předchozí, ale pořád škaredé

Jak reprezentovat?

slovníky – pojmenované položky

```
book = {"title": "Godel, Escher, Bach: An Eternal Golde
        "author": "Douglas R. Hofstadter",
        "isbn": "978-0465026562",
        "year": 1999}

print(book["title"])
print(book["author"])
```

toto není špatné, ale . . .

Motivace II

- vlastní datové typy: nejen data, ale i funkcionalita
- schovávání škaredých detailů

Motivace II

- vlastní datové typy: nejen data, ale i funkcionalita
- schovávání škaredých detailů

příklad: dvojrozměrné matice z přednášky o datových typech

- použitá reprezentace:
  - reprezentovány pomocí seznamu seznamů
  - nepěkný způsob zjišťování velikosti matice
- co bychom chtěli?
  - spolu s maticí si udržovat informace o její velikosti
  - mít něco, co kontroluje přístupy do matice

Motivace III

- objektům se nelze vyhnout (v Pythonu a většině dalších jazyků)
- zápis volání funkcí přes operátor „tečka“
  - řetězce, seznamy, slovníky, soubory, ...

Nezbytné využití objektů

```
t = "hello"
print(t.upper())
s = [7, 14, 42, 0]
s.sort()
s.append(9)
d = {"a": 1, "b": 2}
s = d.keys()
f = open("myfile.txt")
line = f.readline()
```

Složené datové typy

Záznamy, struktury

- datový typ složený z více položek
- typicky fixní počet položek, deklarované typy
- C: `struct`
- Pascal: `record`

Objekty

- často rozšíření struktur
- kombinují data a funkce (metody)
- C++, Java, Python: `class`

Objektově orientované programování

Varování

Toto není objektově orientované programování.

- zde probíráme základy využití objektů v Pythonu
  - primárně náhrada za záznamy/struktury
  - jednoduché využití metod
- „objektově orientované programování“ je podstatně složitější
  - zapouzdření, veřejné/soukromé atributy
  - dědičnost
  - polymorfismus
  - metodika návrhu programů
- viz navazující kurzy

Objekty v Pythonu

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

  def say_hello(self):
    print(self.name + " says hello.")

  def rename_to(self, new_name):
    print(self.name + " renamed to " + new_name + ".")
    self.name = new_name
```

Slovníček pojmů

(zjednodušeně)

třída	obecný uživatelsky definovaný typ, charakterizován atributy
objekt	konkrétní *instance* třídy
atribut	„to co je za tečkou“, atributy jsou datové a funkční
datový atribut	proměnná patřící třídě/objektu (*)
metoda	funkce, která je vázaná na danou třídu
konstruktor	inicializační metoda, vytváří objekt

(*) je rozdíl mezi atributem třídy a objektu, více později

Pojmy – intuitivní ilustrace

- třída: Pes
- objekt (instance): Alík
- datové atributy: rasa, jméno, věk, poloha
- metody: štěkej, popoběhni

Objekty v Pythonu

- definice třídy: `class MyObject:`
- definice metod:
  `def do_something(self, parameter):`
  - `self` – povinný první parametr
  - odkaz na aktuální objekt
  - `self` není klíčovým slovem, jen silnou konvencí
- objekty
  - instance třídy, vlastní atributy
  - přístup k atributům pomocí *tečkové notace*

Vytvoření objektu

- speciální metoda (konstruktor): `__init__`
- především inicializace atributů

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

vytvoření objektu:

```
homer = Person("Homer Simpson", 34)
print(homer.name)
print(homer.age)
```

Metody: definice a použití

- tečková notace
- objekt před tečkou se předá jako první parametr (`self`)

```
class Person:
    ...

    def say_hello(self):
        print(self.name + " says hello.")


homer.say_hello()
# Homer Simpson says hello.
```

Metody a modifikace objektu

```
class Person:
  ...

  def rename_to(self, new_name):
    print(self.name + " renamed to " + new_name + ".")
    self.name = new_name


homer.rename_to("Homer Jay Simpson")
# Homer Simpson renamed to Homer Jay Simpson.
print(homer.name)
# Homer Jay Simpson
```

Přístup k atributům

- přímý:
  - přistupujeme přímo k atributu, můžeme i měnit
  - `homer.name`
- nepřímý:
  - pomocí metod („getters and setters“)
  - `get_name, set_name`

Který zvolit?

- závisí na použití
- objekt jen pro držení dat: přímý přístup je nejspíše OK
- schováváme v objektu složitější *vnitřnosti*: pište metody

PEP8 konvence: názvy

- jména tříd:
  `CapWords` (velká počáteční písmena slov, bez oddělovačů slov)
- atributy (datové, metody): stejně jako běžné proměnné/funkce
  `lowercase`, `lower_case_with_underscores`

Příklady

- knihy
- studenti
- čas
- matice
- rodokmen
- textové obrázky

Příklad: knihy

- práce se seznamem knih
- kniha má: název, autora, ISBN
- chceme seznam načítat/ukládat do souborů

Knihy

```
class Book:
    def __init__(self, title, author, isbn):
        self.title = title
        self.author = author
        self.isbn = isbn

geb = Book("Godel, Escher, Bach",
           "Hofstadter",
           "978-0465026562")
neverwhere = Book("Neverwhere",
                  "Gaiman",
                  "978-0380789016")

print(neverwhere.author)
```

Knihy: načítání a ukládání

```
def load_library(filename):
    book_list = []
    with open(filename, "r") as f:
        for line in f:
            a, t, i = line.split(";")
            book_list.append(Book(t, a, i))
    return book_list

def save_library(filename, book_list):
    with open(filename, "w") as f:
        for book in book_list:
            f.write(book.title + ";" +
                    book.author + ";" +
                    book.isbn + "\n")
```

Knihy: použití

```
save_library("library.csv", [geb, neverwhere])
books = load_library("library.csv")
for b in books: print(b.title)
```

vytvořený / načítaný soubor library.csv:

```
Godel, Escher, Bach;Hofstadter;978-0465026562
Neverwhere;Gaiman;978-0380789016
```

Reklamní vstup

CSV jsou super, ty chcete!

- CSV = Comma-separated values
- formát pro reprezentaci tabulkových dat
- jednoduchý textový formát, položky odděleny čárkami (nebo něčím podobným)
- vlastně ne úplně jednoduchý a pro reálné aplikace chcete použít knihovny jako je `csv` nebo `pandas`, každopádně CSV jsou super, viz též `https://xkcd.com/1301/`

Příklad: studenti a kurzy

- reprezentace studentů a kurzů
- kurz má seznam zapsaných studentů

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

Příklad: studenti a kurzy

```
class Course:
    def __init__(self, code):
        self.code = code
        self.students = []

    def add_student(self, student):
        self.students.append(student)

    def print_students(self):
        i = 1
        for s in self.students:
            print(str(i) + ".",
                  str(s.uco),
                  s.name, sep="\t")
            i += 1
```

Studenti a kurzy: použití

```
jimmy = Student(555007, "James Bond")
ib111 = Course("IB111")
ib111.add_student(Student(555000, "Luke Skywalker"))
ib111.add_student(jimmy)
ib111.add_student(Student(555555, "Bart Simpson"))
ib111.print_students()

# 1.    555000  Luke Skywalker
# 2.    555007  James Bond
# 3.    555555  Bart Simpson
```

Studenti a kurzy: řazení

Co když chceme seřazený seznam studentů?

- přirozené `sorted(self.students)` nefunguje – není definováno uspořádání na studentech
- možnosti:
  - definovat uspořádání na studentech – metoda `__lt__(self, other)`
  - `sorted(self.students, key=lambda s: s.name)`
  - použít pomocný seznam a ten seřadit:
    ```
    tmp = [(s.name, s.uco) for s in
    self.students]
    ```
- co uspořádání abecedně podle příjmení?

Kahoot

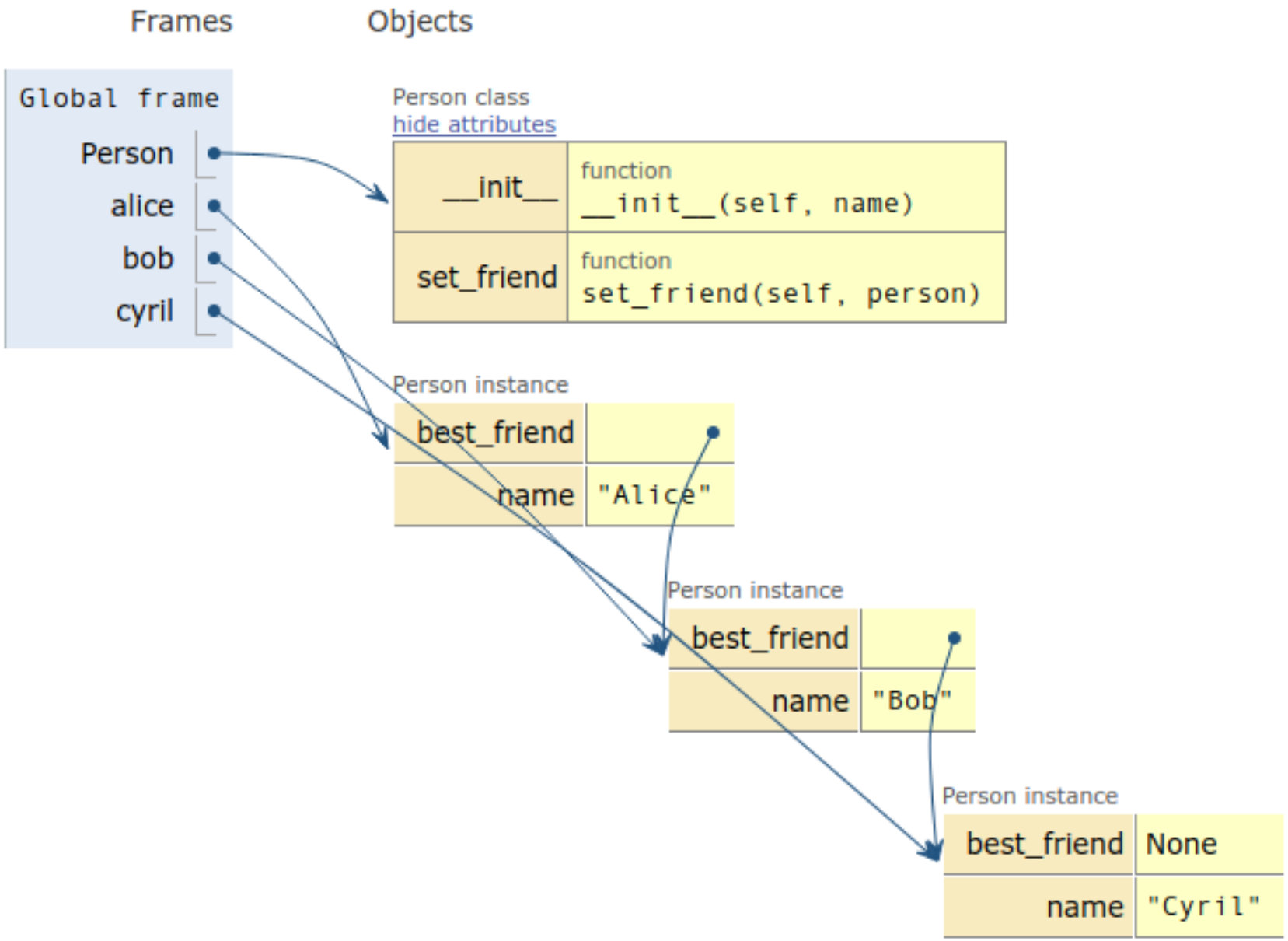
Kahoot kód: otázky 2, 3, 4, 5

```
class Person:
    def __init__(self, name):
        self.name = name
        self.best_friend = None

    def set_friend(self, person):
        self.best_friend = person

alice = Person("Alice")
bob = Person("Bob")
cyril = Person("Cyril")
alice.set_friend(bob)
bob.set_friend(cyril)
```

Python Tutor vizualizace



Kahoot kód: otázky 6, 7, 8, 9

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

    def shift(self, x, y):
        self.x += x
        self.y += y

a = Point(3, 2)
b = Point(1, 4)
points = [a, b, Point(0, 2)]
```

Příklad: reprezentace času

(jednoduchá naivní verze, pořádně: knihovna `datetime`)

```
class Time:
    def __init__(self, h, m, s):
        self.hours = h
        self.minutes = m
        self.seconds = s
        self.validate()

    def validate(self):
        if self.seconds >= 60:
            self.minutes += self.seconds // 60
            self.seconds = self.seconds % 60
        if self.minutes >= 60:
            self.hours += self.minutes // 60
            self.minutes = self.minutes % 60
```

Reprezentace času

```
class Time:  # ... continued ...
    def add_seconds(self, sec):
        self.seconds += sec
        self.validate()

    def pretty_print(self):
        print("{}:{:02}:{:02}".format(self.hours,
                                      self.minutes,
                                      self.seconds))



t = Time(1, 30, 72)
t.pretty_print()
t.add_seconds(107)
t.pretty_print()
```

Příklad: matice

oproti dřívější ukázce práce s maticemi:

- chceme uchovávat i jejich velikost
- chceme bezpečný přístup k prvkům

```
class Matrix:
    def __init__(self, rows, cols):
        self.rows = rows
        self.cols = cols
        self.matrix = [[0 for i in range(self.cols)]
                       for i in range(self.rows)]
```

Matice: metody

```
class Matrix: # ... continued ...
    def check(self, row, col):
        if row < 0 or row >= self.rows:
            print("Bad row index.")
            return False
        if col < 0 or col >= self.cols:
            print("Bad column index.")
            return False
        return True

    def get(self, row, col):
        if self.check(row, col):
            return self.matrix[row][col]
    def set(self, row, col, value):
        if self.check(row, col):
            self.matrix[row][col] = value
```

Matice: násobení

```
def matrix_mult(matL, matR):
    if matL.cols != matR.rows:
        print("Incompatible matrices.")
        return
    result = Matrix(matL.rows, matR.cols)
    for i in range(matL.rows):
        for j in range(matR.cols):
            for k in range(matL.cols):
                result.set(i, j, result.get(i, j) +
                                 matL.get(i, k) *
                                 matR.get(k, j))
    return result
```

Matice: poznámky

čistě ilustrativní příklad

reálnější verze by využívala:

- přetížení operátoru krát: `__mul__`
- výjimky, příp. `assert`
- . . . a nebo rovnou `numpy`

Příklad: rodokmen

- rozšíříme objekt pro osoby o rodičovské vztahy
- pro jednoduchost jen jeden rodič
  - uvažujme jen ženy – *Mater certa, pater incertus est.*
- rodokmen $\sim$ strom potomkyň
- pro každou ženu si pamatujeme:
  - jméno
  - matka
  - seznam dcer
- matka, seznam dcer – odkazy na objekty (abychom s nimi mohli pracovat), nikoliv „jména“

```
class Woman:
    def __init__(self, name):
        self.name = name
        self.mother = None
        self.daughters = []

    def add_daughter(self, daughter):
        self.daughters.append(daughter)
        daughter.mother = self

alice = Woman("Alice")
mary = Woman("Mary")
lisa = Woman("Lisa")
carol = Woman("Carol")
alice.add_daughter(mary)
alice.add_daughter(lisa)
mary.add_daughter(carol)
```

Základní použití

```
print(carol.mother.name)                # Mary
print(alice.mother.name)                # error message
print(len(lisa.mother.daughters))       # 2


def siblings(a, b):
    return a.mother != None and a.mother == b.mother

print(siblings(mary, alice))            # False
print(siblings(mary, lisa))             # True
```

Výpis rodokmenu

Chceme vypsat textově znázorněný rodokmen – odsazení podle generací:

```
-----------------
Alice
    Mary
        Carol
        Betty
    Lisa
        Maria
-----------------
```

Jak to udělat?

Výpis rodokmenu

Rekurze!

```
def draw_family_tree(woman, level=0):
    print(("    " * level) + woman.name)
    for daughter in woman.daughters:
        draw_family_tree(daughter, level + 1)
```

Rodokmen: nejstarší předkyně

Rekurzivně:

```
def oldest_ancestor(woman):
    if woman.mother == None:
        return woman
    return oldest_ancestor(woman.mother)
```

Iterativně:

```
def oldest_ancestor2(woman):
    while woman.mother != None:
        woman = woman.mother
    return woman
```

Rodokmen: počet potomkyň

Chceme vypočítat počet všech potomkyň (i nepřímých).

Rodokmen: počet potomkyň

Chceme vypočítat počet všech potomkyň (i nepřímých).

rekurze s návratovou hodnotou:

- funkce `count_offspring()` vrací počet potomkyň
- hodnotu vypočítáme pomocí volání `count_offspring()` na dcerách

Rodokmen: počet potomkyň

```
def count_offspring(woman):
    count = 0
    for daughter in woman.daughters:
        count += 1 + count_offspring(daughter)
    return count
```

Pozn. `count_offspring` by též mohla být metoda třídy `Woman`

Textové obrázky

- objekt reprezentující obrázek
- metody: přidej bod, přidej čtverec, zkombinuj s jiným obrázkem, ...
- „textové“ vykreslení

$\Rightarrow$ demo ukázka programování

Varování: Statické atributy

- definovány přímo ve třídě
- patří samotné třídě, ne objektům
- mají svůj smysl, ale v tuto chvíli spíše zdroj chyb
- v tomto předmětu **raději nepoužívejte**

```
class MyClass:
    x = 0
    def __init__(self, n):
        self.y = n

print(MyClass.x)          # 0
my_object = MyClass(17)
print(my_object.y)        # 17
print(my_object.x)        # 0 (same as MyClass.x)
```

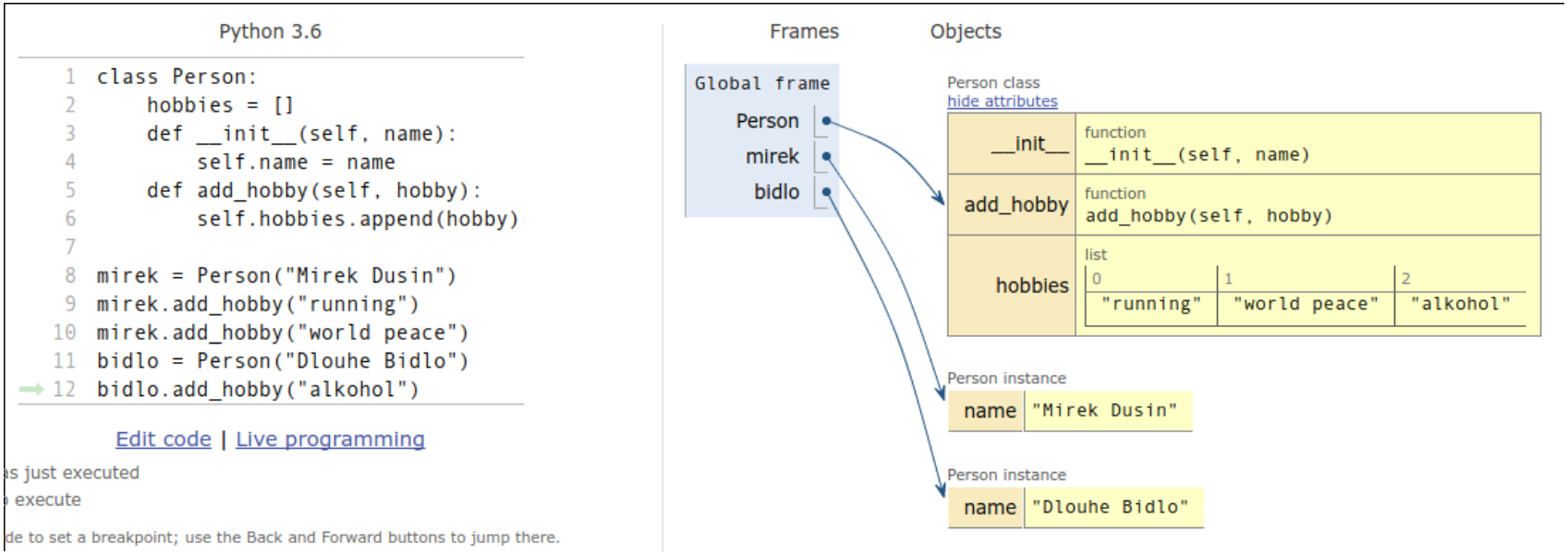
Statické atributy: ilustrace problému

```
class Person:
    hobbies = []
    def __init__(self, name):
        self.name = name
    def add_hobby(self, hobby):
        self.hobbies.append(hobby)

mirek = Person("Mirek Dusin")
mirek.add_hobby("running")
mirek.add_hobby("world peace")
bidlo = Person("Dlouhe Bidlo")
bidlo.add_hobby("alcohol")

print(mirek.hobbies)
```

Python Tutor vizualizace



Varování: kopírování objektů

Co udělá?

```
a = Matrix(2, 2)
a.set(0, 1, 6)
b = a
b.set(0, 0, 7)
print(a.matrix)
```

Vytvoření aliasu, nikoliv kopírování (podobně jako u seznamů)!
Jak kopírovat?

- knihovna `copy`: `copy` (mělká kopie), `deepcopy` (hluboká kopie)
- vytvořit speciální kopírovací konstruktor

Shrnutí

Záznamy/struktury

- používáme pro seskupení souvisejících dat
- v Pythonu přímo nejsou

Objekty

- složitější než záznamy
- data + metody
- v tomto předmětu je používáme primárně jako záznamy s jednoduchými metodami
- více o objektově orientovaném programování (dědičnost, polymorfismus, objektový návrh) v navazujících předmětech