B4B33RPH: Rešení problémů a hry

Python – základní kameny až skály

Tomáš Svoboda, Petr Pošík, Petr Štibinger

svobodat@fel.cvut.cz

16. října 2023

Katedra kybernetiky
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Než začneme...

Materiály z přednášek

- CourseWare – přednáškové slajdy
- `gitlab.fel.cvut.cz/RPH-student-materials` – zdrojové kódy
  - Verzovací systém Git – root.cz/knihy/pro-git

Platnost proměnných

variables_scope.py – co je to vlastně **scope**?

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

Platnost proměnných

variables_scope.py – co je to vlastně **scope**? Scope = oblast platnosti proměnných

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

Platnost proměnných

variables_scope.py – co je to vlastně **scope**? Scope = oblast platnosti proměnných

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

Řádek 8 vytiskne:

(a) 12

(b) 1

(c) nastane RuntimeError

Platnost proměnných

variables_scope.py – co je to vlastně **scope**? Scope = oblast platnosti proměnných

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

Řádek 13 vytiskne:

(a) 2 14 3

(b) 1 14 3

(c) chyba protože C je neznámé

(d) chyba už na řádku 12

Co “hodný” program nedělá?

variables_scope.py

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

example_launcher.py

```
1  import variables_scope as vs
2
3  if __name__ == '__main__':
4      print(vs.my_function(2))
```

Co “hodný” program nedělá?

variables_scope.py

```
1  C = 3
2  a = 1
3
4  def my_function(x):
5      a = 9 + C
6      return x + a
7
8  print(a)
9
10 if __name__ == '__main__':
11     a = 2
12     b = my_function(a)
13     print(a, b, C)
```

example_launcher.py

```
1  import variables_scope as vs
2
3  if __name__ == '__main__':
4      print(vs.my_function(2))
```

Po spuštění example launcher

- **(a)** nastane RuntimeError
- **(b)** vypíše 1 řádek s výsledkem
- **(c)** vypíše toho víc

Základní bloky

basic_blocks.py – základní struktura programu

```
1  import math
2
3  class MyClass:
4      '''class for doing important stuff'''
5
6      def __init__(self):
7          '''MyClass constructor that shows how "pass" works'''
8          pass # does nothing, adds a new line after a block header
9
10 def my_function(a, b):
11     '''function that computes sum a + b'''
12     return a + b
13
14 if __name__ == '__main__':
15     # actual program starts here
16     c = MyClass() # don't forget the ( ) !
17     result = my_function(10, 25)
```

Základní bloky

basic_blocks.py – základní struktura programu

import modulů

```
1  import math
2
3  class MyClass:
4      '''class for doing important stuff'''
5
6      def __init__(self):
7          '''MyClass constructor that shows how "pass" works'''
8          pass # does nothing, adds a new line after a block header
9
10 def my_function(a, b):
11     '''function that computes sum a + b'''
12     return a + b
13
14 if __name__ == '__main__':
15     # actual program starts here
16     c = MyClass() # don't forget the ( ) !
17     result = my_function(10, 25)
```

Základní bloky

basic_blocks.py – základní struktura programu

```
1  import math
2
3  class MyClass:
4      '''class for doing important stuff'''
5
6      def __init__(self):
7          '''MyClass constructor that shows how "pass" works'''
8          pass # does nothing, adds a new line after a block header
9
10 def my_function(a, b):
11     '''function that computes sum a + b'''
12     return a + b
13
14 if __name__ == '__main__':
15     # actual program starts here
16     c = MyClass() # don't forget the ( ) !
17     result = my_function(10, 25)
```

import modulů

definice tříd a funkcí (obecné šablony)

Základní bloky

basic_blocks.py – základní struktura programu

```python
import math

class MyClass:
    '''class for doing important stuff'''

    def __init__(self):
        '''MyClass constructor that shows how "pass" works'''
        pass # does nothing, adds a new line after a block header

def my_function(a, b):
    '''function that computes sum a + b'''
    return a + b

if __name__ == '__main__':
    # actual program starts here
    c = MyClass() # don't forget the ( ) !
    result = my_function(10, 25)
```

import modulů

definice tříd a funkcí (obecné šablony)

hlavní program (vytváříme konkrétní instance, používáme funkce)

Funkce vs. metoda

function_vs_method.py – názvosloví

```
1  class MyClass:
2      '''class for doing important stuff'''
3
4      def __init__(self):
5          pass # does nothing, adds a new line after a block header
6
7      def my_class_method(self):
8          print('started my_class_method')
9
10 def my_function(a, b):
11     print('started my_function')
12
13 if __name__ == '__main__':
14     # actual program starts here
15     c = MyClass()
16
17     my_function(10.7, 'RPH')
18
19     c.my_class_method()
```

Funkce vs. metoda

function_vs_method.py – názvosloví

```
1  class MyClass:
2      '''class for doing important stuff'''
3
4      def __init__(self):
5          pass # does nothing, adds a new line after a block header
6
7      def my_class_method(self):
8          print('started my_class_method')
9
10 def my_function(a, b):
11     print('started my_function')
12
13 if __name__ == '__main__':
14     # actual program starts here
15     c = MyClass()
16
17     my_function(10.7, 'RPH')
18
19     c.my_class_method()
```

Metoda – uvnitř třídy

Funkce vs. metoda

function_vs_method.py – názvosloví

```
1  class MyClass:
2      '''class for doing important stuff'''
3
4      def __init__(self):
5          pass # does nothing, adds a new line after a block header
6
7      def my_class_method(self):
8          print('started my_class_method')
9
10 def my_function(a, b):
11     print('started my_function')
12
13 if __name__ == '__main__':
14     # actual program starts here
15     c = MyClass()
16
17     my_function(10.7, 'RPH')
18
19     c.my_class_method()
```

Metoda – uvnitř třídy

Funkce – samostatná

Funkce vs. metoda

function_vs_method.py – názvosloví

```
1  class MyClass:
2      '''class for doing important stuff'''
3
4      def __init__(self):
5          pass # does nothing, adds a new line after a block header
6
7      def my_class_method(self):
8          print('started my_class_method')
9
10 def my_function(a, b):
11     print('started my_function')
12
13 if __name__ == '__main__':
14     # actual program starts here
15     c = MyClass()
16
17     my_function(10.7, 'RPH')
18
19     c.my_class_method()
```

Metoda – uvnitř třídy

Funkce – samostatná

Volání funkce – nevyžaduje nic extra

Funkce vs. metoda

function_vs_method.py – názvosloví

```
1  class MyClass:
2      '''class for doing important stuff'''
3
4      def __init__(self):
5          pass # does nothing, adds a new line after a block header
6
7      def my_class_method(self):
8          print('started my_class_method')
9
10 def my_function(a, b):
11     print('started my_function')
12
13 if __name__ == '__main__':
14     # actual program starts here
15     c = MyClass()
16
17     my_function(10.7, 'RPH')
18
19     c.my_class_method()
```

Metoda – uvnitř třídy

Funkce – samostatná

Volání funkce – nevyžaduje nic extra

Volání metody z **konkrétního** objektu **c**

Není číslo jako číslo

```
>>> a = 0.1
>>> b = 0.3
>>> c = 3*a
>>> d = b == c
```

Co se stane?

(a) program skončí chybou

(b) **d** je **True**

(c) **d** je **False**

(d) **d** je **0.3**

Desítková a dvojková soustava

Celá čísla

Decimal (base 10)		Binary (base 2)
$1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 = 13_{10}$	=	$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$
$1 \cdot 10 + 3 \cdot 1 = 13_{10}$	=	$1101_2 = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1$

Demonstrační kód: float2bin.py

Desítková a dvojková soustava

Celá čísla

Decimal (base 10)		Binary (base 2)
$1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 = 13_{10}$	=	$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$
$1 \cdot 10 + 3 \cdot 1 = 13_{10}$	=	$1101_2 = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1$

Desetinná čísla

Decimal (base 10)		Binary (base 2)
$6 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-3} = 0.625_{10}$	=	$0.101_2 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3}$
$6 \cdot 1/10 + 2 \cdot 1/100 + 5 \cdot 1/1000 = 0.625_{10}$	=	$0.101_2 = 1 \cdot 1/2 + 0 \cdot 1/4 + 1 \cdot 1/8$

Demonstrační kód: float2bin.py

Předcházejme problémům

Některá čísla se reprezentují obtížně

- Např. 2/3 v desítkové soustavě ≈ 0.6667
- Stejné problémy i v binární!
- Omezený počet desetinných míst nebo bitů $\rightarrow$ **zaokrouhlování**

Předcházejme problémům

Některá čísla se reprezentují obtížně

- Např. 2/3 v desítkové soustavě ≈0.6667
- Stejné problémy i v binární!
- Omezený počet desetinných míst nebo bitů → **zaokrouhlování**

Při práci s floaty:

- Používáme raději operátory > <
- Hledáme alternativy pro ==
- Zaokrouhlovací **tolerance**: `abs(a-b) < tol`
- Vestavěné funkce: `math.isclose(a,b)`

Pár příkladů z konzole

- Vědecká notace
- Počítání s extra velkými a extra malými čísly
- Formátování výpisu
- Použití `isclose`
- Speciální čísla: ∞, `NaN`

Kámen nůžky papír – pokračování

```
 1  import random
 2
 3  class MyPlayer:
 4      '''A basic random player'''
 5
 6      OPTIONS = ('R', 'P', 'S') # class constant/variable
 7
 8      def __init__(self):
 9          self.history = []
10
11      def play(self):
12          return random.choice(MyPlayer.OPTIONS)
13
14      def record(self, move):
15          self.history.append(move)
```

Nápady k vylepšení

- náhodný, ale vychýlený výběr
- využití paměti, analýza soupeře – je také vychýlený?
- reaktivní strategie – maximalizujeme vlastní zisk
- paměťový limit

Nerovnoměrný náhodný výběr

random_choices.py – ukázka váhovaného výběru

```
1  import random
2
3  options = ['R', 'P', 'S']
4  weights = [1,4,1]
5
6  result = random.choices(options, weights, k=15)
7  print(result)
```

Reference vs skutečná data

```
1  a = [1,2,3]
2  b = a
3  a[0] = 9
4  print(a, b)
```

Řádek 4 vypíše

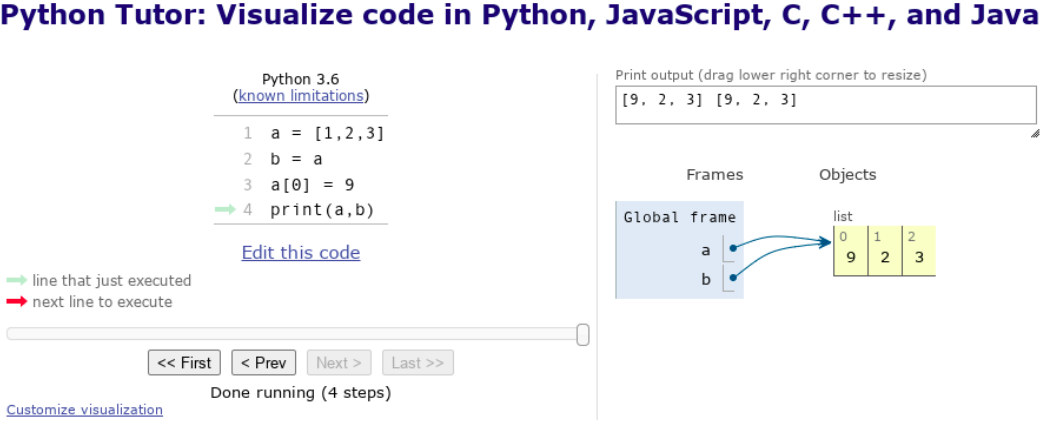
(a) `[9,2,3] [1,2,3]`

(b) `[9,2,3] [9,2,3]`

(c) `[9,2,3,1,2,3]`

(d) `[9,2,3,9,2,3]`

Reference vs skutečná data



Kopírujeme data

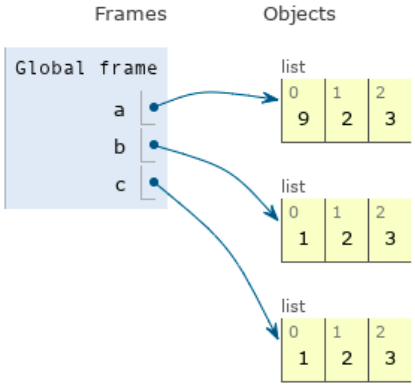
ref_vs_data_2.py

```
1  a = [1,2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0] = 9
5  print(a, b, c)
```

Kopírujeme data

ref_vs_data_2.py

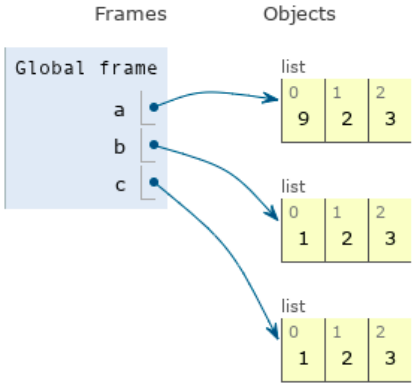
```
1  a = [1,2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0] = 9
5  print(a, b, c)
```



Kopírujeme data

ref_vs_data_2.py

```
1  a = [1,2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0] = 9
5  print(a, b, c)
```



Jednoduchý list – bez problémů

Kopírujeme data, ALE...

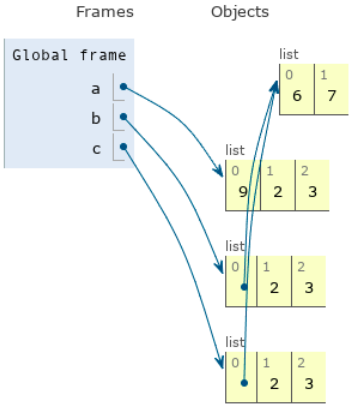
ref_vs_data_3.py

```
1  a = [[6,7],2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0][1] = 9
5  print(a, b, c)
```

Kopírujeme data, ALE...

ref_vs_data_3.py

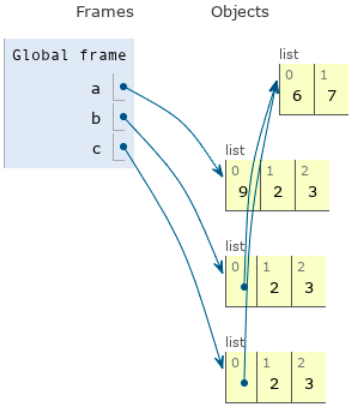
```
1  a = [[6,7],2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0][1] = 9
5  print(a, b, c)
```



Kopírujeme data, ALE...

ref_vs_data_3.py

```
1  a = [[6,7],2,3]
2  b = a[:]
3  c = list(a)
4  a[0][1] = 9
5  print(a, b, c)
```



Problém – více úrovní seznamu, děláme pouze **mělkou kopii** (shallow copy)

Going deep

ref_vs_data_4.py

```
1  import copy
2  a = [[[1,2],7],2,3]
3  b = copy.deepcopy(a)
4  a[0][0][1] = 9
5  print(a, b)
```

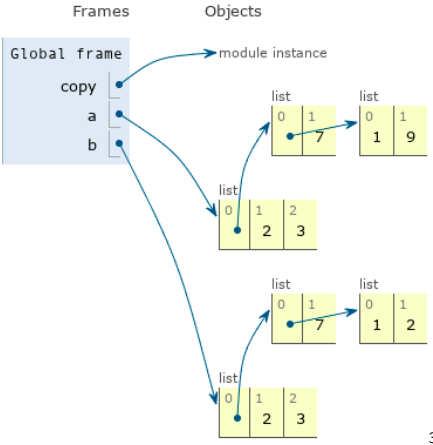
Going deep

ref_vs_data_4.py

```
1  import copy
2  a = [[[1,2],7],2,3]
3  b = copy.deepcopy(a)
4  a[0][0][1] = 9
5  print(a, b)
```

Print output (drag lower right corner to resize)

```
[[[1, 9], 7], 2, 3] [[[1, 2], 7], 2, 3]
```

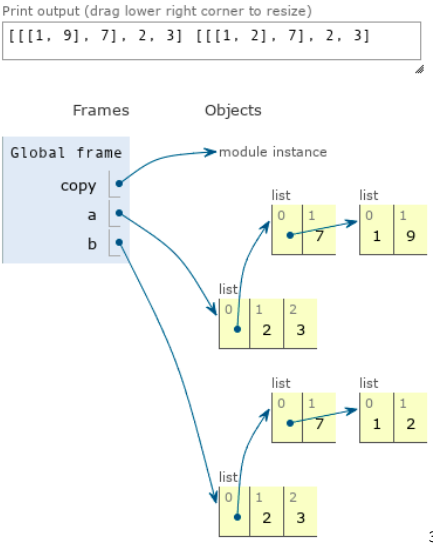


Going deep

ref_vs_data_4.py

```
1  import copy
2  a = [[[1,2],7],2,3]
3  b = copy.deepcopy(a)
4  a[0][0][1] = 9
5  print(a, b)
```

Hluboká kopie (deep copy)



Porovnávání dat a referencí

Operátor `==`

- Porovnává skutečné hodnoty (data)
- Dunder metoda `def __eq__(self, other):`
- Můžeme definovat vlastní chování

Operátor `is`

- Porovnává cíle reference
- Vyhodnotí zda dvě proměnné ukazují na identický objekt
- Nemá dunder implementaci, nelze předefinovat

Porovnávání dat a referencí

```
a = [1,2,3,4]
b = a
c = a[:]
```

Která možnost bude False?

(a) `a == b`

(b) `a == c`

(c) `a is b`

(d) `a is c`

Funkce ryzí (pure function) vs modifikátory (modifier)

pure_fn_vs_modifier.py

```
 1  def increment_pure_function(x):
 2      v = []
 3      for item in x:
 4          v.append(item + 1)
 5      return v
 6
 7  def increment_modifier(x):
 8      for i in range(len(x)):
 9          x[i] += 1
10      return x
11
12  if __name__ == '__main__':
13      a = [1,2,3]
14      b1 = increment_pure_function(a)
15      d0 = a == b1
16      b2 = increment_modifier(a)
17      d1 = b1 == b2
18      d2 = a == b1
19      print(d0,d1,d2)
```

Funkce ryzí (pure function) vs modifikátory (modifier)

pure_fn_vs_modifier.py

```
1  def increment_pure_function(x):
2      v = []
3      for item in x:
4          v.append(item + 1)
5      return v
6
7  def increment_modifier(x):
8      for i in range(len(x)):
9          x[i] += 1
10     return x
11
12 if __name__ == '__main__':
13     a = [1,2,3]
14     b1 = increment_pure_function(a)
15     d0 = a == b1
16     b2 = increment_modifier(a)
17     d1 = b1 == b2
18     d2 = a == b1
19     print(d0,d1,d2)
```

Jaké budou hodnoty d0, d1, d2?

(a) `False, True, True`

(b) `False, True, False`

(c) `False, False, False`

Co “hodný” program nedělá?

pure_fn_vs_modifier.py

```
 1  def increment_pure_function(x):
 2      v = []
 3      for item in x:
 4          v.append(item + 1)
 5      return v
 6
 7  def increment_modifier(x):
 8      for i in range(len(x)):
 9          x[i] += 1
10      return x
11
12  if __name__ == '__main__':
13      a = [1,2,3]
14      b1 = increment_pure_function(a)
15      d0 = a == b1
16      b2 = increment_modifier(a)
17      d1 = b1 == b2
18      d2 = a == b1
19      print(d0,d1,d2)
```

(A)

(B)

Co “hodný” program nedělá?

pure_fn_vs_modifier.py

```
 1  def increment_pure_function(x):
 2      v = []
 3      for item in x:
 4          v.append(item + 1)
 5      return v
 6
 7  def increment_modifier(x):
 8      for i in range(len(x)):
 9          x[i] += 1
10      return x
11
12  if __name__ == '__main__':
13      a = [1,2,3]
14      b1 = increment_pure_function(a)
15      d0 = a == b1
16      b2 = increment_modifier(a)
17      d1 = b1 == b2
18      d2 = a == b1
19      print(d0,d1,d2)
```

Špatně rozmyšlený kód!

- Chyby v modifikátorech se obtížněji hledají
- Pokud potřebujeme modifikátor – vhodnější objektově orientovaný přístup
- Modifikátor by neměl vracet data, která upravoval *(existují výjimky)*
- Ryzí funkce pracuje pouze ve vlastním scope a nemění existující data

Kontrolní otázka

```
a = [1,2,3]
b = [4,5,6]
c = a + b
```

Sčítání dvou seznamů:

(a) je modifikátor

(b) je funkce ryzí

(c) vůbec není funkce

Shrnutí

- Oblast platnosti proměnných
- Základní struktura programu
- Funkce a metody – jen názvosloví
- Limity binární reprezentace (`float == float` ...just don't)
- Rozdíl mezi `==` a `is`
- Mělká a hluboká kopie
- Ryzí funkce a modifikátory

Díky za pozornost

Jaká byla dnes rychlost výkladu?

(A) Příště přidejte.
(B) Tak akorát.
(C) Prosím zpomalte.
(D) Ona už přednáška skončila?

Díky za pozornost

Dnešní látka pro vás byla:

- **(A)** Lehká až triviální.
- **(B)** Tak akorát.
- **(C)** Těžká, ztrácel/a jsem se.
- **(D)** ...