Wstęp do programowania

Funkcje

Paweł Daniluk

Wydział Fizyki

Jesień 2014

Funkcje

Funkcje w matematyce

$$f : D \longrightarrow W$$

D – dziedzina
W – zbiór wartości

Funkcja może być wieloargumentowa

$$f : D_1 \times D_2 \times \cdots \times D_n \longrightarrow W$$

Funkcje w Pythonie

```
def f(arg1, arg2, ..., argN):
    compute
    compute
    ...
    compute

    return result
```

Podawanie argumentów

Domyślne wartości argumentów

```
def work(name="Jack"):
    print "All work and no play makes", name, "a dull boy."
```

Jeżeli w wywołaniu funkcji nie zostanie podany argument zostanie użyta domyślna wartość.

```
>>> work("Kevin")
All work and no play makes Kevin a dull boy.
>>> work()
All work and no play makes Jack a dull boy.
>>>
```

Podawanie argumentów c.d.

Argumenty nazwane

```
def parrot(voltage, state='a stiff', action='voom',
        type='Norwegian Blue'):
    print "-- This parrot wouldn't", action,
    print "if you put", voltage, "volts through it."
    print "-- Lovely plumage, the", type
    print "-- It's", state, "!"
```

```
parrot(1000)                    # 1 positional argument
parrot(voltage=1000)            # 1 keyword argument
parrot(voltage=1000000, action='VOOOOOM') # 2 keyword args
parrot(action='VOOOOOM', voltage=1000000) # 2 keyword args
parrot('a million', 'bereft of life', 'jump')
# 3 positional arguments
parrot('a thousand', state='pushing up the daisies')
# 1 positional, 1 keyword
```

Argumenty pozycyjne nie mogą następować po nazwanych.

Podawanie argumentów c.d.

Dowolna liczba argumentów pozycyjnych

```
def fun(*args):
    print args
```

args jest krotką zawierającą wszystkie argumenty pozycyjne.

```
>>> fun()
()
>>> fun('aa')
('aa',)
>>> fun(1,'aa',2,'bb',3,'cc')
(1, 'aa', 2, 'bb', 3, 'cc')
>>> fun(1,par=2)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: fun() got an unexpected keyword argument 'par'
```

Podawanie argumentów c.d.

Dowolna liczba argumentów nazwanych

```
def fun(**kwargs):
    print kwargs
```

kwargs jest słownikiem zawierającym wszystkie argumenty nazwane.

```
>>> fun(a=1,b=2,c=3)
'a': 1, 'c': 3, 'b': 2
>>> fun(1,2)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: fun() takes exactly 0 arguments (2 given)
```

Wszystkie metody specyfikowania argumentów można łączyć

```
def fun(par1, a=0, *args, **kwargs):
    ....
```

Podawanie argumentów c.d.

```
>>> def fun(a,b):
...     print a,b
...
>>> l=range(2)
>>> fun(*l)
0 1
>>> fun(*(range(3)))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: fun() takes exactly 2 arguments (3 given)
>>> d='b':3, 'a':2
>>> fun(**d)
2 3
>>> fun(*d)
a b
>>>
```

Argumenty – przez wartość, czy przez referencję?

Przekazywanie przez wartość

Zmiana wartości argumentu wewnątrz funkcji nie propaguje się na zewnątrz.

Przekazywanie przez referencję

Zmiana wartości argumentu wewnątrz funkcji powoduje zmianę wartości zmiennej podanej jako argument.

Argumenty – przez wartość, czy przez referencję? c.d.

Przykład (język E)

```
def modify(var p, &q) {
    p := 27 # passed by value - only the local parameter is modified
    q := 27 # passed by reference - variable used in call is modified
}

? var a := 1
# value: 1
? var b := 2
# value: 2
? modify(a,&b)
? a
# value: 1
? b
# value: 27
```

Argumenty – przez wartość, czy przez referencję?

Przykład (Python)

```
>>> def f(l):
...     l.append(1)
...
>>> m = []
>>> f(m)
>>> print m
[1]
>>> def f(l):
...     l += [1]
...
>>> m = []
>>> f(m)
>>> print m
[1]
>>> def f(l):
...     l = l + [1]
...
>>> m = []
>>> f(m)
>>> print m
```

Zwracana wartość

Instrukcja `return result` powoduje natychmiastowe wyjście z funkcji. Funkcja zwraca wartość `result`.

Aby zwrócić wiele wartości na raz, trzeba zwrócić krotkę. Można korzystać z pakowania/rozpakowywania krotek.

Przykład

```
>>> def f():
...     return 1,2,3
...
>>> f()
(1, 2, 3)
>>> a,b,c=f()
```

Funkcje mogą wywoływać kolejne funkcje

```
def f():
    print "Jestem␣f."

def g():
    f()
    print "Jestem␣g."
```

...albo siebie same

```
def f():
    f()
    print "Jestem␣f."
```

Po co?

Dlaczego?

- możliwość wielokrotnego użytku
- ukrycie szczegółów implementacji
- modularyzacja

Po co?

Zastosowania

- wykonanie pewnej operacji (np. We/wy)

```
for i in range(10):
    wypisz_wiersz(i)
```

Po co?

Zastosowania

- wykonanie pewnej operacji (np. We/wy)

```
for i in range(10):
    wypisz_wiersz(i)
```

- w wyrażeniach

```
l_komb = silnia(n) / (silnia(k) * silnia(n - k))
```

Po co?

Zastosowania

- wykonanie pewnej operacji (np. We/wy)

```
for i in range(10):
    wypisz_wiersz(i)
```

- w wyrażeniach

```
l_komb = silnia(n) / (silnia(k) * silnia(n - k))
```

- modyfikacja argumentów lub stanu programu

```
histogram = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]

def dodaj_do_hist(histogram, liczba):
    bin = liczba / 10
    histogram[bin] += 1

for i in range(1000):
    liczba = random.randint(0, 99)
    dodaj_do_hist(histogram, liczba)
```

Przydatne techniki

- Funkcje "ad-hoc"

```
def tabliczka_mnozenia(n, m):
    def wypisz(a, b):
        print a, '*', b, '=', a * b

    for i in range(n):
        for j in range(m):
            wypisz(i, j)
```

Przydatne techniki

- Funkcje "ad-hoc"

```
def tabliczka_mnozenia(n, m):
    def wypisz(a, b):
        print a, '*', b, '=', a * b

    for i in range(n):
        for j in range(m):
            wypisz(i, j)
```

- Opakowania

```
def skomplikowana_funkcja(a, b, par1, par2, par3):
    ......

def prosta_funkcja(a, b):
    return skomplikowana_funkcja(a, b, 1, 2, 3)
```

Przydatne techniki c.d.

- Przyrostowe budowanie wyniku

```
def losuj_pierwsze(ile):
    res = []
    n = 0

    while n < ile:
        l = random.randint(0, 1000)
        if czy_pierwsza(l):
            res.append(l)
            n += 1

    return res
```

Przydatne techniki c.d.

- Opuszczanie fukcji przed czasem

```
def filtr(arg):
    if nor c1(arg):
        return False
    if not c2(arg):
        return False

    return True
```

Rekurencja

Recursion

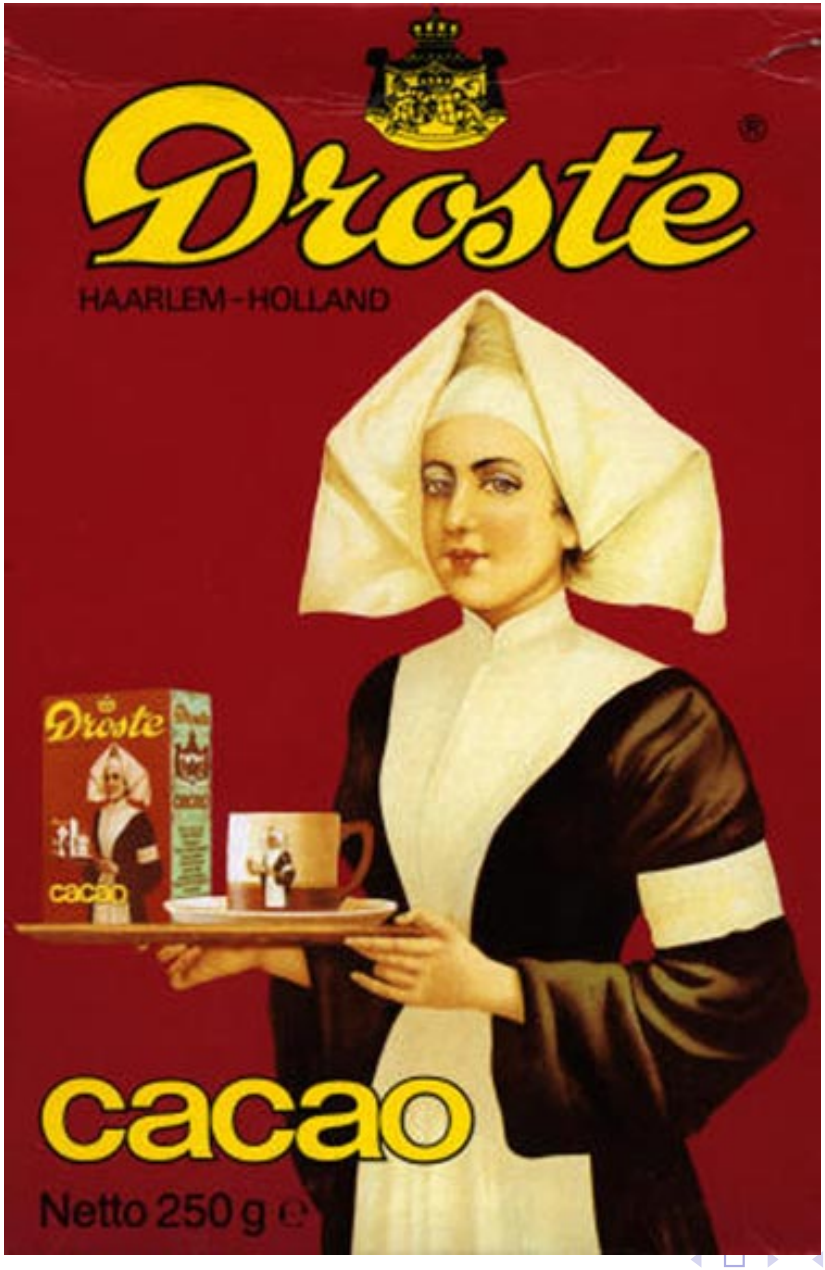
See “Recursion”.

Rekurencja

Recursion

If you still don't get it, see "Recursion".

Efekt Droste



Silnia

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot n$$

$$silnia(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ silnia(i-1) \cdot i & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Silnia

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot n$$

$$silnia(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ silnia(i-1) \cdot i & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Rozwiązanie rekurencyjne

```
def silnia(n):
    if n == 1:
        return 1
    else:
        return silnia(n - 1) * n
```

Silnia c.d.

Rozwiązanie rekurencyjne

```
def silnia(n):
    if n == 1:
        return 1
    else:
        return silnia(n - 1) * n
```

Rozwiązanie iteracyjne

```
def silnia(n):
    res = 1
    for i in range(1, n + 1):
        res *= i

    return res
```

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie "dziel i zwyciężaj"

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie "dziel i zwyciężaj"

Wady rekurencji

- wywołanie funkcji jest drogie w językach preferujących konstrukcje iteracyjne
- może łatwo nastąpić przepełnienie

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie "dziel i zwyciężaj"

Wady rekurencji

- wywołanie funkcji jest drogie w językach preferujących konstrukcje iteracyjne
- może łatwo nastąpić przepełnienie

Iteracja i rekurencja są wzajemnie równoważne.

Uwagi c.d.

Sensowne zastosowania

- Quicksort
- obchodzenie drzew (grafów)
- wieże Hanoi (ćw.)
- algorytmy "dziel i zwyciężaj"

Uwagi c.d.

Sensowne zastosowania

- Quicksort
- obchodzenie drzew (grafów)
- wieże Hanoi (ćw.)
- algorytmy "dziel i zwyciężaj"

Istnieją również rekurencyjne struktury danych (np. listy, drzewa).

Projektowanie – dwie strategie

Top-down

Problem jest rozbijany na podproblemy, które można rozwiązać niezależnie. Podproblemy są dalej sukcesywnie dzielone do poziomu łatwo implementowalnych funkcji.

Bottom-up

Najpierw definiowane są podstawowe elementy, następnie składane są z nich coraz większe komponenty.

Projektowanie – dwie strategie c.d.

Top-down

- Brakujące elementy całości trzeba tymczasowo uzupełnić przed uruchomieniem.
- W naturalny sposób przechodzi od ogólnego zarysu do szczegółowych rozwiązań.
- Wymaga kompletnego projektu.
- Ułatwia delegowanie zadań i programowanie zespołowe.
- Pozwala poprawnie zaprojektować system od podstaw.

Bottom-up

- Szybko uzyskuje się fragmenty, które można testować.
- Trzeba z góry przewidzieć jakie komponenty są niezbędne.
- Można rozpocząć kodowanie bez ostatecznej koncepcji.
- Zwiększa prawdopodobieństwo, że bloki funkcjonalne będą uniwersalne.
- Pozwala rozwijać istniejący program.

Przykłady

Top-down

1. Wczytaj dane
2. Przetwórz
    1. Sprawdź poprawność danych
    2. Wykonaj obliczenie
3. Zapisz wynik

Przykłady

Bottom-up

1. Proste operacje (np. jakaś algebra - dodawanie wektorów, iloczyn skalarny)
2. Operacje na podzbiorach dziedziny (mnożenie wektora przez macierz, mnożenie macierzy, wyznacznik)
3. Bardziej złożone operacje (rozkłady macierzy)
4. Program rozwiązujący równania liniowe

Zasięgi

Każda funkcja ma własny zestaw zmiennych, które nie są widoczne poza nią. Fragment programu, w którym dana zmienna jest widoczna nazywa się jej zasięgiem (ang. scope). Zasięgi zmiennych (w Pythonie) determinowane są leksykalnie (według zawierania się funkcji).

Zasięgi c.d.

Przykład

```
a = 'global'

def f():
    a = 'f'
    print a    # f

    def g():
        a = 'g'
        print a    # g

    g()
    print a    # f

print a    # global
f()
print a    # global
```

Wynik

```
global
f
g
f
global
```

Zasięgi c.d.

Jeżeli zmienna nie występuje lokalnie w funkcji, ale występuje w zawierającym ją zasięgu, można podejrzeć jej wartość.

Przykład

```
glob_a = 'global'

def f():
    f_a = 'f'

    def g():
        g_a = 'g'
        print glob_a, f_a, g_a
# global f g

    g()
    print glob_a, f_a    # global f

f()
print glob_a    # global
```

Wynik

```
global f g
global f
global
```

Zasięgi c.d.

Jeżeli zmienna nie występuje lokalnie w funkcji ani w zawierającym ją zasięgu, następuje błąd.

Przykład

```
glob_a = 'global'

def f():
    print glob_a, f_a    # global f

f()
print glob_a    # global
```

Wynik

```
global
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in f
NameError: global name 'f_a' is not defined
```

Zasięgi c.d.

Jeżeli dostęp do zmiennej jest tworzonej lokalnie poprzedza pierwsze przypisanie, następuje błąd, nawet jeżeli zmienna o tej nazwie występuje w otaczającym zasięgu.

Przykład

```
a = 'global'

def f():
    print a
    a = 'f'
    print a

f()
```

Wynik

```
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in f
UnboundLocalError: local variable 'a' referenced before assignme
```

Zasięgi c.d.

Jest możliwy dostęp i przypisywanie wartości na zmienne występujące w zasięgu globalnym.

Przykład

```
a = 'global'
def f():
    a = 'f'
    def g():
        global a
        print a     # global
        a = 'g'
        print a     # g

    g()
    print a     # 'f'

print a     # global
f()
print a     # g
```

Wynik

```
global
global
g
f
g
```

Zasięgi - podsumowanie

- Program ma zestaw zmiennych globalnych.
- Każda funkcja ma swój zestaw zmiennych lokalnych.
- W funkcji zagnieżdżonej w innej funkcji może czytać zmienne lokalne funkcji, w których jest zagnieżdżona (o ile nie są one przesłonięte przez zmienne o tej samej nazwie).
- W funkcji można dokonywać przypisań wyłącznie na zmienne lokalne lub globalne (przy użyciu instrukcji global).

Funkcje jako wartości

W Pythonie funkcje są traktowane jak wartości...

```
>>> f()
par: default
>>> f('aa')
par: aa
>>>
>>> g=f
>>> g()
par: default
>>> g('bb')
par: bb
>>> g
<function f at 0x10e5dc410>
>>> f
<function f at 0x10e5dc410>
>>> g
<function f at 0x10e5dc410>
>>> del f
>>> g()
par: default
```

Funkcje jako wartości c.d.

... i mogą być argumentami innych funkcji.

```
>>> def h(n, fun):
...     for i in range(n):
...         fun(i)
...
>>> h(5,f)
par: 0
par: 1
par: 2
par: 3
par: 4
>>>
```

Przykładowe zastosowania

- aplikowanie operacji do elementów sekwencji
- kryterium porównujące w sortowaniu

Zadanie 1

Zaimplementuj funkcję obliczającą k-tą liczbę Fibonacciego.

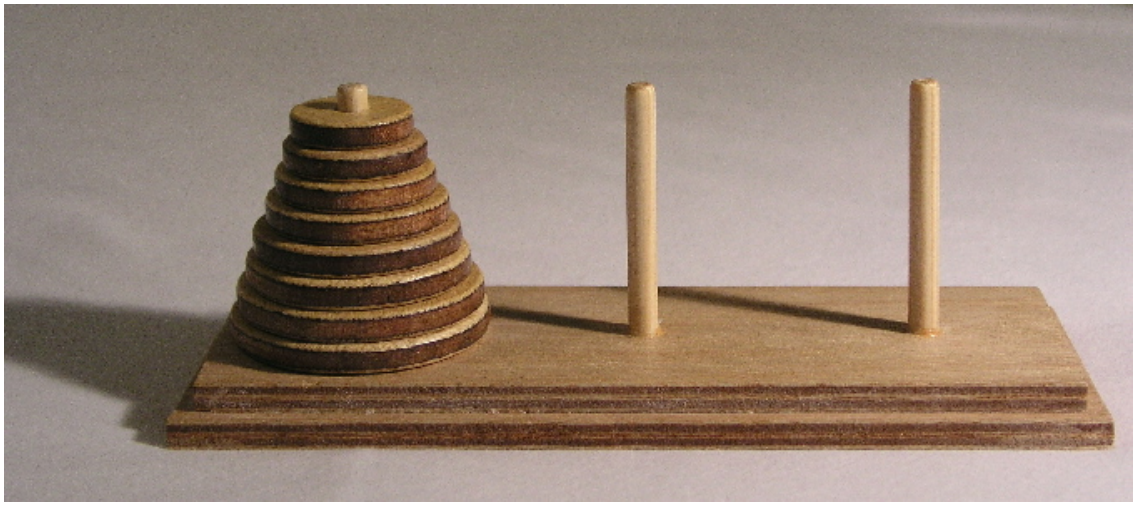
Zadanie 2

Napisz program losujący k liczb Fibonacciego nie większych od n.

Zadanie 3

Zadanie

Zaimplementuj algorytm rozwiązujący problem przenoszenia n krążków z pierwszego kołka na trzeci zgodnie z regułami.



Zadanie 4

Zaimplementuj sortowanie według zadanego porządku.

Zadanie 5

Zaimplementuj sortowanie według zadanego porządku algorytmem Quicksort.

Strona wykładu

http://bioexploratorium.pl/wiki/Wstęp_do_programowania_
_2014z