Programování: základní konstrukce

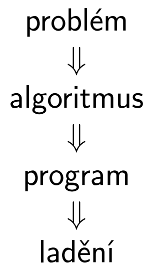
IB111 Úvod do programování skrze Python

2013

Rozcvička

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Základní přístup



Poznámka o ladění

- laděním se nebudeme v tomto kurzu explicitně příliš zabývat
- to ale neznamená, že není důležité…

Ladění je dvakrát tak náročné, jak psaní vlastního kódu. Takže pokud napíšete program tak chytře, jak jen umíte, nebudete schopni jej odladit. (Brian W. Kernighan)

Základní konstrukce

- proměnné, operace
- řízení toku výpočtu:
  - podmiňovací příkaz (if-else)
  - cykly (for, while)
- funkce

O přednášce

- důraz na princip použití (k čemu to je), ilustrace použití, přemýšlení o problému
- ilustrace na příkladech
- syntax (zápis) jen zběžně, zdaleka ne vše z jazyka Python
- syntax je však potřeba také umět!
    - cvičení
    - samostudium, např. `howto.py.cz`

Příklad

Problém: vypočítat výšku mostu na základě času pádu koule

vstup: čas
výstup: výška

```
t = input()
h = 0.5 * 10 * t * t
print h
```

Proměnné

- udržují hodnotu
- udržovaná hodnota se může měnit – proto *proměnné*
- typy:
  - číselné: int, float, ...
  - řetězec (string)
  - seznam (pole)
  - slovník
  - ...

Výrazy a operace

- výrazy: kombinace proměnných a konstant pomocí operátorů
- operace:
  - aritmetické: sčítání, násobení, ...
  - logické: and, or, not, ...
  - zřetězení řetězců
  - ...
- preference operátorů, pořadí vyhodnocování

Proměnné a výrazy: příklady

```
x = 13
y = x % 4     #  dělení se zbytkem
y = y + 1
y += 1

a = (x==3) and (y==2)
b = a or not a

s = "petr"
t = "klic"
u = s + t

z = x + s     # chyba: nelze sčítat int a string
```

Zápis v Pythonu

- přiřazení =
- test na rovnost ==
- většina operací „intuitivní“: +, -, *, /, and, or, ...
- umocňování: **
- dělení se zbytkem: %
- zkrácený zápis: „y += 5“ znamená „y = y + 5“

Typy v Pythonu

- „deklarace“ proměnné: první přiřazení hodnoty
- dynamické implicitní typování
  - typ se určuje automaticky
  - typ proměnné se může měnit
  - rozdíl oproti statickému explicitnímu typování (většina kompilovaných jazyků jako C, Pascal): `int x;`
- zjištění typu: funkce `type`

Explicitní přetypování, dělení

- explicitní přetypování (`x = float(3)`)
- významné např. při dělení
  - 3 / 2 = 1
  - float(3) / 2 = 1.5
  - 3.0 / 2 = 1.5

Pořadí vyhodnocování

```
3 + 2**3 < 15 or "pes" == "kos"
```

- pořadí vyhodnocování vesměs intuitivní
- pokud na pochybách:
  - konzultujte dokumentaci
  - závorkujte
- zkrácené vyhodnocování: `1+1 == 2 or x == 3`

Operace, pořadí vyhodnocování

<table>
<tr><th>Operator</th><th>Description</th></tr>
<tr><td>lambda</td><td>Lambda expression</td></tr>
<tr><td>if – else</td><td>Conditional expression</td></tr>
<tr><td>or</td><td>Boolean OR</td></tr>
<tr><td>and</td><td>Boolean AND</td></tr>
<tr><td>not X</td><td>Boolean NOT</td></tr>
<tr><td>in, not in, is, is not, <, <=, >, >=, <>, !=, ==</td><td>Comparisons, including membership tests and identity tests,</td></tr>
<tr><td>|</td><td>Bitwise OR</td></tr>
<tr><td>^</td><td>Bitwise XOR</td></tr>
<tr><td>&</td><td>Bitwise AND</td></tr>
<tr><td><<, >></td><td>Shifts</td></tr>
<tr><td>+, -</td><td>Addition and subtraction</td></tr>
<tr><td>*, /, //, %</td><td>Multiplication, division, remainder [8]</td></tr>
<tr><td>+x, -x, ~x</td><td>Positive, negative, bitwise NOT</td></tr>
<tr><td>**</td><td>Exponentiation [9]</td></tr>
<tr><td>x[index], x[index:index], x(arguments...), x.attribute</td><td>Subscription, slicing, call, attribute reference</td></tr>
<tr><td>(expressions...), [expressions...], {key:datum...}, `expressions...`</td><td>Binding or tuple display, list display, dictionary display, string conversion</td></tr>
</table>

Proměnné a paměť

x [1] x = x + 1 x [2]

x → [1] x = x + 1 x → [2] [1]

Výstup

- základní výpis: `print x`
- bez odřádkování: `print x,`
- další možnosti: `sys.write`, `.format`, `.rjust` ...
- (rozdíl oproti Python 3)

Podmínky: příklad

Příklad: počítání vstupného

vstup: věk
výstup: cena vstupenky

```
vek = input()
if vek < 18:
    cena = 50
else:
    cena = 100
print cena
```

Podmíněný příkaz

```
if <podmínka>: příkaz1
else: příkaz2
```

- podle toho, zda platí podmínka, se provede jedna z větví
- podmínka – typicky výraz nad proměnnými
- else větev nepovinná
- vícenásobné větvení: if - elif - . . . - else
  (switch v jiných jazycích)

Blok kódu

- co když chci provést v podmíněné větvi více příkazů?
- blok kódu
  - Python: vyznačeno odsazením
  - jiné jazyky: složené závorky { }, begin-end

Podmíněný příkaz: příklad

```
if x < 0:
    x = 0
    print 'Zaporne vynulovano'
elif x == 0:
    print 'Nula'
elif x == 1:
    print 'Jedna'
else:
    y = x * x
    print 'Moc'
```

Cykly: příklady

- vstupné za celou rodinu
- výpis posloupnosti čísel
- výpočet faktoriálu
- převod čísla na binární zápis

Cyklus

- opakované provádění sekvence příkazů
- známý počet opakování cyklu:
  - příkaz `for`
- neznámý počet opakování cyklu:
  - příkaz `while`
  - opakuj dokud není splněna podmínka

For, range

```
for x in range(n):
    příkazy
```

- provede příkazy pro všechny hodnoty `x` ze zadaného intervalu
- `range(a, b)` – interval od `a` do `b-1`
- `range(n)` – interval od `0` do `n-1` (tj. `n` opakování)
- `for/range` lze použít i obecněji (nejen intervaly) – viz později/samostudium

Faktoriál pomocí for cyklu

- Co to faktoriál? K čemu se používá?
- Kolik je „`5!`“?
- Jak vypočítat „`n!`“ (`n` je vstup od uživatele)?

Faktoriál pomocí for cyklu

```
n = input()
f = 1

for i in range(1,n+1):
    f = f * i

print f
```

První posloupnost z úvodní přednášky

1 0 0 2 8 22 52 114 240 494

```
for i in range(n):
     print 2**i - 2*i,
```

Zanořování

- řídicí struktury můžeme zanořovat, např.:
  - podmínka uvnitř cyklu
  - cyklus uvnitř cyklu
  - ...
- libovolný počet zanoření (ale ...)

Rozcvička

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Rozcvička programem

```
n = 10
soucet = 0

for i in range(1,n+1):
    for j in range(n):
        print i+j,
        soucet += i+j
    print

print "Soucet je", soucet
```

Rozcvička programem – hezčí formátování

```
for i in range(1,n+1):
    for j in range(n):
        print str(i+j).rjust(2),
    print
```

While cyklus

```
while <podmínka>:
    příkazy
```

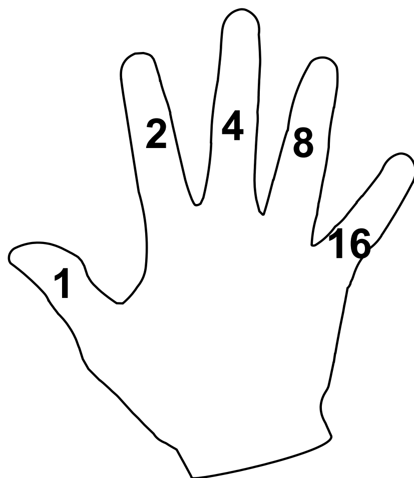
- provádí `příkazy` dokud platí podmínka
- může se stát:
  - neprovede `příkazy` ani jednou
  - provádí `příkazy` do nekonečna (nikdy neskončí) – to většinou znamená chybu v programu
- napište výpočet faktoriálu pomocí while cyklu

Faktoriál pomocí while cyklu

```
n = input()
f = 1
while n > 0:
    f = f * n
    n = n - 1

print f
```

Binární soustava: počítání na prstech



http://www.khanacademy.org/math/vi-hart/v/binary-hand-dance

Příklad: převod na binární zápis

Problém: převodník z desítkové na binární soustavu
vstup: číslo v desítkové soustavě
výstup: číslo v binární soustavě

- Jak převedeme „22“ na binární zápis?
- Jak převedeme obecné číslo na binární zápis?

Převod na binární zápis

```
n = input()
vystup = ""
while n > 0:
    if n % 2 == 0:
        vystup = "0" + vystup
    else:
        vystup = "1" + vystup
    n = n / 2
print vystup
```

Převod na binární zápis – průběh výpočtu

```
n =  22     vystup =
n =  11     vystup =  0
n =  5      vystup =  10
n =  2      vystup =  110
n =  1      vystup =  0110
n =  0      vystup =  10110
```

Funkce

Programy nepíšeme jako jeden dlouhý „štrúdl“, ale dělíme je do funkcí.

Proč?

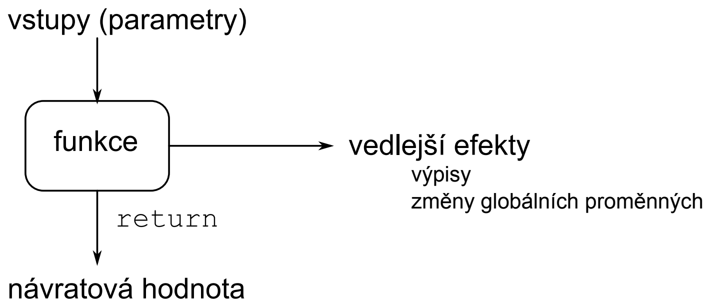
Funkce

Programy nepíšeme jako jeden dlouhý „štrúdl“, ale dělíme je do funkcí.

Proč?

- opakované provádění stejného (velmi podobného) kódu na různých místech algoritmu
- modularita (viz Lego kostky), znovupoužitelnost
- snazší uvažování o problému, dělba práce

Funkce



Funkce

- vstup: parametry funkce
- výstup: návratová hodnota
- proměnné v rámci funkce:
  - lokální: dosažitelné pouze v rámci funkce
  - globální: dosažitelné všude, minimalizovat použití

Funkce pro převod na binární zápis

```
def binarni_zapis(n):
    vystup = ""
    while n > 0:
        if n % 2 == 0:
            vystup = "0" + vystup
        else:
            vystup = "1" + vystup
        n = n / 2
    return vystup
```

Vnořené volání funkcí

- funkce mohou volat další funkce
- po dokončení vnořené funkce se interpret vrací a pokračuje
- rekurze: volání sebe sama, cyklické volání funkcí (podrobněji později)

Vnořené volání: jednoduchý příklad

```
def info_o_sudosti(cislo):
    print "Cislo", cislo,
    if cislo % 2 == 0:
        print "je sude"
    else:
        print "je liche"

def pokusy_se_sudosti(a, b):
    print "Prvni cislo", a
    info_o_sudosti(a)
    print "Druhe cislo", b
    info_o_sudosti(b)
    print "Konec"

pokusy_se_sudosti(3, 18)
```

Vnořené volání – ilustrace

```
pokusy_se_sudosti(3,18)
```

```
def pokusy_se_sudosti(a, b):
    print "Prvni cislo", a
    info_o_sudosti(a)
    print "Druhe cislo", b
    info_o_sudosti(b)
    print "Konec"
```

```
def info_o_sudosti(cislo):
    print "Cislo", cislo,
    if cislo % 2 == 0:
        print "je sude"
    else:
        print "je liche"
```

Rozcvička programem II

Experimentální otestování hypotézy o třetí mocnině

```
def tabulka_soucet(n):
    soucet = 0
    for i in range(1,n+1):
        for j in range(n):
            soucet += i+j
    return soucet

def vypis_souctu(kolik):
    for n in range(1, kolik+1):
        print n, n**3, tabulka_soucet(n)
```

Druhá posloupnost z úvodní přednášky

0 1 1 2 1 2 2 3 1 2 2 3 2 3 3 4 1 2 2 3 2 3 3 4 2 3 3 4 3 4 ...

Druhá posloupnost z úvodní přednášky

`0 1 1 2 1 2 2 3 1 2 2 3 2 3 3 4 1 2 2 3 2 3 3 4 2 3 3 4 3 4 ...`

Počet jedniček v bitovém zápisu.

Jak vypsat programem?

Druhá posloupnost z úvodní přednášky

```
def pocet_jednicek(n):
    pocet = 0
    while n > 0:
        if n % 2 == 1: pocet += 1
        n = n / 2
    return pocet

def posloupnost2(n):
    for i in range(n):
        print pocet_jednicek(i),
```

Funkce: Python speciality

```
def test(x, y = 3):
    print "X =", x
    print "Y =", y
```

- defaultní hodnoty proměnných
- volání pomocí jmen proměnných
- `test` můžeme volat např.:
  - `test(2,8)`
  - `test(1)`
  - `test(y=5, x=4)`
- (dále též libovolný počet argumentů a další speciality)

Programátorská kultura

- psát smysluplné komentáře, dokumentační řetězce (viz později)
- dávat proměnným a funkcím smysluplná jména
- funkce by měly být krátké:
  - max na jednu obrazovku
  - jen pár úrovní zanoření
- příliš dlouhá funkce – rozdělit na menší
- neopakovat se, nepoužívat „cut&paste kód“

Další důležité programátorské konstrukce

- složitější datové typy (seznamy, řetězce), objekty
- vstup/výstup (input/output, IO):
  - standardní IO
  - soubory
- dělení projektu do více souborů (packages), použití knihoven

viz další přednášky, cvičení, samostudium

Příklad: výpis šachovnice

```
# . # . # . # .
. # . # . # . #
# . # . # . # .
. # . # . # . #
# . # . # . # .
. # . # . # . #
# . # . # . # .
. # . # . # . #
```

Nevhodné řešení

```
def sachovnice(n):
    for i in range(n):
        if (i % 2 == 0): sudy_radek(n)
        else: lichy_radek(n)

def sudy_radek(n):
    for j in range(n):
        if (j % 2 == 0): print "#",
        else: print ".",
    print

def lichy_radek(n):
    for j in range(n):
        if (j % 2 == 1): print "#",
        else: print ".",
    print
```

Lepší řešení

```
def sachovnice(n):
    for i in range(n):
        radek(n, i % 2)

def radek(n, parita):
    for j in range(n):
        if (j % 2 == parita): print "#",
        else: print ".",
    print
```

Jiný zápis

```
def sachovnice(n):
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            if ((i+j) % 2 == 0):
                print "#",
            else:
                print ".",
        print
```

Příklad: Hádanka hlavy a nohy

Farmář chová prasata a slepice. Celkem je na dvoře 20 hlav a 56 noh. Kolik má slepic a kolik prasat?

- jak vyřešit pro konkrétní zadání?
- jak vyřešit pro obecné zadání (H hlav a N noh)?
- co když farmář chová ještě osminohé pavouky?

Hlavy, nohy: řešení

dva možné přístupy:

1. „inteligentně“: řešení systému lineárních rovnic
2. „hrubou silou“:
   - „vyzkoušej všechny možnosti“
   - cyklus přes všechny možné počty prasat

Hlavy, nohy: program

```
def hledej_reseni(hlavy, nohy):
  for prasata in range(0, hlavy+1):
      slepice = hlavy - prasata
      if prasata * 4 + slepice * 2 == nohy:
          print "prasata =", prasata,\
                "slepice =", slepice
```

Jak bych musel program změnit, kdybych řešil úlohu i s pavouky?

Ukázka nevhodného programu: ciferný součet

```
if n % 10 == 0:
        f = 0 + f
  elif n % 10 == 1:
        f = 1 + f
  elif n % 10 == 2:
        f = 2 + f
  elif n % 10 == 3:
        f = 3 + f
  elif n % 10 == 4:
        f = 4 + f
  ...
```

Ukázka nevhodného programu: čtverec

```
def ctverec(n):
    for i in range(1, n):
        print "*" * i
        if i == n-1:
            p = 1
            while n+1 > p:
                print "*" * n
                n = n - 1
```