

Cykly.

Cyklus for. Cyklus while. Break. Continue.

Tomáš Bayer | bayertom@fsv.cvut.cz

Katedra geomatiky, fakulta stavební ČVUT.

Obsah přednášky

- 1 Cykly
- 2 Cyklus while
- 3 Cyklus for
- 4 Příkaz range()
- 5 Příkaz break()
- 6 Příkaz continue()
- 7 Závěr

1. Příkazy pro opakování

Příkazy pro opakování nazývány iteračními příkazy.
Umožňují provádět příkaz/blok za splnění podmínky.

V praxi nejčastěji realizovány prostřednictvím cyklů.
Vykytují se ve většině programovacích jazycích.

Alternativou k cyklům rekurze.

Řídící podmínka cyklu:

Představována booleovským výrazem.
Vyhodnocení: hodnota `true` nebo `false`.

Opakování prováděno v těle cyklu (blok, příkaz).

Dle vstupní podmínky cykly děleny:

- s předem neznámým počtem opakování: `while`,
- s předem známým počtem opakování: `for`, `for-each`,
- s neznámým počtem opakování, alespoň 1x proběhne: `do while`.

2. Cyklus while

Používán, pokud počet opakování není předem znám.
Vyhodnocení řídicí podmínky *před* průchodem cyklu.

Pokud nesplněna, tělo cyklu neproběhne.

Dokud splněna, opakovaně prováděno tělo cyklu.

```
while vyraz:           # Řidici podmínka cyklu
    telo cyklu         # Pokud řidici podmínka true
else:
    telo podminky      # Řidici podmínka false
```

V Pythonu specifická syntaxe, blok `else:` pokud řídicí podmínka `false`.
Ve většině jazyků podobná konstrukce chybí.

Vnořený cyklus:

V těle cyklu další cyklus

```
while vyraz:           # Řidici podmínka cyklu
    while vyraz:
        telo cyklu
```

Nekonečný cyklus:

V těle cyklu nutno modifikovat řídicí proměnnou, jinak nekonečný cyklus.
Pozor na tautologie a kontradikce!

3. Ukázka cyklu while: faktoriál

Definice faktoriálu

$$n! = \begin{cases} n(n-1)!, & \text{pro } n > 1, \\ 1, & \text{pro } n = 1. \end{cases}$$

Ukázka řešení v jazyce Python:

```
n = 10          #Initialize n
f = 1           #Initialize factorial
while n > 1:     #Repeat, while n > 1
    f *= n       #Actualize factorial
    n -= 1       #Decrement n
print(f);        #Print result, factorial.

>>> 3628800
```

4. Cyklus for

Používán, pokud je znám počet opakování.

Vyhodnocení řídicí podmínky před každým provedením těla cyklu.

Tělo cyklu prováděno, dokud je podmínka pravdivá.

Pokud není pravdivá, skok do `else` bloku.

Syntaxe v Pythonu odlišná od jiných programovacích jazyků (`foreach` cyklus)

```
for prvek in iterovatelný objekt:
    telo_cyklu
else:
    telo podmínky
```

Iterace přímo nad prvky datových struktur `[]`, `{}`, `()` či s využitím jejich indexu (příkaz `range()`).

Iterovatelný objekt:

Objekt (dynamická datová struktura), můžeme přistupovat k jeho prvkům.

Sekvenční procházení jeho prvků, přímý přístup.

Alternativně lze použít index prvku (většinou levostranný).

Vnořený cyklus:

V těle cyklu další cyklus

```
for prvek in in iterovatelný objekt:                # Řidici podmínka cyklu
    for prvek in in iterovatelný objekt:
        telo cyklu
```

5*. For v jiných programovacích jazycích

V jazycích C/C++/Java/C# trochu jiná funkcionality.
Chybí else blok.

Obečná syntaxe:

```
for (inicializacni_vyraz; testovaci_vyraz; zmenovy_vyraz)
{
    telo_cyklu
}
```

Inicializační výraz:

Je vykonán 1x před vyhodnocením testovacího výrazu

Testovací výraz:

Určuje, zda se má provést tělo cyklu.

Prováděno, dokud hodnota testovacího výrazu true.

Změnový výraz:

Vyhodnocen na konci cyklu po vykonání těla cyklu.

Použit pro změnu hodnoty testovacího výrazu.

Ukázka:

```
for (int i = 0; i < n; i++)
```

6. Ukázka cyklu for: hledání maxima, minima

Vstup $X = \{x_i\}_{i=1}^n$.

Hledáme

$$\underline{x} = \min_{x_i \in X}(x_i), \quad \bar{x} = \max_{x_i \in X}(x_i).$$

Inicializace odhadů $\underline{x} = x_1$, $\bar{x} = x_1$ prvním prvkem, alternativně $\underline{x} = \infty$, $\bar{x} = -\infty$.

Postupné porovnání \underline{x} , \bar{x} s x_i

$$\underline{x} = \min(\underline{x}, x_i), \quad \bar{x} = \max(\bar{x}, x_i).$$

Pro průchodu celou posloupností

$$\underline{x} = \underline{x}, \quad \bar{x} = \bar{x}.$$

Ukázka řešení v jazyce Python:

```
X = [10, -27, 3, 48, 0, 95]
xmin = X[0]
xmax = X[0]
for x in X:
    if x < xmin:
        xmin = x
    if x > xmax:
        xmax = x
print(xmax)
print(xmin)
>>> 95,
>>> -27
```

```
#Create list
#Initialize minimum
#Initialize maximum
#Repeat for  $\forall x \in X$ 
#Compare current x to xmin
#Actualize xmin
#Compare current x to xmax
#Actualize xmax
#Print results
```


7. Ukázka cyklu for: bankomat

Vstup: částka c , $c \in \mathbb{N}$.

Výstup: vyplacení co nejmenším počtem bankovek.

$$B = \{100, 200, 500, 1000, 2000, 5000\}.$$

Použití celočíselného dělení $//$ a operace (mod) .

Počet bankovek

$$n = c // b.$$

Zbytek částky k vyplacení

$$c \equiv c \pmod{b} = c - nb.$$

Postupně opakujeme poslední dva kroky.

Ukázka řešení v jazyce Python:

```
B=[5000,2000,1000,500,200,100]
c = int(input("Zadej castku: "))
for b in B:
    n = c // b
    c = c%b
    if c > 0:
        print(str(n) + " x " + str(b))
.
>>> Zadej castku: 2300
>>> 1 x 2000
>>> 1 x 200
>>> 1 x 100
```

#Opakuj pro kazdou bankovku/minci
#Urci pocet bankovek
#Zbytkova castka: c = c - n * b
#Pokud jeste neco zbyva
#Vytiskni pocet bankovek

8*. List/Set/Dir Comprehension

Využití `for` při konstrukci nových dynamických struktur z existujících.
Speciální (úspornější) notace, umožňuje efektivní konstrukci.
Změnový výraz představuje libovolný Pythonovský výraz.

List Comprehension:

Vytvoření nového seznamu z existujícího (nemění se).

```
L = [1, 2, 3, 4, 5]
L2 = [10 * l for l in L]
>>> [10, 20, 30, 40, 50]
```

Set Comprehension:

Vytvoření nového setu z existujícího.

```
S = {1, 2, 3, 4, 5}
S2 = {10 * s for s in S}
>>> {10, 20, 30, 40, 50}
```

Directory Comprehension:

Vytvoření nového seznamu z původního.
Lze modifikovat `key` i `value`.

```
D = {'a':1, 'b':2, 'c':3, 'd':4, 'e':5}
D2 = {key:10 * value for key, value in D.items()}
>>> {'a': 10, 'b': 20, 'c': 30, 'd': 40, 'e': 50}
```

9. Příkaz range()

Vytváří celočíselnou aritmetickou posloupnost $\{a_k\}$

$$a_k = a_1 + (k - 1)d, \quad d \in \mathbb{N}, k \in \mathbb{N},$$

d je difference posloupnosti.

$$\text{range}(a_1, a_n, d); \quad a_k < a_n < a_{k+1}.$$

Parametry a_1 a d nepovinné, implicitní hodnoty $a_1 = 0$, $d = 1$.

Ukázka:

```
X=range(1, 20, 2)
for x in X:
    print(x)
>>> 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
```

Často kombinován s cyklem for, tvorba celočíselného indexu:

```
range( $i_1$ ,  $i_n$ , 1);
```

Generuje aritmetickou posloupnost indexů

$$\{i_1, i_1 + 1, \dots, i_n - 1\}.$$

Příklady použití:

```
for i in range(max):          #Prvky 0, 1, 2, ..., max-1
    pass;
for i in range(min, max):     #Prvky min, min+1, min+1, ..., max-1
    pass;
```

10. Použití range a for

Kombinace for a range: přístup k prvkům s využitím indexu.
Vygenerujeme aritmetickou posloupnost

$$i \in \langle 0, n - 1 \rangle, \quad d = 1.$$

Její prvky používány jako index.

Zpravidla indexujeme ve směru z leva do prava.

```
for i in range(len(X)):  
    X[i]
```

#Přístup indexem

Ve většině programovacích jazyků běžnější.

Z hlediska rychlosti přístupu stejné.

Hledání maxima/minima, varianta s indexem.

Ukázka řešení v jazyce Python:

```
X = [10, -27, 3, 48, 0, 95]  
xmin = X[0]  
xmax = X[0]  
for i in range(len(X)):  
    if X[i] < xmin:  
        xmin = X[i]  
    if X[i] > xmax:  
        xmax = X[i]  
print(xmax)  
print(xmin)
```

```
#Create list  
#Initialize minimum  
#Initialize maximum  
#Repeat for  $\forall x_i \in X$   
#Compare X[i] to xmin  
#Actualize xmin  
#Compare X[i] to xmax  
#Actualize xmax  
#Print results
```

11. Příkaz break()

Okamžité (předčasné) ukončení provádění těla cyklu.
Provedeno, pokud podmínka vyhodnocena jako pravdivá.

```
if vyraz:  
    break;
```

Pokračování prvním příkazem následujícím za cyklem.
U vnořeného cyklu skok o 1 úroveň výše.

Používán, pokud byla splněna nějaká, a není třeba pokračovat.
Tuto podmínku nelze otestovat před průchodem těla cyklu.

Příklad: nalezení prvku `val` v množině `X`:

```
found = False          #Test, whether x in X  
for x in X:             #Test x one by one  
    if (x == val)       #Element val found in X  
        found = true  
        break
```

Výhoda použití:

Zjednodušení konstrukce řídicí podmínky cyklu.
Část podmínky nemusí být v řídicím výrazu cyklu.

12. Příkaz continue()

Přeskočení zbývajících částí příkazů v těle cyklu.

Provede přechod na další iteraci, pokud podmínka pravdivá.

```
if vyraz:
    continue;
```

Příklad, třídící algoritmus Merge Sort:

```
while i < n + m):
    if i == n :          #Seznam a uz nema dalsi prvky
        c[k] = b[j]
        j = j+1
        continue        #Skok na dalsi iteraci

    if (j == m):        #Seznam b uz nema dalsi prvky
        c[k] = a[i];
        i = i + 1
        continue        #Skok na dalsi iteraci
```

V praxi se příliš často nepoužívá, znepřehledňuje tělo cyklu.

Nekombinovat více příkazů `continue` v jednom těle (max 2), nepřehledné.

Skok v algoritmu, chyba v návrhu!

13. Ukázka použití příkazu continue

Generování 10 náhodných čísel $x \in \langle x_{min}, x_{max} \rangle \text{ v } \mathbb{R}$, $x_{min} = -x_{max}$.

Výpočet odmocniny

$$y = \sqrt{x}, \quad x \geq 0.$$

Ukázka řešení v jazyce Python:

<code>import random</code>	<code>#Import libraries</code>
<code>import math</code>	
<code>max = 1000</code>	<code>#Maximum/minimum value</code>
<code>for i in range(10):</code>	<code>#i=0,1,..., 9</code>
<code>x = random.randint(-max, max)</code>	<code>#Create random number</code>
<code>if x < 0:</code>	<code>#x is negative</code>
<code>continue</code>	<code>#Skip next steps</code>
<code>y = math.sqrt(x)</code>	<code>#Compute y=sqrt(x)</code>
<code>print(y)</code>	<code>#Print value y</code>

14. Zásady pro práci s cykly

- 1) Cyklus by měl mít pouze jednu řídící proměnnou.
- 2) Hodnota řídící proměnné u `for` by neměla být ovlivňována v těle cyklu.
- 3) Řídící podmínku cyklu zapisovat v kladném tvaru.
- 4) Řídící podmínku zjednodušovat.
- 5) Vyvarovat se vzniku nekonečných cyklů.
- 6) Preference cyklů `while`, `for` před `do while` (přehlednost).
- 7) Příkaz `break` v těle cyklu používat pouze na jednom místě.
- 8) ... Nebo lépe se mu zcela vyhnout :-).
- 9) V těle cyklu nepoužívat skoky nebo jen výjimečně (`continue`).