Seznamy

IB113
Radek Pelánek

2024

Rozcvička: šifra Pivot

- společenský oděv nepřítele
- trkací nástroje geografického útvaru
- minerál cukruje
- akustické projevy ustáleného chování
- střední Morava bez oblečení
- webová adresa okultní bytosti
- části obličeje zeleninového pokrmu
- alkoholický nápoj je aromatický
- rozlehlost císařství
- konzumuje severní sousedy

Sendvič 2019

Největší přesmyčkové skupiny

Vstup: seznam českých slov, např.
`https://wiki.korpus.cz/doku.php/seznamy:srovnavaci_seznamy`
(přes 300 tisíc slovních tvarů)

Výstup: největší množina slov, které jsou vzájemnou přesmyčkou

vlasti, slavit, vstali, stavil, svitla, svalit
vynikal, vanilky, vynikla, navykli, vnikaly, viklany
kotle, loket, kotel, lokte, teklo, otekl
(8 řádků kódu v Pythonu, výpočet pod 1 sekundu)

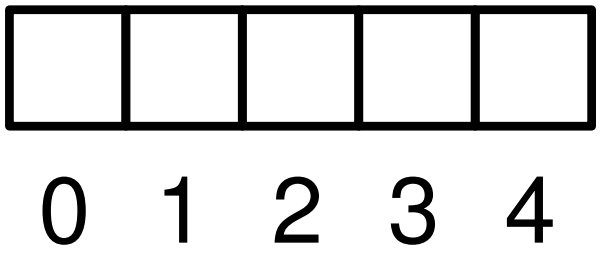
Seznamy (pole) – motivace

- řazení studentů podle bodů na písemce
- reprezentace herního plánu (piškvorky, šachy)
- frekvence písmen v textu

Frekvenční analýza nevhodně

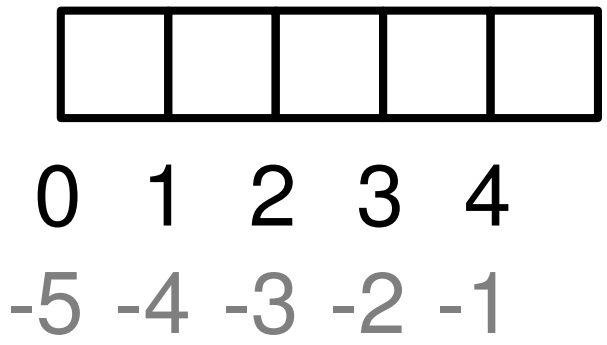
```
def frequency_analysis(text):
    text = text.upper()
    freqA = 0
    freqB = 0
    freqC = 0
    for letter in text:
        if letter == 'A':
            freqA += 1
        elif letter == 'B':
            freqB += 1
        elif letter == 'C':
            freqC += 1
    print('A', freqA)
    print('B', freqB)
    print('C', freqC)
```

Seznamy (pole)



- „více položek za sebou v pevném pořadí“
- indexováno od nuly
- základní koncept dostupný ve všech jazycích, běžně „pole“ (array), položky stejného typu, pevně daná délka
- seznamy v Pythonu – obecnější (ale pomalejší)
- Python a pole – knihovna NumPy (nad rámec IB113)

Seznamy v Pythonu



- variabilní délka
- položky mohou být různého typu
- indexování i od konce (pomocí záporných čísel)

Seznamy: použití v Pythonu

```
s = []          # deklarace prazdneho seznamu
s = [3, 4, 1, 8]
s[2]            # indexace prvku, s[2] = 1
s[-1]           # indexace od konce, s[-1] = 8
s[2] = 15       # zmena prvku
s.append(6) # pridani prvku na konec
s[1:4]          # indexace intervalu, s[1:4] = [4, 15, 8]
len(s)          # delka seznamu, len(s) = 5
t = [3, "pes", [2, 7], -8.3]
                # seznam muze obsahovat ruzne typy
list("pes") # pretypovani na seznam
```

Manipulace se seznamy

```
numbers = [3, 8, 7]
numbers.append(10)          # pridani na konec seznamu
numbers.insert(1, 11)       # pridani na zadanou pozici
numbers.pop(1)              # odstraneni ze zadane pozice
numbers.remove(7)           # odstraneni dane hodnoty
```

Seznamy: konvence zápisu (PEP8)

- mezera se dělá: za čárkou
- mezera se nedělá: před čárkou, na „okrajích“

Pojmenování seznamu

- nepoužívat: `list` (kolize s vestavěnou funkcí na přetypování)
- neutrální názvy (primárně pro ukázky): `alist`, `my_list`
- názvy dokumentující typ: `num_list`, `str_list`, `numbers`
- názvy popisující význam: `words`, `names`, `points`, `books`

Python: seznamy a cyklus for

- cyklus `for` – přes prvky seznamu*
- `range` – vrací seznam* čísel
- typické použití: `for i in range(n)`
- ale můžeme třeba:
  - `for animal in ["dog", "cag", "pig"]: ...`
  - `for letter in "hello world": ...`

(*) ne úplně přesně – z důvodu efektivity se používají generátory a speciální „range object“, v případě potřeby použijte explicitní přetypování na seznam: `list(range(10))`

Příklad: výpočet průměrné hodnoty

```
def average1(num_list):
    total = 0
    for i in range(len(num_list)):
        total += num_list[i]
    return total / len(num_list)

def average2(num_list):
    total = 0
    for value in num_list:
        total += value
    return total / len(num_list)

def average3(num_list):
    return sum(num_list) / len(num_list)
```

Prvky a indexy

jasně rozlišujte proměnné určené pro:

- indexy seznamu
  - typicky `i`, `j`
- prvky seznamu
  - ideálně názvy odpovídající významu (`name`, `height`)
  - příp. generické `value`
  - rozhodně ne `i`, `j`

Vestavěná podpora pro práci se seznamy

```
>>> numbers = [4, 1, 8, 12, 3]
>>> sum(numbers)
28
>>> min(numbers)
1
>>> max(numbers)
12
>>> 8 in numbers
True
```

Ilustrace práce se seznamem

```
def divisors_list(n):
    divisors = []
    for i in range(1, n+1):
        if n % i == 0:
            divisors.append(i)
    return divisors


divisors24 = divisors_list(24)
print(divisors24)
print(len(divisors24))
for x in divisors24: print(x**2)
```

Vytvoření seznamu

různé způsoby vytvoření seznamu písmen abecedy:

```
alphabet = list("abcdefghijklmnopqrstuvwxyz")
```

```
alphabet = []
for i in range(26):
    alphabet.append(chr(ord('a')+i))
```

```
alphabet = [chr(ord('a')+i) for i in range(26)]
```

Frekvenční analýza nevhodně

```
def frequency_analysis(text):
    text = text.upper()
    freqA = 0
    freqB = 0
    freqC = 0
    for letter in text:
        if letter == 'A':
            freqA += 1
        elif letter == 'B':
            freqB += 1
        elif letter == 'C':
            freqC += 1
    print('A', freqA)
    print('B', freqB)
    print('C', freqC)
```

Frekvenční analýza lépe

```
def frequency_analysis(text):
    text = text.upper()
    frequency = [0 for i in range(26)]
    for letter in text:
        if ord(letter) >= ord('A') and\
           ord(letter) <= ord('Z'):
            frequency[ord(letter) - ord('A')] += 1
    for i in range(26):
        if frequency[i] != 0:
            print(chr(ord('A')+i), frequency[i])
```

Simulace volebního průzkumu – nevhodné řešení

```
def survey(size, pref1, pref2, pref3):
    count1 = 0
    count2 = 0
    count3 = 0
    for i in range(size):
        r = random.randint(1, 100)
        if r <= pref1: count1 += 1
        elif r <= pref1 + pref2: count2 += 1
        elif r <= pref1 + pref2 + pref3: count3 += 1
    print("Party 1:", 100 * count1 / size)
    print("Party 2:", 100 * count2 / size)
    print("Party 3:", 100 * count3 / size)
```

Simulace volebního průzkumu – lepší řešení

```
def survey(size, pref):
    n = len(pref)
    count = [0 for i in range(n)]
    for _ in range(size):
        r = random.randint(1, 100)
        for i in range(n):
            if sum(pref[:i]) < r <= sum(pref[:i+1]):
                count[i] += 1
    for i in range(n):
        print("Party", i+1, 100*count[i]/size)
```

Toto řešení má stále nedostatky – zkuste dále vylepšit.

Převod do Morseovy abecedy

- vstup: řetězec
- výstup: zápis v Morseově abecedě
- příklad: `PES` $\rightarrow$ `.--.|.|...`

Převod do Morseovy abecedy nevhodně

```
def to_morse(text):
    result = ''
    for i in range(len(text)):
        if text[i] == 'A': result += '.-|'
        elif text[i] == 'B': result += '-...|'
        elif text[i] == 'C': result += '-.-.|'
        elif text[i] == 'D': result += '-..|'
        # etc
    return result
```

Převod do Morseovy abecedy: využití seznamu

```
morse = ['.-', '-...',  '-.-.', '-..'] # etc

def to_morse(text):
    result = ''
    for i in range(len(text)):
        if ord('A') <= ord(text[i]) <= ord('Z'):
            c = ord(text[i]) - ord('A')
            result += morse[c] + '|'
    return result
```

(ještě lepší řešení: využití slovníku – bude později)

Převod z Morseovy abecedy

```
def find_letter(sequence):
    for i in range(len(morse)):
        if morse[i] == sequence:
            return chr(ord('A') + i)
    return '?'

def from_morse(message):
    result = ''
    sequence = ''
    for symbol in message:
        if symbol == '|':
            result += find_letter(sequence)
            sequence = ''
        else:
            sequence += symbol
    return result
```

Split – seznam z řetězce

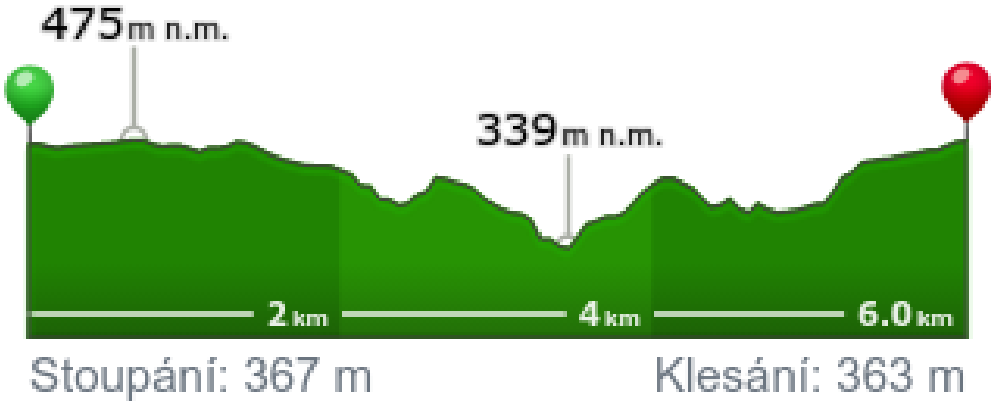
`split` – rozdělí řetězec podle zadaného oddělovače, vrátí seznam

```
>>> vowels = "a,e,i,o,u,y"
>>> vowels.split(",")
['a', 'e', 'i', 'o', 'u', 'y']
>>> message = ".-..|---|-..|.-"
>>> message.split("|")
['.-..', '---', '-..', '.-']
```

Příklad – načítání vstupu od uživatele

```
>>> input_string = input()
3 7
>>> xstring, ystring = input_string.split(" ")
>>> x = int(xstring)
>>> y = int(ystring)
```

Výškový profil



mapy.cz

Výškový profil

```
heights_profile([3, 4, 5, 3, 4, 3, 2, 4, 5, 6, 5])
```

```
                  #
    #           # # #
  # #   #     # # # #
# # # # # #   # # # #
# # # # # # # # # # #
# # # # # # # # # # #
```

```
Ascent 7
Descent 5
```

Výškový profil

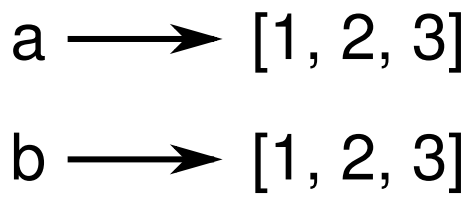
```
def heights_profile(heights):
    for v in range(max(heights)):
        for i in range(len(heights)):
            if heights[i] >= max(heights) - v:
                print("#", end=" ")
            else:
                print(" ", end=" ")
        print()
    print()
```

Výškový profil

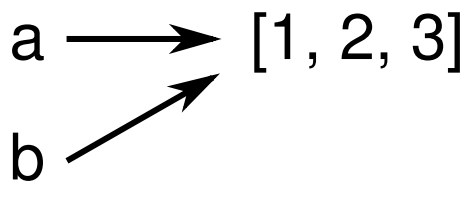
```
def elevation(heights):
    ascent = 0
    descent = 0
    for i in range(len(heights)-1):
        if heights[i] < heights[i+1]:
            ascent += heights[i+1] - heights[i]
        else:
            descent += heights[i] - heights[i+1]
    print("Ascent", ascent)
    print("Descent", descent)
```

Objekty, hodnoty, aliasy – stručné varování

a = [1, 2, 3]
b = [1, 2, 3] nebo b = a[:]



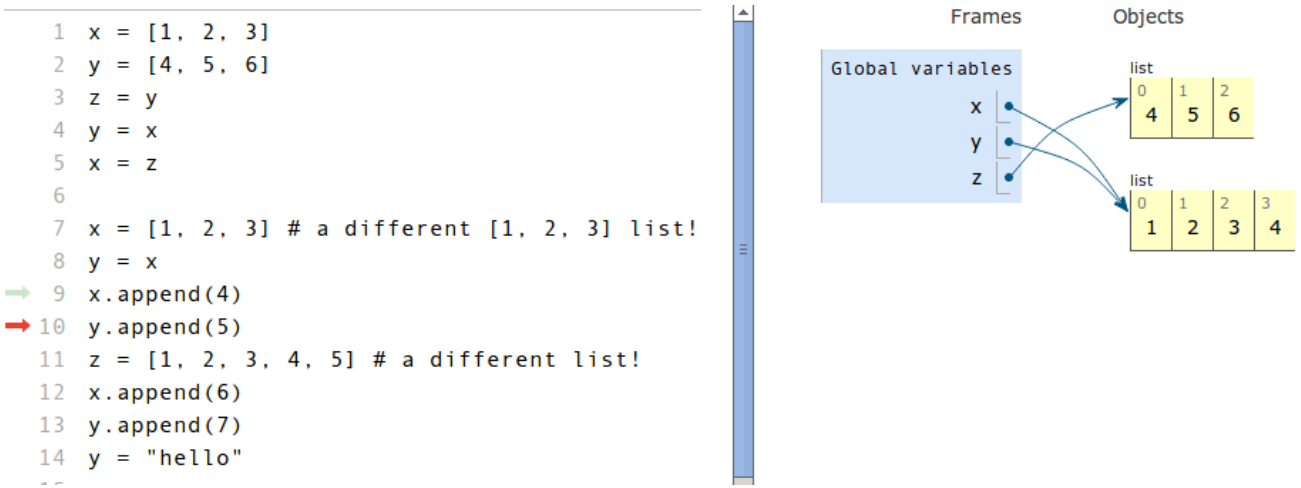
a = [1, 2, 3]
b = a



- parametry funkcí – pouze volání hodnotou
  (na rozdíl např. od Pascalu: volání hodnotou a odkazem)
- měnitelné objekty (např. seznam) však funkce může měnit
- mělká vs hluboká kopie
- více později

Vizualizace běhu programu

`http://www.pythontutor.com/`



vhodné např. pokud je nejasný některý z příkladů ve slidech

Zdvojnásobení seznamu

Příklad: vstupem seznam čísel (např. [4, 1, 6]), chceme „získat dvojnásobky“ (tj. 8, 2, 12)

Důležité ujasnit, co přesně chceme:

- vypsat dvojnásobky
- vrátit nový seznam, který obsahuje dvojnásobky
- změnit seznam, aby obsahoval dvojnásobky

Jak vypadají jednotlivé programy?

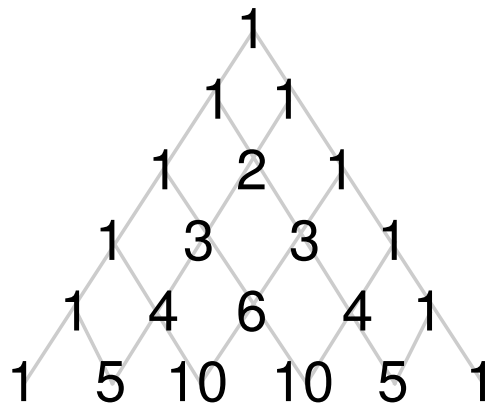
N-tice - stručné představení

- n-tice (tuples)
- neměnitelná varianta seznamů
- kulaté závorky místo hranatých (někdy lze vynechat): `t = (1, 2, 3)`
- neměnitelné podobně jako řetězce
- typické užití:
  - souřadnice: `(x, y)`
  - barva: `(r, g, b)`
- použití pro přiřazení: `a, b = b, a`

Pascalův trojúhelník

```
>>> pascal_triangle(10)
1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
```

Pascalův trojúhelník



$$\binom{0}{0}$$
$$\binom{1}{0}\ \binom{1}{1}$$
$$\binom{2}{0}\ \binom{2}{1}\ \binom{2}{2}$$
$$\binom{3}{0}\ \binom{3}{1}\ \binom{3}{2}\ \binom{3}{3}$$

Explicitní vzorec

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)!k!}$$

Rekurzivní vztah

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

Pascalův trojúhelník

```
def get_next_row(row):
    next_row = [1]
    for i in range(len(row)-1):
        next_row.append(row[i]+row[i+1])
    next_row.append(1)
    return next_row

def pascal_triangle(n):
    row = [1]
    for i in range(n):
        print(row)
        row = get_next_row(row)
```

Kompaktní zápis

pro zajímavost:

```
def get_next_row(row):
    return [1]+[sum(p) for p in zip(row, row[1:])]+[1]
```

Prvočísla

- dělitelné jen 1 a sebou samým
- předmět zájmu matematiků od pradávna, cca od 70. let i důležité aplikace (moderní kryptologie)
- problémy s prvočísly:
  - výpis (počet) prvočísel v intervalu
  - test prvočíselnosti
  - rozklad na prvočísla (hledání dělitelů)

Výpis prvočísel přímočaře

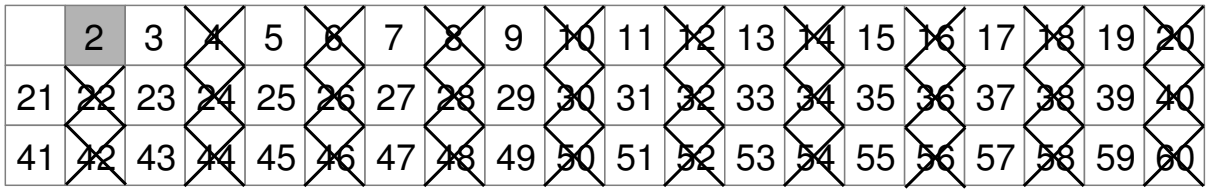
```
def print_primes(how_many):
    n = 1
    while how_many > 0:
        if len(divisors_list(n)) == 2:
            print(n, end=" ")
            how_many -= 1
        n += 1
    print()
```

Eratosthenovo síto

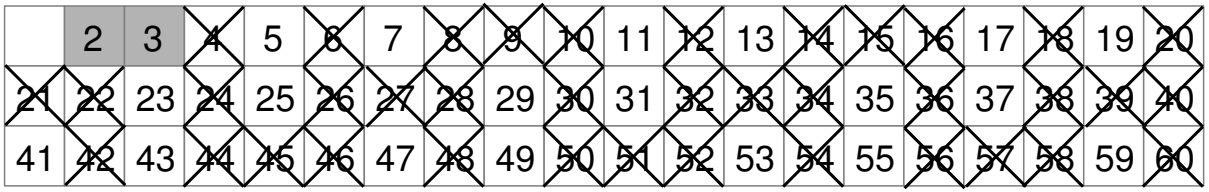
- problém: výpis prvočísel od 2 do n
- algoritmus: opakovaně provádíme
  - označ další neškrtnuté číslo na seznamu jako prvočíslo
  - všechny násobky tohoto čísla vyškrtni

Eratosthenovo síto

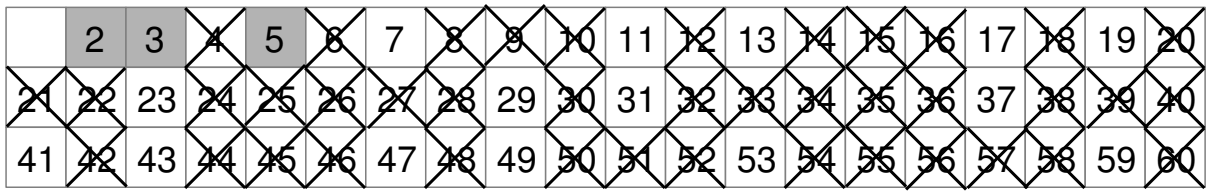
1. krok



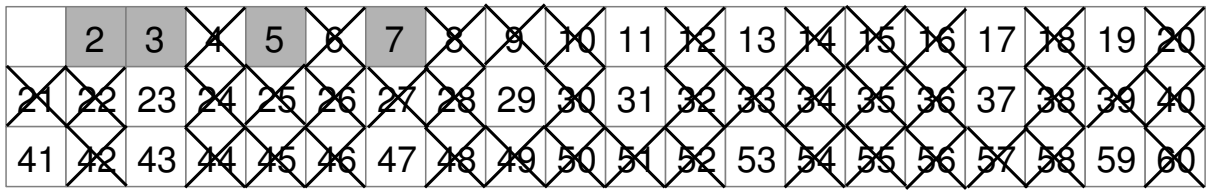
2. krok



3. krok



4. krok



Eratosthenovo síto

```
def reset_multiples(is_candidate, i):
    k = i
    while k < len(is_candidate):
        is_candidate[k] = False
        k += i

def eratosthenes(n):
    is_candidate = [True for _ in range(n)]
    for i in range(2, n):
        if is_candidate[i]:
            print(i, end=" ")
            reset_multiples(is_candidate, i)
```

Pozn. Všimněte si, že funkce mění seznam.

Zajímavosti

- prvočísla – Ulamova spirála
- Pascalův trojúhelník – obarvení podle sudosti – Sierpińského trojúhelník

Vi Hart: Doodling in math: Sick number games

`https://www.youtube.com/watch?v=Yhlv5Aeuo_k`

Úlohy se seznamem slov

Vstup: seznam slov, např.
`["kost", "rozum", "ale", "broskev", "igelit", "cesta", "elektrika"]`

- výpis prvních písmen
- výpis délek slov
- nejdelší slovo v seznamu
- výpis slov obsahujících `e`
- výpis písmen vyskytujících se za `e`

Kontrolní otázky

- Je u datové struktury seznam důležité pořadí prvků?
- Může v Pythonu seznam obsahovat položky různého typu?
- Jakým příkazem přidáme do seznamu nový prvek?
- Jak zjistíme délku seznamu?
- Proč není dobrý nápad dát proměnné obsahující seznam jméno list?
- Řetězec je v mnoha ohledech podobný jako „seznam znaků“. V čem se liší?
- Jak vytvořit seznam obsahující čísla od 1 do 5? (uveďte několik různých způsobů)
- Jak zjistíme poslední prvek seznamu? Zkuste najít 3 různé způsoby.

Doporučené procvičování

https://www.umimeinformatiku.cz/rozhodovacka
https://www.umimeinformatiku.cz/porozumeni
https://www.umimeinformatiku.cz/vystup-programu

$\Rightarrow$ sada „Seznamy“

Shrnutí

- datová struktura seznam
- základní operace se seznamy
- příklady

příště: algoritmy se seznamy – vyhledávání, řazení