

Programação II

+

Estruturas de Dados para

Bioinformática

Compreensões

Hugo Pacheco

DCC/FCUP

22/23

Listas por compreensão

- É muito comum construir uma lista partindo de uma outra:
 - selecionando elementos usando uma condição
 - aplicando uma transformação a cada elemento
- E.g., calcular quadrados de números de 1 a 9

```
# utilizando ciclo
```

```
sqrs = []
```

```
for x in range(1, 10):
```

```
    sqrs.append(x**2)
```

```
# utilizando ordem superior
```

```
sqrs = list(map(lambda x:x**2, range(1,10)))
```

```
# utilizando compreensão
```

```
sqrs = [x**2 for x in range(1,10)]
```

Listas por compreensão

- Outros exemplos

```
>>> [i**2 for i in [2, 3, 5, 7]]
```

```
[4, 9, 25, 49]
```

```
>>> [1+x/2 for x in [0, 1, 2]]
```

```
[1.0, 1.5, 2.0]
```

```
>>> [ord(c) for c in "ABCDEF"]
```

```
[65, 66, 67, 68, 69, 70]
```

```
>>> [len(s) for s in "As armas e os barões  
assinalados".split()]
```

```
[2, 5, 1, 2, 6, 11]
```

Listas por compreensão

- Outros exemplos com uma condição

#quadrados dos números divisores de 3 inferiores a 10

```
>>> [x**2 for x in range(10) if x%3==0]  
[0, 9, 36, 81]
```

utilizando ordem superior

```
list(map(lambda x:x**2 \n  
        ,filter(lambda x:x%3==0,range(10)) \n  
        ))
```

```
>>> [(x,x) for x in range(1,7) if x+x not in {2, 12}]  
[(2, 2), (3, 3), (4, 4), (5, 5)]
```

Listas por compreensão

- Testar se um número é primo, i.e., a lista de todos os seus divisores próprios é vazia

```
def primo(n):  
    # lista dos divisores próprios  
    divs = [d for d in range(2,n) if n%d==0]  
    # não é primo se e só se a lista for vazia  
    return len(divs)==0
```

Listas por compreensão

- Podemos utilizar compreensões aninhadas, e/ou utilizar várias listas
- E.g., para criar a matriz (lista de listas) da multiplicação

```
>>> [(i,j) for j in range(1,6)] for i in range(1,6)]  
[(1, 1), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5)]  
...  
[(5, 1), (5, 2), (5, 3), (5, 4), (5, 5)]]
```

- E.g., para calcular o produto cartesiano de dois conjuntos (como listas) (ordem influencia resultado)

```
>>> [(i,j) for i in range(1,3) for j in "ABCDE"]  
[(1, 'A'), (1, 'B'), ..., (2, 'D'), (2, 'E')]
```

```
>>> [(i,j) for j in "ABCDE" for i in range(1,3) ]  
[(1, 'A'), (2, 'A'), ..., (1, 'E'), (2, 'E')]
```

Compreensão

- A sintaxe por compreensão funciona para qualquer coleção (listas, dicionários, sets, etc); inspirada na teoria de conjuntos

$$\{x^2 : x \in \{1, \dots, 9\}\}$$

$$\{x^2 : x \in \{1, \dots, 9\}, 2 \mid x\}$$

- Utilizando sets em Python (ordem não interessa)

```
>>> {x**2 for x in range(1,10) }  
{64, 1, 4, 36, 9, 16, 49, 81, 25}  
>>> {x**2 for x in range(1,10) if x%2==0 }  
{16, 64, 4, 36}
```

Compreensão

- No fundo só muda o delimitador
- Quando a ordem interessa \Rightarrow listas

```
>>> [x**2 for x in range(1,6)]  
[1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [(x,x**2) for x in range(1,6)]  
[(1, 1), (2, 4), (3, 9), (4, 16), (5, 25)]
```

- Quando não há repetidos e a ordem não interessa \Rightarrow sets

```
>>> {x**2 for x in range(1,6)}  
{1, 4, 9, 16, 25}  
>>> {(x,x**2) for x in range(1,6)}  
{(2, 4), (4, 16), (1, 1), (3, 9), (5, 25)}
```

- Quando as chaves são únicas e a ordem não interessa \Rightarrow dicionários

```
>>> {x : x**2 for x in range(1,6)}  
{1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16, 5: 25}
```


Compreensões

- Quando há repetidos, o tipo de coleção é mais pertinente

```
>>> [x*y for x in [1,2,3] for y in [1,2,3]]  
[1, 2, 3, 2, 4, 6, 3, 6, 9]
```

```
# elimina repetidos
```

```
>>> {x*y for x in [1,2,3] for y in [1,2,3]}  
{1, 2, 3, 4, 6, 9}
```

```
# elimina repetidos, não os conta
```

```
>>> {x*y : 1 for x in [1,2,3] for y in [1,2,3]}  
{1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 6:1, 9:1}
```

```
# contar repetidos
```

```
>>> d = {}  
>>> for xy in [x*y for x in [1,2,3] for y in [1,2,3]]:  
>>>     d[xy] = 1 + d.get(xy,0)  
{1: 1, 2: 2, 3: 2, 4: 1, 6: 2, 9: 1}
```

- Conseguimos usar apenas compreensões para o último exemplo?

Sets por compreensão

```
fruits = {'apple', 'mango', 'banana', 'cherry'}
```

```
#map em sets funcional
```

```
>>> set(map(len,fruits))
```

```
{5,6}
```

```
# map em sets por compreensão
```

```
>>> {len(f) for f in fruits }
```

```
{5,6}
```

```
#filter em sets funcional
```

```
>>> set(filter(lambda f: 'a' in f,fruits))
```

```
{'mango', 'apple', 'banana'}
```

```
#filter em sets por compreensão
```

```
>>> { f for f in fruits if 'a' in f }
```

```
{'apple', 'banana', 'mango'}
```

```
# set do alfabeto
```

```
{chr(i) for i in range(ord('a'),ord('z'))}
```

```
# união de listas de sets
```

```
>>> l = [{'a','b','c'},{'c','d','e'},{'b','k'}]
```

```
>>> {c for s in l for c in s }
```

```
{'b', 'd', 'e', 'a', 'k', 'c'}
```

Dicionários por compreensão

```
>>> fruits = ['apple', 'mango', 'banana', 'cherry']
```

```
# valor = comprimento da palavra
```

```
>>> dict = {f:len(f) for f in fruits}
{'apple': 5, 'mango': 5, 'banana': 6, 'cherry': 6}
```

```
# valor = índice na lista
```

```
>>> f_dict = {f:i for i,f in enumerate(fruits)}
{'apple': 0, 'mango': 1, 'banana': 2, 'cherry': 3}
```

```
# inverter um dicionário, remove repetidos
```

```
>>> d = {v:k for k,v in dict.items()}
{5: 'mango', 6: 'cherry'}
```

```
# conversão de moeda
```

```
>>> price = {'milk': 1.02, 'coffee': 2.5, 'bread': 2.5}
>>> {item: value*0.76 for (item, value) in price.items()}
{'milk': 0.7752, 'coffee': 1.9, 'bread': 1.9}
```

```
#nome com 4 letras e idade abaixo de 40
```

```
>>> people = {'jack': 38, 'michael': 48, 'guido': 33, 'john': 57}
{ name:age for name,age in people.items() if len(name)==4 if age<40 }
{'jack': 38}
```

Exemplo 35 *Sonnets*

- Extraí dicionário de poemas da obra *35 Sonnets* de Fernando Pessoa

```
import urllib.request
url = 'http://www.gutenberg.org/files/19978/19978-0.txt'
urllib.request.urlretrieve(url, '35sonnets.txt')
with open('35sonnets.txt', 'r') as f: ls = f.read().splitlines()

# testa se linha é numeração romana
def roman(s):
    s = s[:-1] #deixa cair último caracter
    bad = { c for c in s if not c.isupper() }
    return len(s) > 0 and len(bad) == 0

# extrai poema
def poem(lines):
    res = []
    for l in lines:
        if len(l) == 0: break
        else: res.append(l)
    return "\n".join(res)

poemas = { l[:-1] : poem(ls[i+3:]) for i,l in enumerate(ls) if roman(l) }
```

Exemplo 35 *Sonnets*

- Conta palavras por poema

```
# normaliza string
def trim(s):
    return "".join([c.lower() for c in s if c.isalpha()])

# conta palavras
def conta(s):
    palavras = [ trim(p) for p in s.split()]
    count = {}
    for p in palavras:
        count[p] = 1 + count.get(p, 0)
    return count

palavras_por_poema = { i:conta(p) for i,p in poemas.items() }

print(palavras_por_poema)

print(palavras_por_poema)
{'I': {'whether': 1, 'we': 9, ...}, 'II': {...}}
```

Exemplo 35 *Sonnets*

- Conta palavras em toda a obra

```
# junta dicionários para contar palavras em toda a obra
palavras_total = {}
for ps in palavras_por_poema.values():
    for p,n in ps.items():
        palavras_total[p] = n + palavras_total.get(p,0)

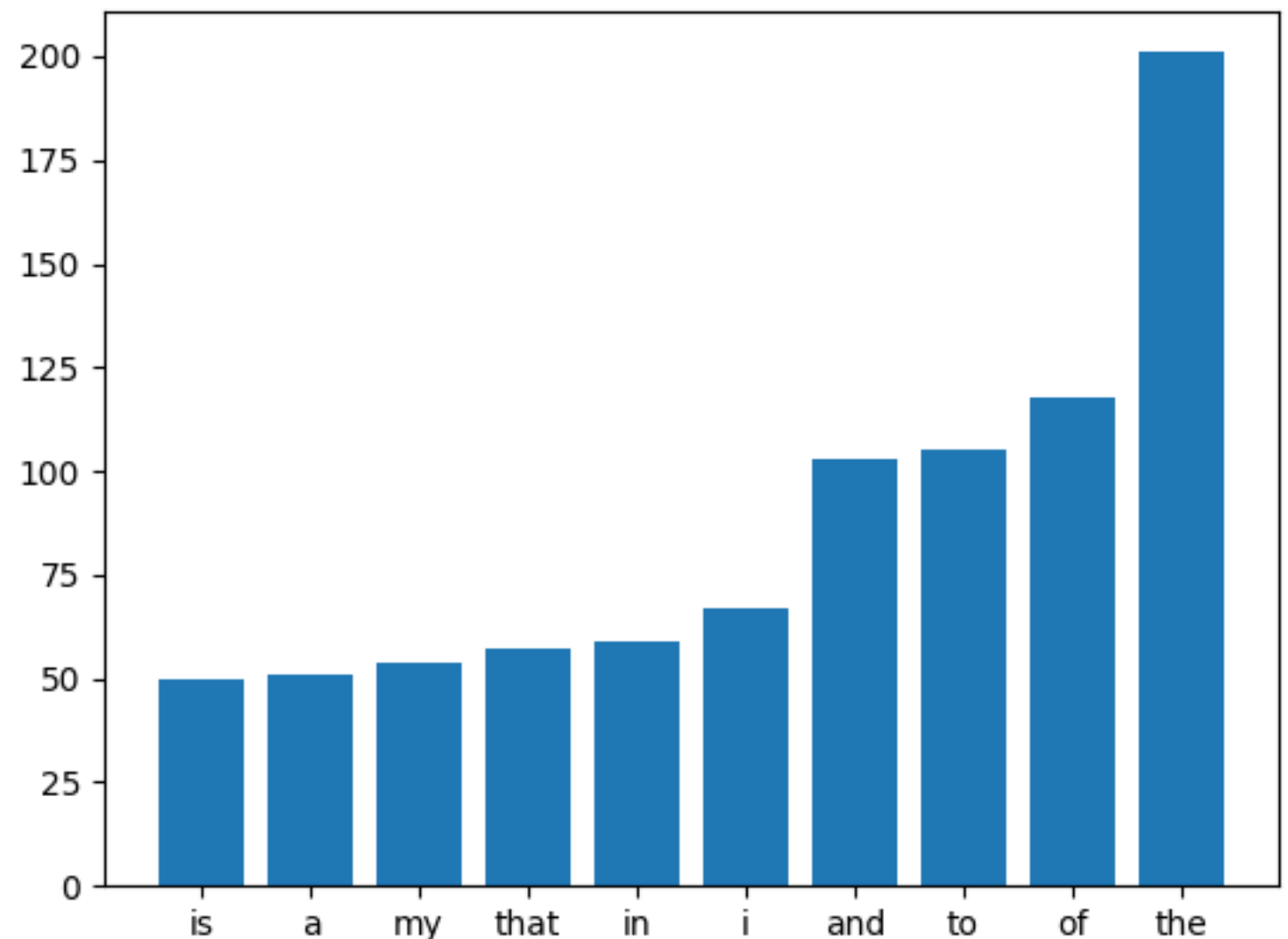
print(palavras_total)
{'whether': 1, 'we': 42, 'write': 1, 'or': 18, ...}
```

Exemplo 35 *Sonnets*

```
palavras_total = sorted(palavras_total.items(), key=lambda kv: kv[1])  
mais_frequentes = dict(palavras_total[-10:])
```

```
import matplotlib.pyplot as plt  
plt.bar(mais_frequentes.keys(), mais_frequentes.values())  
plt.show()
```

- Desenhar um histograma com as 10 palavras mais frequentes (vamos estudar gráficos mais tarde)



Exemplo (Gene Ontology)

- Encontrar genes com identificadores e nome únicos

```
with open('../.../dados/PZ.annot.txt', 'r') as f:
    linhas = f.read().splitlines()

pzs = {}; gos = {}; names = {}
for linha in linhas:
    pz, go, name = linha.split('\t')
    pzs[pz] = pzs.get(pz, []) + [(go, name)]
    gos[go] = gos.get(go, []) + [(pz, name)]
    names[name] = names.get(name, []) + [(pz, go)]

# extremamente lento
res = { (pz, go, name) for pz, xs in pzs.items() for go, ys in
gos.items() for name, zs in names.items() \
    if xs==[(go, name)] and ys==[(pz, name)] and zs==[(pz, go)] }

# muito mais rápido
res = { (pz, go, name) for pz, xs in pzs.items() if len(xs)==1 for
go, name in xs \
    if gos[go]==[(pz, name)] and names[name]==[(pz, go)] }
```