

# Aula 11

## Dicionários

### Listas de pares chave-valor

Programação II, 2019-2020

v0.12, 17-05-2018

DETI, Universidade de Aveiro

11.1

#### Objectivos:

- Conceito de dicionário.
- Listas de pares chave-valor.

### Conteúdo

<b>1 O conceito de dicionário</b>	<b>1</b>
<b>2 Listas ligadas de pares chave-valor</b>	<b>3</b>
2.1 Implementação . . . . .	4

11.2

#### As estruturas de dados que já vimos

- LinkedList
  - `addFirst()`, `addLast()`, `removeFirst()`, `first()`, ...
- SortedList
  - `insert()`, `remove()`, `first()`, ...
- Stack
  - `push()`, `pop()`, `top()`, ...
- Queue
  - `in()`, `out()`, `peek()`, ...

11.3

## 1 O conceito de dicionário

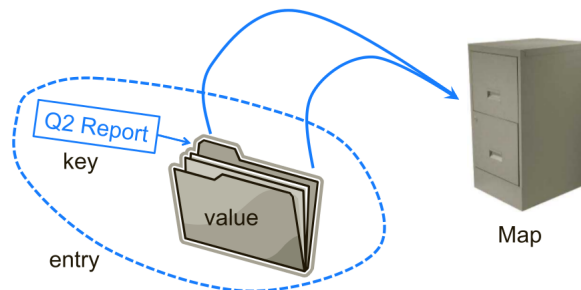
### Dicionários: o conceito

- Um **dicionário** é uma estrutura de dados que permite armazenar um conjunto de pares chave-valor.
- Cada chave funciona como um identificador único do par, ou seja, num dicionário cada chave aparece apenas uma vez.
- Assim, um dicionário define uma *associação* ou correspondência unívoca (*mapping*) entre chaves e valores.
  - Por isso também se chama **mapa** (*map*).

- Tal como um índice dá acesso ao valor correspondente armazenado num vector, também aqui uma chave dá acesso ao valor que lhe está *associado* num dicionário.
  - Por isso, também se chama **vector associativo** (*associative array*).
  - A eficiência do acesso por chave depende da implementação.

11.4

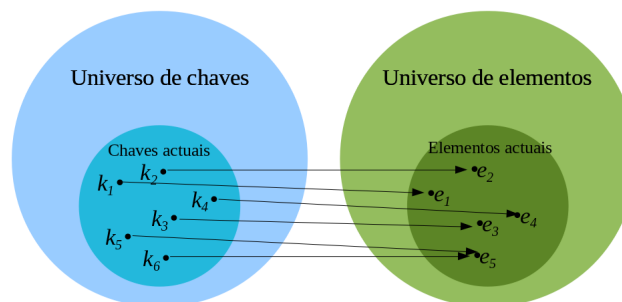
### Dicionários: ilustração



- Cada pasta contém uma determinada etiqueta (a *chave*) e determinado conteúdo no seu interior (o *valor* ou elemento associado).
- O conjunto de pastas com as respectivas etiquetas são arrumadas no armário (o *dicionário*).

11.5

### Dicionários



$$\{(k_1, e_1), (k_2, e_2), (k_3, e_3), (k_4, e_4), (k_5, e_5), (k_6, e_5)\}$$

11.6

### Dicionários: exemplos de aplicação

- Um sistema de informação sobre estudantes da universidade usa o identificador único (nº mecânico) de cada estudante como chave de acesso à respectiva informação.
- Um sistema de autenticação pode armazenar as credenciais dos utilizadores (nome e senha) na forma de um dicionário em que a chave é o nome e o valor associado é a senha desse utilizador.
- Uma tabela de símbolos (variáveis) num compilador ou interpretador de uma linguagem de programação.
- Um servidor de DNS pode usar um dicionário para associar o nome de cada computador (www.ua.pt) ao respectivo endereço IP (193.136.173.81).
- Pode-se usar um dicionário para registar contagens de ocorrências de certos eventos, por exemplo palavras num texto.
  - Neste caso o evento será a chave de acesso e a contagem será o valor associado.

11.7

## Dicionário: serviços públicos & semântica

- **get(k)** - devolve o valor associado à chave dada.
  - Pré-condição: `contains(k)`
- **set(k, e)** - actualiza o valor associado à chave `k`, caso esta exista, ou insere o novo par `(k, e)`.
  - Pós-condição: `contains(k) && get(k) == e`
- **remove(k)** - remove o par associado à chave `k`.
  - Pré-condição: `contains(k)`
  - Pós-condição: `!contains(k)`
- **contains(k)** - devolve `true` se o dicionário contém a chave dada e `false` caso contrário.
- **size()** - devolve o número de elementos no dicionário.
- **isEmpty()** - devolve `true` se o dicionário está vazio e `false` caso contrário.
- **keys()** - devolve um vector com todas as chaves existentes.

11.8

## Dicionários: estratégias de implementação

- Existem muitas formas de implementar um dicionário, com simplicidade e eficiência variáveis.
- Nesta unidade curricular, vamos ver as seguintes:
  - Listas ligadas de pares chave-valor, nesta aula;
  - Tabelas de dispersão, na aula 12;
  - Árvores binárias de pesquisa, na aula 13.

11.9

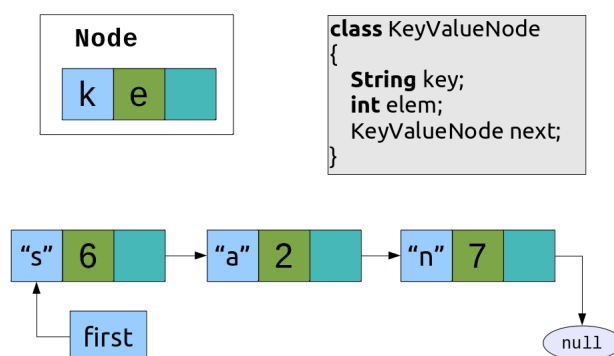
## 2 Listas ligadas de pares chave-valor

### Listas ligadas de pares chave-valor

- Segue a estrutura geral das listas ligadas.
  - Ver aula 07.
- No entanto:
  - Cada nó, além do **elemento** e da referência do nó **seguinte**, tem também a **chave** que dá acesso ao elemento;
  - Não precisamos da referência do último nó, ou seja, trabalhamos apenas com a referência do primeiro (`first`).
- Vamos trabalhar com chaves que são cadeias de caracteres e elementos de tipo arbitrário.

11.10

### Listas ligadas de pares chave-valor



11.11

## Listas ligadas de pares chave-valor

- A lista de pares chave-valor é uma implementação simplista do conceito de dicionário.
  - Em geral não é eficiente: o acesso a cada elemento demora um tempo proporcional ao número de elementos (complexidade  $O(n)$ ).
- No entanto, a lista de pares chave-valor vai ser utilizada na tabela de dispersão, que é uma implementação muito eficiente do conceito de dicionário.
  - Ver aula 12.

11.12

## 2.1 Implementação

### Nós com chave e elemento

```
class KeyValueNode<E> {  
  
    final String key;  
    E elem;  
    KeyValueNode<E> next;  
  
    KeyValueNode(String k, E e, KeyValueNode<E> n) {  
        key = k;  
        elem = e;  
        next = n;  
    }  
  
    KeyValueNode(String k, E e) {  
        key = k;  
        elem = e;  
        next = null;  
    }  
}
```

11.13

### Lista de pares chave-valor: esqueleto de implementação

```
public class KeyValueList<E> {  
  
    private KeyValueNode<E> first = null;  
    private int size = 0;  
  
    public KeyValueList() { }  
  
    public E get(String k) {  
        assert contains(k) : "Key does not exist";  
        ... ..  
    }  
    public boolean set(String k, E e) {  
        ... ..  
        assert contains(k) && get(k).equals(e);  
        return ...  
    }  
    public void remove(String k) {  
        assert contains(k) : "Key does not exist";  
        ... ..  
        assert !contains(k) : "Key still exists";  
    }  
    public boolean contains(String k)  
    { ... }  
    public String[] keys()  
    { ... }  
    public int size()  
    { ... }  
    public boolean isEmpty()  
    { ... }  
}
```

11.14

Consulta: `get()`

```
public class KeyValueTypeList<E> {
    ...
    public E get(String k) {
        assert contains(k) : "Key does not exist";
        return get(first, k);
    }
    private E get(KeyValueTypeNode<E> n, String k) {
        if (n.key.equals(k)) return n.elem;
        return get(n.next, k);
    }
    ...
}
```

11.15

Actualização: `set()`

```
public class KeyValueTypeList<E> {
    ...
    public boolean set(String k, E e) {
        int prev_size = size;
        first = set(first, k, e);
        assert contains(k) && get(k).equals(e);
        return size>prev_size;
    }
    private KeyValueTypeNode<E> set(KeyValueTypeNode<E> n, String k, E e) {
        if (n==null) {
            n = new KeyValueTypeNode<E>(k, e);
            size++;
        }
        else if (n.key.equals(k)) {
            n.elem = e;
        }
        else n.next = set(n.next, k, e);
        return n;
    }
    ...
}
```

11.16

