Pilhas, Filas e Deques

Conceitos e implementação

Prof. Marcelo de Souza

45EST – Algoritmos e Estruturas de Dados
Universidade do Estado de Santa Catarina

UDESC

Material de apoio

Leitura principal:

- Capítulo 6 de Goodrich et al. (2014)[1] – Pilhas, filas e deques.

Leitura complementar:

- Capítulo 6 de Preiss (2001)[2] – Pilhas, filas e deques.

[1] Michael T Goodrich et al. (2014). *Data structures and algorithms in Java*. 6ª ed. John Wiley & Sons.

[2] Bruno R Preiss (2001). *Estruturas de dados e algoritmos: padrões de projetos orientados a objetos com Java*. Campus.

Estruturas sequenciais

Ou seja, TADs sequenciais

Vamos construir tipos abstratos de dados (TADs) sequenciais que usam as estruturas de dados fundamentais (arranjos e listas encadeadas) para a implementação de estruturas mais abstratas e com comportamentos específicos.

Estruturas sequenciais

Ou seja, TADs sequenciais

Vamos construir tipos abstratos de dados (TADs) sequenciais que usam as estruturas de dados fundamentais (arranjos e listas encadeadas) para a implementação de estruturas mais abstratas e com comportamentos específicos.

Em particular, implementaremos:

- **Pilhas** (*stacks*);
- **Filas** (*queues*);
- **Deques** (*double ended queues*).

Estruturas sequenciais

Ou seja, TADs sequenciais

Vamos construir tipos abstratos de dados (TADs) sequenciais que usam as estruturas de dados fundamentais (arranjos e listas encadeadas) para a implementação de estruturas mais abstratas e com comportamentos específicos.

Em particular, implementaremos:

- **Pilhas** (*stacks*);
- **Filas** (*queues*);
- **Deques** (*double ended queues*).

Essas estruturas se diferenciam pela **política de inserção e remoção dos dados** adotada. Ou seja, somente serão permitidas as operações de interesse.

Pilhas

Ideia geral

Uma **pilha** implementa a política **LIFO** – *last in, first out*. Ou seja, o último elemento adicionado à estrutura é o primeiro a ser removido.

Pilhas

Ideia geral

Uma **pilha** implementa a política **LIFO** – *last in, first out*. Ou seja, o último elemento adicionado à estrutura é o primeiro a ser removido.

A pilha simula uma "pilha de objetos", logo ela tem um **topo**.

Pilhas

Ideia geral

Uma **pilha** implementa a política **LIFO** – *last in, first out*. Ou seja, o último elemento adicionado à estrutura é o primeiro a ser removido.

A pilha simula uma "pilha de objetos", logo ela tem um **topo**.

Operações:

- `push`: insere um elemento no topo da pilha.
- `pop`: remove (e retorna) o elemento do topo da pilha.
- `top`: retorna o elemento do topo da pilha (sem remover).

Pilhas

Ideia geral

Uma **pilha** implementa a política **LIFO** – *last in, first out*. Ou seja, o último elemento adicionado à estrutura é o primeiro a ser removido.

A pilha simula uma "pilha de objetos", logo ela tem um **topo**.

Operações:

- `push`: insere um elemento no topo da pilha.
- `pop`: remove (e retorna) o elemento do topo da pilha.
- `top`: retorna o elemento do topo da pilha (sem remover).

Aplicações:

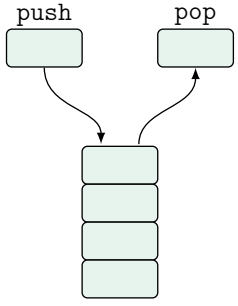
- Histórico de acesso de um navegador (voltar, avançar).
- Operações em um editor de texto (desfazer, refazer).

Pilhas

Exemplo de funcionamento

Seja uma pilha implementada usando uma lista (sequencial), onde o topo é o final da lista.

Método	**Retorno**	**Conteúdo da pilha**
`push(5)`	–	(5)
`push(3)`	–	(5, 3)
`size()`	2	(5, 3)
`pop()`	3	(5)
`isEmpty()`	false	(5)
`pop()`	5	()
`isEmpty()`	true	()
`pop()`	null	()
`push(7)`	–	(7)
`push(9)`	–	(7, 9)
`top()`	9	(7, 9)
`push(4)`	–	(7, 9, 4)
`size()`	3	(7, 9, 4)
`pop()`	4	(7, 9)
`push(6)`	–	(7, 9, 6)
`push(8)`	–	(7, 9, 6, 8)
`pop()`	8	(7, 9, 6)



(representação gráfica)

Pilhas

Implementação (interface)

Interface `Stack`:

```
1 public interface Stack<E> {
2   int size();
3   boolean isEmpty();
4   void push(E e);
5   E top();
6   E pop();
7 }
```

Usamos uma interface para definir nosso TAD pilha. A interface só define a API (métodos), a qual pode ser implementada de diversas formas (e usando diferentes estruturas).

Pilhas

Implementação usando arranjos

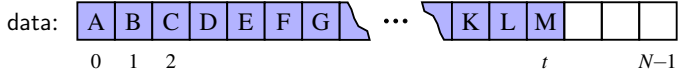
```
1  public class ArrayStack<E> implements Stack<E> {
2    public static final int CAPACITY = 1000;
3    private E[] data;
4    private int t = -1;
5
6    public ArrayStack() { this(CAPACITY); }
7
8    public ArrayStack(int capacity) {
9      data = (E[]) new Object[capacity];
10   }
11
12   public int size() { return (t + 1); }
13   public boolean isEmpty() { return (t == -1); }
14
15   // ...
16 }
```

Pilhas

Implementação usando arranjos

```java
public class ArrayStack<E> implements Stack<E> {
  public static final int CAPACITY = 1000;
  private E[] data;
  private int t = -1;

  public ArrayStack() { this(CAPACITY); }

  public ArrayStack(int capacity) {
    data = (E[]) new Object[capacity];
  }

  public int size() { return (t + 1); }
  public boolean isEmpty() { return (t == -1); }

  // ...
}
```

- `ArrayStack` implementa a interface `Stack`.
- A pilha possui uma capacidade fixa, dada pela constante `CAPACITY` ou definida pelo usuário no construtor parametrizado.
- Os dados são armazenados no *array* `data`.
- O atributo `t` indica o topo da pilha, armazenando o índice do elemento do topo.
- O tamanho da pilha é dado por `t + 1` (conforme método `size`).
- A lista é vazia quando não há elementos, ou seja, o topo `t` é -1 (método `isEmpty`).



Pilhas

Implementação usando arranjos

Método `push`:

```
1  public void push(E e) {
2    if (size() == data.length) throw new IllegalStateException("Stack is full");
3    data[++t] = e;
4  }
```

Pilhas

Implementação usando arranjos

Método `push`:

```
1  public void push(E e) {
2    if (size() == data.length) throw new IllegalStateException("Stack is full");
3    data[++t] = e;
4  }
```

Método `top`:

```
1  public E top() {
2    if (isEmpty()) return null;
3    return data[t];
4  }
```

Pilhas

Implementação usando arranjos

Método push:

```
1  public void push(E e) {
2    if (size() == data.length) throw new IllegalStateException("Stack is full");
3    data[++t] = e;
4  }
```

Método top:

```
1  public E top() {
2    if (isEmpty()) return null;
3    return data[t];
4  }
```

Método pop:

```
1  public E pop() {
2    if (isEmpty()) return null;
3    E answer = data[t];
4    data[t] = null;
5    t--;
6    return answer;
7  }
```

Pilhas

Implementação usando arranjos

Método `toString`:

```
1  public String toString() {
2    StringBuilder sb = new StringBuilder("(");
3    for (int j = t; j >= 0; j--) {
4      sb.append(data[j]);
5      if (j > 0) sb.append(", ");
6    }
7    sb.append(")");
8    return sb.toString();
9  }
```

- O método apresenta os elementos iniciando pelo topo da pilha (`t`).

Pilhas

Implementação usando encadeamento

```
1  public class LinkedStack<E> implements Stack<E> {
2    private SinglyLinkedList<E> list = new SinglyLinkedList<>();
3    public int size() { return list.size(); }
4    public boolean isEmpty() { return list.isEmpty(); }
5    public void push(E element) { list.addFirst(element); }
6    public E top() { return list.first(); }
7    public E pop() { return list.removeFirst(); }
8    public String toString() { return list.toString(); }
9  }
```

Pilhas

Implementação usando encadeamento

```
1  public class LinkedStack<E> implements Stack<E> {
2    private SinglyLinkedList<E> list = new SinglyLinkedList<>();
3    public int size() { return list.size(); }
4    public boolean isEmpty() { return list.isEmpty(); }
5    public void push(E element) { list.addFirst(element); }
6    public E top() { return list.first(); }
7    public E pop() { return list.removeFirst(); }
8    public String toString() { return list.toString(); }
9  }
```

- Essa implementação usa uma lista simplesmente encadeada.
- Não há limite de capacidade.
- Como as operações no início de uma lista simplesmente encadeada são mais eficientes, o topo da pilha é o início da lista.
- A implementação é simples, pois basta invocar os métodos da lista encadeada que executam as operações desejadas (`size`, `isEmpty`, `addFirst`, ...).

Pilhas

Análise de complexidade

Operação	`ArrayStack`	`LinkedStack`
`size`	$\mathcal{O}(1)$	$\mathcal{O}(1)$
`isEmpty`	$\mathcal{O}(1)$	$\mathcal{O}(1)$
`top`	$\mathcal{O}(1)$	$\mathcal{O}(1)$
`push`	$\mathcal{O}(1)$	$\mathcal{O}(1)$
`pop`	$\mathcal{O}(1)$	$\mathcal{O}(1)$

45EST – Algoritmos e Estruturas de Dados
Prof. Marcelo de Souza