Prof. Eurinardo

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaç

## Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação po inserção

Complexidade de melho

Complexidade de pior

----

## Aula 3 Complexidade de Algoritmos

### Projeto e Análise de Algoritmos

Professor Eurinardo Rodrigues Costa Universidade Federal do Ceará Campus Russas

2021.1

Aula Passada

### Aula Passada

### Complexidade de Algoritmos

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

# Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Tempo do Insertion-Sort

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

Complexidade de melhor caso

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espac

# Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação p inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Correção de Algoritmos Iterativos

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Complexidade de melho

Complexidade de pior

4 □ ト 4 圖 ト 4 圖 ト 4 圖 ・ 夕 Q ○ ○

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

# Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

> Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

- Correção de Algoritmos Iterativos
  - Invariante de Laço

### Aula Passada

#### Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

# Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

- Correção de Algoritmos Iterativos
  - Invariante de Laço
  - ► Exemplo: Insertion-Sort

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

# Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Sejam A um algoritmo

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Complexidade de melhor

Complexidade de pior

### 4□▶ 4億▶ 4億▶ 4億▶ 億 900℃

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Complexidade de melho caso

Complexidade de pior

# Complexidade de Tempo

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \cdots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ .

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

> Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melhor caso

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Complexidade de melhor caso

Complexidade de pior

### Complexidade de Tempo

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

Complexidade de pior caso

Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

> Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melhor caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ 

Prof. Eurinardo

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de melhor caso

. . . . . . . . . . . . . . . .

Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Complexidade de melho caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$

### Prof. Eurinardo

Aula Passada

### Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de caso médio

### Prof. Eurinardo

Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de caso médio

$$= p_1 \times t_1 + p_2 \times t_2 + \cdots + p_m \times t_m,$$

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Complexidade de melhor caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de caso médio  $= p_1 \times t_1 + p_2 \times t_2 + \cdots + p_m \times t_m$ , onde  $p_i$  é a probabilidade de ocorrência da entrada  $E_i$ .

#### Prof. Eurinardo

Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação por inserção

Complexidade de melho caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de caso médio = p₁ × t₁ + p₂ × t₂ + ··· + pm × tm, onde pᵢ é a probabilidade de ocorrência da entrada Eᵢ.

### Complexidade de Espaço

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Complexidade de

Algoritmos Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho caso

Sejam A um algoritmo,  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$  entradas de A que possuem tamanho n. Denote por  $t_i$ , o número de passos efetuados por A, quando a entrada é  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ . Definem-se

- ► Complexidade de pior caso=  $\max\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- ► Complexidade de melhor caso=  $min\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$
- Complexidade de caso médio  $= p_1 \times t_1 + p_2 \times t_2 + \cdots + p_m \times t_m$ , onde  $p_i$  é a probabilidade de ocorrência da entrada  $E_i$ .

### Complexidade de Espaço

Análogo a Complexidade de Tempo para células de memória (em vez de passos de execução).

**◆□▶◆□▶◆≡▶◆≡▶ = ★**)९(℃

# Prof. Eurinardo Aula Passada

### Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Complexidade de melho caso

### Algoritmo 1: Insertion-Sort

```
Entrada: Vetor A[1 \cdots n] e inteiro n (tamanho de A) Saída: A ordenado
```

```
1 para j \leftarrow 2 até n faça
2 | chave \leftarrow A[j]
3 | %inserir A[i] na se
```

 $A[i+1] \leftarrow \text{chave}$ 

```
3 | %inserir A[j] na sequência ordenada A[1 \cdots j-1]
4 | i \leftarrow j-1
5 | enquanto (A[i] > chave) e (i > 0) faça
6 | A[i+1] \leftarrow A[i]
7 | i \leftarrow i-1
```

10 **fim** 

8

9

fim

#### Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

### Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

#### Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

### PAA - Aula 3

Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo

Complexidade de Espaço

# Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Tempo do Insertion-Sort.

#### PAA - Aula 3

Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de

## Aula Passada

PAA - Aula 3

Prof. Eurinardo

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos Iterativos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

- Tempo do Insertion-Sort.
- Complexidade de melhor caso.

### Aula Passada Complexidade de

Algoritmos

PAA - Aula 3

Prof. Eurinardo

Complexidade de Espaço

Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação po inserção

Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

- Tempo do Insertion-Sort.
- Complexidade de melhor caso.
- Complexidade de pior caso

### Bibliografia

LEISERSON, C.E., STEIN, C., RIVEST, R.L., CORMEN T.H.

Algoritmos: teoria e prática, 3ed. Editora Campus, ano 2012.

### Prof. Eurinardo

### Aula Passada

Complexidade de Algoritmos

Complexidade de

### Prof. Eurinardo

#### Aula Passada

### Complexidade de Algoritmos

Complexidade de Tempo Complexidade de Espaço

# Complexidade de Algoritmos

Análise da ordenação po inserção

> Tempo do Insertion-Sort Complexidade de melho

Complexidade de pior caso

# Obrigado!