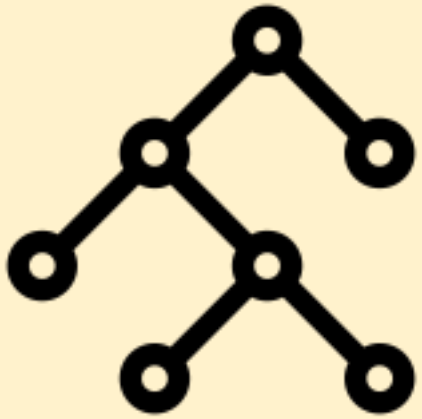
Algoritmo de ordenação

Heapsort



Universidade Federal do Pará
Faculdade de Computação
Estruturas de Dados

Lucas Maués de Menezes

História

Considerado generalista e eficiente, o Heapsort faz parte da família de algoritmos de **ordenação por seleção**.

Utiliza a **estrutura de dados heap**.

Desenvolvido por J. W. J. Williams em **1964** e posteriormente refinado por R. W. Floyd, ambos cientistas da computação.

Williams

Floyd

Funcionamento do Heapsort

1. **Construir um heap máximo** a partir do array de elementos a serem ordenados

2. **Extrair o elemento máximo** (raiz do heap) e colocar na última posição do array

3. Reduzir o tamanho do heap em 1 e ajustar a propriedade do heap

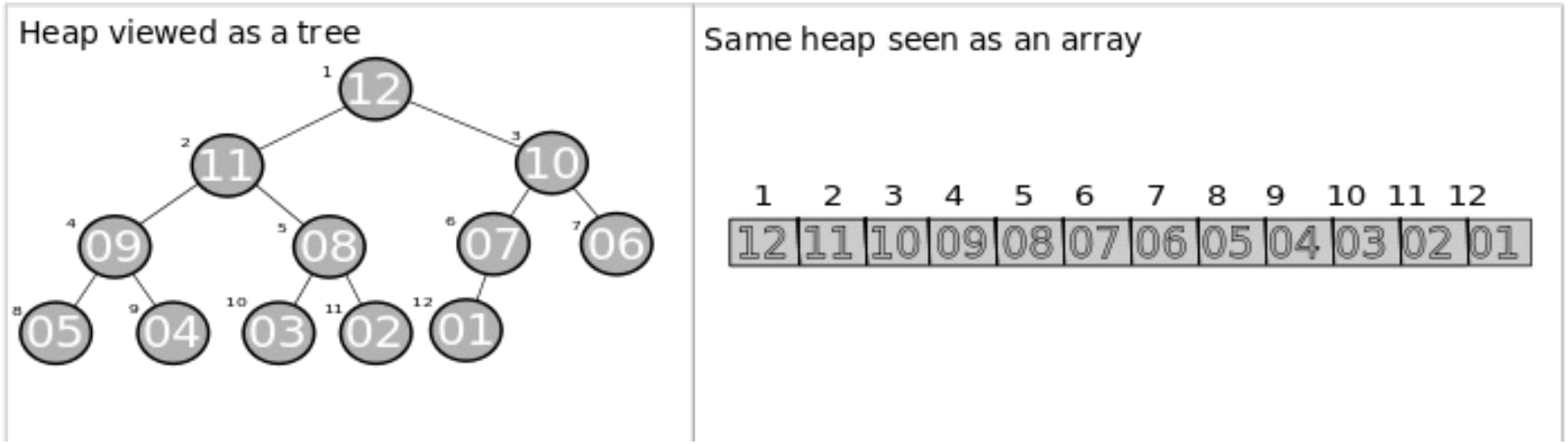
* Repetir 2 e 3 até que o array esteja ordenado.

Heap é uma “árvore binária especial” = Estrutura Binária + Propriedade de Heap.

Implementação **Max-Heap**:
O valor do nó pai é sempre maior que dos filhos. O nó raiz contém o maior valor da árvore. Ordenará os elementos em ordem decrescente.

Representação do Heapsort

Heap



Árvore

Array

Complexidade do Heapsort

$$O(n \log n)$$

O = notação assintótica Big O

n = tamanho do conjunto de dados

$log\ n$ = logaritmo na base 2 de n

Heapsort tem a mesma taxa de crescimento do tempo de execução em relação ao tamanho da entrada (*n*) para melhor, pior e médio caso.

Ou seja, se a entrada de elementos (*n*) aumenta, o tempo de execução do algoritmo cresce proporcionalmente a *n* multiplicado pelo logaritmo de *n (2 x log n).*

Não importa se os dados estão desordenados, parcialmente ordenados ou já ordenados, o desempenho do Heapsort permanece inalterado, resultando sempre em uma complexidade de tempo *O*(*n* log *n*).

Complexidade do Heapsort

Algoritmos O(n log n) são eficientes para grandes conjuntos de dados em comparação aos com complexidade quadrática $O(n^2)$.

Heapsort é utilizado em sistemas operacionais no **gerenciamento de memória** e na promoção de **filas de prioridade**, pois possui desempenho em tempo de execução satisfatório em sequências aleatoriamente desordenadas, utiliza pouca memória e o desempenho no pior cenário é praticamente igual ao médio.

* Muitos algoritmos de ordenação tem desempenho insatisfatório no pior caso, tanto no tempo de execução, quanto no uso de memória, por exemplo, BubbleSort e SelectionSort, que possuem ordem de complexidade $O(n^2)$.

Exemplo de código em C

Repositório: https://github.com/lucasm/estruturas-de-dados-c/blob/main/atividade-3/heapsort.c

func **heapify**

func **heapSort**

func **printArray**

func **main**

Exemplo de código em C

```
Array original:
12 11 13 5 6 7

Array ordenado:
5 6 7 11 12 13
```

```c
#include <stdio.h>

// função criar um heap máximo
void heapify(int arr[], int n, int i)…

// função ordenar array usando heapsort
void heapSort(int arr[], int n)…

// função imprimir array
void printArray(int arr[], int n)…

int main()
{
    int arr[] = {12, 11, 13, 5, 6, 7};
    // cria um array de inteiros

    int n = sizeof(arr) / sizeof(arr[0]);
    // cacula a quantidade de elementos do array

    printf("Array original:\n");
    printArray(arr, n);

    heapSort(arr, n);

    printf("Array ordenado:\n");
    printArray(arr, n);

    return 0;
}
```

Conclusão

- **Heapsort é um algoritmo de ordenação eficiente**
- Usa a estrutura de dados heap, muito útil quando é necessário remover repetidamente o elemento com a prioridade mais alta (ou mais baixa)
- Apresenta um desempenho consistente de O(n log n) no pior e médio caso
- Não é estável

Vídeo

* Forma divertida de ver o algoritmo em ação, formação da Heap e o funcionamento do Heapsort

Referências

DSC UFCG. **História da Computação - O Algoritmo Heapsort**. Disponível em: http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/maio2013/materias/historia_da_computacao.html.

CTC INE UFSC. **Ordenação de Dados III**. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~r.mello/ine5384/17-OrdenacaoDados3.pdf.

DCC UFMG. **Ordenação: Heapsort**. Disponível em: https://homepages.dcc.ufmg.br/~cunha/teaching/20121/aeds2/heapsort.pdf.

Acessos em: 12 de dezembro de 2023.