

Ordenação: Heapsort

Estruturas de Dados e Algoritmos – Ciência da Computação



Prof. Daniel Saad Nogueira
Nunes

IFB – Instituto Federal de Brasília,
Campus Taguatinga



Sumário

1 Heapsort



Heapsort

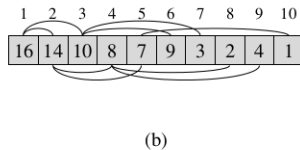
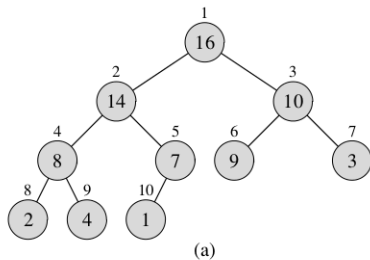
Heap

A chave do heapsort é uma estrutura denominada heap. Uma heap binária é uma estrutura de natureza recursiva e tem as seguintes propriedades:

- i) O elemento pai é \geq do que os seus filhos.
- ii) O filho da esquerda é uma heap.
- iii) O filho da direita também é uma heap.



Heapsort

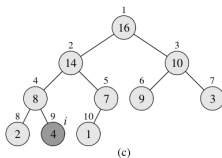
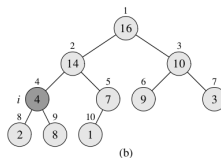
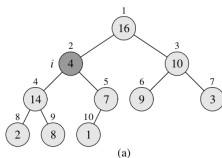




Heapsort

Heapify

Para construir uma Heap, devemos aplicar o procedimento de **heapify** nos nós que não apresentam a propriedade de Heap.

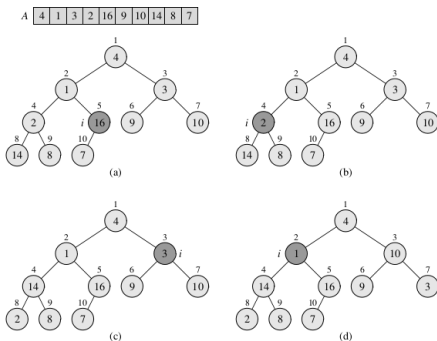




Heapsort

Heap

Note que os nós folha, já são heaps (por vacuidade). Logo, o **heapify** só necessita ser aplicado aos nós acima dos nós folhas.





Heapsort

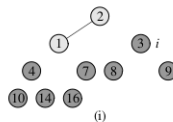
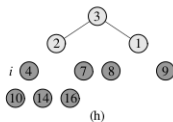
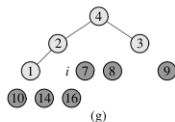
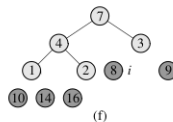
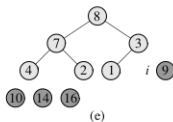
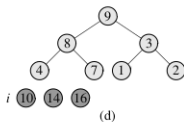
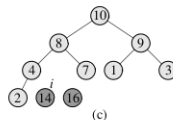
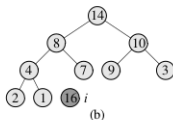
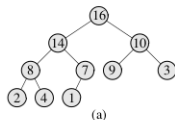
Heapsort

- Uma vez que a Heap está contruída, sabemos que o elemento raiz (primeiro elemento) é o maior de todos, logo podemos retirá-lo e colocá-lo no fim da sequência.
- Escolhemos o último nó folha para ser a raiz (primeiro elemento da sequência) e aplicamos **heapify** para manter a estrutura da heap.
- O procedimento é repetido até que tenhamos a sequência ordenada.



Heapsort

Exemplo





Heapsort

```
1 static void heapify(int *v, size_t i, size_t size) {
2     int left;
3     int right;
4     int largest;
5     while (i < size) {
6         left = (i * 2) + 1;
7         right = (i * 2) + 2;
8         largest = i;
9         if (left < size && v[left] > v[largest]) {
10             largest = left;
11         }
12         if (right < size && v[right] > v[largest]) {
13             largest = right;
14         }
15         if (i == largest) {
16             break;
17         }
18         int swp = v[i];
19         v[i] = v[largest];
20         v[largest] = swp;
21         i = largest;
22     }
```



Heapsort

```
25 static void make_heap(int *v, size_t size) {
26     int i;
27     for (i = size / 2; i >= 0; i--) {
28         heapify(v, i, size);
29     }
30 }
31
32 void heap_sort(int *v, size_t size) {
33     make_heap(v, size);
34     for (int i = size - 1; i > 0; i--) {
35         int swp = v[i];
36         v[i] = v[0];
37         v[0] = swp;
38         heapify(v, 0, i);
39     }
40 }
```



Sumário

2 Análise



Heapsort

Análise

- Para construir a Heap, leva-se tempo $O(n \lg n)$, uma vez que é necessário manter a propriedade de Heap para todos os nós, e cada nó tem altura $O(\lg n)$.
- Apesar de ser um limite superior, uma análise mais detalhada mostra que a construção da Heap é feita em tempo $\Theta(n)$.
- Uma vez que a Heap é construída, a retirada do nó raiz e a manutenção da propriedade da Heap levam tempo $\Theta(\lg n)$.
- Como esse procedimento é repetido para todos os nós, temos que o Heapsort leva tempo $\Theta(n \lg n)$.



Heapsort

In-place	Estável
✓	✗