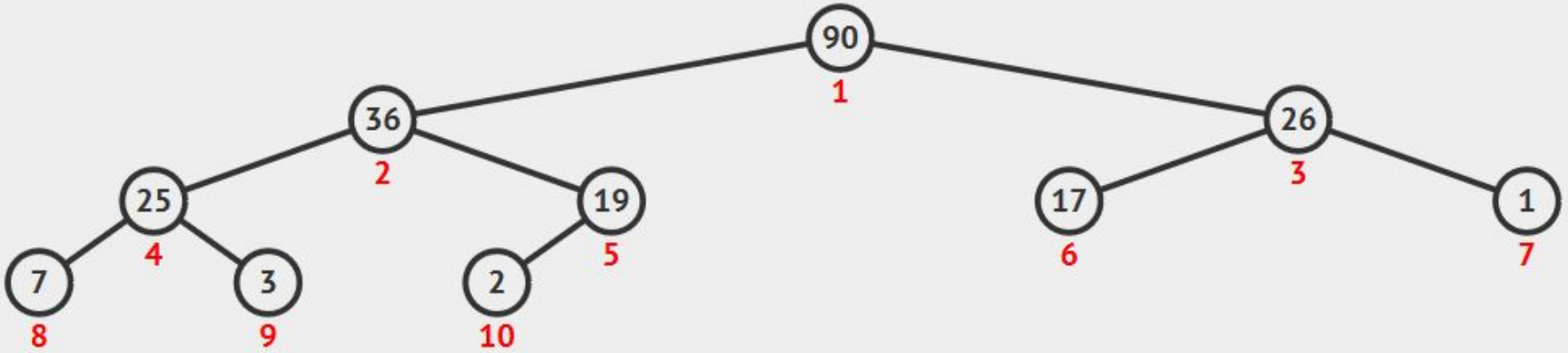
Пирамида(Heap)

Лекция 7 по СДА, Софтуерно Инженерство
Зимен семестър 2019-2020г
д-р Милен Чечев

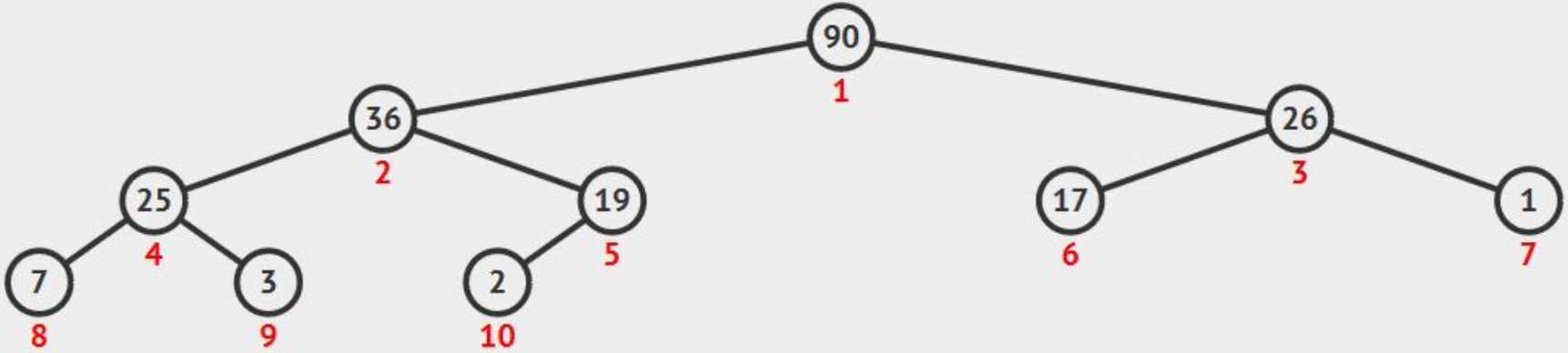
Пирамида



Какво е пирамида?

Когато говорим за пирамида ще имаме в предвид двоична пирамида (въпреки, че има и други).

- Пирамида е почти пълно двоично дърво, като само най-дълбокото ниво не е пълно и то последователно (виж картинката)
- За пирамидата имаме свойството, че за всеки възел бащата е по-голям и от двете си деца (при максимална пирамида).



Операции

getMax(X)

extractMax(X)

insert(X)

delete(X)

https://visualgo.net/en/heap

Основни приложения

- Приоритетна опашка
- Пирамидално сортиране (HeapSort)

Приоритетна опашка

Опашка, в която се вкарват последователно елементи, а при изкарване елементите ги получаваме наредени по приоритет (например големина).

Ако всички са с еднакъв приоритет ще работи както обикновенна опашка

Реализации на пирамида

- Свързано представяне стандартно за двоично дърво
- Представяне с масив (space efficient!)

Имплементация

```
class MinHeap
{
    int *harr; // pointer to array of elements in heap
    int capacity; // maximum possible size of min heap
    int heap_size; // Current number of elements in min heap

    int parent(int i) { return (i-1)/2; }
    int left(int i) { return (2*i + 1); }
    int right(int i) { return (2*i + 2); }
```

```
int MinHeap::extractMin(){
    if (heap_size <= 0)
        return INT_MAX;
    if (heap_size == 1){
        heap_size--;
        return harr[0];
    }
    int root = harr[0];
    harr[0] = harr[heap_size-1];
    heap_size--;
    MinHeapify(0);

    return root;
}
```

```
void MaxHeap::insertKey(int k){
    if (heap_size == capacity){
        cout << "\nOverflow: Could not insertKey\n";
        return;
    }

    // First insert the new key at the end

    int i = heap_size - 1;
    harr[heap_size] = k;
    heap_size++;

    // Fix the min heap property if it is violated
    while (i != 0 && harr[parent(i)] < harr[i])
    {
       swap(&harr[i], &harr[parent(i)]);
       i = parent(i);
    }
```

```
// A recursive method to heapify a subtree with the root at given index
// This method assumes that the subtrees are already heapified
void MinHeap::MinHeapify(int i)
{
    int l = left(i);
    int r = right(i);
    int smallest = i;
    if (l < heap_size && harr[l] < harr[i])
        smallest = l;
    if (r < heap_size && harr[r] < harr[smallest])
        smallest = r;
    if (smallest != i)
    {
        swap(&harr[i], &harr[smallest]);
        MinHeapify(smallest);
    }
}
```

Представяне с масив

- Удобно поради последователното запълване на пирамидата
- Корена е на позиция 0, а наследниците му са на позиция 1 и 2
- За всяка позиция от масива i наследниците са 2*i+1 и 2*i+2 (ако съществуват).

Пирамидално сортиране

Основна идея:Преобразува масива в пирамида, след което вади един по един елементите от върха на пирамидата и ги поставя сортирани последователно в края на масива.

Сортиране със сложност O(n^log(n)) и константна допълнителна памет!

Пирамидално сортиране

```
void heapSort(int arr[], int n)
{
    // Build heap (rearrange array)
    for (int i = n / 2 - 1; i >= 0; i--)
        heapify(arr, n, i);

    // One by one extract an element from heap
    for (int i=n-1; i>=0; i--)
    {
        // Move current root to end
        swap(arr[0], arr[i]);

        // call max heapify on the reduced heap
        heapify(arr, i, 0);
    }
}
```

```
void heapify(int arr[], int n, int i)
{
    int largest = i; // Initialize largest as root
    int l = 2*i + 1; // left = 2*i + 1
    int r = 2*i + 2; // right = 2*i + 2

    if (l < n && arr[l] > arr[largest])
        largest = l;
    if (r < n && arr[r] > arr[largest])
        largest = r;
    if (largest != i)
    {
        swap(arr[i], arr[largest]);

        // Recursively heapify the affected sub-tree
        heapify(arr, n, largest);
    }
}
```

Следва решаване на задачи (Live codding)

Задачи за дървета:

https://www.hackerrank.com/contests/sda-2019-2020-test3

https://www.hackerrank.com/contests/test4-sda-

https://www.hackerrank.com/challenges/tree-height-of-a-binary-tree/problem

https://www.hackerrank.com/challenges/tree-top-view/problem

https://www.hackerrank.com/challenges/tree-level-order-traversal/problem