

알튜비튜

우선순위 큐

오늘은 STL에서 제공하는 container adaptor인 priority queue에 대해 알아봅니다.
가장 최근의 데이터를 뽑는 스택, 제일 먼저 들어갔던 데이터를 뽑는 큐와 달리 우선순위가 가장 높은 데이터를 뽑는 자료구조입니다.

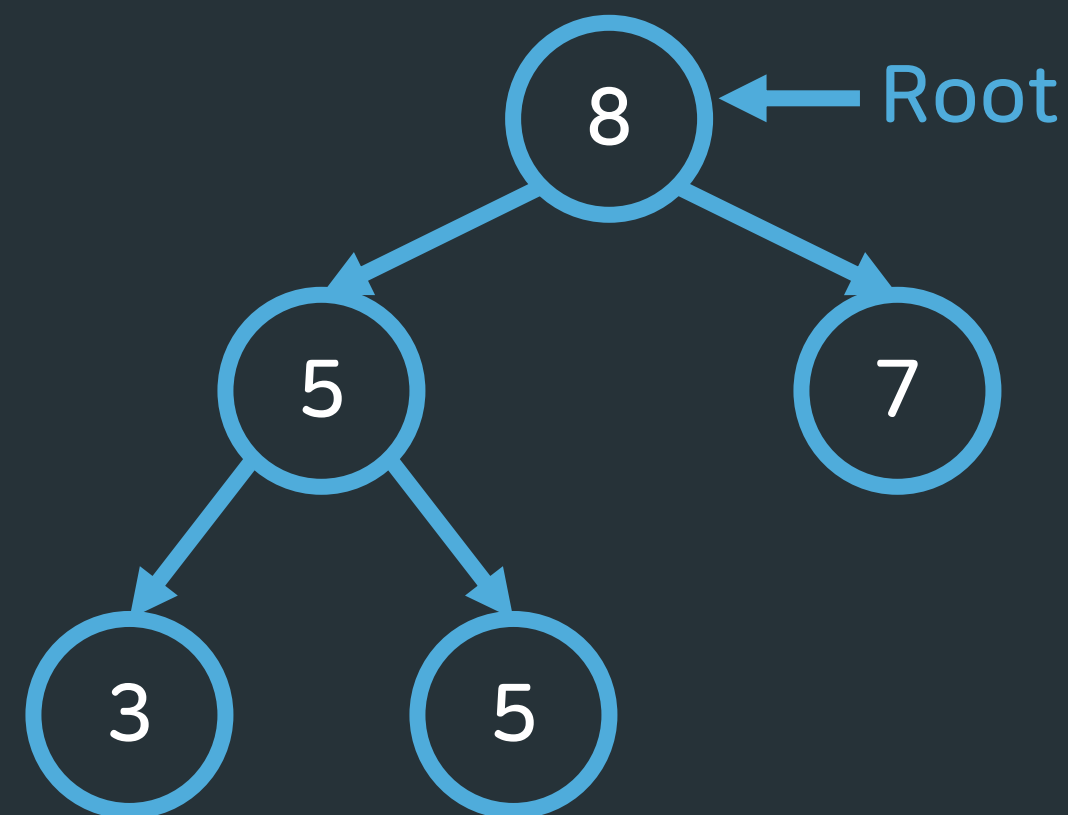


— FAMILY —
EMERGENCY ROOM



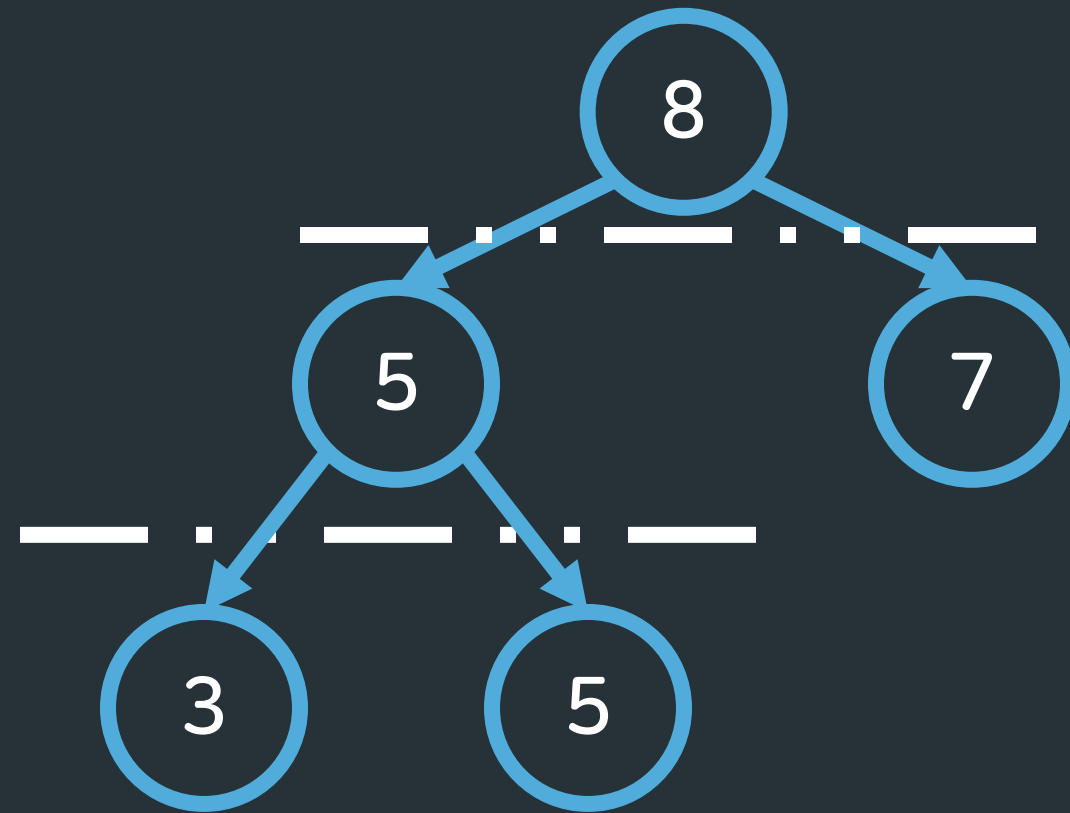
Priority Queue

- 우선순위가 높은 데이터가 먼저 나옴
- 자료의 Root 노드에서만 모든 연산이 이루어짐
- 모든 연산에 대한 시간 복잡도는 $O(\log n)$
- Heap으로 구현
- Heap의 조건
 1. 완전 이진 트리
 2. 상위 노드의 값은 모든 하위 노드의 값보다 우선순위가 크거나 같다



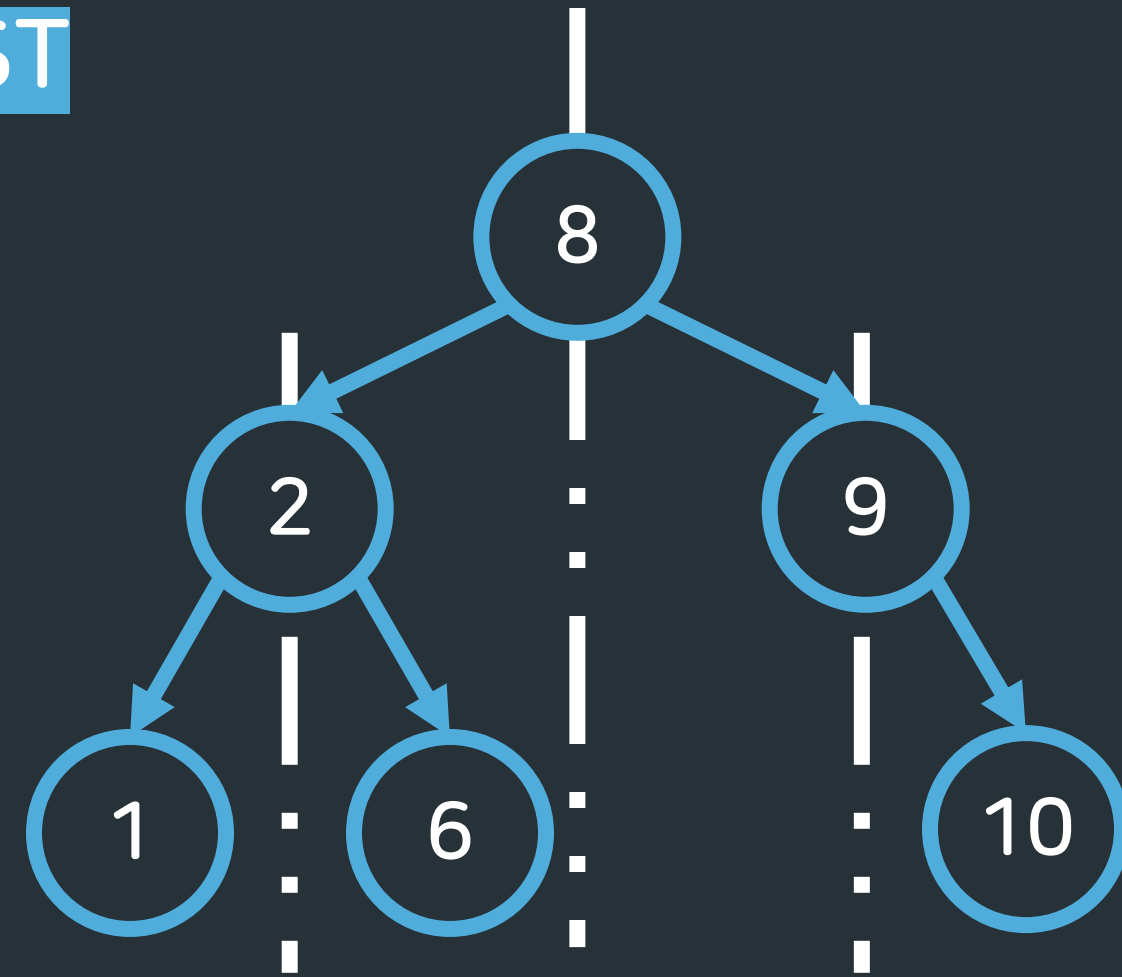
Heap과 BST의 차이

Heap



(상위) \geq (하위)
상하관계

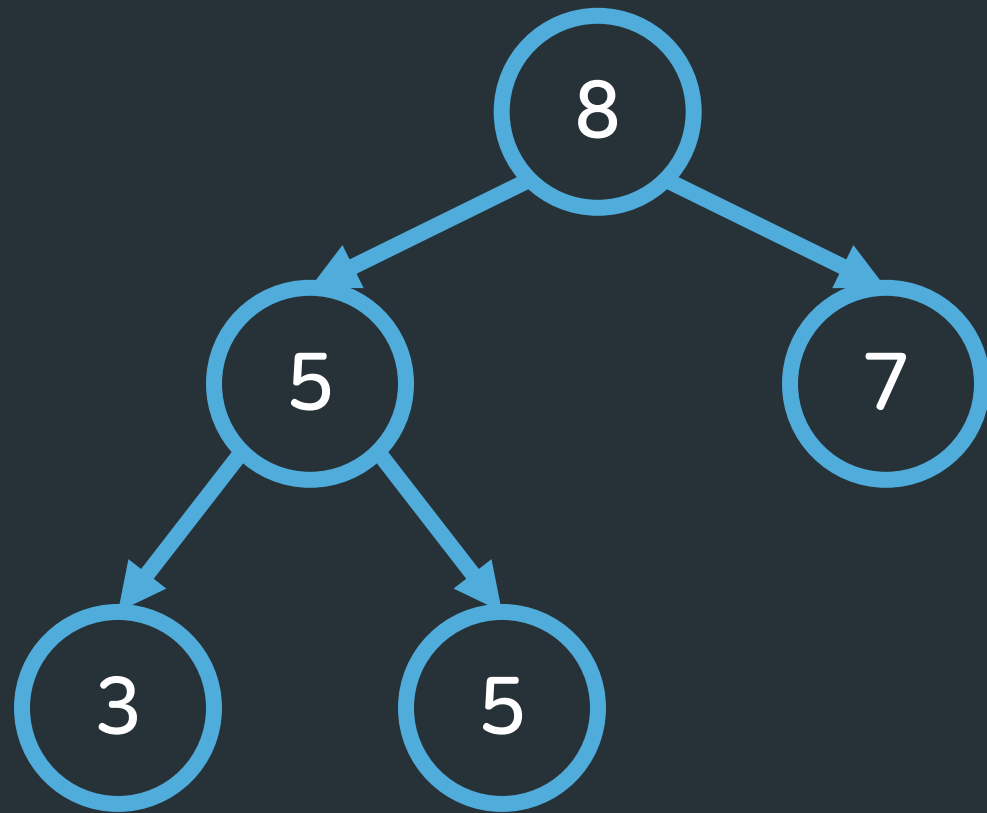
BST



(왼쪽) $<$ (루트) $<$ (오른쪽)
좌우관계

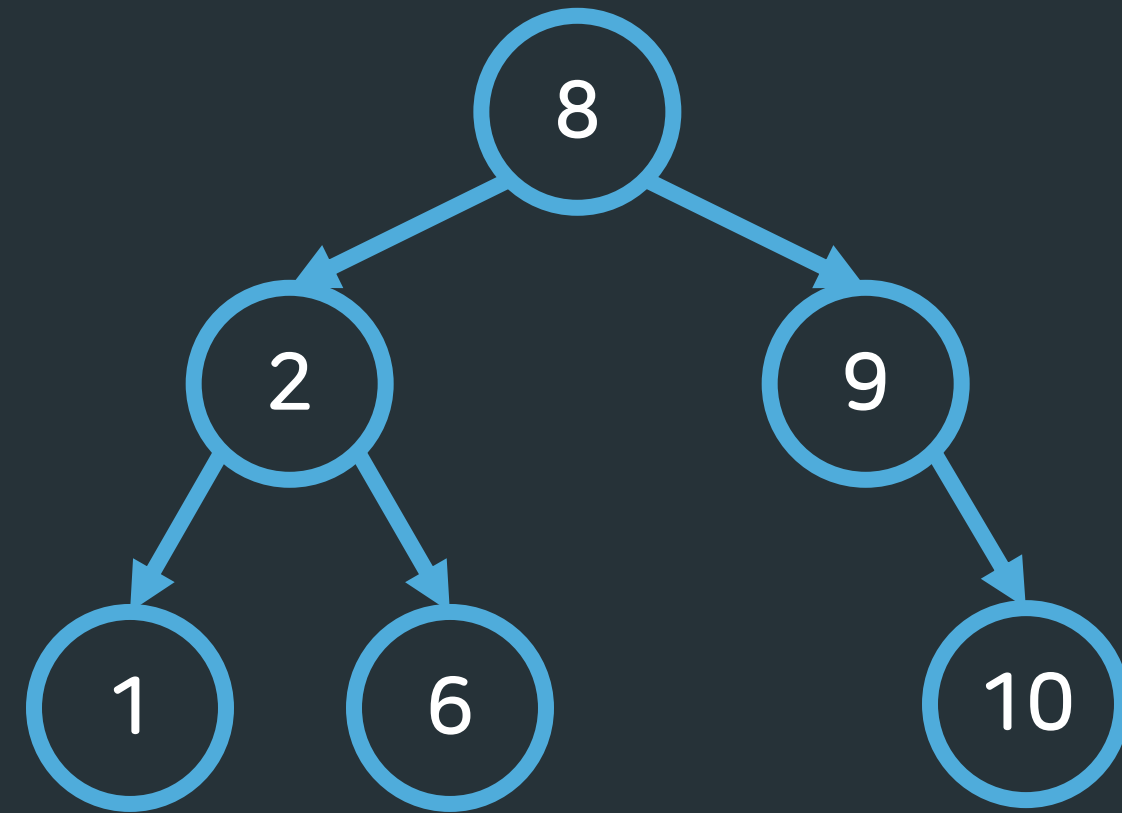
Heap과 BST의 차이

Heap

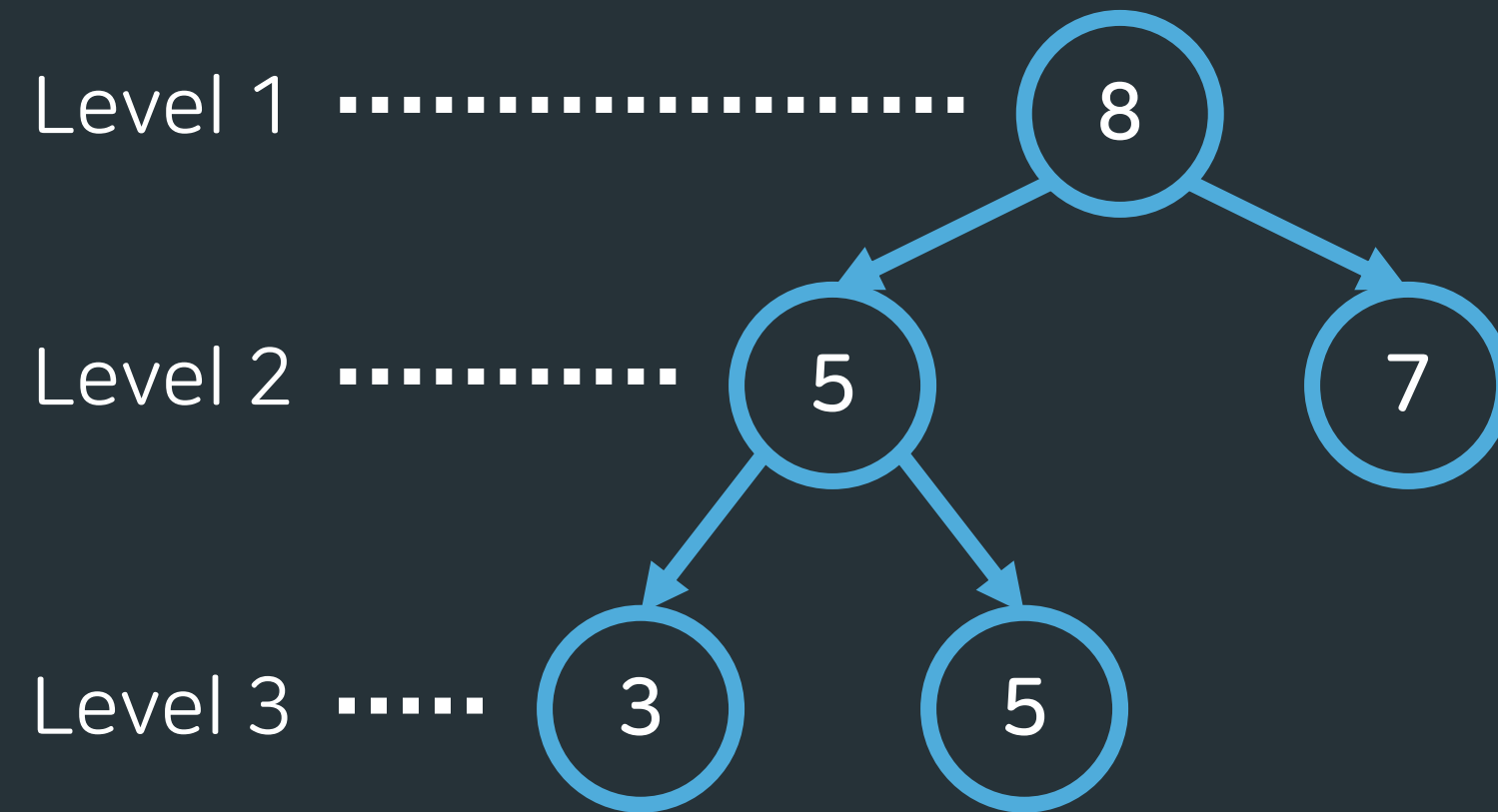


중복 0
완전 이진 트리

BST



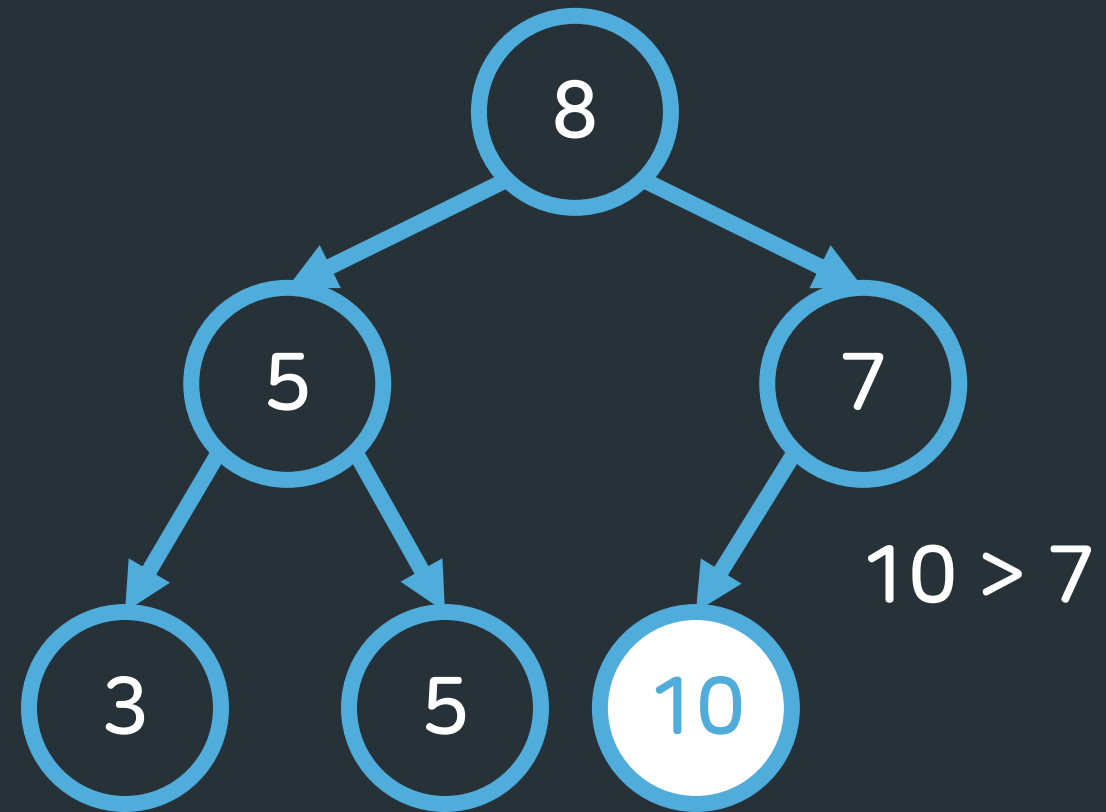
중복 X
완전 이진 트리일 필요 없음



Complete Binary Tree

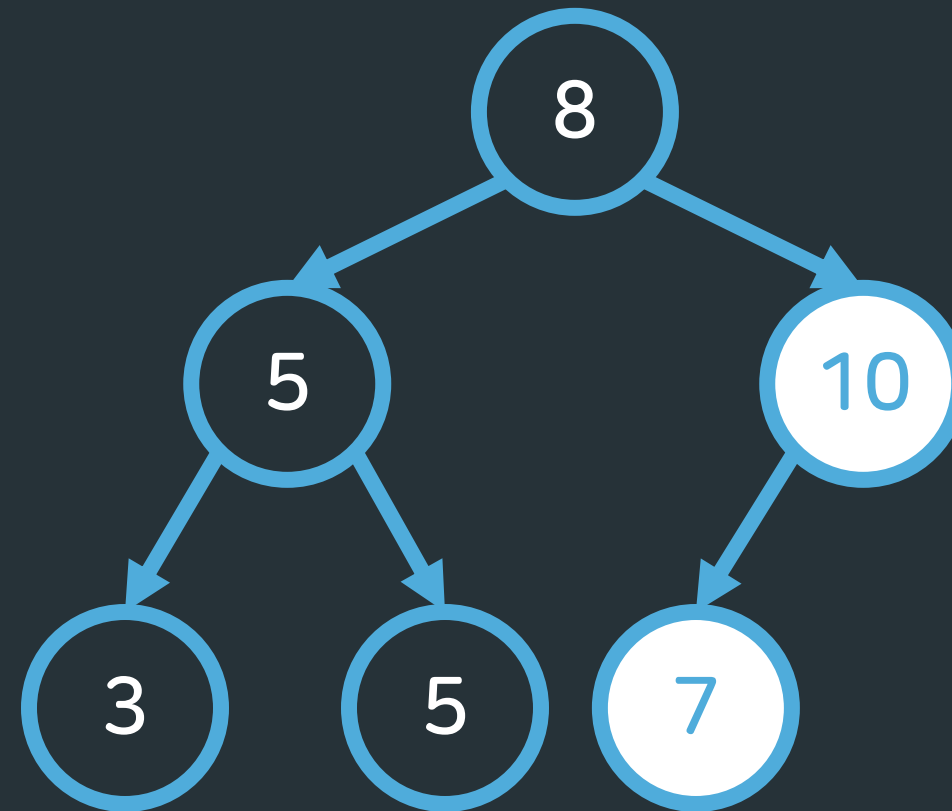
- 마지막 레벨을 제외하고 모든 레벨을 다 채움
- 마지막 레벨의 모든 노드는 왼쪽부터 빈 공간 없이 채움

최대 힙에 데이터 삽입



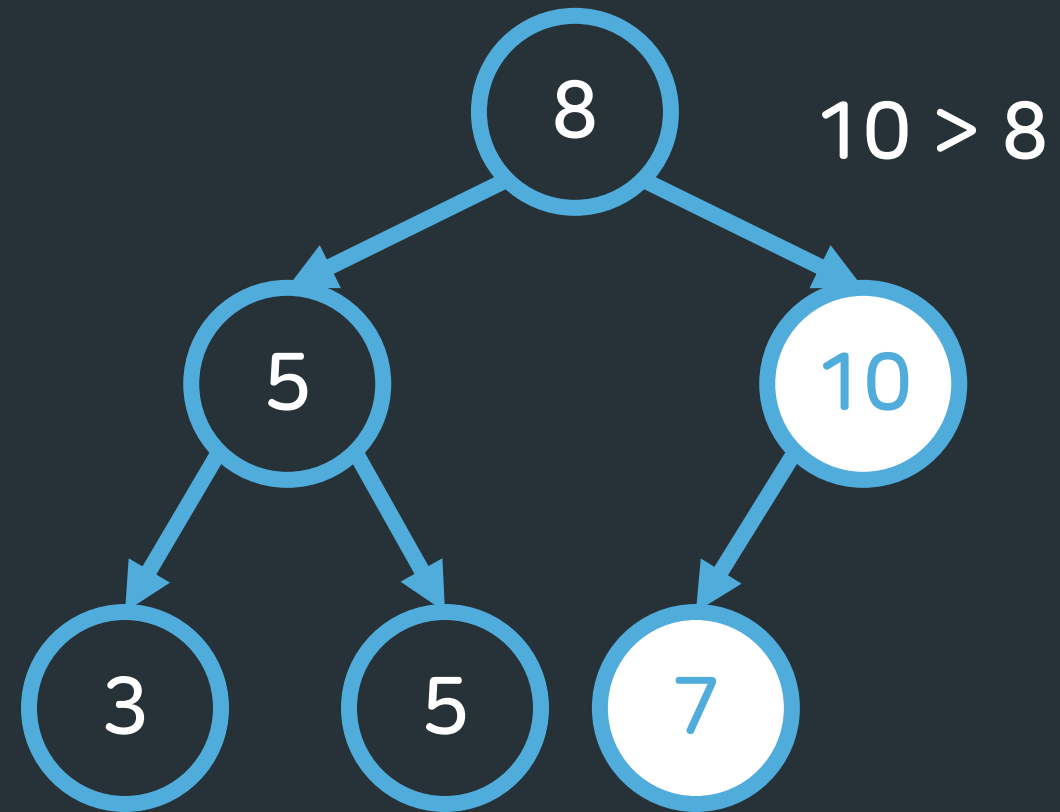
key = 10

최대 힙에 데이터 삽입



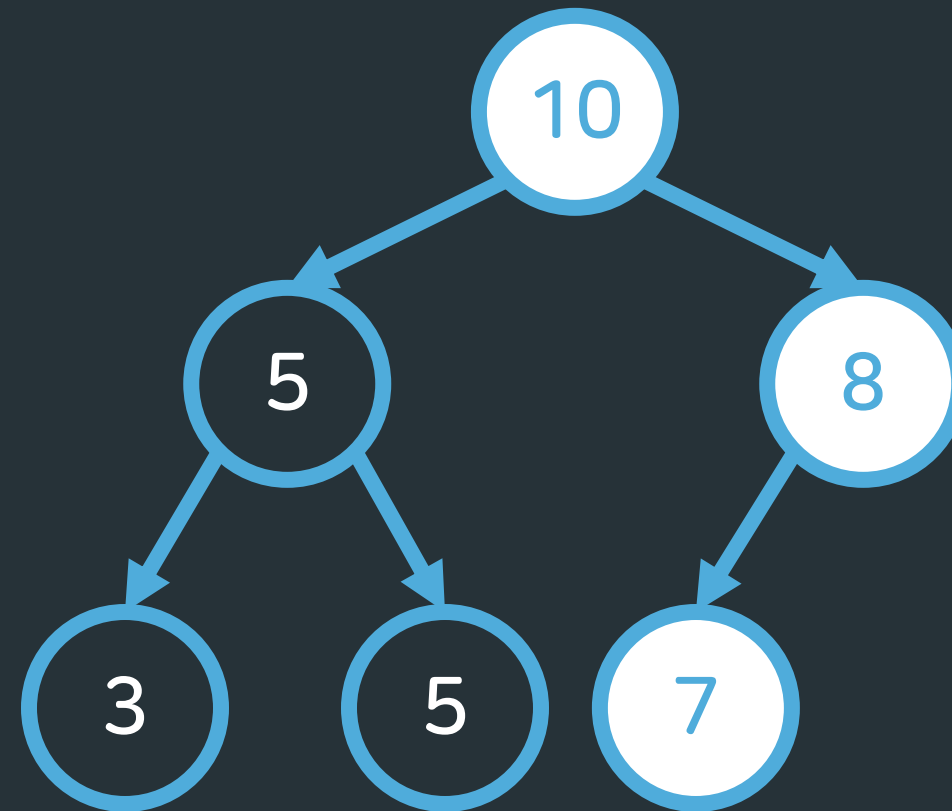
key = 10

최대 힙에 데이터 삽입



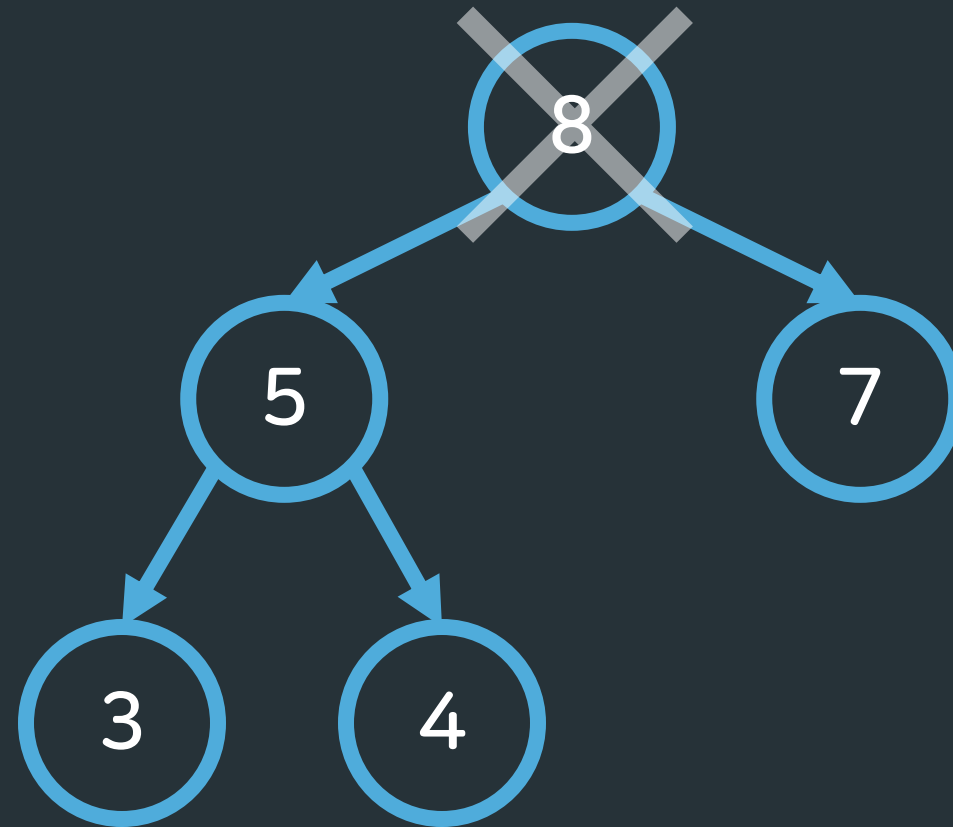
key = 10

최대 힙에 데이터 삽입

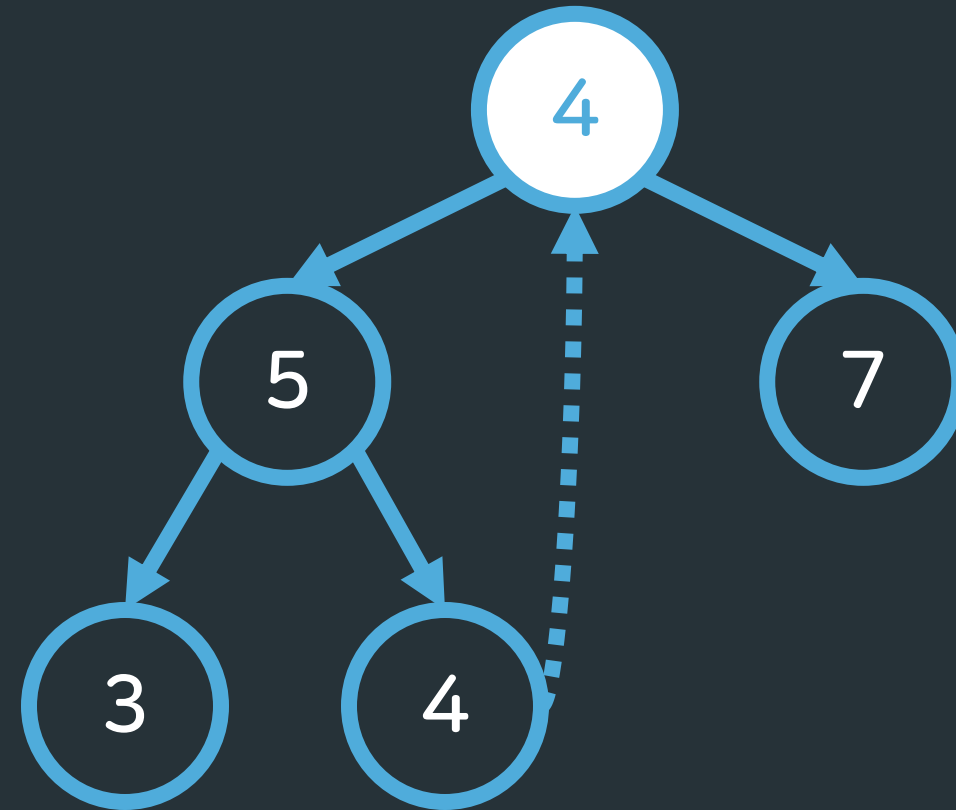


key = 10

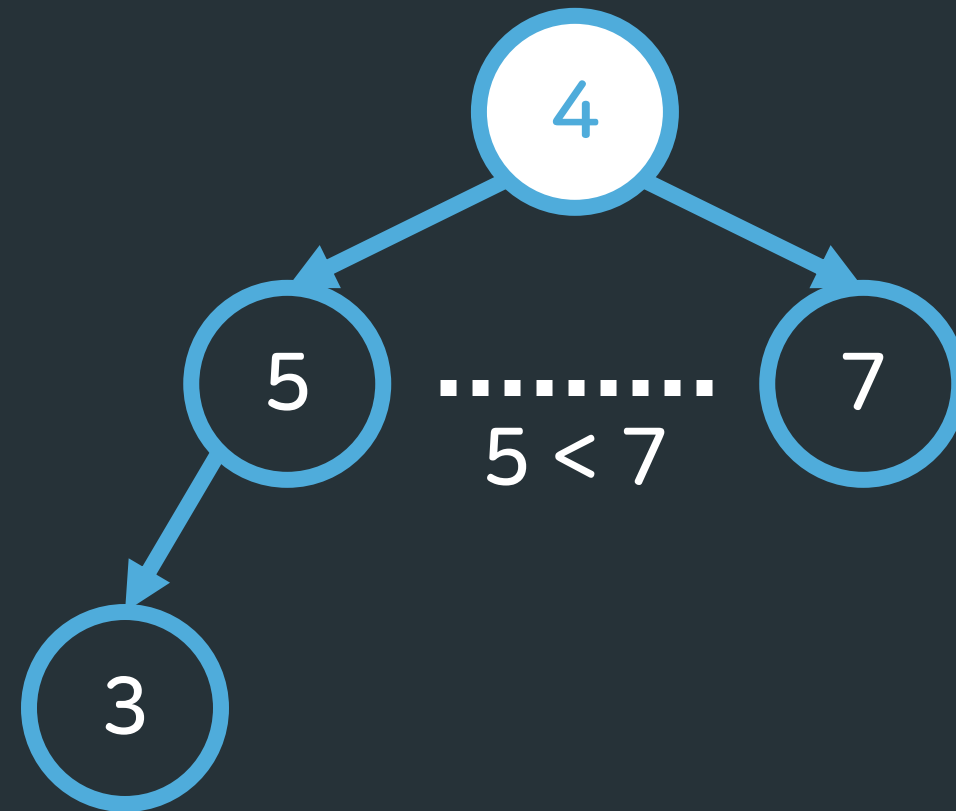
최대 힙에서 데이터 삭제



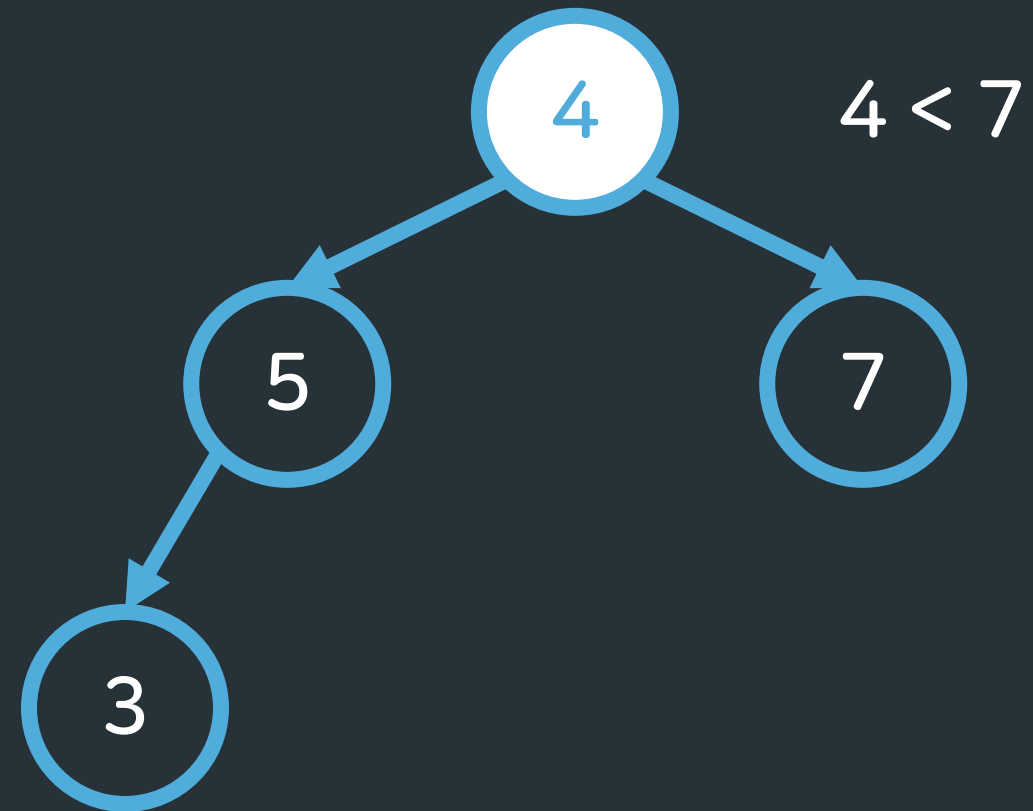
최대 힙에서 데이터 삭제



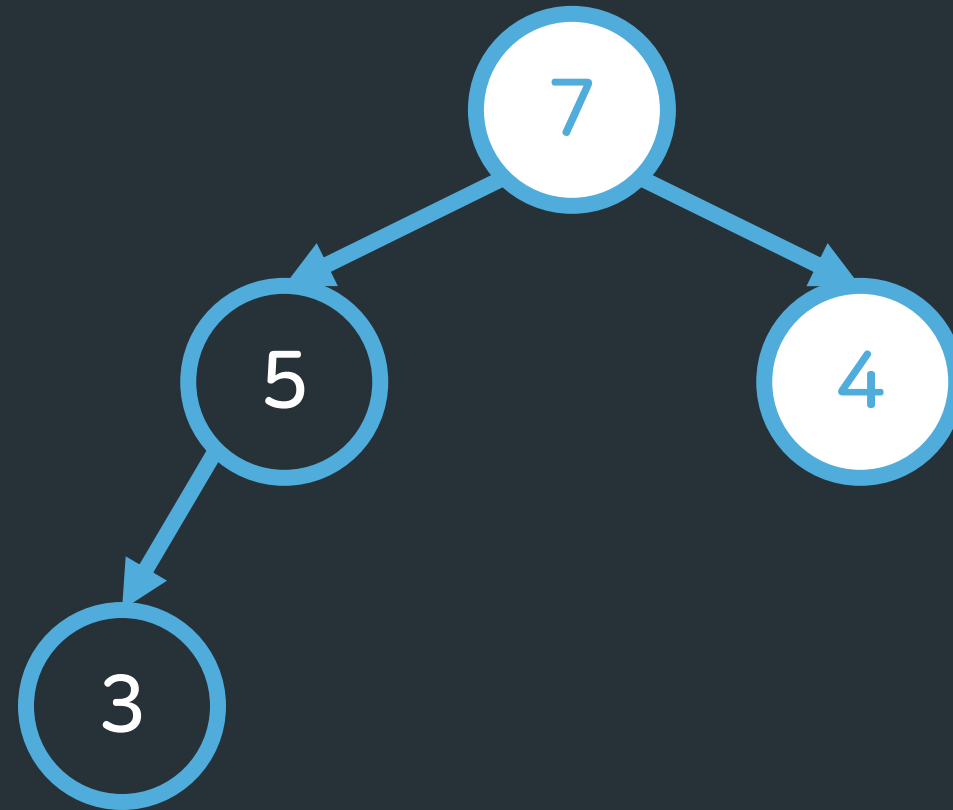
최대 힙에서 데이터 삭제



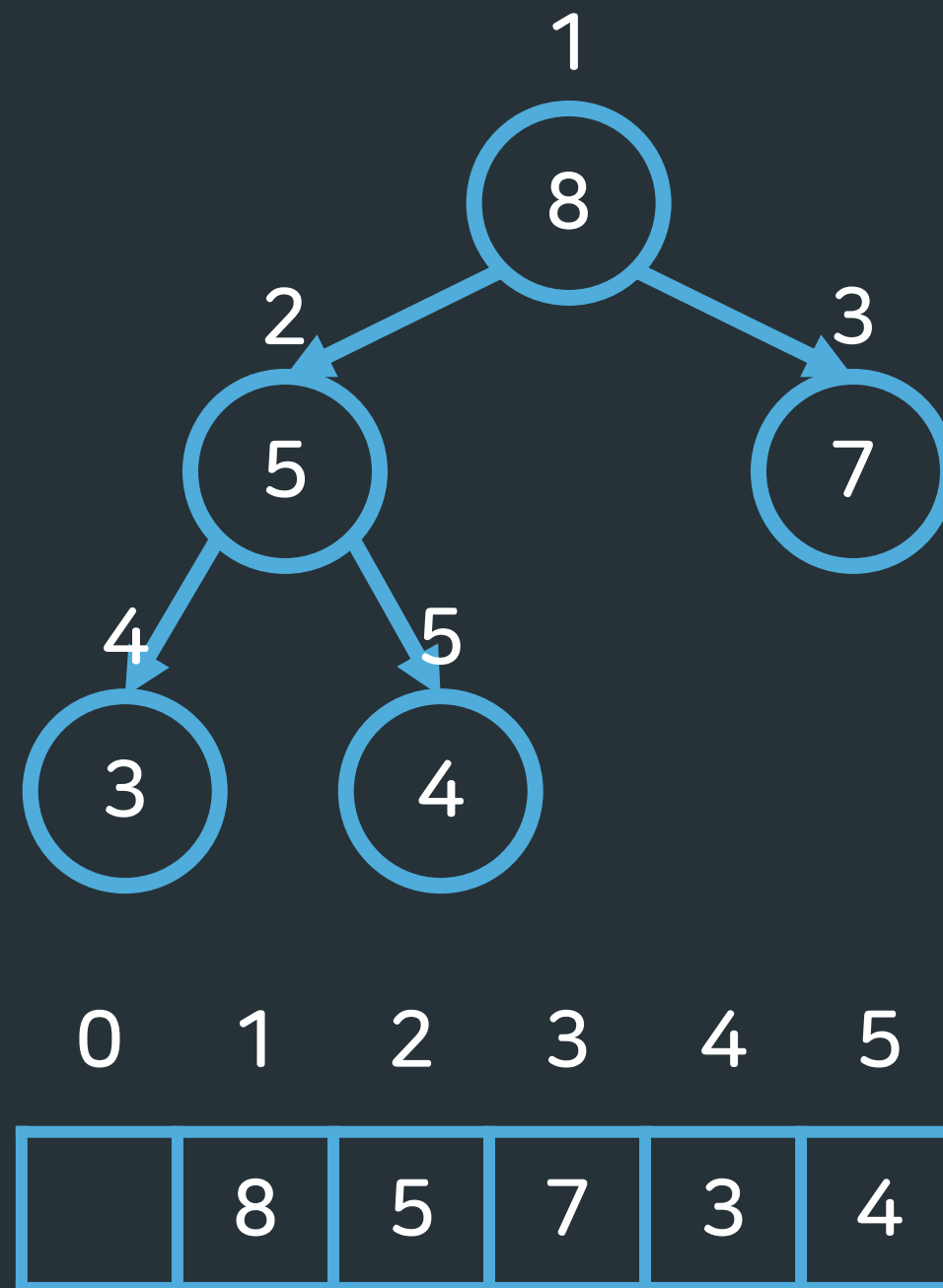
최대 힙에서 데이터 삭제



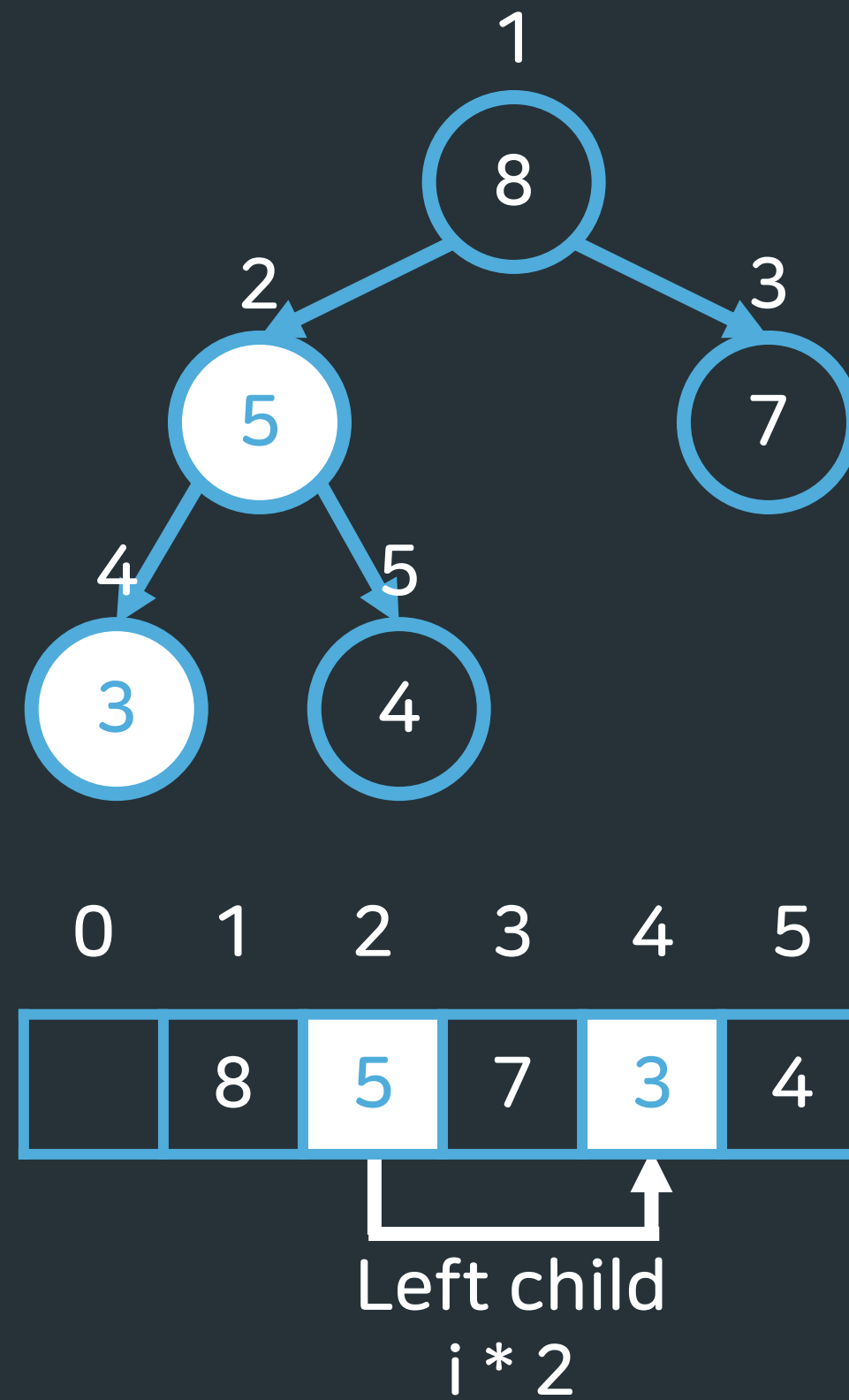
최대 힙에서 데이터 삭제



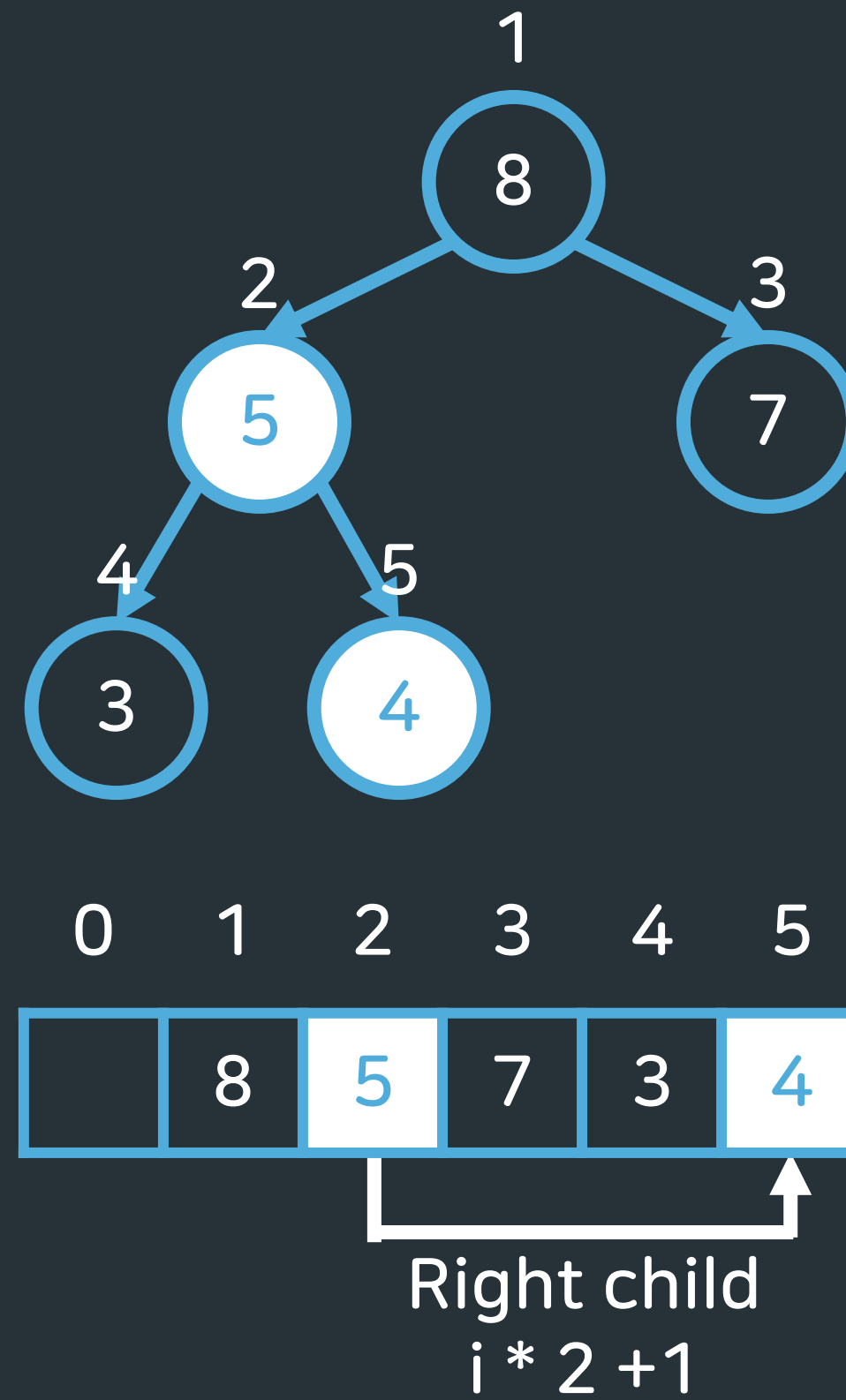
배열로 힙 구현하기



배열로 힙 구현하기



배열로 힙 구현하기



/<> 11279번 : 최대 힙 - Silver 2

문제

- 다음의 명령을 처리하는 최대 힙 프로그램 만들기
 1. 정수 x 가 주어진다.
 2. x 가 자연수라면 최대 힙에 x 추가
 3. x 가 0이라면 최대 힙에서 가장 큰 값을 출력하고 제거. 최대 힙이 비었다면 0 출력

제한 사항


- 명령의 수 N 의 범위는 $1 \leq N \leq 100,000$
- 명령과 함께 주어지는 정수 x 의 범위는 $0 \leq x \leq 2^{31}$

예제 입력

```
13
0
1
2
0
0
3
2
1
0
0
0
0
0
```

예제 출력

```
0
2
1
3
2
1
0
0
```



Search:

[Reference](#)
[<queue>](#)
[priority_queue](#)

[register](#)
[log in](#)

C++

[Information](#)
[Tutorials](#)
[Reference](#)
[Articles](#)
[Forum](#)

Reference

C library:

Containers:

[<array>](#)
[<deque>](#)
[<forward_list>](#)
[<list>](#)
[<map>](#)
[<queue>](#)
[<set>](#)
[<stack>](#)
[<unordered_map>](#)
[<unordered_set>](#)
[<vector>](#)

Input/Output:

Multi-threading:

Other:

<queue>

[priority_queue](#)
[queue](#)

priority_queue

priority_queue::priority_queue

member functions:

[priority_queue::emplace](#)
[priority_queue::empty](#)
[priority_queue::pop](#)

You were redirected to [cplusplus.com/priority_queue](#) || See search results for: "[priority_queue](#)"

class template

[std::priority_queue](#)

```
template <class T, class Container = vector<T>,
          class Compare = less<typename Container::value_type> > class priority_queue;
```

Priority queue

Priority queues are a type of container adaptors, specifically designed such that its first element is always the greatest of the elements it contains, according to some *strict weak ordering* criterion.

This context is similar to a *heap*, where elements can be inserted at any moment, and only the *max heap* element can be retrieved (the one at the top in the *priority queue*).

Priority queues are implemented as *container adaptors*, which are classes that use an encapsulated object of a specific container class as its *underlying container*, providing a specific set of member functions to access its elements. Elements are *popped* from the "back" of the specific container, which is known as the *top* of the priority queue.

The underlying container may be any of the standard container class templates or some other specifically designed container class. The container shall be accessible through *random access iterators* and support the following operations:

- `empty()`
- `size()`
- `front()`
- `push_back()`
- `pop_back()`

The standard container classes `vector` and `deque` fulfill these requirements. By default, if no container class is specified for a particular `priority_queue` class instantiation, the standard container `vector` is used.

Support of *random access iterators* is required to keep a heap structure internally at all times. This is done automatically by the container adaptor by automatically calling the algorithm functions `make_heap`, `push_heap` and `pop_heap` when needed.

구문

```
template <class Type, class Container= vector <Type>, class Compare= less <typename Container ::value_type>>  
class priority_queue
```

- `priority_queue<T> ex) priority_queue <int> pq;`
- `priority_queue<T , Container, Compare> ex) priority_queue <int , vector<int>, greater<int>> pq;`

멤버함수

- `empty()` : 우선순위큐가 비어 있으면 true를 return하고 비어 있지 않으면 false를 return
- `size()` : 큐의 요소 수를 return
- `top()` : 우선순위가 가장 큰 요소를 return
- `push(const Type& val)` : val의 우선 순위에 따라 우선순위 큐에 삽입
- `pop()` : 우선순위가 가장 큰 요소를 제거한다

/<> 11286번 : 절댓값 힙 - Silver 1

문제

- 절댓값 힙은 다음 두 가지 연산을 지원
 1. 배열에 정수 x ($x \neq 0$)를 삽입
 2. 배열에서 절댓값이 가장 작은 값을 출력하고, 그 값을 배열에서 제거. 절댓값이 가장 작은 값이 여러 개인 경우, 가장 작은 수를 출력하고 그 값을 배열에서 제거.

제한 사항

- 연산의 개수 N 의 범위 $1 \leq N \leq 100,000$
- 입력되는 정수 x 의 범위 $-2^{31} < x < 2^{31}$
- 시간 제한 1초 (추가 시간 없음)

예제

예제 입력

18
1
-1
0
0
0
1
1
-1
-1
2
-2
0
0
0
0
0
0
0

예제 출력

-1
1
0
-1
-1
1
1
-2
2
0

우선 순위를 변경해야 하는데...

C++

1. 왜 `priority_queue`는 기본이 `Max heap`일까요?
 2. 정렬의 비교함수... 기억하시나요?
- 정렬 → 오름차순
 - 우선순위 큐 → 최대 힙

```
class template
std::priority_queue
template <class T, class Container = vector<T>,
    class Compare = less<typename Container::value_type> > class priority_queue;
```

less<>

```
C++98 C++11 ?
1 template <class T> struct less {
2     bool operator() (const T& x, const T& y) const {return x<y;}
3     typedef T first_argument_type;
4     typedef T second_argument_type;
5     typedef bool result_type;
6 };
```

greater<>

```
C++98 C++11 ?
1 template <class T> struct greater {
2     bool operator() (const T& x, const T& y) const {return x>y;}
3     typedef T first_argument_type;
4     typedef T second_argument_type;
5     typedef bool result_type;
6 };
```

	정렬	우선순위 큐
X	왼쪽	부모 노드
Y	오른쪽	자식 노드
less	오름차순	Max heap
greater	내림차순	Min heap

직접 작성한 비교 구조체

```
struct cmp {  
    bool operator()(const 자료형 &x1, const 자료형 &x2) {  
        ...  
    }  
};
```

배열에서 절댓값이 가장 작은 값을 출력하고, 그 값을 배열에서 제거.
절댓값이 가장 작은 값이 여러 개인 경우, 가장 작은 수를 출력하고 그 값을 배열에서 제거

```
struct cmp {  
    bool operator()(const int& x1, const int& x2) {  
        if (abs(x2) != abs(x1)) {//절댓값이 다르다면 절댓값 작은 수를 앞으로 -> 자식 노드(x2)의 절대값이 작을 때 변경  
            return abs(x2) < abs(x1);  
        }  
        return x2 < x1; //절댓값이 동일하다면 값이 작은 수를 앞으로 -> 자식 노드(x2)가 작을 때 변경  
    }  
};
```

정리


- 우선순위 큐는 힙으로 구현하고, 시간 복잡도가 $O(\log n)$ 인 자료구조
- 효율성을 보는 문제에 사용되는 경우가 많음
- 그리디, 최단 경로 알고리즘 풀이에 활용되기도 함
- comp 정의할 때는 헛갈리지 말기!(sort와 반대)
- 정렬은 comp 정의 시 첫 번째 인자 입장으로, `priority_queue`는 두 번째 인자 입장으로 생각하면 쉬움
- 무한 루프 (pop을 하지 않음), 런타임 에러 (empty 체크 안하고 조회 or 삭제 시도) 조심!!

- default는 C++의 경우 Max heap

필수

- /<> 2607번 : 비슷한 단어- Silver 3
- /<> 14235번 : 크리스마스 선물 - Silver 3
- /<> 2075번 : n번째 큰 수 - Silver 2

도전

- /<> 1065번 : 가운데를 말해요 - Gold 5
-  디스크 컨트롤러 - Lv.3

과제제출 마감 ~ 3월 21일 화요일 18:59

추가제출 마감 ~ 3월 23일 목요일 23:59