이진 탐색 트리

이진 탐색

Binary Search

1

데이터 집합의
중앙에 있는 값 선택

▶

2

중앙의 값과
목표 값을 비교

▶

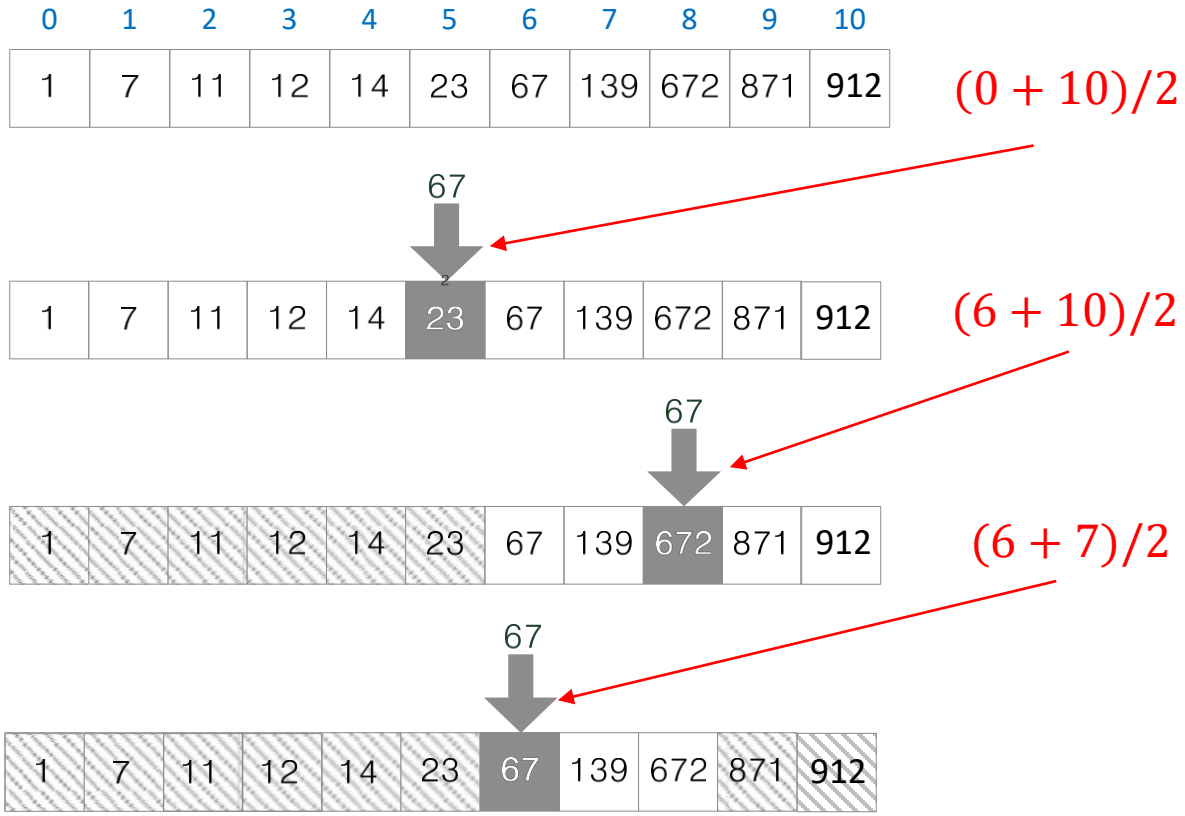
3

목표 값이 중앙의 값
보다 작다면 데이터
집합의 왼편에서 검색
크다면 데이터 집합의
오른편에서 검색

- **정렬된 배열**에서 사용할 수 있는 탐색 알고리즘
- 값을 찾을 때까지 1번~3번 과정을 반복

이진 탐색

이진 탐색의 예 (e.g., 67)

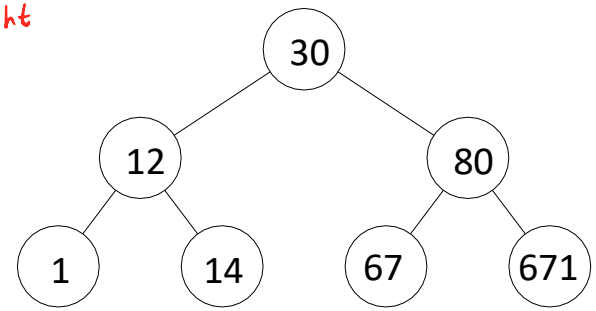


Time: O(logn)

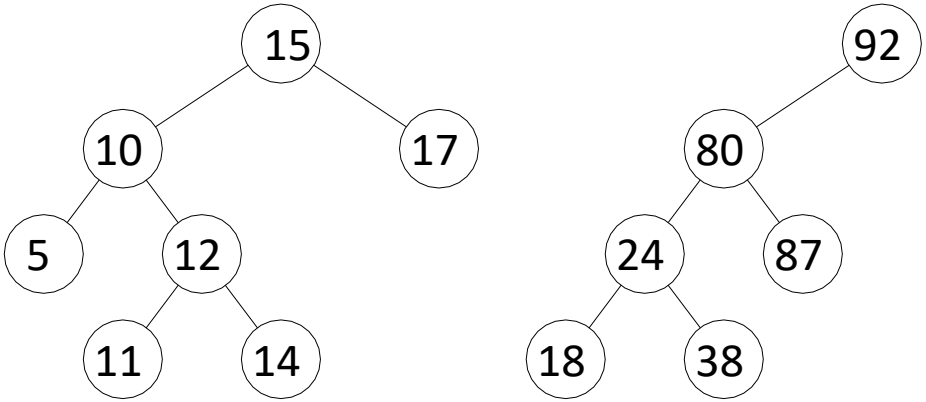
이진 탐색 트리 BST

1. 각 노드가 다음 규칙을 따르는 이진 트리
   1. 왼쪽 자식 노드는 부모보다 작고, 오른쪽 자식 노드는 부모보다 크다

left < 부모 < right



2. 이진 탐색 트리의 예



이진 탐색 트리

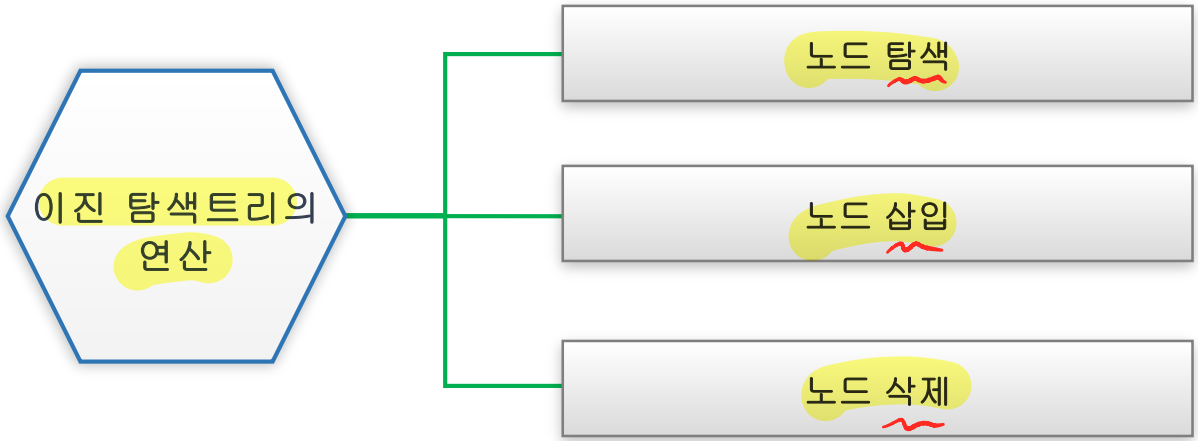
1 이진 탐색 vs 이진 탐색 트리

- 같은 원리에 의한 탐색구조
- 이진 탐색: 배열에 정렬되어 저장된 데이터를 탐색하는 알고리즘
- 이진 탐색 트리: 각 내부노드 v가 key(v.left) ≤ key(v) ≤ key(v.right)을 만족하는 이진 트리(자료구조)
  - 이진 탐색과 유사하게 탐색 가능

2 이진 탐색 트리에서의 시간 복잡도

- 균형트리: O(log n)
- 불균형 트리: O(n), 순차탐색과 동일

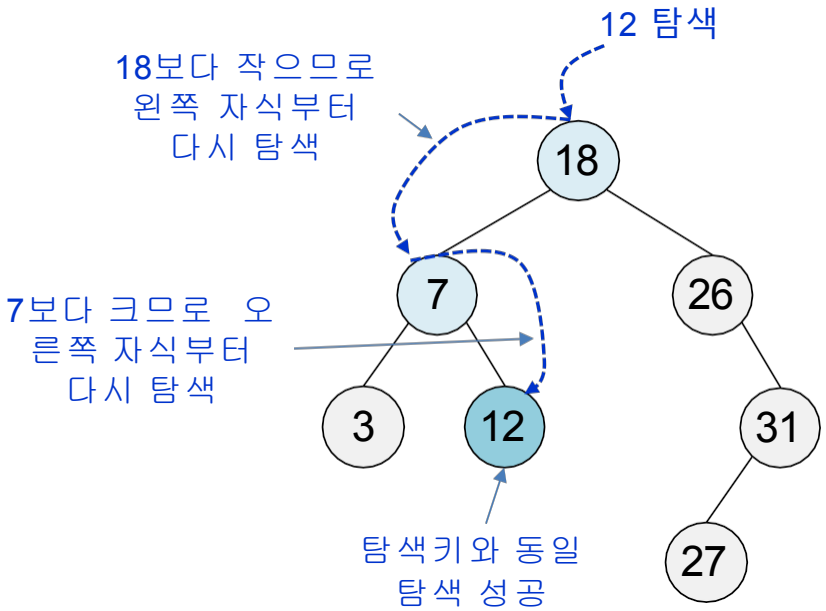
이진 탐색 트리



이진 탐색 트리

- 탐색 연산

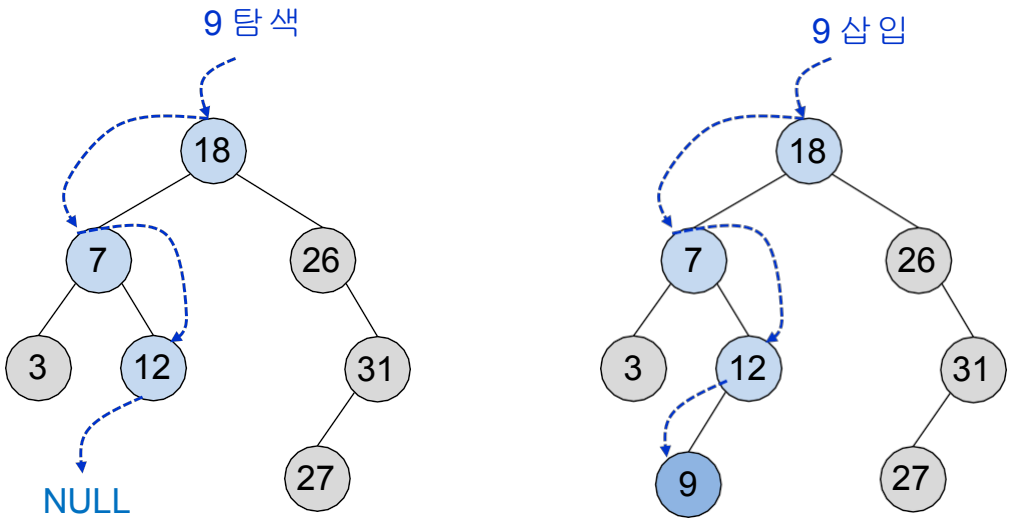
  – 비교한 결과가 같으면 탐색이 성공적으로 끝난다.
  – 키 값이 루트보다 작으면 왼쪽 자식을 기준으로 다시 탐색
  – 키 값이 루트보다 크면 오른쪽 자식을 기준으로 다시 탐색



이진 탐색 트리

O(h) time

- 삽입 연산
  - 먼저 탐색을 수행
  - 탐색에 실패한 위치에 새로운 노드를 삽입



이진 탐색 트리

- 삭제 연산
  - 3가지 경우 존재

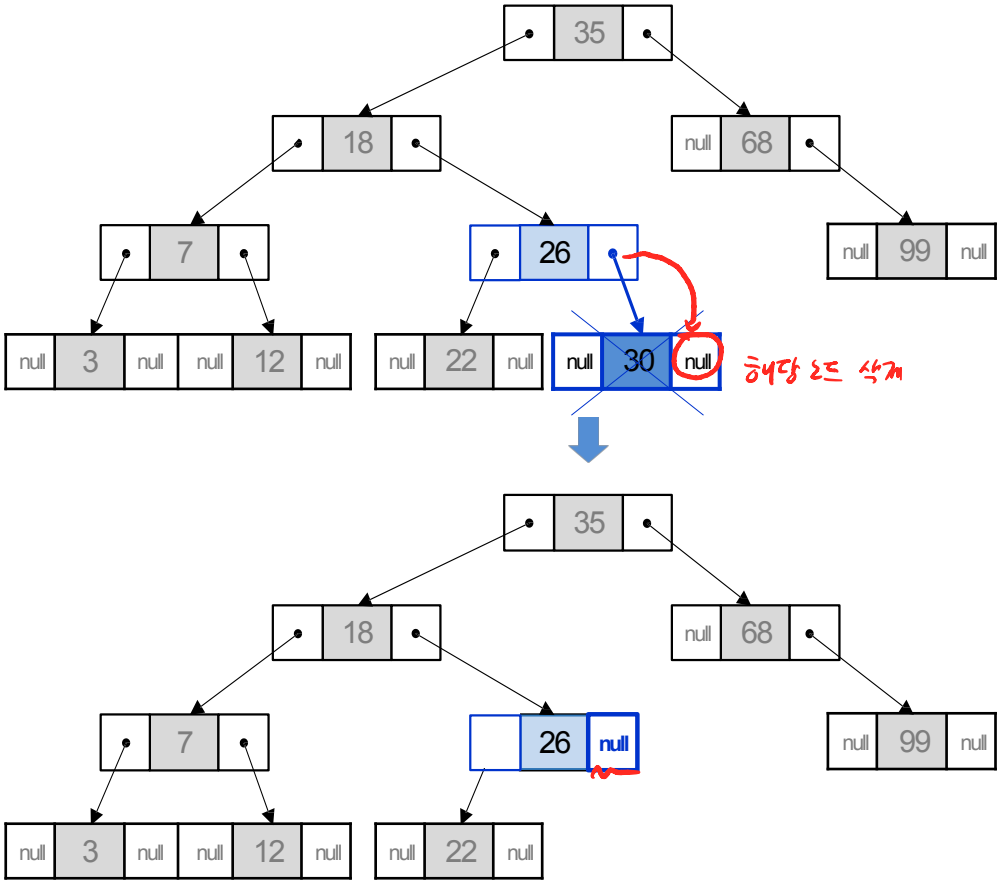
case1
1. 삭제하려는 노드가 단말 노드일 경우
2. 삭제하려는 노드가 왼쪽이나 오른쪽 서브 트리 중 하나만 가지고 있는 경우

case2
3. 삭제하려는 노드가 두 개의 서브 트리 모두 가지고 있는 경우

이진 탐색 트리

Case 1: 단말 노드 삭제

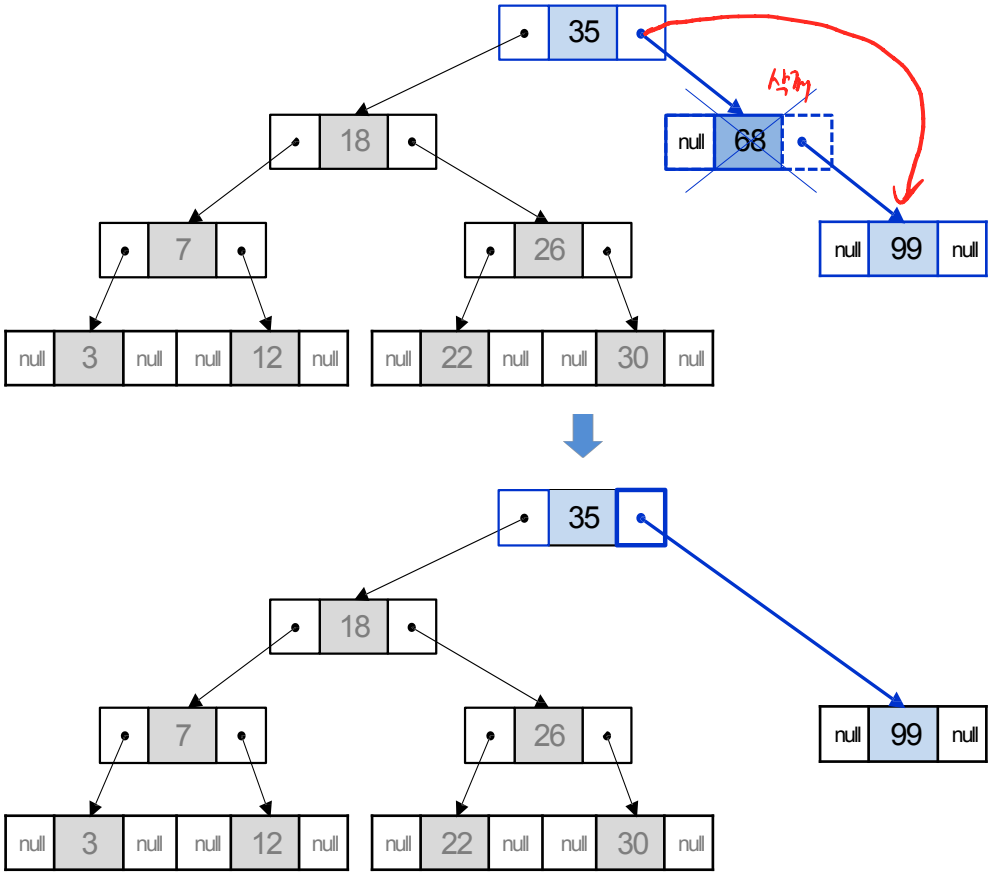
- 단말 노드의 부모 노드를 찾아서 링크 제거



이진 탐색 트리

Case 2: 자식이 하나인 노드 삭제

- 노드를 삭제하고 서브 트리를 삭제된 노드의 부모 노드에 연결

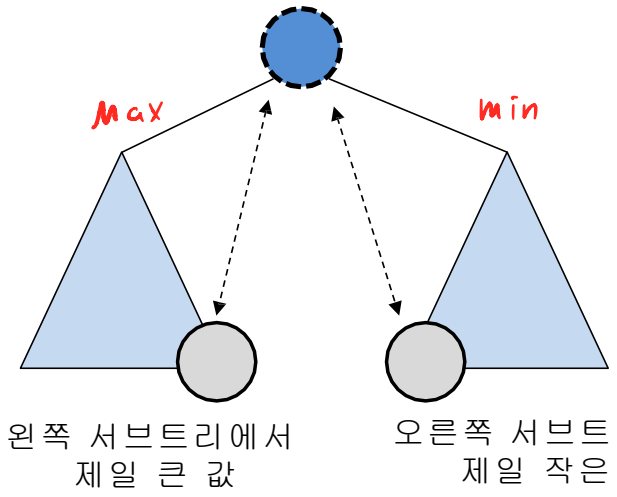


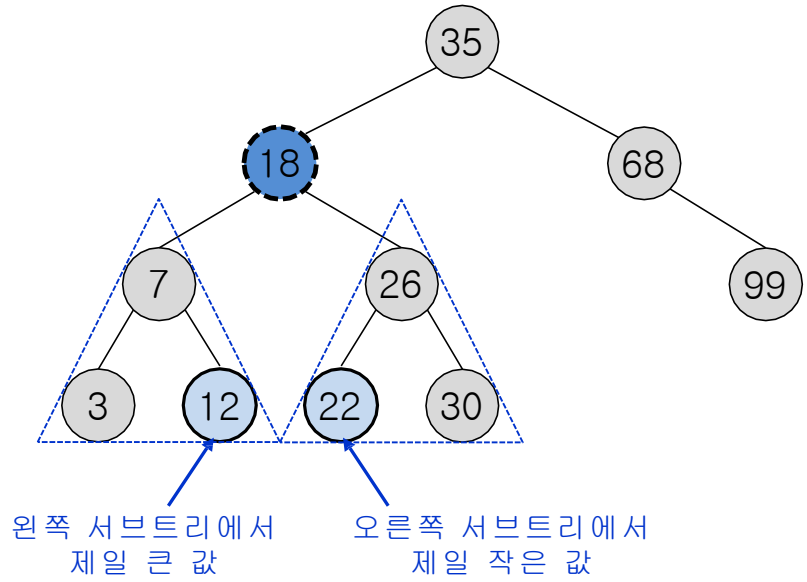
이진 탐색 트리

Case 3: 두 개의 자식을 가진 노드 삭제

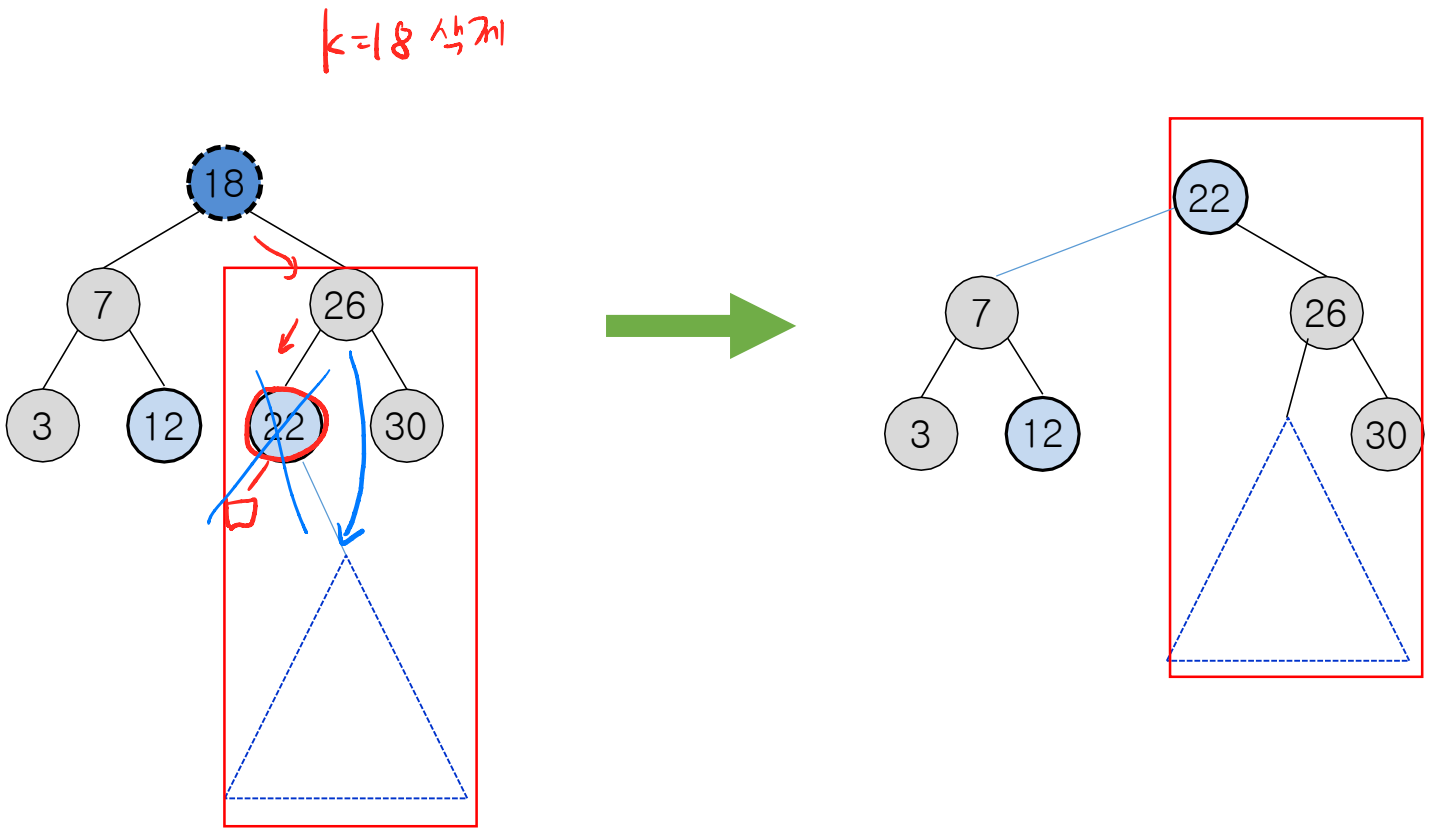
두 자식 모두 내부 노드 아 경재! → inorder traversal

- **가장 가까운 값을 가진 노드**(왼쪽 서브 트리에서 제일 큰 값 OR 오른쪽 서브 트리에서 제일 작은 값)를 삭제 노드 위치로 이동
- **가장 가까운 값을 가진 노드**는 자식이 최대 1개임이 보장되므로, 이동된 위치에 case 1 또는 case 2를 적용





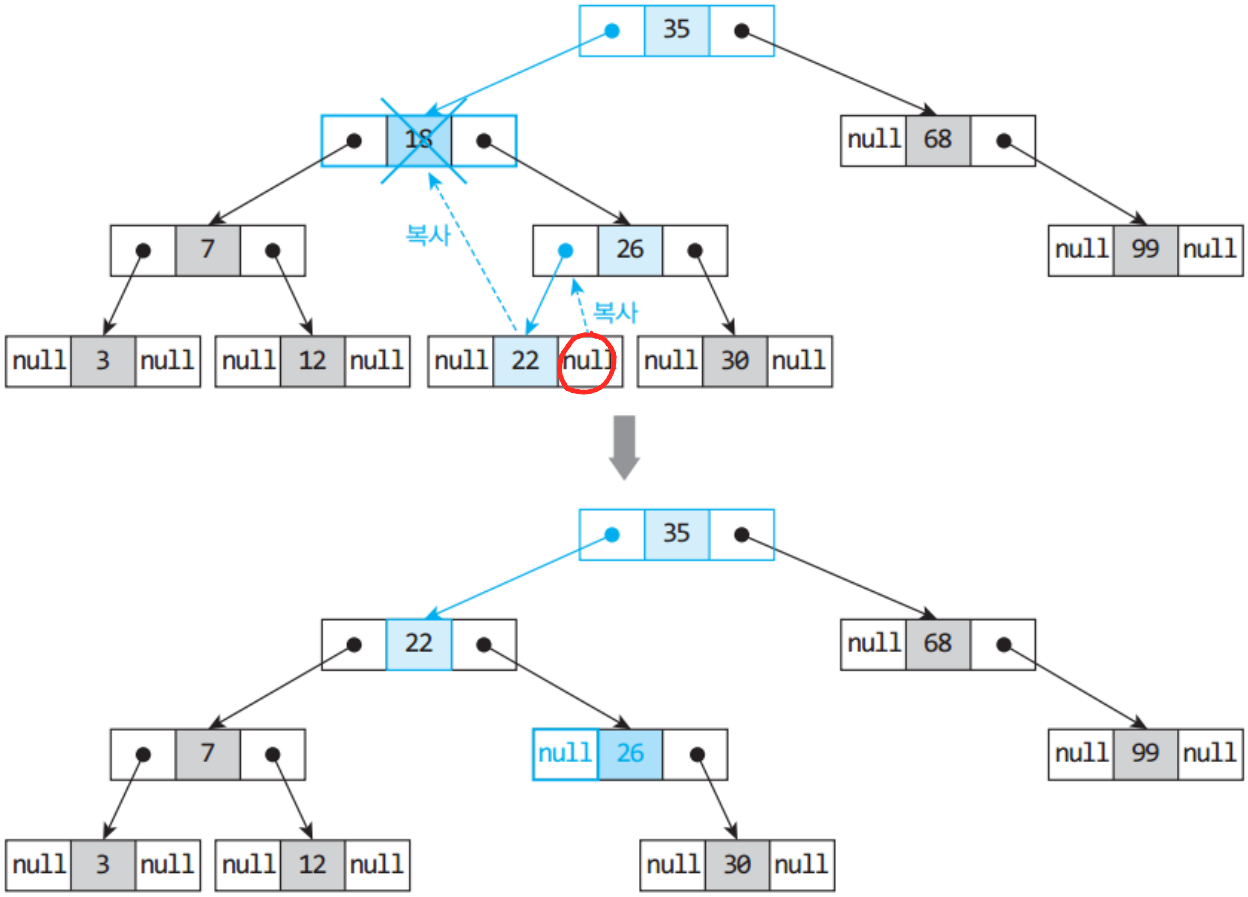
이진 탐색 트리



이진 탐색 트리

Case 3: 두 개의 자식을 가진 노드 삭제

- 노드 18의 삭제 과정



이진 탐색 트리의 성능

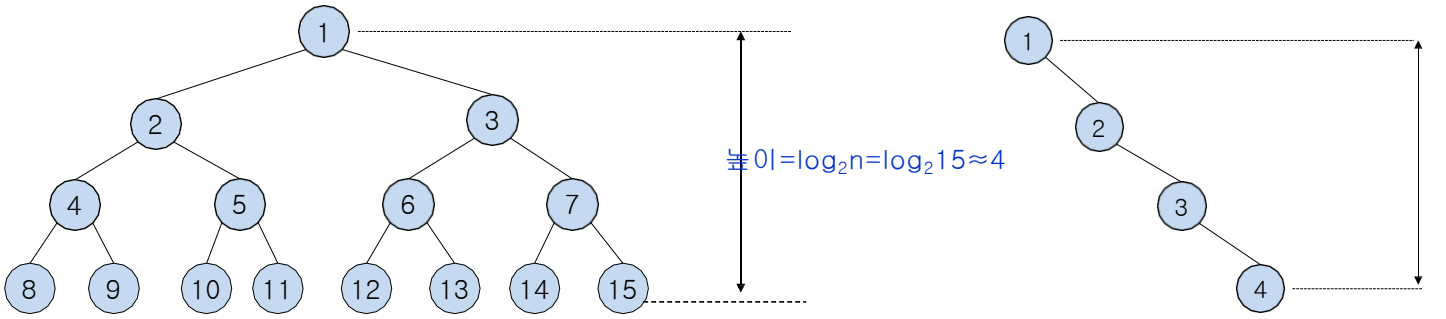
- 이진 탐색 트리에서의 탐색, 삽입, 삭제 연산의 시간 복잡도는 트리의 높이를 h라고 했을 때, h에 비례한다

□ 최선의 경우

- 이진 트리가 균형적으로 생성되어 있는 경우 $h=\log_2 n$
- 시간복잡도: O(log n)

□ 최악의 경우

- 경사 이진트리: h=n
- 시간복잡도: O(n)



코드

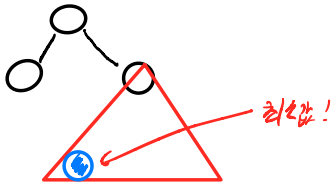
```
class Node {
public:
    int data;           // key값
    Node* parrent;
    Node* rChild;       // right child
    Node* lChild;       // left child

    // 생성자
    Node() {
        this->data = NULL;
        this->parrent = NULL;
        this->rChild = NULL;
        this->lChild = NULL;
    }
    Node(int data) {
        this->data = data;
        this->parrent = NULL;
        this->rChild = NULL;
        this->lChild = NULL;
    }
    // 소멸자
    ~Node() {
    }
    // 왼쪽 자식에 추가
    void insertlChild(Node* lChild) {
        this->lChild = lChild;
        lChild->parrent = this;
    }
    // 오른쪽 자식에 추가
    void insertrChild(Node* rChild) {
        this->rChild = rChild;
        rChild->parrent = this;
    }
    // 해당 노드의 자식 수 출력
    void printDegree() { ... }
    // 해당 노드의 깊이 출력
    void printDepth() { ... }
};
```

코드

```
class BST {    // Binary Search Tree
public:
    Node* root;          // root 노드
    int height;          // 트리의 높이
    // 생성자
    BST() {
        root = NULL;     // 처음은 empty tree 이므로
        height = 0;
    }
    // 소멸자
    ~BST() {
        this->treeDestructor(this->root);    // 저장되어 있는 트리의 모든 노드를 delete 하게 하기
    }
    // 노드 삽입 연산 (트리의 높이를 함께 고려)
    void insertNode(int data) {
        int height = 0;
        if (root == NULL) { ... }      // empty tree 인 경우!
        else { ... }                   // empty tree 가 X 경우!
    }
    // 노드 탐색 연산      찾고자 하는 D
                           ↓
    Node* findNode(int data) {         // 탐색 -> leaf 노드 만날 때까지 수행!
        Node* tmp = root;
        while (tmp != NULL) {
            if (tmp->data == data)
                return tmp;
            else {
                if (tmp->data < data)    // 찾고자 하는 D > 현재 노드
                    tmp = tmp->rChild;
                else                     // 찾고자 하는 D < 현재 노드
                    tmp = tmp->lChild;
            }
        }
        return NULL;
    }
```

코드




```
    // 트리의 높이 출력
    void printHeight( ) { ... }
    // 노드 삭제 연산
    void deleteNode(int data) { ... }
    // node의 오른쪽 자식에서 최솟값 탐색
    Node* findMinimum(Node* node) { ... }
    // 전위 순회(pre-order traversal) 결과 출력
    void printPreorderTraversal(Node* root) { ... }
    // 후위 순회(post-order traversal)하며 트리의 모든 노드 삭제 (소멸자에서 사용)
    void treeDestructor(Node* root) {     // 메모리 캐시 트리에 저장되 있는 노드 삭제 → postorder 방식!
        if (root == NULL)
            return;

        if (root->lChild != NULL)
            this->treeDestructor(root->lChild);
        if (root->rChild != NULL)
            this->treeDestructor(root->rChild);
        delete(root);
    }
};
```


Thank you