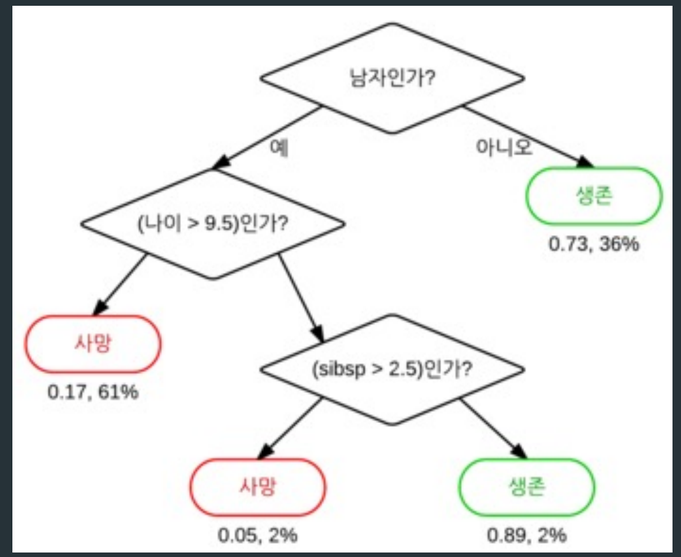
알튜비튜

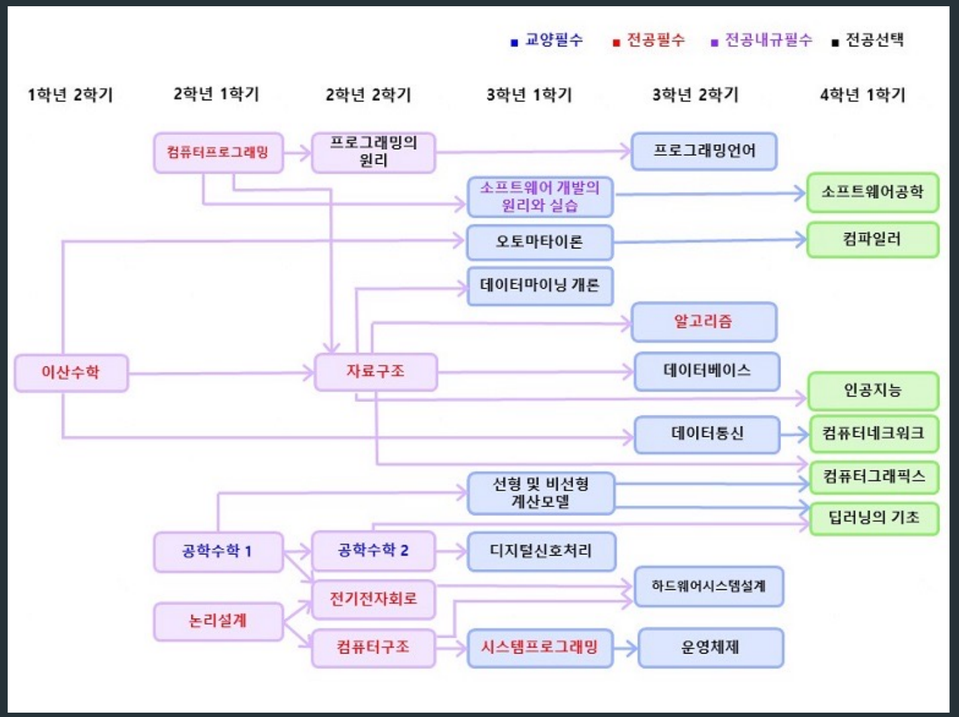
트리

비선형 자료구조 중 하나인 트리입니다.
그래프의 부분집합으로 계층 관계를 나타낼 때 주로 사용해요.

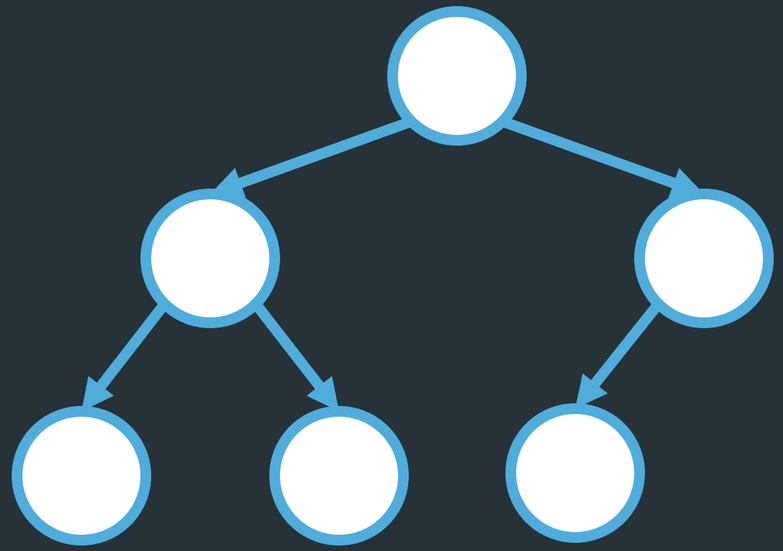
일상 속 트리


```
C:\Users\iw040\Notice (main -> origin)
λ tree
Folder PATH listing
Volume serial number is C0000100 EE98:4106
C:.
├──09월 03일 - 정렬
│   ├──과제
│   │   ├──.idea
│   │   └──cmake-build-debug
│   │       ├──CMakeFiles
│   │       │   ├──3.17.5
│   │       │   │   ├──CompilerIdC
│   │       │   │   │   └──tmp
│   │       │   │   └──CompilerIdCXX
│   │       │   │       └──tmp
│   │       │   ├──CMakeTmp
│   │       │   └──CMAKE_ROOT.dir
│   │       └──Testing
│   │           └──Temporary
│   └──라이브 코딩
│       ├──.idea
│       └──cmake-build-debug
│           ├──CMakeFiles
│           │   ├──3.17.5
│           │   │   ├──CompilerIdC
│           │   │   │   └──tmp
│           │   │   └──CompilerIdCXX
│           │   │       └──tmp
│           │   ├──CMakeTmp
│           │   ├──CMAKE_ROOT.dir
│           │   └──_.dir
│           └──Testing
│               └──Temporary
```





트리



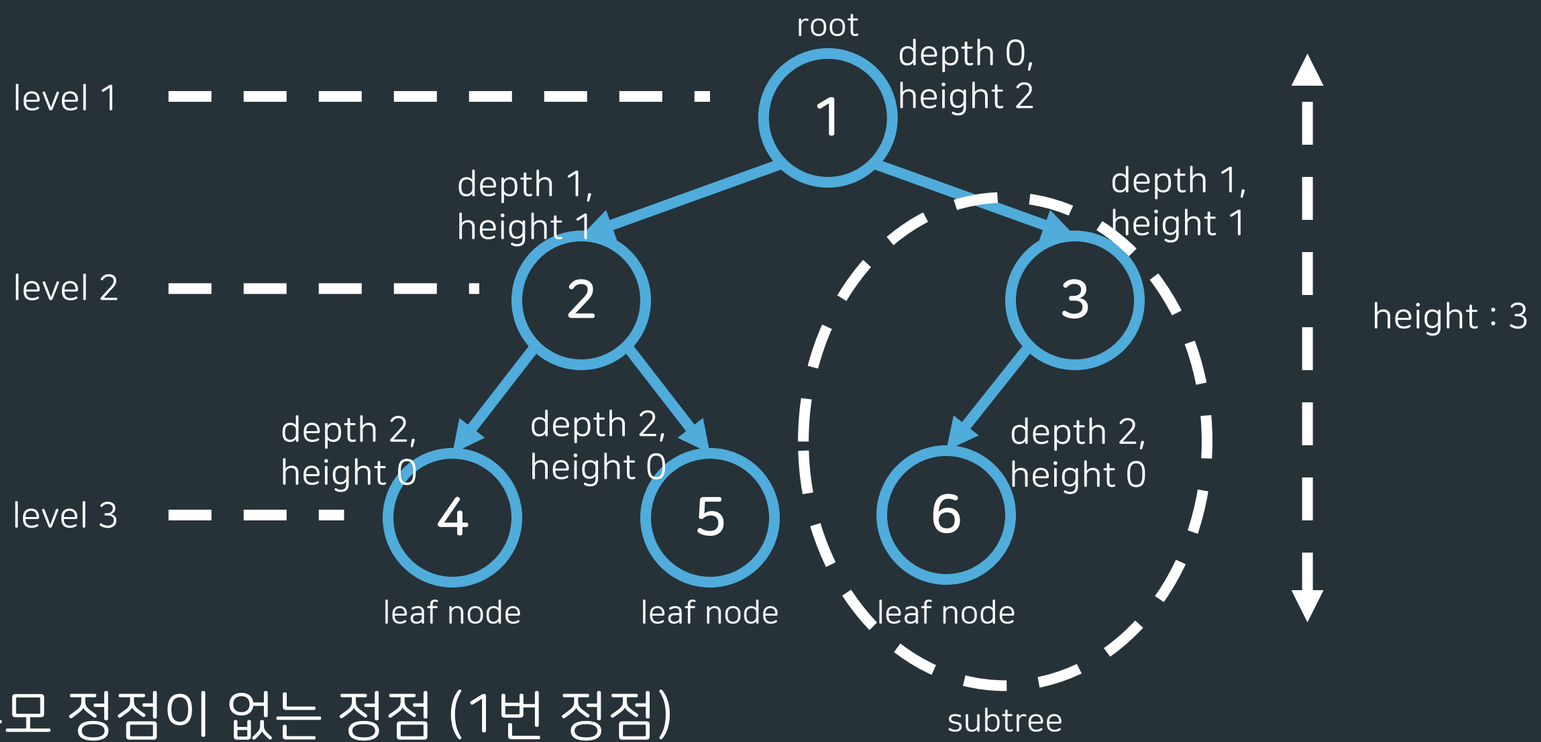
Tree

- 비선형 자료구조
- 그래프의 부분집합으로 사이클이 없고, V개의 정점에 대해 V-1개의 간선이 있음
- 부모-자식의 계층 구조
- 트리 탐색의 시간 복잡도는 O(h) (h = 트리의 높이)
- 그래프와 마찬가지로 DFS, BFS를 이용하여 탐색

트리 vs 그래프

	트리	그래프
간선의 수	V-1개	*
특정 정점 사이 경로의 수	1개	*
방향 유무	O	△
사이클 유무	X	△
계층 관계	O	X

트리 용어

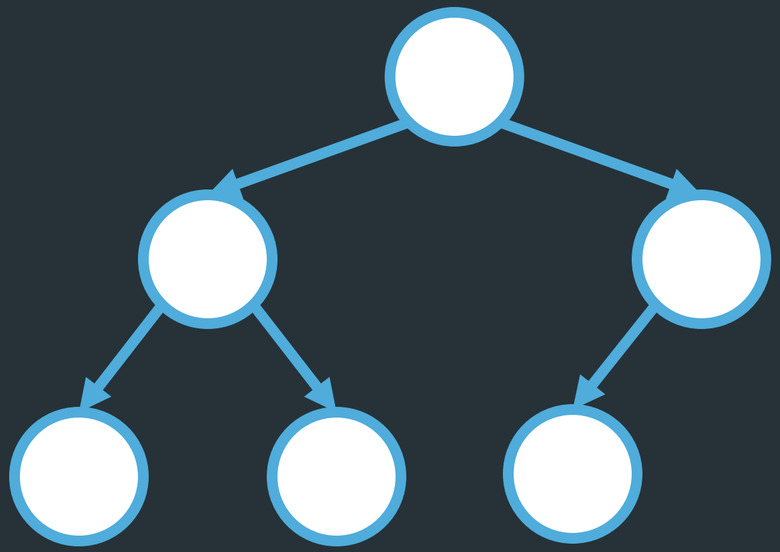


Tree

- Root : 부모 정점이 없는 정점 (1번 정점)
- Subtree : 트리의 부분 집합
- Leaf node : 자식 정점이 없는 정점 (4, 5, 6번 정점)
- Level : 트리의 각 계층
- Depth: 자신을 제외한 조상 노드의 개수
- Height : 노드의 Height - 해당 노드의 자식의 height중 가장 높은 값+1
  트리의 Height – 루트노드의 height

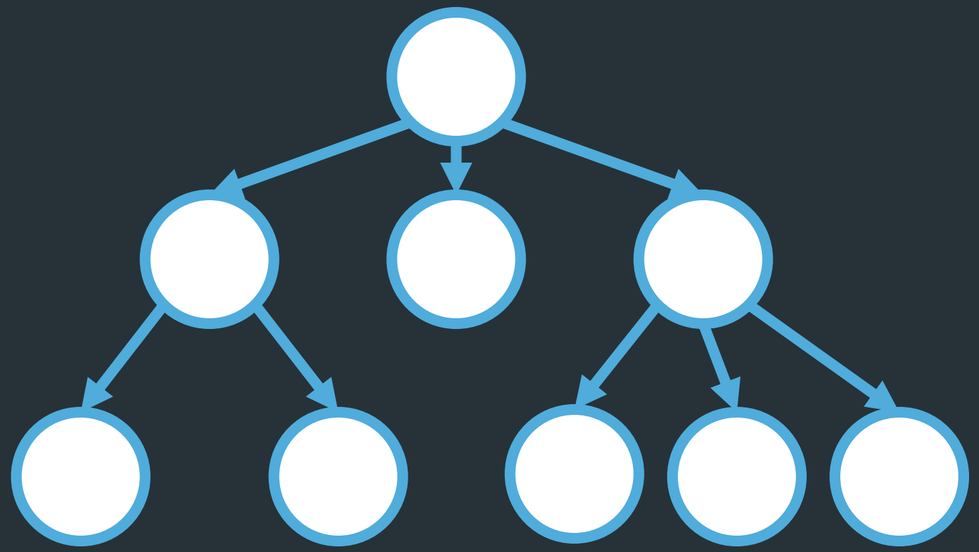
트리의 종류

#알튜비튜



Binary Tree (이진 트리)

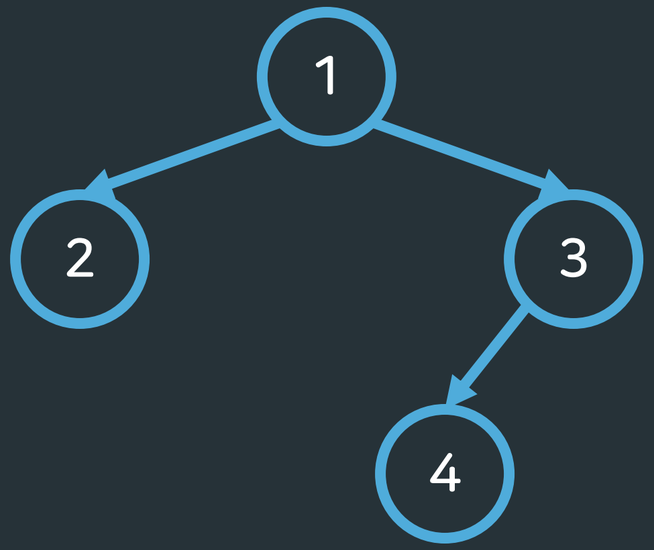
자식 정점의 수가 2개 이하



General Tree (일반 트리)

자식 정점의 수에 제한 없음

트리 구현 (이진 트리)

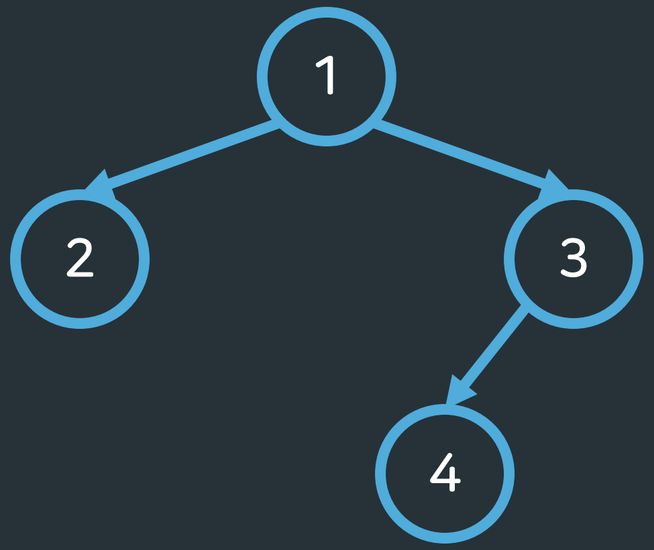


구조체 + 포인터

실시간으로 트리를 만들어야 할 때 적합

```
struct Node {
  int data;
  Node *left;
  Node *right;
};

int main() {
  Node *n1 = new Node();
  Node *n2 = new Node();
  Node *n3 = new Node();
  Node *n4 = new Node();

  n1->data = 1;
  n1->left = n2;
  n1->right = n3;

  n2->data = 2;
  n2->left = n2->right = NULL;

  n3->data = 3;
  n3->left = n4;
  n3->right = NULL;

  n4->data = 4;
  n4->left = n4->right = NULL;
}
```

트리 구현 (이진 트리)

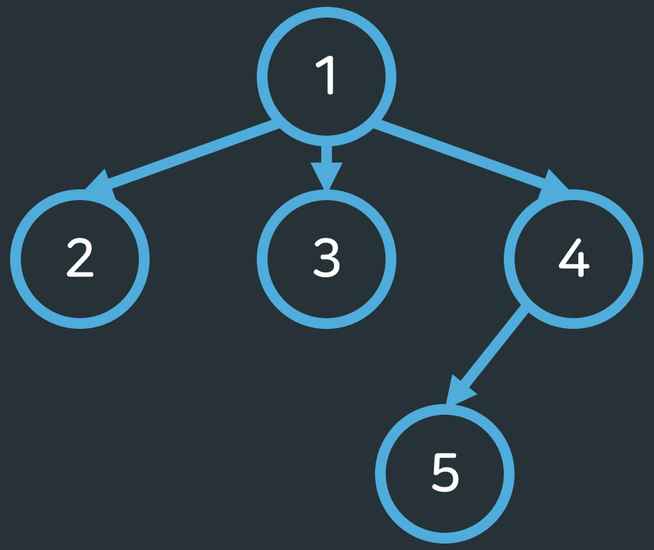


맵

```cpp
int main() {
  map<int, pair<int, int>> tree;

  tree[1] = {2, 3};
  tree[2] = {-1, -1};
  tree[3] = {4, -1};
  tree[4] = {-1, -1};
}
```

이미 트리 관계가 정의되어 있을 때 적합

트리 구현 (일반 트리)

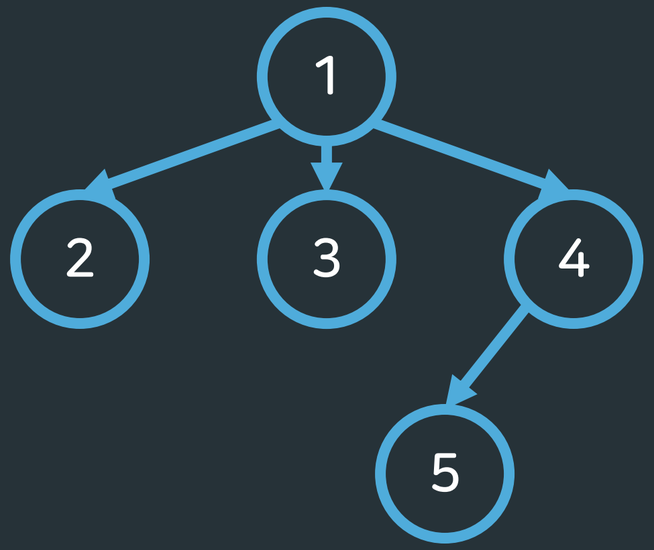


맵

```cpp
int main() {
  map<int, vector<int>> tree;

  tree[1] = {2, 3, 4};
  tree[4] = {5};
}
```

정점 번호가 연속하지 않을 때 적합

트리 구현 (일반 트리)



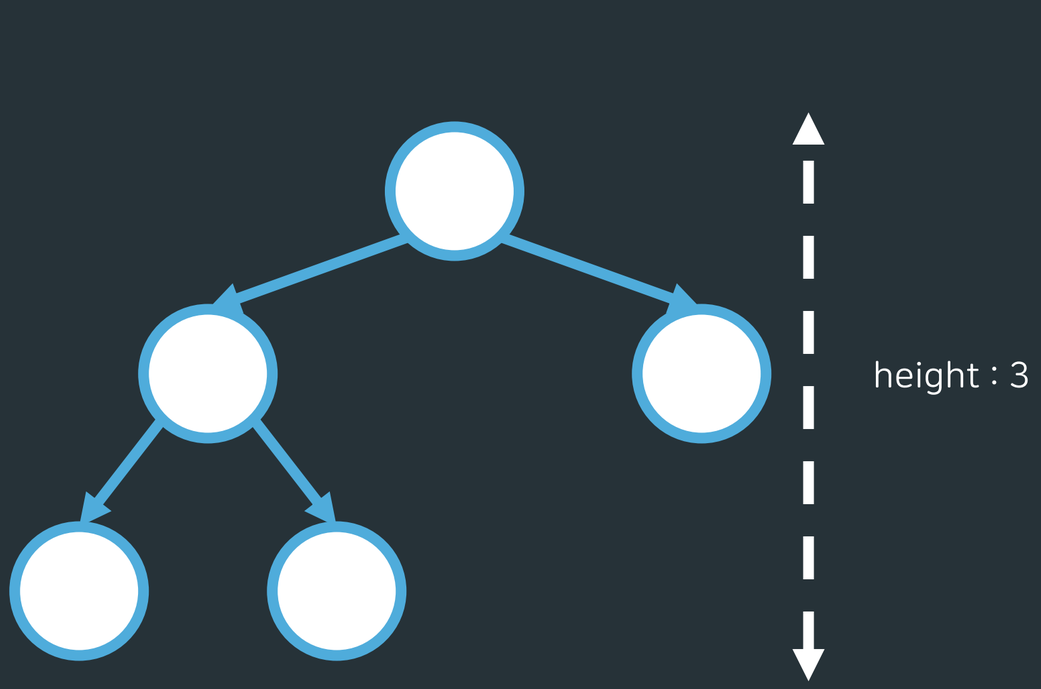

```cpp
int main() {
  vector<vector<int>> tree;

  tree[1] = {2, 3, 4};
  tree[4] = {5};
}
```

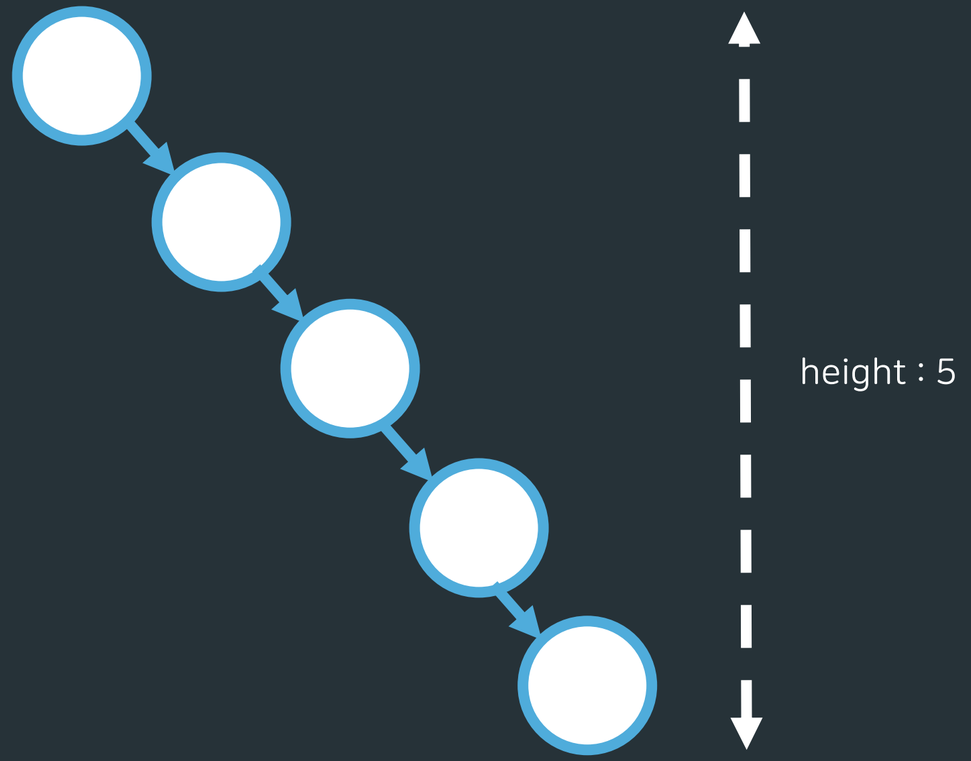
2차원 벡터

정점 번호가 연속할 때 적합

이진 트리의 특징

#알튜비튜



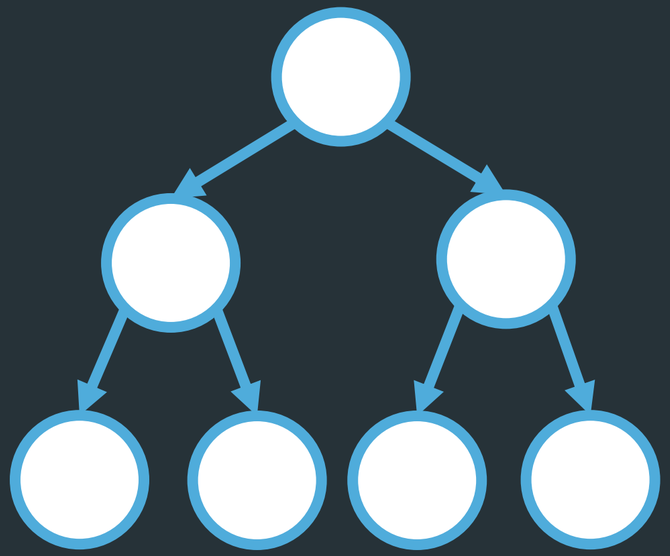


(ceil) log(V+1) <= 이진 트리의 높이 <= V

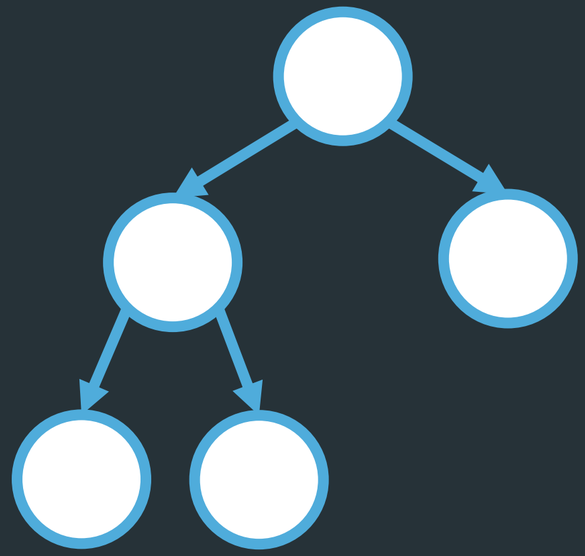
O((ceil) log(V+1)) <= 이진 트리의 시간 복잡도 <= O(V)

이진 트리의 종류

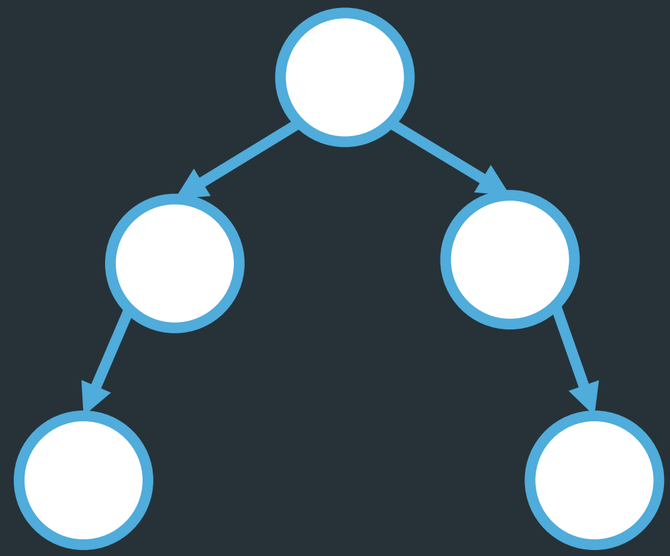
#알튜비튜



Perfect Binary Tree
포화 이진 트리



Complete Binary Tree
완전 이진 트리

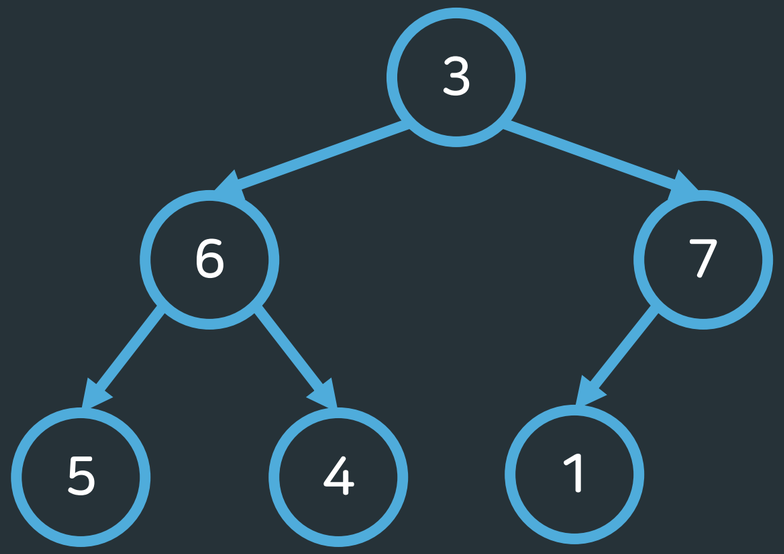


Other Binary Tree

이진 트리 순회

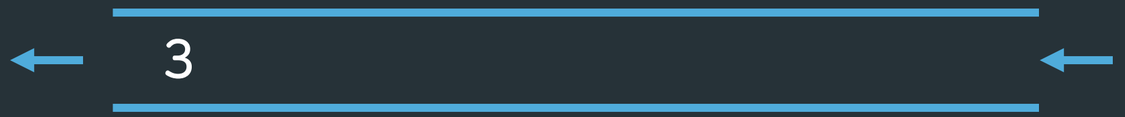
레벨 순회 (Level traversal)
전위 순회 (Preorder traversal)
중위 순회 (Inorder traversal)
후위 순회 (Postorder traversal)

레벨 순회

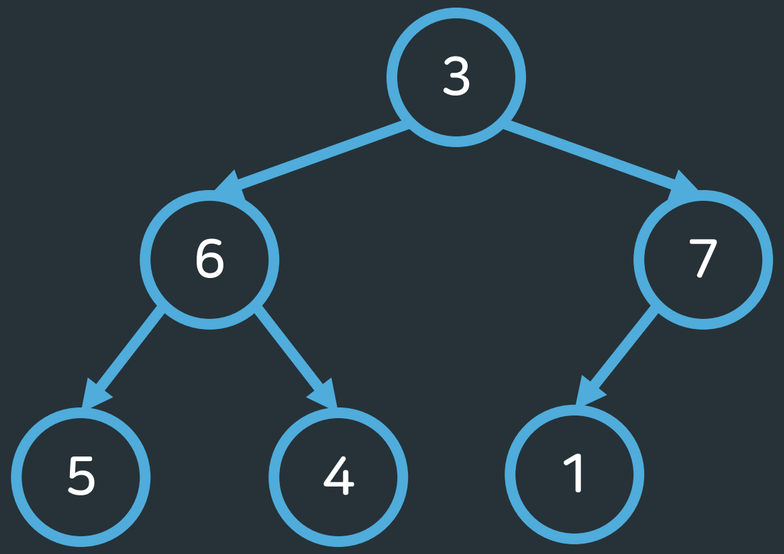



```
level (root)
{
    while (!q.empty())
        v = q.front();
        q.pop();
        if (v == null)
            continue;
        q.push(left(v));
        q.push(right(v));
}
```

- 탐색 순서:

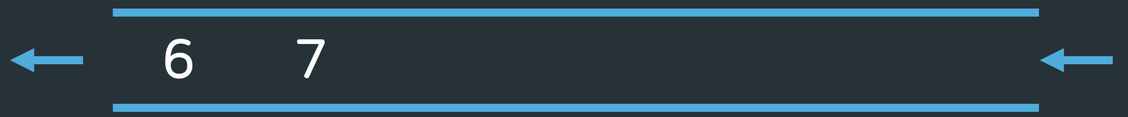


레벨 순회

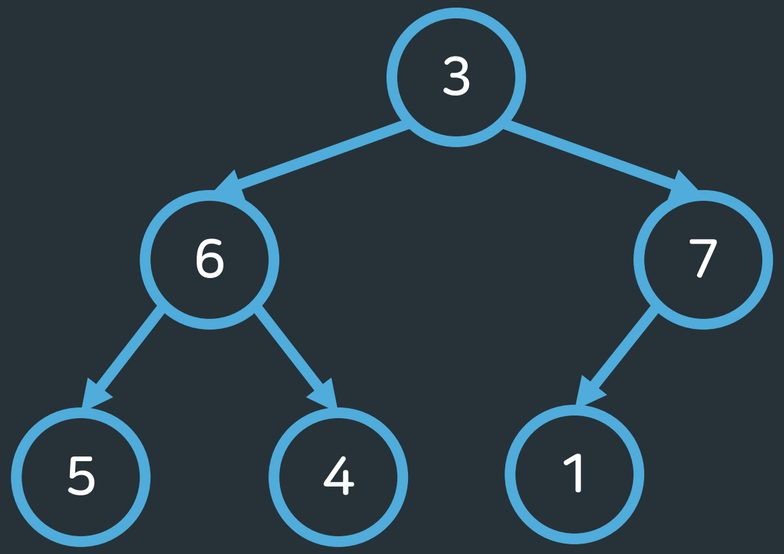



```
level (root)
{
    while (!q.empty())
        v = q.front();
        q.pop();
        if (v == null)
            continue;
        q.push(left(v));
        q.push(right(v));
}
```

- 탐색 순서: 3

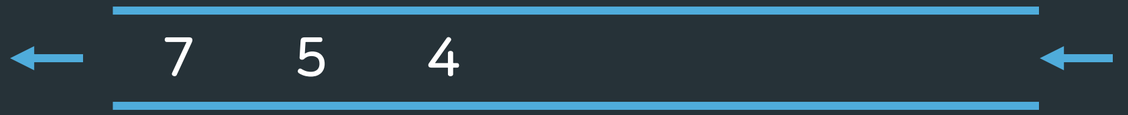


레벨 순회

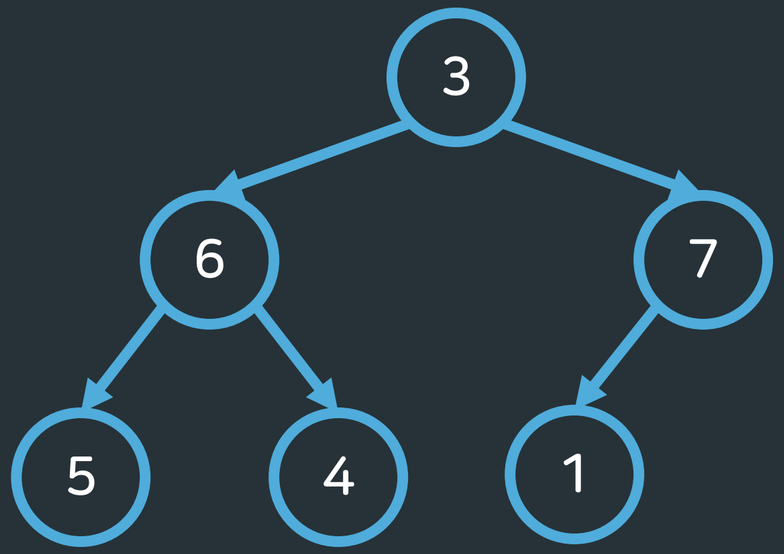



```
level (root)
{
    while (!q.empty())
        v = q.front();
        q.pop();
        if (v == null)
            continue;
        q.push(left(v));
        q.push(right(v));
}
```

- 탐색 순서: 3 → 6

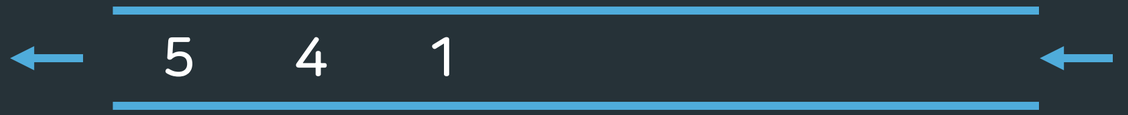


레벨 순회



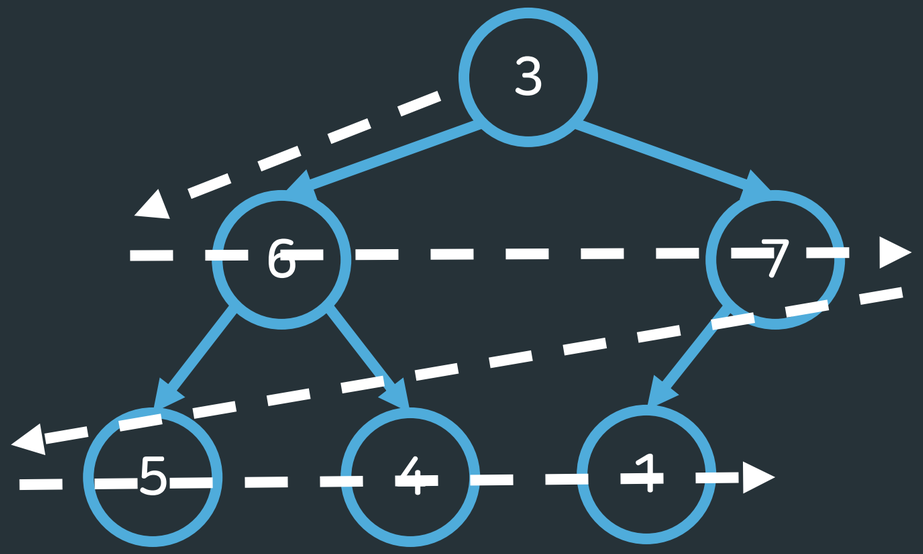

```
level (root)
{
    while (!q.empty())
        v = q.front();
        q.pop();
        if (v == null)
            continue;
        q.push(left(v));
        q.push(right(v));
}
```

- 탐색 순서: 3 → 6 → 7



레벨 순회

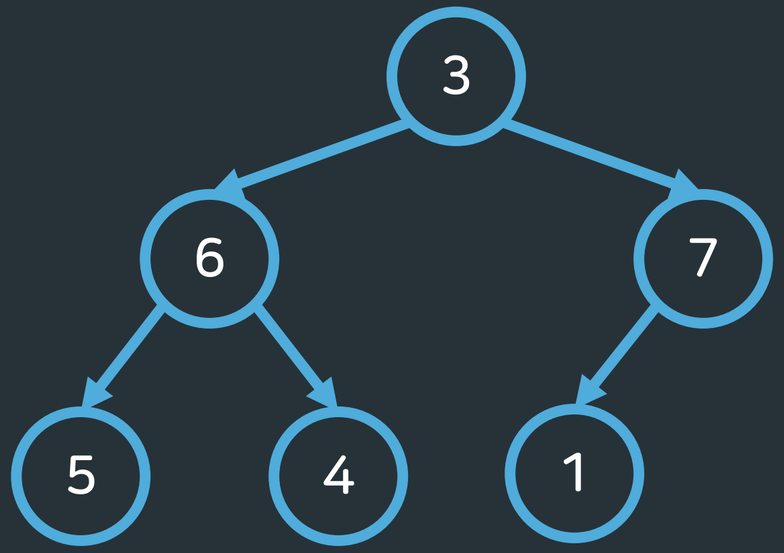
*일반 트리도 가능




```
level (root)
{
    while (!q.empty())
        v = q.front();
        q.pop();
        if (v == null)
            continue;
        q.push(left(v));
        q.push(right(v));
}
```

- 탐색 순서: 3 → 6 → 7 → 5 → 4 → 1

전위 순회

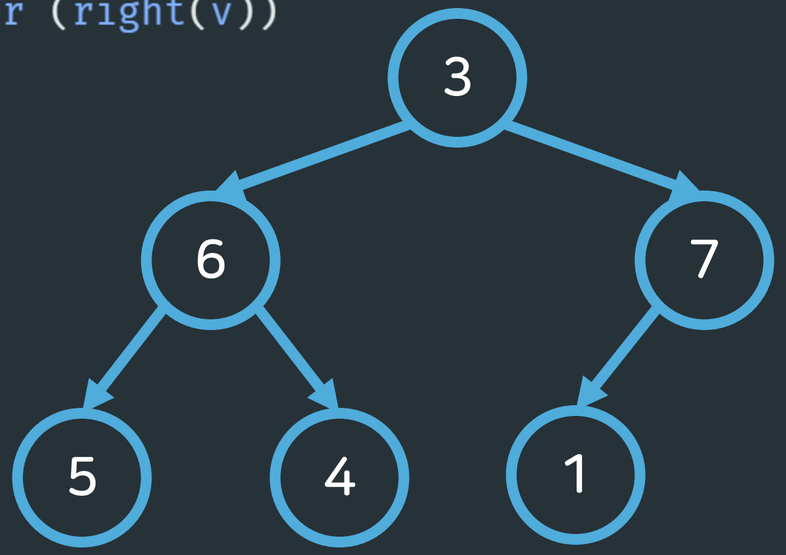



```
preorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        print (v)
        preorder (left(v))
        preorder (right(v))
}
```

전위 순회

#알튜비튜

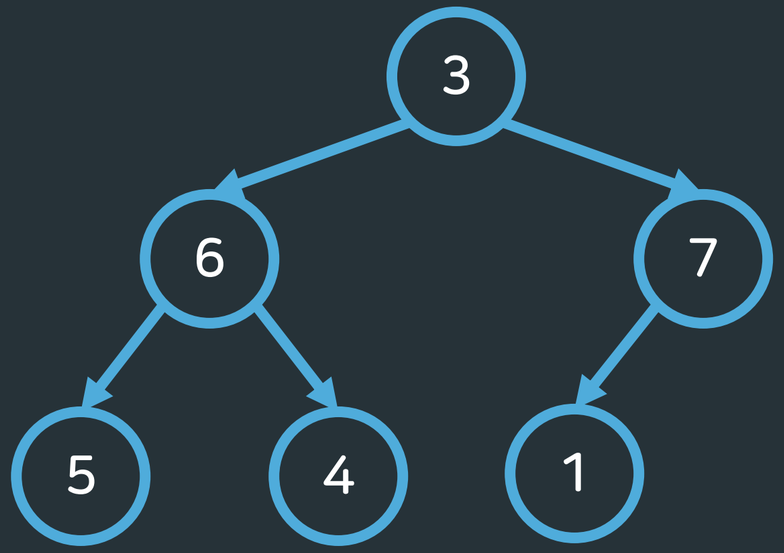
```
preorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        print (v)
        preorder (left(v))
        preorder (right(v))
}
```



3 6 5 4 7 1

```
preorder(3)
  print(3)
  preorder(3 -> left : 6)
    print(6)
    preorder(6 -> left : 5)
      print(5)
      preorder(5 -> left : null)
      preorder(5 -> right : null)
    preorder(6-> right : 4)
      print(4)
      preorder(4 -> left : null)
      preorder(4 -> right : null)
  preorder(3 -> right : 7)
    print(7)
    preorder(7 -> left : 1)
      print(1)
      preorder(1 -> left : null)
      preorder(1 -> right : null)
    preorder(7 -> right : null)
```

중위 순회

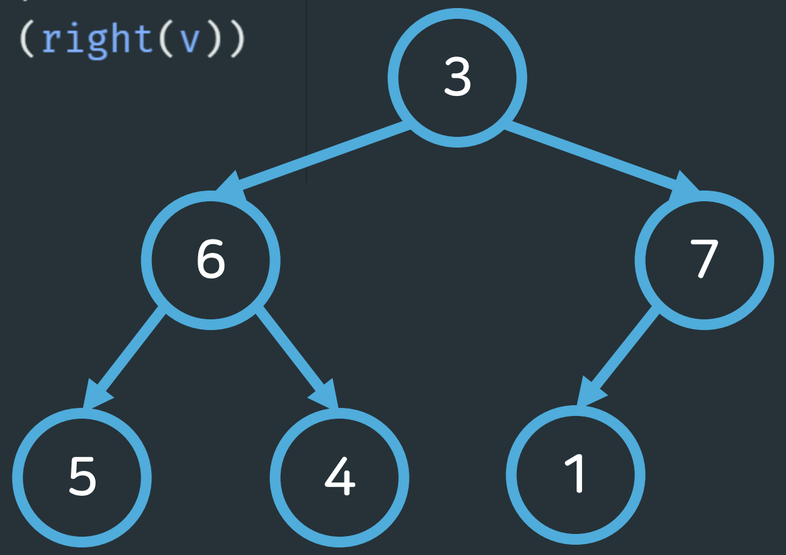



```
inorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        inorder (left(v))
        print (v)
        inorder (right(v))
}
```

중위 순회

#알튜비튜

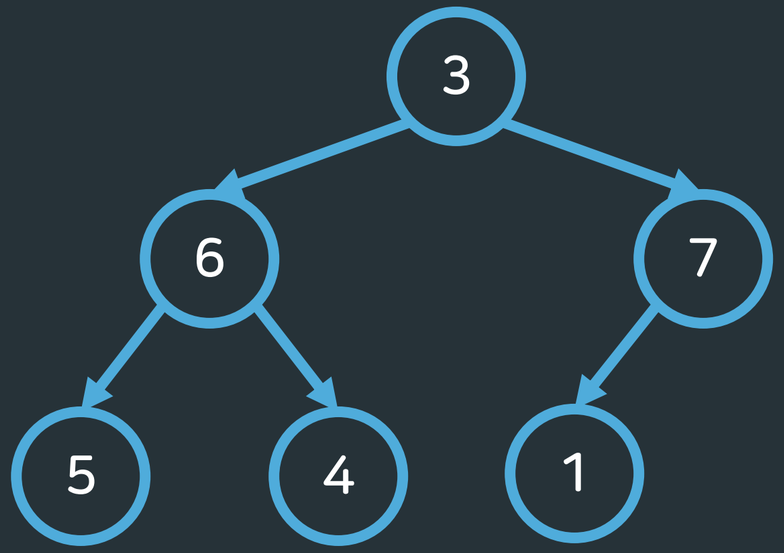
```
inorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        inorder (left(v))
        print (v)
        inorder (right(v))
}
```



5 6 4 3 1 7

```
inorder(3)
  inorder(3 -> left : 6)
    inorder(6 -> left : 5)
      inorder(5 -> left : null)
      print(5)
      inorder(5 -> right : null)
    print(6)
    inorder(6-> right : 4)
      inorder(4 -> left : null)
      print(4)
      inorder(4 -> right : null)
  print(3)
  inorder(3 -> right : 7)
    inorder(7 -> left : 1)
      inorder(1 -> left : null)
      print(1)
      inorder(1 -> right : null)
    print(7)
    inorder(7 -> right : null)
```

후위 순회

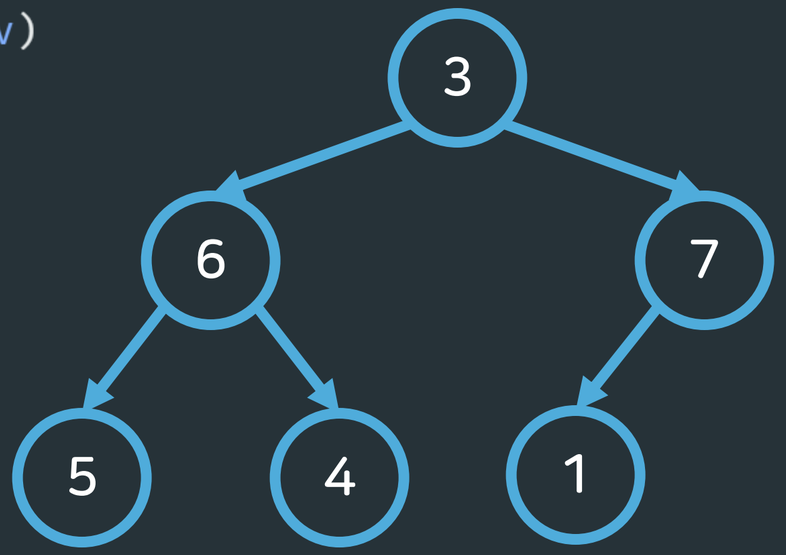



```
postorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        postorder (left(v))
        postorder (right(v))
        print (v)
}
```

후위 순회

#알튜비튜

```
postorder (v)
{
    if (v ≠ null)
        postorder (left(v))
        postorder (right(v))
        print (v)
}
```



5 4 6 1 7 3

```
postorder(3)
  postorder(3 -> left : 6)
    postorder(6 -> left : 5)
      postorder(5 -> left : null)
      postorder(5 -> right : null)
      print(5)
    postorder(6-> right : 4)
      postorder(4 -> left : null)
      postorder(4 -> right : null)
      print(4)
    print(6)
  postorder(3 -> right : 7)
    postorder(7 -> left : 1)
      postorder(1 -> left : null)
      postorder(1 -> right : null)
      print(1)
    postorder(7 -> right : null)
    print(7)
  print(3)
```

1991번 : 트리 순회 - Silver 1

문제

- 이진 트리의 전위 순회, 중위 순회, 후위 순회 결과를 출력하라

제한 사항

- 정점의 개수 N은 1 <= N <= 26
- 모든 정점은 알파벳 대문자
- 루트 정점은 항상 A

예제

#알튜비튜

예제 입력 1

```
7
A B C
B D .
C E F
E . .
F . G
D . .
G . .
```

예제 출력 1

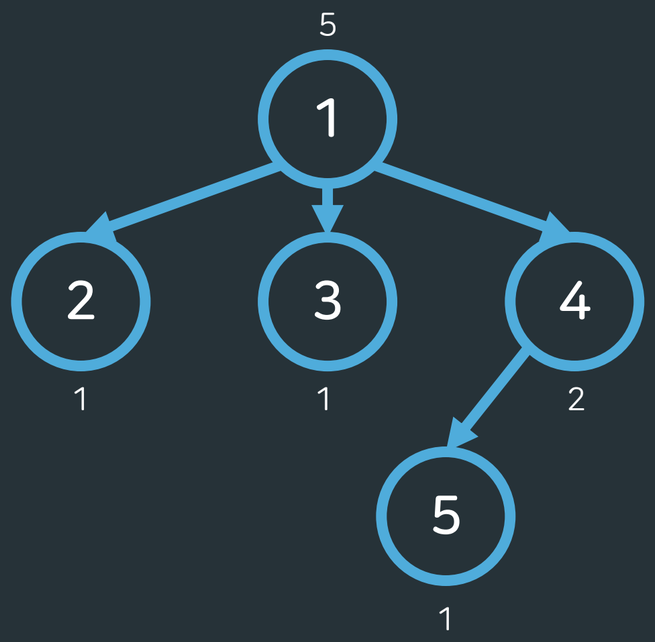
```
ABDCEFG
DBAECFG
DBEGFCA
```

다양한 트리 연산

#알튜비튜

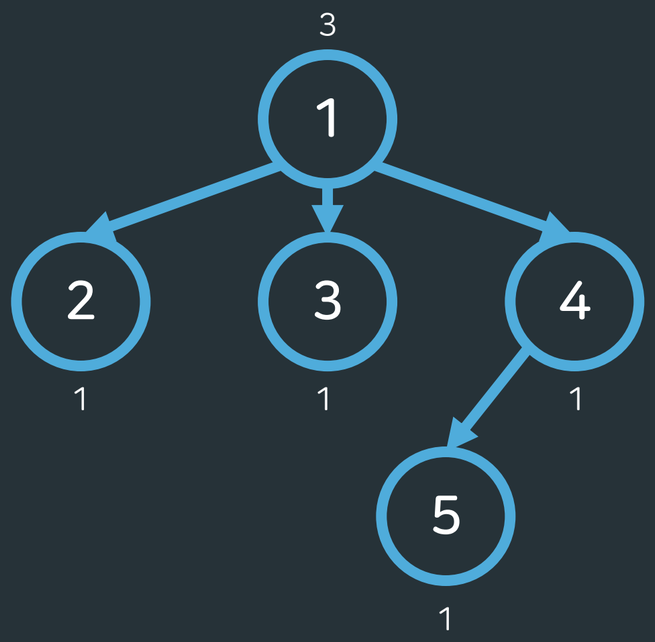
트리의 정점 수 구하기
리프 노드의 수 구하기
트리의 높이 구하기

트리의 정점 수 구하기



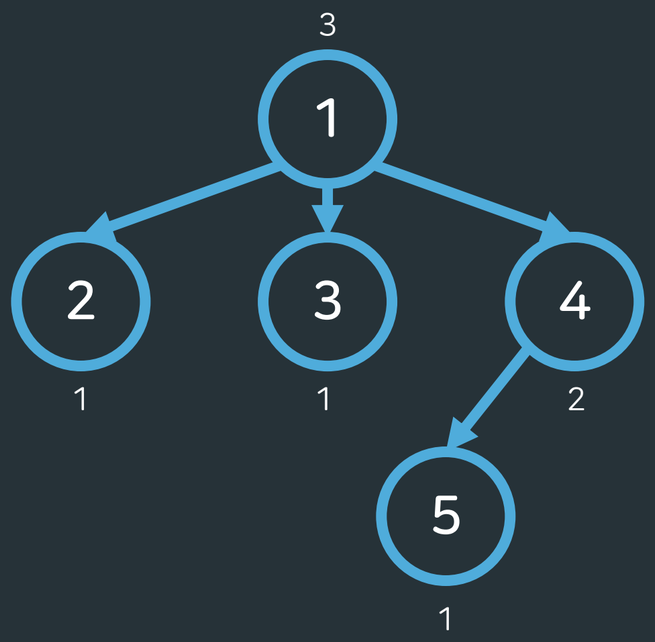

```
int nodeCnt(int node){
  int cnt = 1;
  for(int child : tree[node])
    cnt += nodeCnt(child);
  return cnt;
}
```

리프 노드의 수 구하기




```
int leafCnt(int node){
  if(tree[node].empty())
    return 1;

  int cnt = 0;
  for(int child : tree[node])
    cnt += leafCnt(child);
  return cnt;
}
```

트리의 높이 구하기




```
int treeHeight(int node){
  int height = 0;
  for(int child : tree[node])
    height = max(height, treeHeight(child));
  return height + 1;
}
```

응용 문제

4803번 : 트리 - Gold 4

문제

- 그래프가 주어질 때, 트리의 개수를 출력하라

제한 사항

- 정점의 개수 n은 0 <= n <= 500
- 간선의 개수 m은 0 <= m <= n(n-1)/2
- 입력은 무방향 그래프

예제

#알튜비튜

예제 입력 1

```
6 3
1 2  2 3  3 4
6 5
1 2  2 3  3 4  4 5  5 6
6 6
1 2  2 3  1 3  4 5  5 6  6 4
0 0
```

예제 출력 1

```
Case 1: A forest of 3 trees.
Case 2: There is one tree.
Case 3: No trees.
```

- 보기 편하게 줄바꿈을 수정했습니다.
- 정확한 입력은 문제 원본을 참고해주세요.

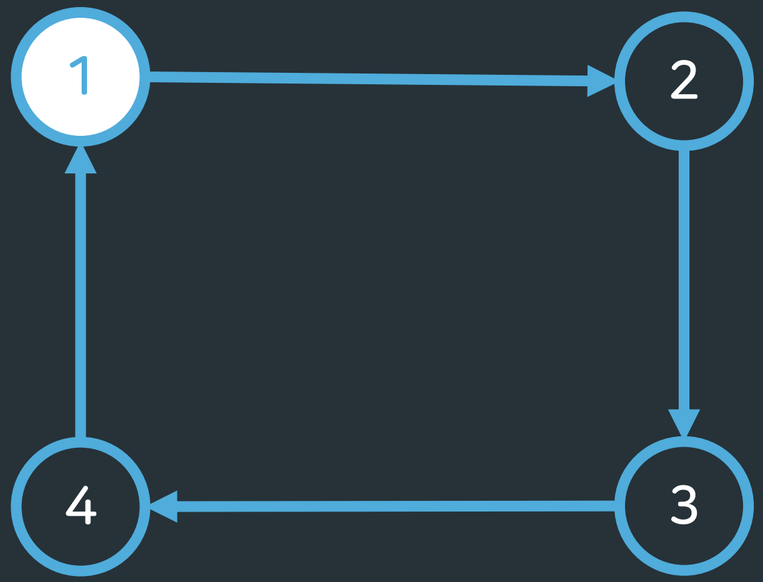
몰래 보세요

#알튜비튜

Hint

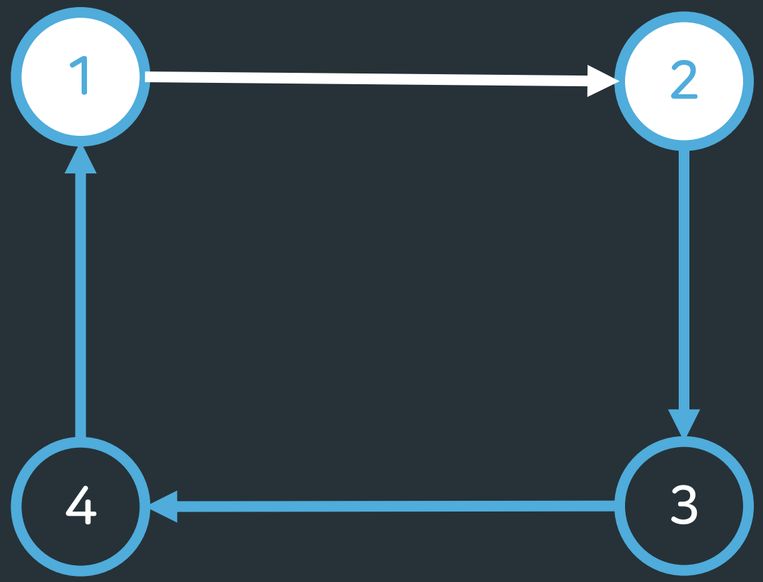
1. 사이클 여부를 판단하는 게 중요해요.
2. 사이클이 생성되는 순간을 그려보세요.
3. 트리 순회에는 DFS와 BFS를 사용한다고 했어요. 여기선 뭘 써야 유리 할까요?

사이클이 생성되는 순간



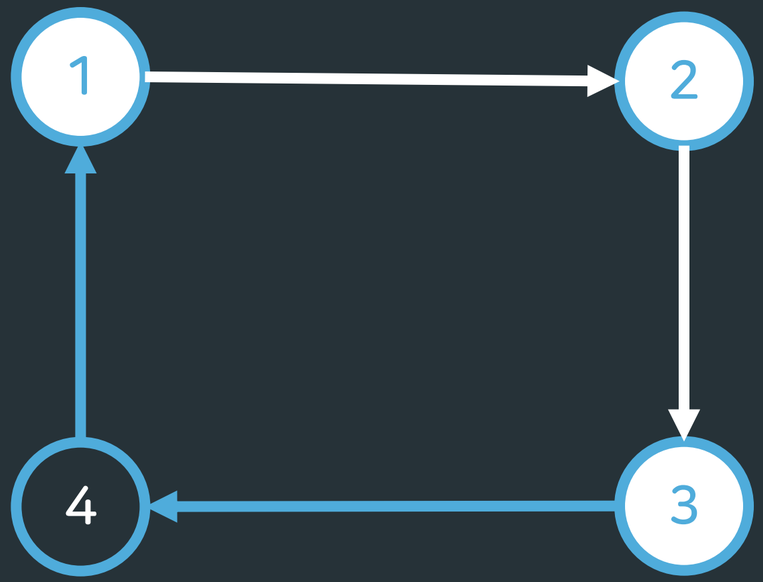
	1	2	3	4
visited	T	F	F	F

사이클이 생성되는 순간



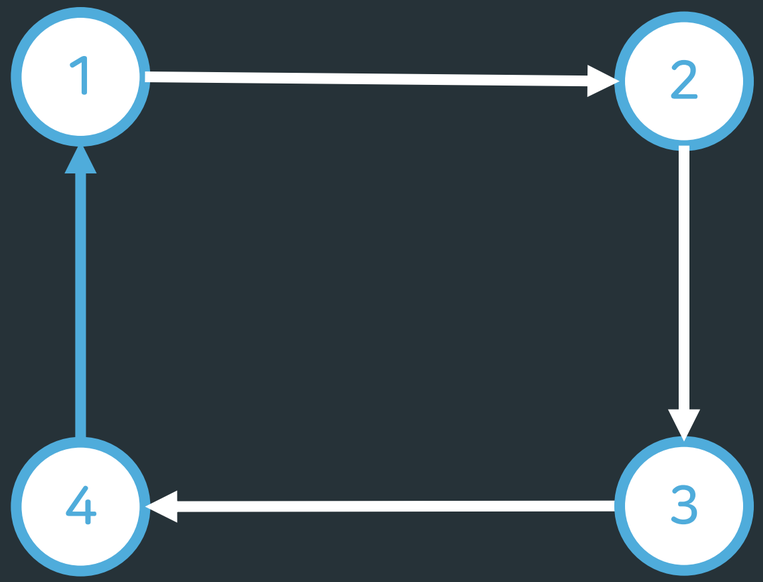
	1	2	3	4
visited	T	T	F	F

사이클이 생성되는 순간



	1	2	3	4
visited	T	T	T	F

사이클이 생성되는 순간

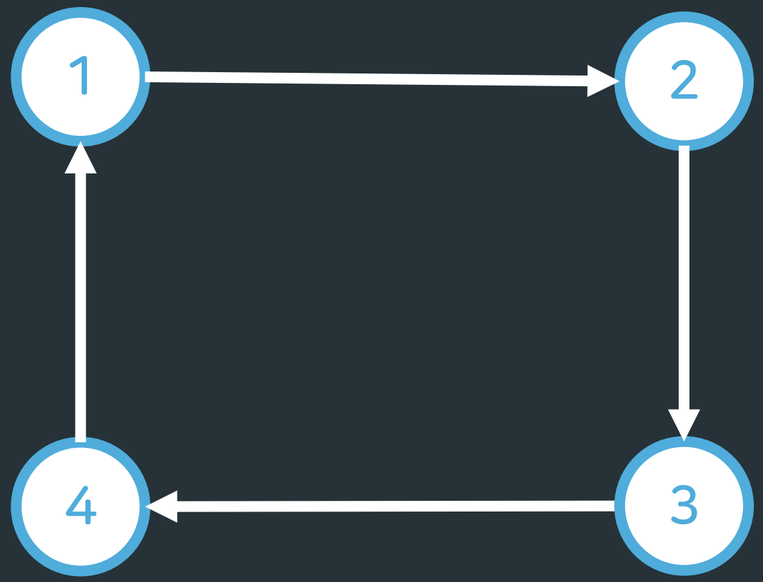


	1	2	3	4
visited	T	T	T	T

사이클이 생성되는 순간

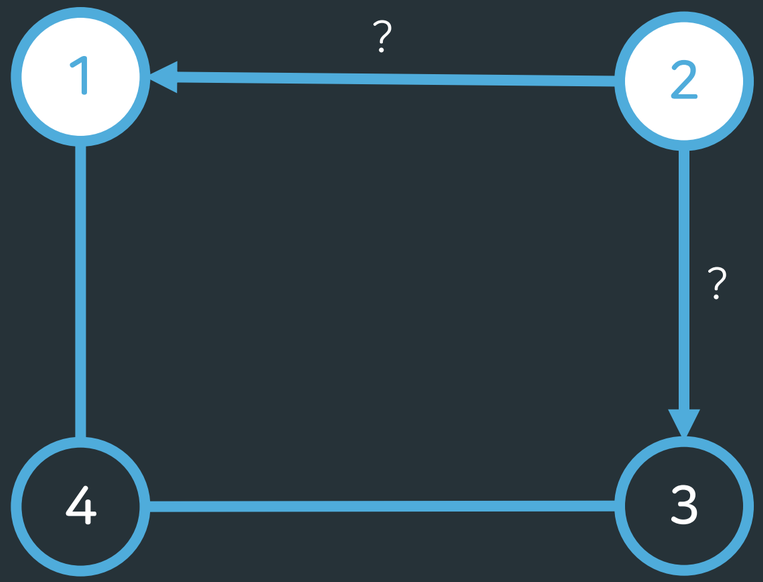
#알튜비튜

이미 방문한
1번 정점을 다시 방문
→ 사이클 생성



	1	2	3	4
visited	T	T	T	T

입력은 무방향 그래프인데…



바로 직전에 탐색한 정점(부모 정점)을 기억해두면
직전 정점을 다시 탐색해 사이클로 오해하는 일이 없음!
→ BFS는 직전에 탐색한 정점이 부모 정점이란 보장이 없으므로 어려움

마무리

정리

- 그래프의 부분집합인 트리
- 그래프와 트리의 차이점을 잘 기억해두기
- 이진 트리와 일반 트리로 나눌 수 있고, 이진 트리는 전위 & 중위 & 후위 순회 가능
- 기본적으로 그래프의 한 종류라서 DFS, BFS 탐색 가능

이것도 알아보세요!

- 일반 트리를 이진 트리로 바꿀 수도 있습니다. 어떻게 하면 될까요?
- 우리에게 익숙한 BST에서 파생된 여러 트리들에 대해 알아보세요.
  AVL Tree, Red-Black Tree, B Tree

과제

#알튜비튜

필수

- 3190번 : 뱀- Gold 4
- 15681번 : 트리와 쿼리 - Gold 5
- 5639번 : 이진 검색 트리 - Gold 5

도전

- 1967번 : 트리의 지름 - Gold 4
- 24545번 : Y - Platinum 5

과제 마감일

#알튜비튜

과제제출 마감 ~ 5월 21일 화요일 18:59

추가제출 마감 ~ 5월 23일 목요일 23:59