

# 트리 1

최백준 [choi@startlink.io](mailto:choi@startlink.io)

---

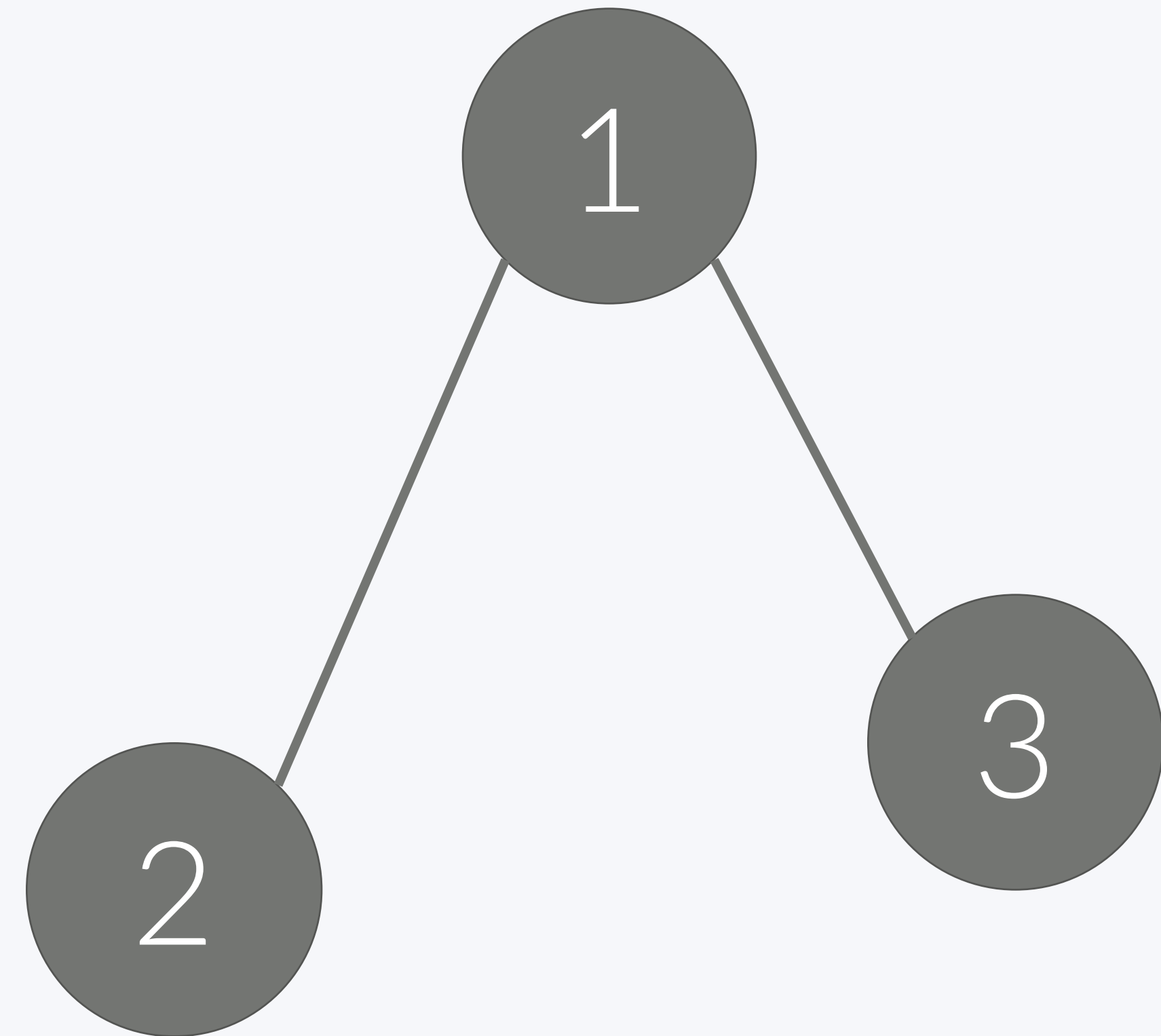
# 트리

---

# 트리

Tree

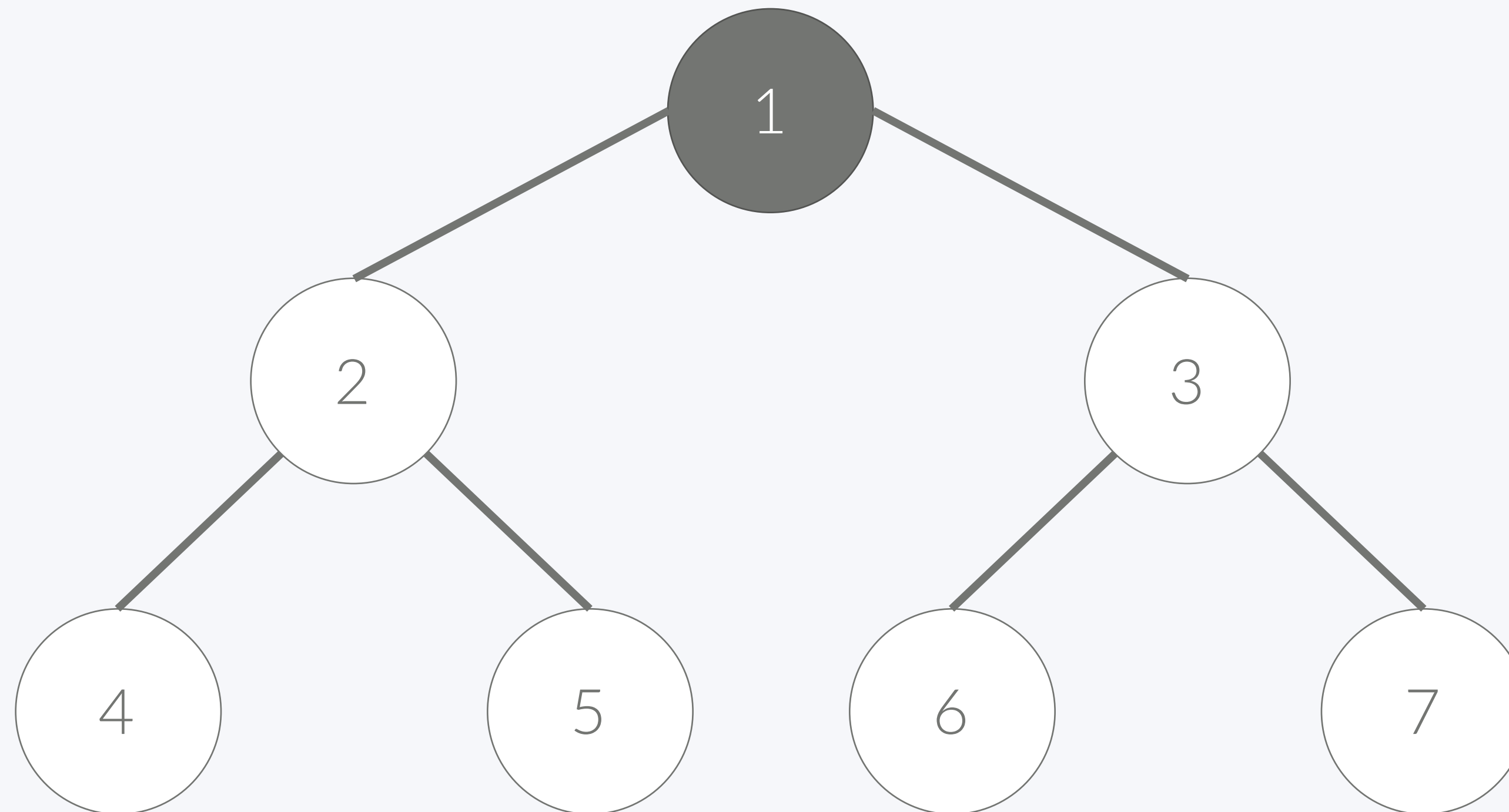
- 자료구조의 일종
- 사이클이 없는 그래프
- 정점의 개수:  $V$
- 간선의 개수:  $V-1$



# 루트 있는 트리

Rooted Tree

- 루트가 있는 트리
- 1번이 루트이다

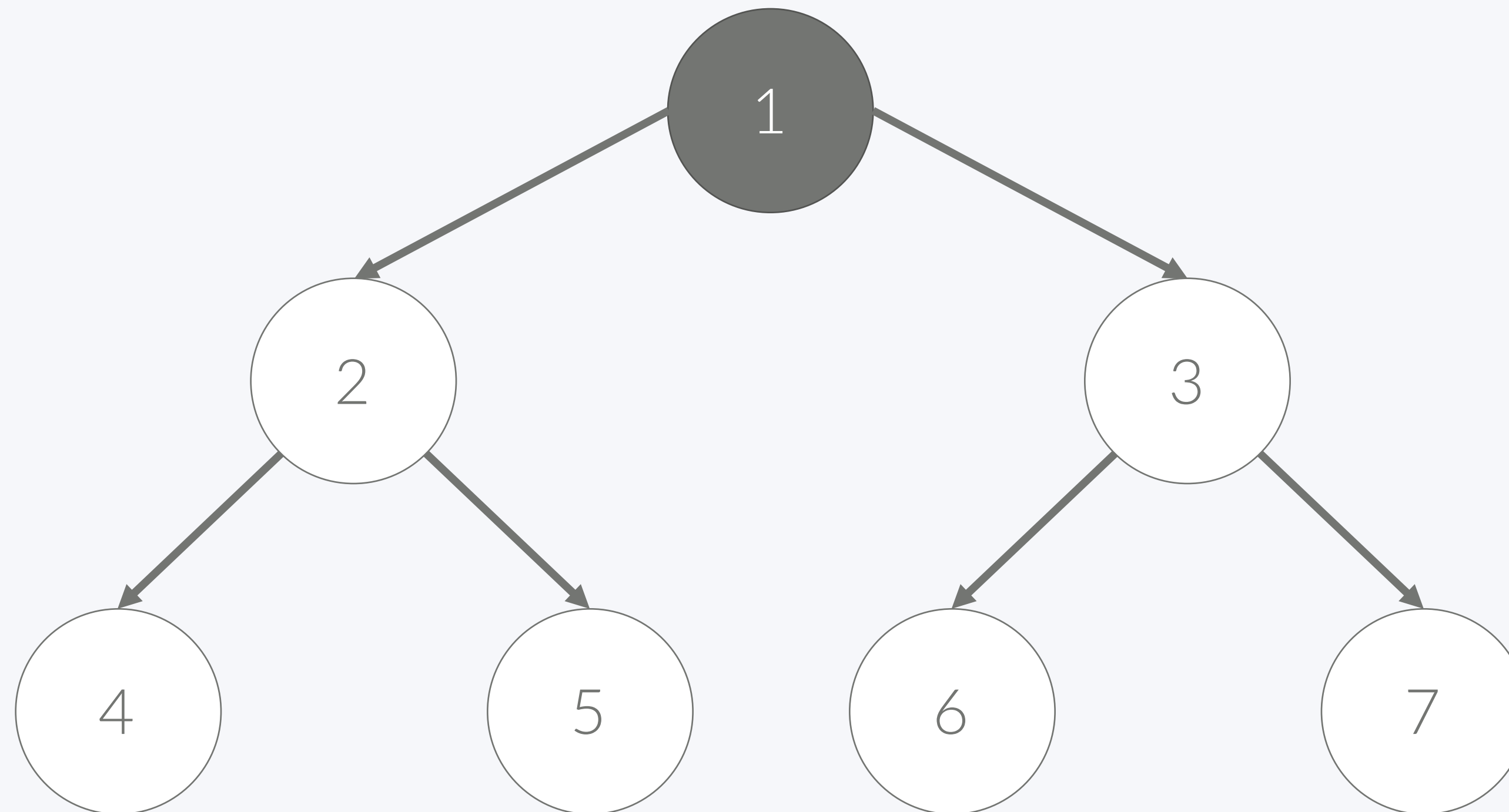


# 루트 있는 트리

Rooted Tree

5

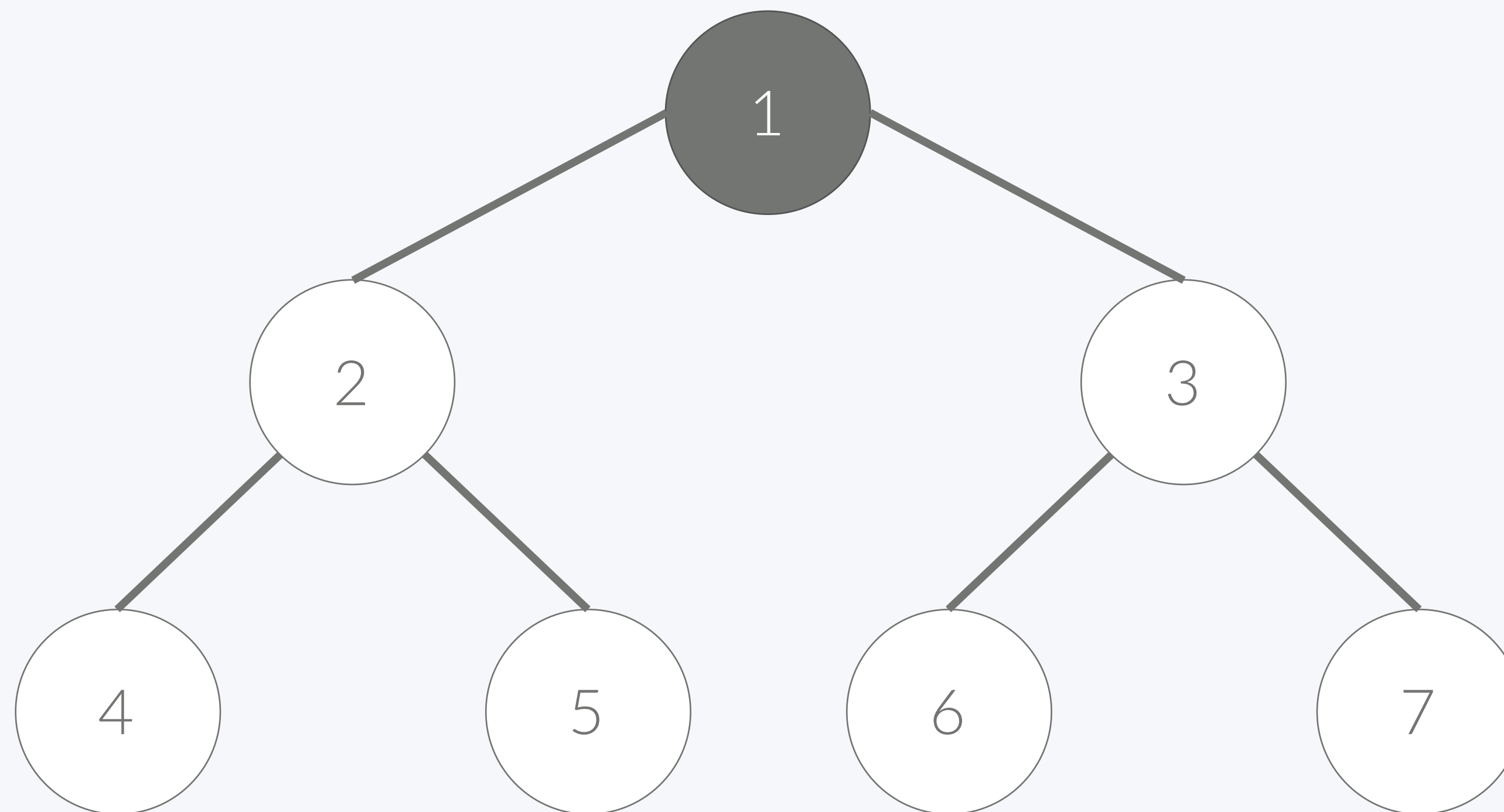
- 루트 부터 아래로 방향을 정할 수 있다



# 부모

Parent

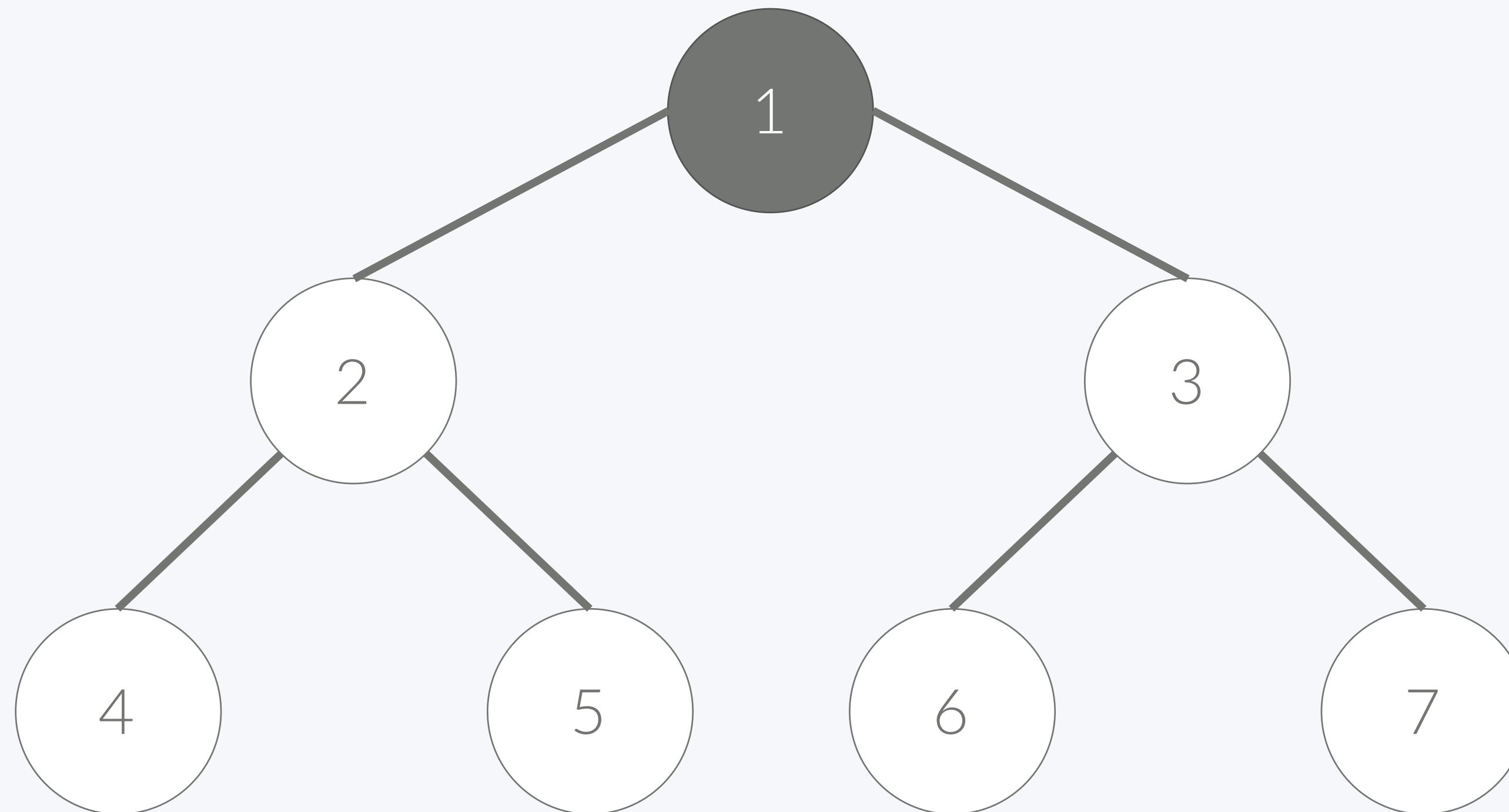
- 1은 2의 부모
- 2는 4의 부모



# 자식

Children

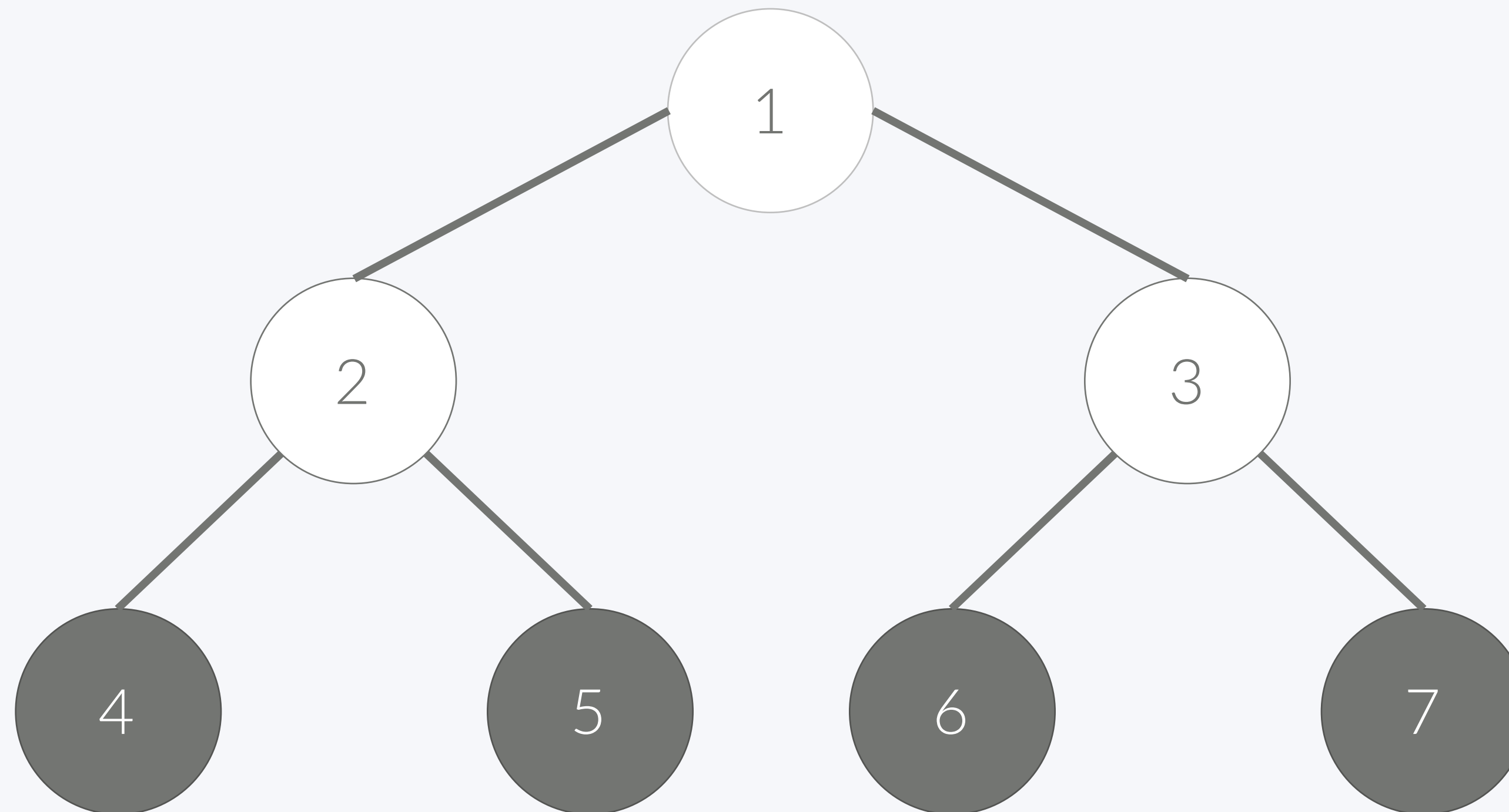
- 2는 1의 자식
- 4는 2의 자식
- 3의 자식: 6, 7



# 단말 정점

Leaf Node

- 4, 5, 6, 7

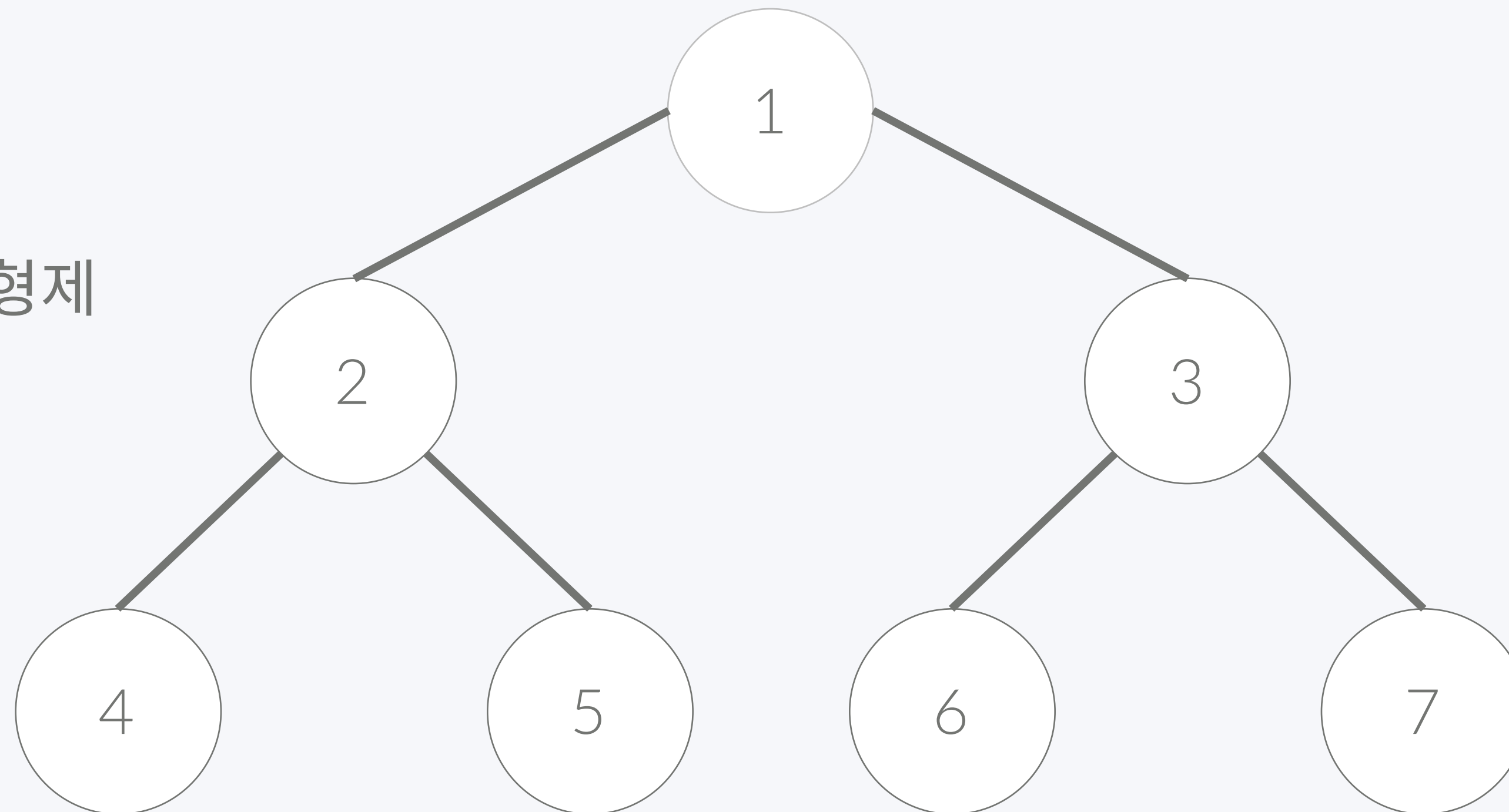




# 형제

Sibling

- 4와 5는 형제
- 6과 7은 형제
- 2와 3도 형제
- 같은 부모를 가지면 형제

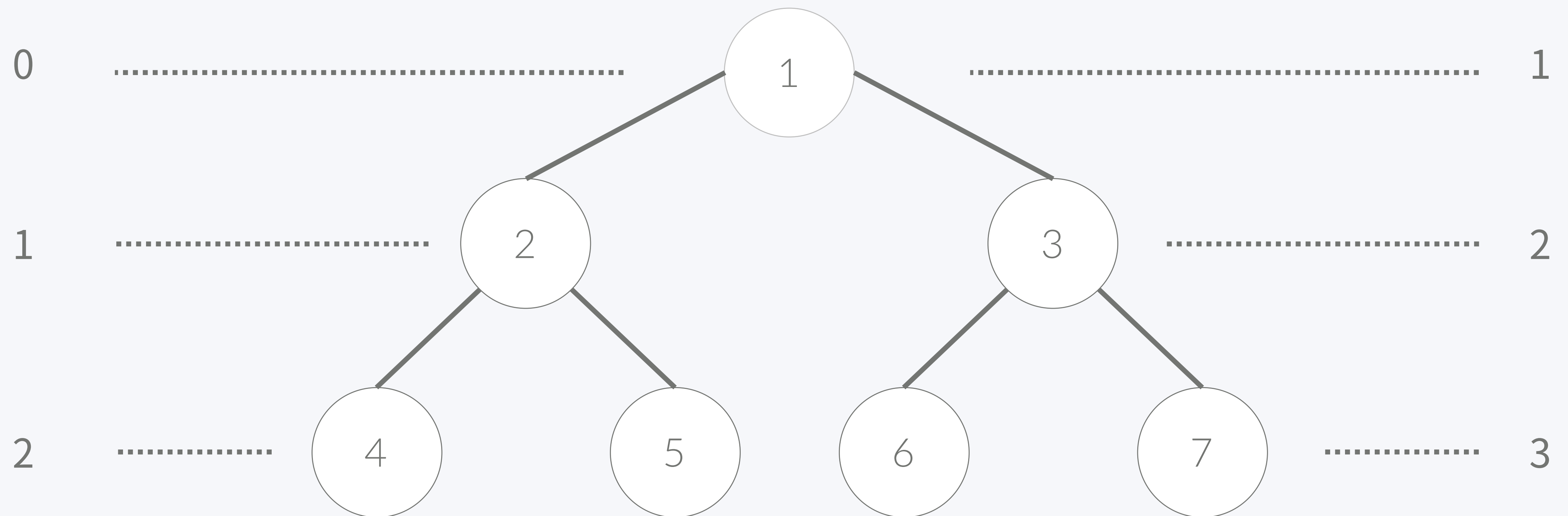


# 깊이

Depth

10

- 루트에서 부터 거리 (루트의 깊이를 0으로 하는 경우와 1로 하는 경우가 있다)

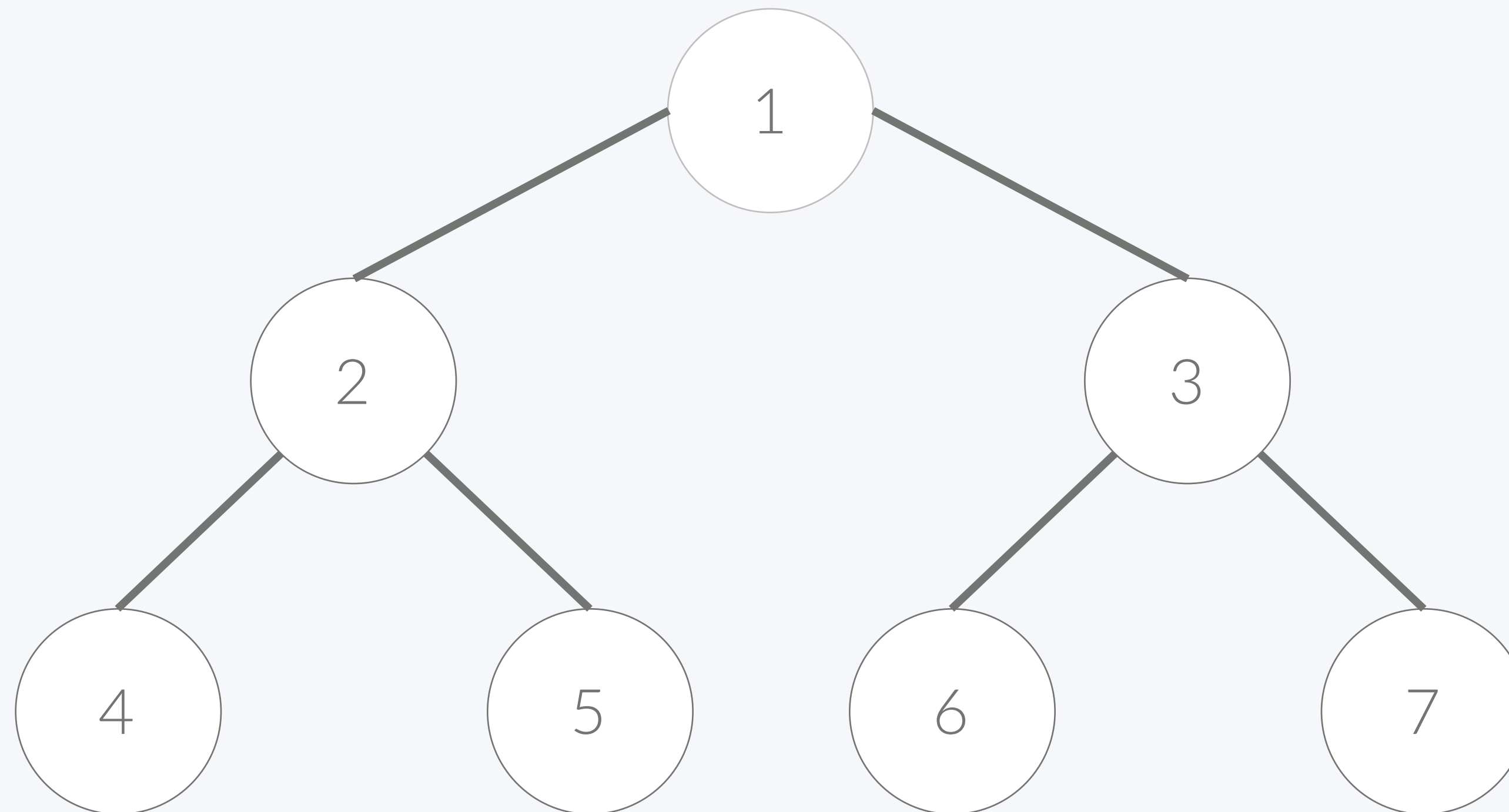


# 높이

Height

11

- 깊이 중 가장 큰 값 2 또는 3

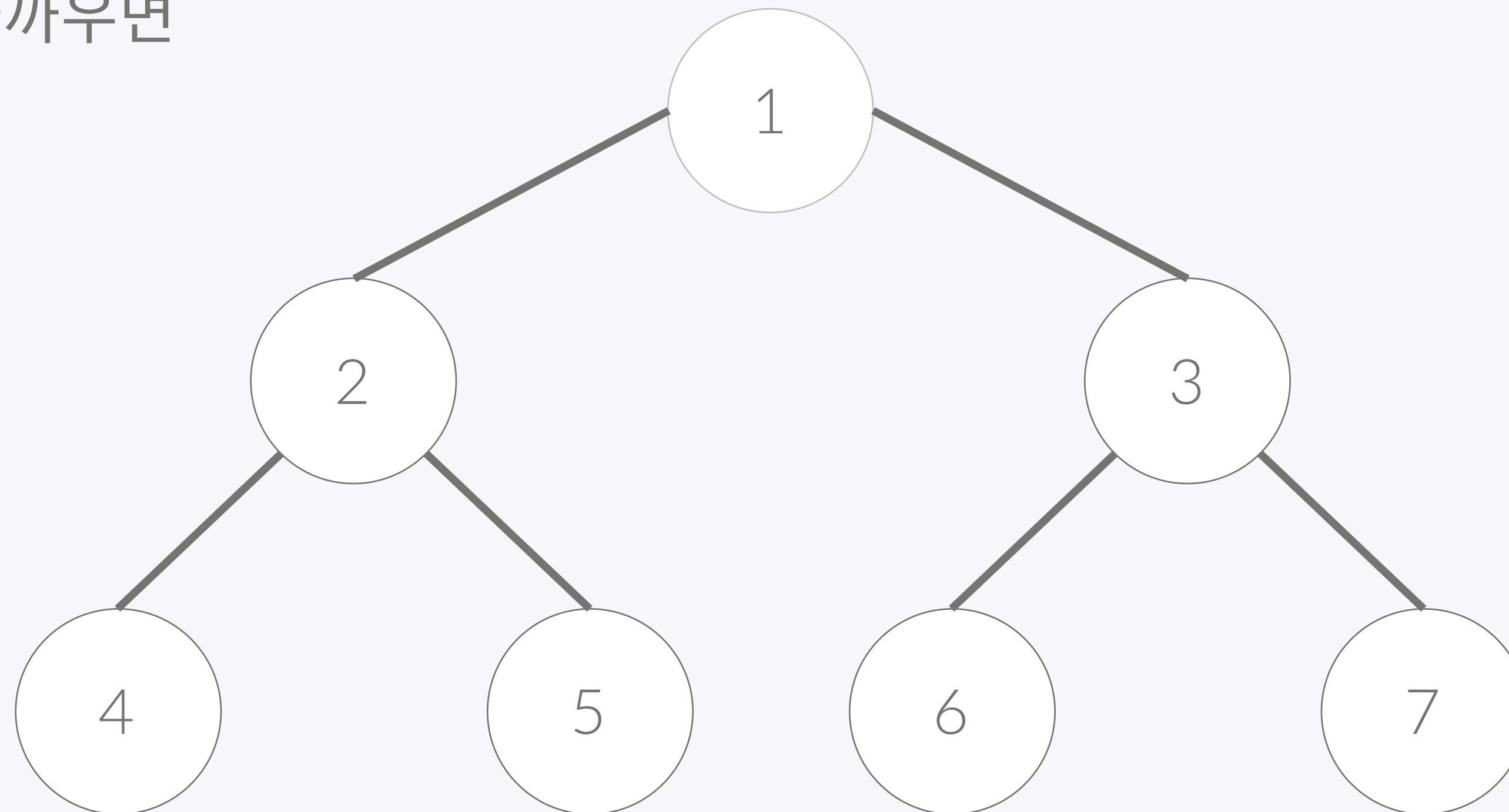


# 조상, 자손

Ancestor, Descendent

12

- $p \rightarrow q$ 로 갈 수 있을 때
- $p$ 가  $q$ 보다 루트에 가까우면
- $p$ 는  $q$ 의 조상
- $q$ 는  $p$ 의 자손

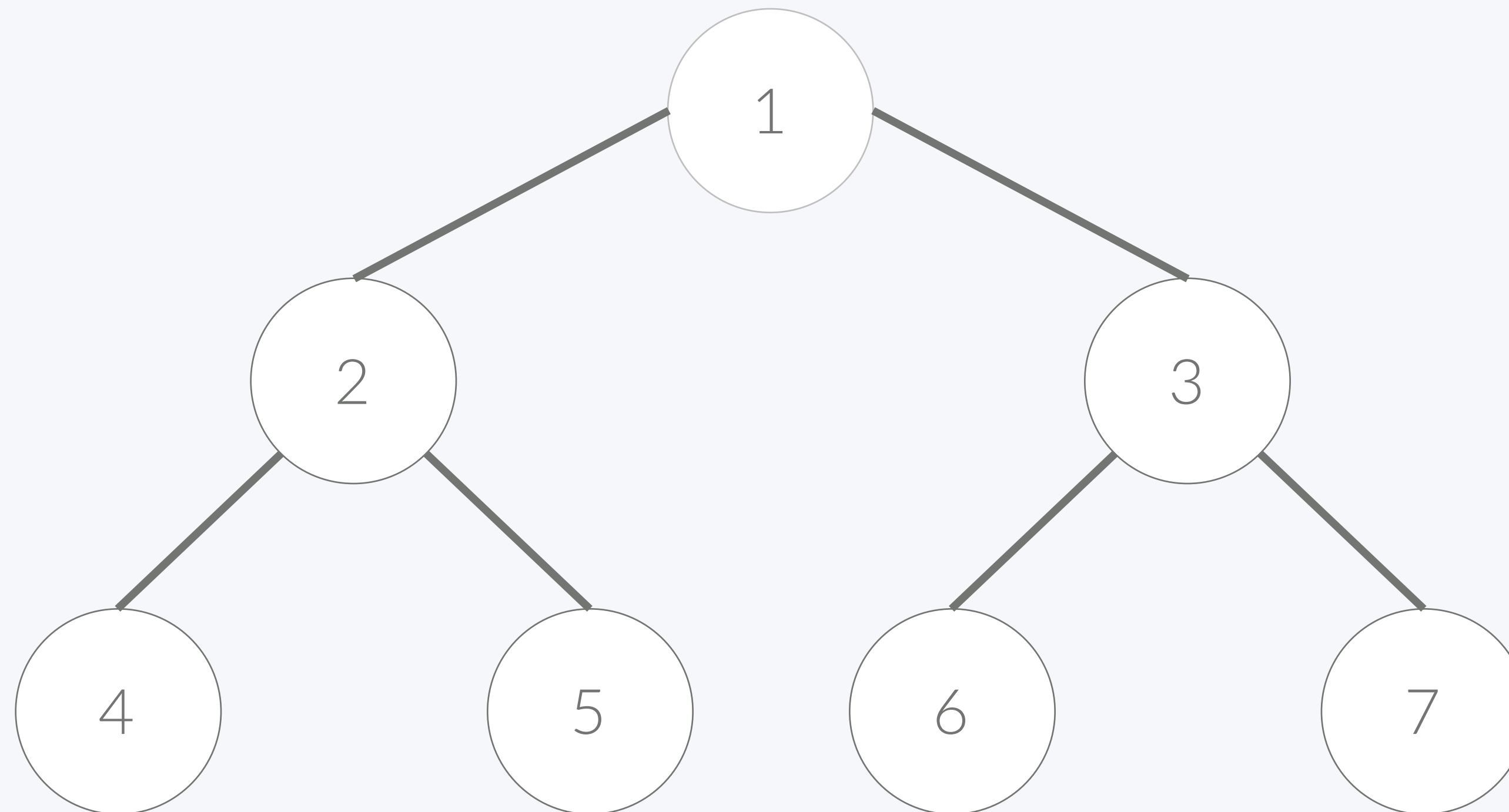


# 이진 트리

Binary Tree

13

- 자식을 최대 2개만 가지고 있는 트리



# 트리의 표현

---

# 트리의 표현

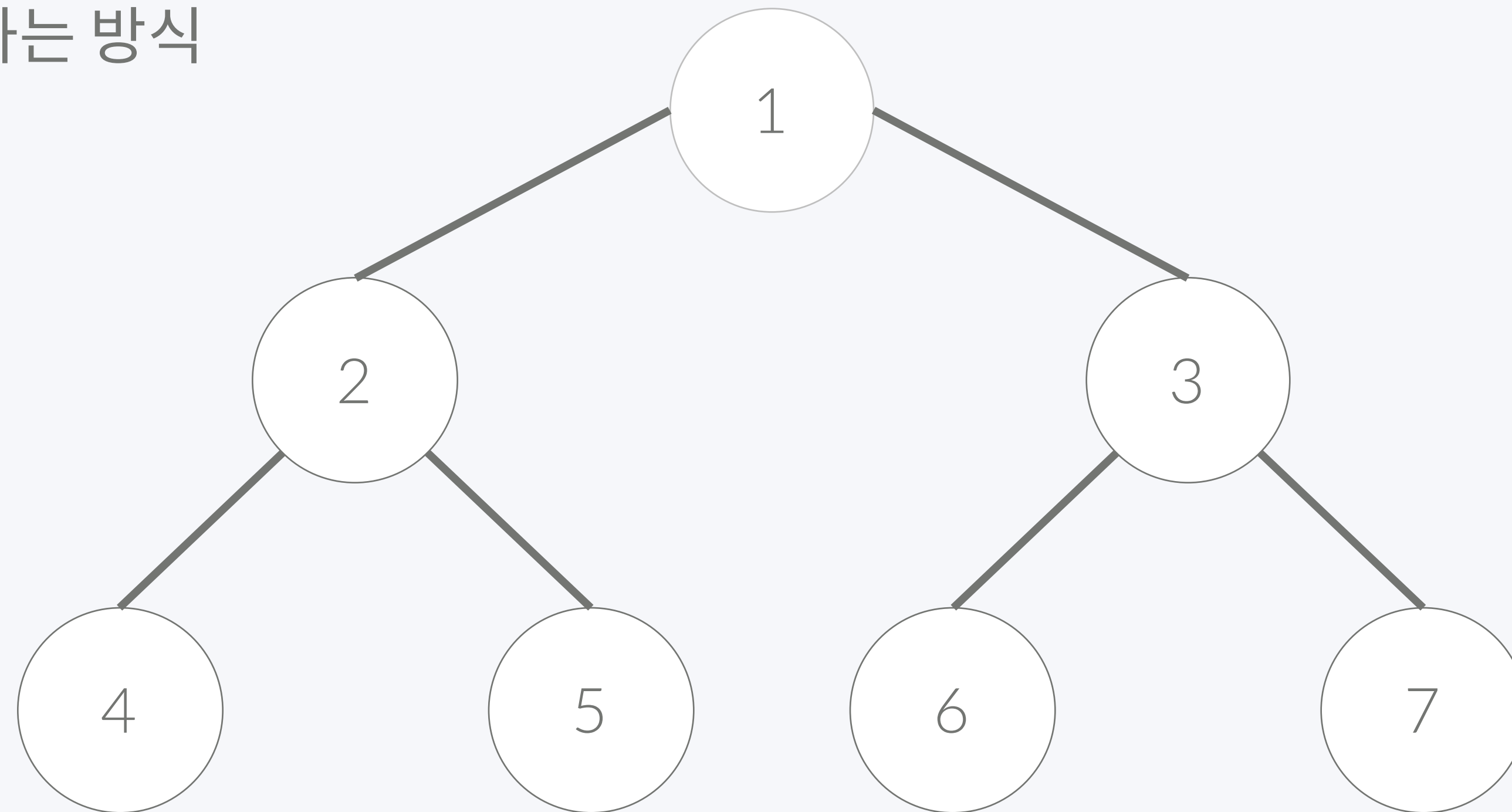
## Representation of Tree

- 트리는 그래프이기 때문에, 그래프의 표현과 같은 방식으로 저장할 수 있다.
- 또는
- 트리의 모든 노드는 부모를 하나 또는 0개만 가지기 때문에 부모만 저장하는 방식으로 저장할 수 있다
- 부모가 0개인 경우는 트리의 루트인데, 이 경우 부모를 -1이나 0으로 처리하는 방식을 사용한다

# 트리의 표현

## Representation of Tree

- 트리의 부모만 저장하는 방식



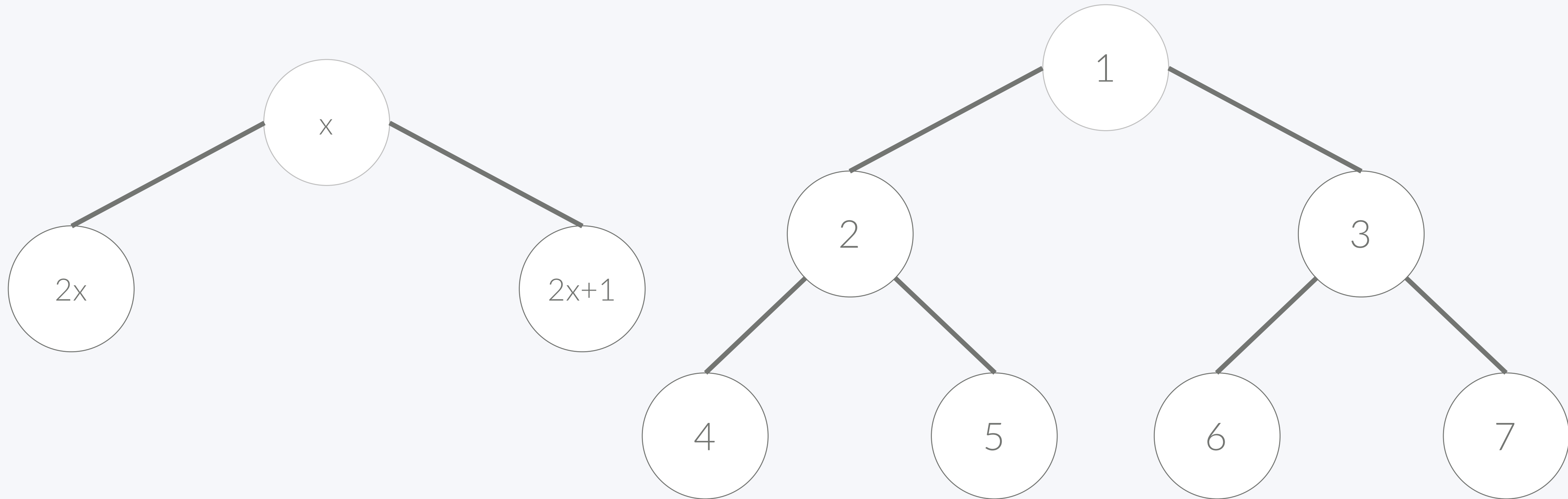
i	1	2	3	4	5	6	7
parent[i]	0	1	1	2	2	3	3



# 트리의 표현

## Representation of Tree

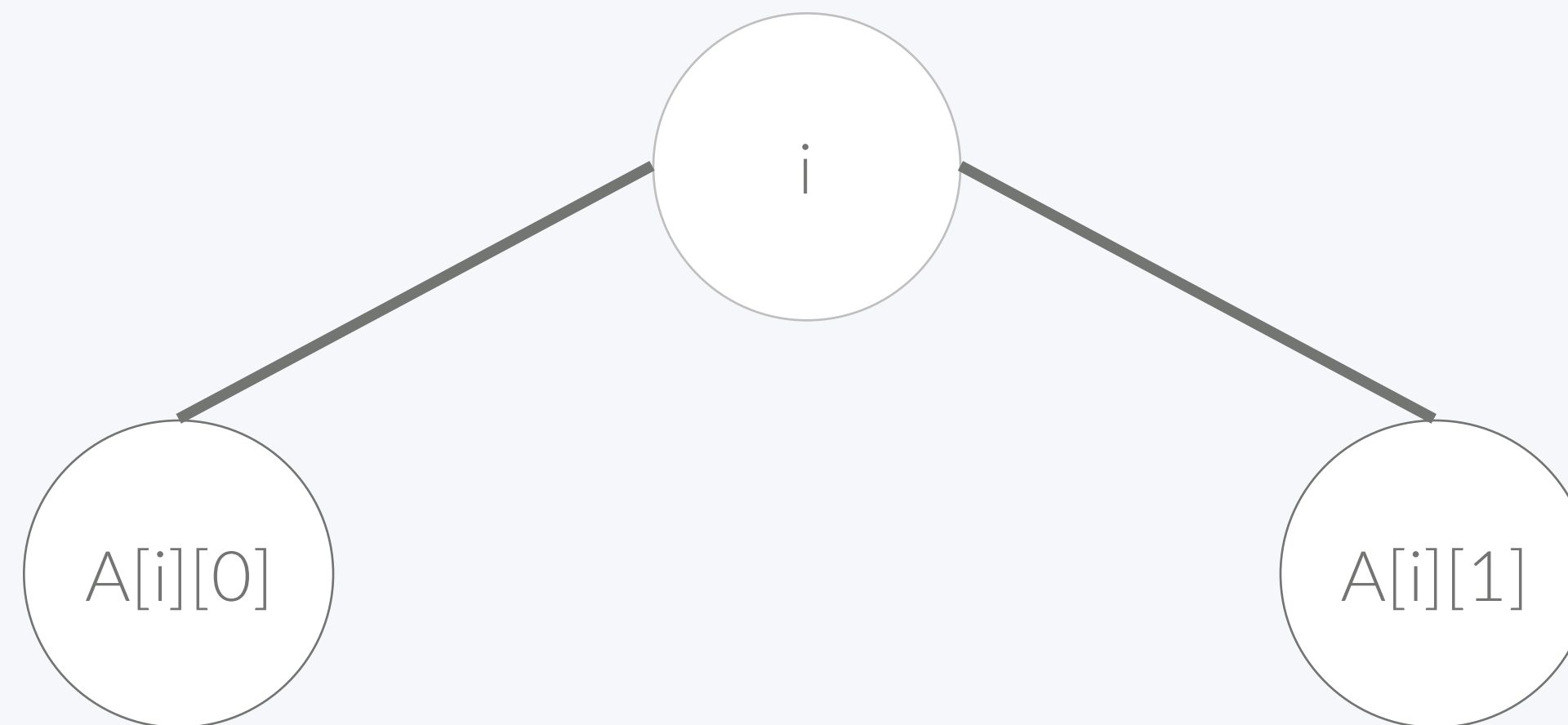
- 이진 트리의 경우에는 배열로 표현할 수 있다.
- 부모의 노드가  $x$ 인 경우에 자식의 노드는  $2x$ ,  $2x+1$ 로 나타내면 된다.



# 트리의 표현

## Representation of Tree

- 이진 트리의 경우에는 배열로 표현할 수 있다.
- 또는,  $A[i][0]$ 에  $i$ 의 왼쪽 자식,  $A[i][1]$ 에  $i$ 의 오른쪽 자식을 저장할 수 있다.



# 트리의 순회

---

# 트리의 순회

## Tree Traversal

- 트리의 모든 노드를 방문하는 순서이다.
- 그래프의 경우에는 DFS와 BFS가 있었다
- 트리에서도 위의 두 방법을 사용할 수 있지만, 트리에서만 사용할 수 있는 세 방법이 있다.
- 프리오더
- 인오더
- 포스트오더
- 세 방법의 차이는 노드 방문을 언제 하냐의 차이이다

# 트리의 순회

## Tree Traversal

- 프리오더
  - 노드 방문
  - 왼쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 프리오더
  - 오른쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 프리오더
- 인오더
- 포스트오더

# 트리의 순회

## Tree Traversal

- 프리오더
- 인오더
  - 왼쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 인오더
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 인오더
- 포스트오더

# 트리의 순회

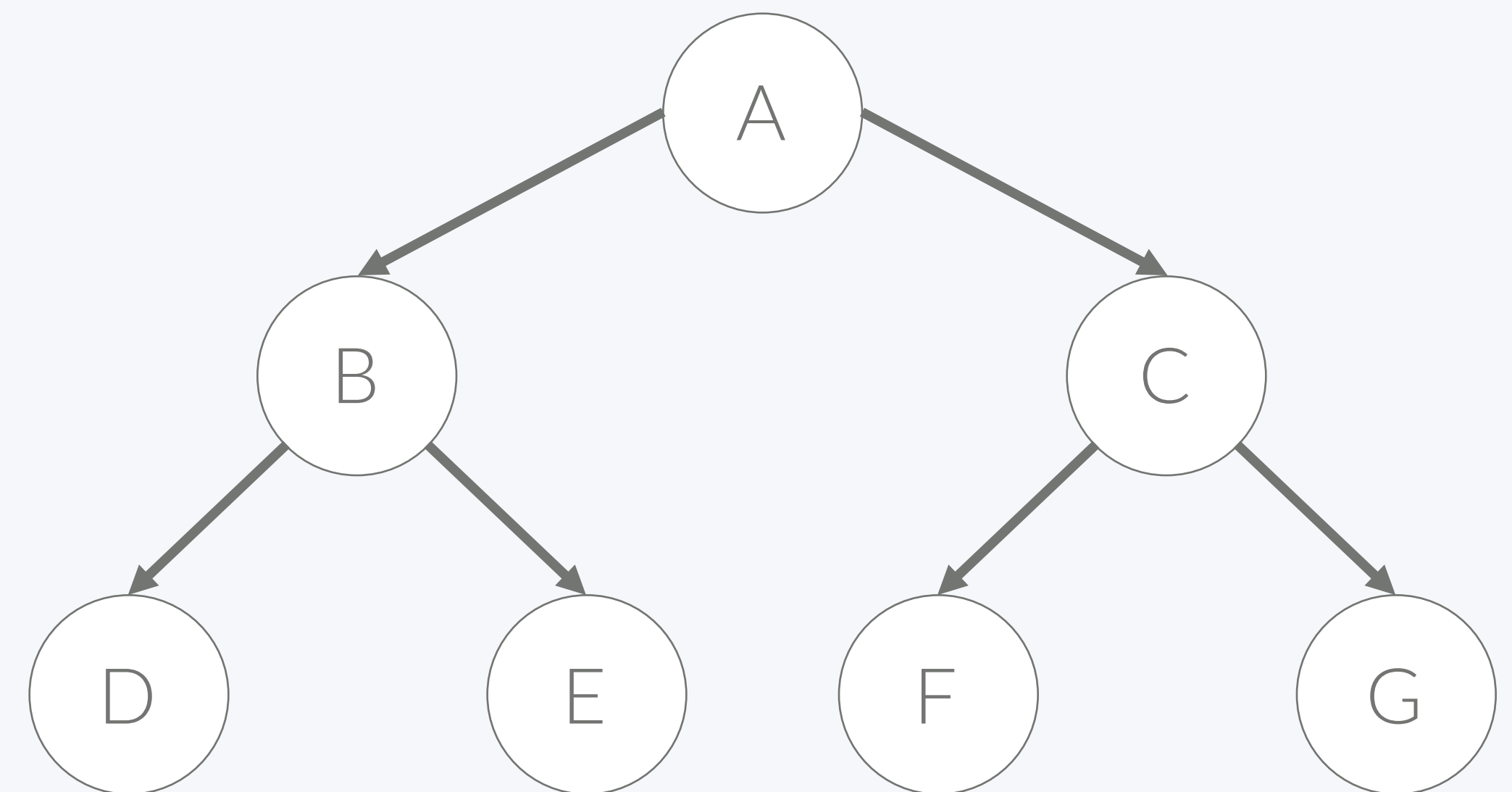
## Tree Traversal

- 프리오더
- 인오더
- 포스트오더
  - 왼쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 포스트오더
  - 오른쪽 자식 노드를 루트로 하는 서브 트리 포스트오더
  - 노드 방문

# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
- 왼쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

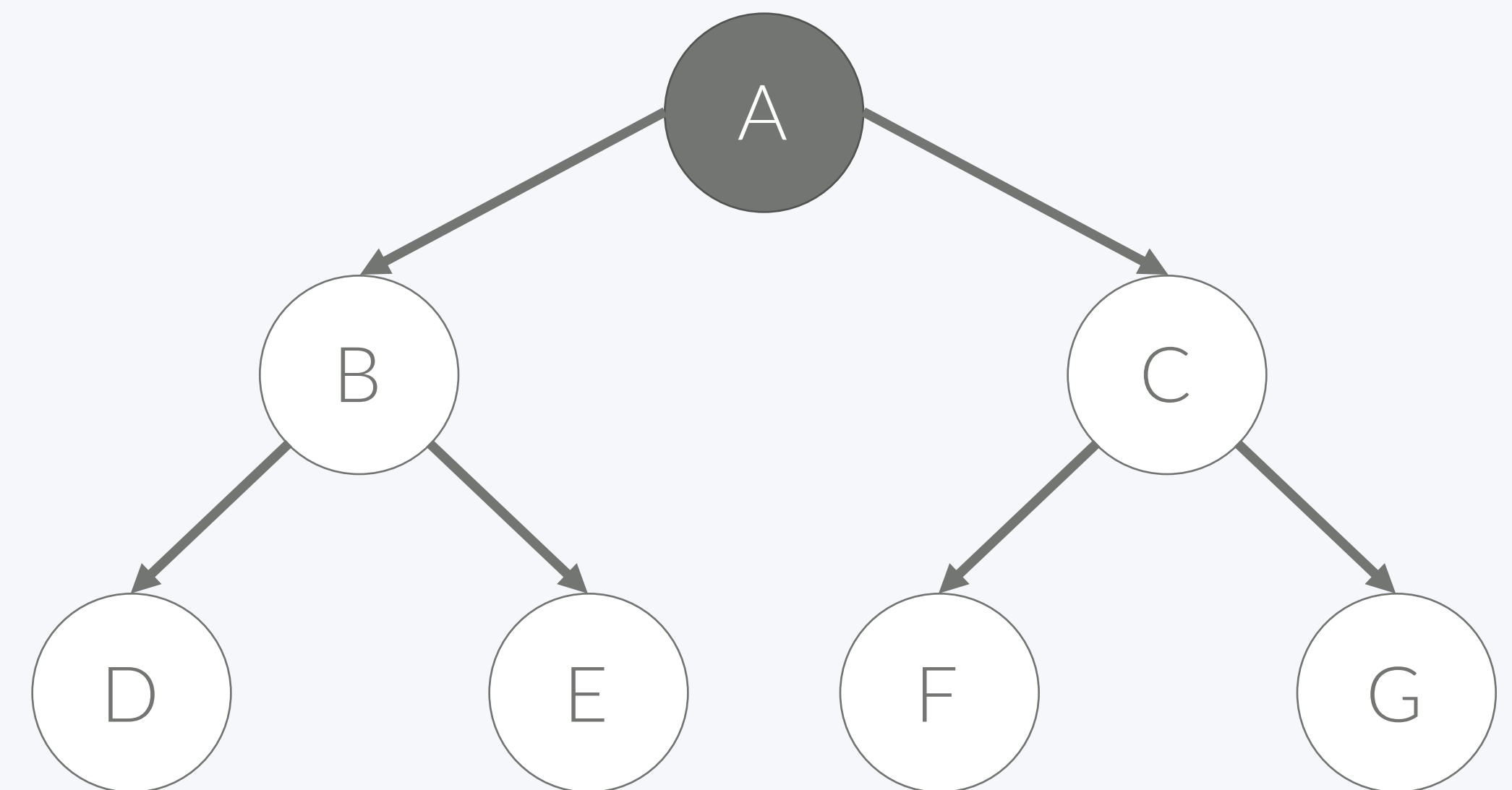




# 프리오더

Pre-order

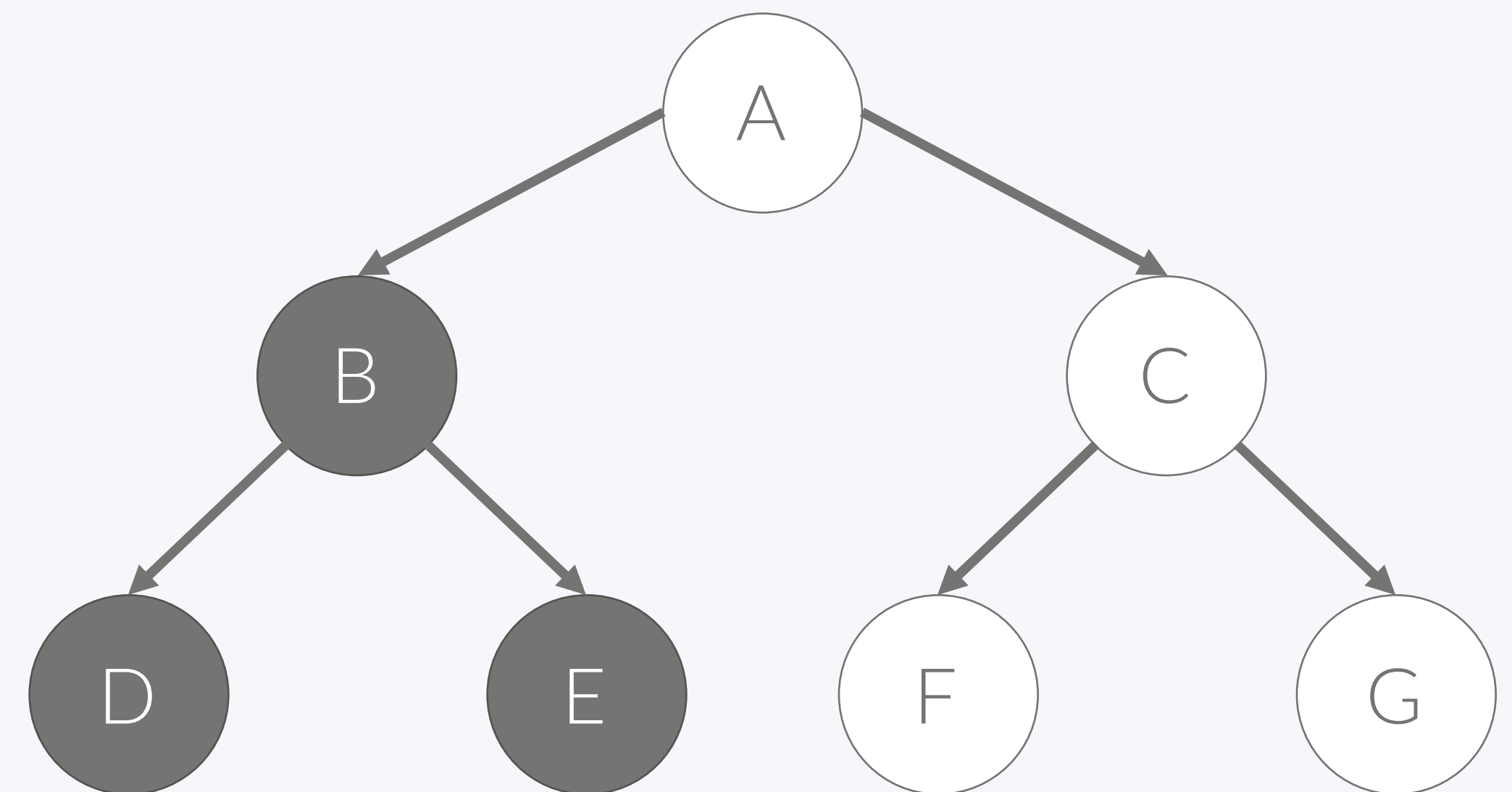
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

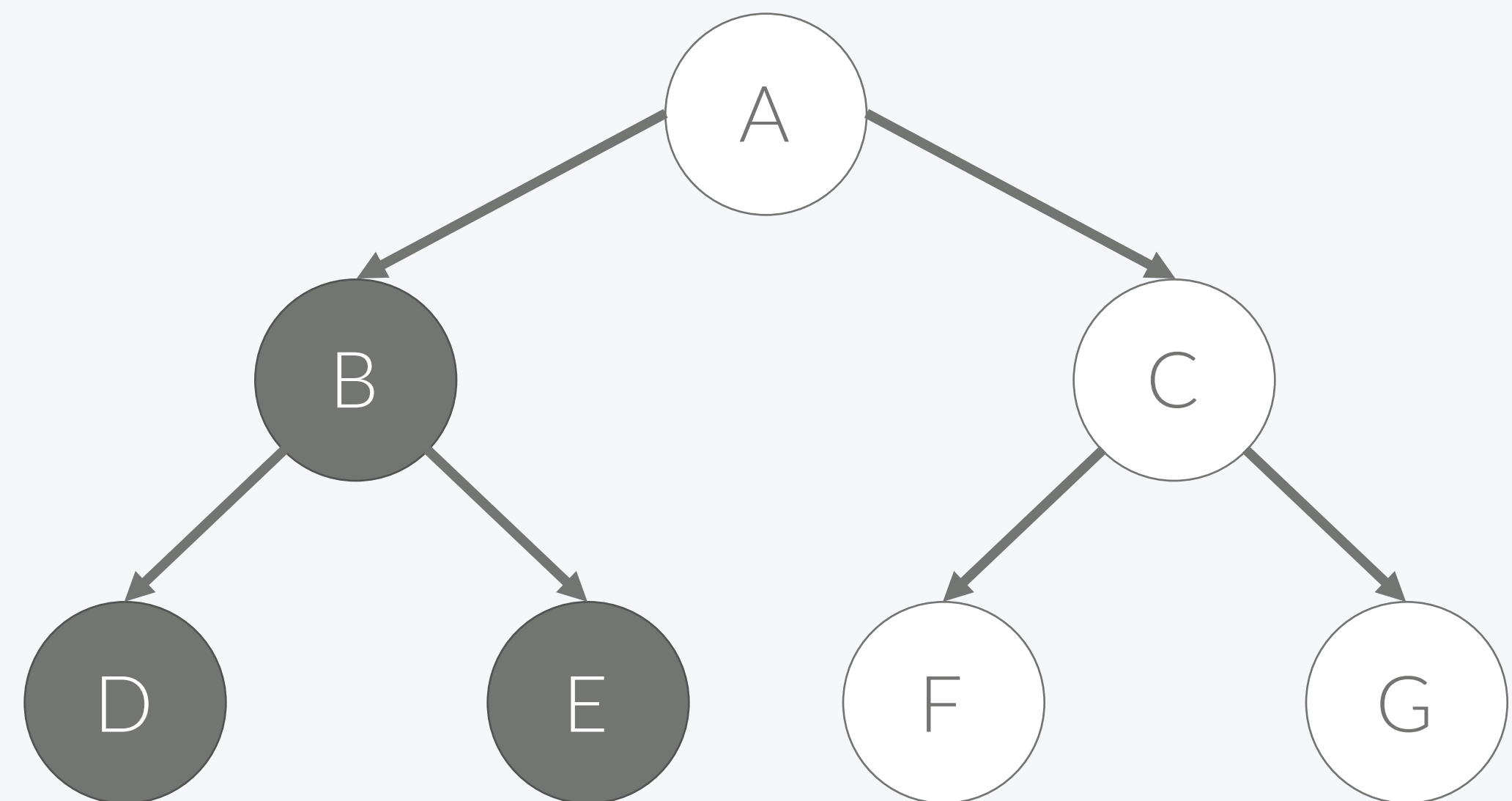
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

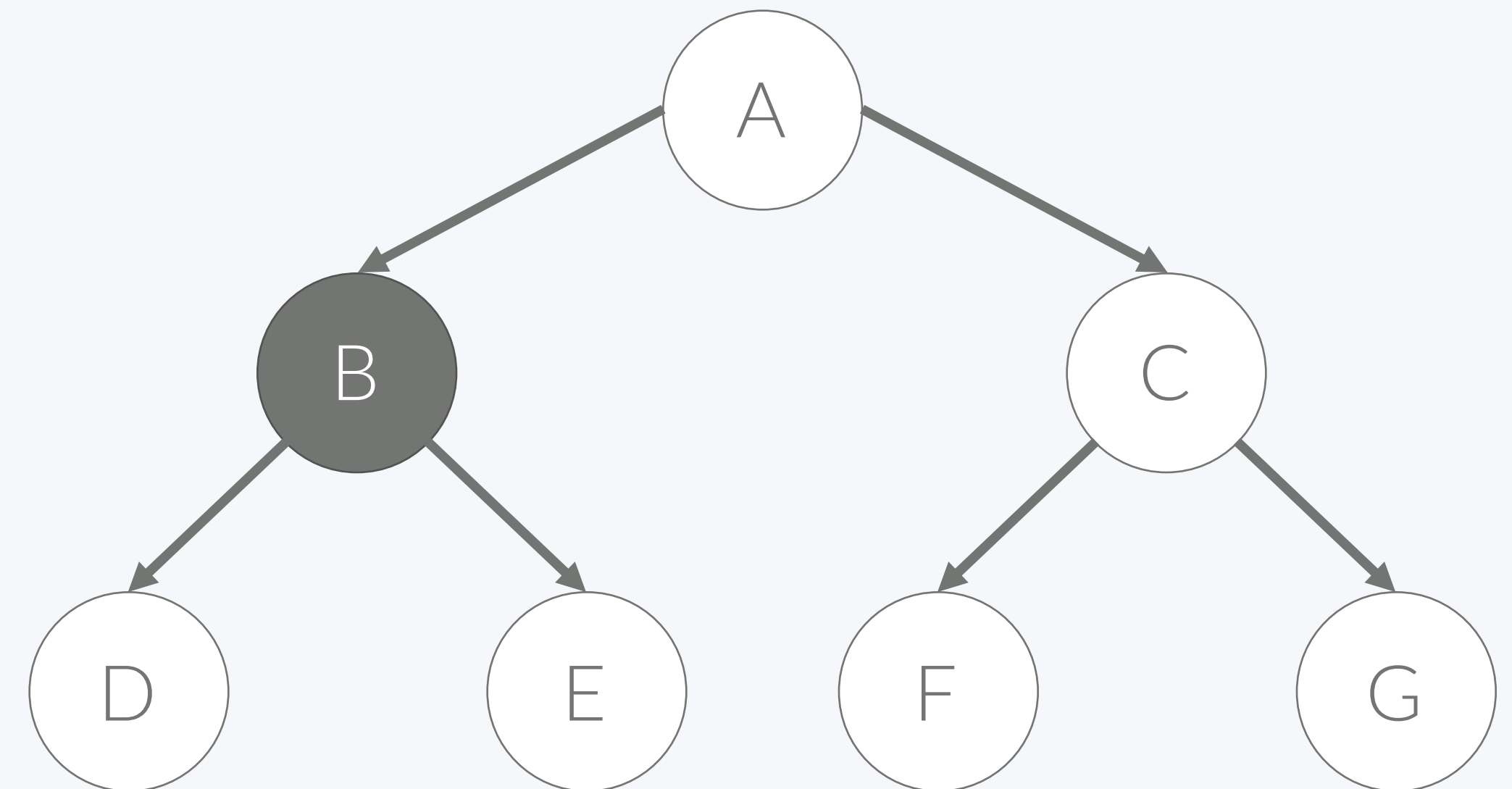
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

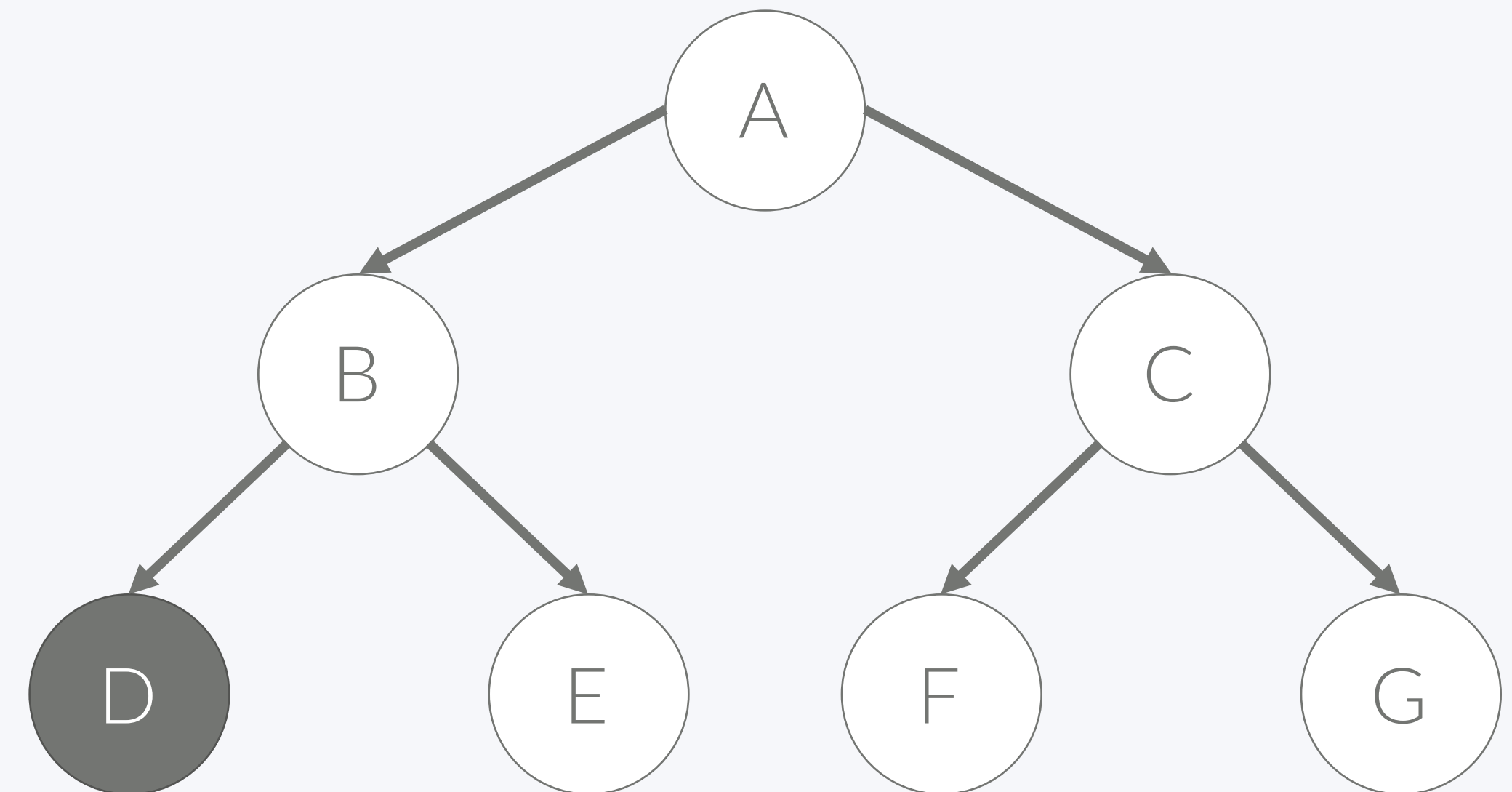
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

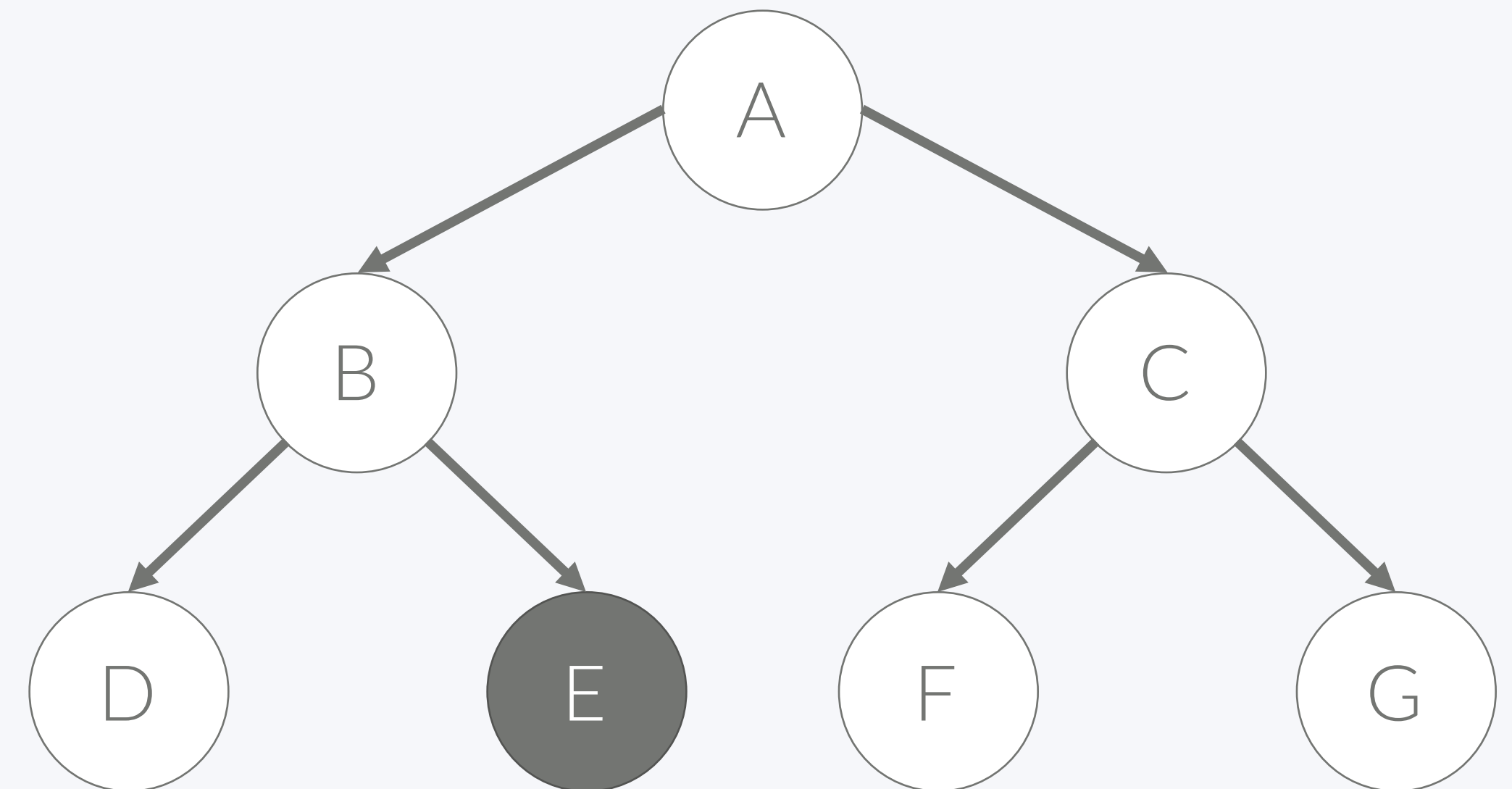


# 프리오더

30

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
  - 오른쪽 자식 프리오더
    - E
- 오른쪽 자식 프리오더

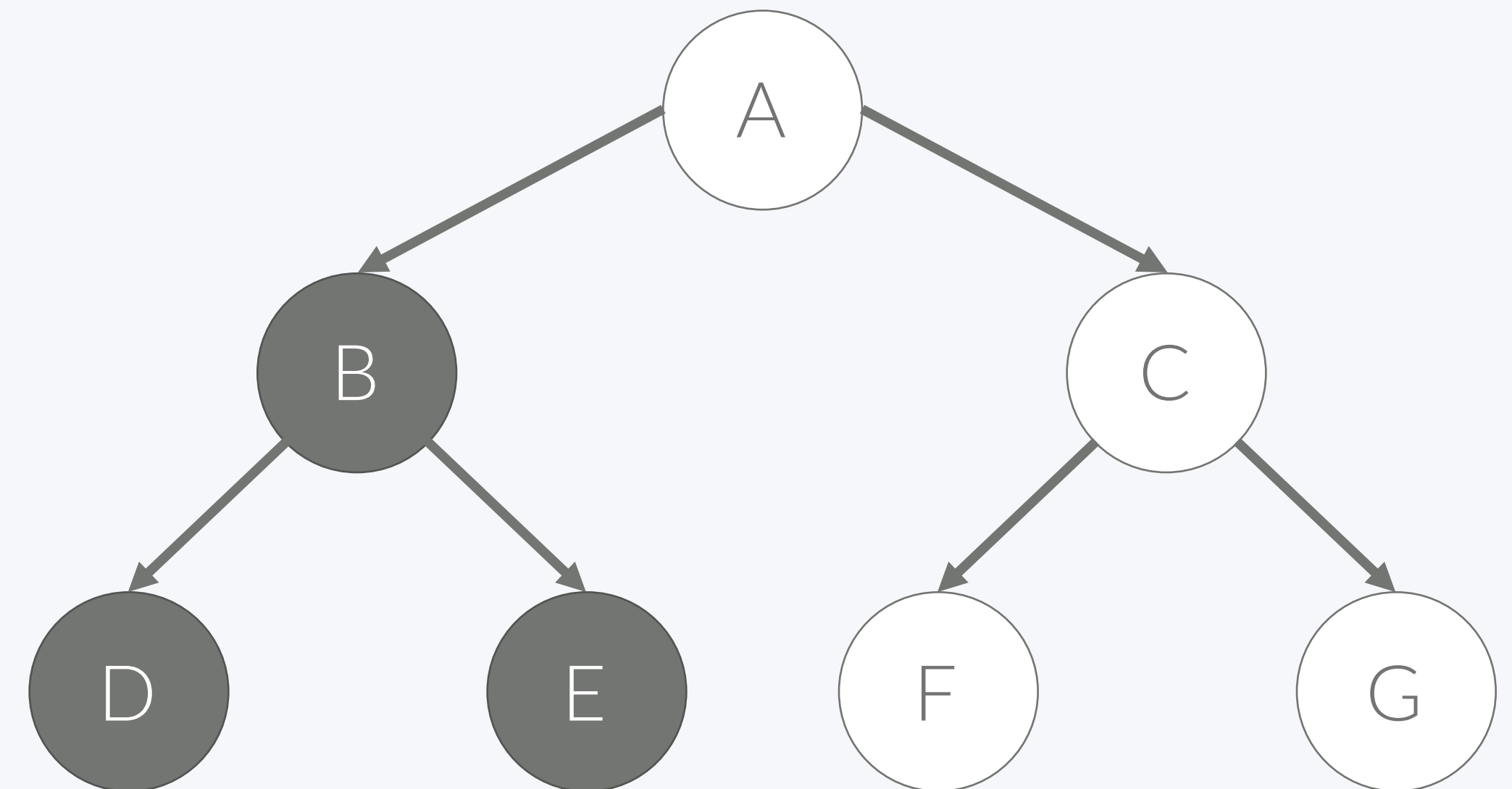


# 프리오더

31

Pre-order

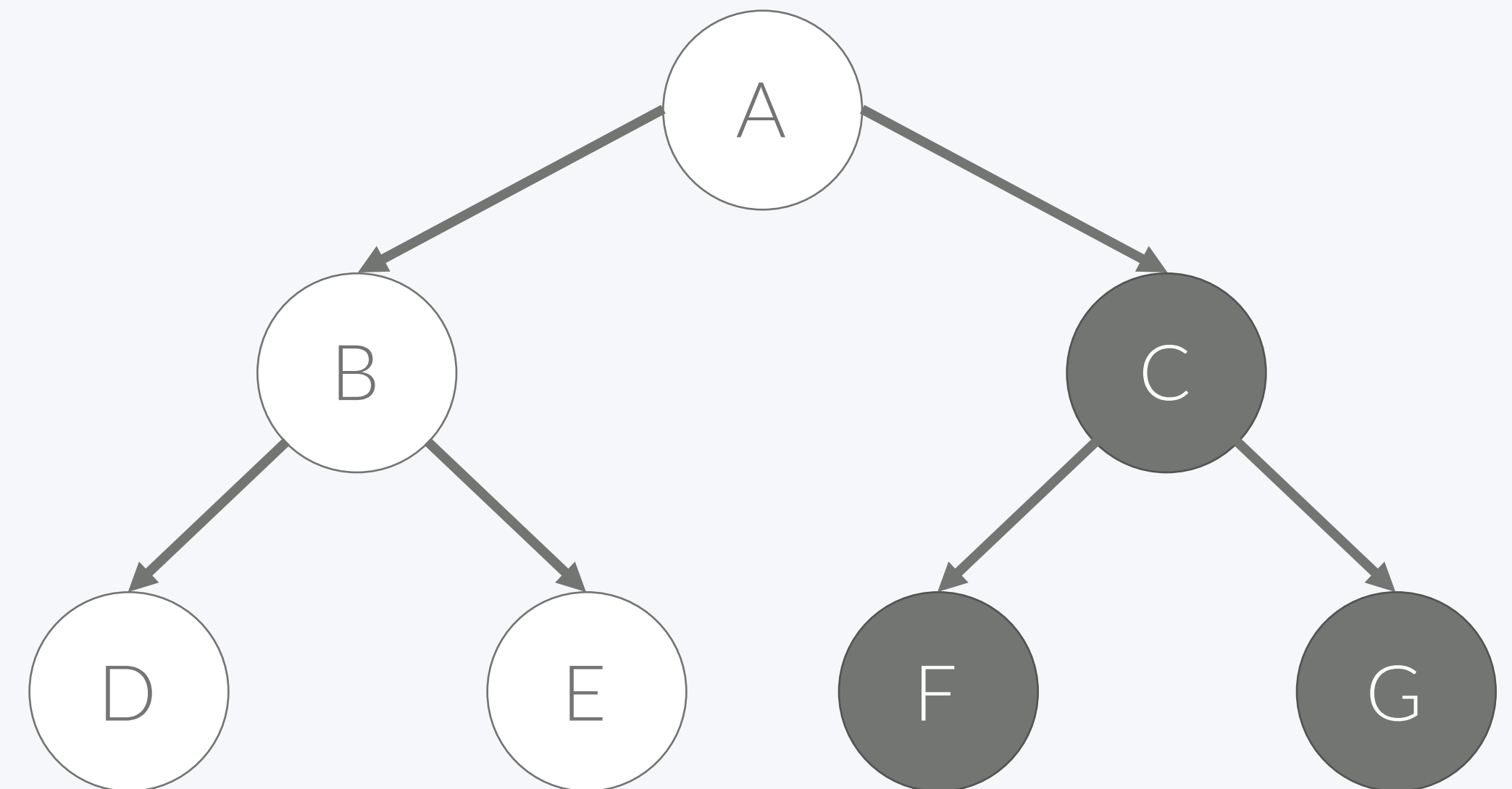
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더

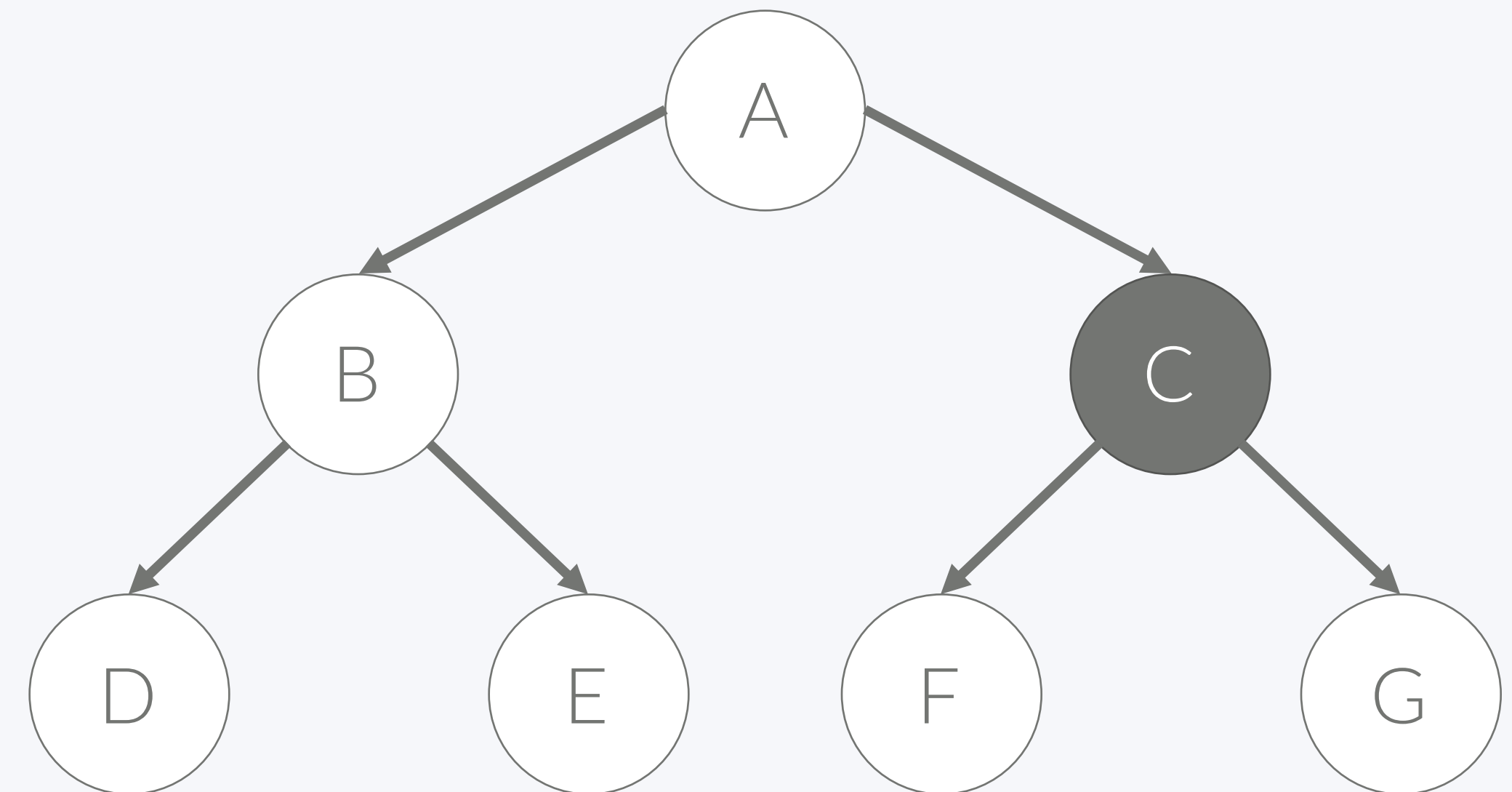




# 프리오더

Pre-order

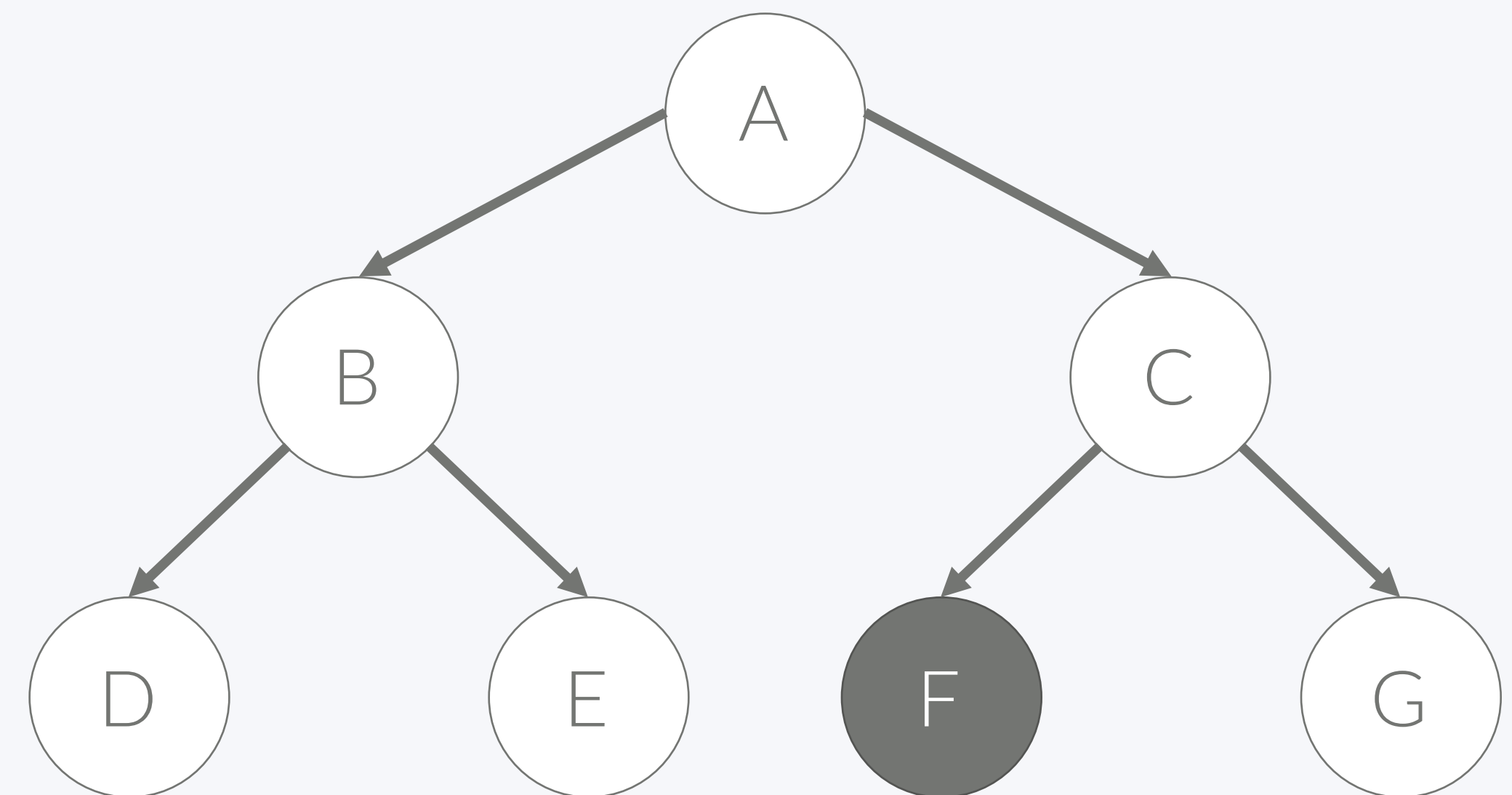
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - C
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

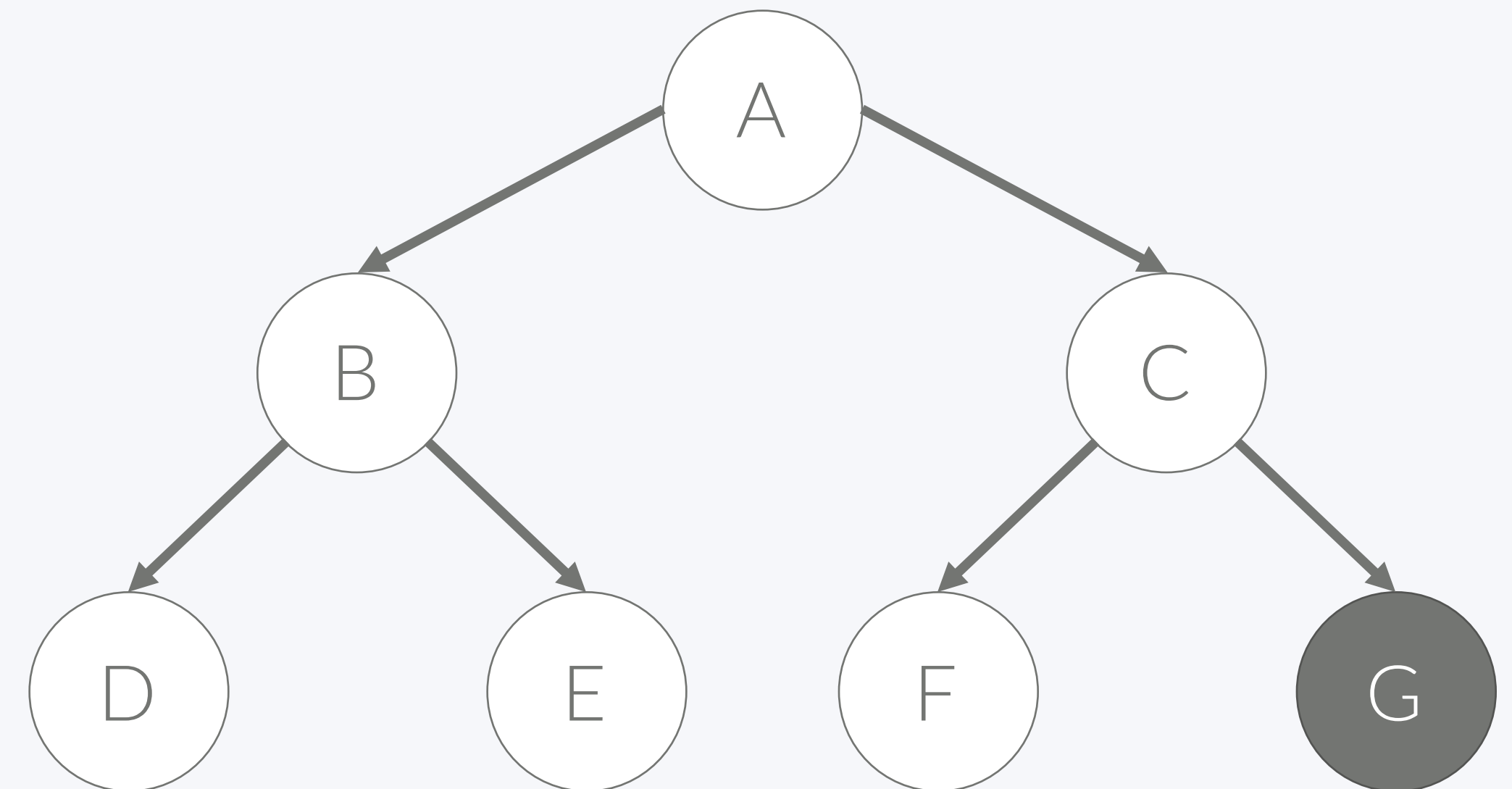
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - C
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - F
  - 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

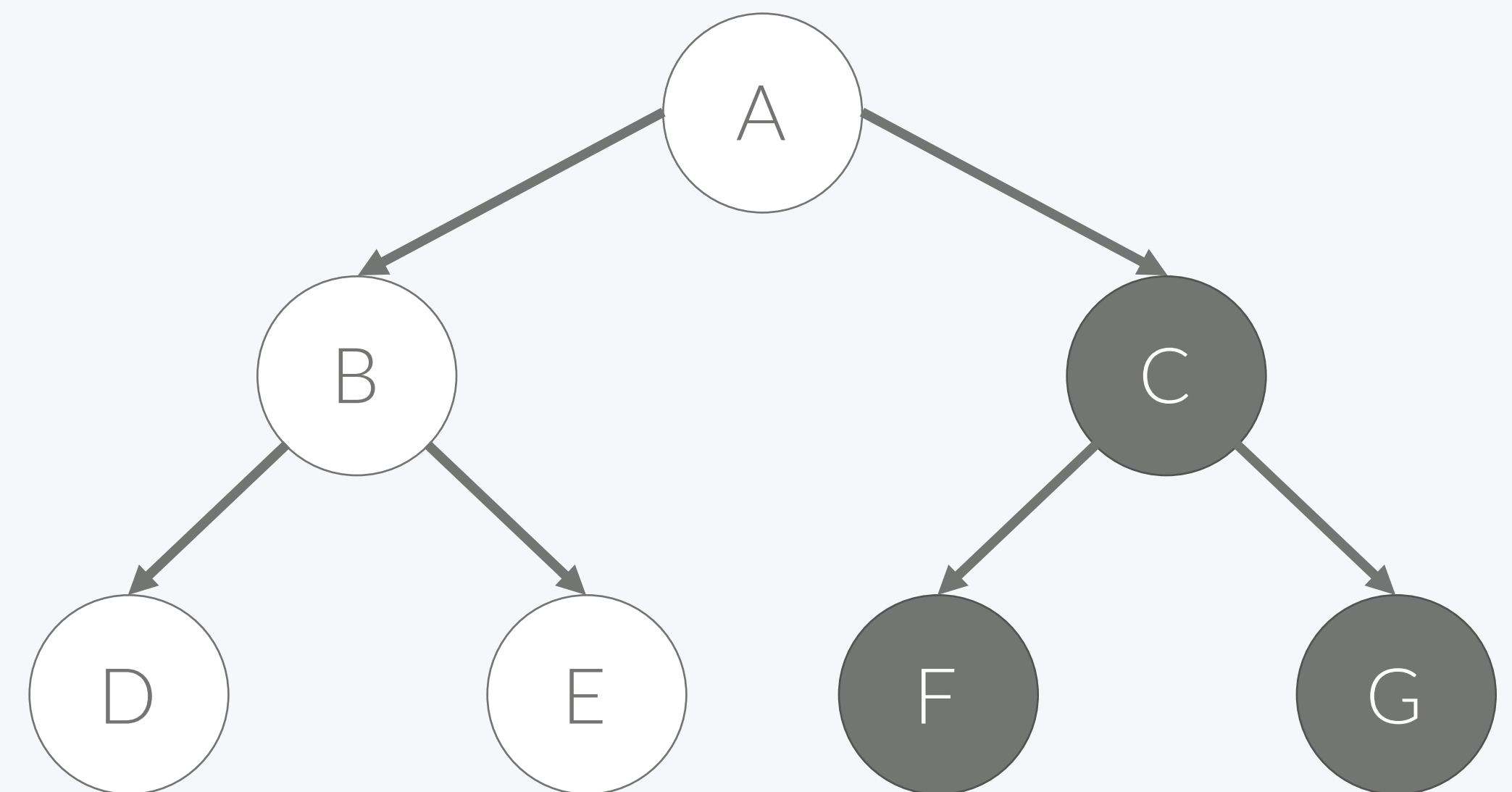
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - C
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - F
  - 오른쪽 자식 프리오더
    - G



# 프리오더

Pre-order

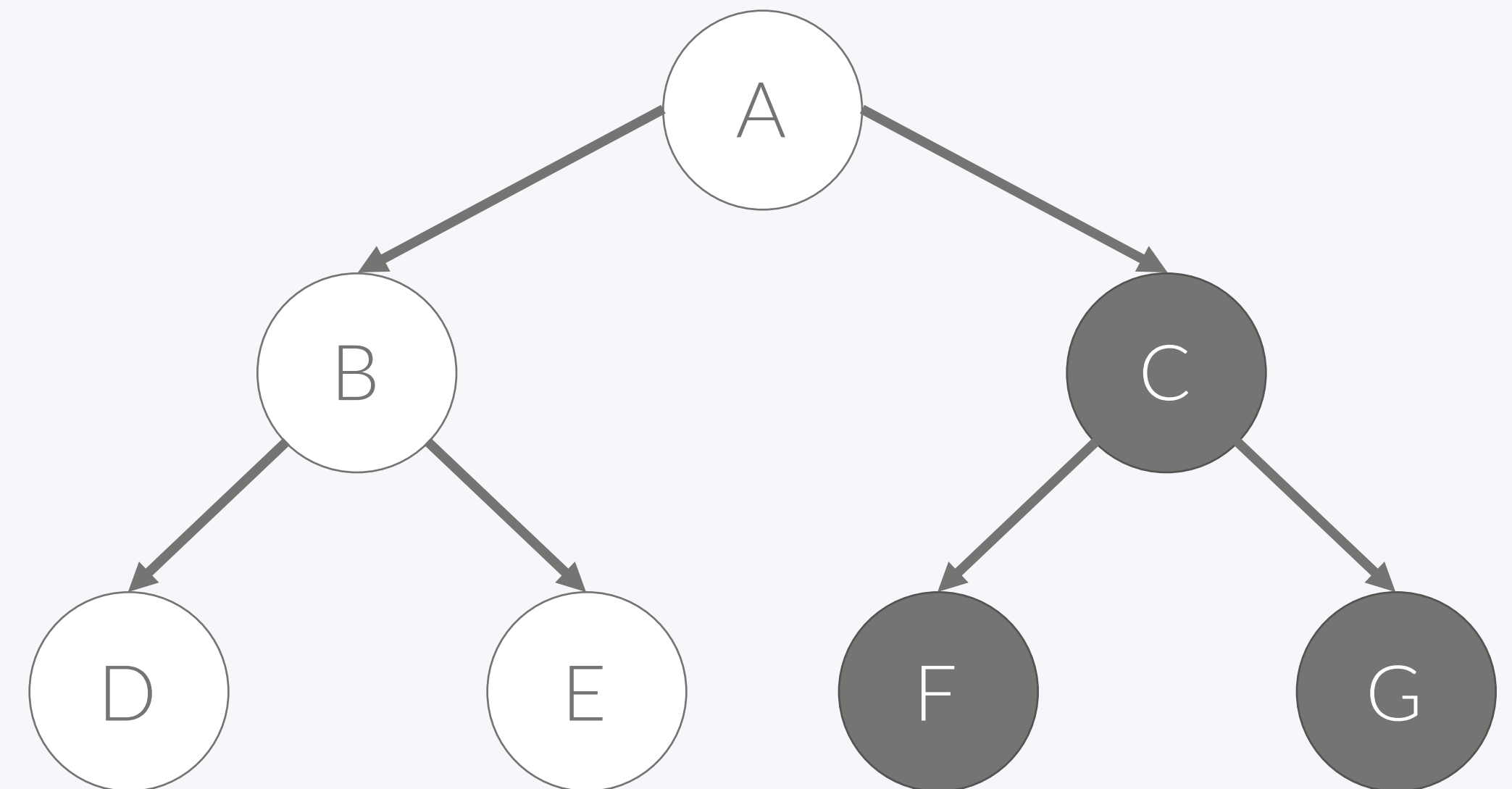
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDE
- 오른쪽 자식 프리오더
  - CFG



# 프리오더

Pre-order

- ABDECFG
- 그래프의 DFS이 순서와 같다

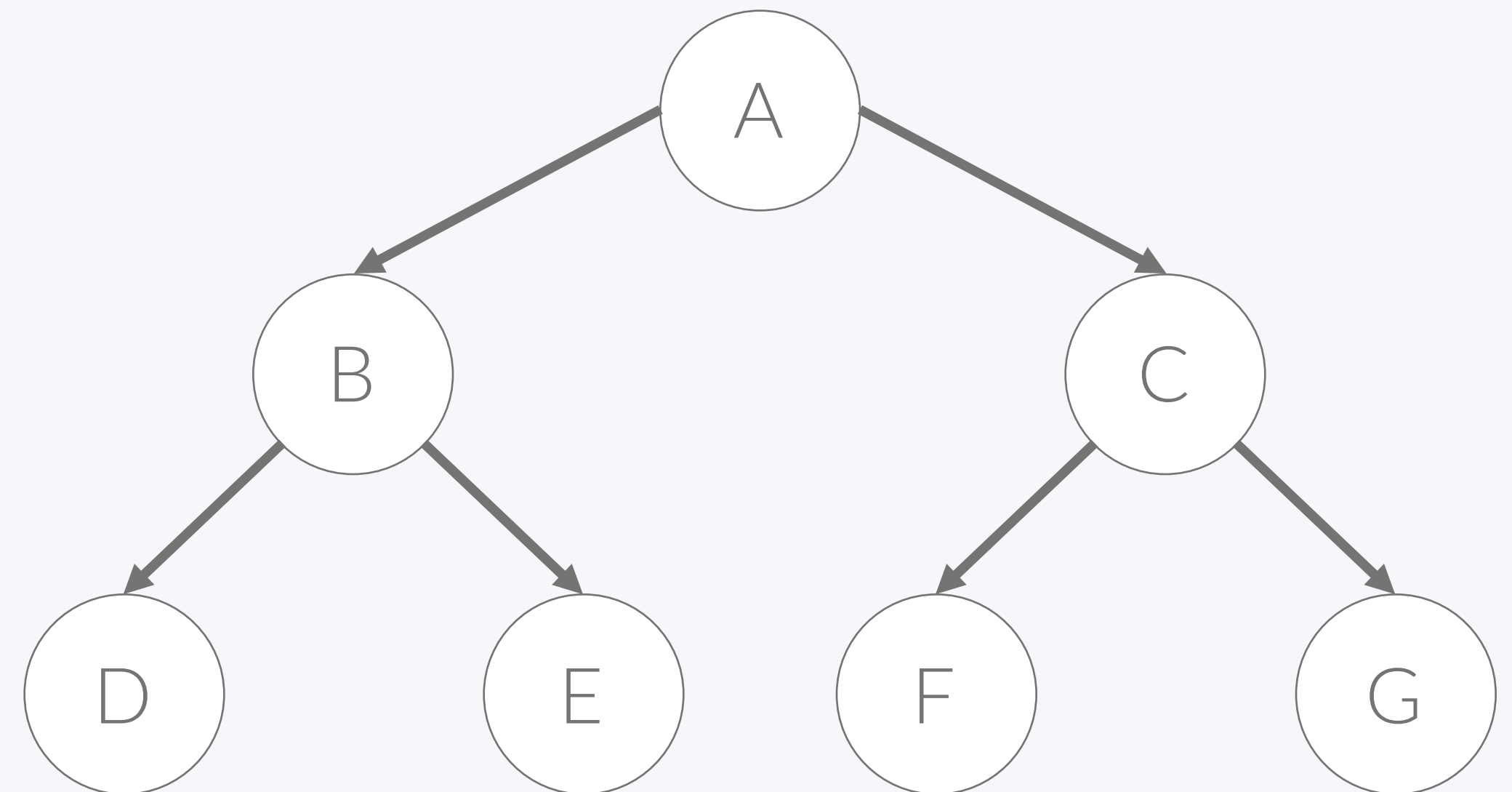


# 인오더

In-order

38

- 왼쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

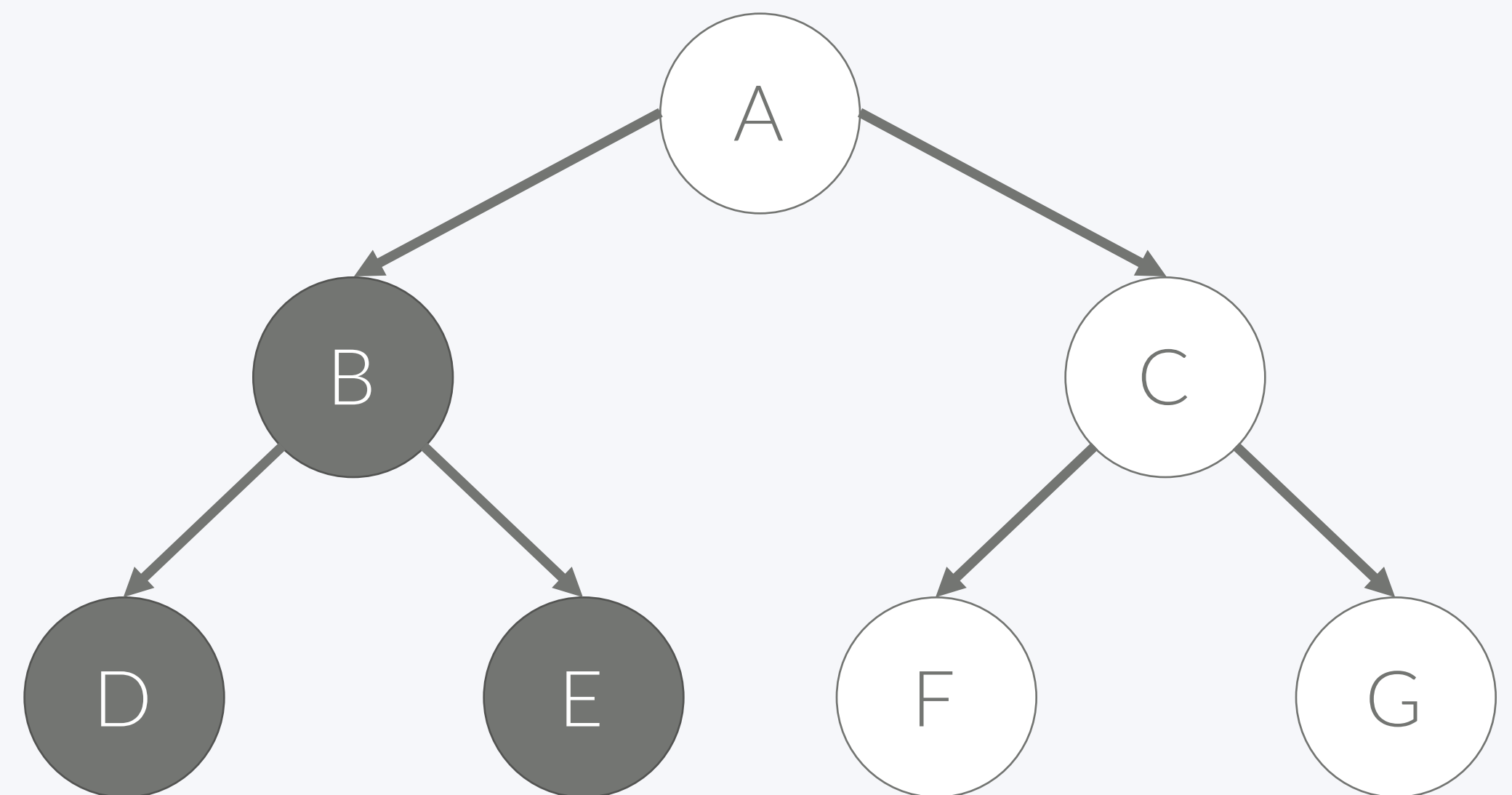


# 인오더

In-order

39

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

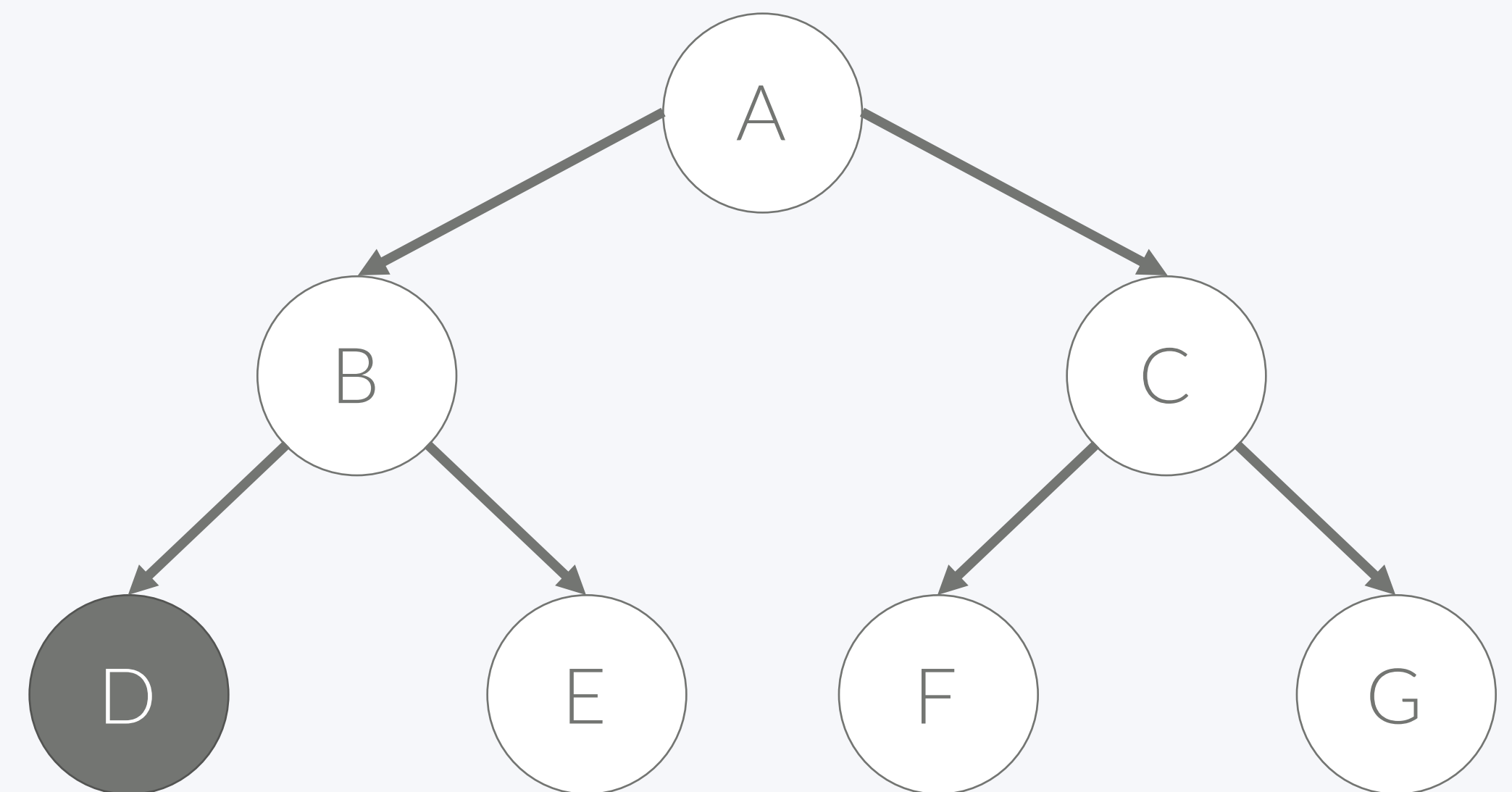


# 인오더

In-order

40

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



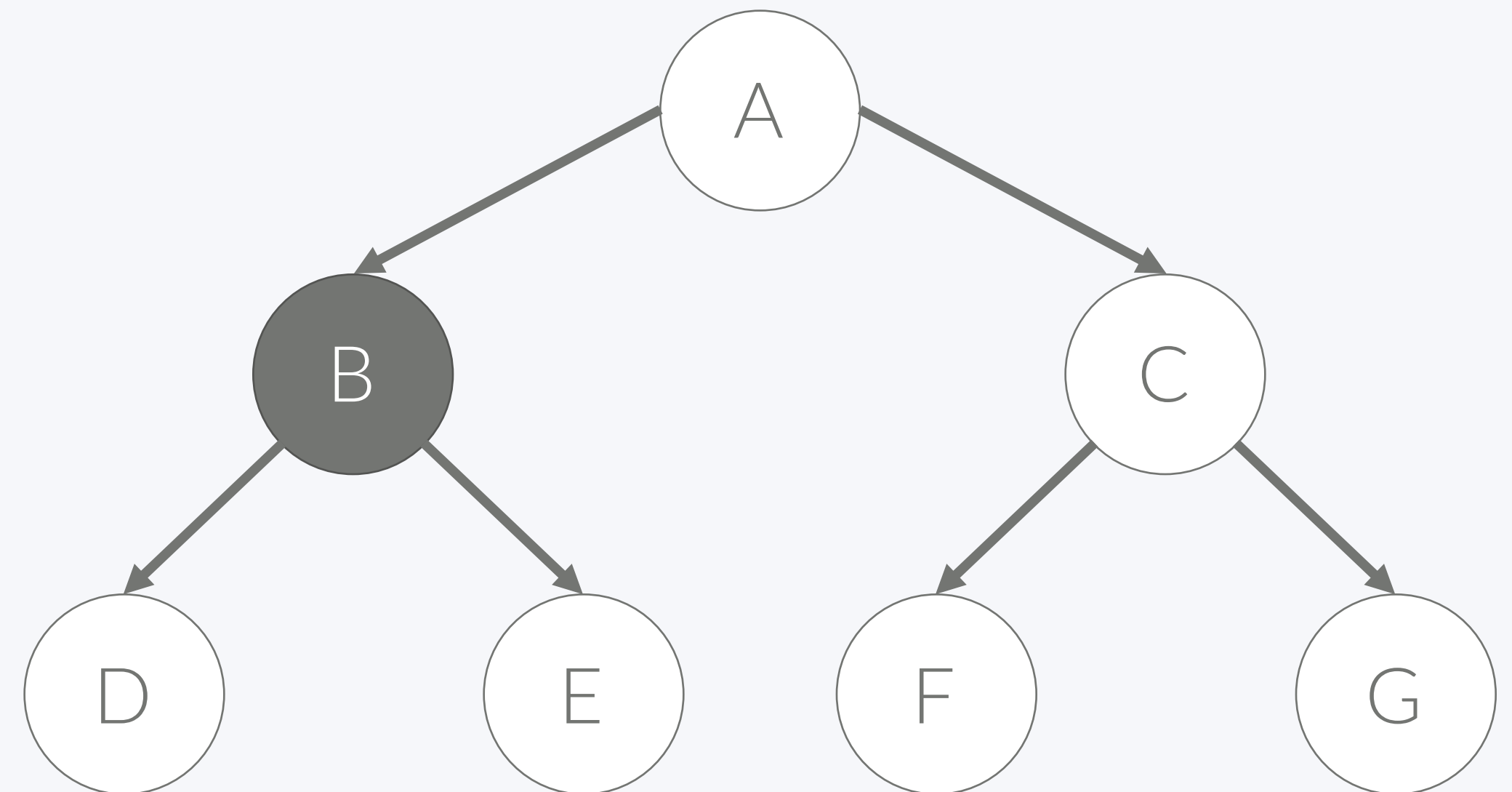


# 인오더

In-order

41

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
- 노드 방문
  - B
- 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

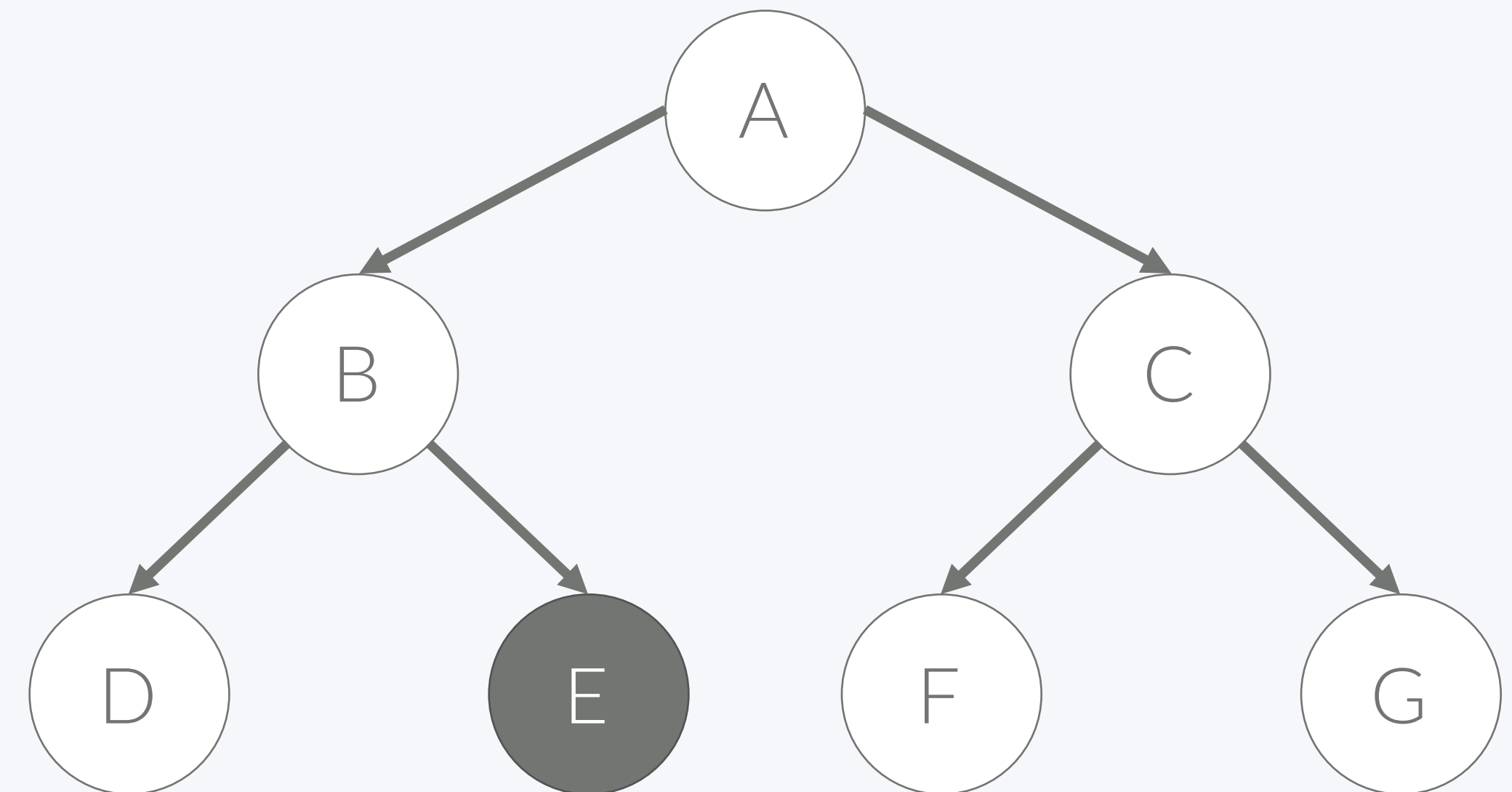


# 인오더

In-order

42

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
- 노드 방문
  - B
- 오른쪽 자식 인오더
  - E
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

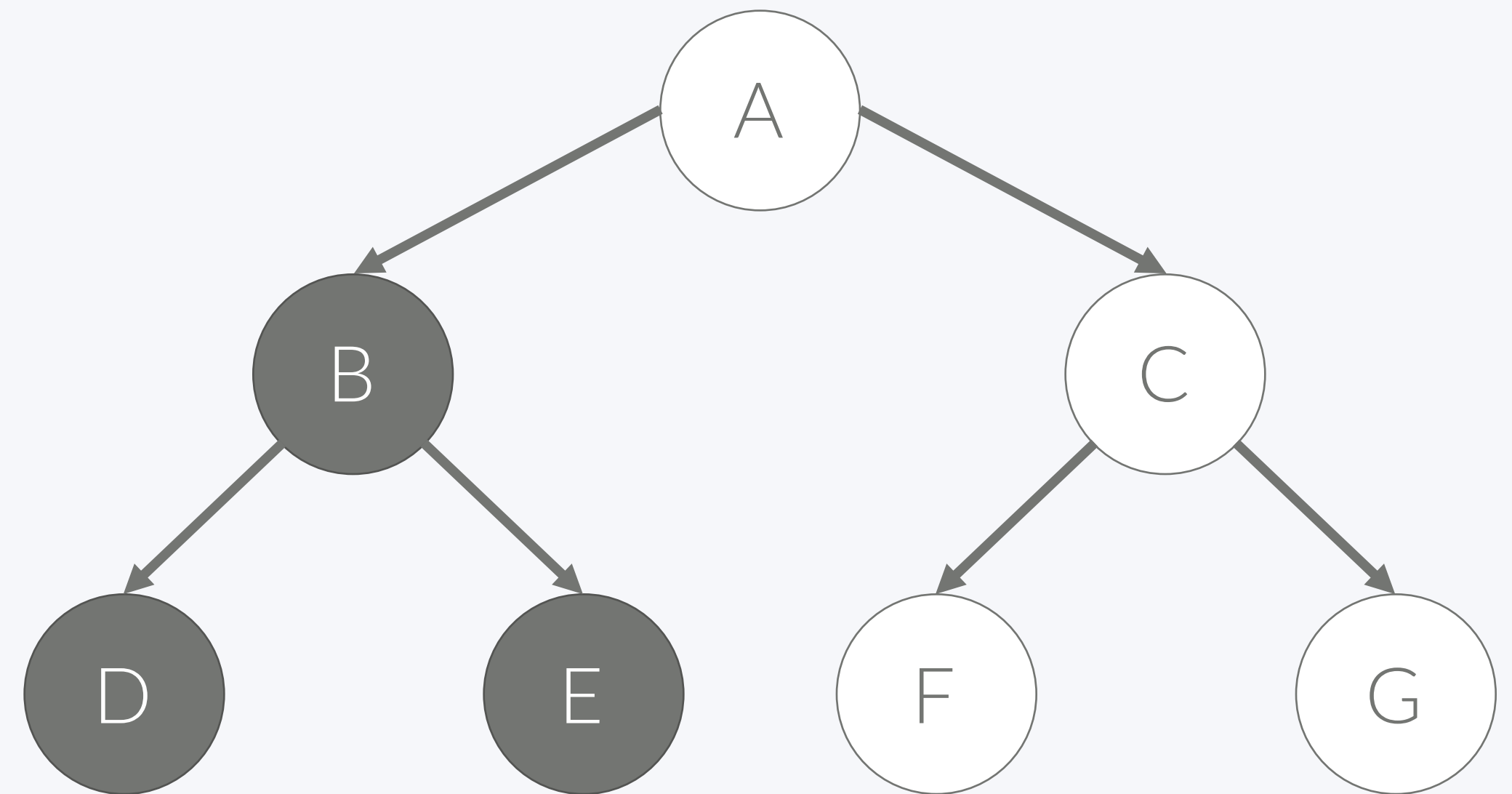


# 인오더

In-order

43

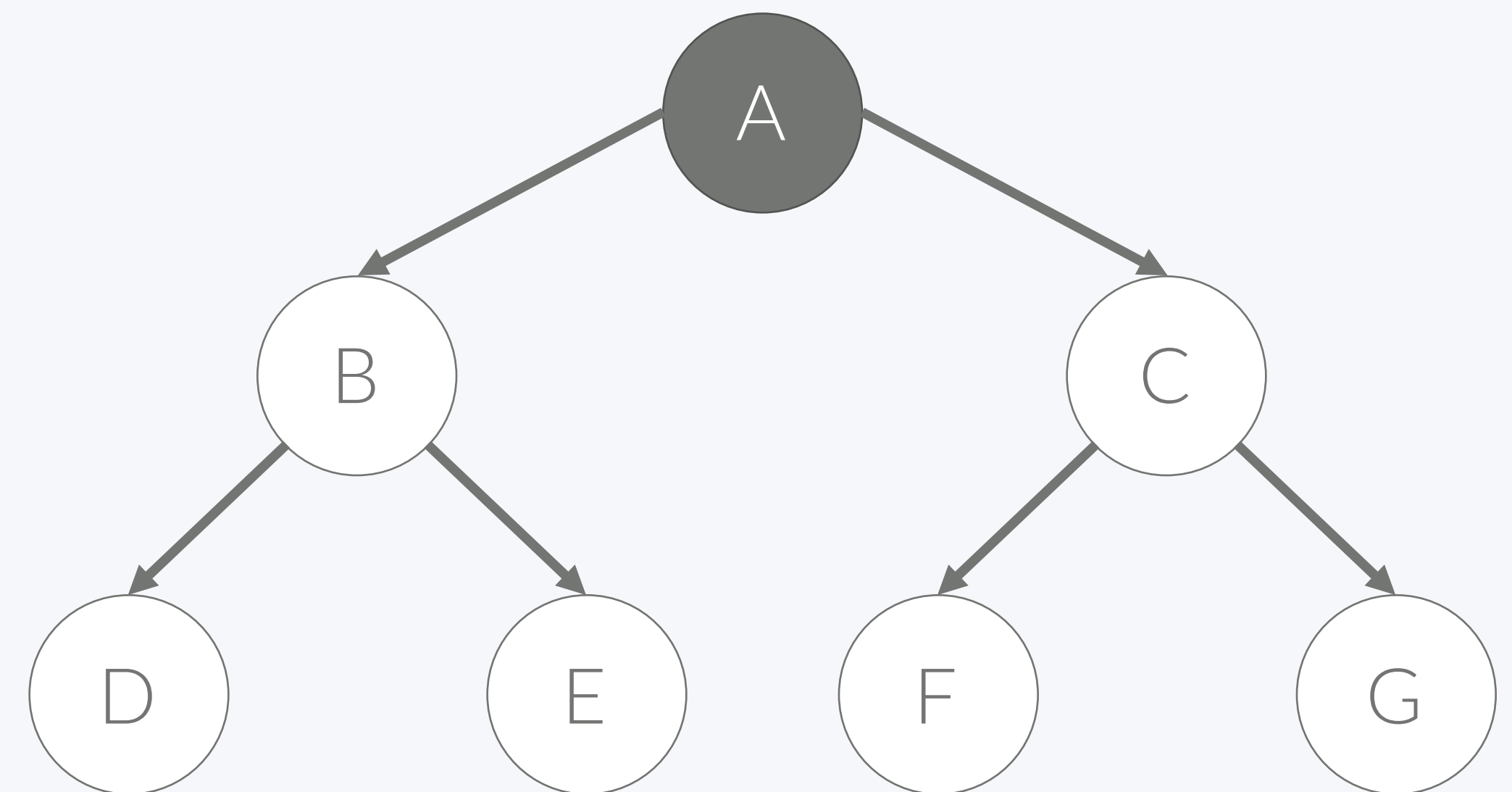
- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



# 인오더

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- **노드 방문**
  - A
- 오른쪽 자식 인오더

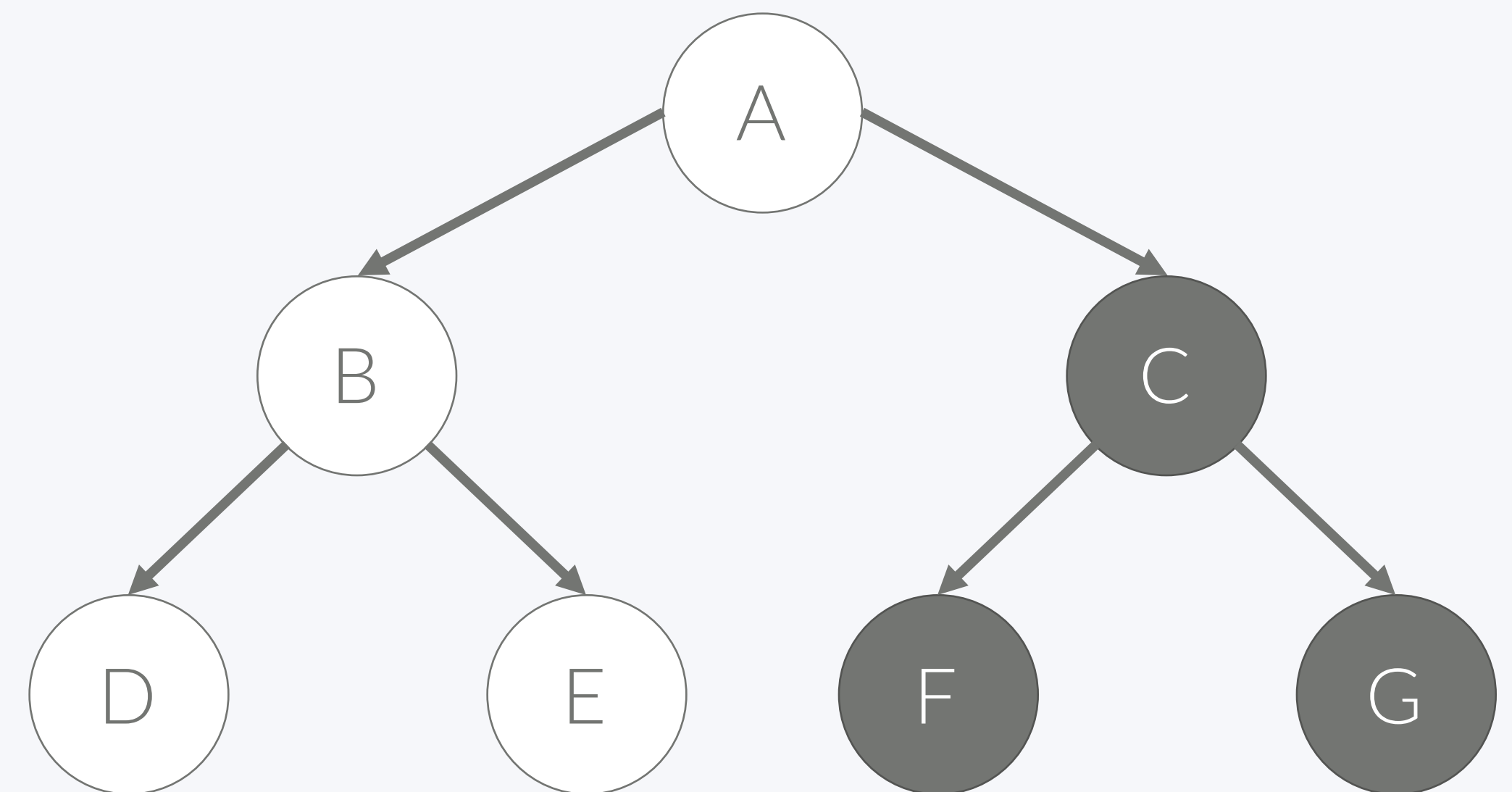


# 인오더

In-order

45

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더

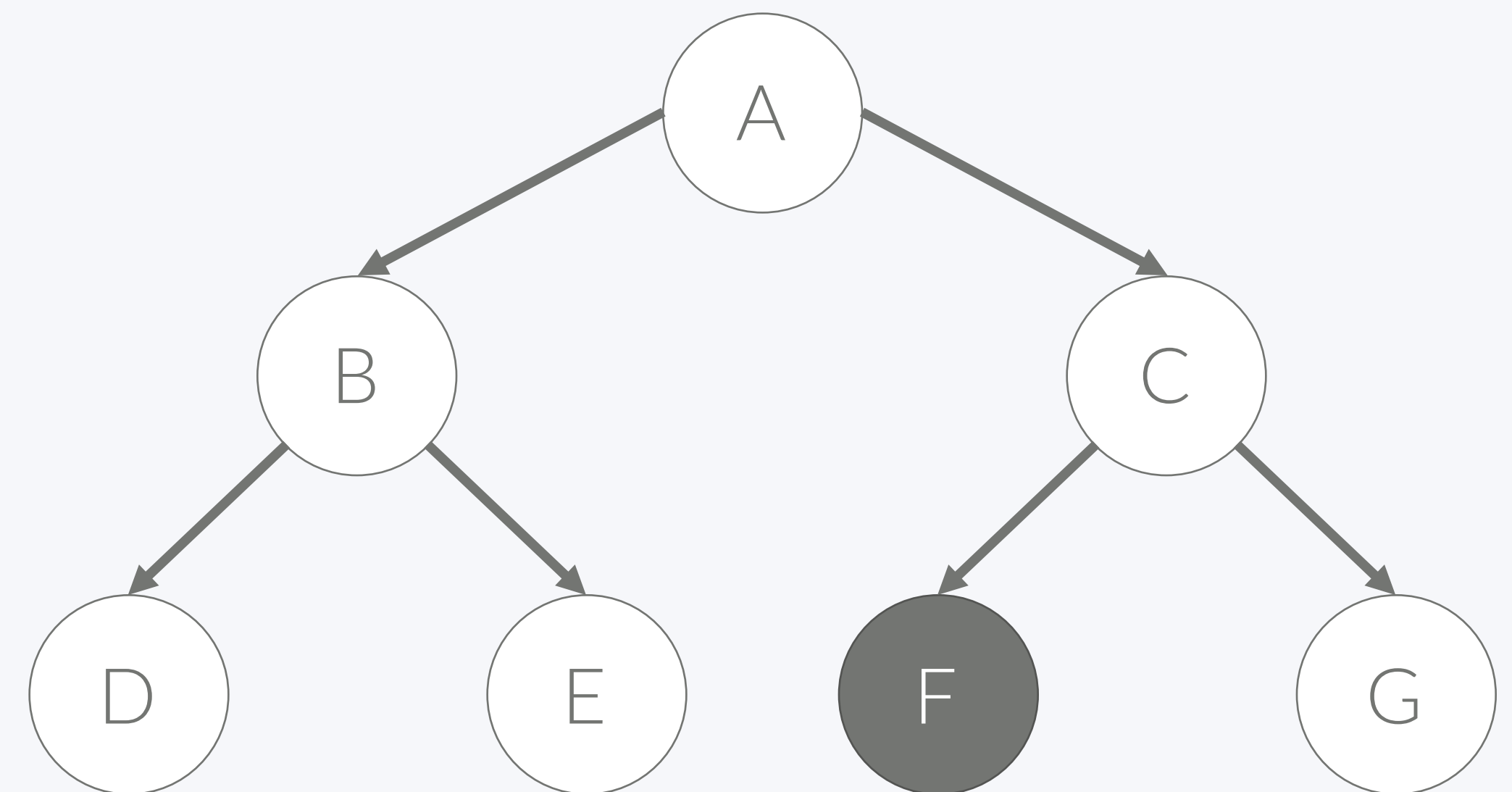


# 인오더

In-order

46

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - F
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더

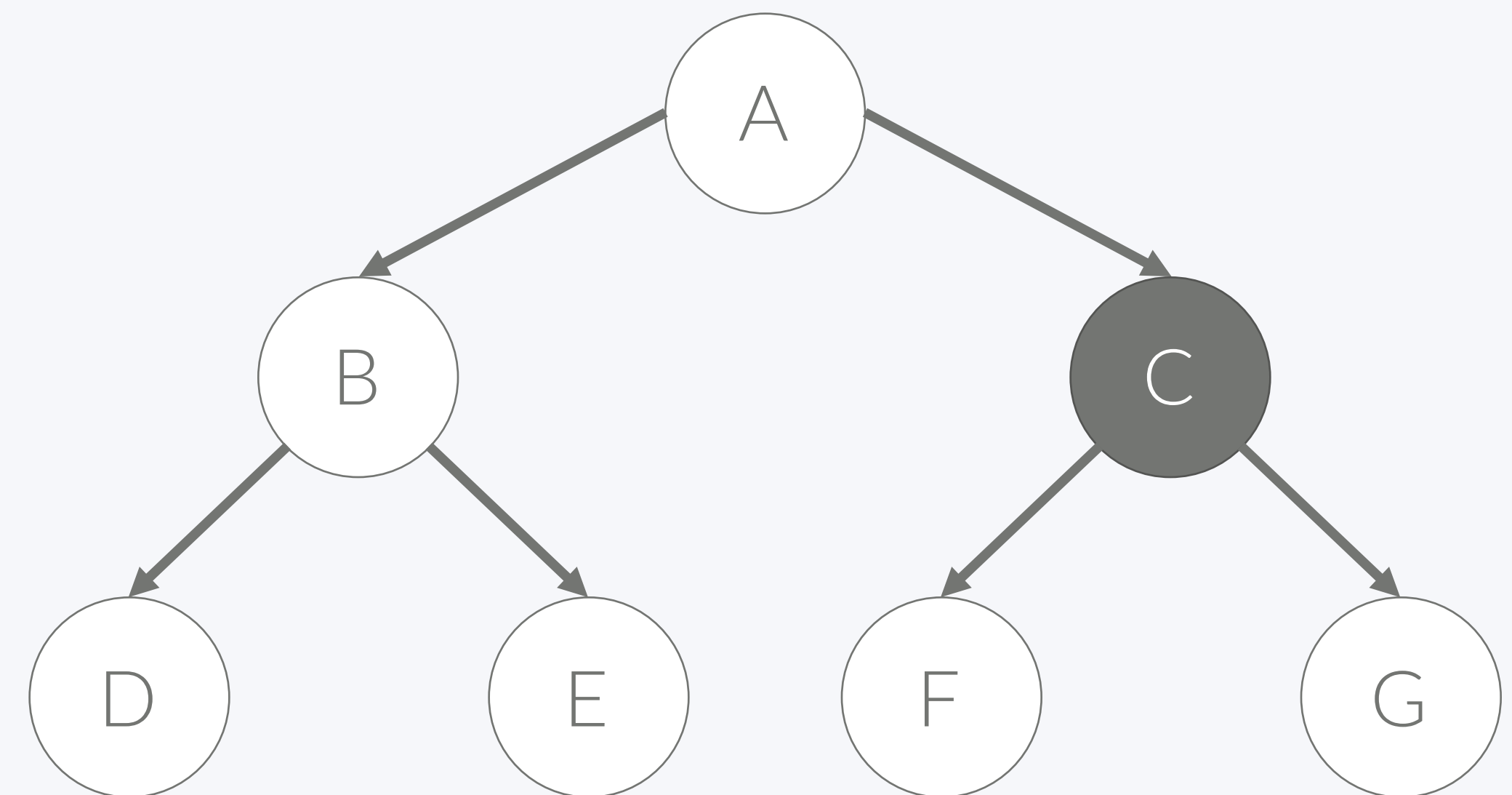


# 인오더

47

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - F
  - 노드 방문
    - C
  - 오른쪽 자식 인오더

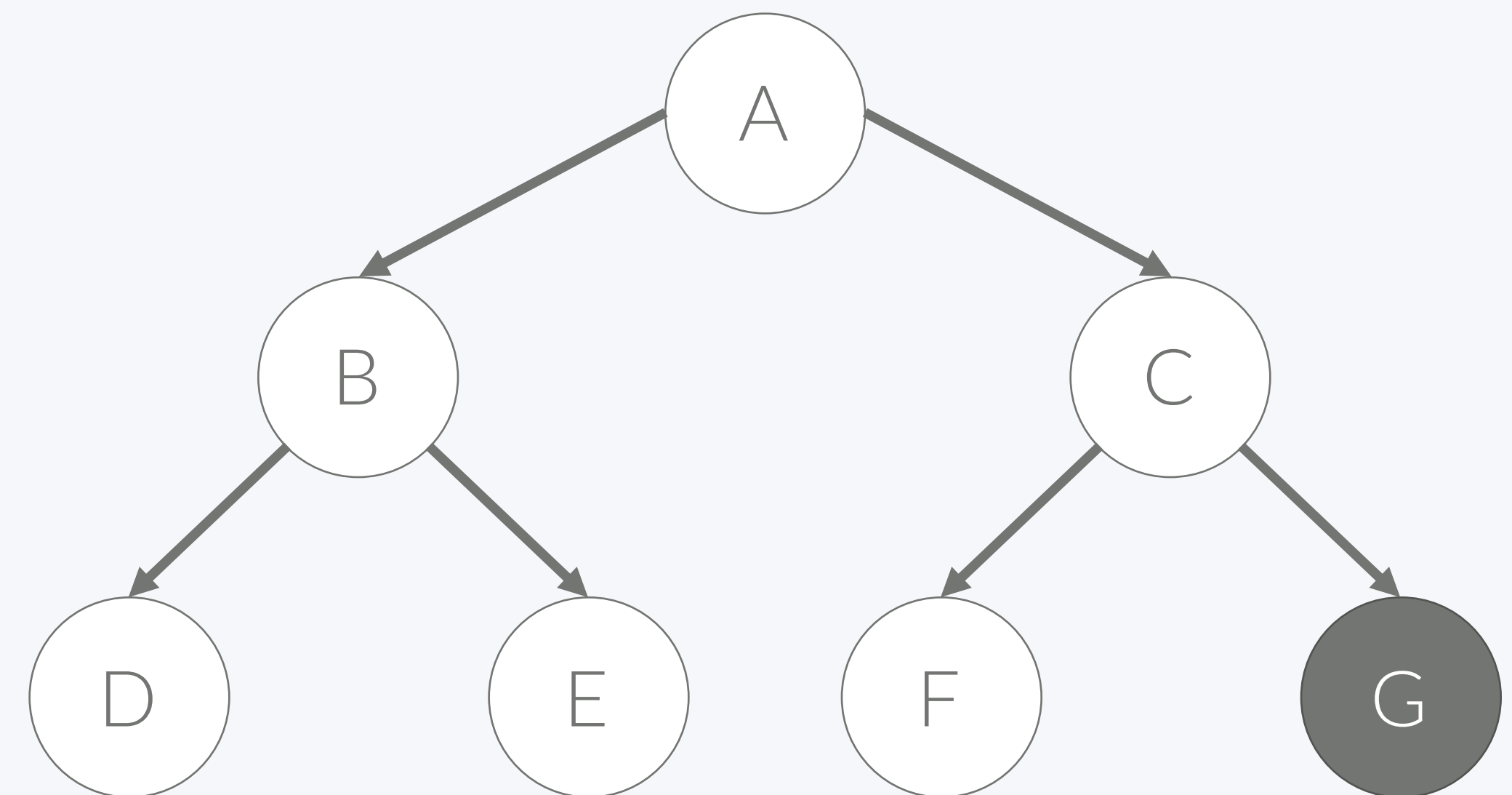


# 인오더

48

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - F
  - 노드 방문
    - C
  - 오른쪽 자식 인오더
    - G



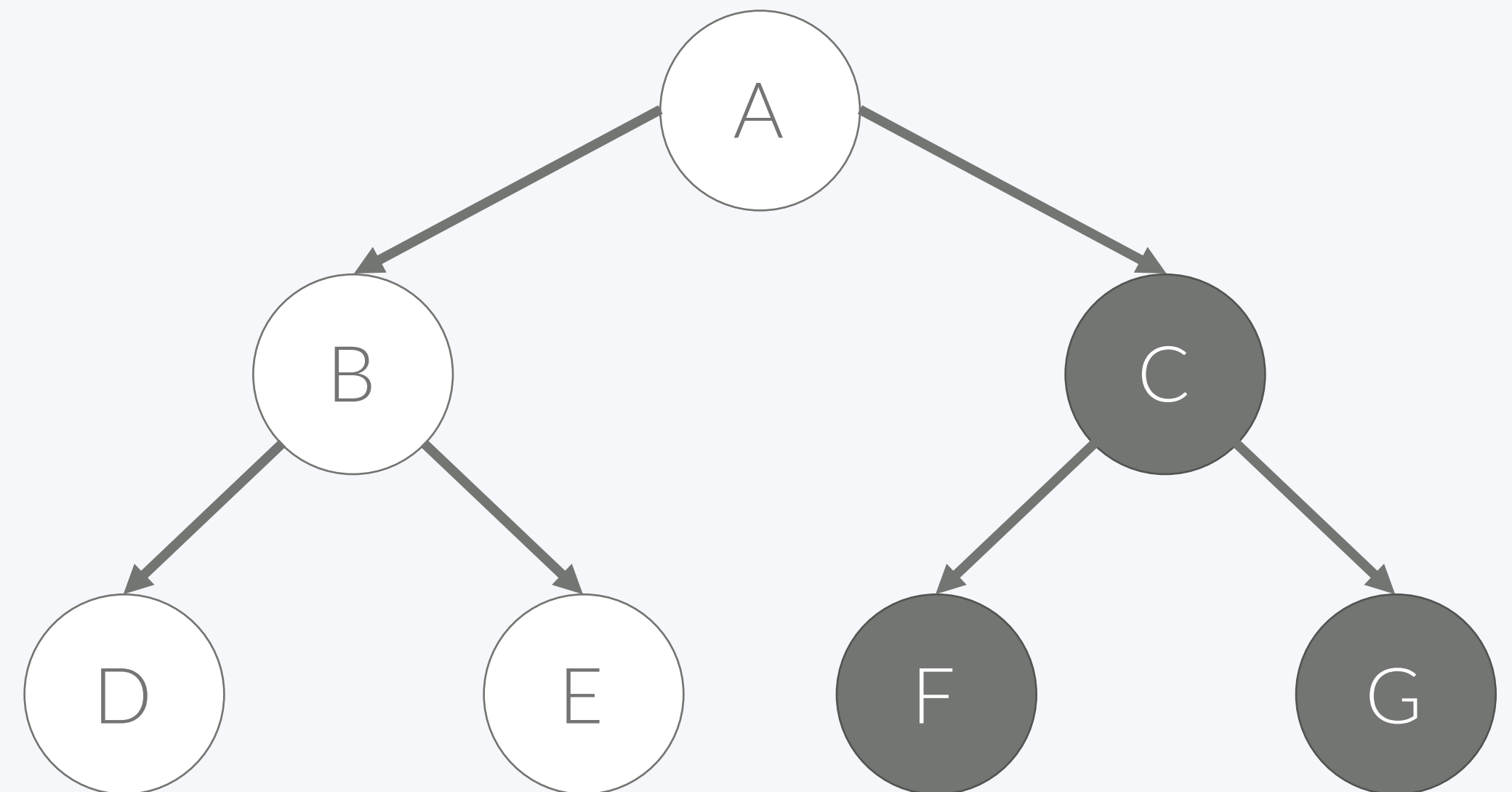


# 인오더

In-order

49

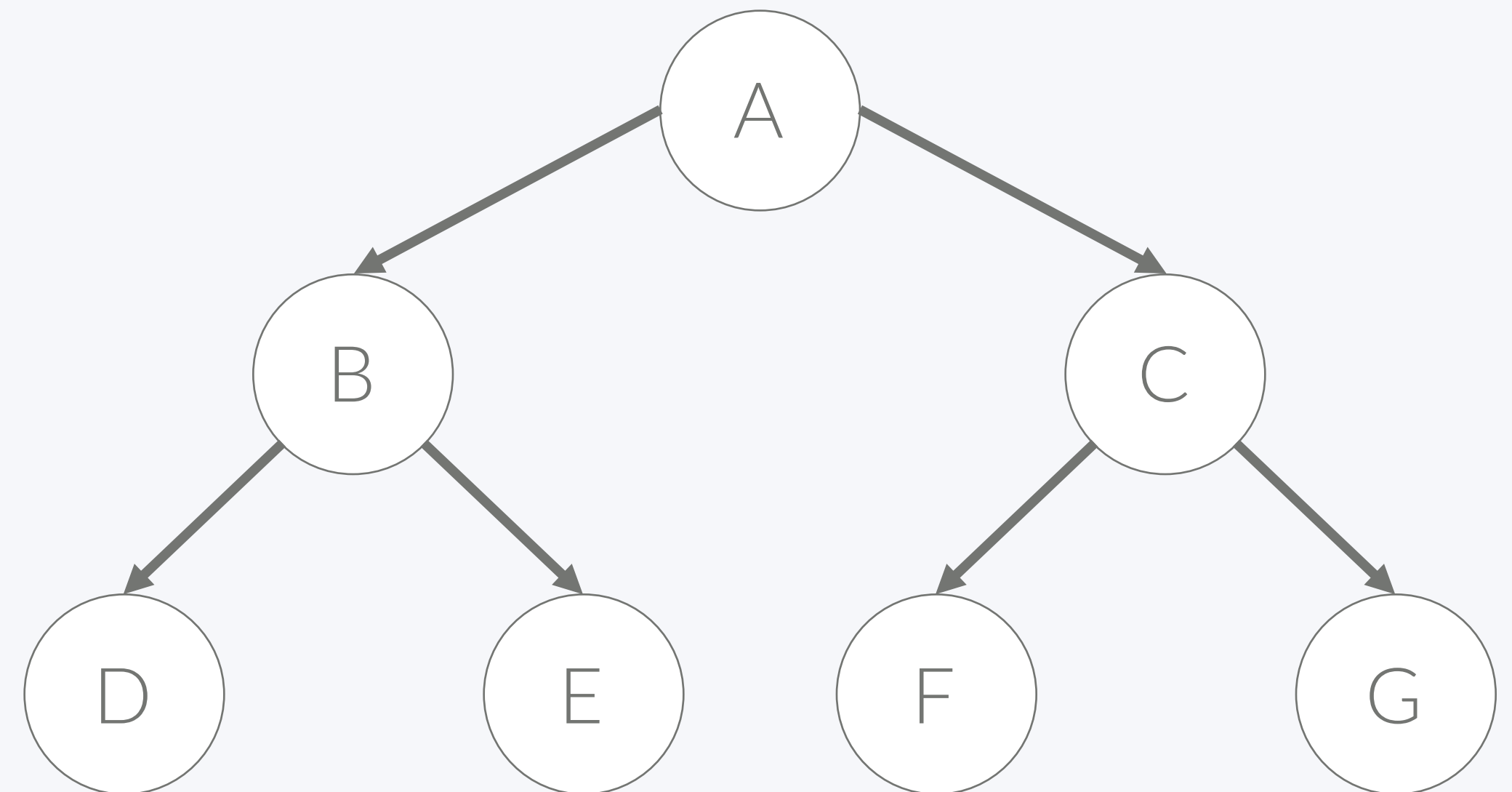
- 왼쪽 자식 인오더
  - DBE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - FCG



# 인오더

In-order

- DBEAFCG

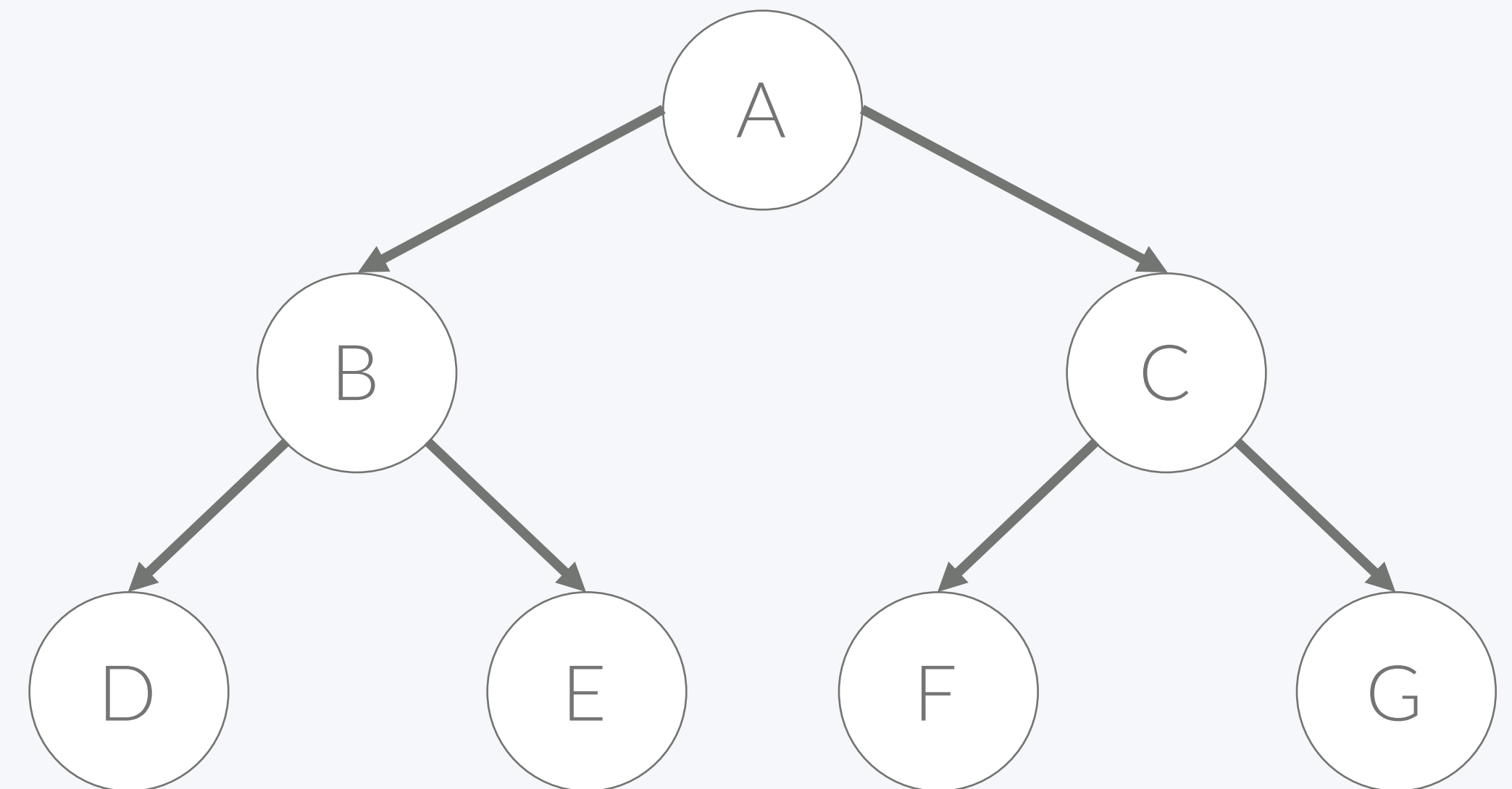


# 포스트오더

51

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

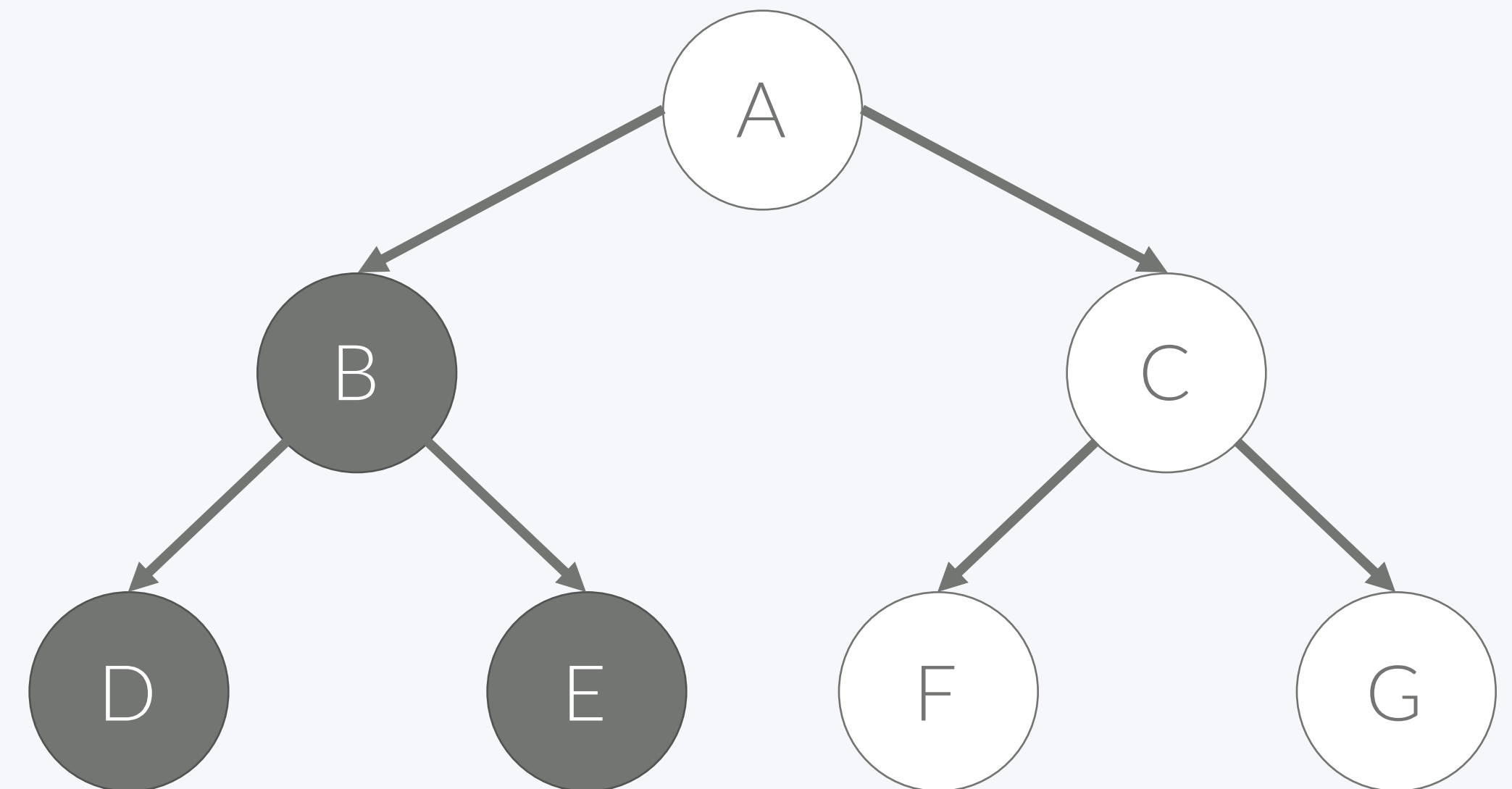


# 포스트오더

52

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

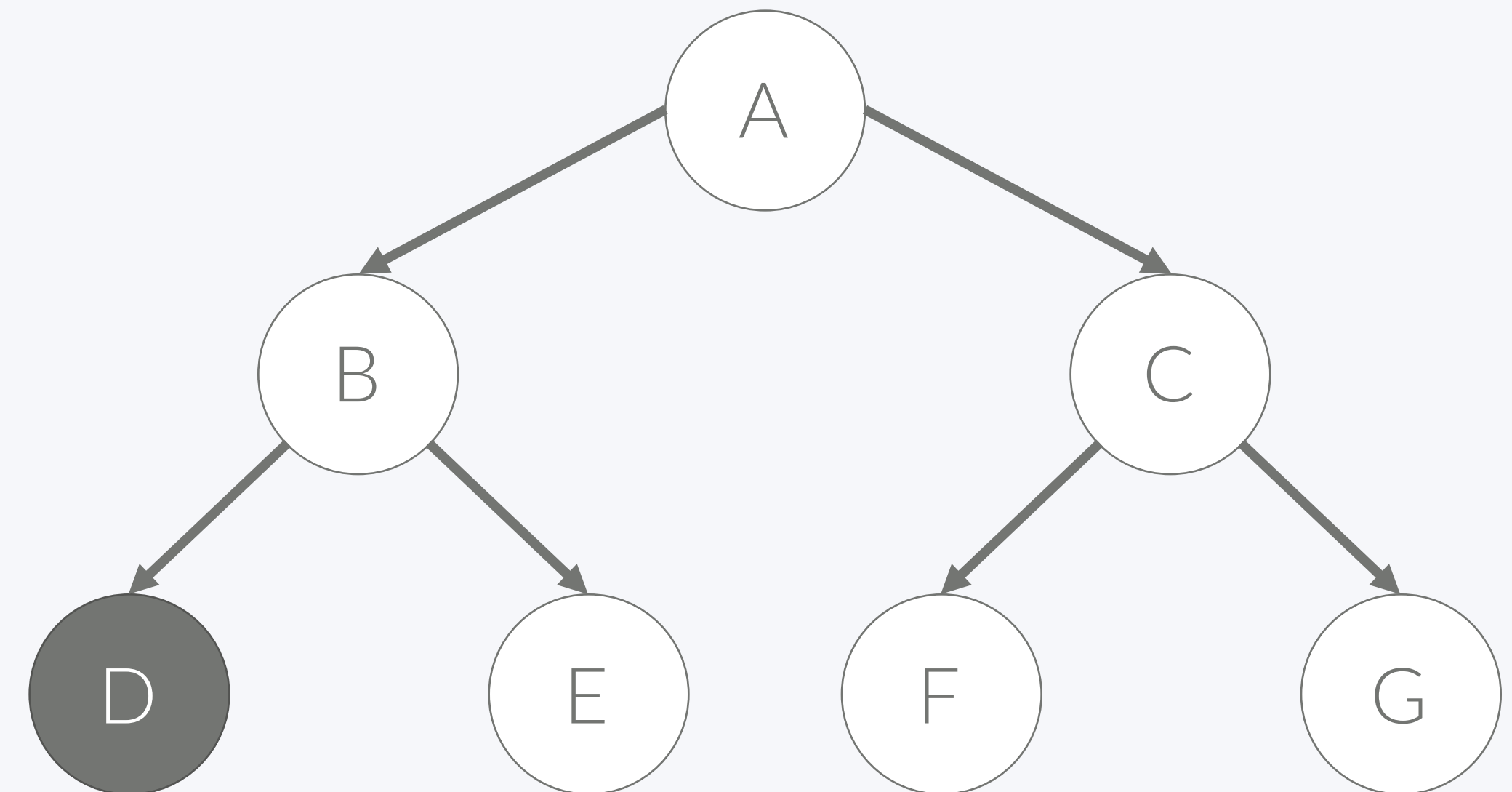


# 포스트오더

53

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

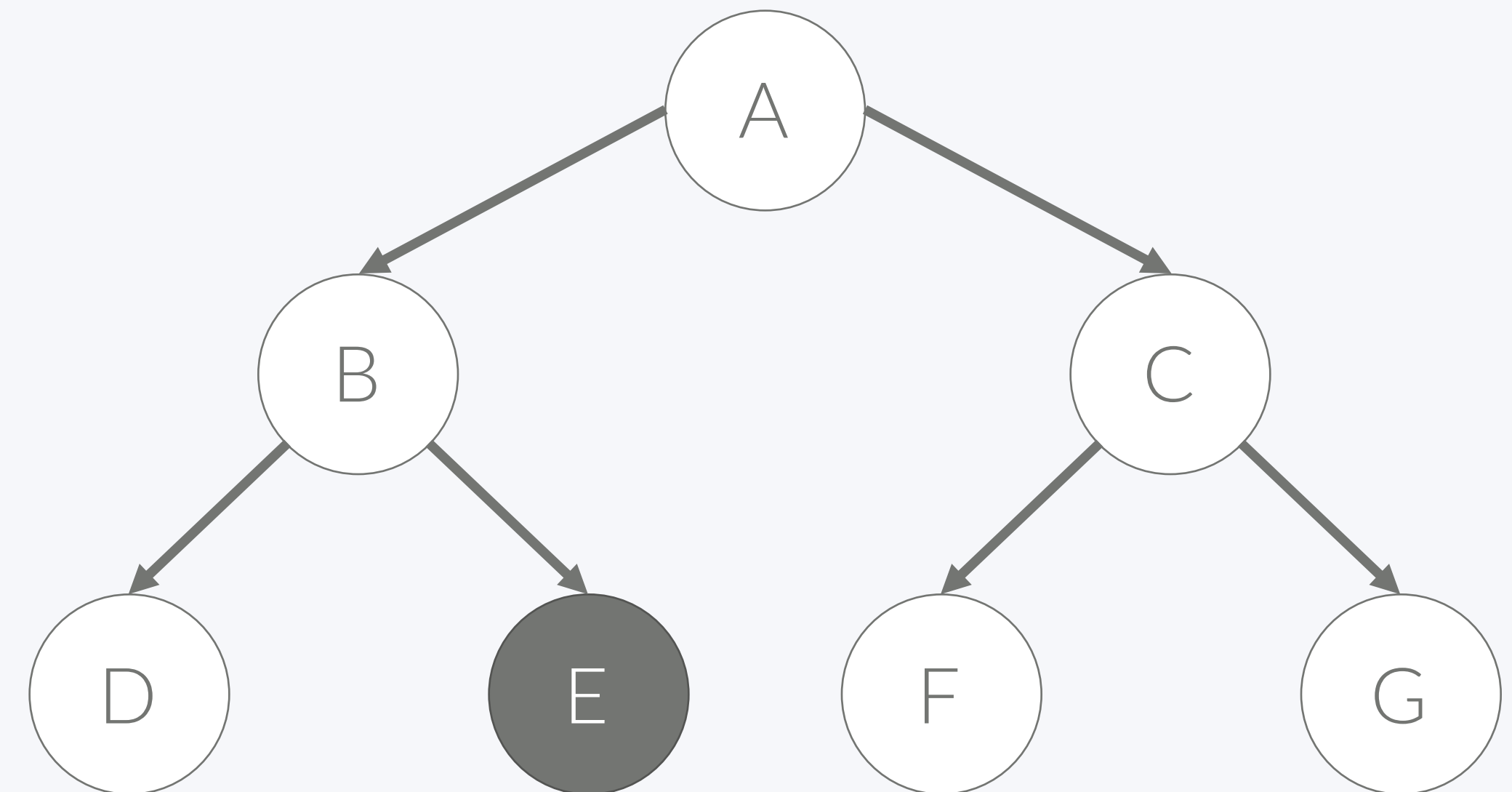


# 포스트오더

54

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - E
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

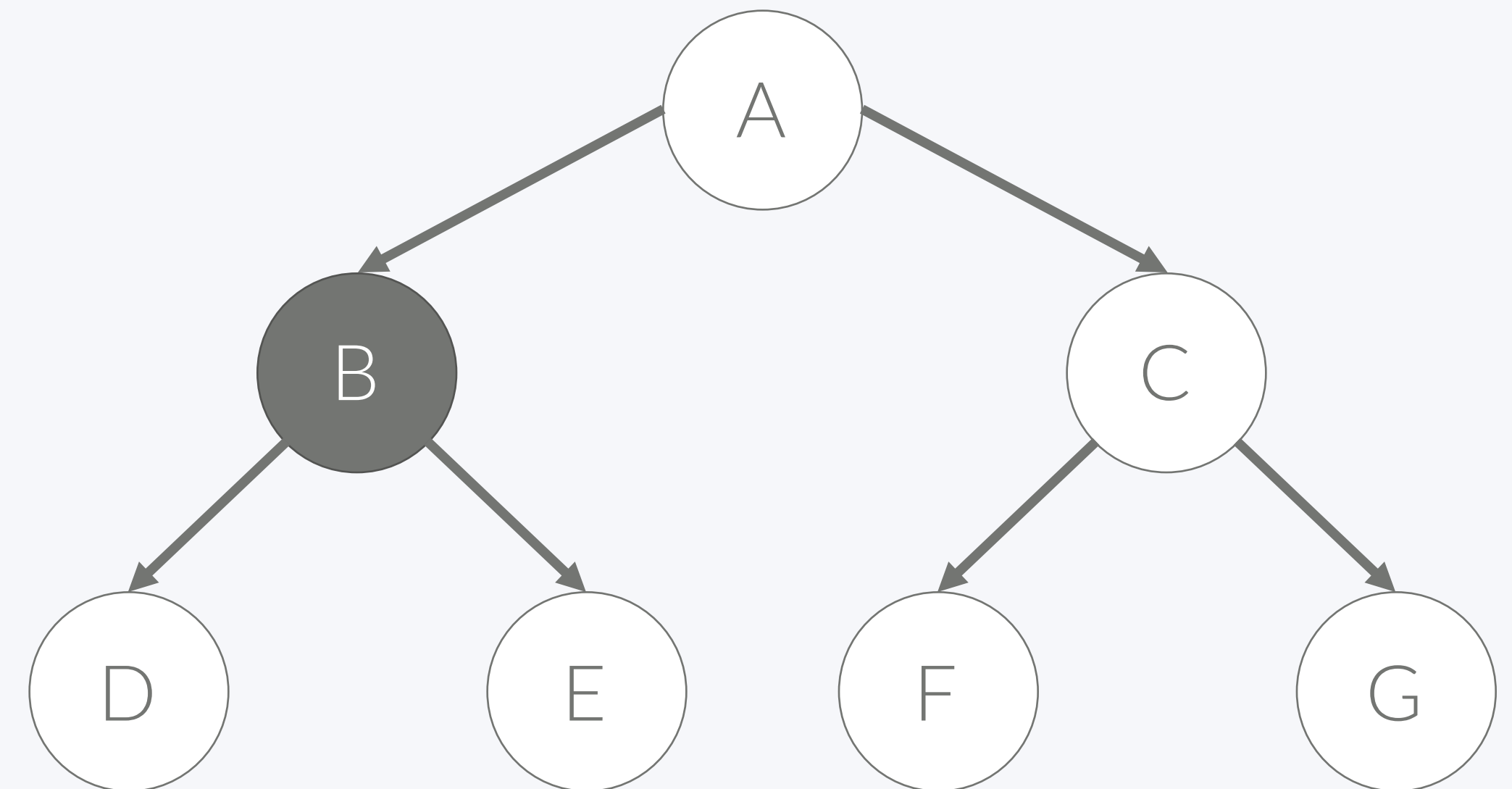


# 포스트오더

55

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - E
  - 노드 방문
    - B
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

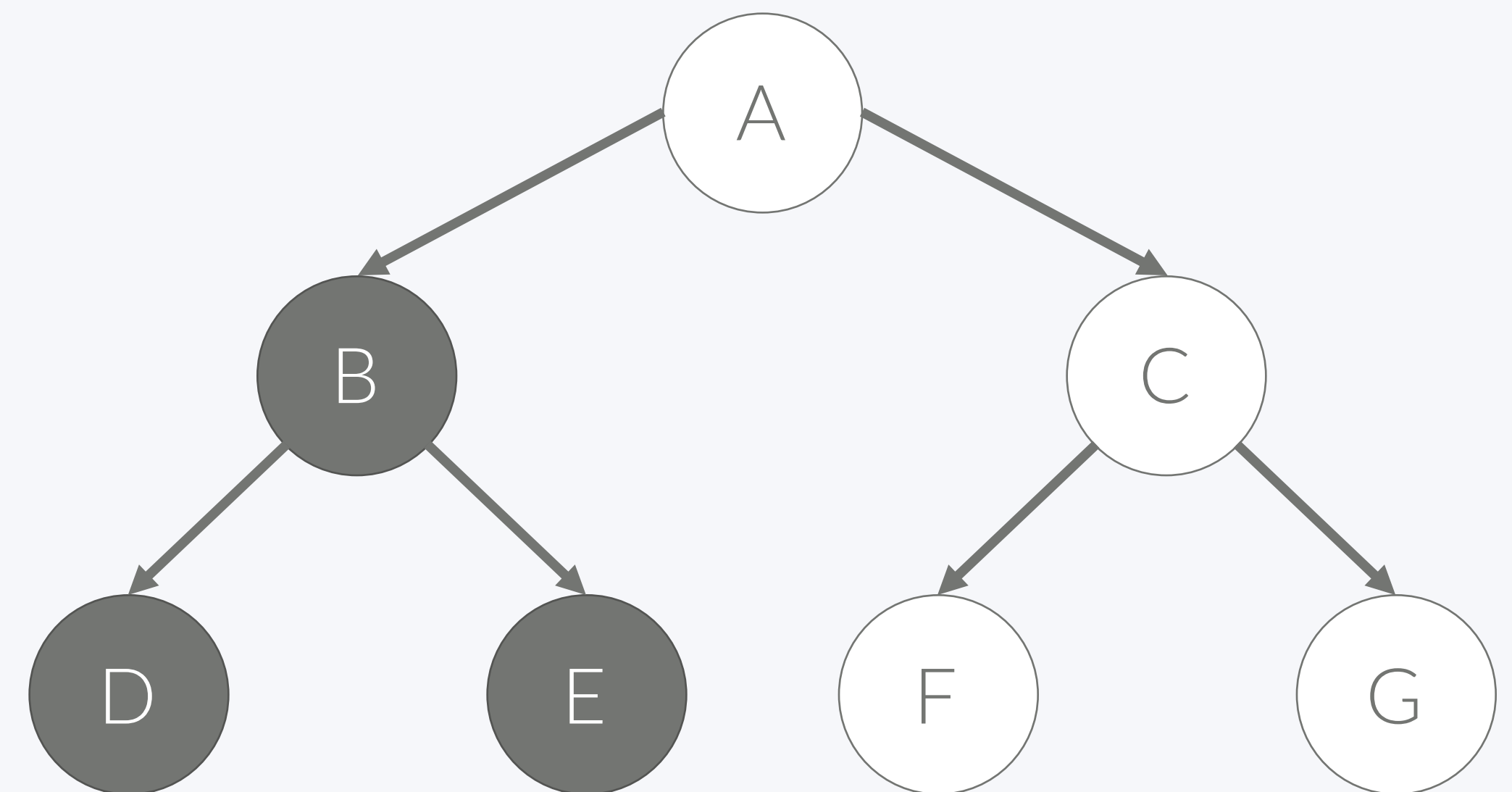


# 포스트오더

56

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문



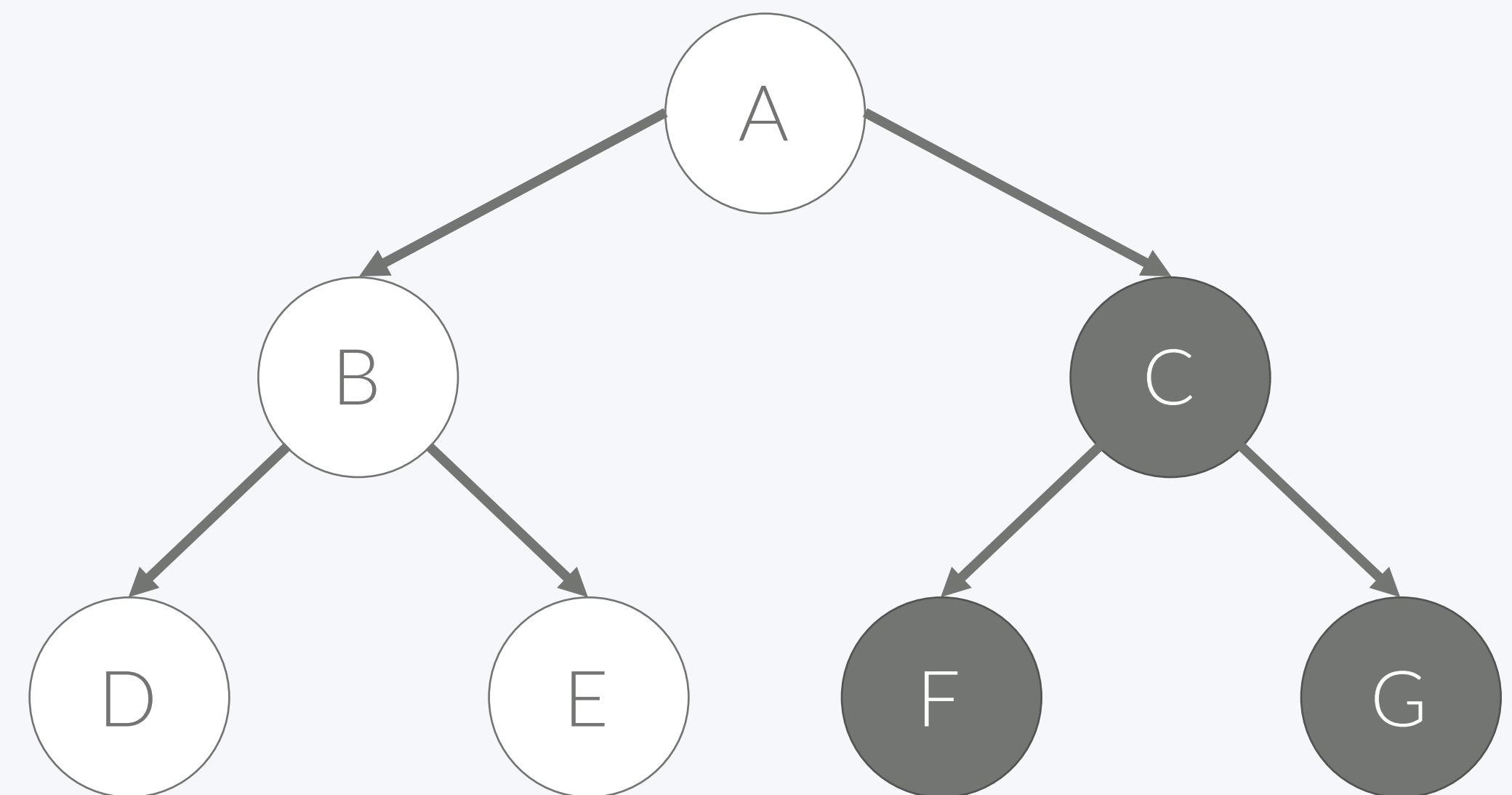


# 포스트오더

57

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 노드 방문

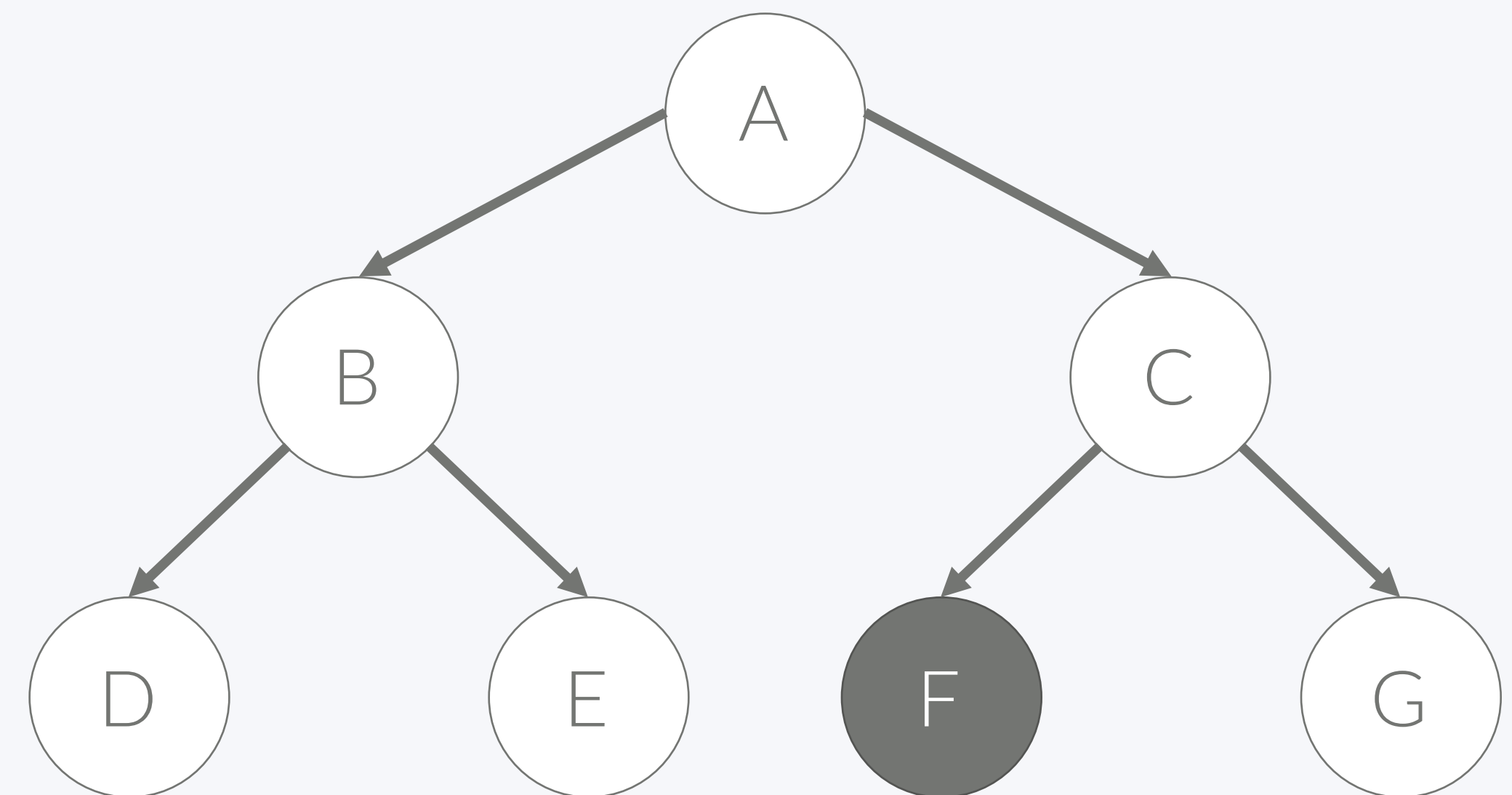


# 포스트오더

58

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - F
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 노드 방문

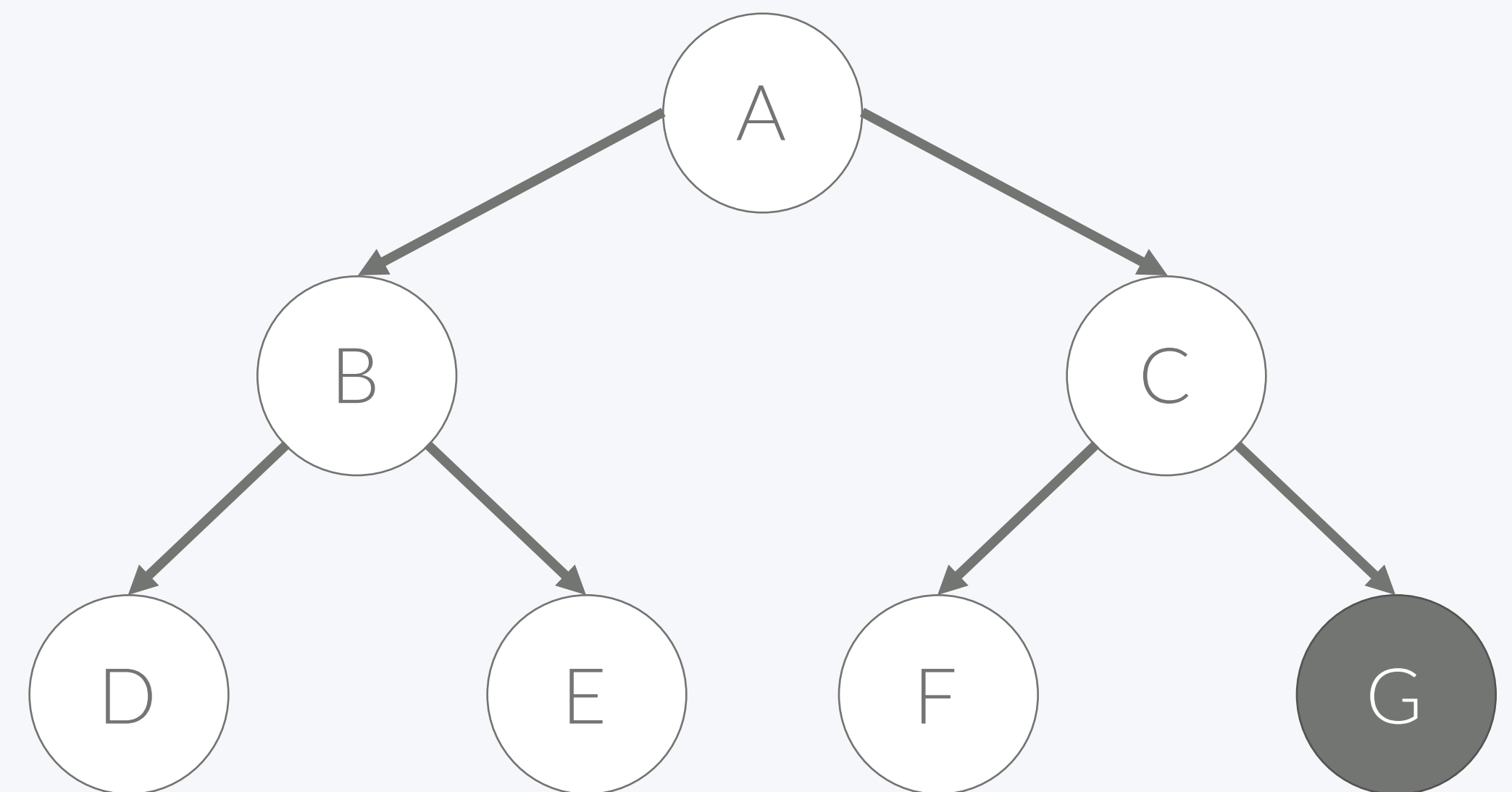


# 포스트오더

59

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - F
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - G
  - 노드 방문
- 노드 방문

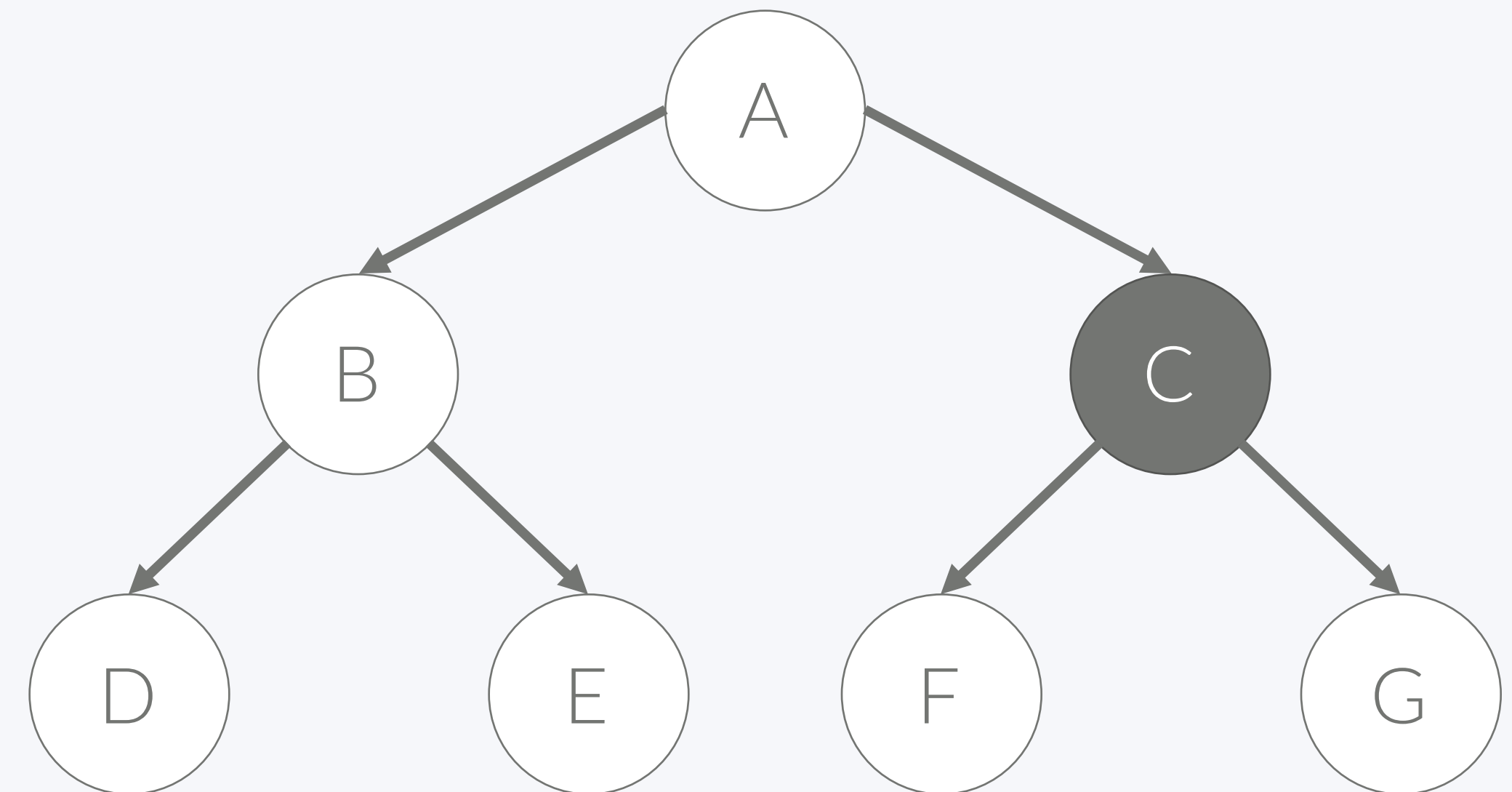


# 포스트오더

60

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - F
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - G
  - 노드 방문
    - C
- 노드 방문

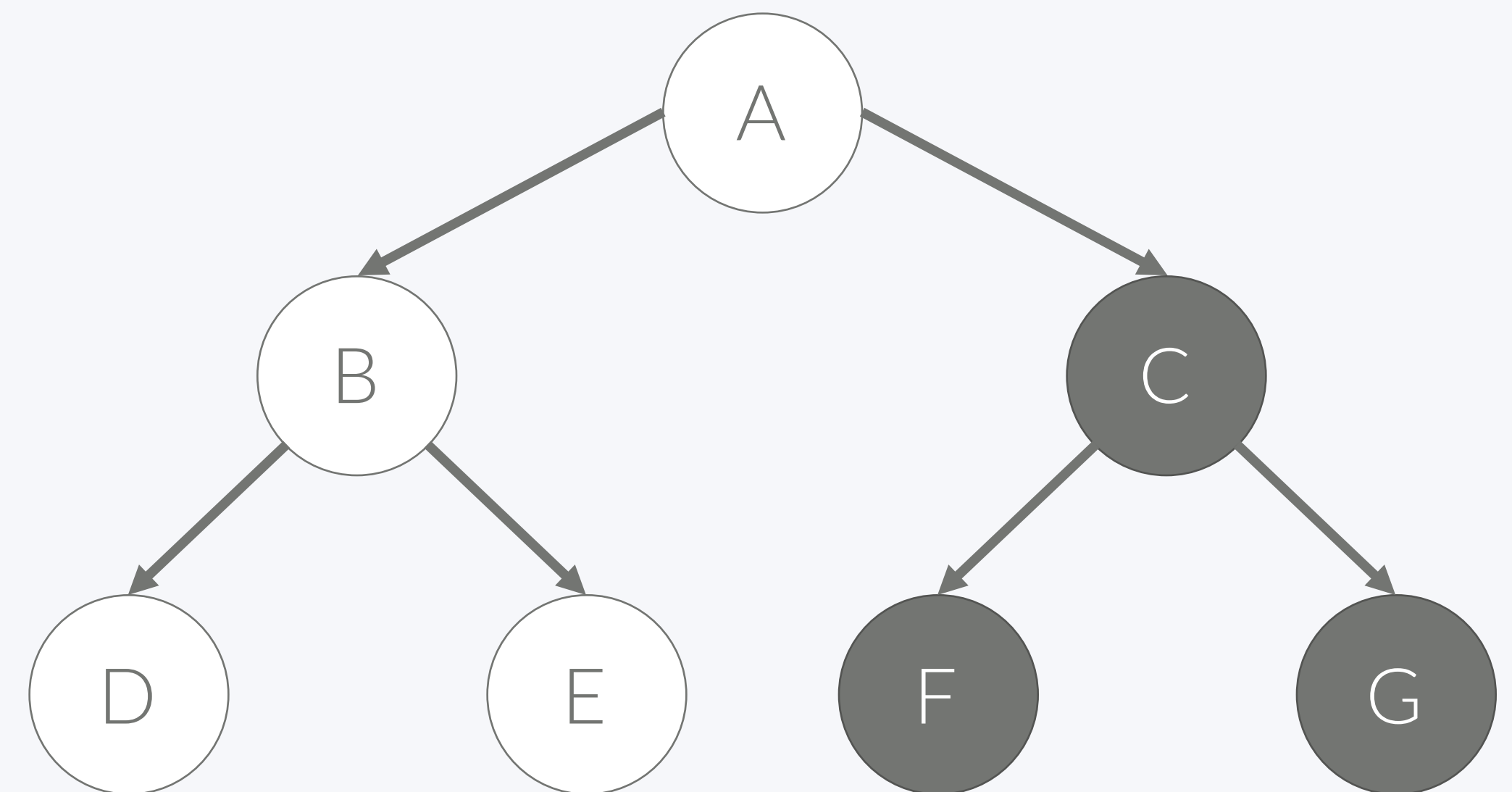


# 포스트오더

61

Postorder

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - FGC
- 노드 방문

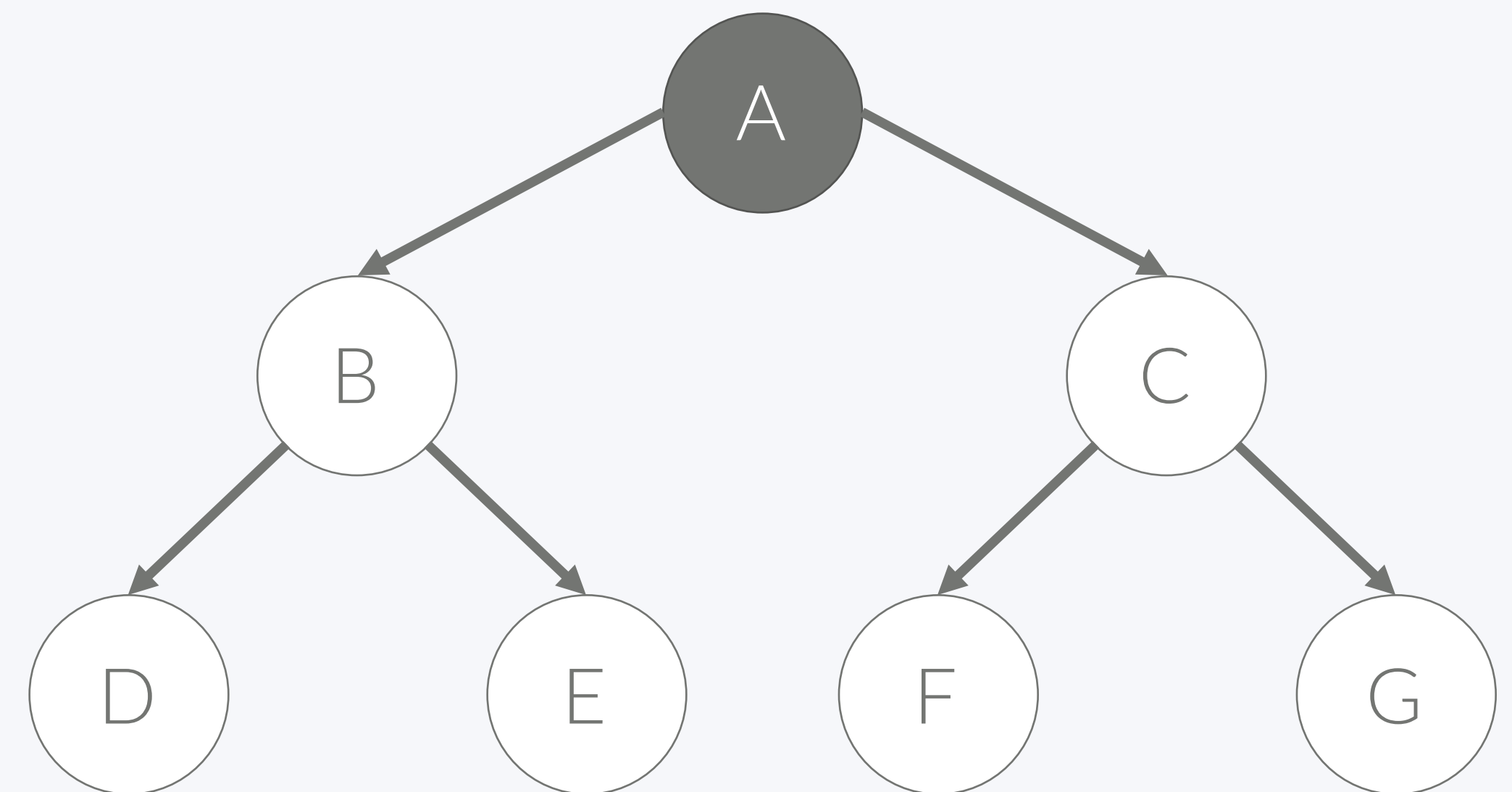


# 포스트오더

62

Postorder

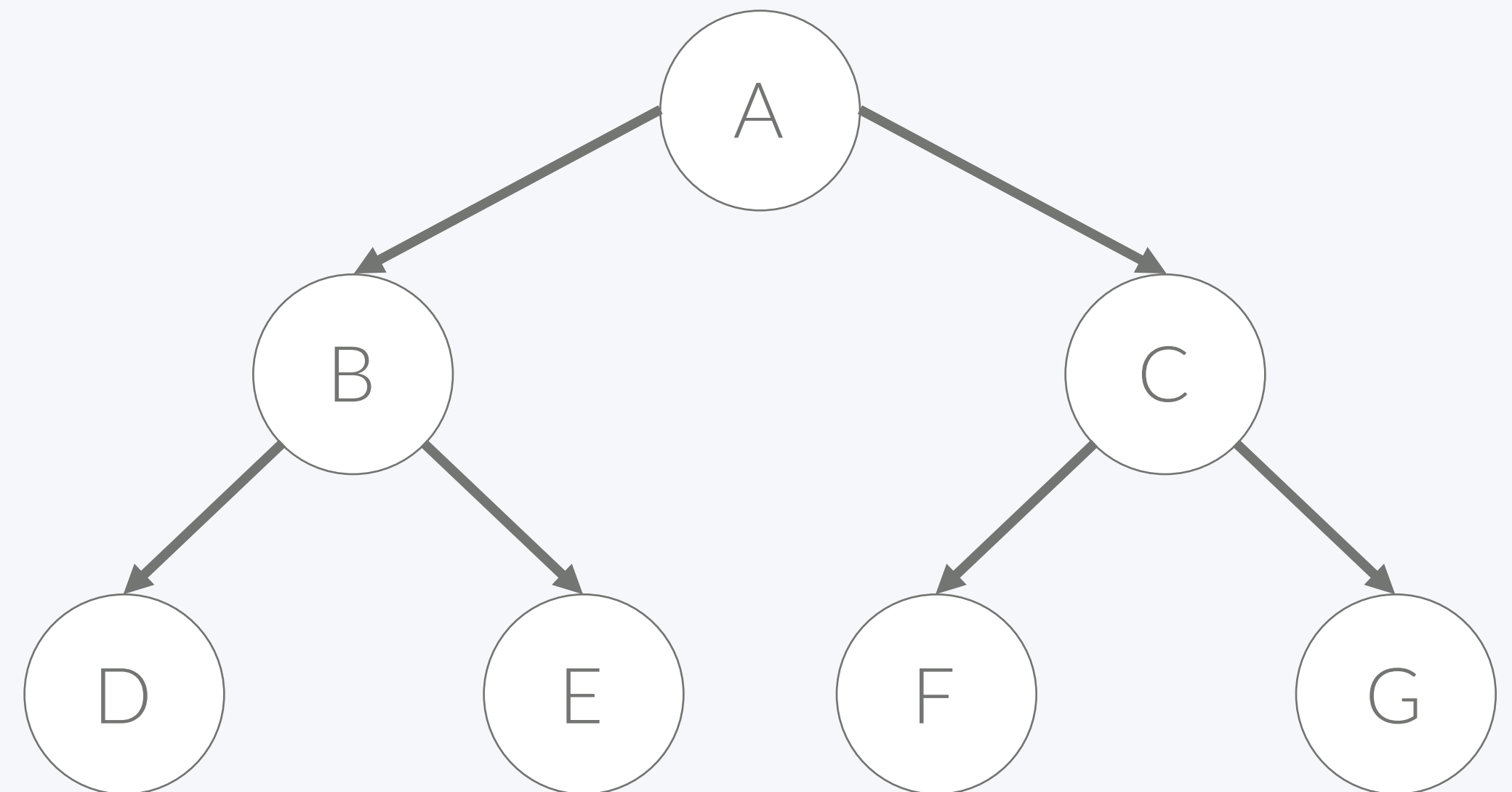
- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - FGC
- 노드 방문
  - A



# 포스트오더

Postorder

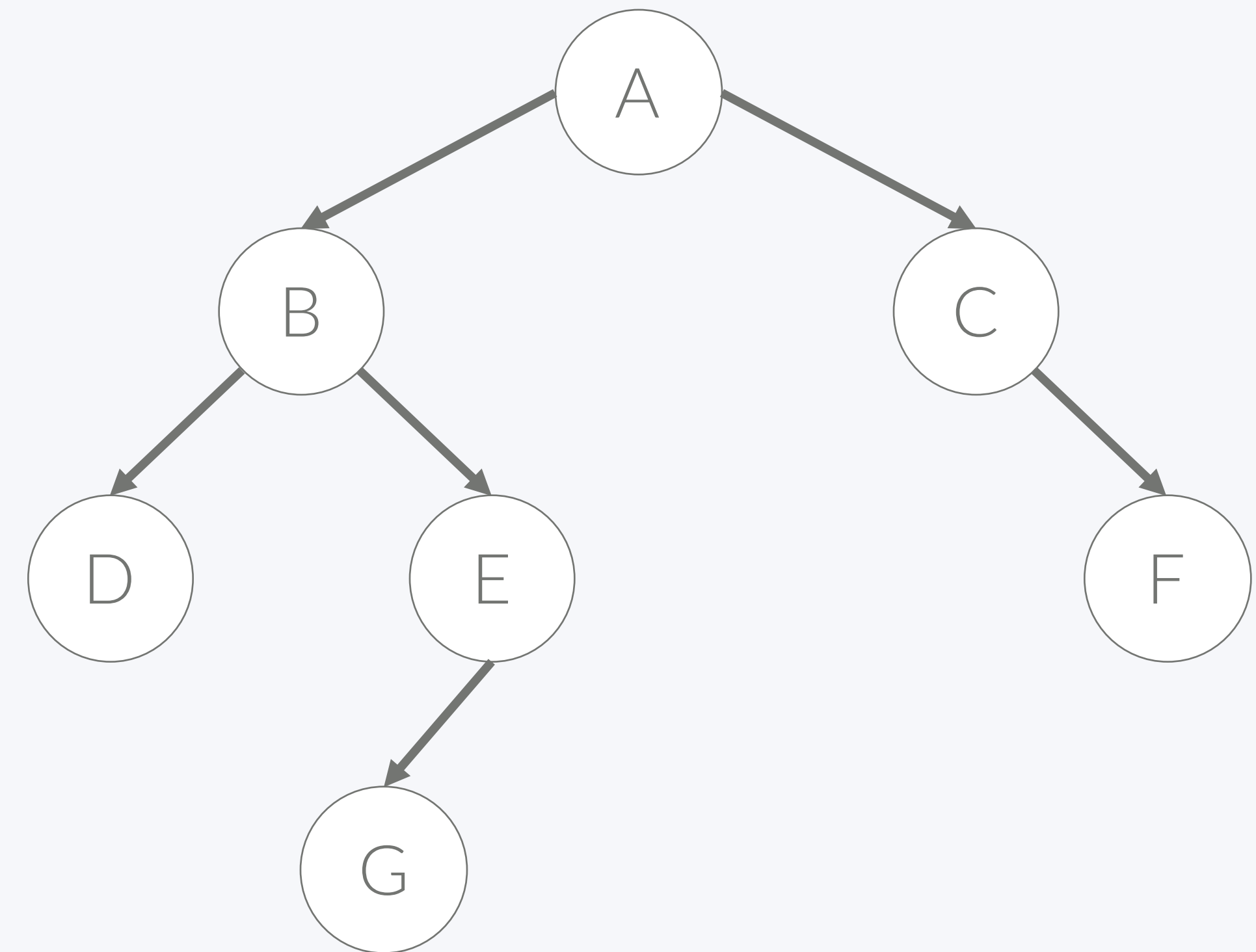
- DEBFGCA



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
- 왼쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

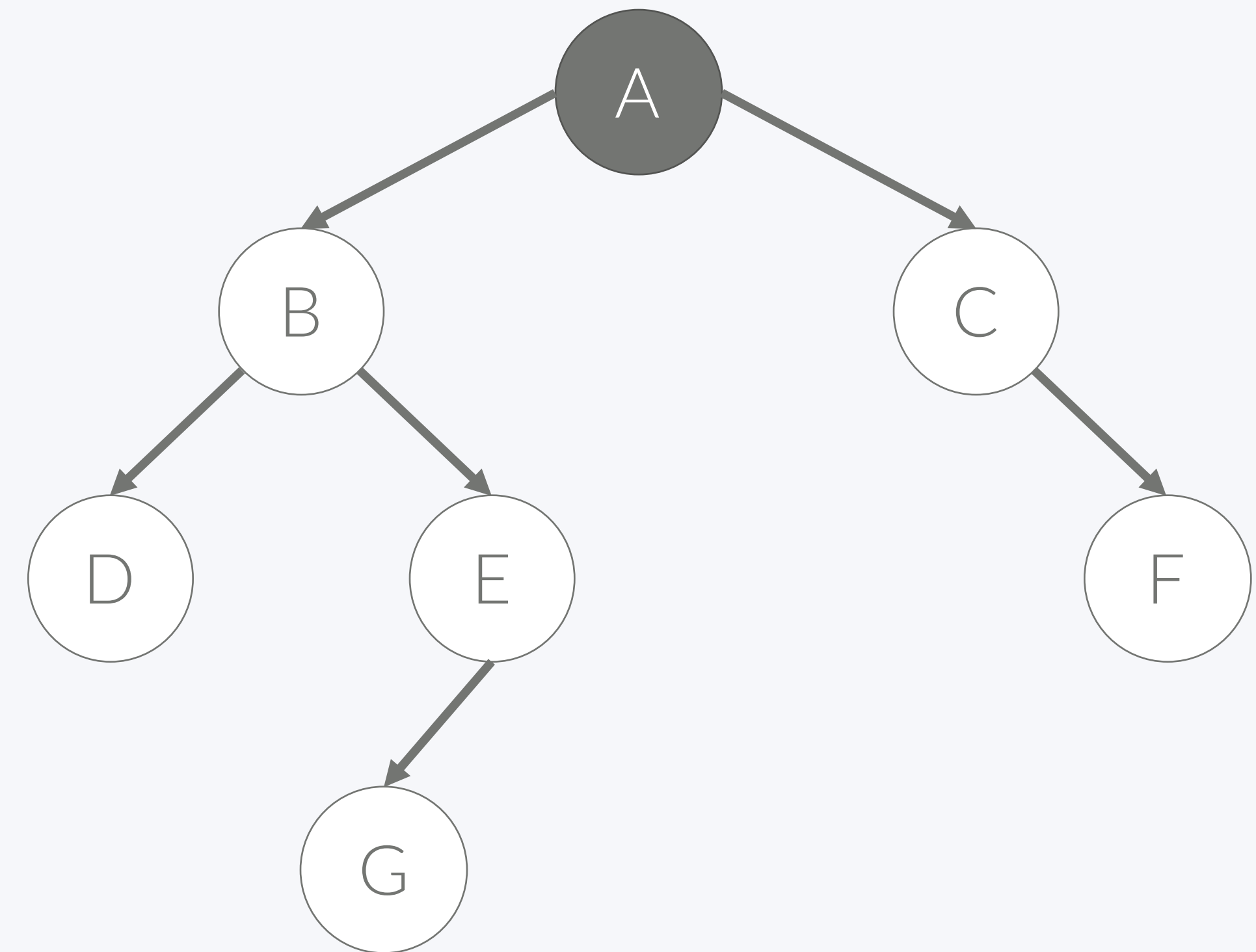




# 프리오더

Pre-order

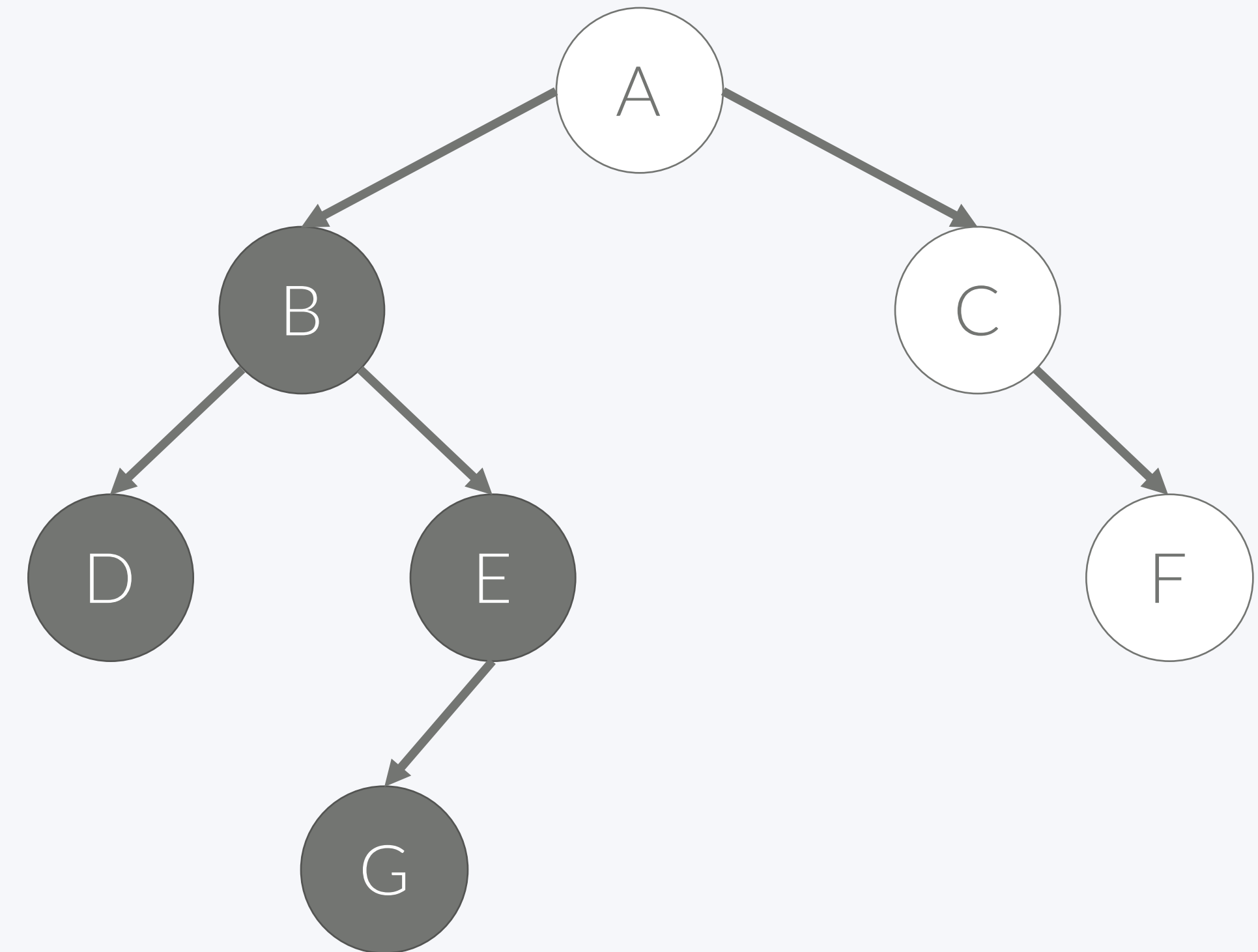
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

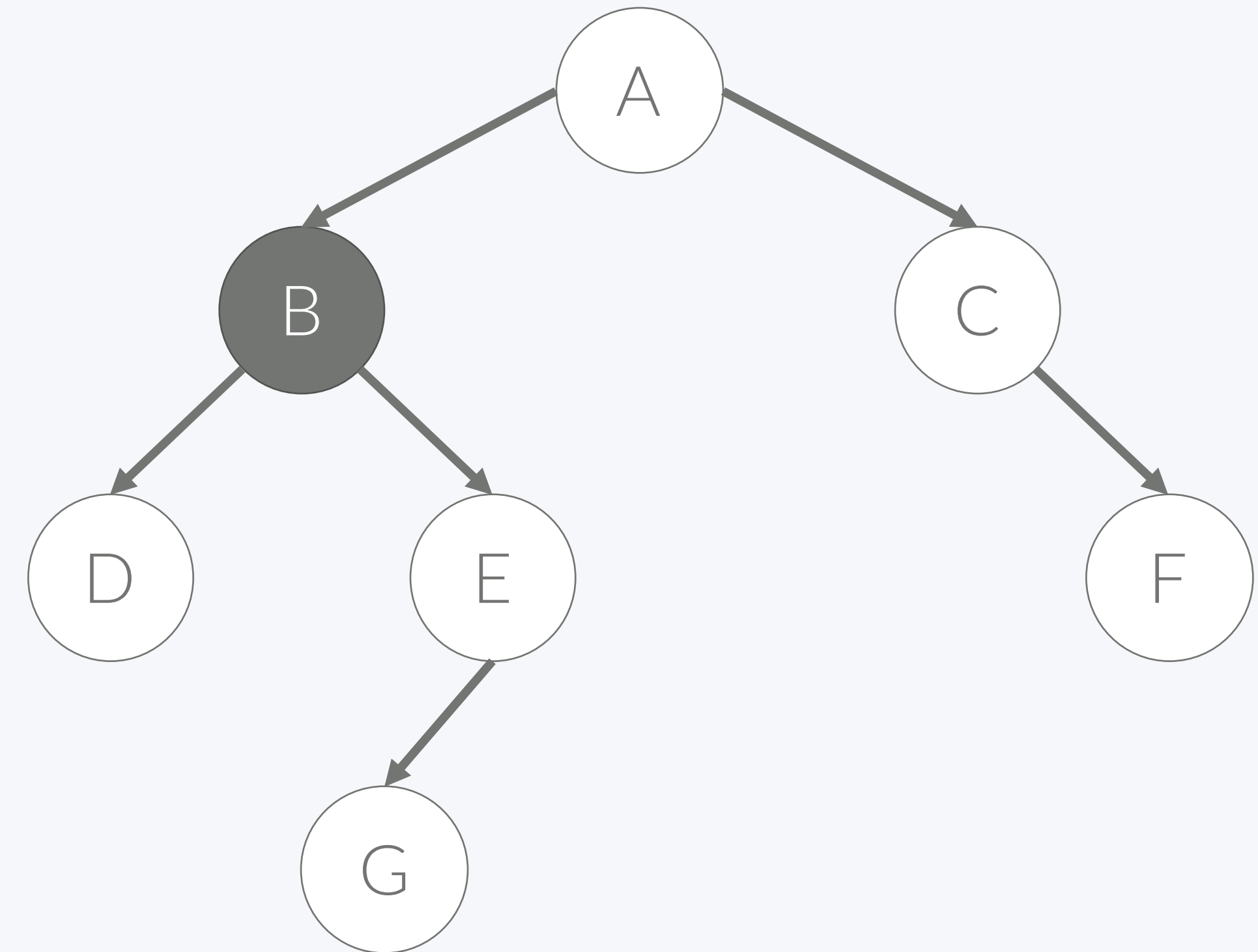
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

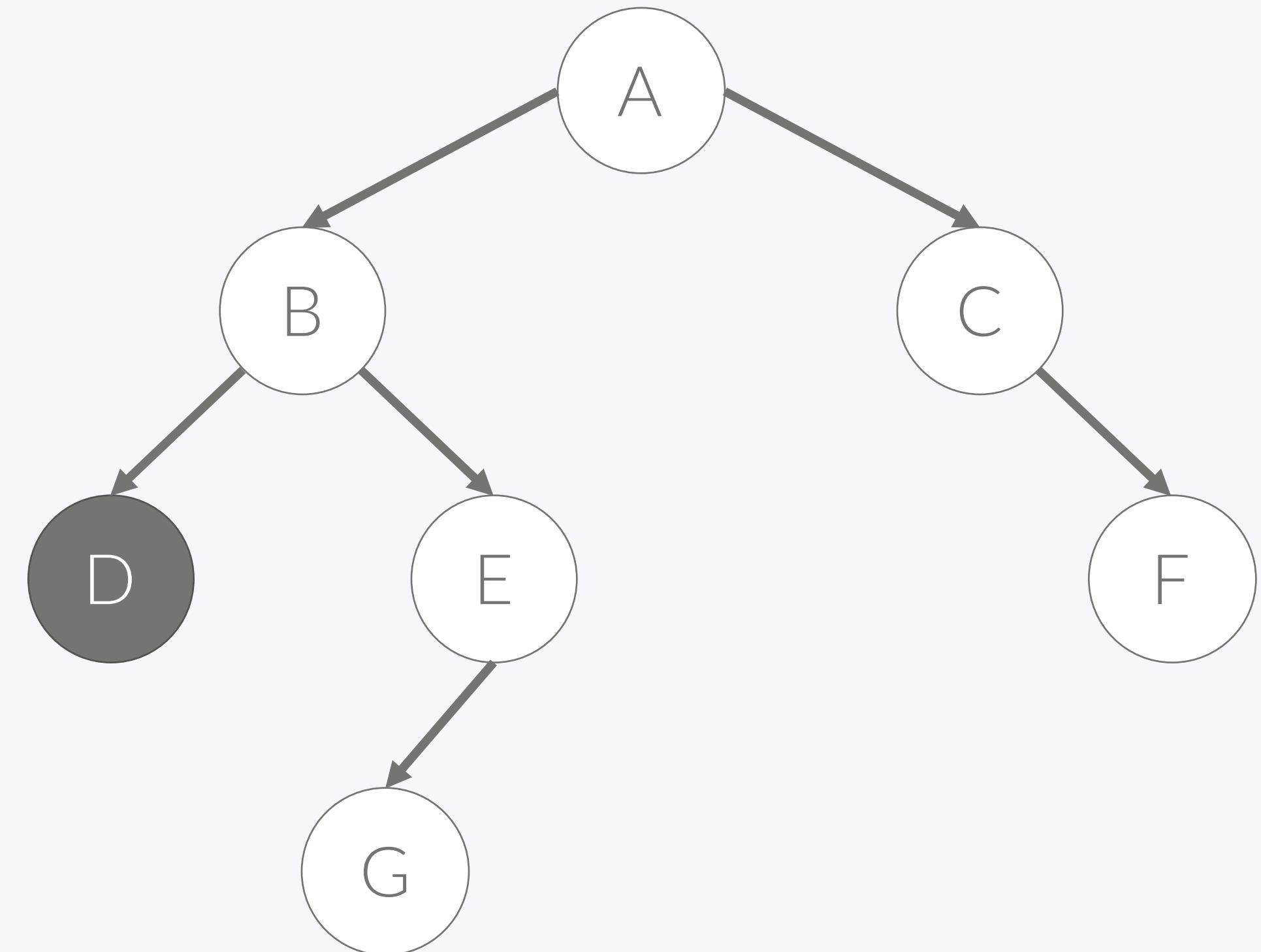


# 프리오더

68

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
  - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

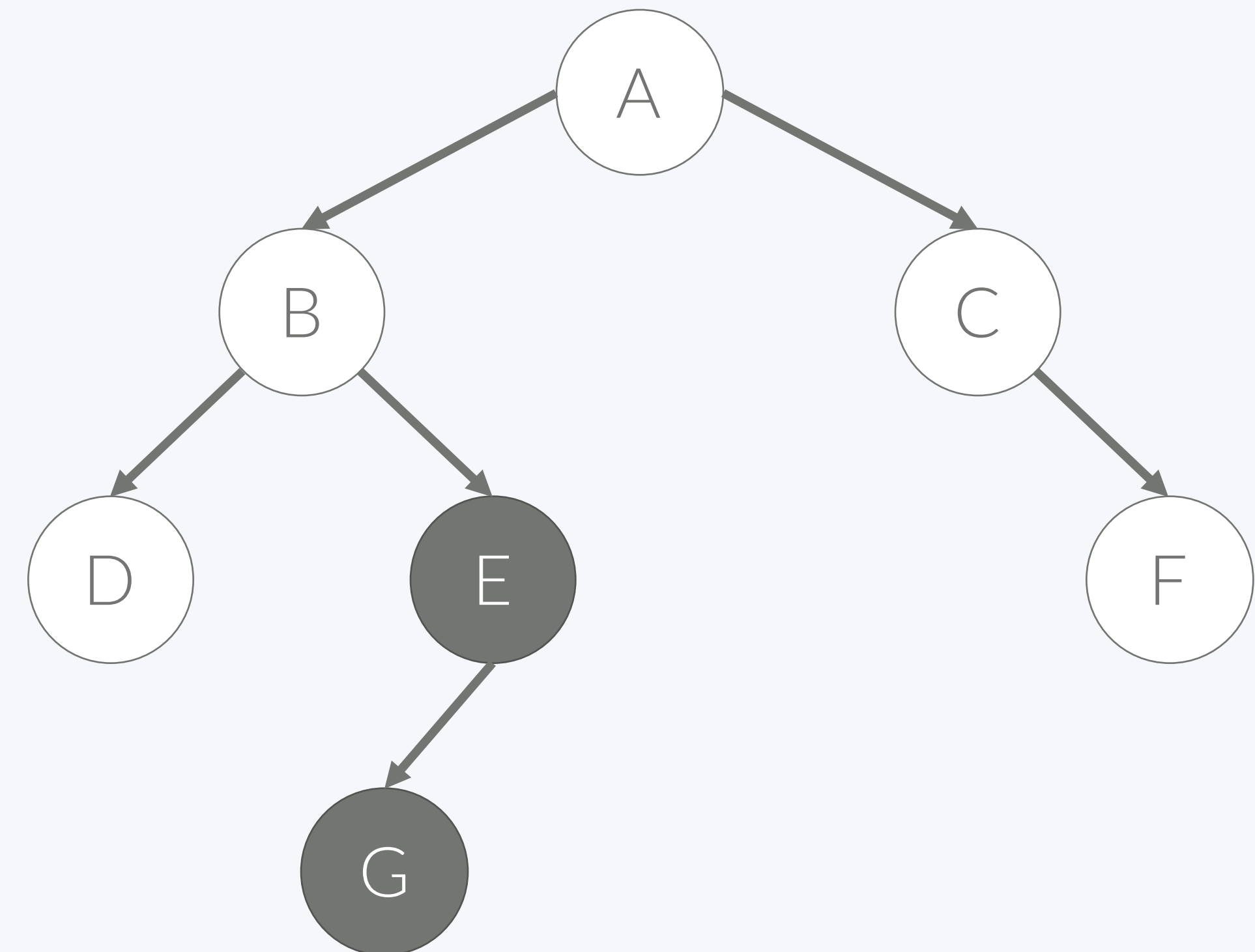


# 프리오더

69

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
  - 오른쪽 자식 프리오더
    - 노드 방문
    - 왼쪽 자식 프리오더
    - 오른쪽 자식 프리오더
- 오른쪽 자식 프리오더

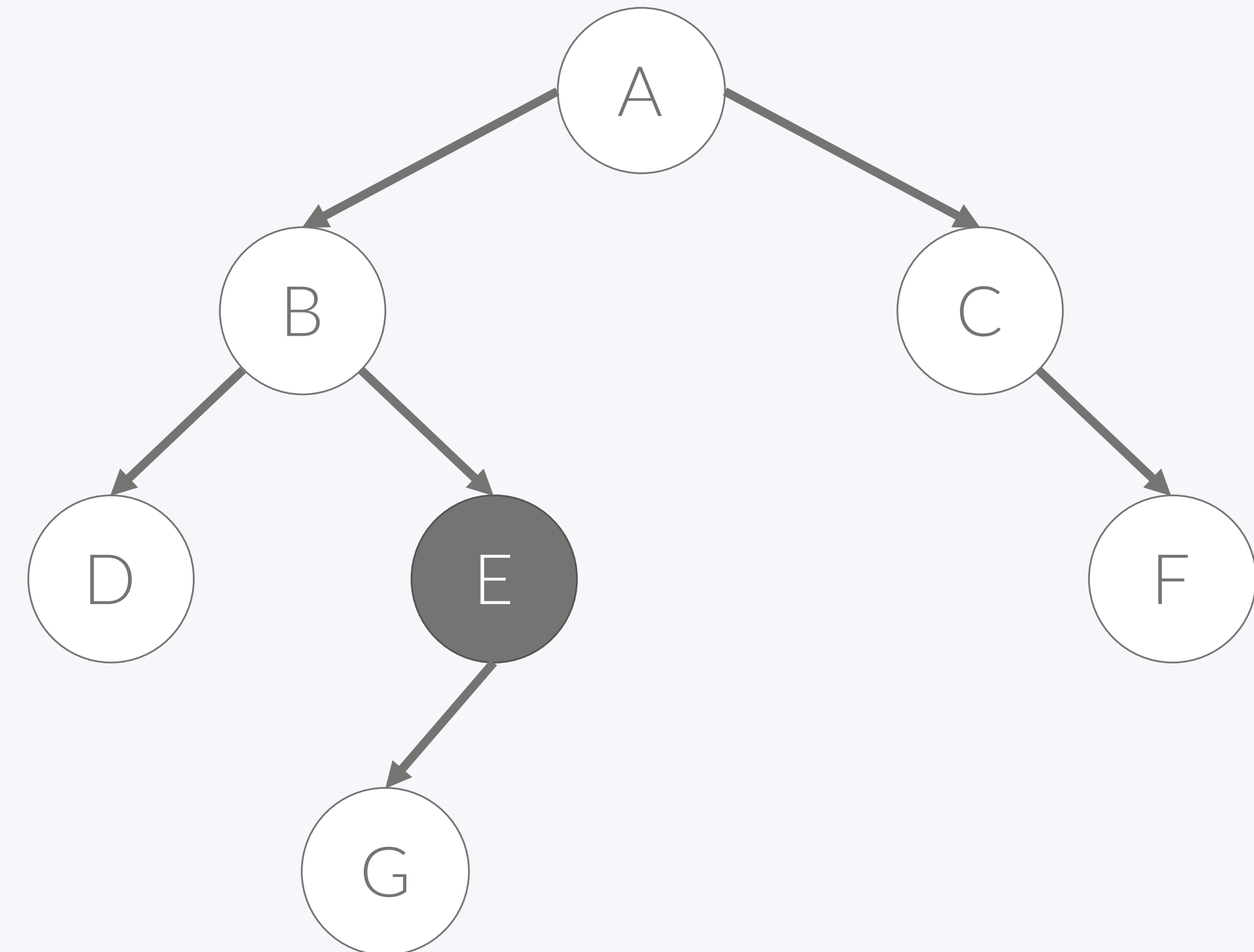


# 프리오더

70

Pre-order

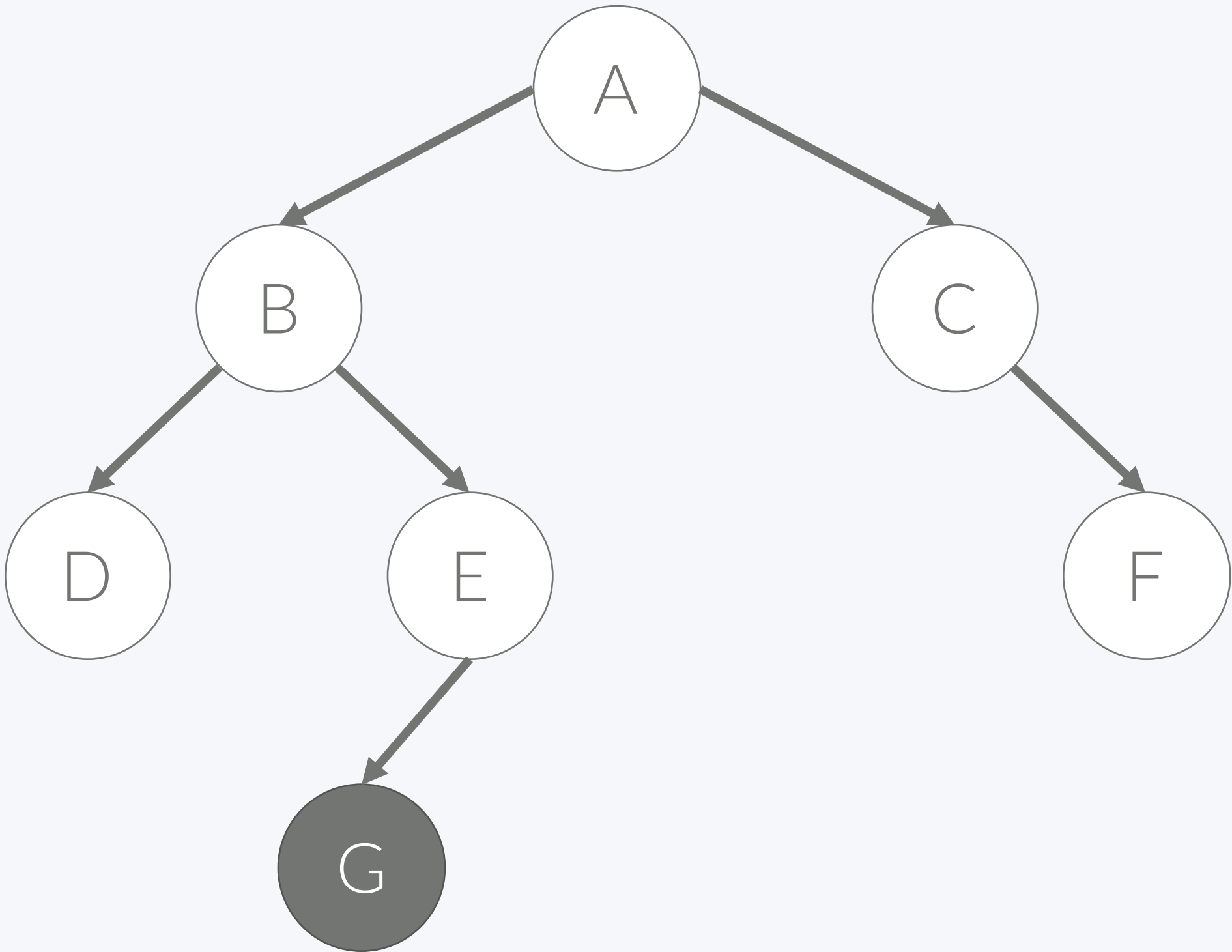
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - E
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - E
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - G

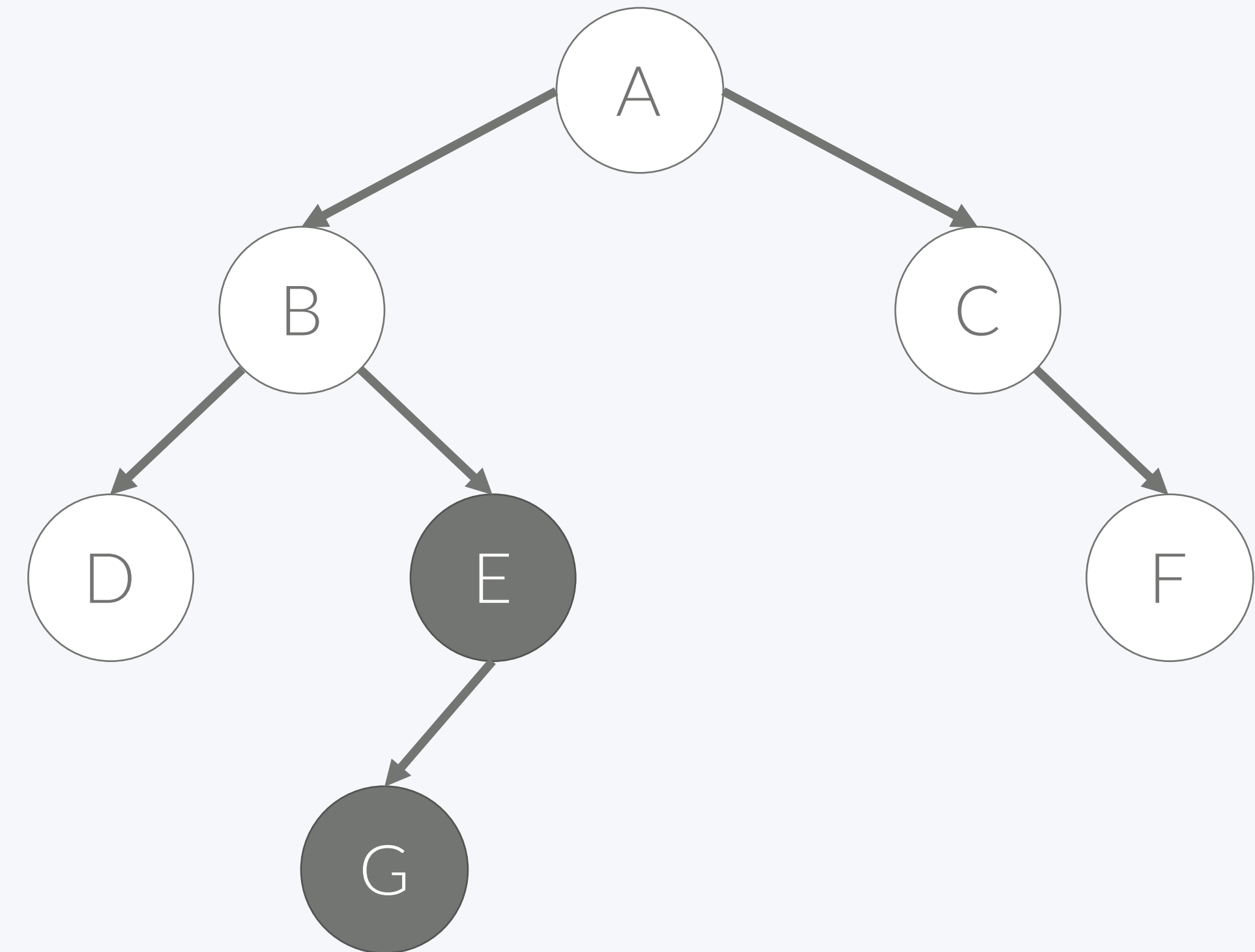


# 프리오더

72

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - B
  - 왼쪽 자식 프리오더
    - D
  - 오른쪽 자식 프리오더
    - EG
- 오른쪽 자식 프리오더

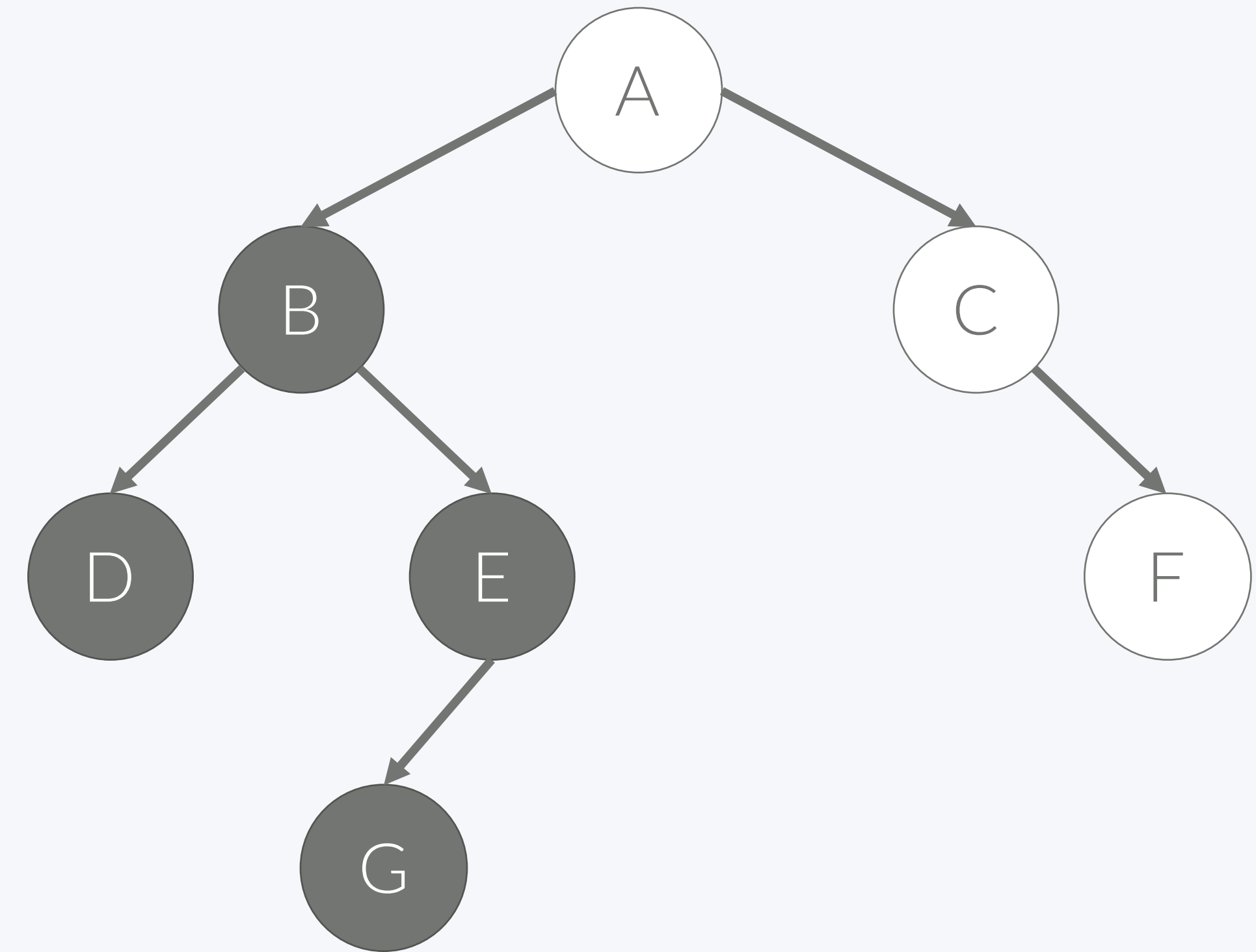




# 프리오더

Pre-order

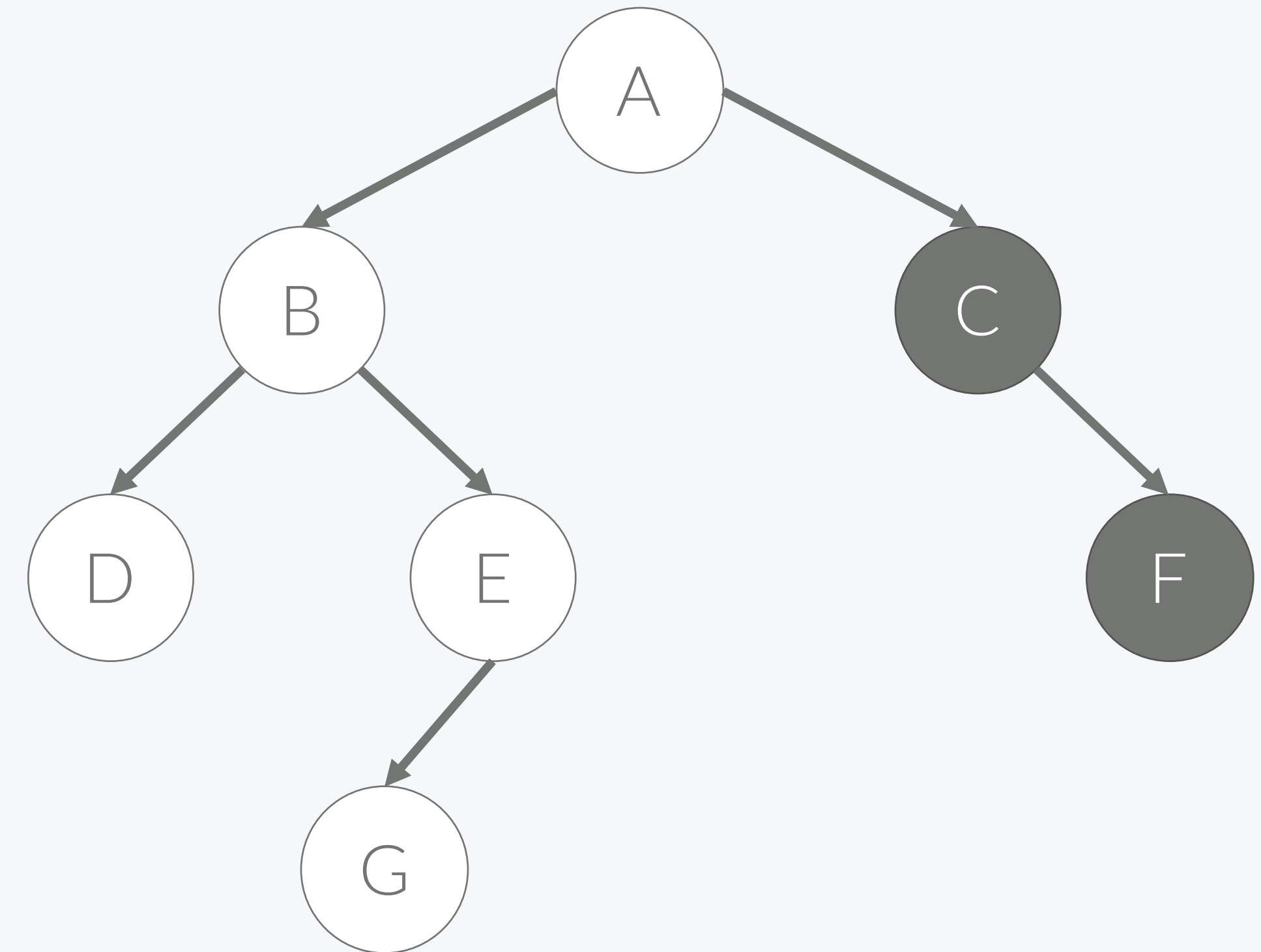
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDEG
- 오른쪽 자식 프리오더



# 프리오더

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDEG
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더

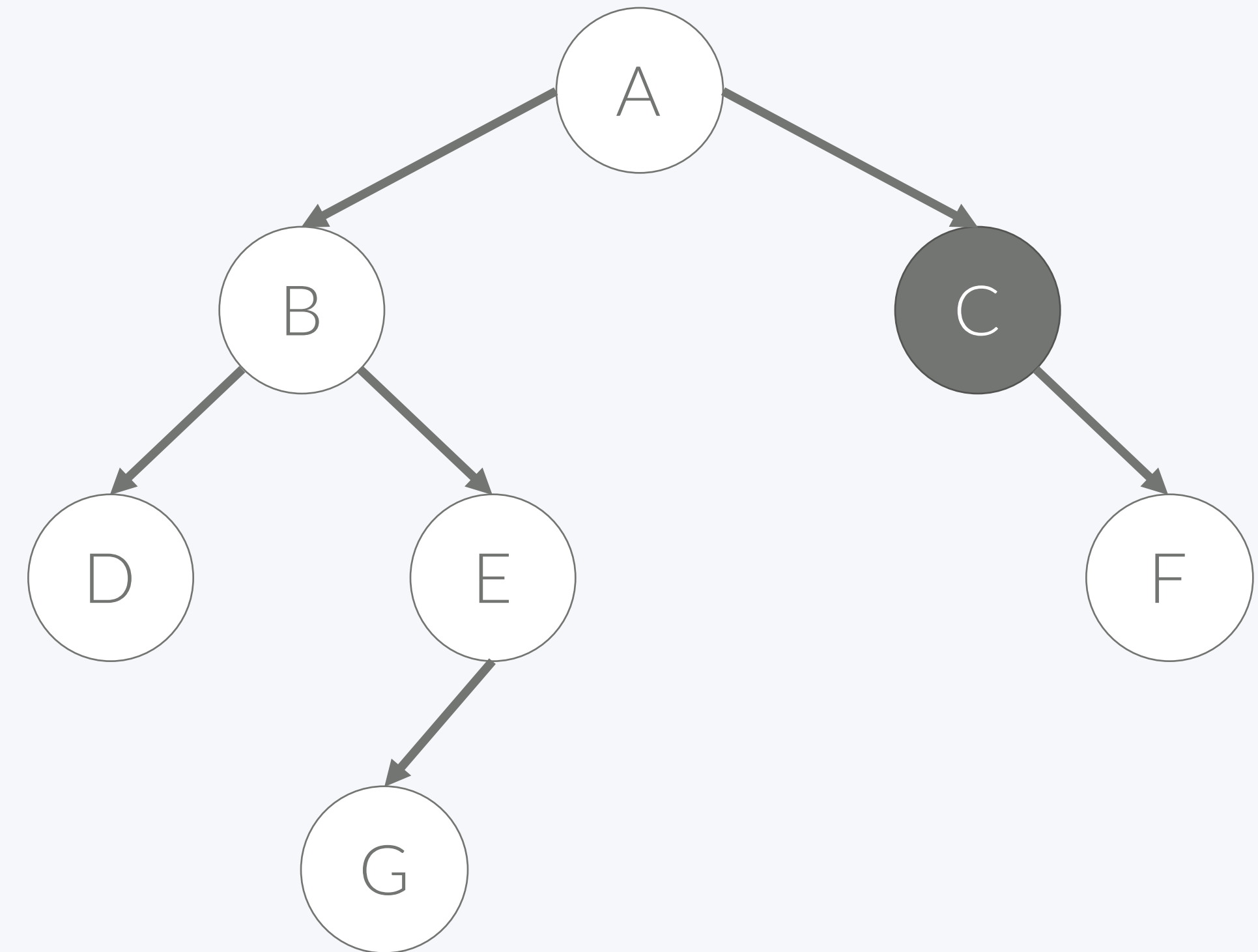


# 프리오더

75

Pre-order

- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDEG
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - C
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더

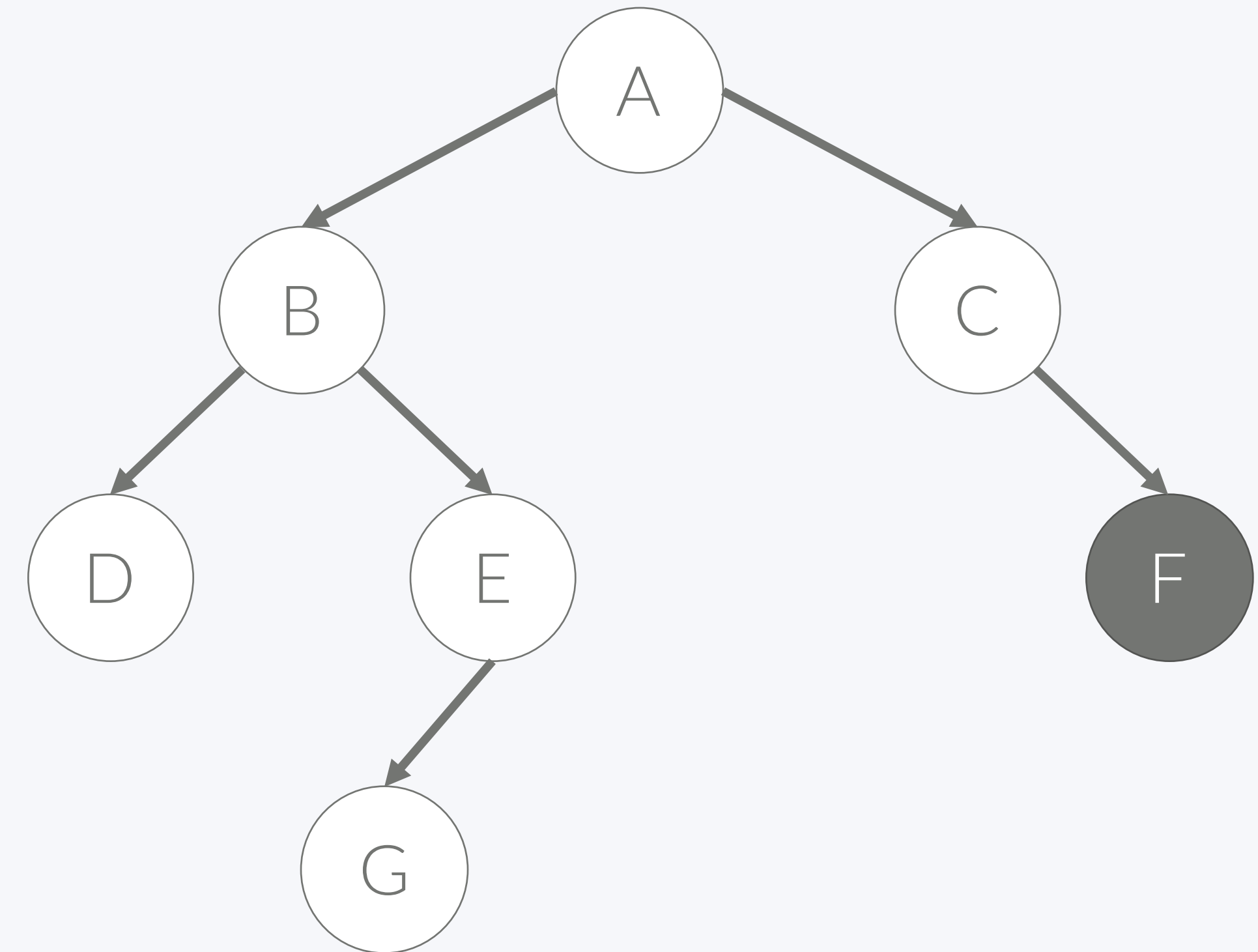


# 프리오더

76

Pre-order

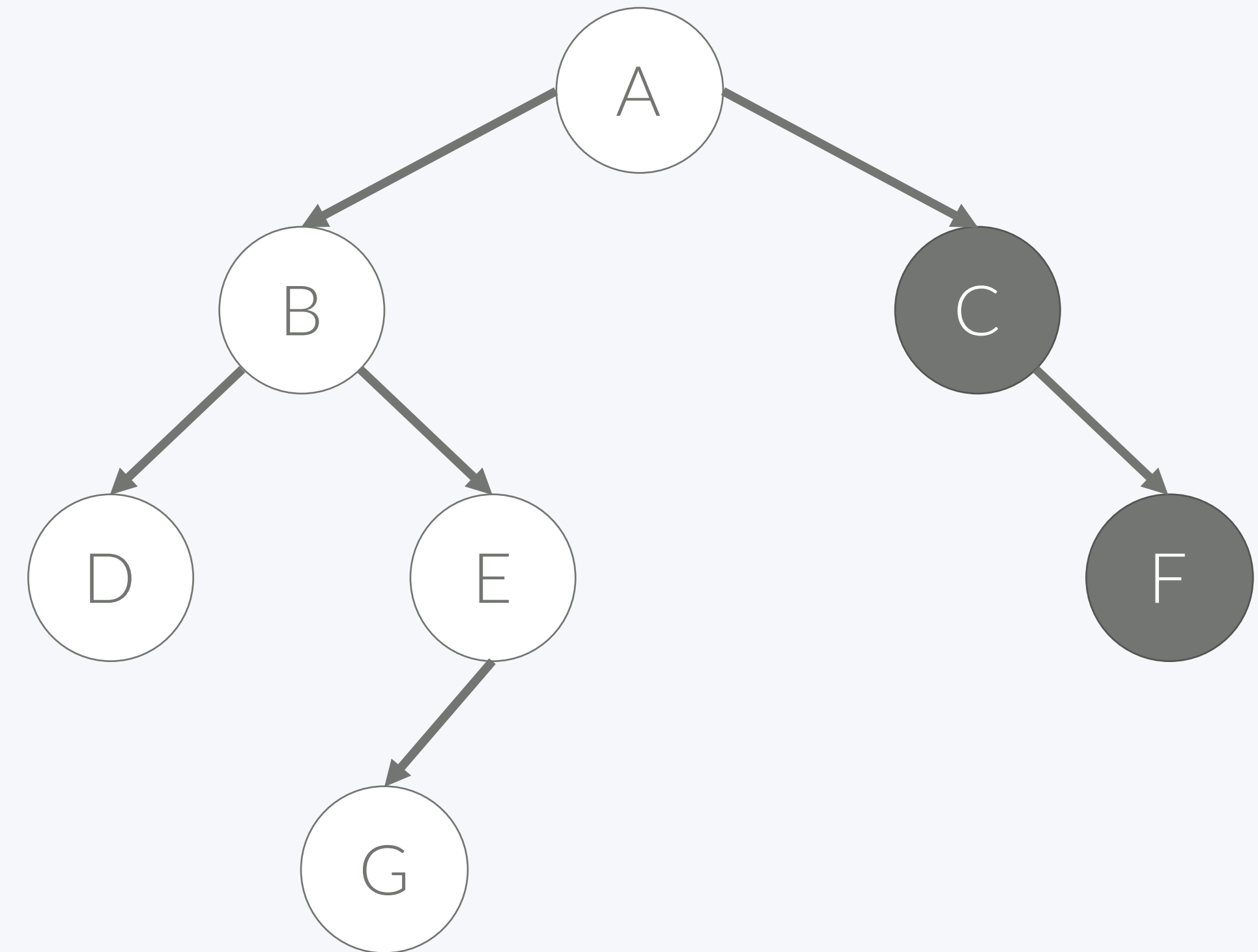
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDEG
- 오른쪽 자식 프리오더
  - 노드 방문
    - C
  - 왼쪽 자식 프리오더
  - 오른쪽 자식 프리오더
    - F



# 프리오더

Pre-order

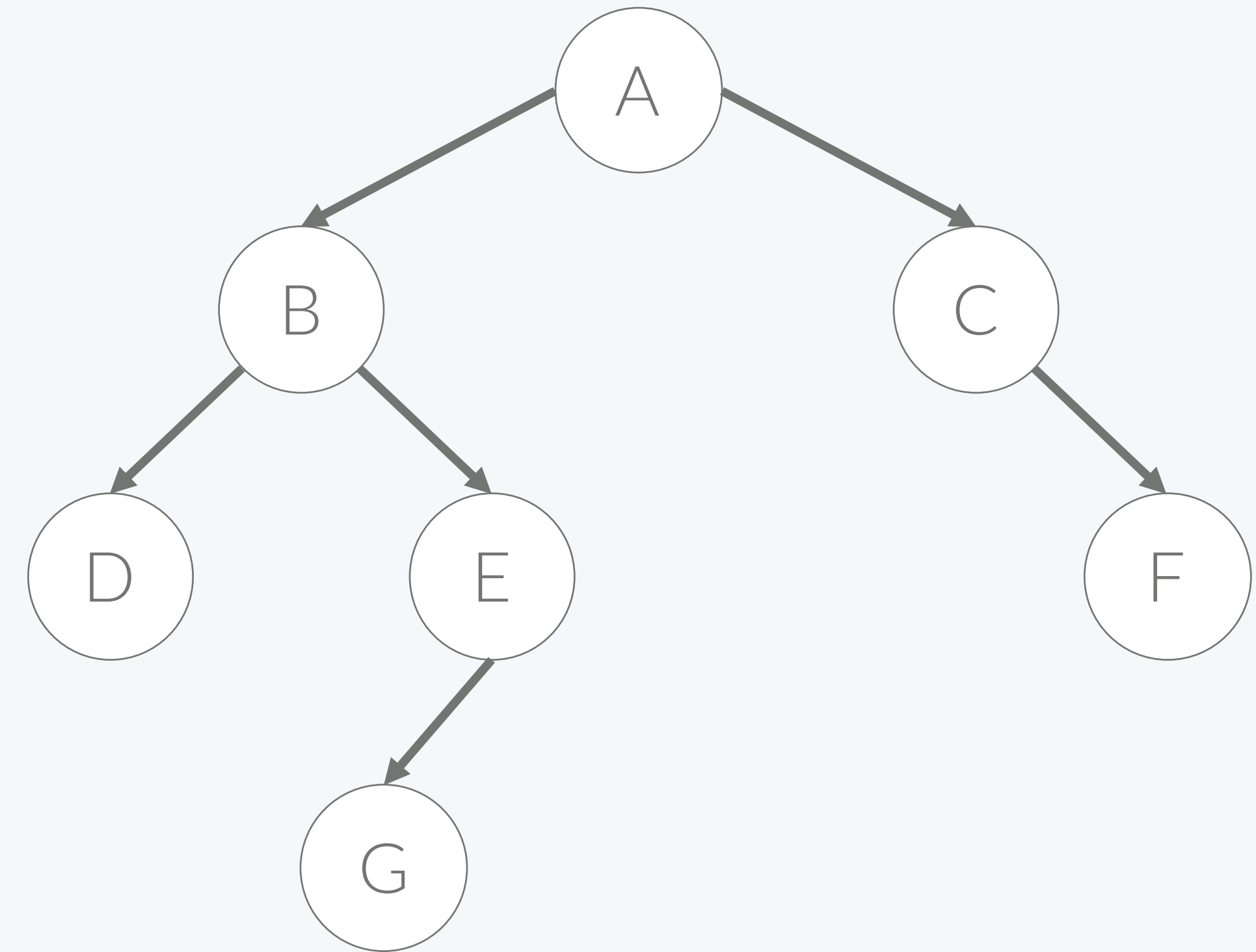
- 노드 방문
  - A
- 왼쪽 자식 프리오더
  - BDEG
- 오른쪽 자식 프리오더
  - CF



# 프리오더

Pre-order

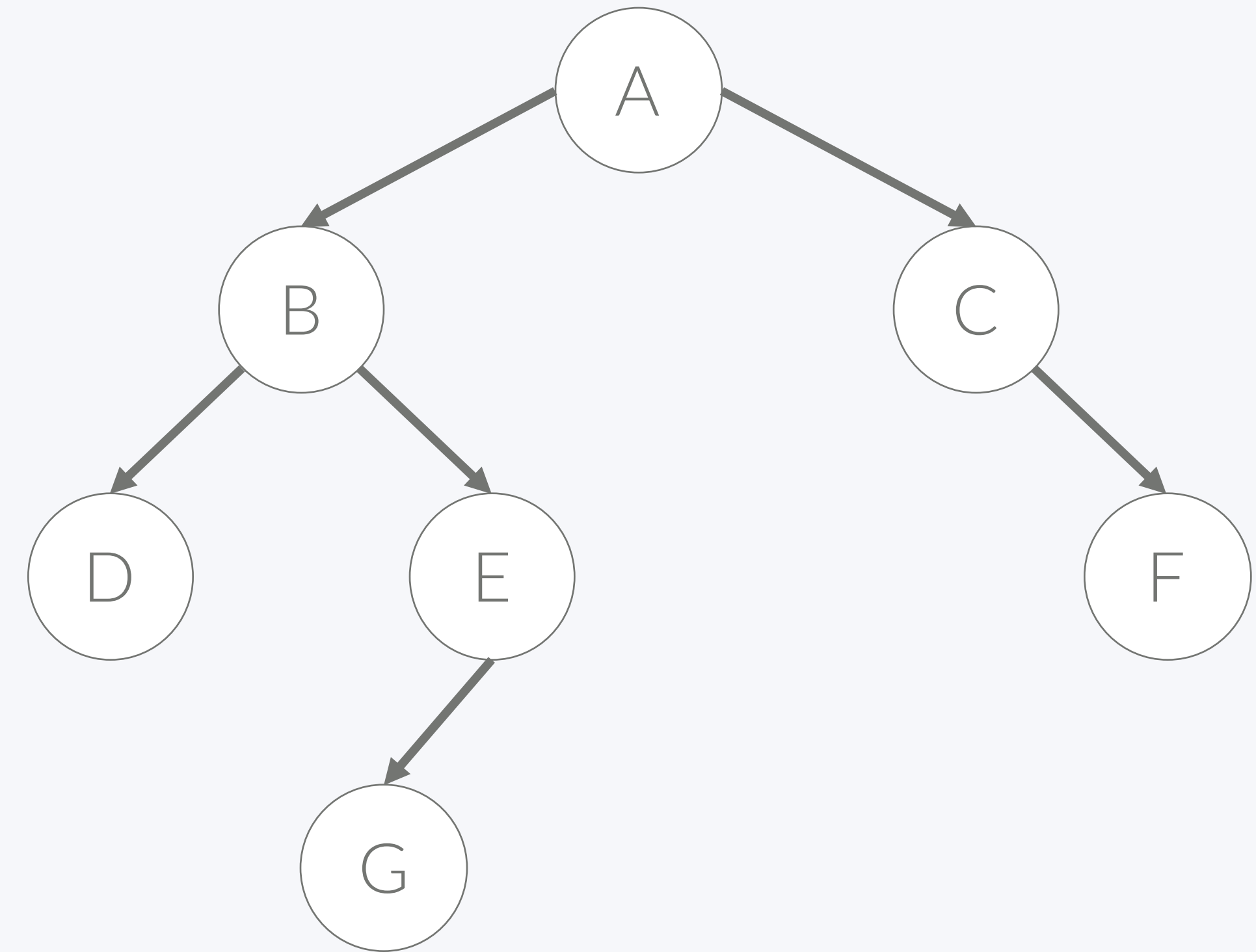
- ABDEGCF



# 인오더

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

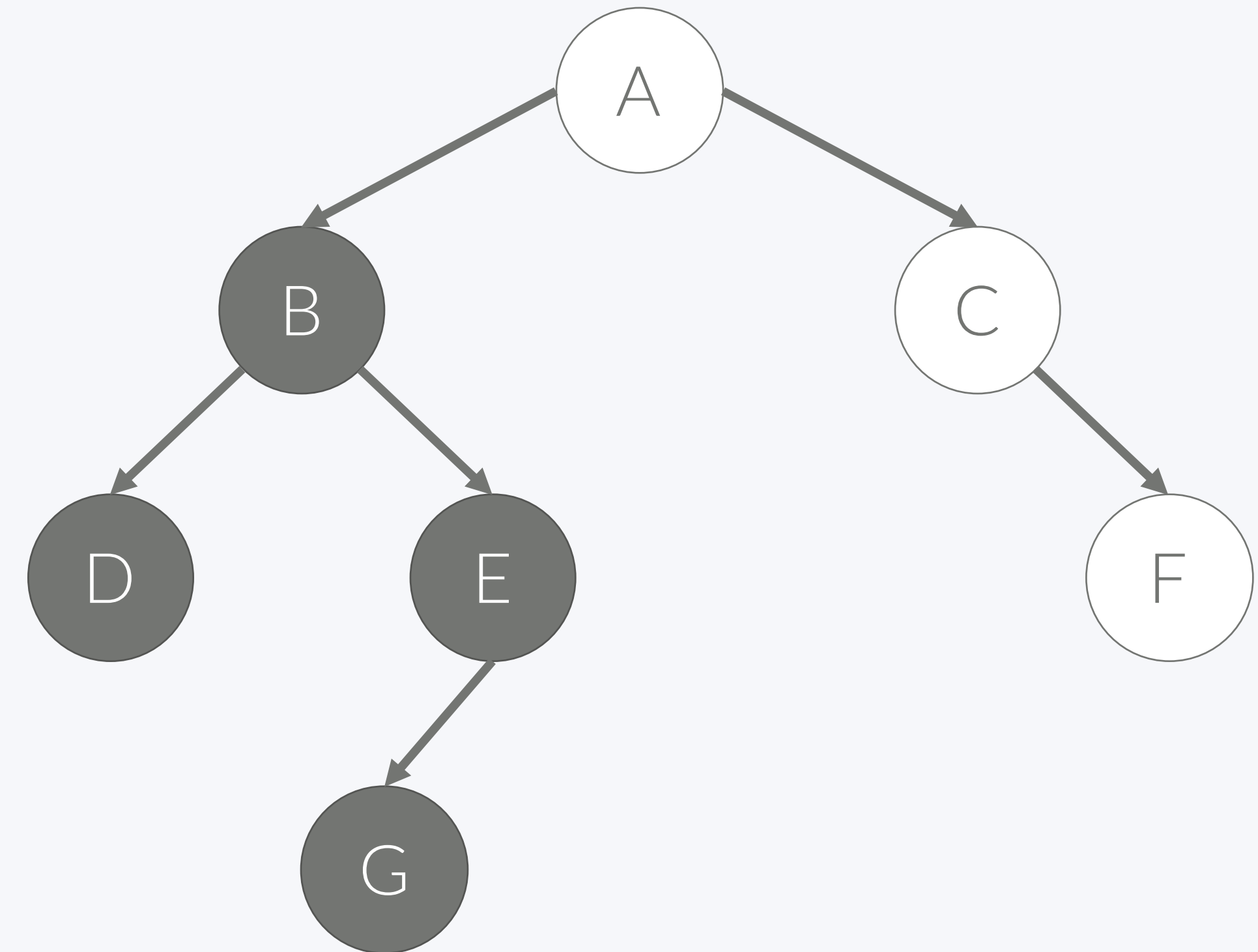


# 인오더

In-order

80

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



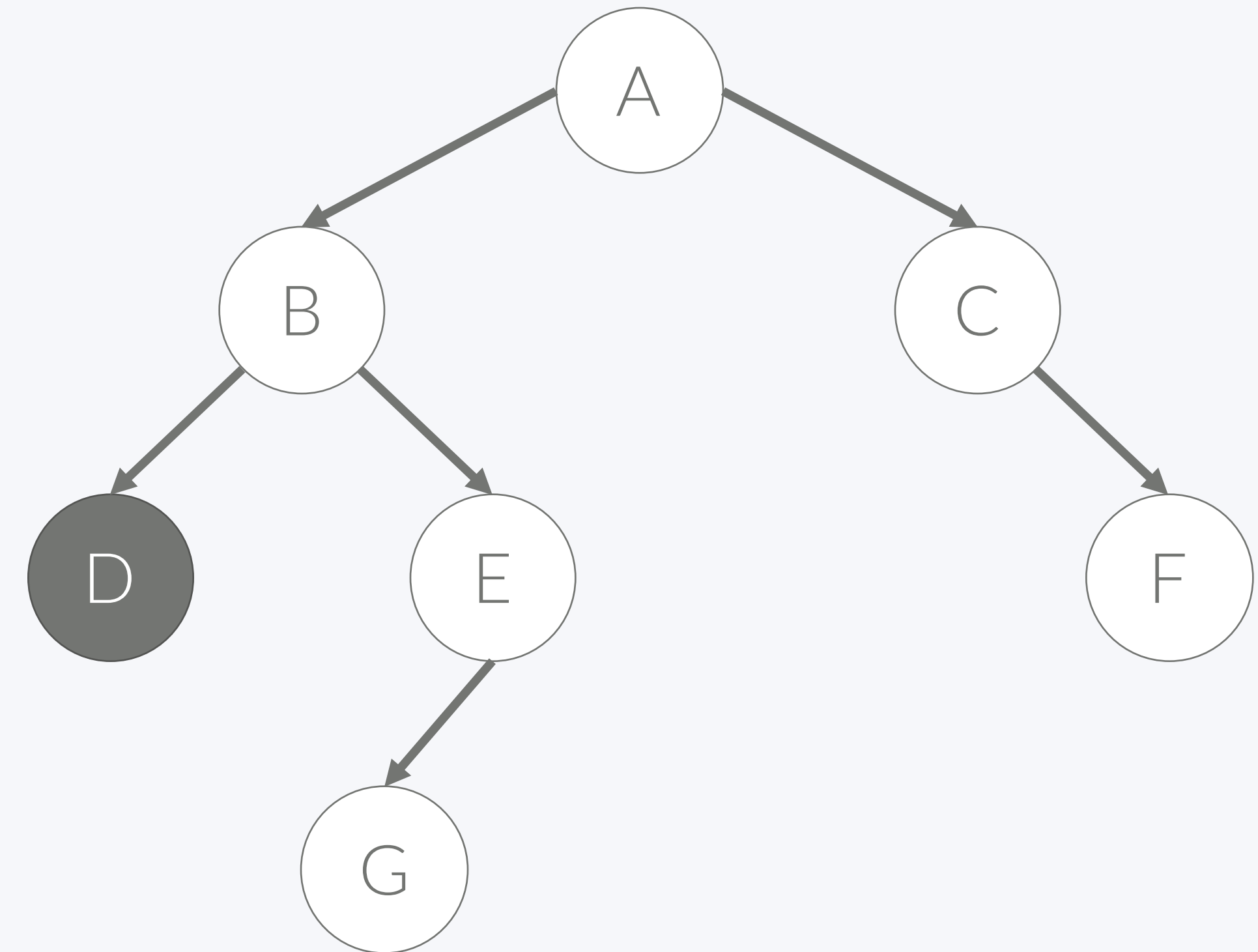


# 인오더

In-order

81

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더

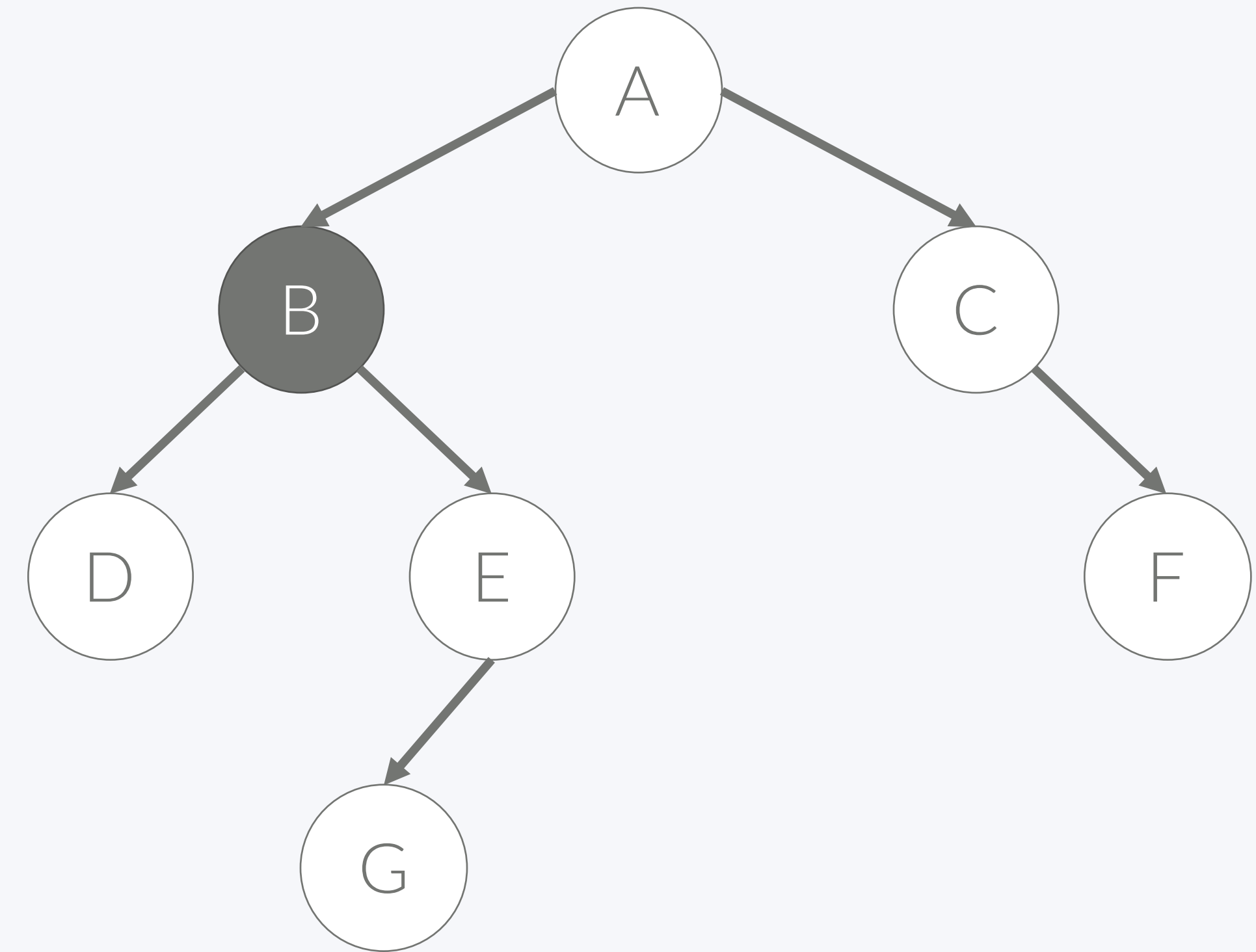


# 인오더

In-order

82

- 왼쪽 자식 인오더
    - 왼쪽 자식 인오더
      - D
  - 노드 방문
    - B
  - 오른쪽 자식 인오더
- 
- 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더

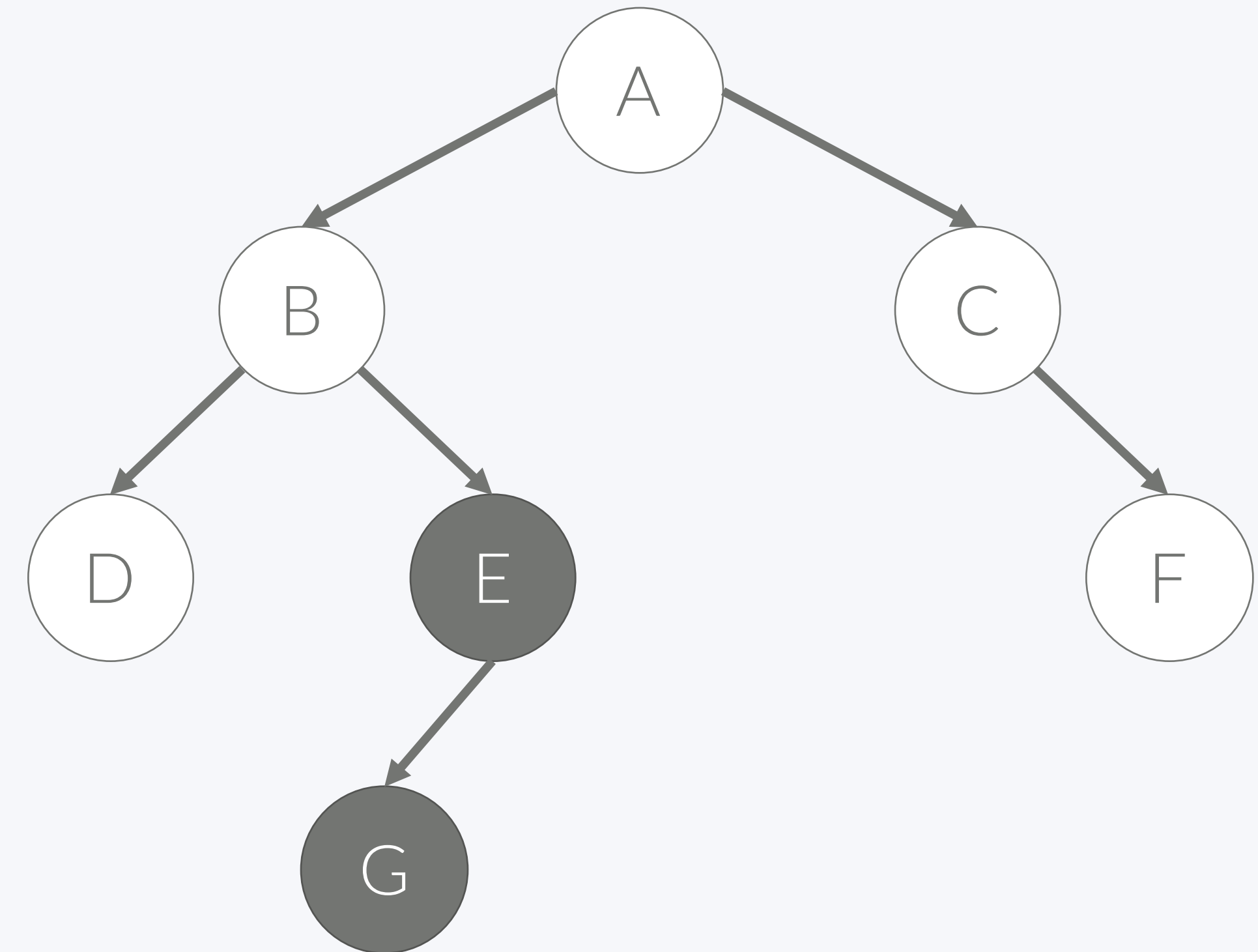


# 인오더

In-order

83

- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
  - 노드 방문
    - B
  - 오른쪽 자식 인오더
    - 왼쪽 자식 인오더
    - 노드 방문
    - 오른쪽 자식 인오더
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



# 인오더

In-order

84

- 왼쪽 자식 인오더

- 왼쪽 자식 인오더

- D

- 노드 방문

- B

- 오른쪽 자식 인오더

- 왼쪽 자식 인오더

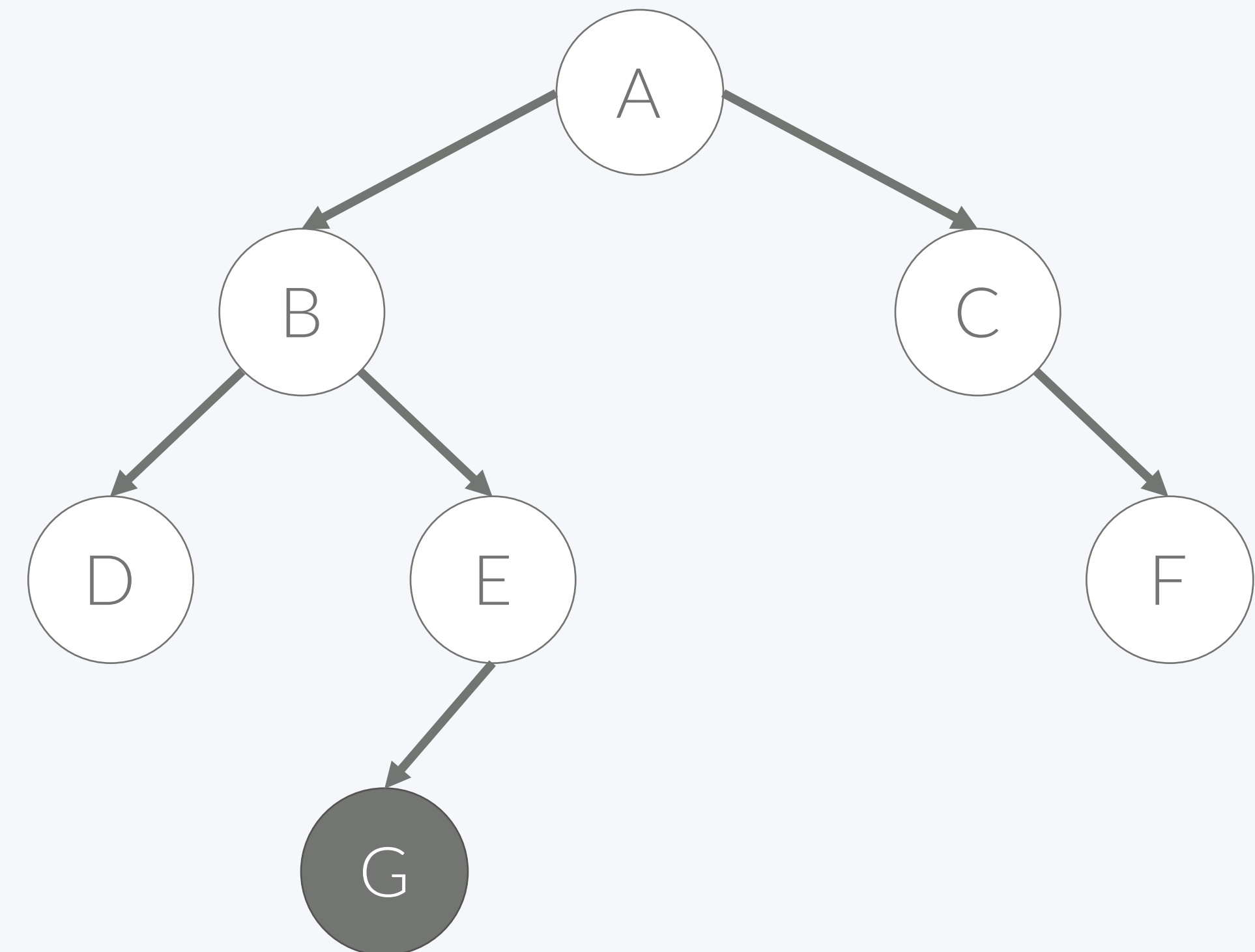
- G

- 노드 방문

- 오른쪽 자식 인오더

- 노드 방문

- 오른쪽 자식 인오더



# 인오더

In-order

85

- 왼쪽 자식 인오더

- 왼쪽 자식 인오더

- D

- 노드 방문

- B

- 오른쪽 자식 인오더

- 왼쪽 자식 인오더

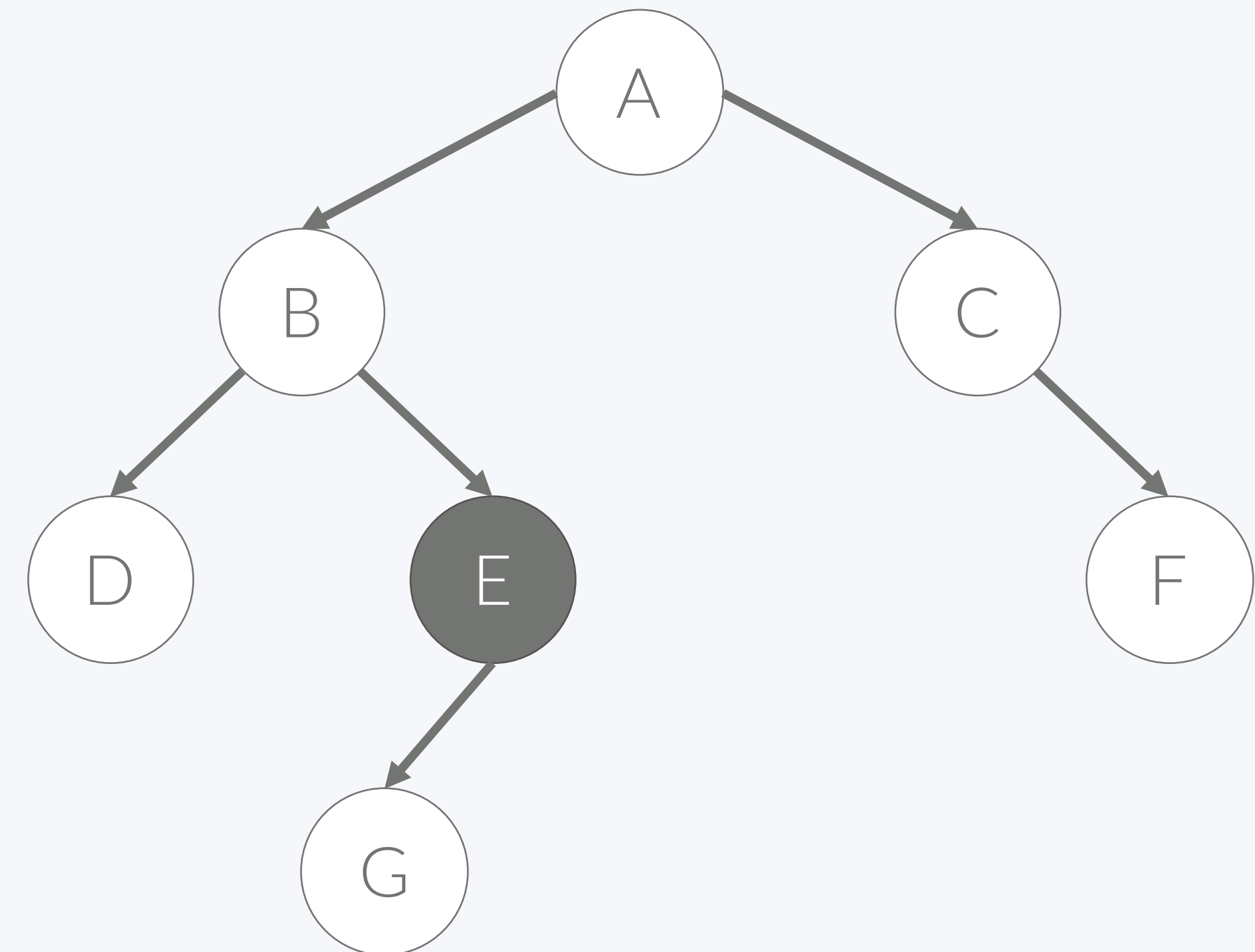
- G

- 노드 방문

- E

- 오른쪽 자식 인오더

- 노드 방문

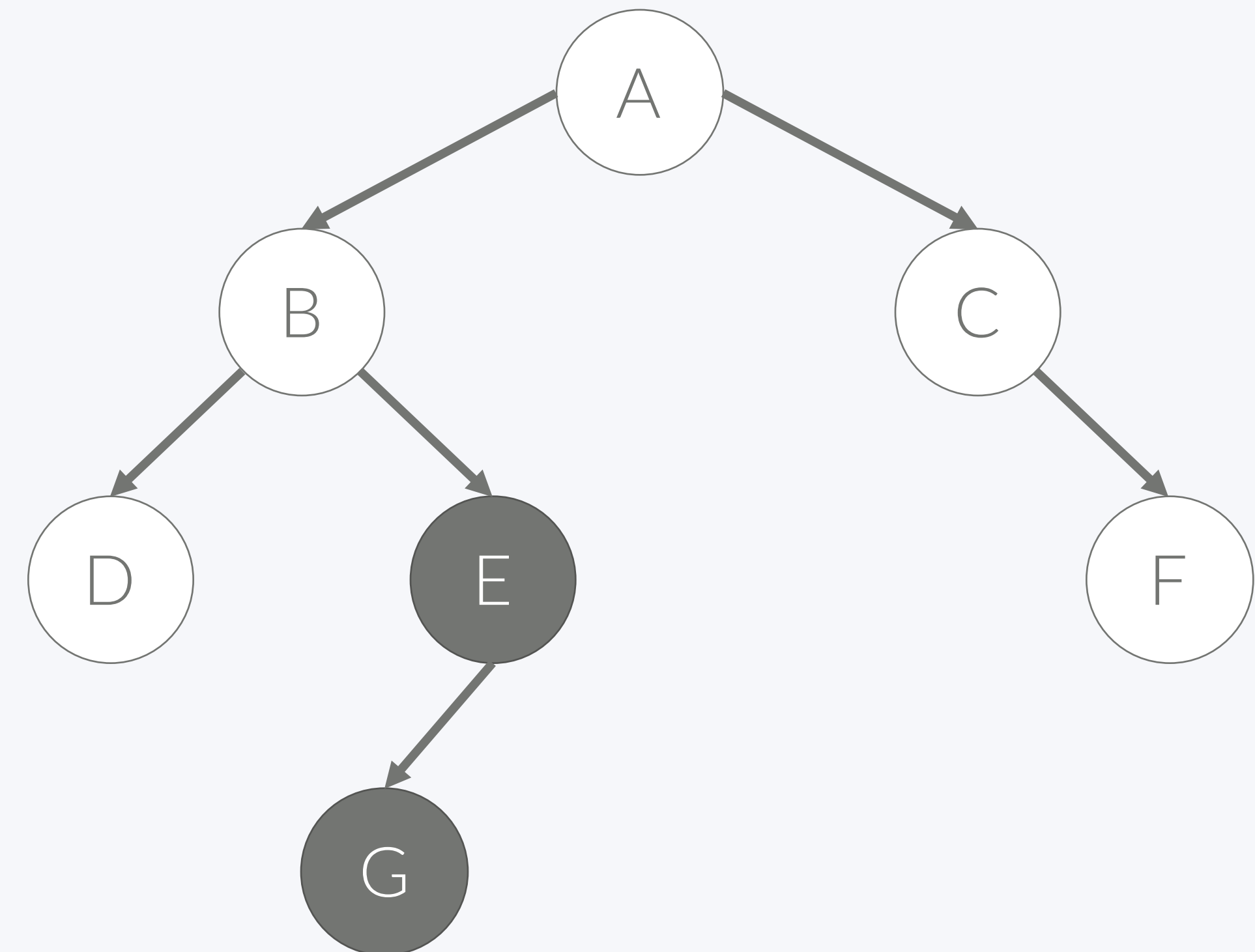


# 인오더

In-order

86

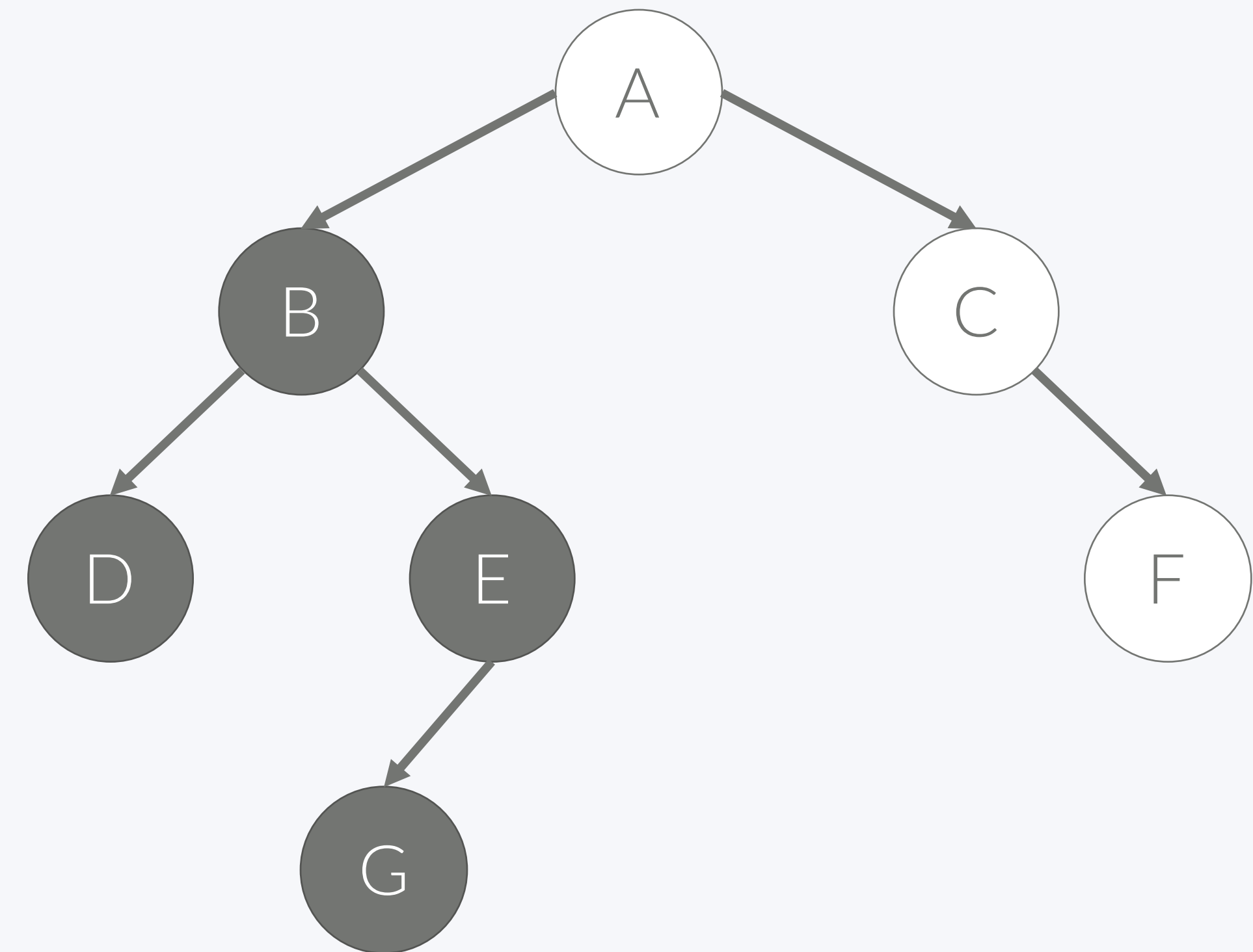
- 왼쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
    - D
  - 노드 방문
    - B
  - 오른쪽 자식 인오더
    - GE
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



# 인오더

In-order

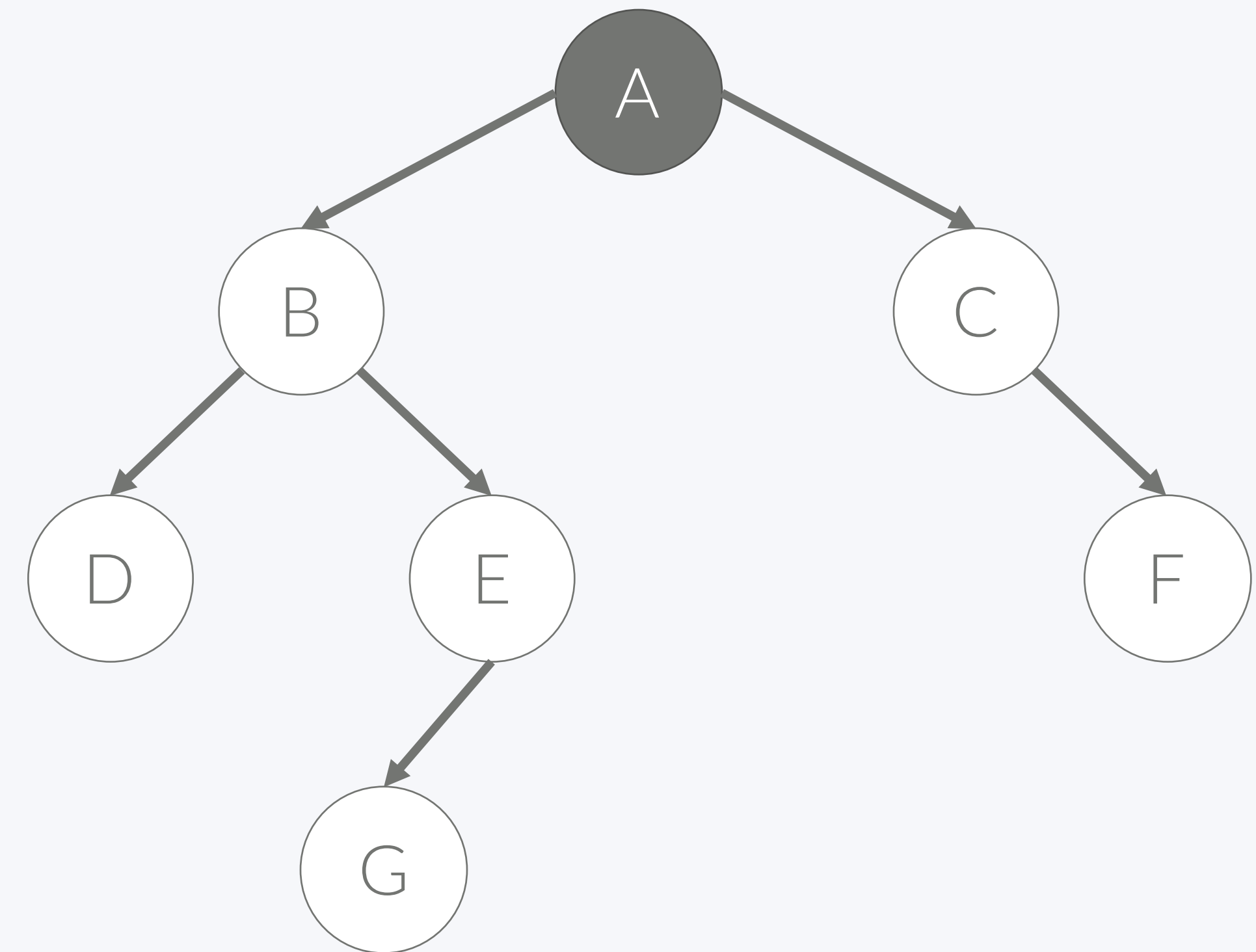
- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- 노드 방문
- 오른쪽 자식 인오더



# 인오더

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- **노드 방문**
  - A
- 오른쪽 자식 인오더

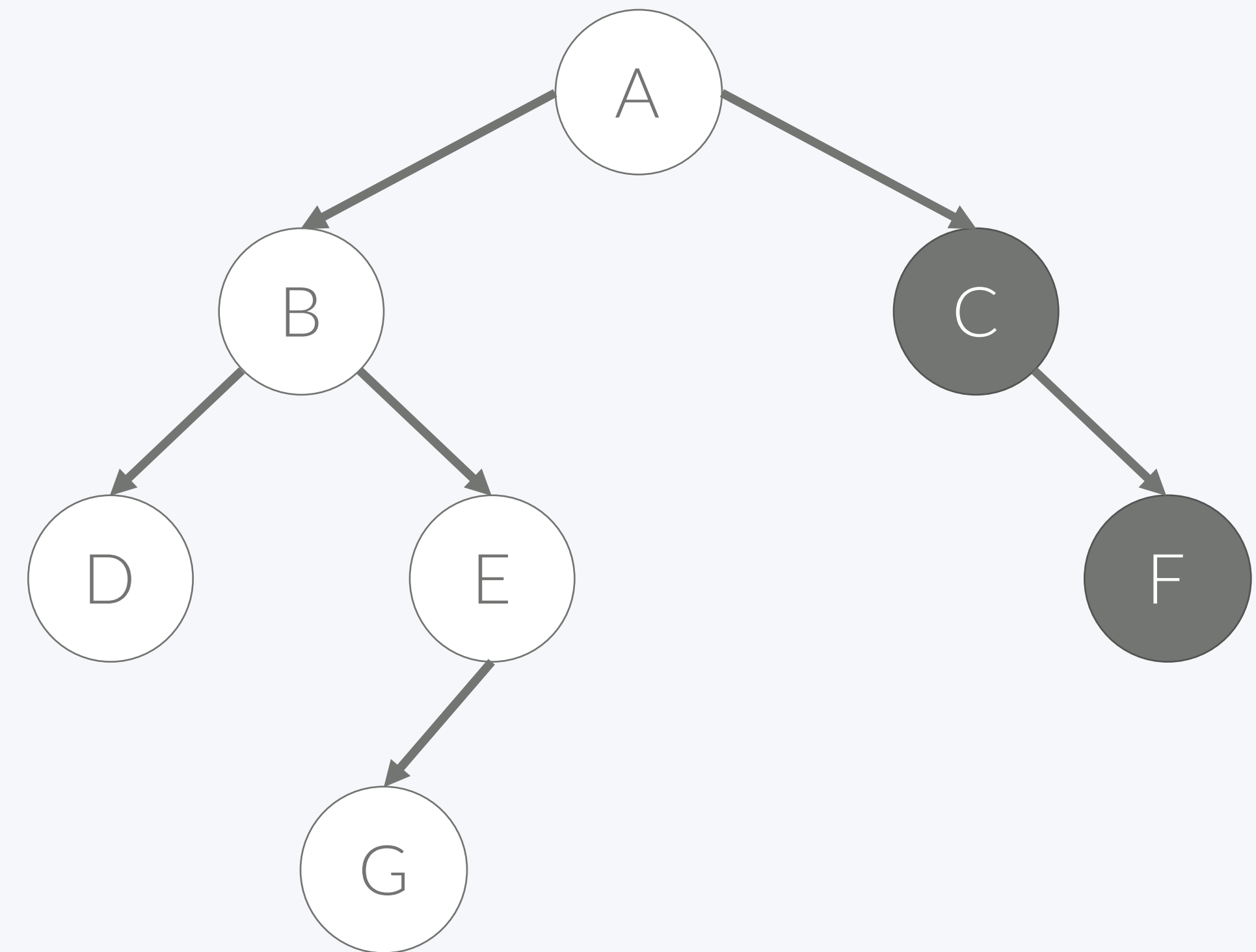




# 인오더

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
  - 오른쪽 자식 인오더

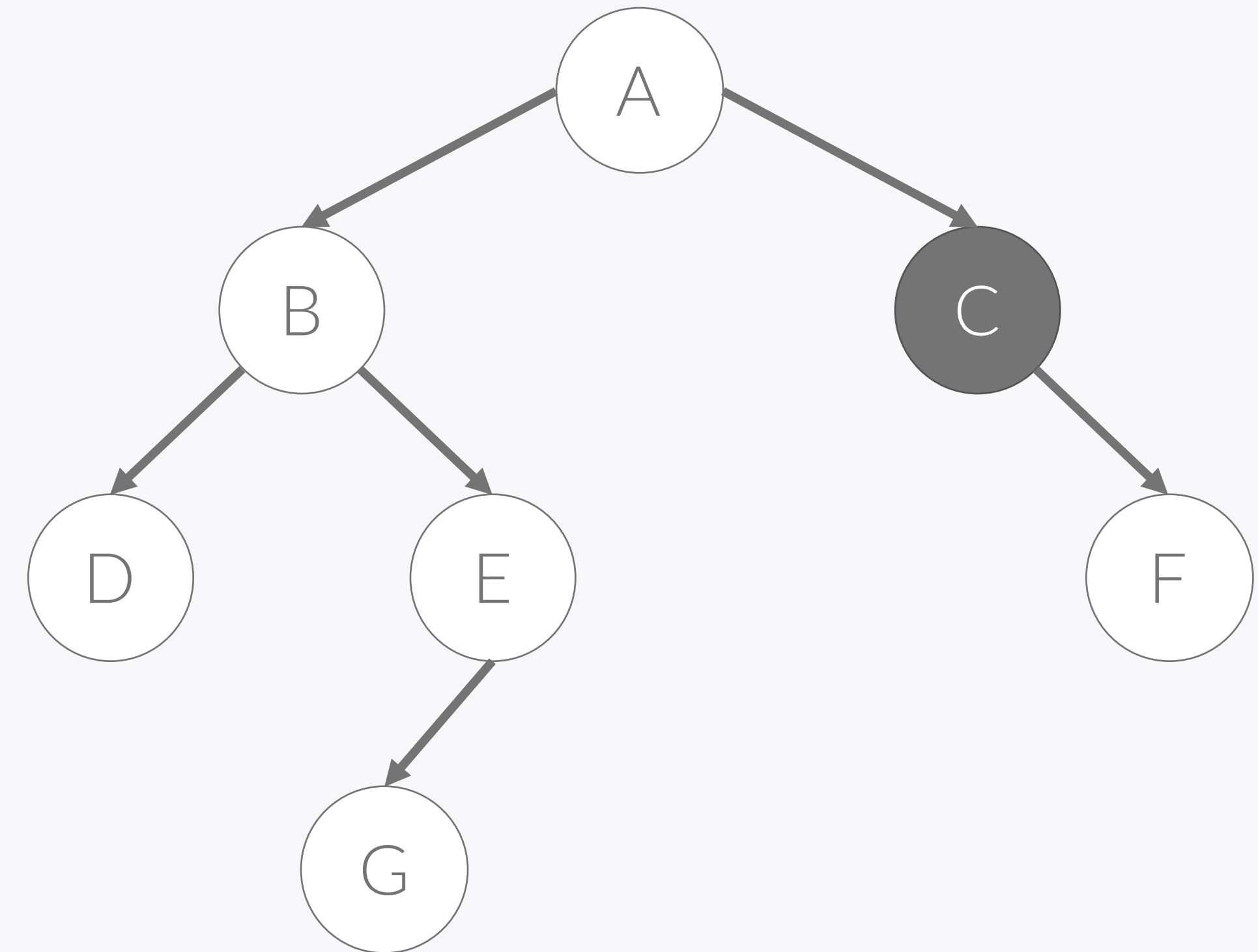


# 인오더

90

In-order

- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
    - C
  - 오른쪽 자식 인오더

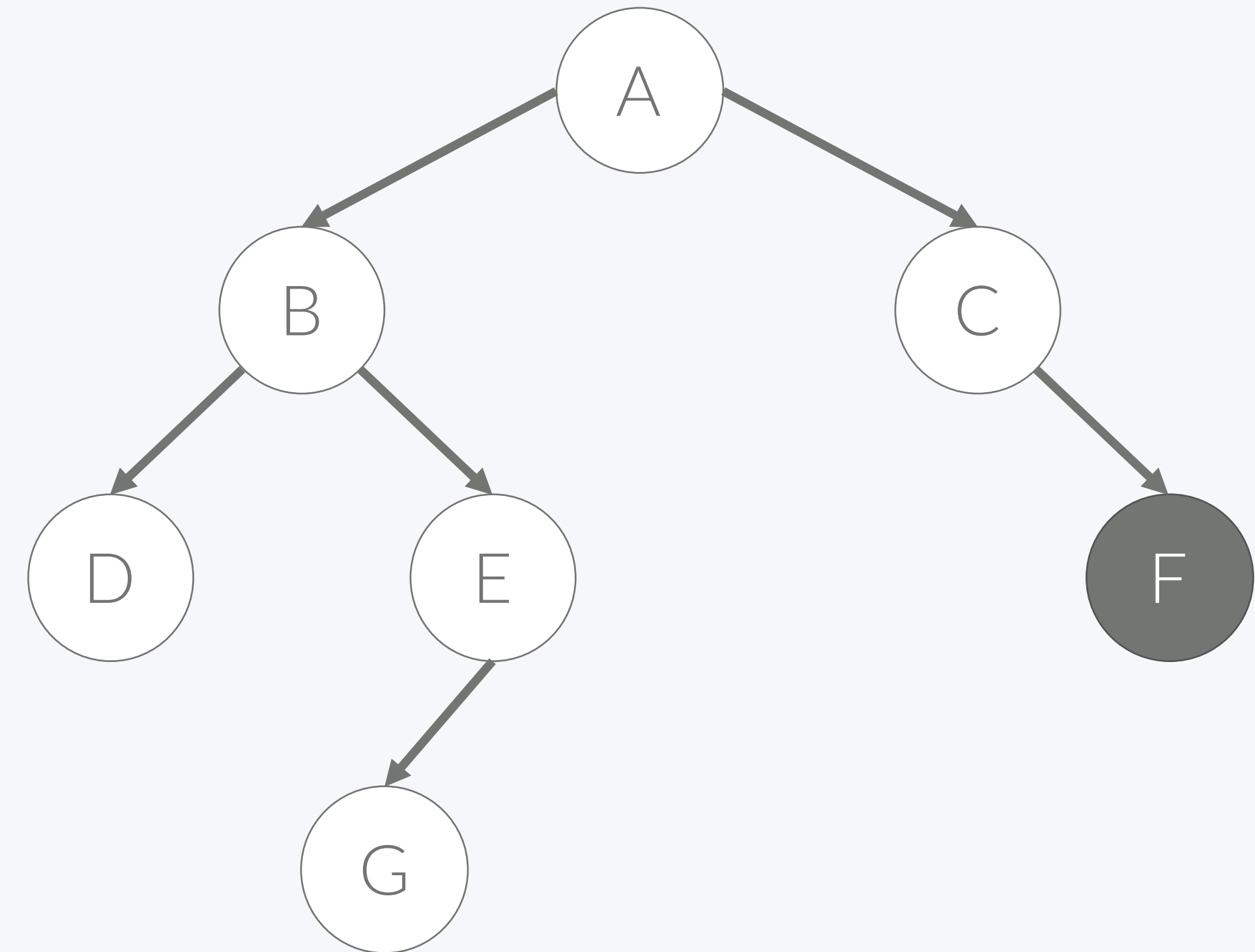


# 인오더

91

In-order

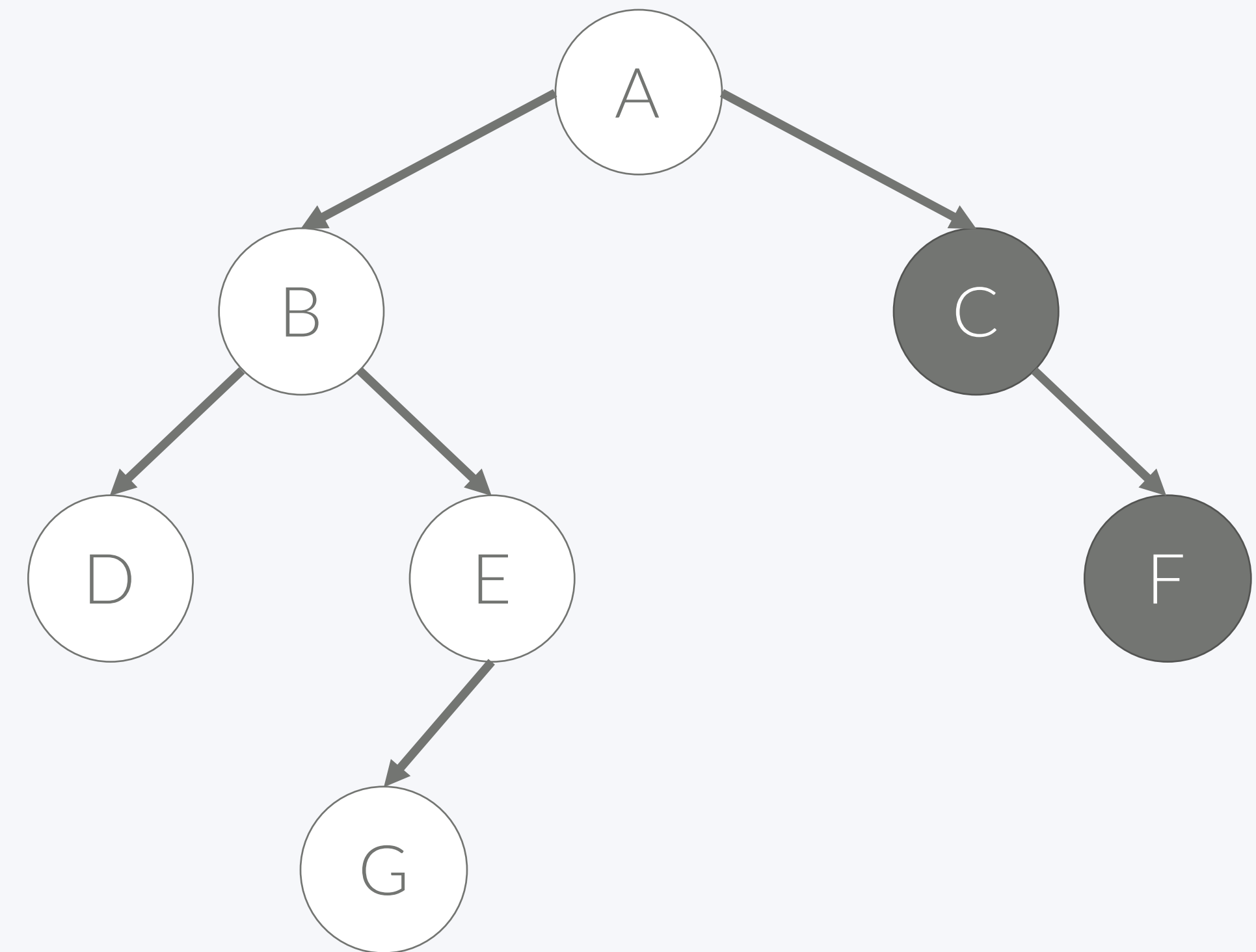
- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - 왼쪽 자식 인오더
  - 노드 방문
    - C
  - 오른쪽 자식 인오더
    - F



# 인오더

In-order

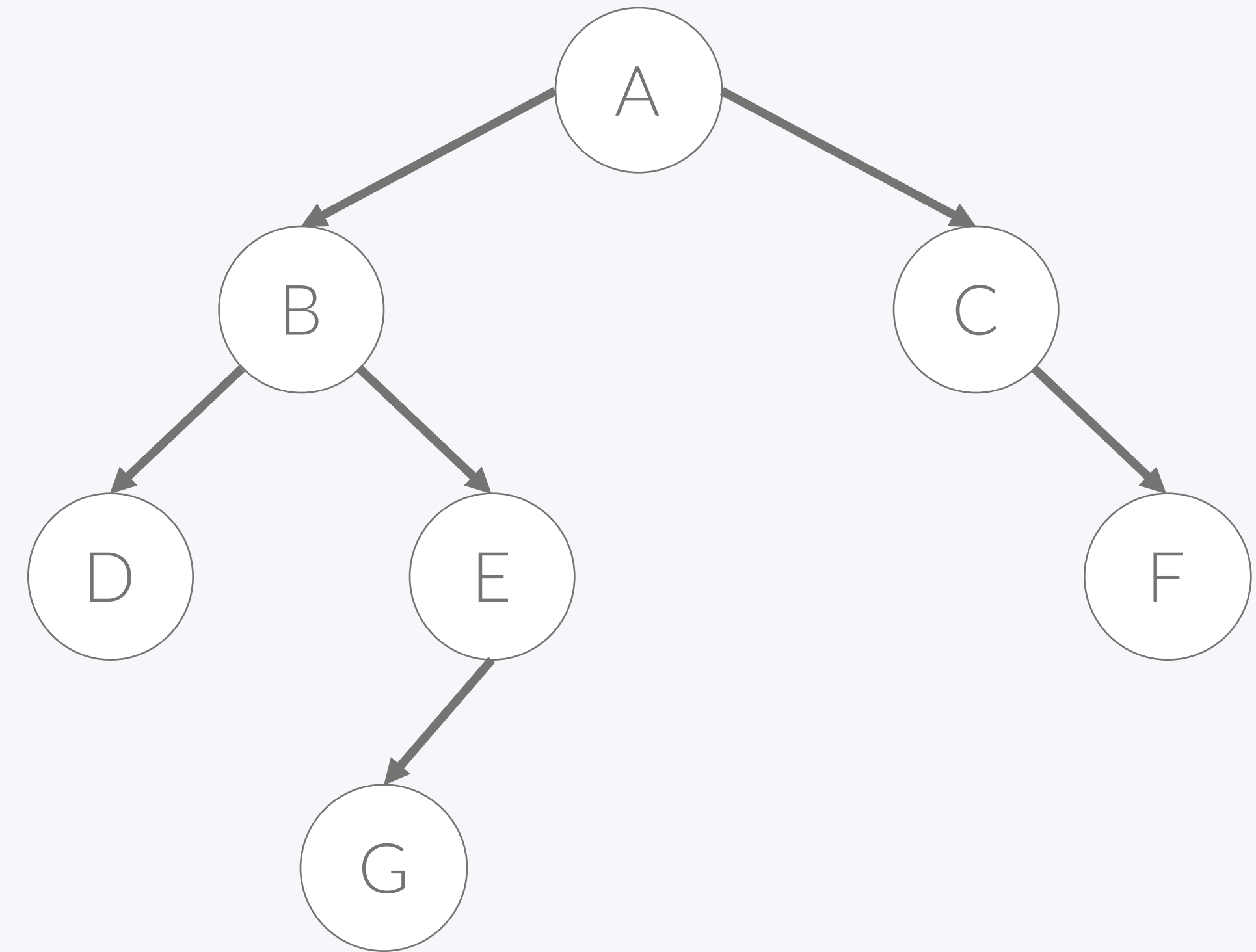
- 왼쪽 자식 인오더
  - DBGE
- 노드 방문
  - A
- 오른쪽 자식 인오더
  - CF



# 인오더

In-order

- DBGEACF

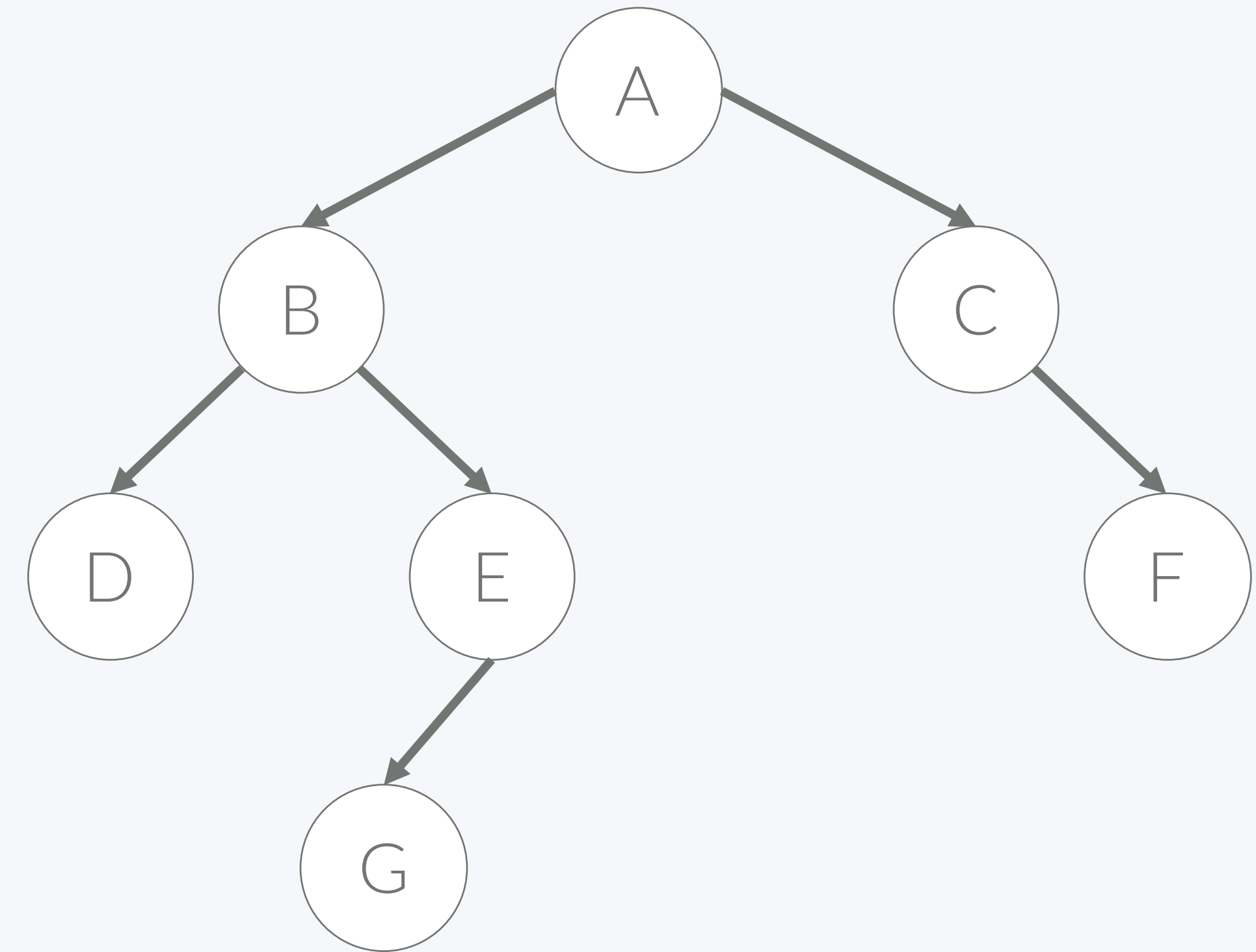


# 포스트오더

94

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

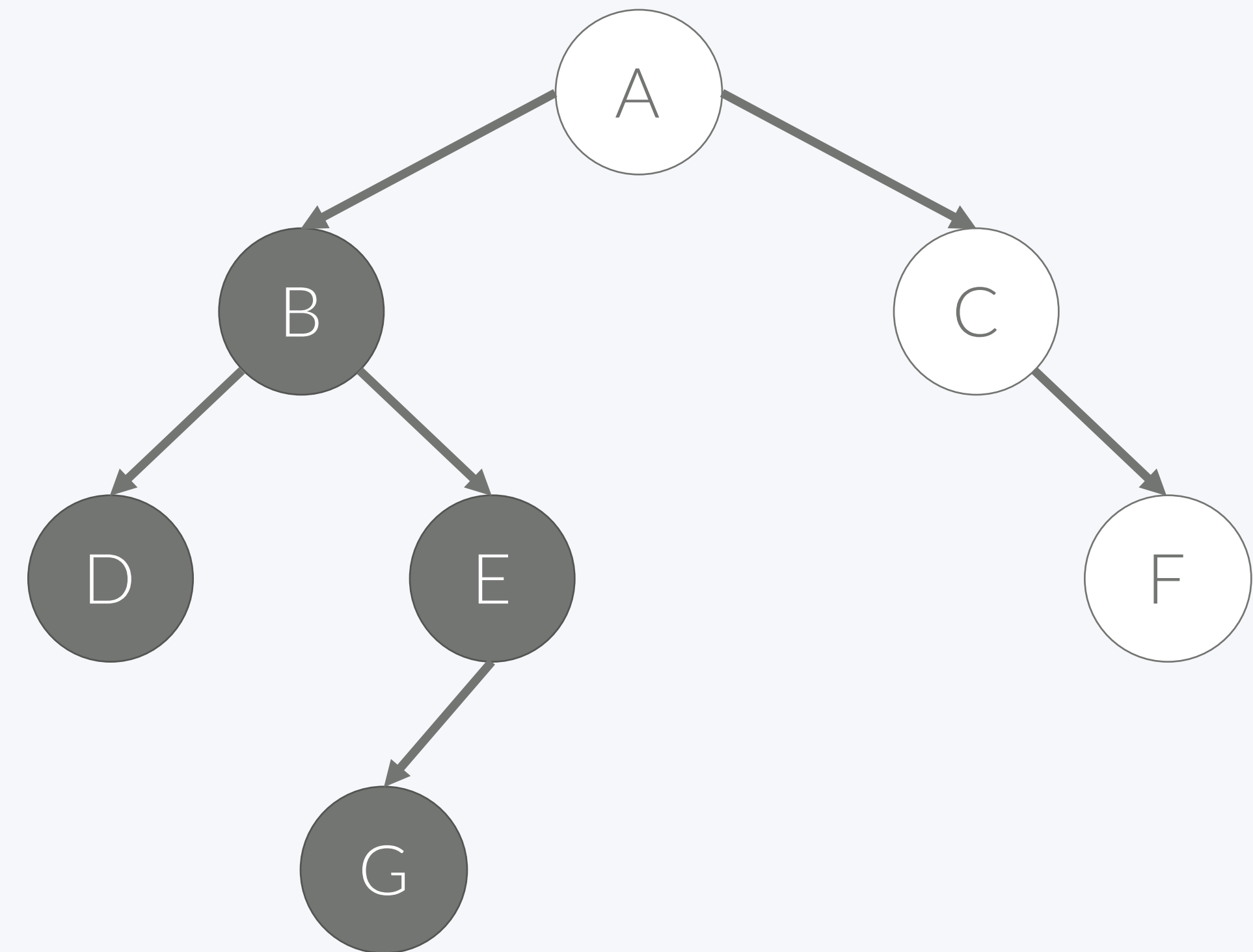


# 포스트오더

95

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

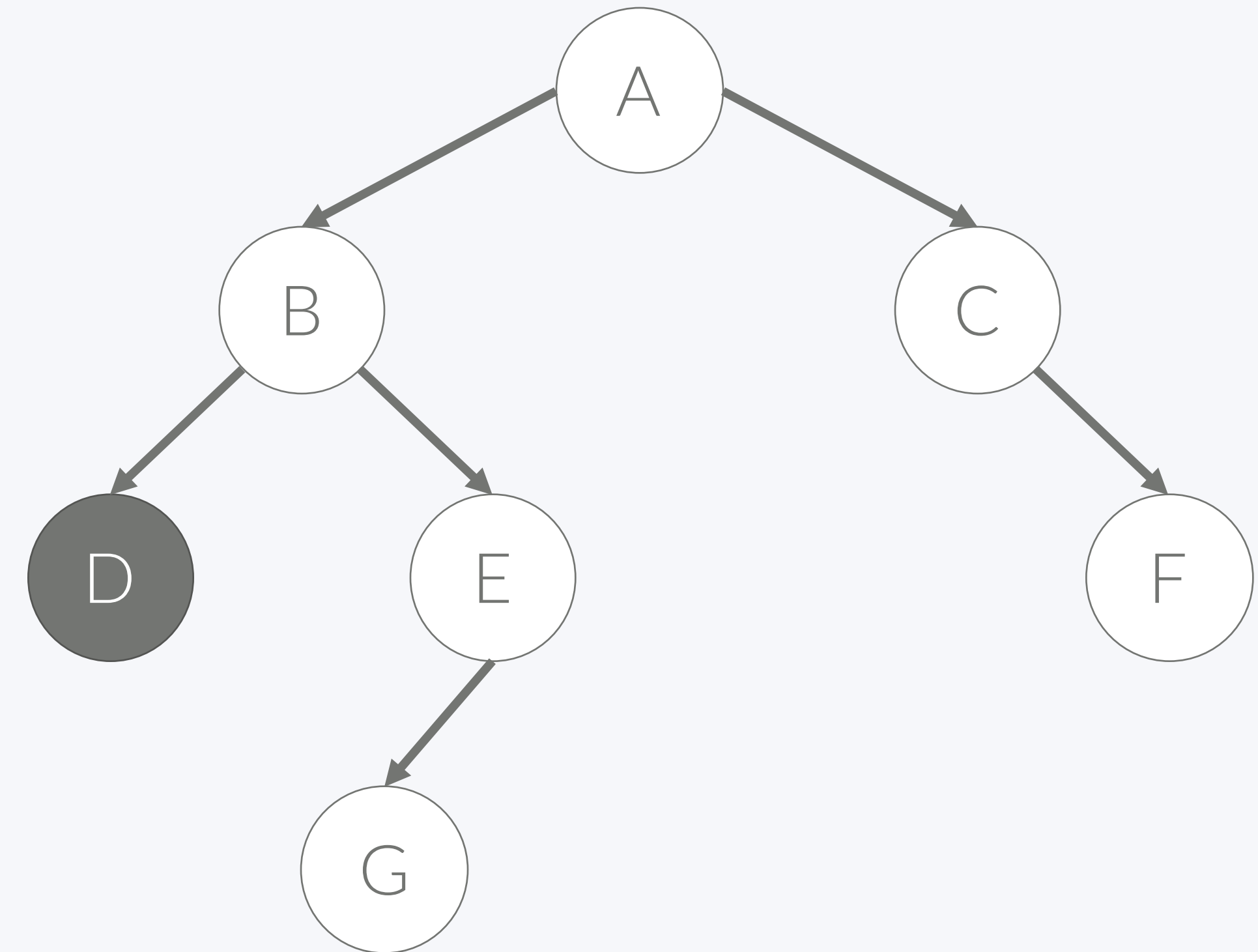


# 포스트오더

96

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문



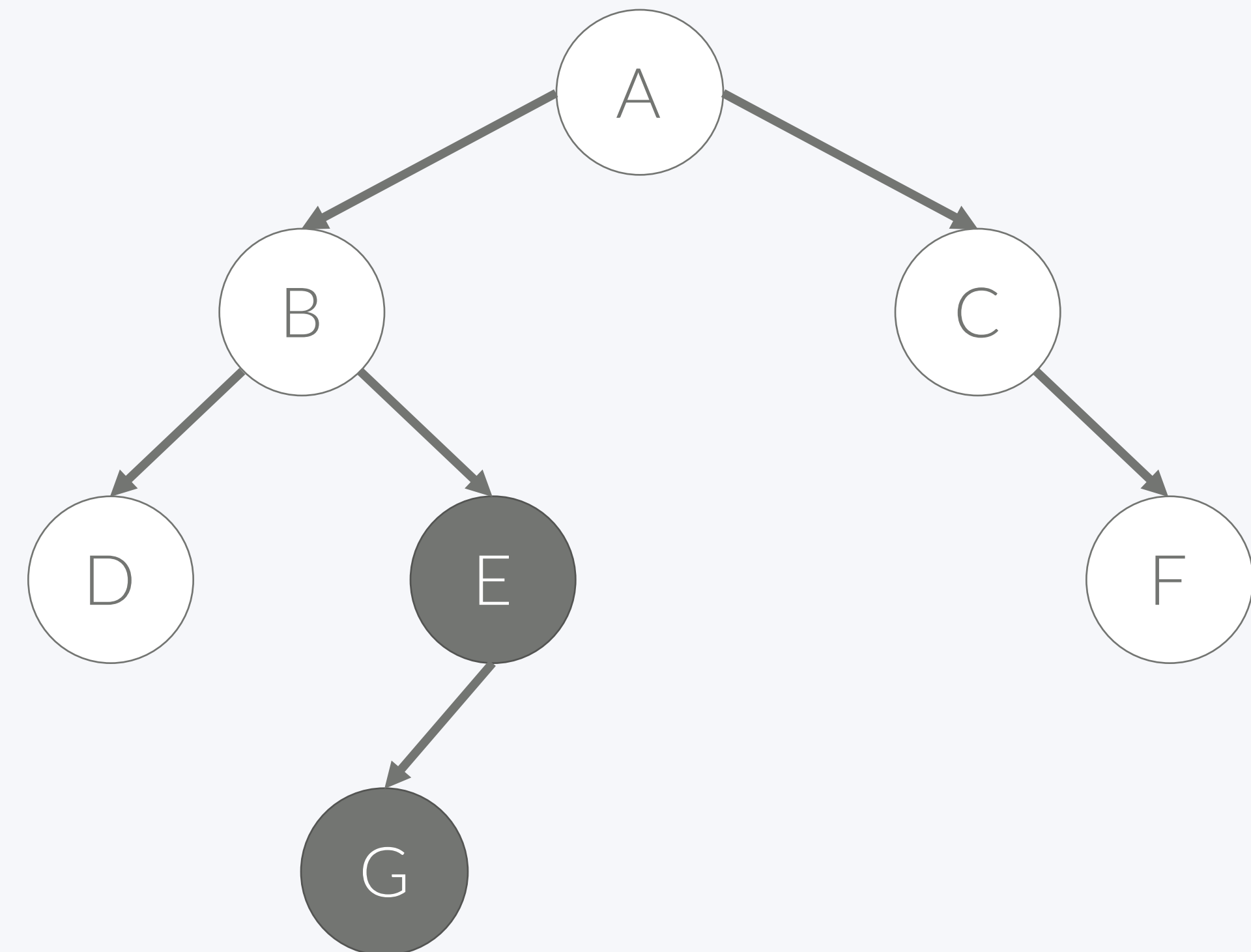


# 포스트오더

97

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
    - 왼쪽 자식 포스트오더
      - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - 왼쪽 자식 포스트오더
    - 오른쪽 자식 포스트오더
    - 노등 방문
  - 노드 방문
- 
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문

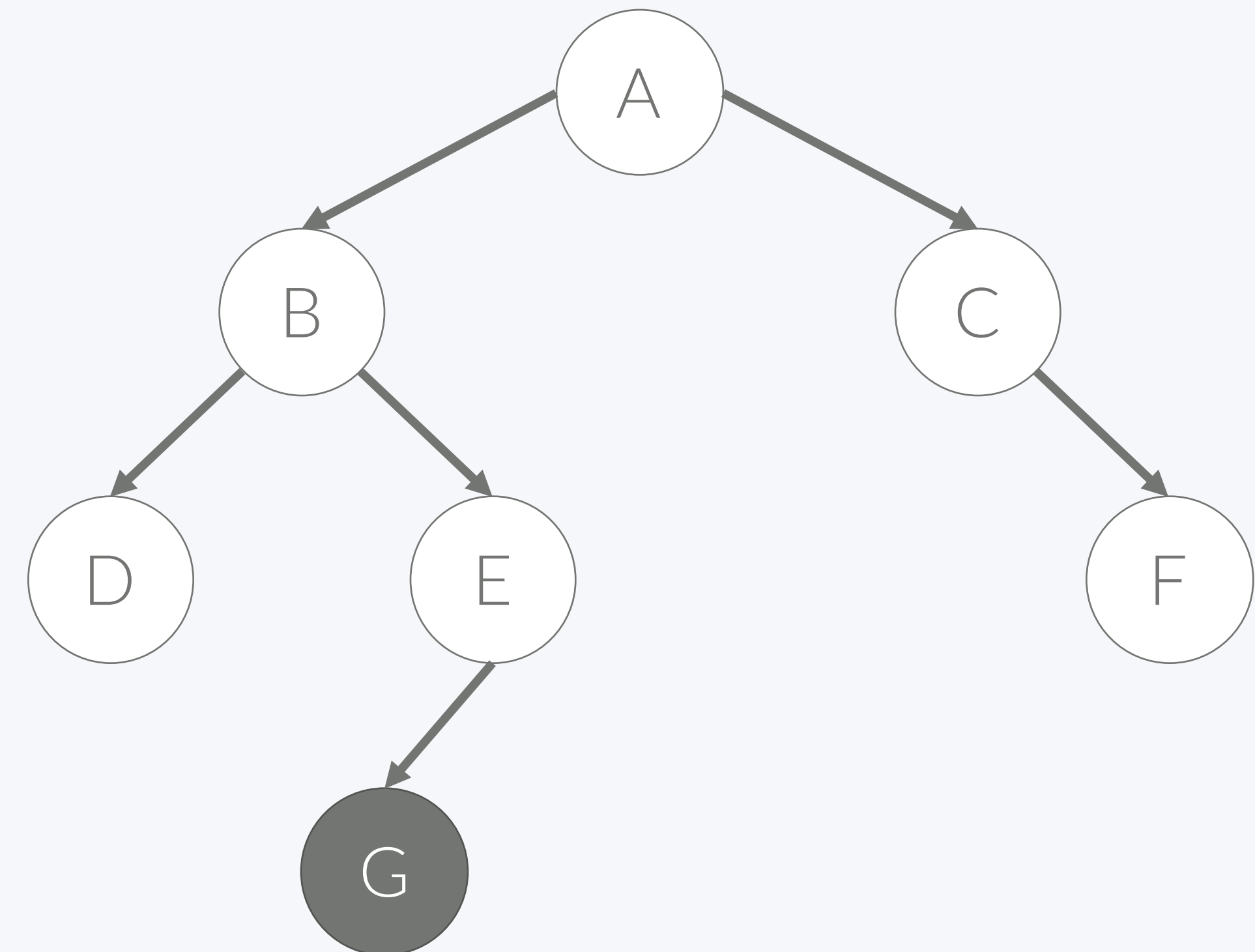


# 포스트오더

98

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
    - 왼쪽 자식 포스트오더
      - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - 왼쪽 자식 포스트오더
      - G
    - 오른쪽 자식 포스트오더
    - 노등 방문
  - 노드 방문
- 
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문



# 포스트오더

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더

- 왼쪽 자식 포스트오더

- D

- 오른쪽 자식 포스트오더

- 왼쪽 자식 포스트오더

- G

- 오른쪽 자식 포스트오더

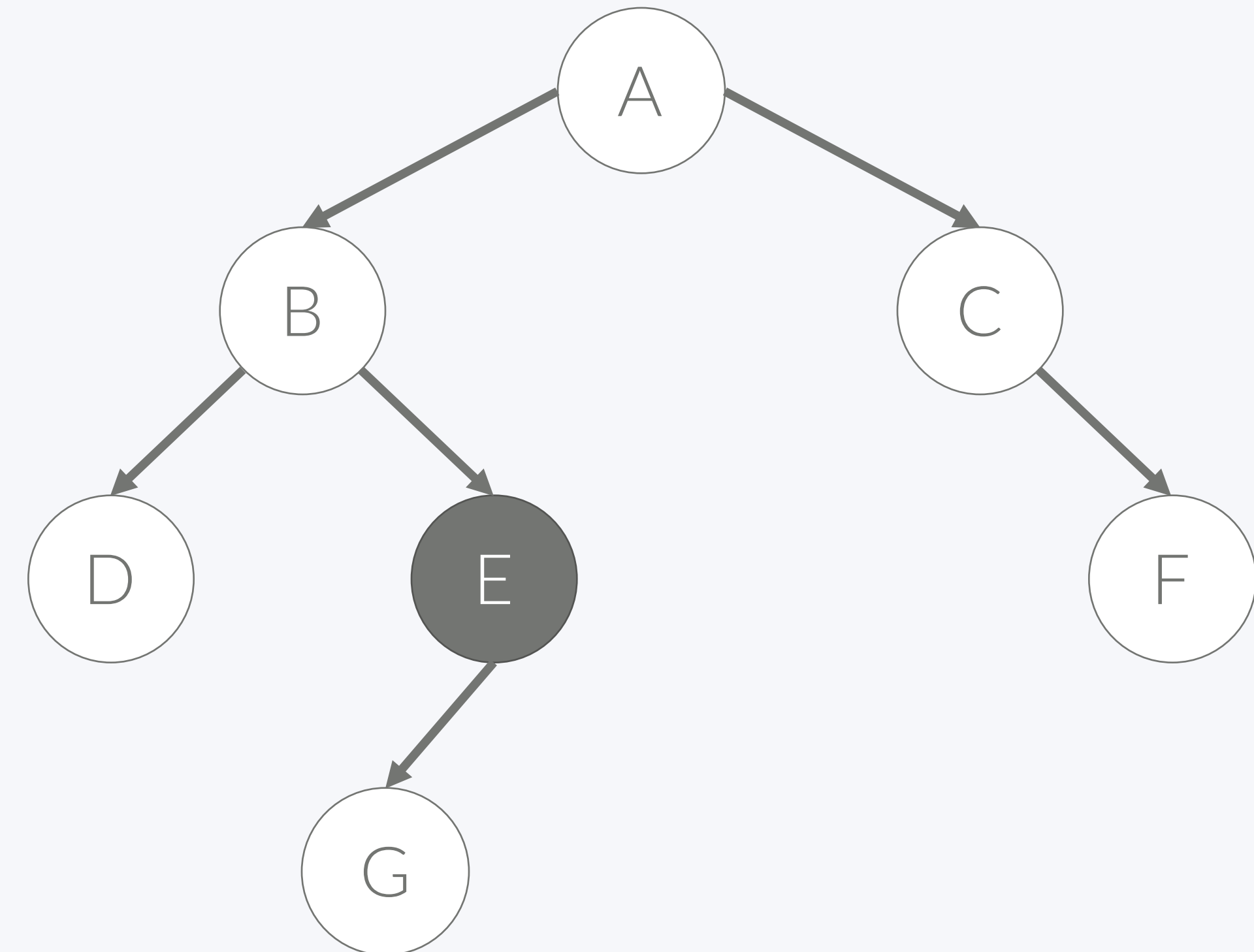
- 노드 방문

- E

- 노드 방문

- 오른쪽 자식 포스트오더

- 노드 방문

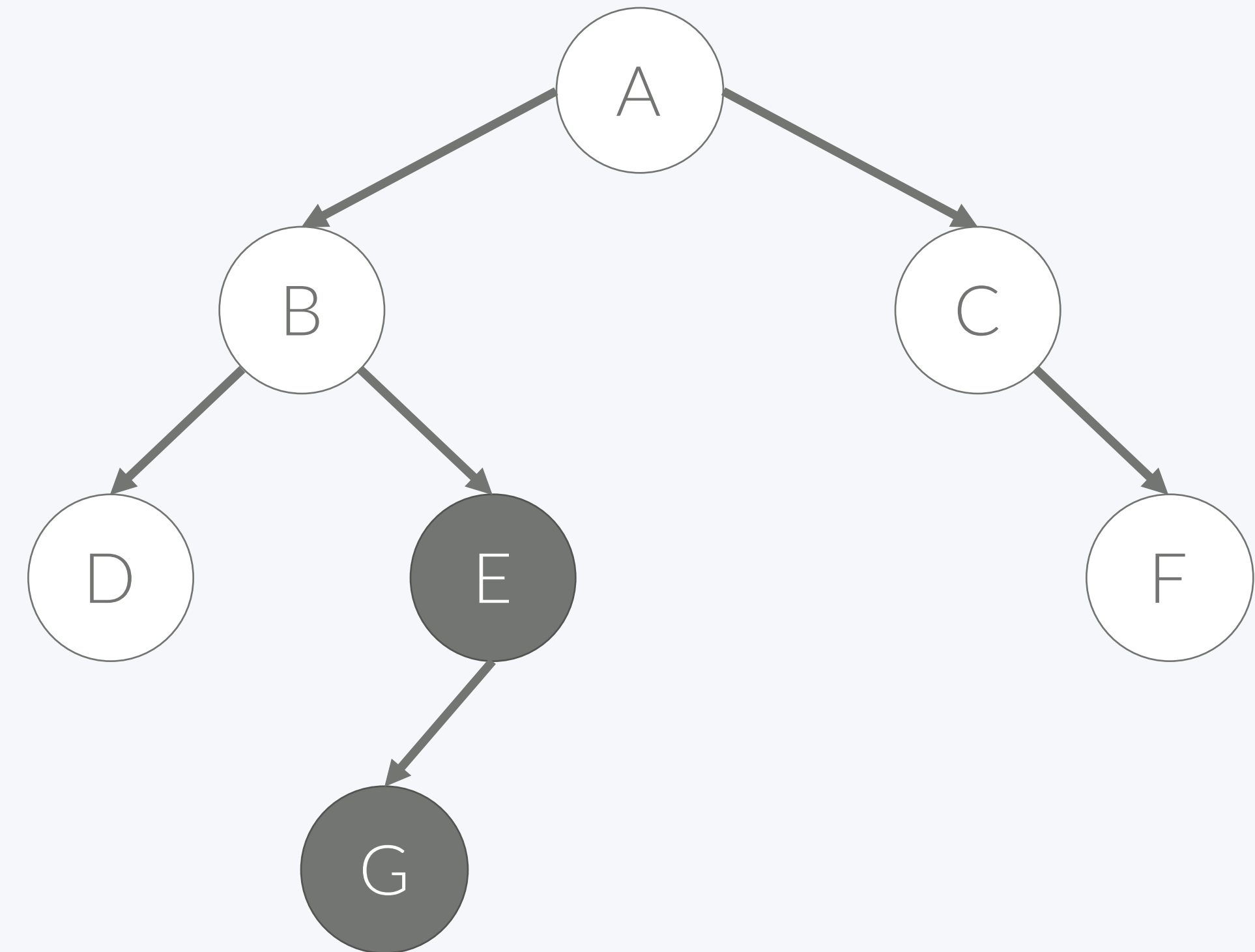


# 포스트오더

100

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - GE
  - 노드 방문
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

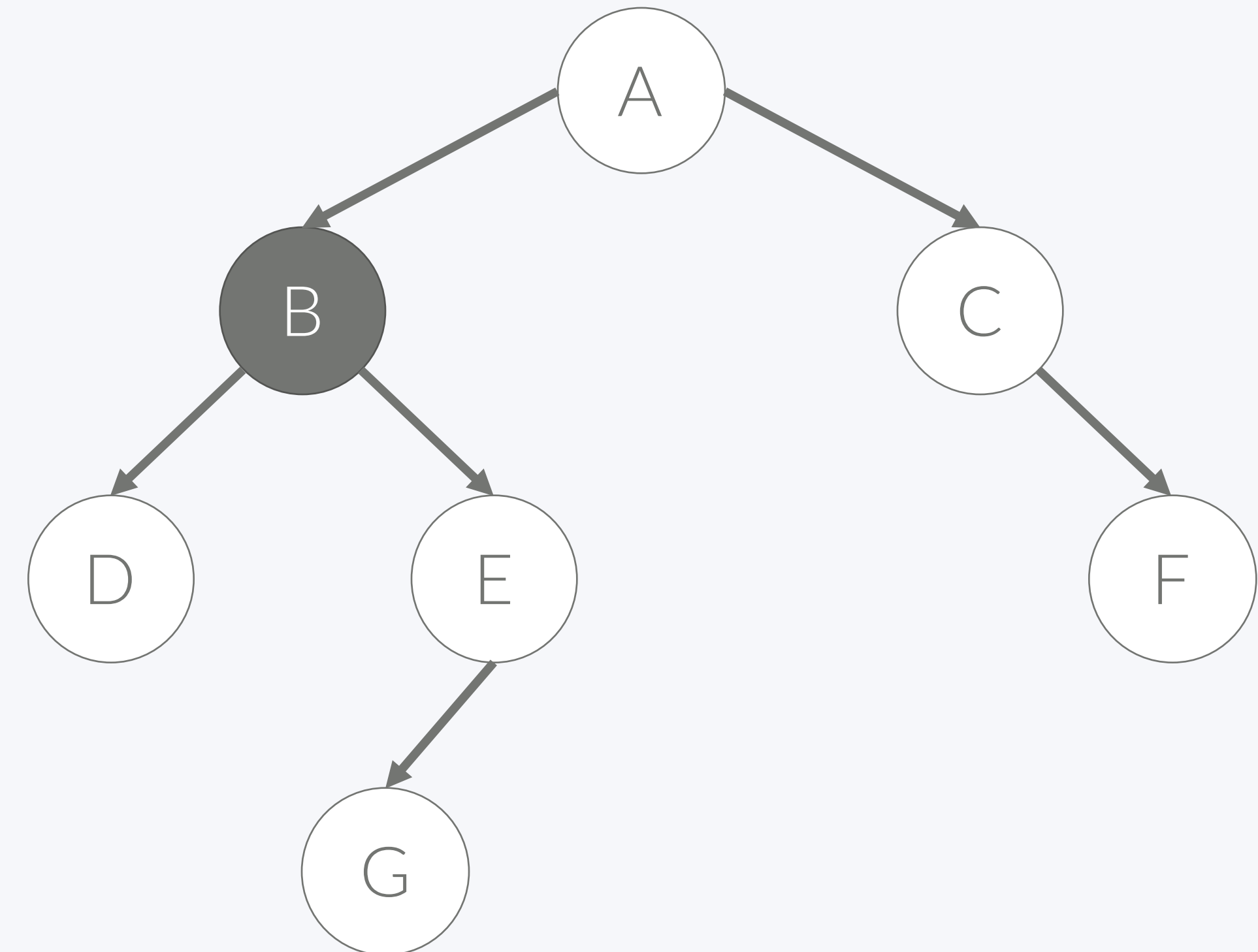


# 포스트오더

101

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
    - D
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - GE
  - 노드 방문
    - B
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

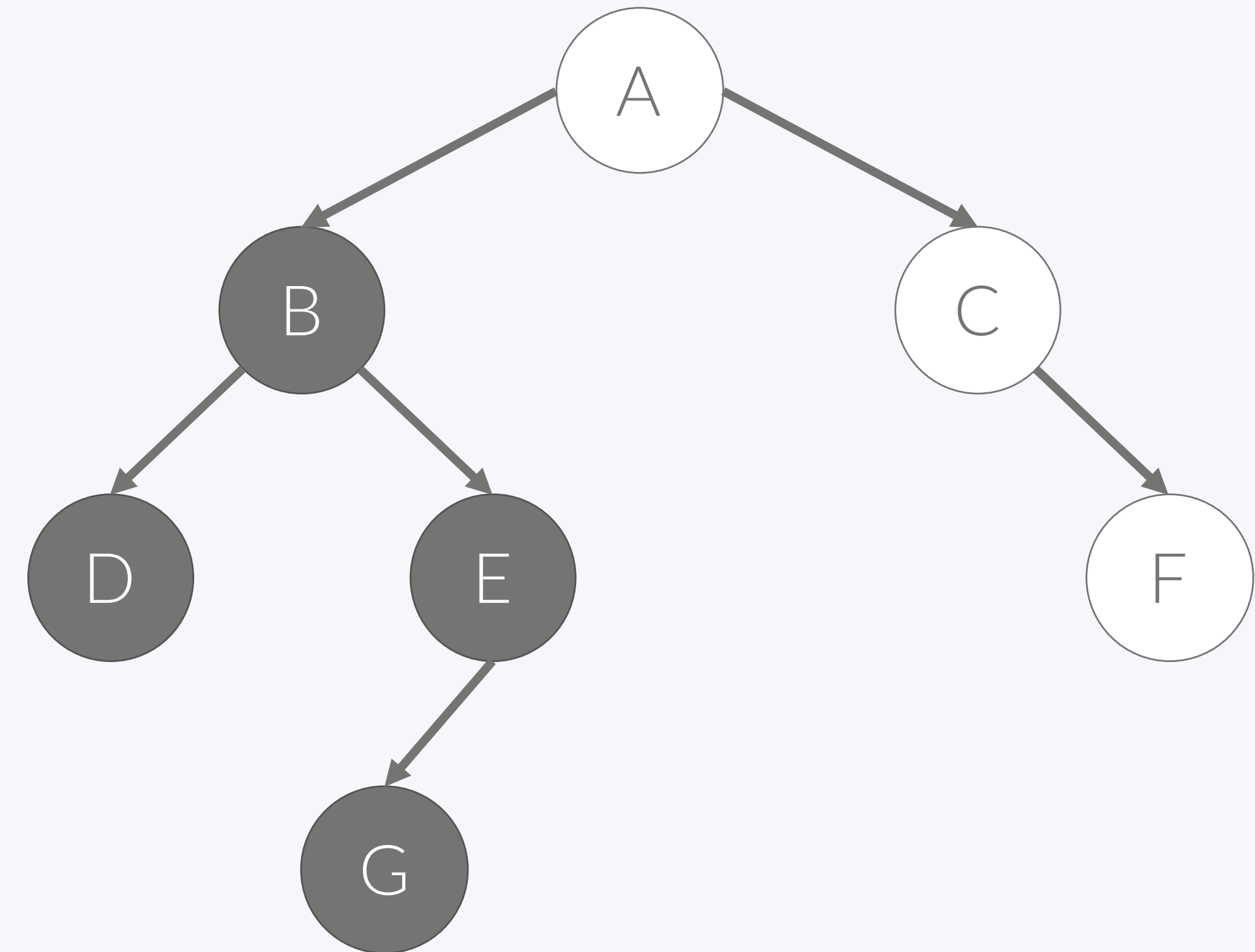


# 포스트오더

102

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
- 노드 방문

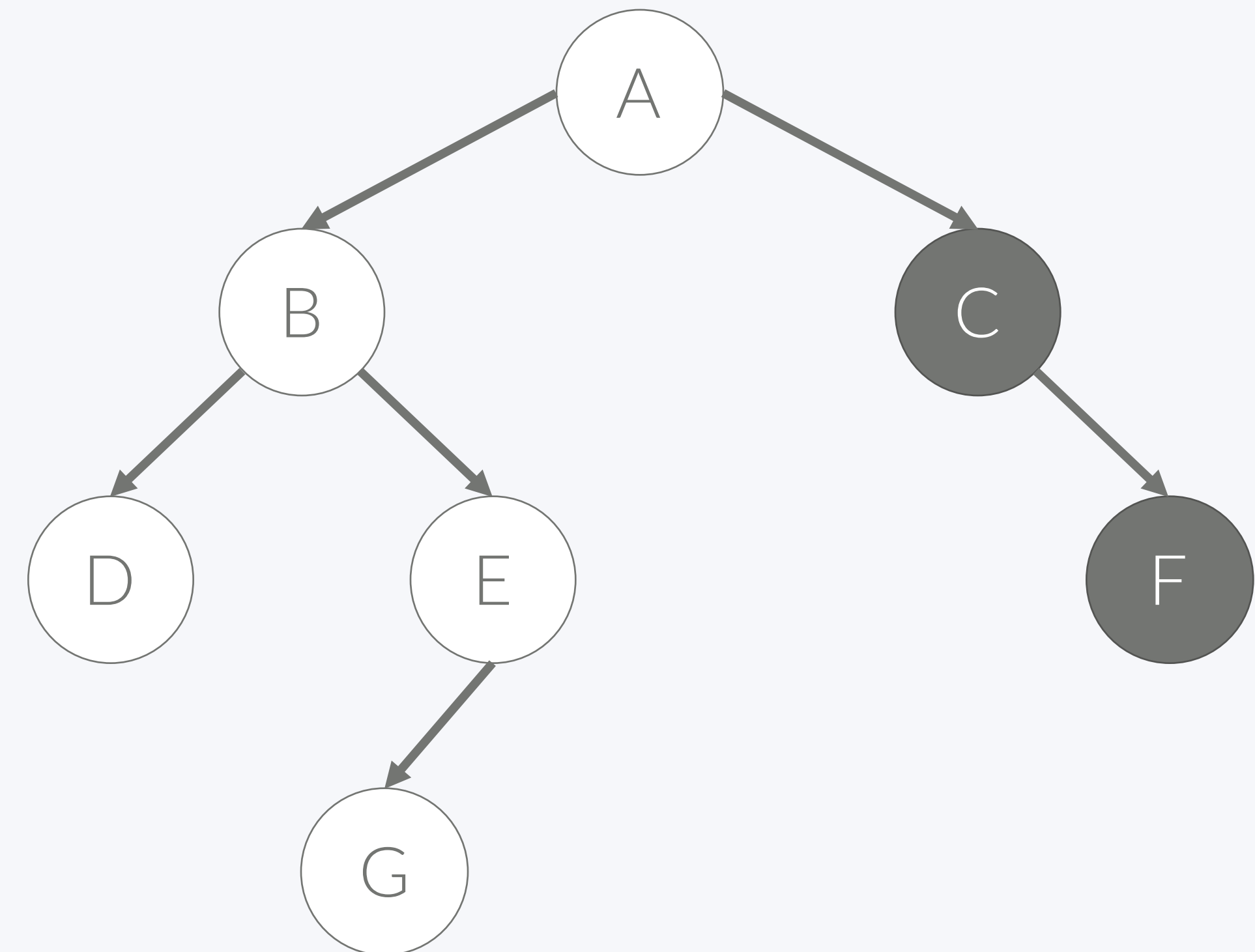


# 포스트오더

103

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- **오른쪽 자식 포스트오더**
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
  - 노드 방문
- 노드 방문

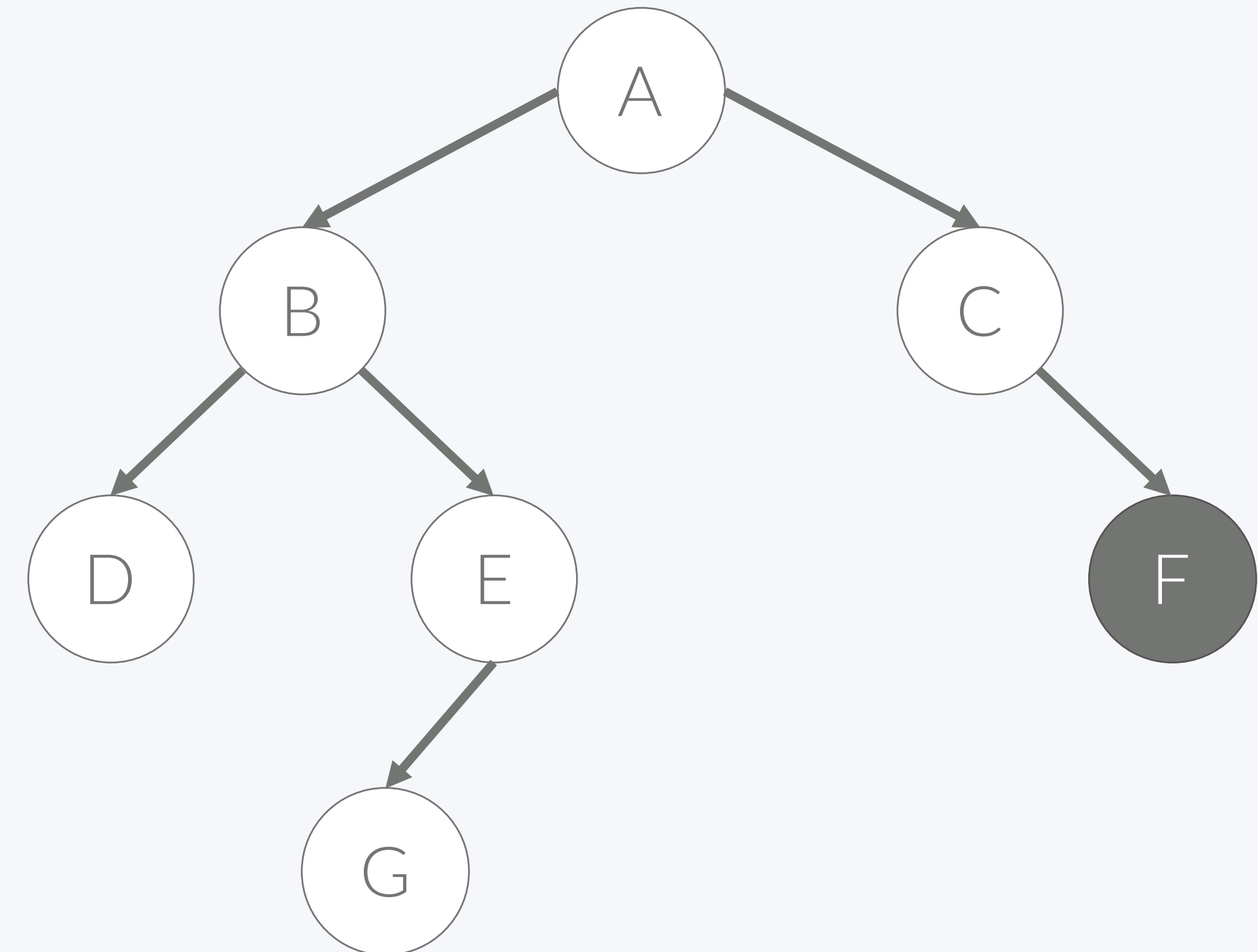


# 포스트오더

104

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - F
  - 노드 방문
- 노드 방문



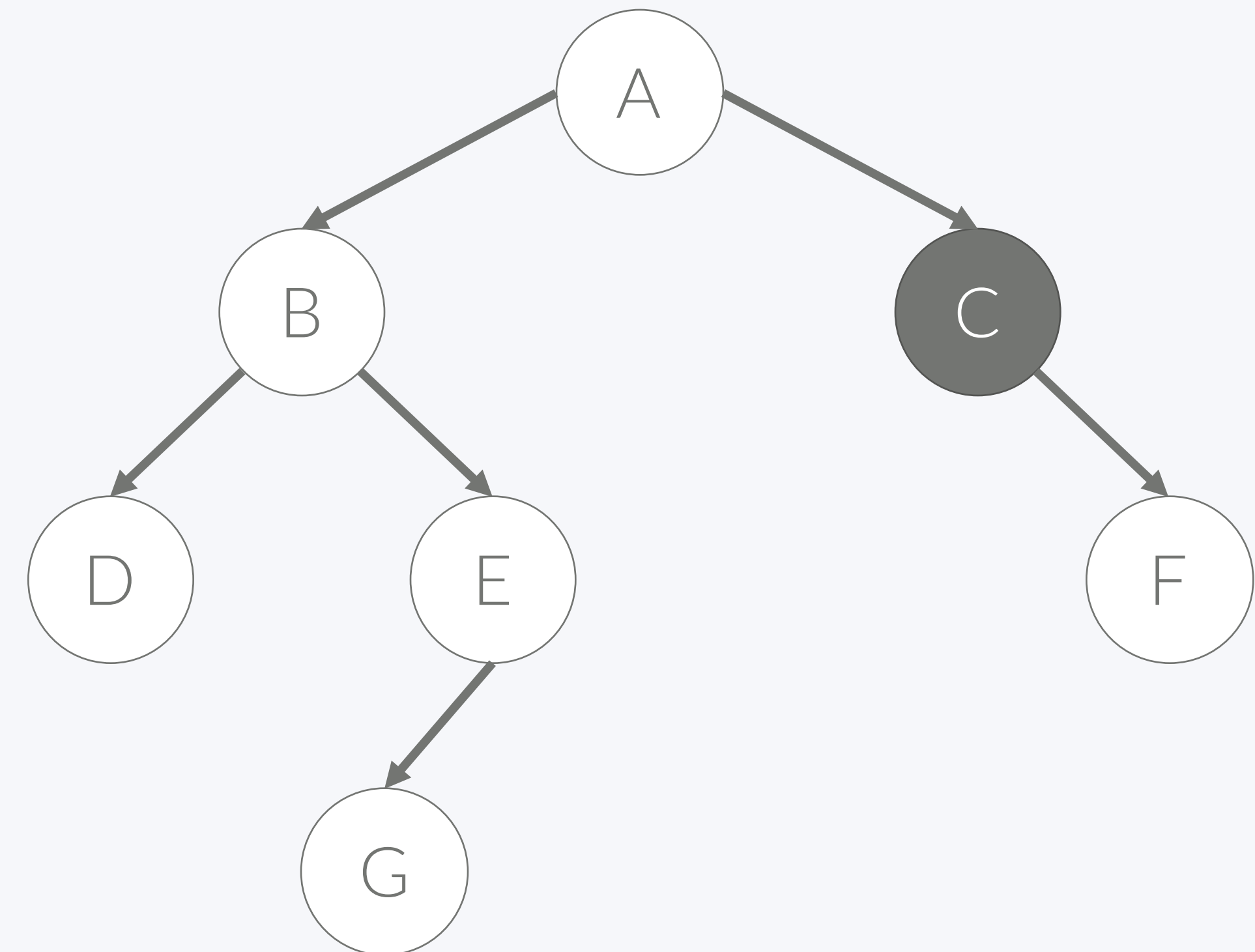


# 포스트오더

105

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - 왼쪽 자식 포스트오더
  - 오른쪽 자식 포스트오더
    - F
  - 노드 방문
    - C
- 노드 방문

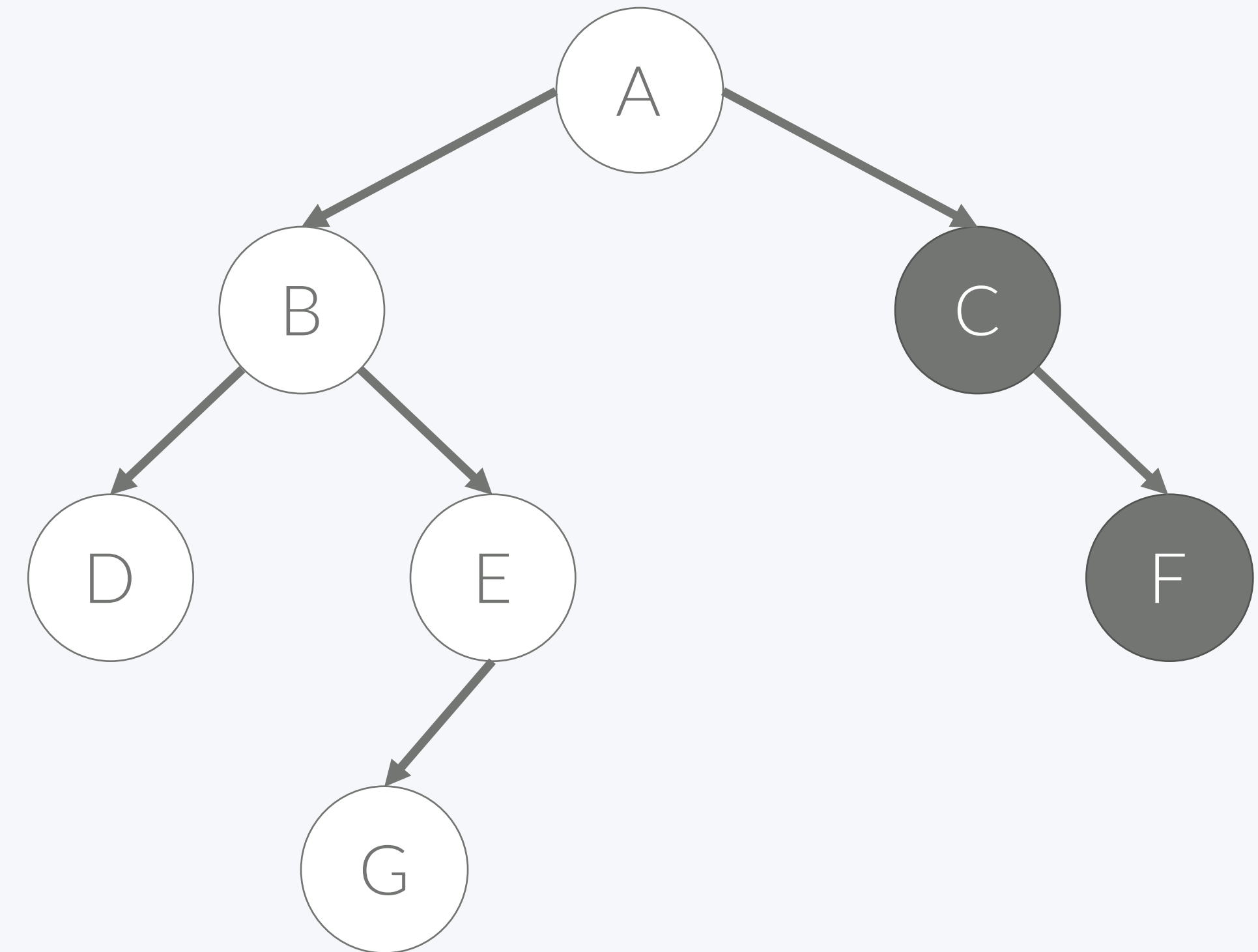


# 포스트오더

106

Post-order

- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - FC
- 노드 방문

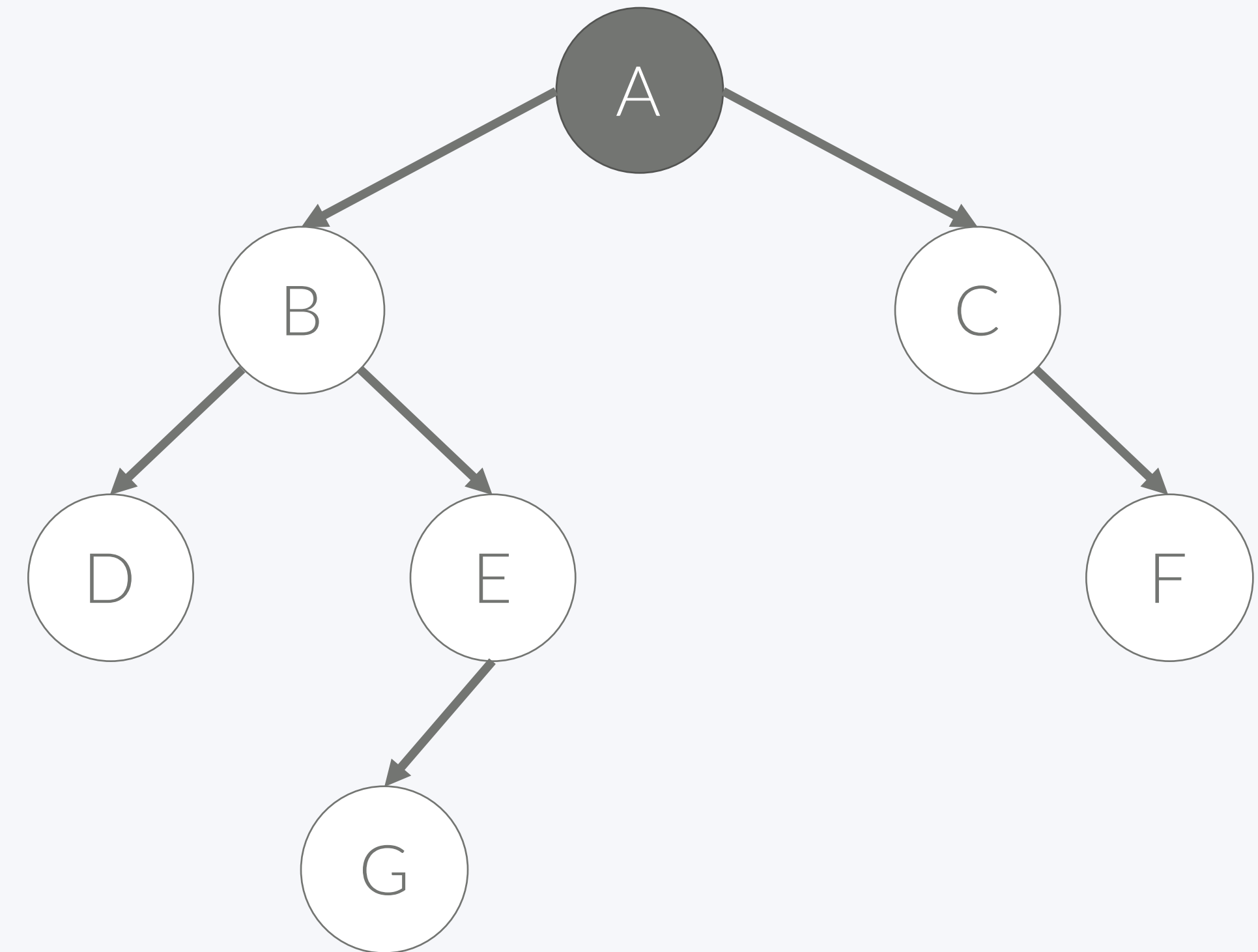


# 포스트오더

107

Post-order

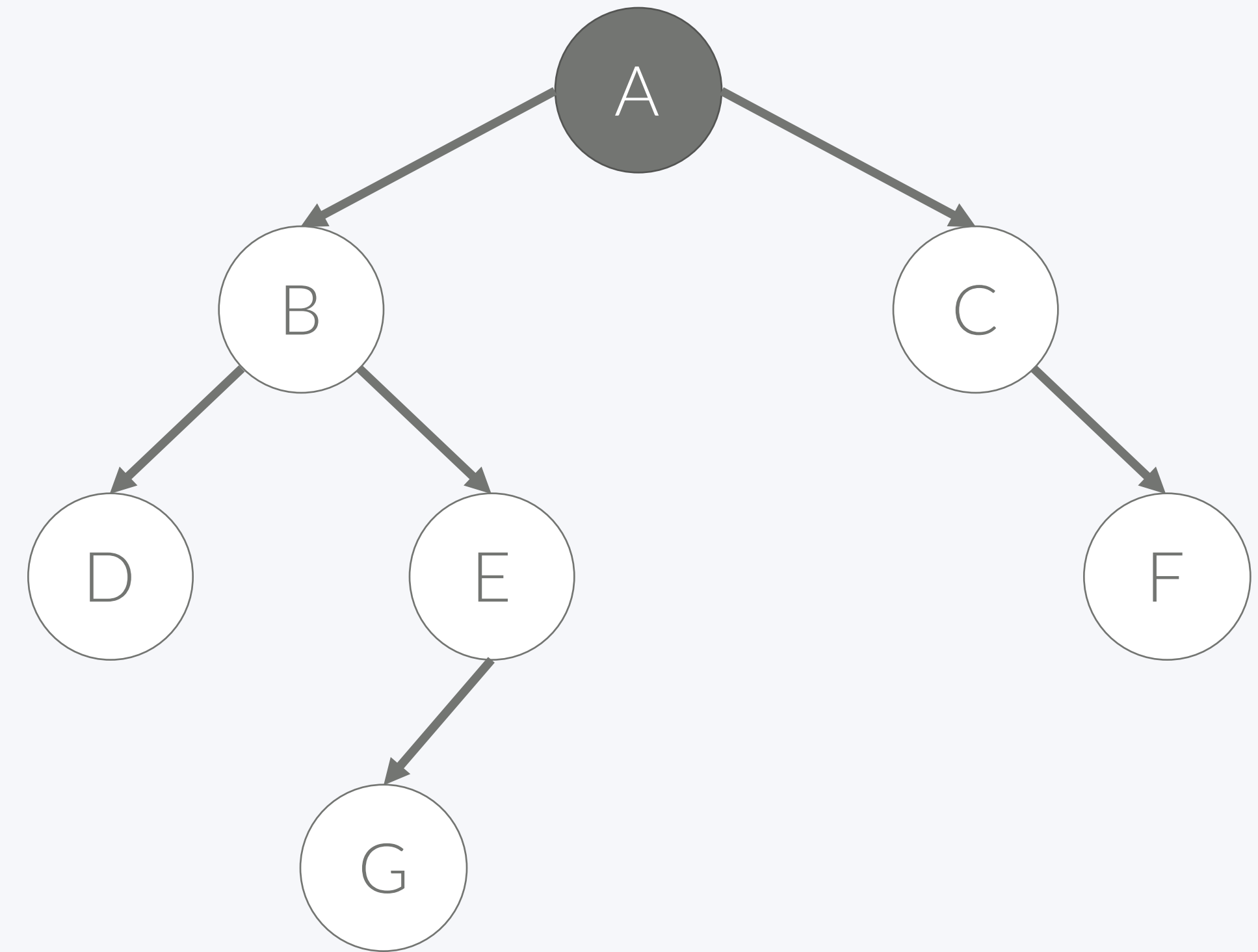
- 왼쪽 자식 포스트오더
  - DGEB
- 오른쪽 자식 포스트오더
  - FC
- 노드 방문
  - A



# 포스트오더

Post-order

- DGEBFCA



# 트리 순회

109

<https://www.acmicpc.net/problem/1991>

- 이진 트리의 프리오더, 인오더, 포스트오더 순서를 출력하는 문제

# 트리 순회

110

<https://www.acmicpc.net/problem/1991>

- C++: <https://gist.github.com/Baekjoon/bcca75d6bde538e0be3a>
- Java: <https://gist.github.com/Baekjoon/a0fbbde7274d2c125fcd>

# 트리의 탐색

---

# 트리의 탐색

## BFS

- 트리의 탐색은 DFS/BFS 알고리즘을 이용해서 할 수 있다.
- 트리는 사이클이 없는 그래프이기 때문에
- 임의의 두 정점 사이의 경로는 1개이다.
- 따라서, BFS 알고리즘을 이용해서 최단 거리를 구할 수 있다.
- 이유: 경로가 1개라 찾은 그 경로가 최단 경로



# 트리의 부모 찾기

<https://www.acmicpc.net/problem/11725>

- 그래프로 트리를 입력받고
  - 루트를 1이라고 정했을 때
  - 각 노드의 부모를 찾는 문제
- 
- BFS 탐색으로 해결할 수 있다.

# 트리의 부모 찾기

<https://www.acmicpc.net/problem/11725>

```
queue<int> q;
depth[1] = 0; check[1] = true; parent[1] = 0; q.push(1);
while (!q.empty()) {
    int x = q.front(); q.pop();
    for (int y : a[x]) {
        if (!check[y]) {
            depth[y] = depth[x] + 1;
            check[y] = true;
            parent[y] = x;
            q.push(y);
        }
    }
}
```

# 트리의 부모 찾기

<https://www.acmicpc.net/problem/11725>

- C++: <https://gist.github.com/Baekjoon/f952d0f8fc8339ae0978>
- Java: <https://gist.github.com/Baekjoon/39384d6e37fd6af760bcb34019a8c082>

# 트리의 지름

---

# 트리의 지름

Diameter

- 트리에 존재하는 모든 경로 중에서 가장 긴 것의 길이를 트리의 지름이라고 한다
- 트리의 지름은 탐색 2번으로 구할 수 있다.
  1. 루트에서 모든 정점까지의 거리를 구한다. 이 때, 가장 먼 거리였던 정점을 A라고 한다.
  2. A를 루트라고 하고 모든 정점까지의 거리를 구한다. 이 때 구한 가장 먼 거리가 지름이다.

# 트리의 지름

118

<https://www.acmicpc.net/problem/1167>

- 트리의 지름을 구하는 문제

# 트리의 지름

<https://www.acmicpc.net/problem/1167>

- C++: <https://gist.github.com/Baekjoon/b59d721faa5029700adc>
- Java: <https://gist.github.com/Baekjoon/fd72ae15dfb03543b758>

# 트리의 지름

120

<https://www.acmicpc.net/problem/1967>

- 트리의 지름을 구하는 문제



# 트리의 지름

121

<https://www.acmicpc.net/problem/1967>

- C++: <https://gist.github.com/Baekjoon/f5c071f4a0637e002cdbb08555ae5c18>