

1 | 이진 트리 순회의 개념

1 | 이진 트리 순회의 개념

1 이진 트리 순회(traversal)의 개념

▶ 모든 원소를 빠트리거나 중복하지 않고 처리하는 연산

- 작업 D : 현재 노드를 방문하여 처리한다.
- 작업 L : 현재 노드의 왼쪽 서브 트리로 이동한다.
- 작업 R : 현재 노드의 오른쪽 서브 트리로 이동한다.

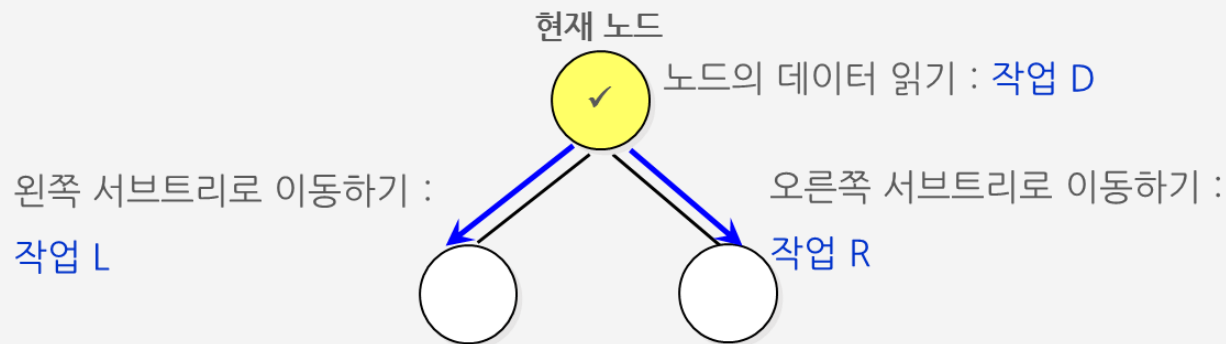
[이진 트리의 순회를 위한 세부 작업]

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

1 | 이진 트리 순회의 개념

1 이진 트리 순회(traversal)의 개념

▶ 모든 원소를 빠트리거나 중복하지 않고 처리하는 연산



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

1 이진 트리 순회

- ▶ 이진 트리가 순환적으로 정의되어 구성되어있으므로, 순회작업도 서브 트리에 대해서 순환적으로 반복하여 완성함
- ▶ 왼쪽 서브 트리에 대한 순회를 오른쪽 서브 트리 보다 먼저 수행함

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

1 이진 트리 순회

▶ 순회의 종류

- 전위 순회
- 중위 순회
- 후위 순회

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 전위 순회(Preorder Traversal)

▶ $D \rightarrow L \rightarrow R$ 순서로, 현재 노드를 방문하여 처리하는
작업 D를 가장 먼저 수행

- 1 작업 D : 현재 노드 n 을 처리한다.
- 2 작업 L : 현재 노드 n 의 왼쪽 서브 트리로 이동한다.
- 3 작업 R : 현재 노드 n 의 오른쪽 서브 트리로 이동한다.

[이진 트리의 전위 순회 작업 순서]

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 전위 순회(Preorder Traversal)

▶ $D \rightarrow L \rightarrow R$ 순서로, 현재 노드를 방문하여 처리하는
작업 D를 가장 먼저 수행

알고리즘 7-1 이진 트리의 전위 순회

```
preorder(T)
  if (T ≠ NULL) then {
    visit T.data;
    preorder(T.left);
    preorder(T.right);
  }
end preorder()
```

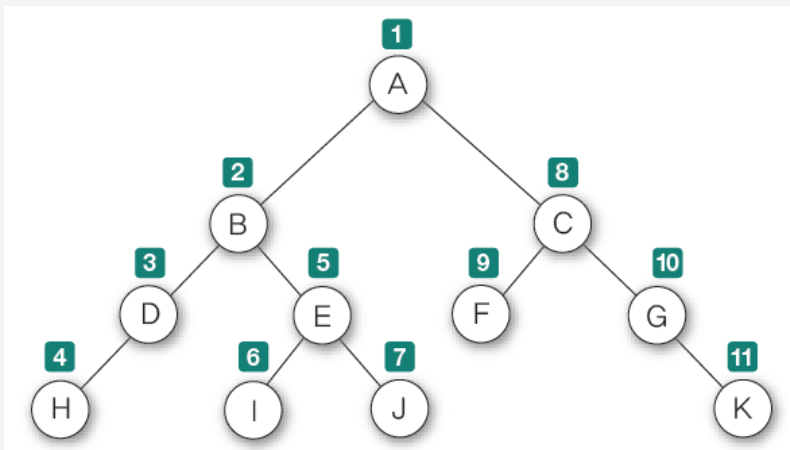
※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 전위 순회(Preorder Traversal)

▶ 전위 순회 경로

[이진 트리의 전위 순회 경로 : A-B-D-H-E-I-J-C-F-G-K]



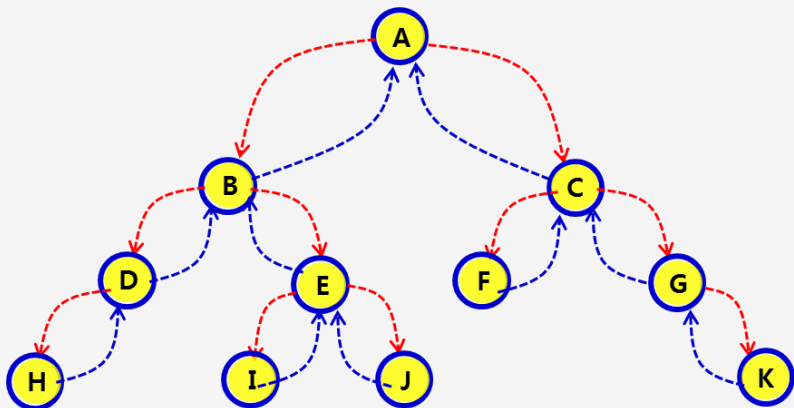
※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 전위 순회(Preorder Traversal)

▶ 전위 순회 과정

- 전위 순회 과정 >> A-B-D-H-E-I-J-C-F-G-K
- D → L → R 순서로 처리(먼저 root 부터 처리)



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

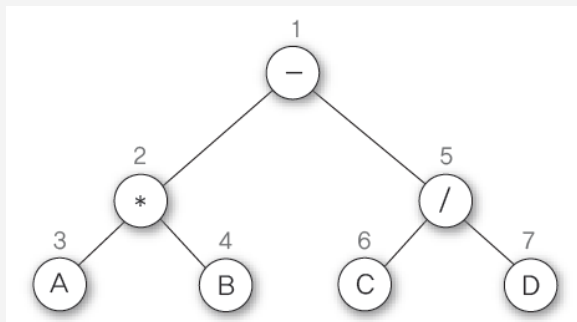
2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

2 전위 순회(Preorder Traversal)

▶ 전위 순회 예

- 수식 $A*B-C/D$ 를 이진 트리로 구성
 - ✓ 수식에 대한 이진 트리를 전위 순회하면, 전위 표기식을 구할 수 있음

[수식에 대한 이진 트리의
전위 순회 경로 : $-*AB/CD$]



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

3 중위 순회(Inorder Traversal)

▶ $L \rightarrow D \rightarrow R$ 순서로, 현재 노드를 방문하는 작업 D를 작업 L과 작업 R의 중간에 수행

- 1 작업 L : 현재 노드 n의 왼쪽 서브 트리로 이동한다.
- 2 작업 D : 현재 노드 n을 처리한다.
- 3 작업 R : 현재 노드 n의 오른쪽 서브 트리로 이동한다.

[이진 트리의 중위 순회 작업 순서]

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

3 중위 순회(Inorder Traversal)

▶ $L \rightarrow D \rightarrow R$ 순서로, 현재 노드를 방문하는 작업 D를 작업 L과 작업 R의 중간에 수행

알고리즘 7-2 이진 트리의 중위 순회

```
inorder(T)
  if (T≠NULL) then {
    inorder(T.left);
    visit T.data;
    inorder(T.right);
  }
end inorder()
```

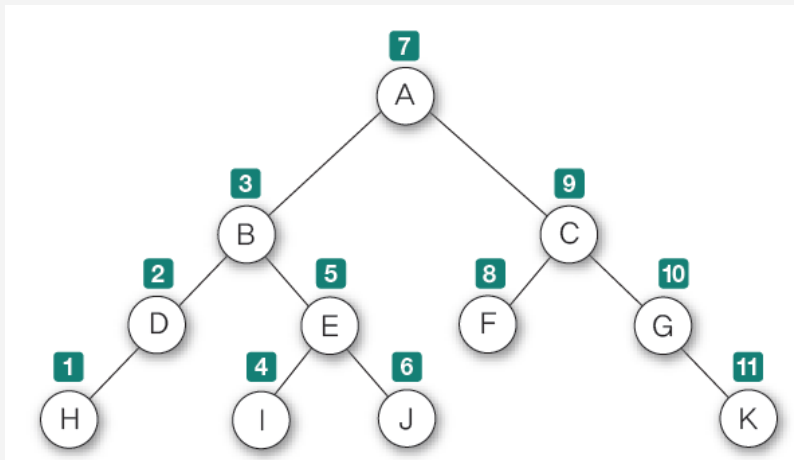
※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

3 중위 순회(Inorder Traversal)

▶ 중위 순회의 경로

[이진 트리의 전위 순회 경로 : H-D-B-I-E-J-A-F-C-G-K]



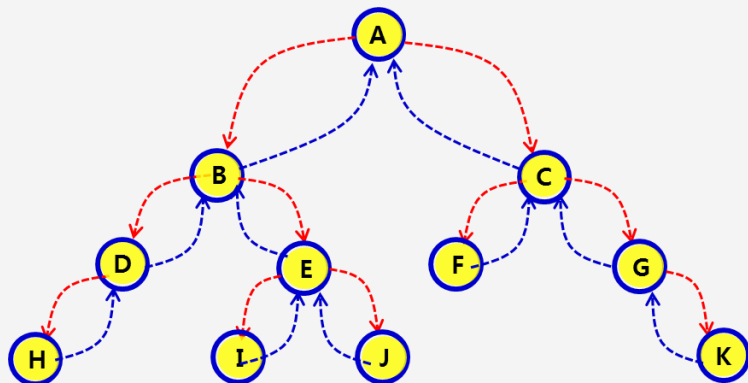
※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

3 중위 순회(Inorder Traversal)

➤ 중위 순회 과정

- 중위 순회 과정 >> H-D-B-I-E-J-A-F-C-G-K
- L → D → R 순서로(root를 중간단계에서 처리)



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

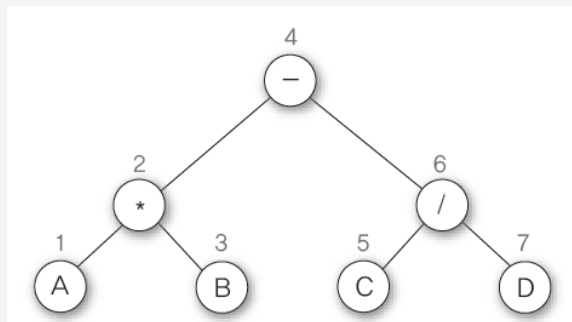
2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

3 중위 순회(Inorder Traversal)

▶ 중위 순회 예

- 수식 $A*B-C/D$ 를 이진 트리로 구성
- 수식 이진 트리를 중위 순회하면, 수식에 대한 중위 표기식을 구할 수 있음

[수식에 대한 이진 트리의
중위 순회 경로 : $A*B-C/D$]



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

4 후위 순회(Postorder Traversal)

▶ L-R-D 순서로 현재 노드를 방문하는 D 작업을 가장 나중에 수행

- 1 작업 L : 현재 노드 n 의 왼쪽 서브 트리로 이동한다.
- 2 작업 R : 현재 노드 n 의 오른쪽 서브 트리로 이동한다.
- 3 작업 D : 현재 노드 n 을 처리한다.

[이진 트리의 후위 순회 작업 순서]

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

4 후위 순회(Postorder Traversal)

▶ L-R-D 순서로 현재 노드를 방문하는 D 작업을 가장 나중에 수행

알고리즘 7-3 이진 트리의 후위 순회

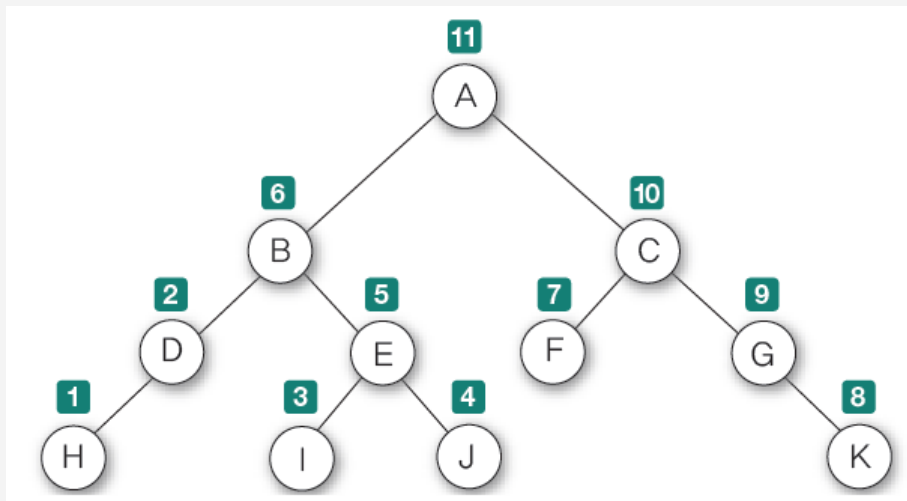
```
postorder(T)
  if (T≠NULL) then {
    postorder(T.left);
    postorder(T.right);
    visit T.data;
  }
end postorder()
```

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

4 후위 순회(Postorder Traversal)

▶ 후위 순회 경로



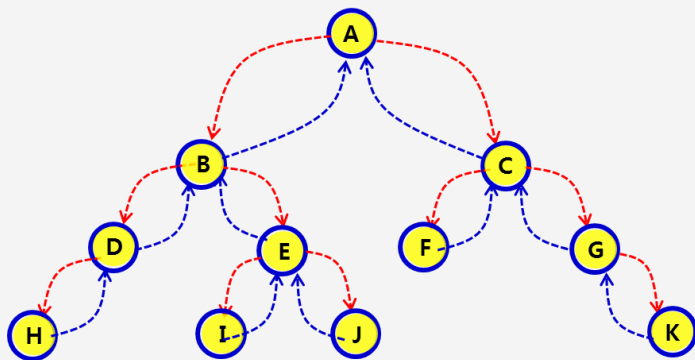
[이진 트리의 후위 순회 경로 : H-D-I-J-E-B-F-K-G-C-A]

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

4 후위 순회(Postorder Traversal)

▶ 후위 순회 과정

- 후위 순회 과정 >> H-D-I-J-E-B-F-K-G-C-A
- L-R-D 순서로(root를 가장 나중에 처리)



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

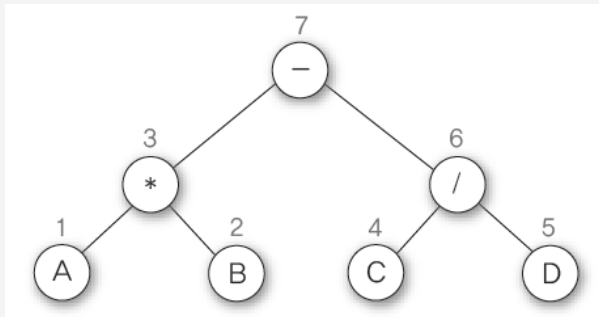
2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

4 후위 순회(Postorder Traversal)

▶ 후위 순회 예

- 수식 $A*B-C/D$ 를 이진 트리로 구성
- 수식 이진 트리를 후위 순회하면, 수식에 대한 후위 표기식을 구할 수 있음

[수식에 대한 이진 트리의
후위 순회 경로 : $AB*CD/-]$

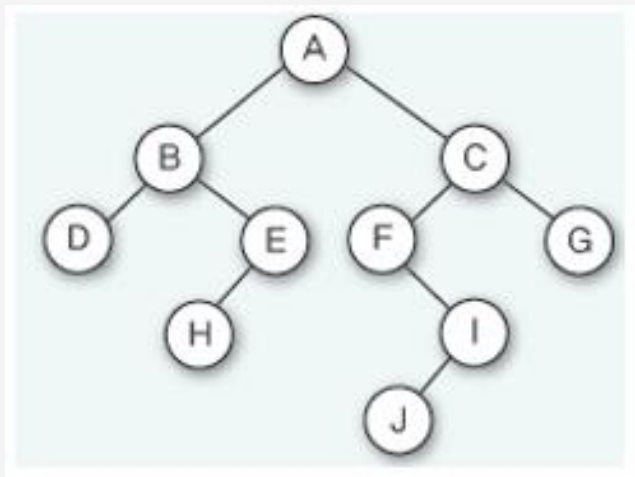


※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

2 | 이진 트리 순회(전위, 중위, 후위)

5 Self Test

- ▶ 다음 트리를 전위, 중위, 후위 순회로 노드 방문 과정을 각각 설명하세요.



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

3 | 이진 트리 순회의 응용

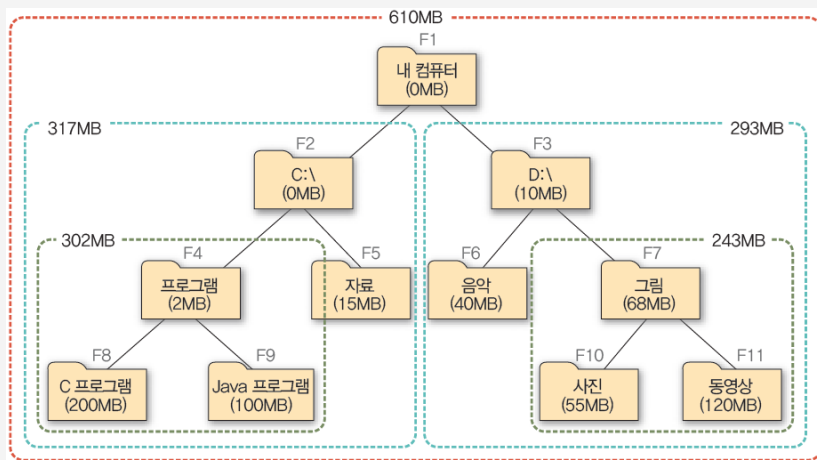
1 이진 트리 순회의 응용 프로그램

- ▶ 컴퓨터의 폴더 구조가 이진 트리 구조인 경우 각 폴더를 순회하면서 용량을 계산하면 내 컴퓨터의 전체 용량이 계산 가능함
 - 폴더 전체 용량은 폴더에 저장된 파일 용량과 하위 폴더의 용량을 합한 값
 - 상위 폴더 용량을 계산하려면 먼저 하위 폴더 용량을 계산해야 하므로 후위 순회를 사용

3 | 이진 트리 순회의 응용

1 이진 트리 순회의 응용 프로그램

▶ 컴퓨터 폴더 구조에서 전체 용량 계산하기
[후위 순회의 사용 예: 컴퓨터 폴더 구조에 전체 용량 계산하기]



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

3 | 이진 트리 순회의 응용

1 이진 트리 순회의 응용 프로그램

- ▶ $F4[\text{프로그램}] \text{ 전체 용량} = [\text{프로그램}] \text{ 용량 } 2\text{MB} + \text{하위 폴더 용량}(F8[\text{C 프로그램}] \text{ 용량 } 200\text{MB} + F9[\text{Java 프로그램}] \text{ 용량 } 100\text{MB})$
 $= 2\text{MB} + (200\text{MB} + 100\text{MB}) = 302\text{MB}$
- ▶ $F2[\text{C:\w}] \text{ 전체 용량} = [\text{C:\w}] \text{ 용량 } 0\text{MB} + \text{하위 폴더 용량}(F4[\text{프로그램}] \text{ 전체 용량 } 302\text{MB} + F5[\text{자료}] \text{ 용량 } 15\text{MB})$
 $= 0\text{MB} + (302\text{MB} + 15\text{MB}) = 317\text{MB}$

3 | 이진 트리 순회의 응용

1 이진 트리 순회의 응용 프로그램

- ▶ F7[그림] 전체 용량 = [그림] 용량 68MB + 하위 폴더 용량(F10[사진] 용량 55MB + F11[동영상] 용량 120MB) = 68MB + (55MB + 120MB) = 243MB
- ▶ F3[D:₩] 전체 용량 = [D:₩] 용량 10MB + 하위 폴더 용량(F6[음악] 용량 40MB + F7 [그림] 전체 용량 243MB) = 10MB + (40MB + 243MB) = 293MB
- ▶ F1[내 컴퓨터] 전체 용량 = [내 컴퓨터] 용량 0MB + 하위 폴더 용량([C:₩] 전체 용량 317MB + [D:₩] 전체 용량 293MB) = 0MB + (317MB + 293MB) = 610MB

2 스레드 이진 트리(Thread Binary Tree)

- ▶ 재귀호출 없이 순회할 수 있도록 수정한 이진 트리
 - 재귀호출 방식은 알고리즘이나 함수 구현은 간단하지만, 수행 성능 측면에서는 시스템 스택을 사용하면서 호출과 복귀를 관리해야 하고 이진 트리의 하위 레벨로 내려갈수록 재귀호출 깊이가 깊어지므로 비효율적임

2 스레드 이진 트리(Thread Binary Tree)

▶ 스레드(Thread)

- 스레드 이진 트리에서 자식 노드가 없는 경우 링크 필드를 널 포인터 대신 순회 순서상의 다른 노드를 가리키도록 설정
- 이런 링크 필드를 스레드라 함

3 스레드 이진 트리 노드

- ▶ 이진 트리 노드 구조에 isThread 필드를 추가하여 정의
- ▶ isThread 필드는 링크 필드가 자식 노드에 대한 포인터인지 아니면 자식 노드 대신 스레드가 저장되어 있는지 구별하기 위한 태그 필드

3 | 이진 트리 순회의 응용

3 스레드 이진 트리 노드

```
typedef struct treeNode {  
    char data;  
    struct treeNode *left;  
    struct treeNode *right;  
    int isThreadLeft;  
    int isThreadRight;  
} treeNode;
```

※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어

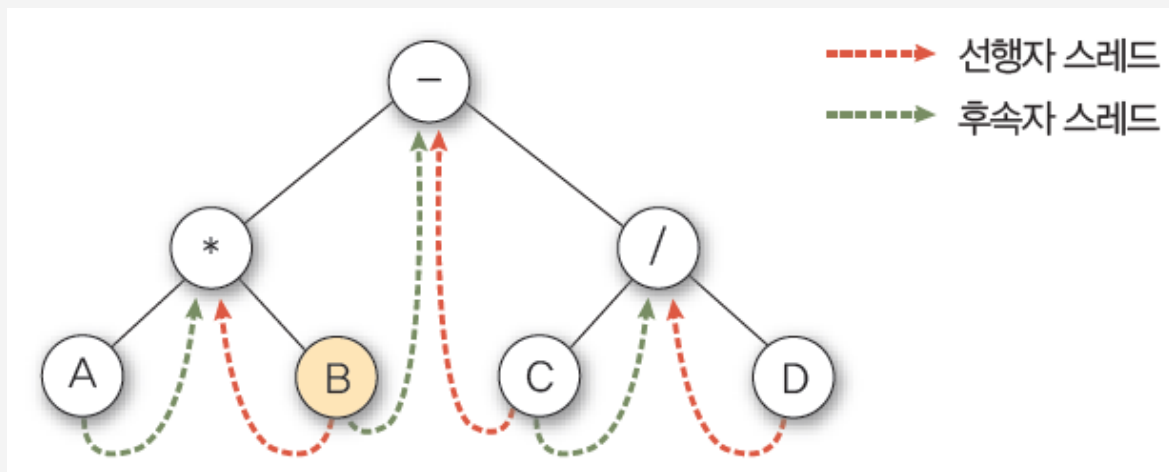
3 | 이진 트리 순회의 응용

3 스레드 이진 트리 노드

- ▶ $A * B - C / D$ 수식의 이진 트리에서 중위 순회를 한다면, 왼쪽 스레드에는 선행자를 설정하고 오른쪽 스레드에는 후속자를 설정. 중위 순회 경로가 $A \rightarrow * \rightarrow B \rightarrow - \rightarrow C \rightarrow / \rightarrow D$ 이므로 B의 선행자는 '*'이고 B의 후속자는 '-'임

3 | 이진 트리 순회의 응용

3 스레드 이진 트리 노드



[선행자/후속자 스레드를 갖는 스레드 이진 트리]

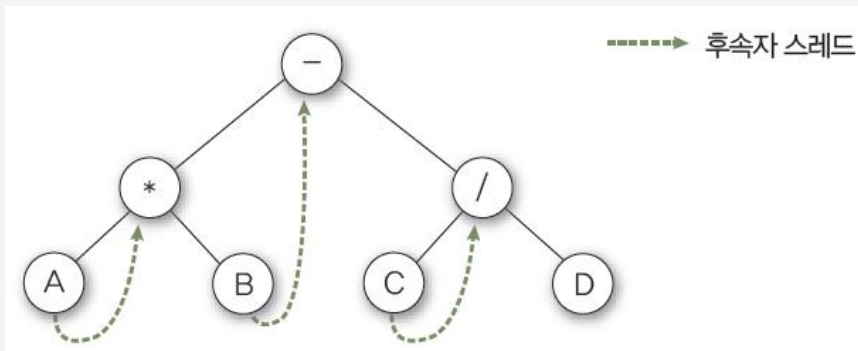
※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어



3 스레드 이진 트리 노드

- ▶ 순회를 위해서 후속자 정보만 필요한 경우에는
오른쪽 링크 필드만 스레드로 사용하는
스레드 이진 트리를 사용할 수 있음

[후속자 스레드를 갖는 스레드 이진 트리]



※출처: 이지영(2016). IT CookBook, C로 배우는 쉬운 자료구조(개정3판). 한빛미디어