SWIFT
Data Structure - Binary Tree

Bill Kim(김정훈) | ibillkim@gmail.com

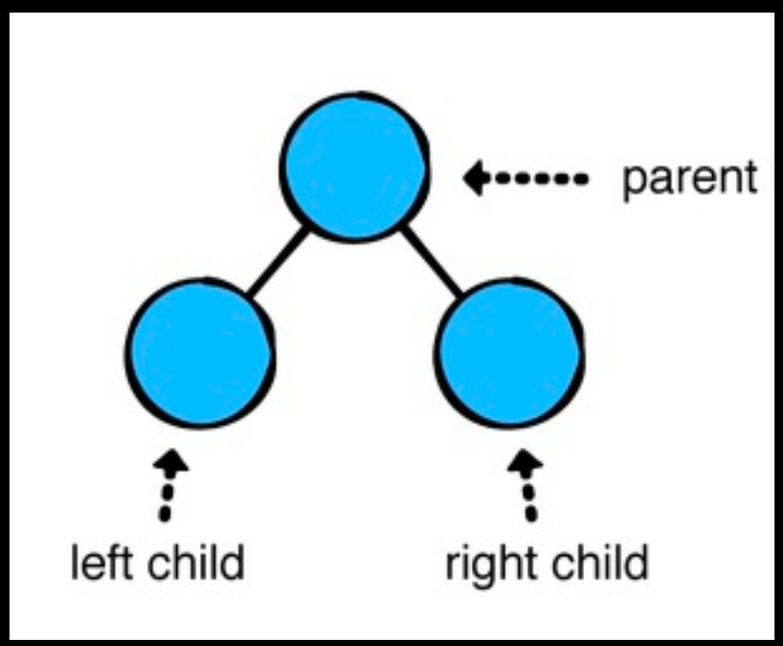
목차

Binary Tree

이진 트리(Binary Tree)는 한 노드가 최대 2개의 자식 노드만 가질 수 있는 트리를 말합니다.

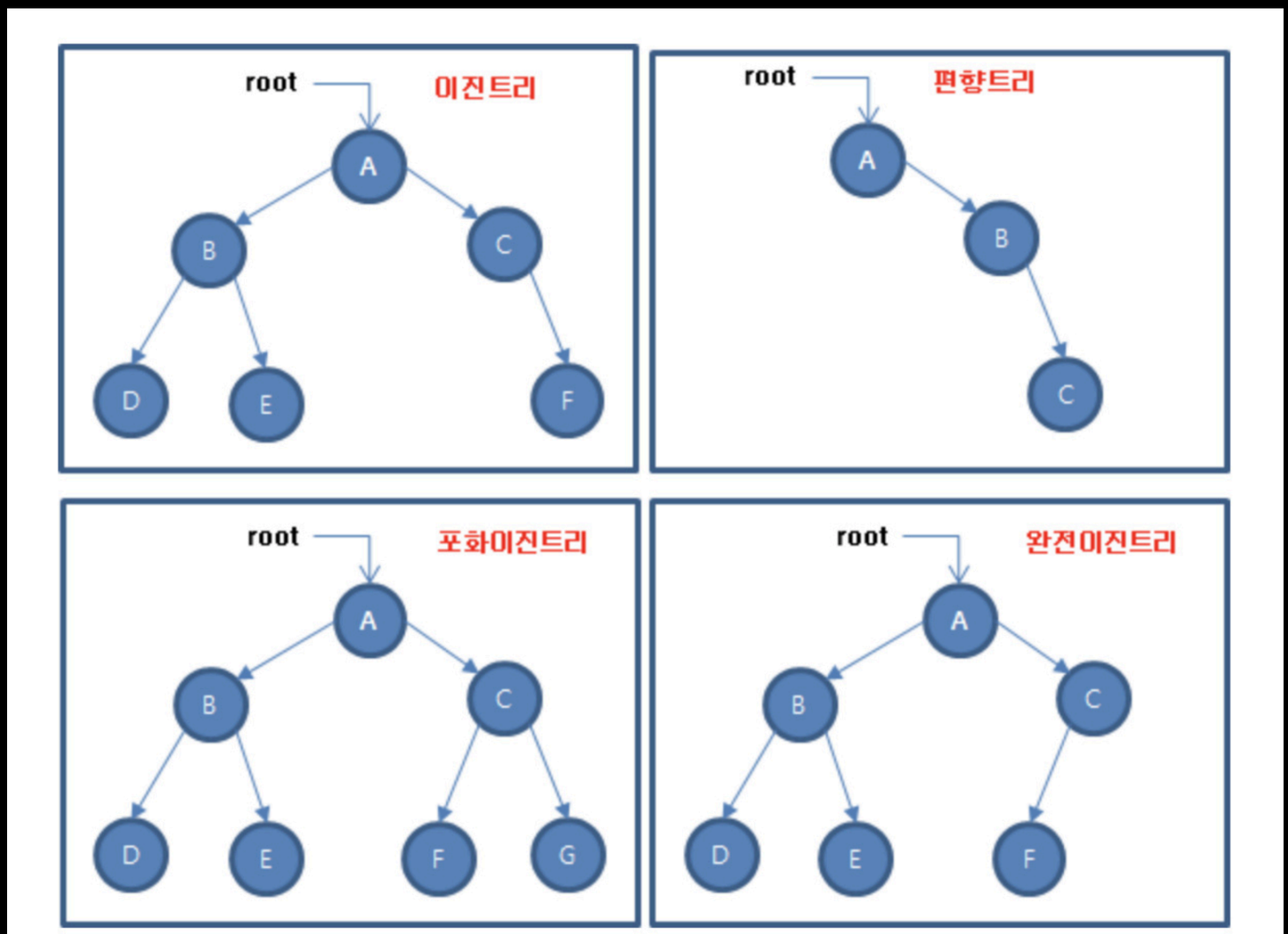
공백 노드는 허용하며 이진 트리의 모든 서브 트리도 모두 이진 트리 형태를 취해야 합니다.

좌, 우로 구분하여 자식 노드를 가지고 있습니다.



Binary Tree

이진 트리(Binary Tree)는 트리의 모양에 따라서 아래와 같은 형태로 분류될 수 있습니다.



이진 트리 종류

Uses

이진 트리(Binary Tree)를 사용하여 보편적으로 활용되는 트리로는 아래와 같은 것들이 있습니다.

이진 검색 트리(Binary Search Tree, BST) :
이진 트리 구조를 가진 형태의 트리로서 자료의 검색, 삭제, 삽입이 효율적으로 이루어질 수 있도록 한 트리

AVL 트리(Adelson-Velskii and Landis's Tree) :
한 노드를 중심으로 좌우 부분의 트리 높이의 차가 1 이하가 되도록 하는 이진 탐색 트리, 가장 초기에 나온 균형 잡힌 이진 탐색 트리

B 트리(B-Tree, Balanced Tree) :
다수의 키를 가진 노드로 구성되어 다방향 탐색이 가능한 트리, 2-3 트리의 확장된 형태로서 데이터베이스 및 파일 시스템 등에서 활용되고 있습니다.

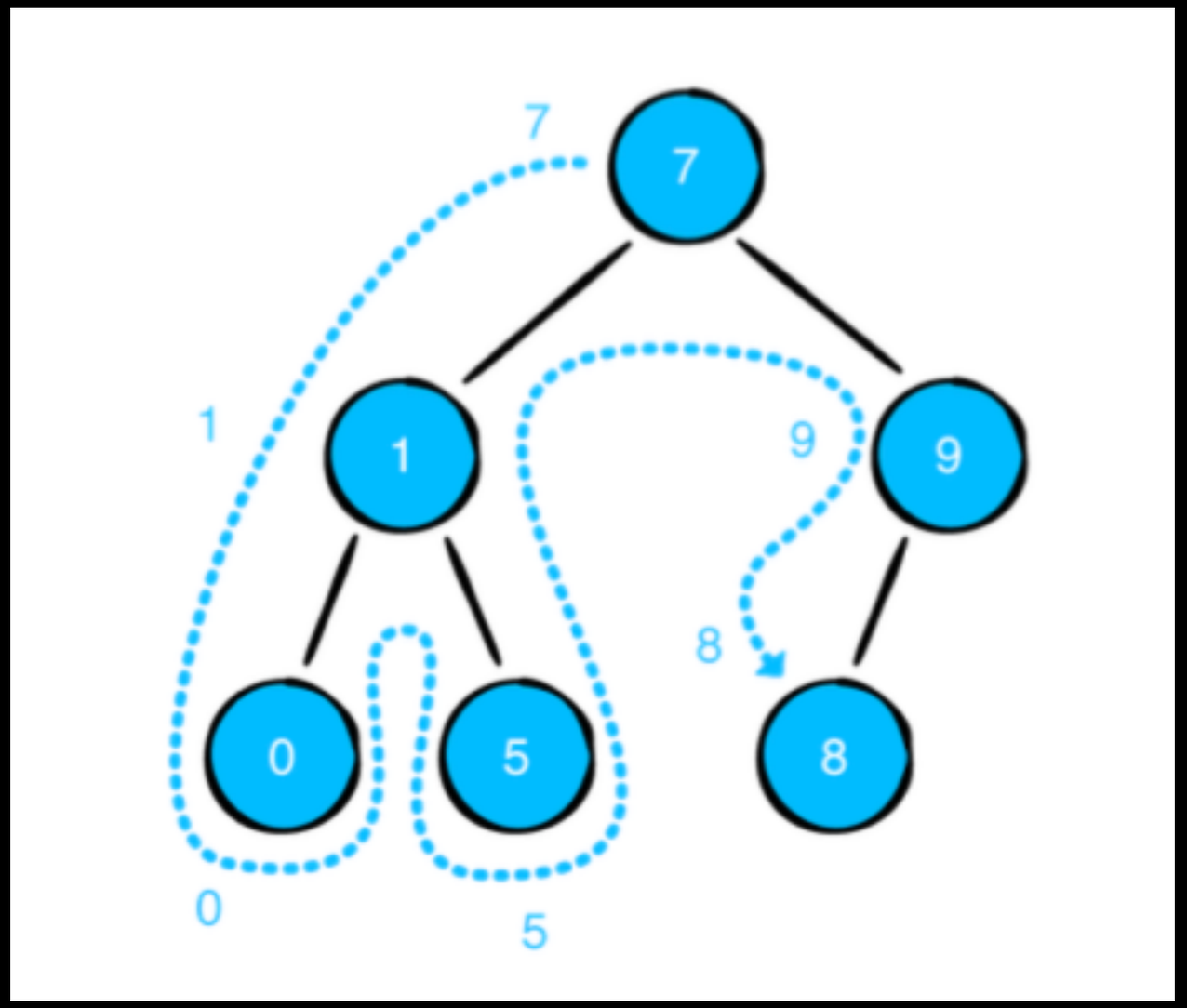
Traversal

이진 트리(Binary Tree) 내에 있는 데이터를 접근하는 방법은 아래와 같이 3가지 방식이 있습니다.

1. 전위 순회(Preorder Traversal) : 루트(현재) 노드 -> 왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드를 재귀적으로 방문하는 방식
2. 중위 순회(Inorder Traversal) : 왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드 -> 루트 노드를 재귀적으로 방문하는 방식
3. 후위 순회(Postorder Traversal) : 왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드 -> 루트 노드를 재귀적으로 방문하는 방식

Traversal

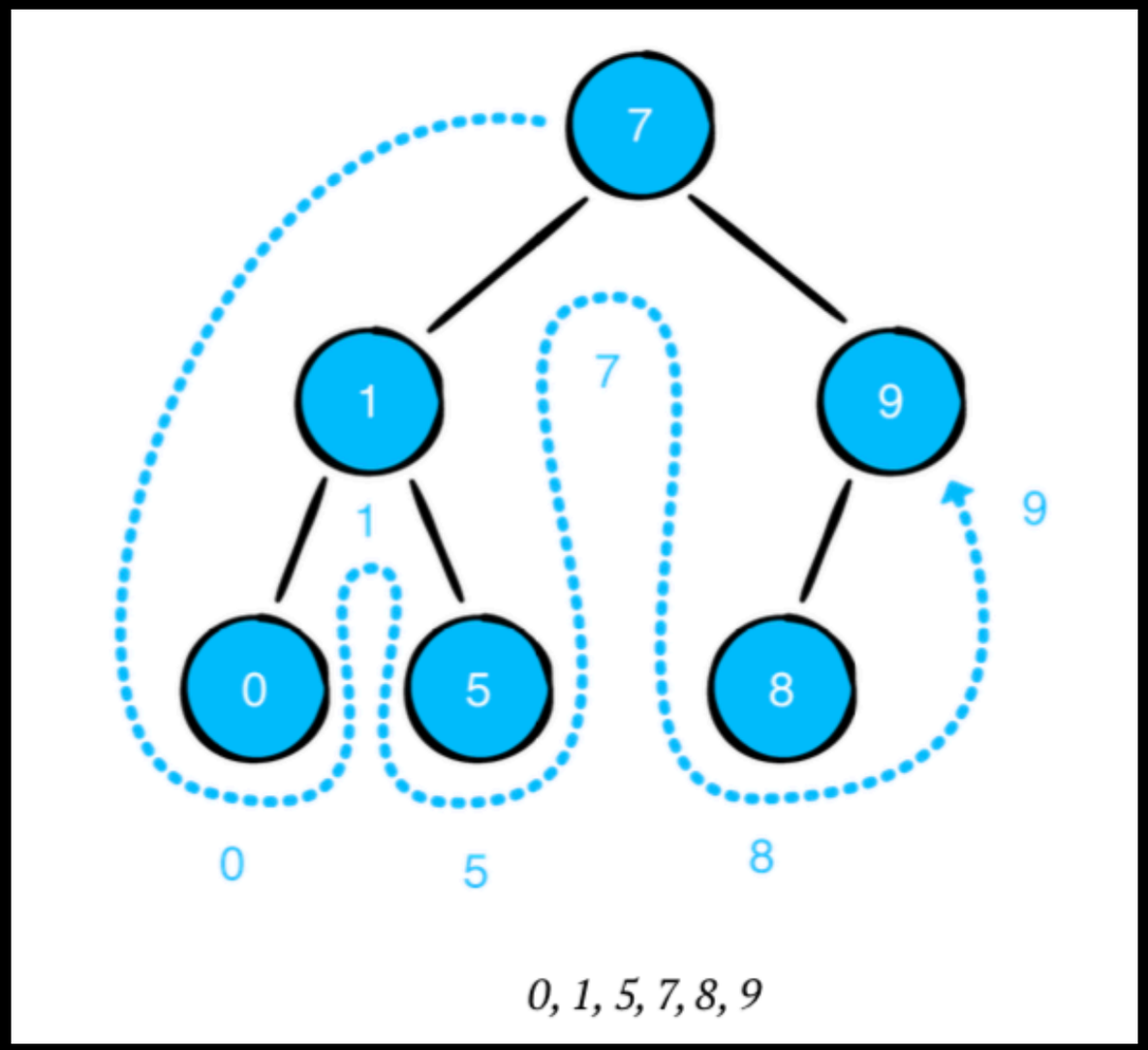
전위 순회(Preorder Traversal)



루트(현재) 노드 -> 왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드

Traversal

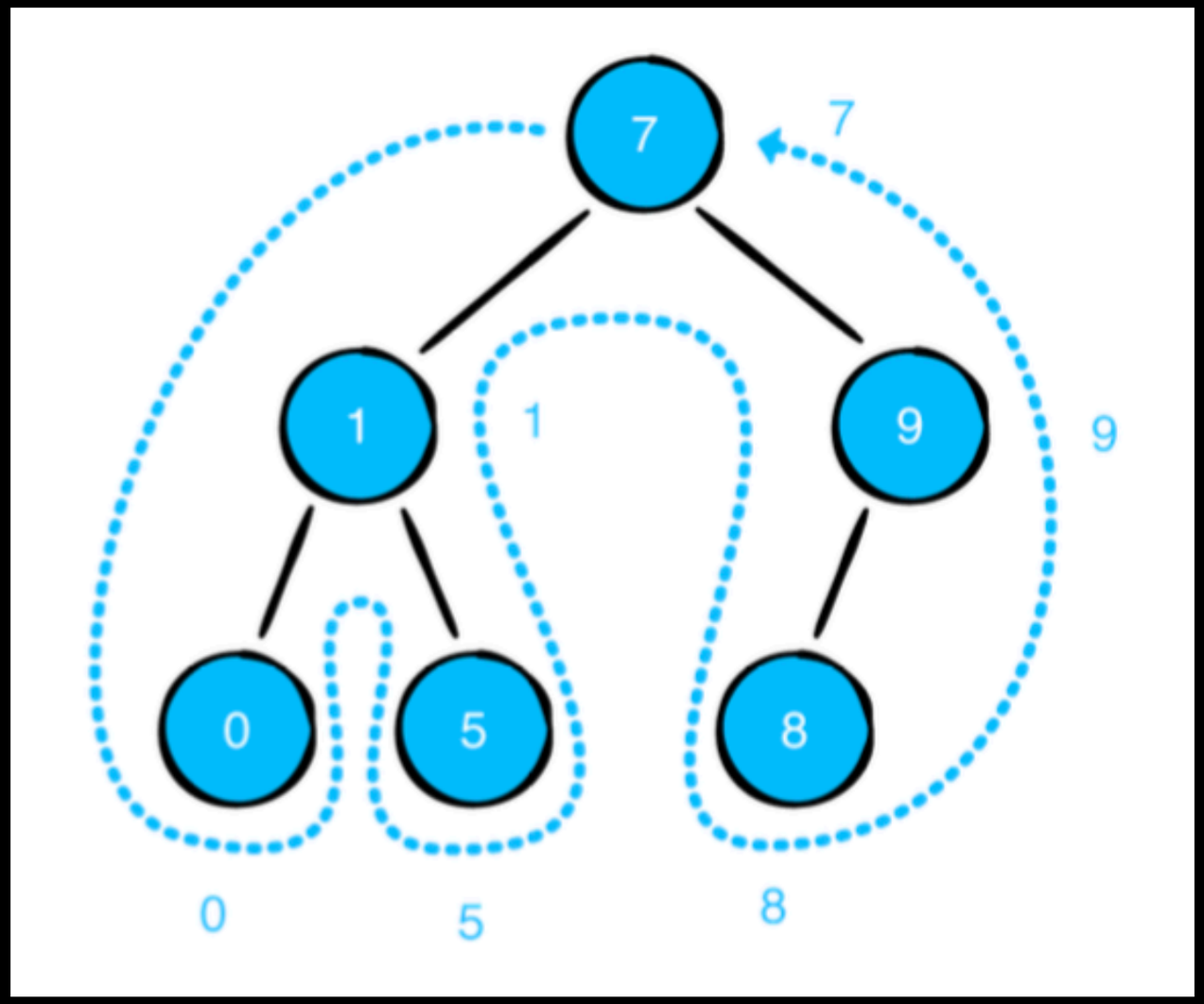
중위 순회(Inorder Traversal)



왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드 -> 루트 노드

Traversal

후위 순회(Postorder Traversal)



왼쪽 자식 노드-> 오른쪽 자식 노드 -> 루트 노드

Features

Binary Tree의 특징을 살펴보면 아래와 같습니다.

- 모든 노드가 최대 2개의 자식 노드를 가질 수 있는 트리
- 좌측과 우측으로 자식 노드를 구분
- 방문 순서에 따라서 전위, 중위, 후위 순회 방식이 있음
- 이진 트리는 많은 트리 구조와 알고리즘 등에 기초 역할을 수행

Implementation

Swift를 활용하여 가장 기본적인 Binary Tree를 구현해보겠습니다. 본 강의에서는 enum을 활용한 방식과 일반 class 방식 두 가지를 살펴보겠습니다.

우선 필요한 메소드는 아래와 같습니다.

- init : 이진 트리를 초기화하고 값을 생성해주는 함수
- traversePreOrder : 전위 순회를 실행하는 함수
- traverseInOrder : 특정 트리를 검색
- traversePostOrder : 특정 트리를 검색

Implementation

```
// recursive enum 은 indirect 키워드 적어줘야함
public indirect enum BinaryTree<T : Comparable> {
    case node(BinaryTree<T>, T, BinaryTree<T>)
    case empty

    public var count: Int {
        switch self {
            case let .node(left, _, right):
              return left.count + 1 + right.count
            case .empty:
              return 0
        }
    }
}

extension BinaryTree: CustomStringConvertible {
    public var description: String {
        switch self {
            case let .node(left, value, right):
              return "value: \(value), left = [\(left.description)], right = [\
(right.description)]"
            case .empty:
              return ""
        }
    }
}
```

Implementation

```
extension BinaryTree {
    public func traverseInOrder(process: (T) -> Void) {
        // 같은 BinaryTree만 가능하도록
        if case let .node(left, value, right) = self {
            left.traverseInOrder(process: process)
            process(value)
            right.traverseInOrder(process: process)
        }
    }

    public func traversePreOrder(process: (T) -> Void) {
        if case let .node(left, value, right) = self {
            process(value)
            left.traversePreOrder(process: process)
            right.traversePreOrder(process: process)
        }
    }

    public func traversePostOrder(process: (T) -> Void) {
        if case let .node(left, value, right) = self {
            left.traversePostOrder(process: process)
            right.traversePostOrder(process: process)
            process(value)
        }
    }
}
```

Implementation

```
// leaf nodes
let node5 = BinaryTree.node(.empty, "5", .empty)
let nodeA = BinaryTree.node(.empty, "a", .empty)
let node10 = BinaryTree.node(.empty, "10", .empty)
let node4 = BinaryTree.node(.empty, "4", .empty)
let node3 = BinaryTree.node(.empty, "3", .empty)
let nodeB = BinaryTree.node(.empty, "b", .empty)

// intermediate nodes on the left
let aMinus10 = BinaryTree.node(nodeA, "-", node10)
let timesLeft = BinaryTree.node(node5, "*", aMinus10)

// intermediate nodes on the right
let minus4 = BinaryTree.node(.empty, "-", node4)
let divide3andB = BinaryTree.node(node3, "/", nodeB)
let timesRight = BinaryTree.node(minus4, "*", divide3andB)

// root node
let tree = BinaryTree.node(timesLeft, "+", timesRight)
```

Implementation

```
print(tree.traversePreOrder(process: { _ in  }))
// ["+", "*", "5", "-", "a", "10", "*", "-", "4", "/", "3", "b"]

print(tree.traverseInOrder(process: { _ in  }))
// ["5", "*", "a", "-", "10", "+", "-", "4", "*", "3", "/", "b"]

print(tree.traversePostOrder(process: { _ in  }))
// ["5", "a", "10", "-", "*", "4", "-", "3", "b", "/", "*", "+"]
```

Implementation

```
public class BinaryNode<T> {
    public var value: T
    public var leftChild: BinaryNode?
    public var rightChild: BinaryNode?

    public init(value: T) {
        self.value = value
    }

    public func traversePreOrder(visit: (T) -> Void) -> [T] {
        var results = [T]()

        results.append(value)
        visit(value)
        if leftChild != nil { results += leftChild!.traversePreOrder(visit: visit) }
        if rightChild != nil { results += rightChild!.traversePreOrder(visit: visit) }

        return results
    }

    public func traverseInOrder(visit: (T) -> Void) -> [T] {
        var results = [T]()

        if leftChild != nil { results += leftChild!.traverseInOrder(visit: visit) }
        visit(value)
        results.append(value)
        if rightChild != nil { results += rightChild!.traverseInOrder(visit: visit) }

        return results
    }

    public func traversePostOrder(visit: (T) -> Void) -> [T] {
        var results = [T]()

        if leftChild != nil { results += leftChild!.traversePostOrder(visit: visit) }
        if rightChild != nil { results += rightChild!.traversePostOrder(visit: visit) }
        visit(value)
        results.append(value)

        return results
    }
}
```

Implementation

```
extension BinaryNode: CustomStringConvertible {
    public var description: String {
        return diagram(for: self)
    }

    private func diagram(for node: BinaryNode?,
                         _ top: String = "",
                         _ root: String = "",
                         _ bottom: String = "") -> String {
        guard let node = node else {
            return root + "nil\n"
        }
        if node.leftChild == nil && node.rightChild == nil {
            return root + "\(node.value)\n"
        }
        return diagram(for: node.rightChild, top + " ", top + "┌──", top + "│ ")
            + root + "\(node.value)\n"
            + diagram(for: node.leftChild, bottom + "│ ", bottom + "└──", bottom
+ " ")
    }
}
```

Implementation

```
let root = BinaryNode(value: 7)
let zero = BinaryNode(value: 0)
let one = BinaryNode(value: 1)
let five = BinaryNode(value: 5)
let eight = BinaryNode(value: 8)
let nine = BinaryNode(value: 9)

root.leftChild = one
one.leftChild = zero
one.rightChild = five
root.rightChild = nine
nine.leftChild = eight

print(root)
//   ┌──nil
//  ┌──9
//  │  └──8
// 7
//  │  ┌──5
//  └──1
//   └──0
```

Implementation

```swift
print(root.traversePreOrder(visit: { _ in }))
// [7, 1, 0, 5, 9, 8]

print(root.traverseInOrder(visit: { _ in }))
// [0, 1, 5, 7, 8, 9]

print(root.traversePostOrder(visit: { _ in }))
// [0, 5, 1, 8, 9, 7]
```

References

[1] 스위프트: 이진 트리: #BinaryTree: #자료구조: #탐색: #in-order: #pre-order: #post-order : https://the-brain-of-sic2.tistory.com/25

[2] Swift, Data Structure, Binary Trees : https://devmjun.github.io/archive/BinaryTree

[3] [Swift 자료구조 ch13] Tree 의 구현 : https://kor45cw.tistory.com/258

[4] Swift, Data Structure, Binary Search Trees : https://devmjun.github.io/archive/BinarySearchTree

[5] [Swift] Binary Search Tree (이진 탐색 트리) 를 Swift로 구현해보자 + search / insert / delete : https://eunjin3786.tistory.com/17

References

[6] [Swift] 이진 트리 : https://milyo-codingstories.tistory.com/54

[7] [Swift] 이진 탐색 트리 : https://milyo-codingstories.tistory.com/60

[8] Swift 4에서 이진 트리를 그리는 방법은 무엇입니까? : https://www.python2.net/questions-445468.htm

[9] [구조] 이진 트리(Binary Tree) : http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=yeop9657&logNo=220897908545&parentCategoryNo=&categoryNo=119&viewDate=&isShowPopularPosts=false&from=postView

[10] Binary Tree : https://miyon2.gitbooks.io/til/[Data_structure]/[DS]Binary_Tree.html

Thank you!