

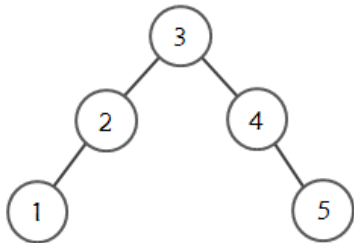
“열혈 자료구조”의 AVL 트리 삽입 과정에서의 리밸런싱 기능에 대한 완성

<Page 492~493에 해당하는 내용을 일부 수정 및 완성하기 위한 추가 문서입니다>

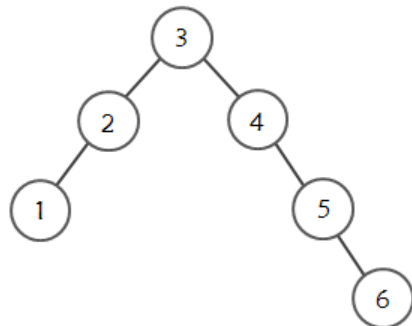
필자가 본서에서 설명한 AVL 트리의 리밸런싱 시점과 그 기준점은 다음과 같다.

“BSTInsert 함수의 마지막 부분에서 루트 노드를 기준으로 리밸런싱의 필요성을 판단하고 리밸런싱을 진행한다.”

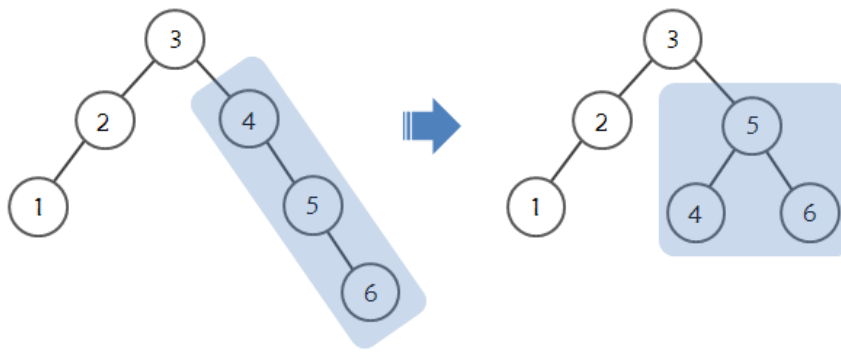
하지만 이러한 구현방식은 모든 상황에서 완벽히 균형을 유지해 주지는 못한다. 예를 들어서 다음의 상황을 보자.



위의 상황은 균형이 잡혀있는 상태라 할 수 있다. 그럼 이어서 숫자 6을 추가해 보자. 그러면 다음과 같이 균형이 잡히지 않은 상태가 된다.



이러한 형태로 균형이 무너지게 되면 루트노드를 기준으로 어떠한 회전을 하더라도 균형이 잡히지 않는다. 실제로 루트노드를 기준으로 왼쪽 서브 트리과 오른쪽 서브 트리의 관계는 균형이 무너진 상태가 아니다. 균형이 무너진 상태는 4가 저장된 노드에서 발견이 된다. 따라서 다음과 같이 4가 저장된 노드를 중심으로 리밸런싱을 진행해야 한다.



그렇다면 어떠한 과정 및 경로를 통해서 불균형 여부를 따져야 할까? 새로 저장된 노드의 부모 노드들을 모두 살펴야 한다. 그러니까 위의 그림에서는 5, 4, 3이 저장된 노드를 기준으로 불균형 여부를 검사해야 한다(정확히 말해서 바로 위의 부모 노드는 검사하지 않아도 된다. 하지만 검사 대상에 포함시킨다 하여 문제가 되지는 않는다). 물론 6이 저장된 후에 불균형 여부를 검사해야 한다. 때문에 필자가 본서에 정의한 BSTInsert 함수는 다음과 같이 재귀적으로 재 구현하여 여러 분께 제시하고자 한다.

```

BTreeNode * BSTInsert(BTreeNode ** pRoot, BSTData data)
{
    if(*pRoot == NULL)
    {
        *pRoot = MakeBTreeNode();
        SetData(*pRoot, data);
    }
    else if(data < GetData(*pRoot))
    {
        BSTInsert(&((*pRoot)->left), data);
        *pRoot = Rebalance(pRoot);
    }
    else if(data > GetData(*pRoot))
    {
        BSTInsert(&((*pRoot)->right), data);
        *pRoot = Rebalance(pRoot);
    }
    else
    {
        return NULL;    // 키의 중복을 허용하지 않는다.
    }
    return *pRoot;
}

```

구현의 논리는 이렇다! 생각보다 간단하다!

1. 루트 노드를 대상으로 하여 데이터의 저장을 시도한다(함수의 호출이 시작된다).
 - 1-1. 루트 노드에 저장된 데이터와 새 데이터를 비교한다.
 - 1-2. 비교하여 새 데이터의 값이 작으면 왼쪽 자식 노드를 루트 노드로 하여 데이터의 저장을 시도한다.
 - 1-3. 비교하여 새 데이터의 값이 크면 오른쪽 자식 노드를 루트 노드로 하여 데이터의 저장을 시도한다.
 - 1-4. 저장이 완료되면 해당 루트 노드를 기준으로 리밸런싱을 진행한다.

기본적으로 저장 후 리밸런싱의 단순 흐름을 재귀적으로 구성한 꼴이 되어서 새 노드가 추가된 경우 그 노드의 부모 노드들을 대상으로 불균형 여부를 확인하게 된다. 그것도 노드가 추가 된 이후에 확인을 진행하게 된다.

끝으로 저자의 변명.

AVL 트리의 핵심은 Rebalance 함수입니다. 그리고 이 함수의 구현에 필요한 각각의 불균형 상황 및 해결을 위한 각종 회전에 대한 본서의 설명은 문제가 없습니다. 때문에 Rebalance 함수는 수정하지 않으셔도 됩니다. 오히려 수정이 요구되는 것은 BSTInsert 함수입니다. 삽입 과정에서 불균형 여부의 확인 대상을 루트 노드만으로 하는 경우 모든 불균형 상황을 감지하지 못하기 때문입니다. 향후에 제가 또 집필을 하게 된다면 보다 주의하여 좋은 원고가 작성될 수 있도록 하겠습니다. 죄송합니다.