

D a t a S t r u c t u r e

자료구조



탐색 트리의 균형화



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

학습내용

- 이진 탐색 트리의 성능과 균형화
- AVL 트리

학습목표

- 이진 탐색 트리의 성능과 균형화를 설명할 수 있다.
- AVL 트리의 원리를 설명할 수 있다.

이진 탐색 트리의 성능과 균형화



탐색 트리의 균형화 이진 탐색 트리의 성능과 균형화

1 이진 탐색 트리 연산들의 성능

이진 탐색 트리의 연산들

- 키를 이용한 탐색
- 값을 이용한 탐색
- 최대/최소 노드 탐색
- 삽입 연산, 삭제 연산

연산들의 성능

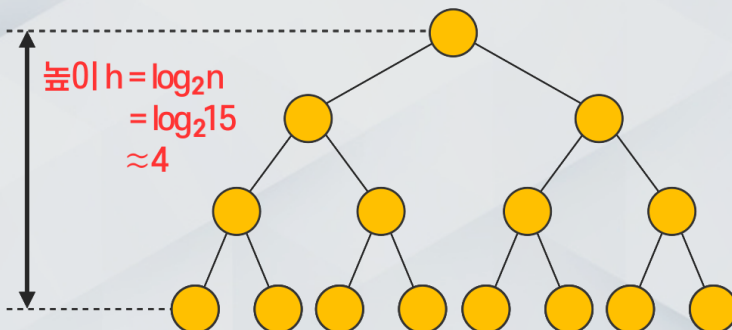
- 값을 이용한 탐색
: 트리의 노드 수에 비례
- 나머지 연산들
: **트리의 높이**에 비례

탐색 트리의 균형화 이진 탐색 트리의 성능과 균형화

1 이진 탐색 트리 연산들의 성능

n개의 노드를 가진 트리의 높이

- 최소 → 포화 이진 트리: $h = \log n$
- 최대 → 경사 이진 트리: $h = n$



균형 잡힌 이진 트리(포화 이진 트리)



경사 이진 트리

이진 탐색 트리의 성능과 균형화



탐색 트리의 균형화 이진 탐색 트리의 성능과 균형화

1 이진 탐색 트리 연산들의 성능

▶ 각 연산의 성능

연산	함수	최선의 경우(균형 트리)	최악의 경우(경사 트리)
키를 이용한 탐색	search_bst() search_bst_iter()	$O(\log_2 n)$	$O(n)$
값을 이용한 탐색	search_value_bst()	$O(n)$	$O(n)$
최대/최소 노드 탐색	search_max_bst() search_min_bst()	$O(\log_2 n)$	$O(n)$
삽입	insert_bst()	$O(\log_2 n)$	$O(n)$
삭제	delete_bst()	$O(\log_2 n)$	$O(n)$

▶ 어떻게 하면 이진 탐색 트리를 균형 트리로 만들 수 있을까?

탐색 트리의 균형화 이진 탐색 트리의 성능과 균형화

2 이진 탐색 트리 연산들의 균형화

이진 탐색 트리에서는 균형을 유지하는 것이 매우 중요

▶ 다양한 균형화 기법들

1	AVL 트리
2	2-3 트리
3	2-3-4 트리
4	B 트리
5	Red-Black 트리

AVL 트리



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

1 AVL 트리의 개념

AVL 트리

- Adelson-Velskii와 Landis에 의해 1962년에 제안된 트리
- 평균, 최선, 최악 시간 복잡도 : $O(\log n)$ 보장

AVL 트리 정의

- 모든 노드에서 왼쪽 서브 트리와 오른쪽 서브 트리의 높이 차이가 1을 넘지 않는 이진 탐색 트리
- 즉, 모든 노드의 균형 인수는 0 이나 -1 또는 +1이어야 함

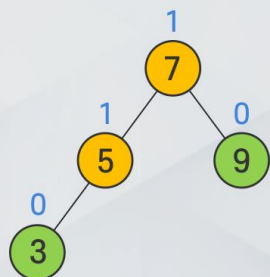
탐색 트리의 균형화 AVL 트리

1 AVL 트리의 개념

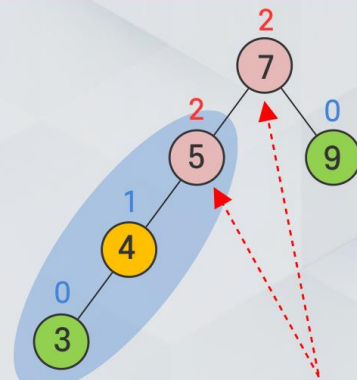
● 균형 인수

왼쪽 서브 트리 높이와 오른쪽 서브 트리 높이의 차이

- 균형 인수 +2, -2
- 균형 인수 +1, -1
- 균형 인수 0



AVL 트리



AVL 트리가 아님

AVL 트리



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

탐색 연산은 **이진 탐색 트리**와 동일

삽입 연산과 삭제 연산에서 **균형 상태**가 깨질 수 있음

삽입 연산

- 삽입 위치에서 루트까지의 경로에 있는 조상 노드들의 균형 인수에 영향을 미침
- 삽입 후에 불균형 상태로 변한 가장 가까운 조상 노드 (균형 인수가 ± 2 가 된 가장 가까운 조상 노드)의 서브 트리들에 대하여 다시 재균형
- 삽입 노드부터 균형 인수가 ± 2 가 된 가장 가까운 조상 노드까지 회전

탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

● AVL 트리의 삽입 연산

노드 1을 트리에 추가

균형이 깨짐



균형이 깨지는 4가지 경우

LL, LR, RL, RR 타입

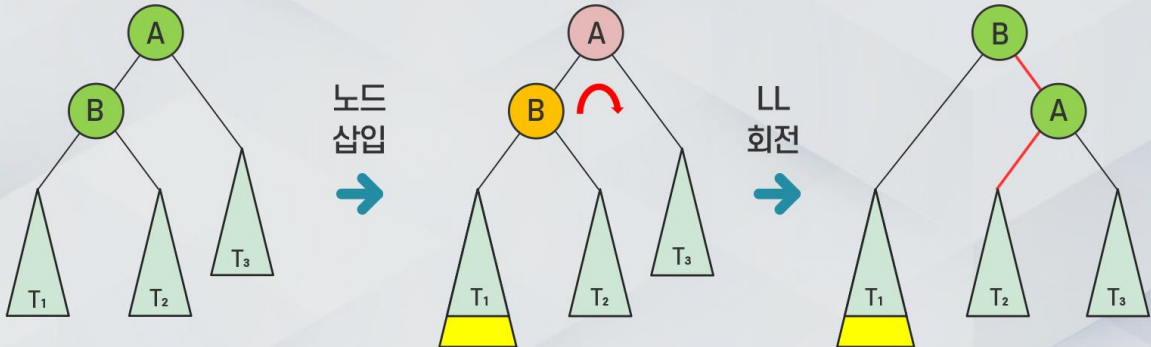
AVL 트리



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

● LL 회전

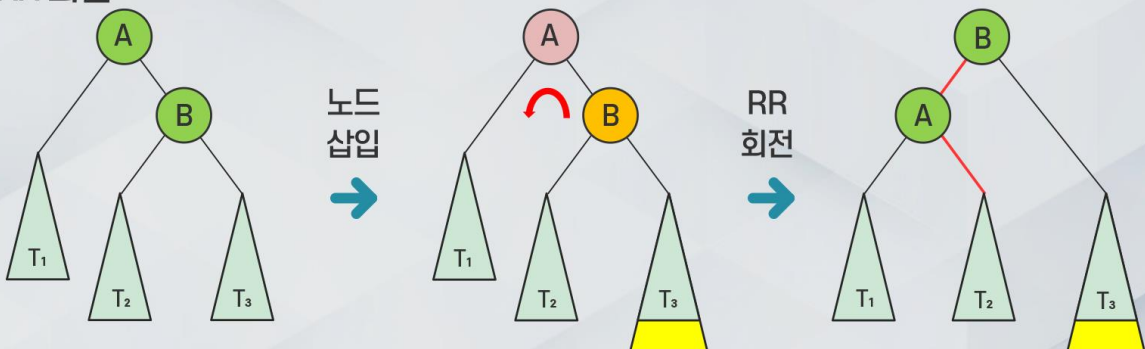


```
def rotateLL(A) :
    B = A.left
    A.left = B.right
    B.right = A
    return B
```

탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

● RR 회전



```
def rotateRR(A) :
    B = A.right
    A.right = B.left
    B.left = A
    return B
```

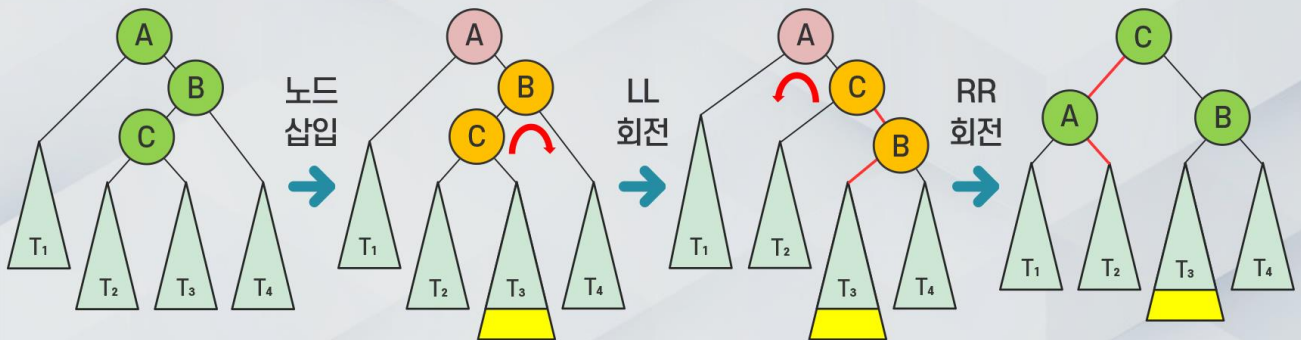

AVL 트리



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

● RL 회전

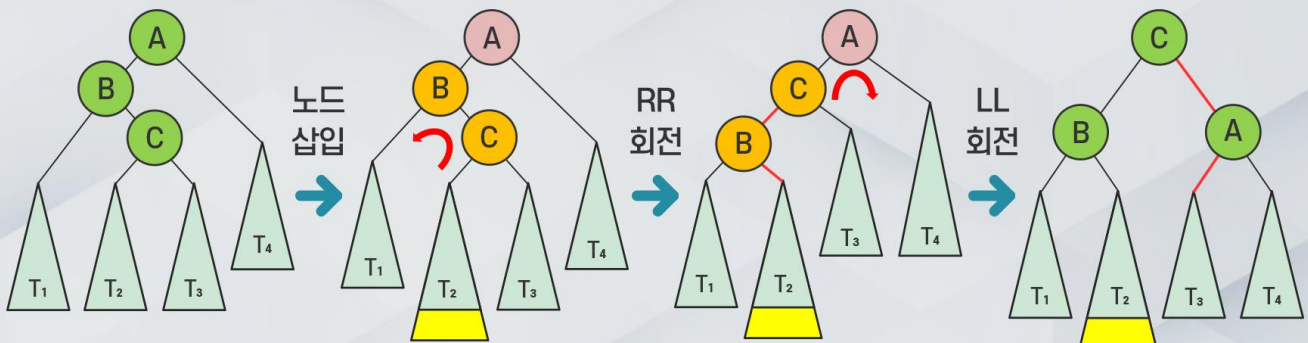


```
def rotateRL(A) :
    B = A.right
    A.right = rotateLL(B)
    return rotateRR(A)
```

탐색 트리의 균형화 AVL 트리

2 AVL 트리의 연산

● LR 회전



```
def rotateR(A) :
    B = A.left
    A.left = rotateRR(B)
    return rotateLL(A)
```


AVL 트리

탐색 트리의 균형화 AVL 트리

3 AVL 트리 구축의 예

▶ [7, 8, 9, 2, 1, 5, 3, 6, 4]



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

3 AVL 트리 구축의 예

▶ [7, 8, 9, 2, 1, 5, 3, 6, 4]



AVL 트리



탐색 트리의 균형화 AVL 트리

3 AVL 트리 구축의 예

▶ [7, 8, 9, 2, 1, 5, 3, 6, 4]

