

## PROBLEMÁTICA

No pior caso de BST, a árvore pode degenerar em um severamente desequilibrado com sua altura igual a  $n$ . Os cientistas da computação gastaram muito esforço tentando encontrar uma estrutura que preserve as boas propriedades da árvore de busca binária clássica - principalmente, a eficiência logarítmica das operações do dicionário e ter os elementos do conjunto classificados - mas evita sua degeneração no pior caso. Eles chegaram a duas abordagens.

## ABORDAGENS

- > Uma árvore de busca binária desbalanceada é transformada em uma árvore balanceada. Implementações específicas dessa ideia diferem pela sua definição de equilíbrio. Uma árvore AVL requer que a diferença entre as alturas das subárvores da esquerda e direita de cada nó nunca excedam 1.
- > Permitir mais de um elemento em um nó de uma árvore de busca. Casos específicos de tais árvores são 2-3 árvores, 2-3-4 árvores e etc.

## ROTAÇÕES

Se uma inserção ou exclusão de um novo nó cria uma árvore com um requisito de equilíbrio violado, a árvore é reestruturada por uma família de transformações especiais chamadas rotações que restauram o equilíbrio necessário. Existem 4 tipos de rotações.

## AVL TREES

### TIPOS DE ROTAÇÃO

O primeiro tipo de rotação é chamado de rotação única à direita ou rotação R. Observe que esta rotação é realizada após uma nova chave ser inserida no subárvore esquerda do filho esquerdo de uma árvore cuja raiz tinha o saldo de +1 antes da inserção. A rotação única à esquerda, ou rotação L, é a imagem espelhada da rotação R única. dupla rotação esquerda-direita (rotação LR). É, na verdade, uma combinação de duas rotações: realizamos a rotação L da subárvore esquerda da raiz e seguida pela rotação R da nova árvore com raiz em  $r$ . É executado depois que uma nova chave é inserida na subárvore direita do filho esquerdo de uma árvore cuja raiz tinha o saldo de +1 antes da inserção. A dupla rotação direita-esquerda (RL-rotation) é a imagem espelhada da dupla LR-rotação.

### DEFINIÇÃO

Uma árvore AVL é uma árvore de busca binária na qual o fator de equilíbrio de cada nó, que é definido como a diferença entre as alturas do nó subárvores esquerda e direita, é 0 ou +1 ou -1. Uma rotação em uma árvore AVL é uma transformação local de sua subárvore enraizada em um nó cujo saldo se tornou +2 ou -2. Se houver vários desses nós, rotacionamos a árvore enraizada no nó desbalanceado que é o mais próximo da folha recém-inserida.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No entanto, essas impressionantes características de eficiência têm um preço. As desvantagens das árvores AVL são rotações frequentes e a necessidade de manter equilíbrios para seus nós. Essas desvantagens impediram que as árvores AVL se tornassem a estrutura padrão para a implementação de dicionários.