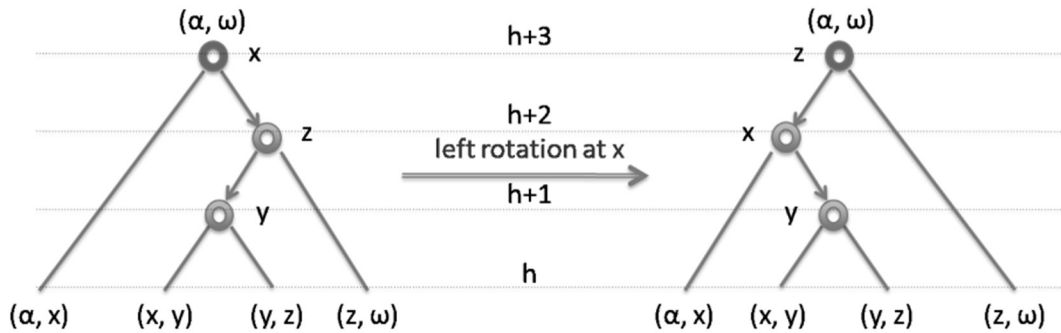


16-avl

1.

在起始情况下，树中违反不变性的最低位置是 x ，意味着其左子树高度最多为 h 。在 x 处进行左旋后， x 的左子树高度仍为 h ，右子树高度为 $h+1$ ，因此以 x 为根的树高度为 $h+2$ ，以其父结点 z 为根的树高度为 $h+3$ 。因此 z 的左子树高度为 $h+2$ ，而右子树高度仍为 h ，所以在 z 处违反了不变性。

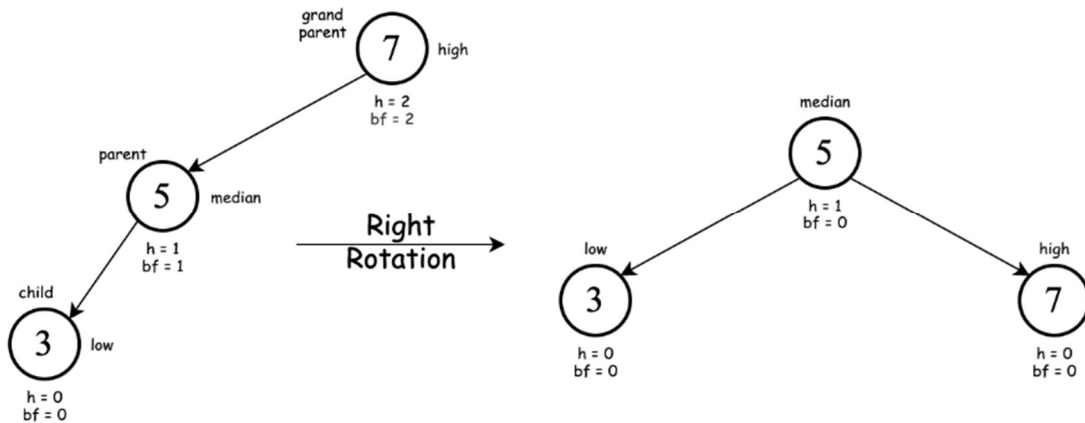


因此，在这种情况下对树根结点进行一次左旋只是改变了树中违反不变性的结点位置，并不能恢复高度不变性。

4.

插入左子树时，

(1)第一种违反不变性的情况，通过一次右旋可恢复高度不变性，如下图所示：



(2)第二种违反不变性的情况，通过一次双旋转可恢复高度不变性，该双旋转是由一个右旋和一个左旋组成的，如下图所示：

