מעבדה בתכנות מתקדם

הרצאה 10 - עצי AVL

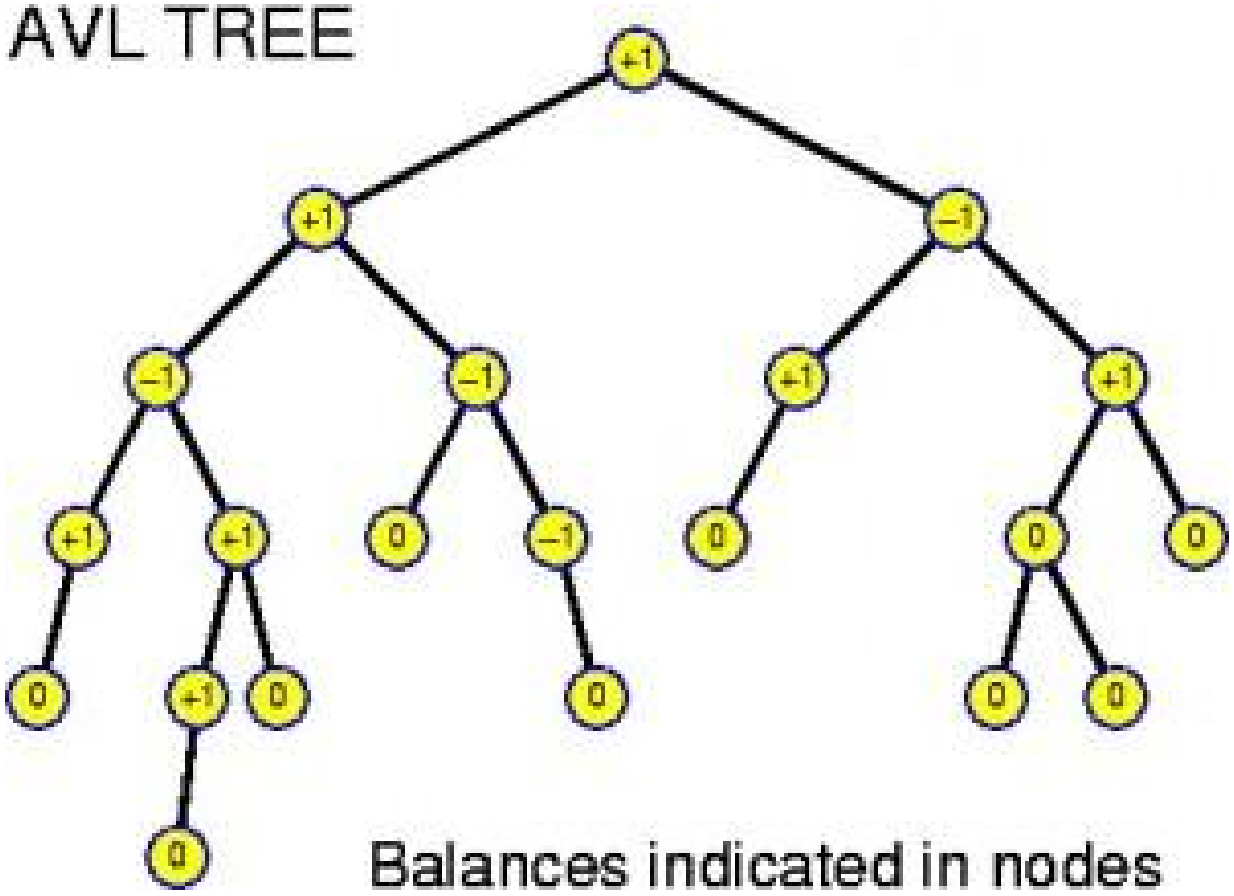
עצי AVL- Adelson-Velskii & Landis 1962

<u>גורם האיזון של צומת</u> – ההפרש שבין גובה תת-העץ השמאלי לגובה תת העץ הימני.

|h(v.left)-h(v.right)| <= 1

<u>עץ AVL</u> הוא עץ חיפוש בינרי שבו גורם האיזון של כל צומת הוא – 0, 1 או -1

הגובה של עץ AVL עם n קדקודים הוא O(logn)



פעולות על עצי AVL

- שאילתות כגון: חיפוש, מינימום, מקסימום, מתבצעות כמו בעץ חיפוש בינארי.
- פעולות המשנות את מבנה העץ, כגון: הוצאה, הכנסה, צריכות לוודא שתכונת האיזון אינה מופרת.
- פעולות ההכנסה והמחיקה מתבצעות באופן הרגיל. לאחר ביצוע הפעולה, גורם האיזון עשוי להשתנות ל-2 או 2.-
- לאחר ביצוע הפעולה מתבצעות רוטציות שתפקידן להחזיר את האיזון לעץ.
- הרוטציה מופעלת על הצומת שבו יש חוסר איזון.
- הרוטציות משנות את מבנה העץ כך שגורם האיזון יחזור להיות תקין, מבלי לפגוע בתכונת הסדר של עץ בינארי, ובלי לגרום להפרות נוספות מעל הצומת בו מטפלים כעת.

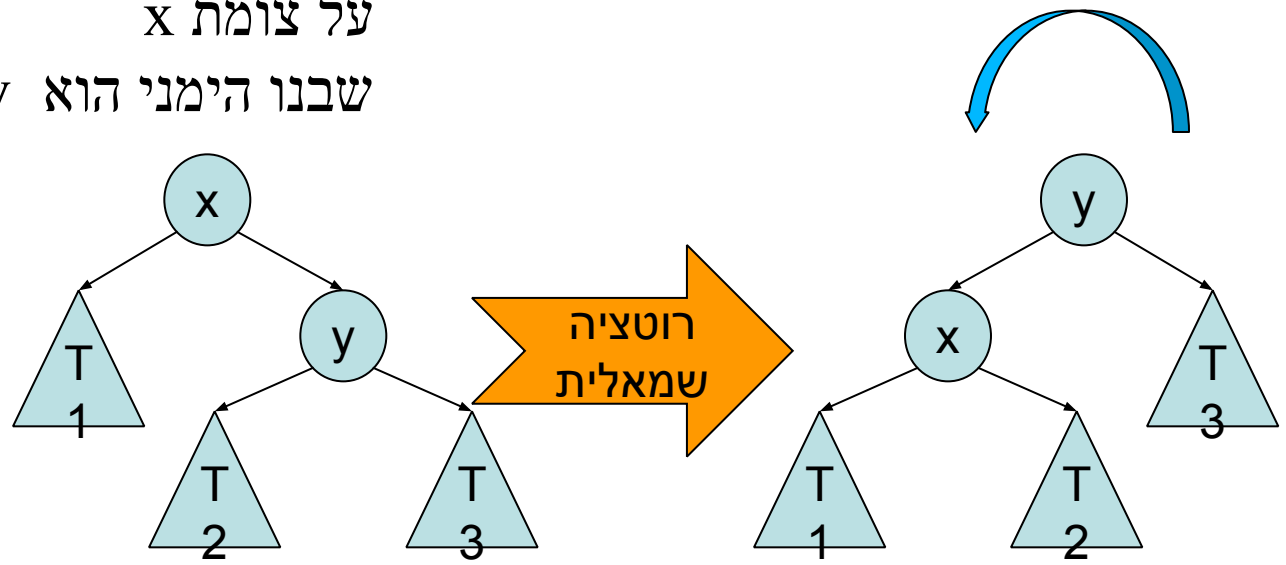
רוטציה

פעולה מקומית בעץ חיפוש בינרי, השומרת על הסדר התוכי של המפתחות. סיבוכיות זמן ריצה O(1) .

<u>רוטציה שמאלית</u>

על צומת x

שבנו הימני הוא y



סוגי רוטציה

- שמאלה-שמאלה (LL):
  - גורם האיזון בצומת הופר ל- 2 (בן שמאלי גבוה יותר)
  - גורם האיזון בבן השמאלי הוא 0 או 1 (נכד שמאלי גבוה יותר או זהים)
- שמאלה-ימינה (LR):
  - גורם האיזון בצומת הופר ל- 2 (בן שמאלי גבוה יותר)
  - גורם האיזון בבן השמאלי הוא 1- (נכד ימני גבוה יותר)
- ימינה-ימינה (RR):
  - גורם האיזון בצומת הופר ל- 2- (בן ימני גבוה יותר)
  - גורם האיזון בבן הימני הוא 0 או 1- (נכד ימני גבוה יותר או זהים)
- ימינה-שמאלה(RL):
  - גורם האיזון בצומת הופר ל- 2- (בן ימני גבוה יותר)
  - גורם האיזון בבן הימני הוא 1 (נכד שמאלי גבוה יותר)

Left Left Rotate

```
node* avl_rotate_leftleft( node *tree )
{
    node *a = tree;
    node *b = a->left;

    a->left = b->right;
    if (b->right != NULL)
        b->right->parent = a;
    b->right = a;
    b->parent = a->parent;
    a->parent = b;
        // Update heights
    return b;
}
```

Left Right Rotate

```
node* avl_rotate_leftright( node *tree )
{
    node *a = tree;
    node *b = a->left;
    node *c = b->right;

    a->left = c->right;
    if (c->right != NULL)
        c->right->parent = a;

    b->right = c->left;
    if (c->left != NULL)
        c->left->parent = b;

    c->left = b;
    c->right = a;
    c->parent = a ->parent;
    b->parent = a->parent = c;
        // Update heights
    return c;
}
```

Right Left Rotate

```
node *avl_rotate_rightleft( node *tree )
{
    node *a = tree;
    node *b = a->right;
    node *c = b->left;

    a->right = c->left;
    if (c->left != NULL)
        c->left->parent = a;

    b->left = c->right;
    if (c->right != NULL)
        c->right->parent = b;

    c->right = b;
    c->left = a;
    c->parent = a ->parent;
    b->parent = a->parent = c;
        // Update heights
    return c;
}
```

Right Right Rotate

```
node *avl_rotate_rightright( node *tree )
{
    node *a = tree;
    node *b = a->right;

    a->right = b->left;
    if (b->left != NULL)
        b->left->parent = a;
    b->left = a;
    b->parent = a->parent;
    a->parent = b;
        // Update heights
    return b;
}
```

מחיקה מעץ AVL

תרגיל כיתה:

בהינתן קודקודים הבאים: 2,10,5,8,3,0,60,92,73,12,1,4,81 הכניסו אותם לעץ AVL.