

作业 5 查找结构与排序方法

班级：22WL022

姓名：杨明达

学号：2022110829

一、设计 BST 的左右链存储结构，并实现 BST 插入（建立）、删除、查找和排序算法。

```
请选择功能实现：
1.BST的基本操作(插入、删除、查找、排序)
2.生成测试数据
3.实现BST查找；
4.实现非递归折半查找；
5.实现递归折半查找；
0.退出
1
请选择功能实现：
1.插入+排序
2.删除+排序
3.查找
0.退出
1
请输入要插入的数:12
插入成功
插入+排序结果为:0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 12
请选择功能实现：
1.插入+排序
2.删除+排序
3.查找
0.退出
2
请输入要删除的数:2
删除成功
删除+排序结果为:0 1 3 4 5 6 7 8 9 12
请选择功能实现：
1.插入+排序
2.删除+排序
3.查找
0.退出
3
请输入要查找的数:7
查找成功
```

图 1-a BST 的基本操作

```

请选择功能实现：
1.插入+排序
2.删除+排序
3.查找
0.退出
3
请输入要查找的数:2
查找失败
请选择功能实现：
1.插入+排序
2.删除+排序
3.查找
0.退出
0

```

图 1-b BST 的基本操作

二、实验比较

(1) 第 1 组测试数据：n=1024 个已排序的整数序列（如 0 至 2048 之间的奇数）；第 2 组测试数据：n=1024 个第 1 组测试数据的随机序列。

```

请选择功能实现：
1.BST的基本操作(插入、删除、查找、排序)
2.生成测试数据
3.实现BST查找；
4.实现非递归折半查找；
5.实现递归折半查找；
0.退出
2
生成测试数据成功

```

图 2 测试数据的生成

(2) BST 的查找成功和查找失败的平均查找长度

```

请选择功能实现：
1.BST的基本操作(插入、删除、查找、排序)
2.生成测试数据
3.实现BST查找；
4.实现非递归折半查找；
5.实现递归折半查找；
0.退出
3
BST在Input.txt1中查找：
查找成功的平均查找长度为:512.500000
查找失败的平均查找长度为:512.999024
BST在Input.txt2中查找：
查找成功的平均查找长度为:11.363281
查找失败的平均查找长度为:12.351220

```

图 3 BST 查找

与理论值比较 (Input1.txt) :

查找成功：由于在 0 至 2048 中，查找失败的是所以奇数， $ASL = \frac{\sum_{i=1}^n i}{n} = \frac{n+1}{2}$ ，带
入得到 $ASL = 512.5$

查找失败：由于在 0 至 2048 中，查找失败的是所以偶数，故 $ASL = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} i + (n-1)}{n}$ ，
带入得到 $ASL \approx 512.99902439024$

与理论值比较 (Input2.txt) :

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{\sum_{i=1}^h 2^{i-1} \times i}{n}$ ， $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL = 9$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL = 512.5$

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{h \times (n+1)}{n+1}$ ， $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL = 10$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL \approx 512.99902439024$

经过对比，测试值均与理论值相近或在理论范围内。

(3) 非递归折半查找的查找成功和查找失败的平均查找长度

```

请选择功能实现：
1.BST的基本操作(插入、删除、查找、排序)
2.生成测试数据
3.实现BST查找；
4.实现非递归折半查找；
5.实现递归折半查找；
0.退出
4
非递归折半查找：
查找成功的平均查找长度为:9.011719
查找失败的平均查找长度为:10.001951
    
```

图 4 非递归折半查找

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{\sum_{i=1}^h 2^{i-1} \times i}{n}$ ， $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL = 9$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL = 512.5$

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{h \times (n+1)}{n+1}$ ， $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL = 10$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL \approx 512.99902439024$

经过对比，测试值均与理论值相近或在理论范围内。

(4) 递归折半查找的查找成功和查找失败的平均查找长度

```
请选择功能实现：
1.BST的基本操作(插入、删除、查找、排序)
2.生成测试数据
3.实现BST查找；
4.实现非递归折半查找；
5.实现递归折半查找；
0.退出
5
递归折半查找：
查找成功的平均查找长度为:9.011719
查找失败的平均查找长度为:10.001951
```

图 5 非递归折半查找

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{\sum_{i=1}^h 2^{i-1} \times i}{n}$, $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL=9$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL=512.5$

查找成功：最好情况下， $ASL = \frac{h \times (n+1)}{n+1}$, $h=10, n=1024$ ，带入得到 $ASL=10$

最坏情况下，即 Input1.txt，带入得到 $ASL \approx 512.99902439024$

经过对比，测试值均与理论值相近或在理论范围内。

三、以上实验能否说明：就平均性能而言，BST 查找与折半查找的时间性能差不多，为什么？

BST 查找和折半查找的时间复杂度都是 $O(\log n)$ ，其中递归/非递归折半查找的判定树是均匀的，而 BST 查找的查找树与数据的排列有很大关系，例如有规律的数字数据建立树会使得 BST 不能满足平衡性，导致性能大大下降。

就平均性能而言，给定的数据中的数字是随机排列的，BST 的性能受数字的排列的影响变小，故可以认为 BST 查找与折半查找的时间性能差不多。