在一维数组中以完全二叉树方式存储线段树的空间分析

我们大家存储线段树的方式无非两种：

二叉链表
一维数组完全二叉树
二叉链表优点是节省空间,缺点是编程复杂度大,执行效率较低,空间复杂度为2N

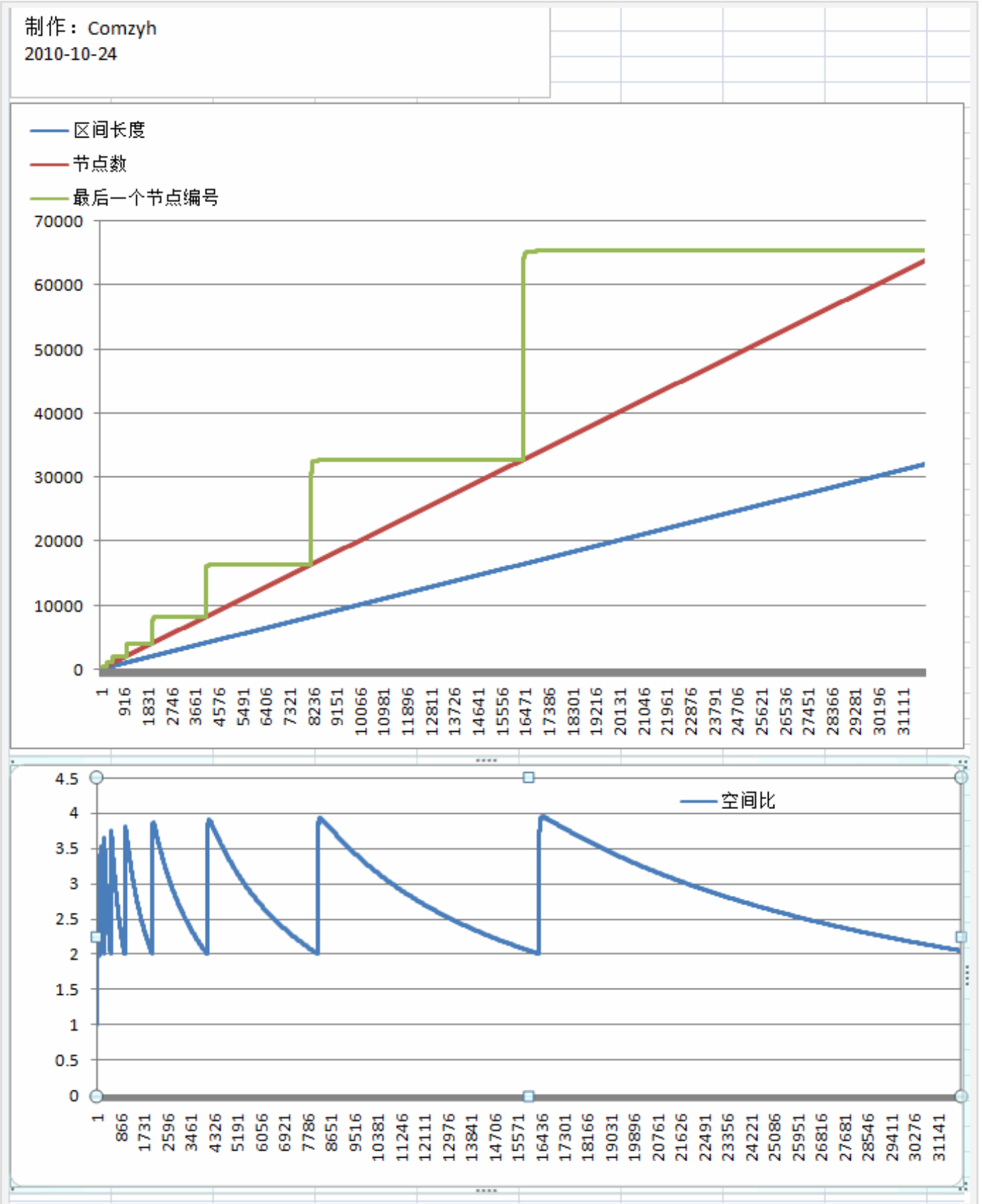
在一维数组以完全二叉树方式存储线段树的编程复杂度小,执行效率较高,但浪费空间
长期以来,我和我校的OIer一直不知以一维方式存储线段树到底需要开多大的数组.今天正好有些闲暇的时间,写了个小程序,分析了下一维线段树在一维方式存储下到底需要占用多少空间.经本文所述方式计算约为4N

先来补习一下完全二叉树的相关知识:
完全二叉树在一维数组中这样表示:根节点为1,其左子树为2,右子树为3.
根节点为N,其左孩子为2N,右孩子为2N+1
具体实现方式可参考我的一篇题解,这里使用的就是完全二叉树方式

像线段树这样区间长度并不一定是2^n的二叉树,其占用空间为 2的(最深线段的深度)次幂,就给线段树的空间占用造成了很大的不确定性.在我们学校,关于线段树的空间占用,说法大致有以下几种

极端保守的:10N
保守(我):5N
乐观:3N
极乐观:2N
然而大家写的是后大部分都是尽量多开,对于其空间占用一直没有定论,现在我来给个定论:

先上一幅图:



完全二叉树方式存储线段树的空间占用

可以看到,空间复杂度其实是最好$\Theta(2N)$,最差是$\Theta(4N)$,最好情况出现在略小于2^k附近,最坏情况出现在略大于2^k附近,由此看来,我们以后存线段树大概需要开4N+100 的数组就可以了.

附线段树空间计算程序:

输入区间长度,他来告诉你要开多大数组.

Download CountSegment.cpp

```
1 /*线段树空间计算程序 Power By:Comzyh*/
```

```
#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cstdlib>
using namespace std;
struct segment {
       int b,e;
       };
segment seg[5000000];
int N;
int Nnode,LastNode;
void build(int b, int e, int s);
int main(){
    while (1){
          printf("Please Enter Interval length 请输入区间长度:\n");
          scanf("%d",&N);
          if (N==0)return 0;
          Nnode=0;
          LastNode=0;
          build(1,N,1);
          printf("Complete binary tree, has build %d Nodes ,the last node numbered %d\n %d 最后一个节点:%d\n",Nnode,LastNode,Nnode,LastNode);
          //system("pause");
          }
    }
void build(int b, int e, int s){
     Nnode++;
     if (s>LastNode)
        LastNode=s;
     seg[s].b=b;
     seg[s].e=e;
     if (b==e)
         return;
     int mid =(b+e)>>1;
     build(b,mid,s<<1);
     build(mid+1,e,(s<<1)+1);
     }
```

附线段树空间占用分析程序(打表),上面那个图的表就是它计算出来的:

Download CountSegmentFile.cpp

```
/*线段树空间分析程序 Power By:Comzyh*/
#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cstdlib>
using namespace std;
struct segment {
       int b,e;
       };
segment seg[5000000];
int N;
int Nnode,LastNode;
void build(int b, int e, int s);
int main(){
    freopen ("segmentCount.csv","w",stdout);
    int i=1;
    scanf("%d",&N);
    printf("区间长度,节点数,最后一个节点编号\n");
    while (N-i>=0){
          Nnode=0;
          LastNode=0;
          build(1,i,1);
          printf("%d,%d,%d\n",i,Nnode,LastNode);

          i++;
          }
    //system("pause");
    }
void build(int b, int e, int s){
```

```
    Nnode++;
    if (s>LastNode)
       LastNode=s;
    seg[s].b=b;
    seg[s].e=e;
    if (b==e)
        return;
    int mid =(b+e)>>1;
    build(b,mid,s<<1);
    build(mid+1,e,(s<<1)+1);
    }
```

然后打了个表,可以用来查询线段树空间

Download SegmentCount.txt

```
区间长度  ,占用空间
         1:1
         2:3
         3:5
         4:7
         5:9
         6:13
         7:13
         8:15
         9:17
        10:25
        10:25
        20:57
        30:61
        40:121
        50:125
        60:125
        70:225
        80:249
        90:249
       100:253
       200:509
       300:1009
       400:1021
       500:1021
       600:2033
       700:2041
       800:2045
       900:2045
      1000:2045
      2000:4093
      3000:8185
      4000:8189
      5000:16369
      6000:16377
      7000:16381
      8000:16381
      9000:32737
     10000:32753
     20000:65521
     30000:65533
     40000:131057
     50000:131069
     60000:131069
     70000:262113
     80000:262129
     90000:262137
    100000:262141
    200000:524285
    300000:1048561
    400000:1048573
    500000:1048573
    600000:2097137
```

```
    700000:2097145
    800000:2097149
    900000:2097149
   1000000:2097149
   2000000:4194301
   3000000:8388601
   4000000:8388605
   5000000:16777201
   6000000:16777209
   7000000:16777213
   8000000:16777213
   9000000:33554401
  10000000:33554417
```

本文链接地址：在一维数组中以完全二叉树方式存储线段树的空间分析