**二分法总结：**

|  |
| --- |
| Base Line: 排过序的数组，我们的目标是找到某个特定的元素或者是找到某段区间，**注意有些变形的题**，如：  1: count the occurrence of one element in a sorted array. Like, int []arr,int target  一般的思路，利用二分法找到k,但是怎么处理我们找到了 arr[mid] == k,一般的做法是从这个元素为中心，向两边扩展，但是如果遇到了特殊的情况，如果全部的元素如全部都是k,那么复杂度就是O(n),显然这不是最优解，面试官不会满足。  改进的算法，我们利用两遍二分查找，分别是getFirstIndex(arr,k) 和getLastIndex(num,k), 分别是首个出现的k和最后出现的k, 但是这个二分查找法有些特殊，例如 getFirstIndex, 如果arr[mid] ==k,看他左边是不是k,如果是k,二分查找左边，如果不是，返回mid,  2:find element in a rotated sorted  这题也是二分法的变形，主要分析二分法的每次减半的条件，因为是rotate之后的数组，则这个数组又两个递增的子数组，如[5,6,7,8,1,2,3,4],我们需要判断是在左边的子数组还是右边的数组。  但是特别注意重复的元素，如[9,5,6,7,8,9,9,9,9,9]这种edge case.  此题的另一种情况：查找minimum in rotated sorted array |

**二分法插入的有关总结：向有序的数组内插入元素**

|  |
| --- |
| 在有序的数组内插入元素使用二分法，复杂度是O(logn),例如：  数组a[0],a[1],a[2],a[3]…a[m],a[m+1],其中a[0]~a[m]是有序的，将a[m+1]插入其中，代码的一般的架构是：  int low =0;  int high = m;  int mid;  while(low <= high)  {  mid = (low + high)/2;  if(a[mid] > a[m+1]) high = mid-1;  else low = mid+1;  }  则**最后插入的index 是low,或者是high+1,**分析如下：  1: 最后剩下两个元素a[i],a[i+1] => low =i,high=i+1 ,mid=i  1: a[mid]>a[m] => high=mid-1=i-1,low = i =>插入的index是i  2: a[mid]<=a[m] => low=mid+1=i+1,high=i+1 => 最后剩下一个元素的情况  2: 最后剩下一个元素a[i] => low = i, high =i,mid=i  1: a[mid] >a[m] => high = mid-1=i-1, low=i =>插入的index是i  2: a[mid]<=a[m] => low = mid+1=i+1, high = i => 插入的index是i+1 |

**关于递归的几点小总结**：

|  |
| --- |
| 递归有时候可以很饶人，如：  1: permutation的dfs解法：即将一个字符串的拆分成第一个字符和剩下的字符，  剩下的字符运用递归的思想，但是注意一点的是再执行完当前递归后，要将原对象改成递归前的状态比如这题：  2: 在递归的时候也要考虑传入的值是否是immutable的，如传入的如果是int,Boolean,String… 这样的递归是没有用的，因为java中pass-by-value的原则是的下次递归在改变输入的参数时就重新创建了对象，如balanced binary tree: |
| /\*\*  \* Definition of TreeNode:  \* public class TreeNode {  \* public int val;  \* public TreeNode left, right;  \* public TreeNode(int val) {  \* this.val = val;  \* this.left = this.right = null;  \* }  \* }  \*/  public class Solution  {  /\*\*  \* @param root: The root of binary tree.  \* @return: True if this Binary tree is Balanced, or false.  \*/  public boolean isBalanced(TreeNode root)  {  // if(root == null) return true;    int height;  return helper(root,height);  }    //此种方法类似与树的后续遍历，为了得到一个节点的高度，我们需要知道左边的树的高度，右边树的高度，  //然后才是当前节点的高度。  public boolean helper(TreeNode root,int height)  {  //edge case  if(root == null)  {  height = 0;  return true;  }      // java中不能这样传递int类型实现递归，因为是pass-by-value.c++可以用指针  int leftHeight;  int rightHeight;  if(helper(root.left,leftHeight) && helper(root.right,rightHeight))  {  if(Math.abs(leftHeight - rightHeight) <= 1)  {  height = Math.max(leftHeight,rightHeight) + 1;  return true;  }else return false;  }  return false;  }  } |

|  |
| --- |
| 但是c++可以用指针实现这种递归，如果要使用java来实现这种效果，我们需要自定义一种数据类型，包括ResultType: |
| class **ResultType** {  public boolean isBalanced;  public int maxDepth;  public ResultType(boolean isBalanced, int maxDepth) {  this.isBalanced = isBalanced;  this.maxDepth = maxDepth;  }  }  public class Solution {  /\*\*  \* @param root: The root of binary tree.  \* @return: True if this Binary tree is Balanced, or false.  \*/  public boolean isBalanced(TreeNode root) {  return helper(root).isBalanced;  }    private ResultType helper(TreeNode root) {  if (root == null) {  return **new ResultType(true, 0)**;  }    ResultType left = helper(root.left);  ResultType right = helper(root.right);    // subtree not balance  if (!left.isBalanced || !right.isBalanced) {  return new ResultType(false, -1);  }    // root not balance  if (Math.abs(left.maxDepth - right.maxDepth) > 1) {  return new ResultType(false, -1);  }    return new ResultType(true, Math.max(left.maxDepth, right.maxDepth) + 1);  }  } |

**关于有序的二位数组的查找问题**：

|  |
| --- |
| 有序的二维数组例如每一行从左到右递增，每一列从上到下递增，这样的二维数组如：  1 2 8 9  1 4 9 12  4 7 10 13  6 8 11 15  这类查找的问题，key是从右上角开始查找并且排除，如果右上角的元素>target,col--,如果<target,row++. |

**关于函数调用栈和堆中栈的比较**：

|  |
| --- |
| 对于一般情况，函数调用栈（递归）的过程就是一个压栈和出栈的过程，但是容易引起**函数调用栈的溢出，**这个时候我们可以用堆中建立stack数据结构的方法来对函数进行调用，因为堆中内存比较大，不容易引起溢出，例如，如果要从尾到头打印一个链表的数值，我们可以用递归，也可以先用stack存储，再依次排出，如果链表很长的话，递归可能溢出，可以考虑用stack。  递归的缺点：  1:由于是函数调用本身，函数调用是有时间和空间的消耗的，如分配函数参数，返回地址和临时变量…往栈里压数据和拿数据都需要时间  2:递归很多计算都是重复的  3:最重要的，容易引起栈溢出 |

**关于位运算的一些总结**：

|  |
| --- |
| 1: 位运算比乘，除这些运算要快上很多  2:移位要特别注意负数的情况和溢出的情况，防止死循环  3: int 的范围是：  正数：0x7FFFFFFF(2^31 – 1= 2147483647);  负数：0x80000000(-2^31=- 2147483648)  0x80000001(-2^31+1=- 2147483647);  例如：统计一个树二进制表达式中1的个数  1:最容易想到的方法：每次右移移位，与1与统计每一位，但是这种情况要防止负数死循环  2: 将原来数减1，然后与原数与，就将右边最后一位1变为了0，然后count++，继续将统计新的数  int numberOf(int n)  {  int count = 0;  while(n != 0)  {  count ++;  n=(n-1)&n;  }  } |

**关于大数运算的一些处理方法和情景**：

|  |
| --- |
| 如果面试题是关于n的整数并且没有限定n的取值范围，或者输入是任意大小的整数，那么这个题目很有可能是需要考虑大数问题的，**字符串**是一个简单的，有效的表示大数的方法：  例如：打印1到最大n位数，如n=3,打印1～999  处理这种大数问题，可以使用字符串，也可以使用int数组来处理，但是字符串实际上是字符数组，比int数组更加省空间，但是用1 byte 来保存0～9还是不够有效率，有什么好的办法吗？  注意其中几个小细节：  1:在打印的时候，我们需要把前面的0去掉，如98而不是098，  2:判断什么时候是最后一位  类似的例子：  定义一个函数，实现两个整数的加法。 |

**关于anagram的一些总结**：

|  |
| --- |
| Anagram的题目一般可以结合hashmap来解决，但是 hashmap的key和value的选择一般是重点，一般key值我们可以使用原string排序之后的新string,这样anagram的字符串就一定会拥有相同的key.  排序的算法可能不是最优的，我们也可以自己写一个hashCode方法，来保证anagrams拥有相同的hashCode. |

**关于hashmap中key的选择问题**：

|  |
| --- |
| 有时候用hashmap 来解答问题十分巧妙，因为可以将一类的类型的数据封装到一起，并且可以在O(1)时间内访问，但是难点就是如何选择key,  1:可以将其转换成string类型，因为string本来就是immutable的，例如leetcode245 Group Shifted Strings 此题，难点就是如何放置shift的pattern：   1. **for**(**int** i = 0; i < strings.length; i++) { 2. StringBuffer sb = **new** StringBuffer(); 3. **for**(**int** j = 0; j < strings[i].length(); j++) { 4. sb.append(Integer.toString(((strings[i].charAt(j) - strings[i].charAt(0)) + 26) % 26)); 5. sb.append(" "); 6. } 7. String shift = sb.toString(); 8. **if**(d.containsKey(shift)) { 9. d.get(shift).add(strings[i]); 10. } **else** { 11. List<String> l = **new** ArrayList<>(); 12. l.add(strings[i]); 13. d.put(shift, l); 14. } 15. } |

**关于LinkedList 的常用的一些操作（单向链表）**：

|  |
| --- |
| 1: 找出中间节点，  如： 1 2 3 4 5 6 => 3  1 2 3 4 5 6 7 =>4  使用快慢指针：  private ListNode findMiddle(ListNode head) {  if (head == null) {  return null;  }  ListNode slow = head, fast = head.next;  //注意终止条件，因为每一次我们不能保证fast指针是否为空，因此需要先判断fast然后再判断fast.next  while (fast != null && fast.next != null) {  slow = slow.next;  fast = fast.next.next;  }  return slow;  } |

|  |
| --- |
| 2: reverse 一个链表  花一个示意图就好理解了，  1 -> 2 -> 3… 当我们处理节点2 时：  1 <- 2 3…  prev cur next  因此我们需要三个节点分别是prev, cur,next分别记录上一个节点，现在要处理的节点以及下一步要处理的节点，终止条件时判断next是否为空,：  private ListNode reverse(ListNode head) {  ListNode prev = null;  while (head != null) {  ListNode temp = head.next;  head.next = prev;  prev = head;  head = temp;  }  return prev;  } |

**关于二叉树的层次遍历(level order travesal)**：

|  |
| --- |
| 1:首先，应该使用queue的数据结构，因为我们是从上到下，从左到右，我们每次poll出新值，就append 相应的left和right节点。  如果需要将每层的结果存储到一个list上，如：  1 <---  / \  2 3 <---  \ \  5 4 <---  [[1],[2,3],[5,4]],  我们需要记录每一层的结束标志位，可以将每一层的最后一个元素后加null,如  [1,null,2,3,null,5,4,null]  类似思想的问题(Binary Tree Right Side View)(leetcode 199):  此题记录每层的最右边的元素，同样使用上述queue的存储方式。  类似的题目还有 invert binary tree 用非递归的方法，都要借助queue来完成  2:第二种方法要考虑hashmap + dfs, key是depth,value是对应的节点或者arraylist,上 |

**关于递归的edge case 问题**：

|  |
| --- |
| 递归的edge case是递归的难点，需要注意，当我们判断edge case 需要对多种情况查询是否满足edge case时，可以使用if语句来对每一个edge case 分别不同的判断，一个典型的例子，**StringMixture** |

**关于**类**字符串转整形的题目**：string->int, string->float…

|  |
| --- |
| 这种题型考验对不同test case的考虑，如：   越界问题？=> 使用double或者long,如果仍然越界，可以考虑用数组或者arraylist   正负号问题？=> 刚开始的时候判断   空格问题？ => 使用trim() 去除头和尾部的空格   精度问题? => 小数点后面的数 |

**关于第k个顺序统计量**：快排的思想

|  |
| --- |
| 一个n个元素组成的集合中，第k个顺序统计量指的是该集合中第k小的元素，我们要讨论的是如何在线性时间里找出一个数组的第k个顺序统计量.  核心步骤：将数组low,high脚标下的数组进行partition, 算法中i代表比pivot小的指针，i 之后是比pivot大的元素。j 是我们遍历数组时的指针，注意返回类型是pivot的index.  int Partition(int A[], int low, int high)  {  int pivot = A[low];  int i = low;  for(int j=low+1; j<=high; ++j)  {  if(A[j] <= pivot)  {  ++i;  swap(A[i], A[j]);  }  }  swap(A[i], A[low]);  return i;  }  采用randomized\_select来选择pivot:  int Randomized\_Partition(int A[], int low, int high)  {  srand(time(NULL));  int i = rand() % (high+1);  swap(A[low], A[i]);  return Partition(A, low, high);  }  最后再利用partition来递归寻找第k小的元素：  int Randomized\_Select(int A[], int p, int q, int i)  {  if(p == q)  return A[p];  int r = Randomized\_Partition(A, p, q);  int k = r-p+1;  if(i == k)  return A[r];  if(i < k)  return Randomized\_Select(A, p, r-1, i);  else  return Randomized\_Select(A, r+1, q, i-k);  }  注意：虽然最坏情况Θ(n^2)出现的概率非常非常小，但是不代表它不会出现。这里就介绍一个非同一般的算法，以保证在最坏情况下也能达到线性时间。  基本步骤：   1. 将输入数组的n个元素划分为n/5（上取整）组，每组5个元素，且至多只有一个组有剩下的n%5个元素组成。 2. 寻找每个组织中中位数。首先对每组中的元素（至多为5个）进行插入排序，然后从排序后的序列中选择出中位数。 3. 对第2步中找出的n/5（上取整）个中位数，递归调用SELECT以找出其中位数x。（如果是偶数取下中位数） 4. 调用PARTITION过程，按照中位数x对输入数组进行划分。确定中位数x的位置k。   如果i=k，则返回x。否则，如果i < k，则在地区间递归调用SELECT以找出第i小的元素，若干i > k，则在高区找第(i-k)个最小元素。 |

**关于三种swap的方法**：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1: 使用暂存空间   |  |  | | --- | --- | |  | int tmp = a;  a = b;  b = tmp |   2: +和-操作  a = a + b;  b= a –b;  a =a-b;  3:XOR  a=a^b;  b=a^b;  a=a^b;  **注意**：如果两个变量对应的同一内存单元，则经过两次加减或异或操作，内存单元的值已经变为了0，因而不能实现变量值交换。**所以当需要交换值的变量可能是同一变量时，必须使用第三变量实现交换**，否则会对变量清零。 |

**关于位图排序(bit map)**：

|  |
| --- |
| 优点：这种排序方法是通过牺牲空间效率来追求时间效率（线性时间）以达到时间-空间折中与双赢的目的  缺点：这种排序方法对输入的数据是有比较严格的要求(数据不能重复，大致知道数据的范围)，而且要求输入的数据需要是均匀的且密集的，不然的话空间效率就很低。  注意：位图排序是使用一个二进制位而不是一个整数来表示0或1，这样可以大大地减少所需要的内存空间。使用位图排序的前提是要知道待排序序列中的最大数。位图排序的缺点是有些数没有出现过，仍要为其保留一个位。故位图排序比较适合关键字密集的序列，例如一个城市的电话号码。  字节位置=数据/32;(采用位运算即右移5位)  位位置=数据%32;(采用位运算即跟0X1F进行与操作)。  http://pic002.cnblogs.com/images/2011/288799/2011101911100137.jpg |

**关于快排(quick sort)**：

|  |
| --- |
| \* 几个注意点：  \* 1: 需要三个函数：  \* quickSort(int [] arr) -> 调用函数，接受排序的数组，返回可以时空，也可以时一个数组  \* sortHelper(int[] arr,int left,int right) -> 排序调用时的递归函数，三个参数，包括左索引和右索引  \* partition(int[] arr,int left,int right) -> 将一个范围分成两部分，注意要返回分完的index,因此返回类型是int |

**关于堆排(heap sort)**：

|  |
| --- |
| 几个注意点：  \* 1: 三个基本步骤  \* 1: 从含有孩子节点开始向上依次建立最大堆(max heap)，即将原数组变成堆  \* 2: 取出堆中最大元素，放在末尾，注意此时堆的大小也改变了饿  \* 3: 当堆的大小变为1时，代表排序结束  \* 2: 注意要维持一个heapSize的变量，因为heapSize 是我们heaplifyDown（）的主要判定条件  \* 3: 在heaplifyDown()方法内，先判断当前节点是否含有左孩子和右孩子，如果有，需要将三者之中的最大值放在parent 节点上 |

**关于归并排序(merge sort)**：

|  |
| --- |
| /\*几个注意点：  \* 1: 可以写成两个函数或者三个函数，以下就是两个函数的版本  \* 2: mergeSort()中的 left和right都是inclusive的，  \* 3:mergePart()里需要创建tmp数组来临时保存合并的结果，因此归并排序空间复杂度是O(n)的  \*/ |

**关于moveZeros的探讨**：

|  |
| --- |
| 在数组或者字符串中，有这样一类问题，加入数组或者字符串只含有两类元素（例如只含有0和1），问将这个数组按元素排序，两种方法：  1: 使用快排的partition的思想，使用两个index1,index2来区分成三个区域，  [0,index1]: 类型1  [index1,index2]:类型2  [index2,end]:未探测区域  这种排序只能保证每一类元素都在正确的位置，但不能保证原来一类元素的相对位置，而且使用了swap()函数进行调换  2: 倒者遍历数组或字符串  同样使用两个指针，慢的指针代表分界线，可以复写原来的值  优缺点：  第一种方法不能保证原来元素的相对位置，而且使用了swap,  第二种方法局限性较大，不好处理多类元素的问题  如果数组内是多类元素呢？ |

**怎样得到一个数组的绝对众数**：数字出现的次数大于等于N/2

|  |
| --- |
| 1: 可以使用hashmap来统计每个数字出现的次数，但是需要额外的O(n)的空间  2: 线性扫描，根据绝对众数的原理，对于两个不同的数字，删去这两个不同的数字不影响其他元素组成新数组的绝对众数。利用这个原理，可以只遍历一次数组，统计所得得众数：  int count=0;  int m = arr[0];//m 是候选得众数  for(int i=0;i<arr.length;i++)  {  if(count == 0) ->m=a[i],count=1 //更新众数得候选值，更新count  else if(arr[i] == m) count++  else count--;  }  return m;  拓展： 如果要找得数字出现得次数 > 1/k 呢？ |

**怎样根据一个范围内的均匀随机生成函数到另一个范围得随机生成函数**：

|  |
| --- |
| 怎样从1～7得随机生成函数，得到一个从1～10的随机生成函数：  使用7进制，1-7减去1，变成0～6，产生一个二位的七进制数，对应0～48，把40～48扔掉，其余按照个位数字分类，0～9对应1～10.  int rand10(){  int x;  while( (x =(rand7()-1)\*7+rand7()-1) >= 40 ){};  return x&10+1;  }  注意点： **在扔数字之前必须保证是等概率的**。 |

**怎样根据一个不均匀的随机函数到一个均匀的随机生成函数**：

|  |
| --- |
| 例如：一个随机数发生器，以p产生0，以（1-p）产生1，构造一个均匀的0-1生成器：  分析：产生两次，（0，1）和（1，0）的概率都是p＊（1-p），代码如下：  int gen(){  int x,y;  while((x==rand()) == (y=rand())){};  return x;  } |

**怎样在N个元素内随机抽取k个数(采样)**：

|  |
| --- |
| 一种好的算法，不需要提前知道元素的个数，可以一个一个的流入，而且空间复杂度是O(k):  对于当前元素i,  1:如果i <= k, 则直接放入数组a[i]中；  2: 如果i>k, 产生一个随机数x = rand()%i;若x<=k,z则替换原来的数组元素，  若x > k,则放弃该元素  证明： 分i <= k和i>k的两种情况，然后证明两种情况下被保留的概率都是k/n.  类似的思想：**流式**（每次只能处理该元素）地随机选择一个数字，  对于第i个元素，我们以1/i的概率决定是否选择它。  证明：证明第i个元素被选中的概率是(1/n)即可，与上述类似 |

**怎样产生一个0～n-1内的一个随机的全排列(random\_shuffle)**：

|  |
| --- |
| 常规方法：先赋初始值，然后a[i]和a[i]…a[n-1]之间的数随机交换  //赋初值  for(int i=0;i<n;++i){  a[i]=I;  }  //随机交换a[i]和a[i]…a[n-1]  for(int i=0;i<n;i++){  swap(a[i],a[rand()%(n-i) + i]);  } |

**怎样在一个带有权重的数组内随机抽取一个元素**：

|  |
| --- |
| 例如，元素有a,b,c,对应权重是3，5，7（这里我们假设权重都是正整数），我们希望以3/15的概率抽取a, 5/15的概率抽取b, 7/15的概率抽取c.  三种方法：  1: 将原来元素复制，然后再在大的数组内随机抽取一个元素，例如，将数组填充为： [a,a,a,b,b,b,b,b,c,c,c,c,c,c,c,c],利用上述的例子尽心选择，当然缺点是需要额外O(n)的空间  2: 将计数映射到一段范围内，然后再选择，此题对应与[1,3],[4,8],[9,15],然后随机抽取一个数random()%15, 利用**二分查找**找到对应的区间然后选择对应的元素。当然同样也需要额外的O(logn)的空间复杂度。  3: （1）：先在n个元素内等概率的随机选取一个元素(1/n)，然后找出元素对应的权值，  （2）：再随机产生一个random()［0~最大值］数x，如果小于第一次的权值则选择，否则则返回第一步。  第二种方法的思路要掌握，**将权值映射到区域内**，然后随机抽取范围内的数  第三种方法较灵活，要考虑多次筛选 |

**LIS,LCS(sequence),LCS(substring)**：

|  |
| --- |
| LIS: 最长单调增序列，采用O(n^2)的解法，动态规划，dp[i]代表从该位开始最长的子列，由于在确定dp[i]时，要依次和前面0~i-1个元素进行比较，因此复杂度是O(n^2).可以简化到O(NlogN),采用二分法，没太理解，<http://www.geeksforgeeks.org/longest-monotonically-increasing-subsequence-size-n-log-n/>  下面两者都是采用动态规划来解的，因此递推式尤为关键，更详细地说，substring是subsequence的特殊形式，我们可以使用用c[m+1][n+1]的数组来记录s1,s2的中间变量。  LCS(sequence)：c[i][j]代表到i,j 为止的位置上最大的长度：    其中可以用回溯发找到最长的对应的解。  LCS(substring):类似上面，但是我们定义c[i][j]代表必须以i,j为结尾的最长字串，换句话说，如果最后一位不相同，则c[i][j]为0:    同样也回溯发可以找到最优字串。  **花时间自己实践这三个最基本的算法，很重要！！！！** |

**链表问题总结**：

|  |
| --- |
| 链表问题的一般思路，new出新的reshead 和restail,代表我们需要的新的链表的头和尾，然后从原来链表的头head遍历原来的链表,根据条件加入新的链表中，但是**注意新每一次连接restail, 需要将restail.next = null, 否则可能于原链表重复，这样的到的结果就不是我们想要的结果**：  链表找环 => Leetcode 142  链表奇偶位置拆分 => Leetcode 328  单链表排序[归并思想，O(nlgn)] =>Leetcode 148  有序单链表节点去重 => Leetcode 82(保留一个重复节点),83(不保留重复节点) |

**Kmp算法的一点点理解**：

|  |
| --- |
| 求next数组的问题：  \*1:next[0]是-1,并不是0，因为next数组代表的是除去该字符以前的最长的公共前缀字串和后缀字串，  \*2:next[1]是0,因为只剩下一个字符，不能是整个字符串的长度，因此只能是0。  \*3:为什么next数组要除去这个字符串的最长公共子字符串，因为我们需要next数组的时候都是 s[i] != p[j]的时候，需要重新定位。  //使用方法2， 利用关系式进行回溯  public static int[] next(String p)  {  if(p == null || p.length() == 0) return null;    int j=0;  int k=-1;  int []next = new int[p.length()];  next[0] = -1;  while(j < p.length()-1)  {  if(k == -1 || p.charAt(k) == p.charAt(j))  {  k++;  j++;  next[j] = k;  }else  {  k = next[k];  }  }  return next;  }  kmp一般步骤：  \*1: 利用GetNextArray得到模式串的next数组  \*2: 依次遍历s － i， 与模版串里的索引字符串进行比较 －j,当j遍历完后，则说明匹配到。  public static int find(String s, String p, int[] next)  {  if(s == null || s.length() == 0 || p == null ||  p.length() == 0 || s.length() < p.length()) return -1;    int j = 0;  for(int i=0;i<s.length();i++)  {    if(j == -1) j = 0;  while(j <= p.length()-1 && i <= s.length()-1 && s.charAt(i) == p.charAt(j))  {  i++;  j++;  }  if(j == p.length()) return i - p.length();  else j = next[j];  }  return -1;  } |