

# Índice

<b>1. Mapas</b>	<b>1</b>
<b>2. Sets</b>	<b>2</b>
<b>3. Grafos</b>	<b>2</b>
3.1. BFS y DFS	2
3.2. Shortest Hop	3
3.3. Ordenamiento Topológico	3
3.4. Componentes Fuertemente Conexas (Algoritmo de Tarjan)	4
3.5. Puntos de Articulación	5
3.6. Puentes	6
3.7. Algoritmo de Dijkstra	7
3.8. Algoritmo de Floyd-Warshall	8
<b>4. KMP</b>	<b>8</b>
<b>5. Union-Find</b>	<b>9</b>
<b>6. Programación dinámica</b>	<b>10</b>
6.1. Longest Increasing Subsequence	10
6.2. Longest Common Subsequence	10
6.3. Coin Change Problem	11
6.4. Edit Distance	11
6.5. El problema de la mochila (Knapsack)	11
<b>7. Teoría de números</b>	<b>12</b>
7.1. Algoritmo de Euclides	12
7.2. Verificar si un número es primo	12
7.3. Criba de Eratóstenes	12
7.4. Factorización prima de un número	13
7.5. Fórmulas	14
7.5.1. Cantidad de divisores	14
7.5.2. Suma de divisores	14
7.5.3. Función $\varphi$ de Euler	14
<b>8. Complete search</b>	<b>14</b>
8.1. Generar subconjuntos	14
8.2. Generar permutaciones	14
8.3. Generar combinaciones	15

<b>9. Otros</b>	<b>15</b>
9.1. Ordenamiento de Arrays y Listas	15
9.2. Cola de Prioridad	15
9.3. Interfaz Comparable	15
9.4. Imprimir números decimales redondeados	15
9.5. BufferedReader y BufferedWriter	15

## 1. Mapas

Estructura de datos que guarda pares (*clave*, *valor*). El HashMap no pone las claves en ningún orden en particular. TreeMap ordena las claves de acuerdo a su orden natural. LinkedHashMap pone las claves en el orden en que se ingresen.

Las operaciones `.put()`, `.get()` y `.containsKey()` son  $O(1)$  en HashMap y LinkedHashMap, y  $O(\log n)$  en TreeMap.

```
1 public static void main(String args[]) {
2     HashMap<String, Integer> map = new HashMap<String,
3         ↪ Integer>();
4     //TreeMap<String, Integer> map = new TreeMap<String,
5         ↪ Integer>();
6     //LinkedHashMap<String, Integer> map = new
7         ↪ LinkedHashMap<String, Integer>();
8
9     String s = "tres_tristes_tigres_tragaban_trigo_en_un
10        ↪ _trigal_en_tres_tristes_trastos";
11     String palabras[] = s.split("_");
12
13     for(int i=0; i<palabras.length; i++){
14         if(!map.containsKey(palabras[i])){
15             map.put(palabras[i], 1);
16         }else{
17             map.put(palabras[i], map.get(palabras[i])+1);
18         }
19     }
20
21     //Obtener un elemento
22     System.out.println(map.get("tres"));
23
24     //Recorrer el mapa
25     for(Entry<String, Integer> e : map.entrySet()){
26         System.out.println(e.getKey() + " : " + e.getValue()
27             ↪ );
28     }
```

```

23     }
24 }

```

## 2. Sets

Estructura de datos que actúa como “bolsa” donde se almacenan elementos, pero no puede almacenar elementos duplicados.

En HashSet .add() y .contains() son  $O(1)$ , mientras que en TreeSet son  $O(\log n)$ . Sin embargo, en el TreeSet los elementos quedan ordenados.

```

1  public static void main(String[] args) {
2      HashSet<String> hs = new HashSet<String>();
3      //TreeSet<String> ts = new TreeSet<String>();
4
5      hs.add("Hola");
6      hs.add("Hola");
7      hs.add("Mundo");
8      //Imprime 2, porque no se aceptan repetidos
9      System.out.println(hs.size());
10
11     //Recorrido
12     for(String s: hs){
13         System.out.println(s);
14     }
15 }

```

## 3. Grafos

### 3.1. BFS y DFS

Recorren un grafo a partir de un nodo origen y visitan todos los nodos alcanzables desde éste. Ambos algoritmos tienen una complejidad de  $O(n + m)$  donde  $n$  es el número de nodos y  $m$  es el número de aristas del grafo. El siguiente ejemplo está con DFS pero funciona igual con BFS.

```

1  static ArrayList<Integer> g[];
2  static boolean seen[];
3
4  public static void main(String[] args) {
5      int n = 10;
6
7      seen = new boolean[n];

```

```

8      g = new ArrayList[n];
9      for(int i = 0; i < n; i++){
10         g[i] = new ArrayList<Integer>();
11     }
12
13     //Visita solo los nodos que son alcanzables desde el
14     //    ↪ nodo 's'
15     int s = 0;
16     dfs(s);
17
18     //Con el vector 'seen' vemos cuales son estos nodos
19     for(int i=0; i<n; i++){
20         if(seen[i]){
21             // 'i' es alcanzable desde 's'
22         }
23     }
24
25     //Si queremos visitar todos los nodos
26     for(int u=0; u<n; u++){
27         if(!seen[u]){
28             //Si no hemos visitado 'u', hacer DFS en 'u'
29             dfs(u);
30         }
31     }
32
33     private static void dfs(int u){
34         seen[u] = true;
35         int len = g[u].size();
36         for(int i=0; i<len; i++){
37             int v = g[u].get(i);
38             if(!seen[v]){
39                 dfs(v);
40             }
41         }
42     }
43
44     private static void bfs(int u){
45         seen[u] = true;
46         Queue<Integer> q = new LinkedList<Integer>();
47         q.add(u);
48         while(!q.isEmpty()){
49             u = q.poll();

```

```

50     int len = g[u].size();
51     for(int i=0; i<len; i++){
52         int v = g[u].get(i);
53         if(!seen[v]){
54             seen[v] = true;
55             q.add(v);
56         }
57     }
58 }
59 }

```

### 3.2. Shortest Hop

Modificación de BFS que calcula el camino más corto desde un nodo origen  $s$  a todos los demás. Sólo funciona cuando el peso de todas las aristas es 1. Su complejidad es la misma de BFS:  $O(n + m)$ .

```

1  static ArrayList<Integer> g[];
2  static boolean seen[];
3  static int dist[];
4
5  public static void main(String[] args) {
6      int n = 10;
7
8      seen = new boolean[n];
9      dist = new int[n];
10     g = new ArrayList[n];
11     for(int i=0; i<n; i++){
12         g[i] = new ArrayList<Integer>();
13     }
14
15     int s = 0;
16     shortestHop(s);
17     //Despues de llamar este metodo, en dist[i] esta la
18     //    ↪ distancia mas corta (s,i)
19 }
20
21 public static void shortestHop(int u){
22     int n = g.length;
23
24     //Distancia "infinita" hacia todos los nodos
25     for(int i=0; i<n; i++){
26         dist[i] = Integer.MAX_VALUE;

```

```

26     }
27     //Distancia 0 hacia el nodo de origen
28     dist[u] = 0;
29
30     //BFS "modificado"
31     seen[u] = true;
32     Queue<Integer> q = new LinkedList<Integer>();
33     q.add(u);
34     while(!q.isEmpty()){
35         u = q.poll();
36         int len = g[u].size();
37         for(int i=0; i<len; i++){
38             int v = g[u].get(i);
39             if(!seen[v]){
40                 seen[v] = true;
41                 q.add(v);
42                 //Lo unico que cambia es que se calcula el
43                 //    ↪ dist[v]
44                 dist[v] = dist[u] + 1;
45             }
46         }
47     }

```

### 3.3. Ordenamiento Topológico

Todo grafo dirigido acíclico (DAG) tiene un ordenamiento topológico. Esto significa que para todas las aristas  $(u, v)$ ,  $u$  aparece en el ordenamiento antes que  $v$ . Visualmente es como si se pusieran todos los nodos en línea recta y todas las aristas fueran de izquierda a derecha, ninguna de derecha a izquierda. En realidad es una modificación de DFS y complejidad es la misma:  $O(n + m)$ . El método retorna falso si detecta un ciclo en el grafo, ya que en este caso no existe ordenamiento topológico posible.

```

1  static ArrayList<Integer> g[];
2  static int seen[];
3  static LinkedList<Integer> topoSort;
4
5  public static void main(String[] args) {
6      int n = 10;
7
8      seen = new int[n];
9      topoSort = new LinkedList<Integer>();

```

```

10
11 g = new ArrayList[n];
12 for(int i = 0; i < n; i++){
13     g[i] = new ArrayList<Integer>();
14 }
15
16 boolean sinCiclo = true;
17
18 //Es necesario hacer el ciclo para visitar todos los
19     ↪ nodos
20 for(int u=0; u<n; u++){
21     if(seen[u] == 0){
22         sinCiclo = sinCiclo && topoDfs(u);
23     }
24 }
25
26 if(sinCiclo){
27     //La lista 'topoSort' contiene los nodos en su
28     ↪ orden topologico
29 }else{
30     //Hay un ciclo
31 }
32
33 private static boolean topoDfs(int u){
34     //DFS "modificado" para hacer ordenamiento
35     ↪ topologico
36     //Se marca 'u' como 'gris'
37     seen[u] = 1;
38     int len = g[u].size();
39     boolean sinCiclo = true;
40     for(int i=0; i<len; i++){
41         int v = g[u].get(i);
42         if(seen[v] == 0){
43             sinCiclo = sinCiclo && topoDfs(v);
44         }else if(seen[v] == 1){
45             //Hay un ciclo, retorna falso
46             sinCiclo = false;
47         }
48     }
49     //Se agrega el nodo 'u' al inicio de la lista y se
50     ↪ marca 'negro'
51     seen[u] = 2;

```

```

49 topoSort.addFirst(u);
50 return sinCiclo;
51 }

```

### 3.4. Componentes Fuertemente Conexas (Algoritmo de Tarjan)

Calcula la componente fuertemente conexa a la que pertenece cada nodo de un grafo dirigido. Si dos nodos  $u, v$  están en la misma componente, significa que existe un camino de  $u$  a  $v$  y uno de  $v$  a  $u$ . Su complejidad es  $O(n + m)$ .

```

1 static ArrayList<Integer> g[];
2 static boolean seen[];
3 static boolean stackMember[];
4 static int disc[];
5 static int low[];
6 static int scc[];
7 static Stack<Integer> st;
8 static int time;
9 static int component;
10
11 public static void main(String[] args) {
12     int n = 10;
13
14     seen = new boolean[n];
15     stackMember = new boolean[n];
16     disc = new int[n];
17     low = new int[n];
18     scc = new int[n];
19     st = new Stack<Integer>();
20     time = 0;
21     component = 0;
22     g = new ArrayList[n];
23     for(int i = 0; i < n; i++){
24         g[i] = new ArrayList<Integer>();
25     }
26
27     for(int u=0; u<n; u++){
28         if(!seen[u]){
29             tarjan(u);
30         }
31     }

```

```

32 //scc[i]==x significa que 'i' pertenece a la
    ↪ componente 'x'
33 }
34
35 private static void tarjan(int u){
36     seen[u] = true;
37     st.add(u);
38     stackMember[u] = true;
39     disc[u] = time;
40     low[u] = time;
41     time++;
42
43     int len = g[u].size();
44     for(int i=0; i<len; i++){
45         int v = g[u].get(i);
46         if(!seen[v]){
47             tarjan(v);
48             low[u] = Math.min(low[u], low[v]);
49         } else if(stackMember[v]){
50             low[u] = Math.min(low[u], disc[v]);
51         }
52     }
53
54     if(low[u] == disc[u]){
55         int w;
56         do{
57             w = st.pop();
58             stackMember[w] = false;
59             scc[w] = component;
60         } while(w != u);
61         component++;
62     }
63 }

```

### 3.5. Puntos de Articulación

Halla los puntos de articulación de un grafo. Un punto de articulación es un nodo del grafo que si se quitara causaría que el grafo se “desconectara”. Si el grafo no era conexo en un principio, un punto de articulación es un nodo que si se quitara incrementaría el número de componentes conexas. La complejidad del algoritmo es  $O(n + m)$ .

```

1 static ArrayList<Integer> g[];

```

```

2 static boolean seen[];
3 static int disc[];
4 static int low[];
5 static int time;
6 static int parent[];
7 static boolean ap[];
8
9 public static void main(String[] args) {
10     int n = 10;
11
12     seen = new boolean[n];
13     disc = new int[n];
14     low = new int[n];
15     time = 0;
16     ap = new boolean[n];
17     g = new ArrayList[n];
18     for(int i = 0; i < n; i++){
19         g[i] = new ArrayList<Integer>();
20     }
21     parent = new int[n];
22     for(int i=0; i<n; i++){
23         parent[i] = -1;
24     }
25
26     for(int u=0; u<n; u++){
27         if(!seen[u]){
28             articulationPoints(u);
29         }
30     }
31     //Si ap[i]==true, 'i' es un punto de articulacion
32 }
33
34 private static void articulationPoints(int u){
35     seen[u] = true;
36     disc[u] = time;
37     low[u] = time;
38     time++;
39     int children = 0;
40
41     int len = g[u].size();
42     for(int i=0; i<len; i++){
43         int v = g[u].get(i);
44         if(!seen[v]){

```

```

45     children++;
46     parent[v] = u;
47     articulationPoints(v);
48     low[u] = Math.min(low[u], low[v]);
49     if(parent[u] == -1 && children > 1){
50         ap[u] = true;
51     }else if(parent[u] != -1 && low[v] >= disc[u]){
52         ap[u] = true;
53     }
54 }else if(v != parent[u]){
55     low[u] = Math.min(low[u], disc[v]);
56 }
57 }
58 }

```

### 3.6. Puentes

Halla los puentes de un grafo. Un puente es una arista del grafo que si se quitara causaría que el grafo se “desconectara”. Si el grafo no era conexo en un principio, un puente es una arista que si se quitara incrementaría el número de componentes conexas. La complejidad del algoritmo es  $O(n + m)$ .

```

1 class Bridge {
2     public int u;
3     public int v;
4     public Bridge(int u, int v){
5         this.u = u;
6         this.v = v;
7     }
8 }
9
10 public class GraphBridges {
11
12     static ArrayList<Integer> g[];
13     static boolean seen[];
14     static int disc[];
15     static int low[];
16     static int time;
17     static int parent[];
18     static ArrayList<Bridge> bridgeEdges;
19
20     public static void main(String[] args) {
21         int n = 10;

```

```

22
23     seen = new boolean[n];
24     disc = new int[n];
25     low = new int[n];
26     time = 0;
27     parent = new int[n];
28     bridgeEdges = new ArrayList<Bridge>();
29
30     g = new ArrayList[n];
31     for(int i = 0; i < n; i++){
32         g[i] = new ArrayList<Integer>();
33     }
34
35     for(int i=0; i<n; i++){
36         parent[i]=-1;
37     }
38
39     for(int u=0; u<n; u++){
40         if(!seen[u]){
41             bridges(u);
42         }
43     }
44     // 'bridgeEdges' contiene objetos tipo Bridge que
45     ↪ indican que la arista u,v es un puente
46
47     private static void bridges(int u){
48         seen[u] = true;
49         disc[u] = time;
50         low[u] = time;
51         time++;
52
53         int len = g[u].size();
54         for(int i=0; i<len; i++){
55             int v = g[u].get(i);
56             if(!seen[v]){
57                 parent[v] = u;
58                 bridges(v);
59                 low[u] = Math.min(low[u], low[v]);
60                 if(low[v] > disc[u]){
61                     Bridge b = new Bridge(u, v);
62                     bridgeEdges.add(b);
63                 }

```

```

64     }else if(v != parent[u]){
65         low[u] = Math.min(low[u], disc[v]);
66     }
67 }
68 }
69 }

```

### 3.7. Algoritmo de Dijkstra

Halla la distancia más corta desde un nodo origen *src* hacia todos los demás nodos. Funciona con grafos dirigidos y no dirigidos, siempre y cuando los pesos de las aristas sean no-negativos. Su complejidad es  $O(m + n \log n)$

```

1 public class Dijkstra {
2
3     static ArrayList<Integer> g[];
4     static Nodo[] dist;
5     static PriorityQueue<Nodo> proximo;
6     static int[] parent;
7     static int[][] p;
8
9     public static void main(String[] args) throws
10         ↳ IOException {
11         int nodos = 5;
12
13         g = new ArrayList[nodos];
14         dist = new Nodo[nodos];
15         parent = new int[nodos];
16         proximo = new PriorityQueue<Nodo>();
17         p = new int[nodos][nodos];
18
19         for (int i = 0; i < nodos; i++) {
20             g[i] = new ArrayList<Integer>();
21             dist[i] = new Nodo(i, Integer.MAX_VALUE);
22         }
23
24         int src = 0;
25         int dest = 4;
26
27         dist[src].peso = 0;
28         proximo.add(dist[src]);
29         parent[src] = src;

```

```

30     Nodo a;
31     while(!proximo.isEmpty()) {
32         a = proximo.poll();
33         calcularDistancia(a);
34     }
35
36     int mejorDistancia = dist[dest].peso;
37
38     int r = dest;
39     //bw.write(r+"\n");
40     while(r != src){
41         r = parent[r];
42         //bw.write(r+"\n");
43     }
44     //bw.flush();
45 }
46
47 public static void calcularDistancia(Nodo u){
48     int t = g[u.n].size();
49     for (int i = 0; i < t; i++) {
50         int x = g[u.n].get(i);
51         if(u.peso + p[u.n][x] < dist[x].peso){
52             dist[x].peso = u.peso + p[u.n][x];
53             proximo.add(dist[x]);
54             parent[x] = u.n;
55         }
56     }
57 }
58 }
59
60 class Nodo implements Comparable<Nodo>{
61     int n;
62     int peso;
63
64     public Nodo(int n, int peso){
65         this.n = n;
66         this.peso = peso;
67     }
68
69     public int compareTo(Nodo o) {
70         return this.peso-o.peso;
71     }
72 }

```

### 3.8. Algoritmo de Floyd-Warshall

Halla la distancia más corta desde todos los nodos hacia todos los demás. El grafo debe estar representado en matriz de adyacencia, y puede tener aristas con peso negativo. Sin embargo, no puede tener ciclos de peso negativo. En caso de que exista un ciclo negativo, el algoritmo lo detectará. Si todas las aristas son no-negativas, se puede omitir la comprobación del ciclo negativo. La matriz de adyacencia debe armarse así:

$$\text{grafo}(i,j) = \begin{cases} 0 & si \quad i = j \\ c_{i,j} & si \quad \text{existe una arista de } i \text{ a } j \text{ con costo } c_{i,j} \\ \infty & si \quad i \neq j \text{ y no existe arista de } i \text{ a } j \end{cases}$$

La complejidad del algoritmo es  $O(n^3)$ .

```

1  public static void main(String[] args) {
2      int n = 5;
3      int grafo [][] = new int[n][n];
4      int A [][] = new int[n][n];
5
6      for(int i=0; i<n; i++){
7          for(int j=0; j<n; j++){
8              if(i == j){
9                  grafo[i][j] = 0;
10             }else{
11                 grafo[i][j] = Integer.MAX_VALUE;
12             }
13         }
14     }
15
16     //Tener la matriz del grafo llena antes de hacer
17     ↪ esto
18     for(int i=0; i<n; i++){
19         for(int j=0; j<n; j++){
20             A[i][j] = grafo[i][j];
21         }
22     }
23
24     for(int k=0; k<n; k++){
25         for(int i=0; i<n; i++){
26             for(int j=0; j<n; j++){
27                 int option1 = A[i][j];
28                 int option2;
29                 if(A[i][k] == Integer.MAX_VALUE || A[k][j] ==
30                     ↪ Integer.MAX_VALUE){

```

```

29         option2 = Integer.MAX_VALUE;
30     }else{
31         option2 = A[i][k] + A[k][j];
32     }
33     A[i][j] = Math.min(option1, option2);
34 }
35 }
36 }
37
38 //Verificar si el grafo tiene un ciclo negativo
39 boolean negativeCycle = false;
40 for(int i=0; i<n && !negativeCycle; i++){
41     if(A[i][i] < 0){
42         negativeCycle = true;
43     }
44 }
45 }

```

### 4. KMP

Algoritmo para buscar una cadena *pattern* dentro de una cadena *text*. Su complejidad es de  $O(m+n)$  donde  $m$  es la longitud de *text* y  $n$  es la longitud de *pattern*. Retorna la posición donde inicia la primera ocurrencia de *text* dentro de *pattern*, o -1 si no existe.

```

1  private static int[] computeTemporaryArray(String
2      ↪ pattern){
3      int lps [] = new int[pattern.length()];
4      int index = 0;
5      int i = 1;
6      while(i < pattern.length()){
7          if(pattern.charAt(i) == pattern.charAt(index)){
8              lps[i] = index + 1;
9              index++;
10             i++;
11         }else{
12             if(index != 0){
13                 index = lps[index-1];
14             }else{
15                 lps[i] = 0;
16                 i++;
17             }
18         }
19     }
20 }

```



```

17     }
18 }
19 return lps;
20 }
21
22 public static int KMP(String text, String pattern){
23     int lps[] = computeTemporaryArray(pattern);
24     int i=0;
25     int j=0;
26     while(i < text.length() && j < pattern.length()){
27         if(text.charAt(i) == pattern.charAt(j)){
28             i++;
29             j++;
30         }else{
31             if(j!=0){
32                 j = lps[j-1];
33             }else{
34                 i++;
35             }
36         }
37     }
38     if(j == pattern.length()){
39         return i-j;
40     }
41     return -1;
42 }
43
44 public static void main(String[] args) {
45     String text = "ABABABABC";
46     String pattern = "BABABC";
47     int index = KMP(text, pattern);
48 }

```

## 5. Union-Find

Estructura de datos que soporta las siguientes operaciones eficientemente:

- Unir dos elementos  $p, q$
- Determinar si dos elementos  $p, q$  pertenecen al mismo conjunto o no

```

1 class UnionFind{

```

```

2     private int parent[];
3     private int size[];
4     private int components;
5
6     // n = Numero de nodos
7     public UnionFind(int n){
8         components = n;
9         parent = new int[n];
10        size = new int[n];
11        for(int i=0; i<n; i++){
12            parent[i] = i;
13            size[i] = 1;
14        }
15    }
16
17    private int root(int p){
18        while(p != parent[p]){
19            parent[p] = parent[parent[p]];
20            p = parent[p];
21        }
22        return p;
23    }
24
25    //Une los nodos p,q
26    public void union(int p, int q){
27        int rootP = root(p);
28        int rootQ = root(q);
29        if(rootP != rootQ){
30            if(size[rootP] < size[rootQ]){
31                parent[rootP] = rootQ;
32                size[rootQ] = size[rootQ] + size[rootP];
33            }else{
34                parent[rootQ] = rootP;
35                size[rootP] = size[rootP] + size[rootQ];
36            }
37            components--;
38        }
39    }
40
41    //Retorna true si p,q estan conectados
42    public boolean connected(int p, int q){
43        return root(p) == root(q);
44    }

```

```

45
46 //Retorna el numero de componentes conexas
47 public int getComponents(){
48     return components;
49 }
50 }
51
52 class Main {
53     public static void main(String[] args){
54         UnionFind uf = new UnionFind(5);
55         uf.union(0, 2);
56         uf.union(1, 0);
57         uf.union(3, 4);
58
59         //El numero de componentes es
60         int comp = uf.getComponents();
61
62         //Dos nodos estan conectados?
63         boolean connected = uf.connected(0, 3);
64     }
65 }

```

## 6. Programación dinámica

### 6.1. Longest Increasing Subsequence

Halla la longitud de la subsecuencia creciente más larga que hay en un vector (o String). También halla los elementos que pertenecen a dicha subsecuencia, por si llega a ser necesario. Su complejidad es  $O(n^2)$ .

```

1  public static void main(String[] args) {
2      int array[] = {3, 4, -1, 0, 6, 2, 3};
3      int n = array.length;
4
5      int T[] = new int[n];
6      int previous[] = new int[n];
7      for(int i=0; i<n; i++){
8          T[i] = 1;
9          previous[i] = i;
10     }
11
12     for(int i=1; i<n; i++){
13         for(int j=0; j<i; j++){

```

```

14         if(array[i] > array[j]){
15             if(T[j] + 1 > T[i]){
16                 T[i] = T[j] + 1;
17                 previous[i] = j;
18             }
19         }
20     }
21 }
22
23 int maxIndex = 0;
24 for(int i=0; i<n; i++){
25     if(T[i] > T[maxIndex]){
26         maxIndex = i;
27     }
28 }
29
30 //Longitud de la LIS
31 int lisLength = T[maxIndex];
32
33 //La subsecuencia como tal
34 int t = maxIndex;
35 int newT = maxIndex;
36 LinkedList<Integer> subsequence = new LinkedList<
    ↪ Integer>();
37 do{
38     t = newT;
39     subsequence.addFirst(array[t]);
40     newT = previous[t];
41 }while(t != newT);
42 }

```

### 6.2. Longest Common Subsequence

Halla la longitud de la subsecuencia común más larga entre dos Strings (o vectores). También halla los elementos que pertenecen a dicha subsecuencia, por si llega a ser necesario. Su complejidad es  $O(mn)$ , donde  $m$  y  $n$  son las longitudes de los Strings.

```

1  public static void main(String[] args) {
2      String str1 = "ABCDGHLQR";
3      String str2 = "AEDPHR";
4
5      char x[] = str1.toCharArray();

```

```

6  char y[] = str2.toCharArray();
7  int T[][] = new int[x.length + 1][y.length + 1];
8
9  for(int i=1; i<=x.length; i++){
10     for(int j=1; j<=y.length; j++){
11         if(x[i-1] == y[j-1]){
12             T[i][j] = T[i-1][j-1] + 1;
13         }else{
14             T[i][j] = Math.max(T[i][j-1], T[i-1][j]);
15         }
16     }
17 }
18
19 //Longitud de la LCS
20 int lcsLength = T[x.length][y.length];
21
22 //La LCS como tal
23 int i = x.length;
24 int j = y.length;
25 StringBuilder sb = new StringBuilder();
26 while(i > 0 && j > 0){
27     if(T[i][j] == T[i-1][j]){
28         i--;
29     }else if(T[i][j] == T[i][j-1]){
30         j--;
31     }else{
32         sb.append(x[i-1]);
33         i--;
34         j--;
35     }
36 }
37 String lcs = sb.reverse().toString();
38 }

```

### 6.3. Coin Change Problem

### 6.4. Edit Distance

### 6.5. El problema de la mochila (Knapsack)

Se tiene una mochila con capacidad  $W$ , y  $n$  items con un peso  $w_i$  y un valor  $v_i$  cada uno. Se quiere hallar el conjunto de items tal que la suma de sus pesos no exceda  $W$ , y que la suma de sus valores sea lo más grande posible. Su

complejidad es  $O(nW)$ . Es posible indicar cuál es el mayor valor posible, y con un ciclo adicional, indicar exactamente cuáles items se seleccionaron.

```

1  public static void main(String[] args) {
2      int n = 4;
3      int W = 8;
4      int values[] = {15, 10, 9, 5};
5      int weights[] = {1, 5, 3, 4};
6
7      //Tener cuidado: En la matriz los items se numeran
8      //    ↪ 1...n y la capacidad de la mochila 1...W
9      int A[][] = new int[n+1][W+1];
10
11     //Aca se resuelve el problema. Asegurarse de tener
12     //    ↪ los values y weights
13     for (int i=1; i<=n; i++) {
14         for (int x=0; x<=W; x++) {
15             if (weights[i-1] > x) {
16                 A[i][x] = A[i-1][x];
17             } else {
18                 int p = A[i-1][x];
19                 int q = A[i-1][x-weights[i-1]] + values[i-1];
20                 A[i][x] = (p > q) ? p : q;
21             }
22         }
23     }
24
25     //El valor maximo que se puede obtener es A[n][W]
26     int solution = A[n][W];
27
28     //Si se quiere determinar cuales items se incluyeron
29     boolean chosen[] = new boolean[n];
30     int i = n;
31     int j = W;
32
33     while(i>0){
34         if(A[i][j] == A[i-1][j]){
35             i--;
36         }else{
37             chosen[i-1] = true;
38             i--;
39             j = j-weights[i];
40         }
41     }

```

```

39     }
40     //Si chosen[i]==true es porque i se incluyo
41 }

```

## 7. Teoría de números

### 7.1. Algoritmo de Euclides

Se utiliza para hallar el máximo común divisor (MCD) entre dos números. También se puede usar para hallar el mínimo común múltiplo (MCM).

```

1  public static int mcd(int a, int b){
2      while(b != 0){
3          int t = b;
4          b = a % b;
5          a = t;
6      }
7      return a;
8  }
9
10 //Dividir primero para evitar overflow en a*b
11 public static int mcm(int a, int b){
12     return a * (b / mcd(a, b));
13 }

```

### 7.2. Verificar si un número es primo

Dependiendo del problema, puede que nos sirva la forma “fuerza bruta”. Esta forma tiene una complejidad de  $O(\sqrt{n})$ . Sin embargo, si tenemos números de más de 64 bits (que no caben en un *long*) ya esta forma no es viable.

La clase `BigInteger` provee un método probabilístico para determinar si un número es primo. Si el número es compuesto, el método retorna *false* siempre. Si el método retorna *true*, hay una probabilidad de  $1 - \frac{1}{2^x}$  de que el número sea primo, donde  $x$  es un parámetro que se le pasa a la función. Generalmente un valor de  $x = 10$  está bien.

```

1  public static boolean isPrime(int x){
2      if(x == 1) return false;
3      if(x == 2) return true;
4      if(x % 2 == 0) return false;
5
6      int s = (int) Math.ceil(Math.sqrt(x));
7

```

```

8      for(int i=3; i<=s; i+=2){
9          if(x % i == 0) return false;
10     }
11
12     return true;
13 }
14
15 public static void main(String[] args) {
16     isPrime(63); //true
17     isPrime(99); //false
18
19     //De hecho estos si caben en un int pero los pongo
20     // como ejemplo
21     BigInteger a = new BigInteger("104723");
22     BigInteger b = new BigInteger("104727");
23     a.isProbablePrime(10); //true
24     b.isProbablePrime(10); //false
25 }

```

### 7.3. Criba de Eratóstenes

Algoritmo para hallar los números primos menores o iguales a  $n$ . Su complejidad es  $O(n \log \log n)$ .

```

1  public static ArrayList<Integer> criba(int n){
2      boolean marked[] = new boolean[n+1];
3      marked[0] = true;
4      marked[1] = true;
5      ArrayList<Integer> primos = new ArrayList<Integer>()
6      //
7
8      for(int i=2; i<=n; i++){
9          if(!marked[i]){
10             primos.add(i);
11             //OJO: Si esta teniendo problemas de overflow,
12             // cambie la siguiente linea por j = 2*i
13             int j = i*i;
14             while(j <= n){
15                 marked[j] = true;
16                 j = j+i;
17             }
18         }
19     }
20 }

```

```

18
19     return primos;
20 }

```

## 7.4. Factorización prima de un número

Se busca expresar un número  $n$  como una multiplicación de factores primos, de la forma:

$$n = \prod p_i^{a_i} = p_1^{a_1} \cdot p_2^{a_2} \cdot p_3^{a_3} \dots p_k^{a_k}$$

Previamente se debe hacer una Criba de Eratóstenes modificada. Verifique en la especificación de la entrada del problema cuál es el máximo número  $x$  que tendrá que factorizar, y haga la Criba hasta  $\sqrt{x}$ .

El método retorna un HashMap donde la *clave* es el factor primo  $p_i$  y el *valor* su multiplicidad  $a_i$ . Se puede modificar fácilmente para retornar una lista de todos los factores, o retornar la cantidad de factores.

Con algunas modificaciones, puede funcionar más o menos hasta  $10^{12}$ .

```

1  static int menorFactor [];
2  static ArrayList<Integer> primos;
3
4  public static void main(String[] args) {
5      //Por ejemplo, si el mayor valor posible es 10000,
6      //se hace la criba hasta 100
7      cribaFactores(100);
8      HashMap<Integer, Integer> fac = factorizar(895);
9      System.out.println(fac.toString());
10 }
11
12 public static void cribaFactores(int n){
13     menorFactor = new int[n+1];
14     Arrays.fill(menorFactor, -1);
15     primos = new ArrayList<Integer>();
16
17     for(int i=2; i<=n; i++){
18         if(menorFactor[i] == -1){
19             primos.add(i);
20             //OJO: Si esta teniendo problemas de overflow,
21             //cambie la siguiente linea por j = 2*i
22             int j = i*i;
23             while(j <= n){
24                 if(menorFactor[j] == -1){
25                     menorFactor[j] = i;

```

```

24     }
25     j = j+i;
26 }
27 }
28 }
29 }
30
31 public static HashMap<Integer, Integer> factorizar(int
32     n){
33     HashMap<Integer, Integer> factores = new HashMap<
34         Integer, Integer>();
35
36     if(n >= menorFactor.length){
37         for(int p : primos){
38             if(n % p == 0){
39                 int count = 0;
40                 while(n % p == 0){
41                     n = n/p;
42                     count++;
43                 }
44                 factores.put(p, count);
45             }
46             if(n < menorFactor.length) break;
47         }
48         if(n >= menorFactor.length){
49             factores.put(n, 1);
50             return factores;
51         }
52     }
53
54     while(n > 1){
55         int f = menorFactor[n];
56         if(f == -1){
57             f = n;
58         }
59         if(factores.containsKey(f)){
60             factores.put(f, factores.get(f)+1);
61         }else{
62             factores.put(f, 1);
63         }
64         n = n / f;

```

```

65     return factores;
66 }

```

## 7.5. Fórmulas

Es posible calcular algunas cosas partiendo de la factorización prima de  $n$ :

$$n = \prod p_i^{a_i} = p_1^{a_1} \cdot p_2^{a_2} \cdot p_3^{a_3} \dots p_k^{a_k}$$

### 7.5.1. Cantidad de divisores

$$d(n) = \prod (a_i + 1)$$

### 7.5.2. Suma de divisores

$$\sigma(n) = \prod \frac{p_i^{a_i+1} - 1}{p_i - 1}$$

### 7.5.3. Función $\varphi$ de Euler

Dos números son relativamente primos (o coprimos) si no tienen divisores en común (es decir, si su MCD es 1).  $\varphi(n)$  se define como la cantidad de enteros positivos menores a  $n$  y coprimos a  $n$ .

$$\varphi(n) = \prod (p_i - 1) p_i^{a_i - 1}$$

## 8. Complete search

### 8.1. Generar subconjuntos

Se busca generar todos los subconjuntos de un conjunto de  $n$  elementos. Cada subconjunto puede representarse como un número de  $n$  bits. El elemento  $k$  pertenece al subconjunto si el bit  $k$  de dicho número está en 1.

```

1  public static void main(String[] args) {
2      String elements[] = {"A", "B", "C", "D"};
3      int n = elements.length;
4
5      for(int b=0; b < (1 << n); b++){
6          ArrayList<String> subset = new ArrayList<String>()
7              → ;
8          for(int i=0; i<n; i++){

```

```

8          if((b & (1 << i)) != 0){
9              subset.add(elements[i]);
10             }
11         }
12         System.out.println(subset.toString());
13     }
14 }

```

### 8.2. Generar permutaciones

Se busca generar todas las permutaciones de un conjunto de  $n$  elementos.

```

1  static String elements[];
2  static boolean p[];
3  static LinkedList<String> permutation;
4
5  public static void main(String[] args) {
6      int n = 3;
7      elements = new String[n];
8      p = new boolean[n];
9      permutation = new LinkedList<String>();
10
11     elements[0] = "A";
12     elements[1] = "B";
13     elements[2] = "C";
14
15     generatePermutations();
16 }
17
18 public static void generatePermutations() {
19     int n = elements.length;
20     if(permutation.size() == n){
21         System.out.println(permutation.toString());
22     } else {
23         for(int i=0; i<n; i++){
24             if(!p[i]){
25                 p[i] = true;
26                 permutation.addLast(elements[i]);
27                 generatePermutations();
28                 p[i] = false;
29                 permutation.pollLast();
30             }
31         }

```

```

32     }
33 }

```

### 8.3. Generar combinaciones

Se busca generar todos los subconjuntos de  $k$  elementos de un conjunto de  $n$  elementos.

```

1  static String elements[];
2  static String result[];
3
4  public static void main(String[] args) {
5      int n = 5;
6      int k = 3;
7      elements = new String[n];
8      result = new String[k];
9
10     elements[0] = "A";
11     elements[1] = "B";
12     elements[2] = "C";
13     elements[3] = "D";
14     elements[4] = "E";
15
16     generateCombinations(k, 0);
17 }
18
19 public static void generateCombinations(int len, int
    ↪ startPosition){
20     int n = elements.length;
21     int k = result.length;
22     if(len == 0){
23         System.out.println(Arrays.toString(result));
24     }else{
25         for(int i=startPosition; i<=n-len; i++){
26             result[k - len] = elements[i];
27             generateCombinations(len-1, i+1);
28         }
29     }
30 }

```

## 9. Otros

### 9.1. Ordenamiento de Arrays y Listas

Cuando necesite ordenar un vector o una lista, utilice los métodos `.sort()` que tiene Java. El algoritmo que utilizan es QuickSort y su complejidad es  $O(n \log n)$ .

```

1  public static void main(String[] args) {
2      int n = 10;
3      String v[] = new String[n];
4      ArrayList<Integer> l = new ArrayList<Integer>();
5
6      Arrays.sort(v);
7      Collections.sort(l);
8      //Collections.sort() tambien ordena LinkedList
9  }

```

### 9.2. Cola de Prioridad

### 9.3. Interfaz Comparable

En ocasiones se puede necesitar ordenar un vector o lista de un tipo de datos definido por el usuario (clase), o utilizar una cola de prioridad. Para hacer esto, la clase debe implementar la interfaz Comparable de Java.

### 9.4. Imprimir números decimales redondeados

Generalmente basta con esta función de Java para redondear correctamente números decimales.

```

1  public static void main(String[] args) {
2      double d = 9.2651659;
3      //Por ejemplo, para redondear a 4 decimales
4      System.out.format("%.4f\n", d);
5      //Hay que poner el \n si se quiere imprimir tambien
    ↪ un salto de linea
6  }

```

### 9.5. BufferedReader y BufferedWriter

`Scanner` es sencillo de utilizar pero es lento. Se recomienda utilizar siempre `BufferedReader` para leer entradas.

En algunas ocasiones también se necesitará un modo más rápido que *System.out.println()* para imprimir. *BufferedWriter* es más rápido, nunca está de más usarlo.

```
1 public static void main(String[] args) throws
    ↳ IOException {
2     BufferedReader br = new BufferedReader(new
    ↳ InputStreamReader(System.in));
3     //Solo lee por lineas
4     //Ciclo hasta end of input
5     String s;
6     while((s = br.readLine()) != null){
7         String l[] = s.split("_");
8     }
9
10    //Ciclo con numero de casos
11    int t = Integer.parseInt(br.readLine());
```

```
12 for(int i=0; i<t; i++){
13     String l[] = br.readLine().split();
14 }
15
16 BufferedWriter bw = new BufferedWriter(new
    ↳ OutputStreamWriter(System.out));
17 //No pone un salto de linea al final como si lo hace
    ↳ System.out.println(). Por tanto, se debe
    ↳ poner \n cuando sea necesario
18 bw.write("Hola_mundo\n");
19 //El flush es el que realmente imprime en consola.
    ↳ En lo posible, hacer flush solo una vez, al
    ↳ final de todo
20 bw.flush();
21 }
```