

## 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     }
29 }
```

## 2. Sets

Estructura de datos que actúan como “bolsa” donde se almacenan elementos, pero no pueden 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. El siguiente ejemplo está con DFS pero funciona igual con BFS.

Ambos algoritmos tienen un tiempo de ejecución de  $O(n + m)$  donde  $n$  es el número de nodos y  $m$  es el número de aristas del grafo.

```
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
9     g = new ArrayList[n];
10    for(int i = 0; i < n; i++){
11        g[i] = new ArrayList<Integer>();
12    }
13
14    int s = 0;
```

```

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

```

```

57         q.add(v);
58     }
59 }
60 }
61 }

```

### 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 tiempo de ejecución es el mismo 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
11     g = new ArrayList[n];
12     for(int i=0; i<n; i++){
13         g[i] = new ArrayList<Integer>();
14     }
15
16     int s = 0;
17     shortestHop(s);
18     //Despues de llamar este metodo, en dist[i] esta la
19         ↪ distancia mas corta (s,i)
20 }
21
22 public static void shortestHop(int u){
23     int n = g.length;
24
25     //Distancia "infinita" hacia todos los nodos
26     for(int i=0; i<n; i++){
27         dist[i] = Integer.MAX_VALUE;
28     }
29     //Distancia 0 hacia el nodo de origen
30     dist[u] = 0;

```

```

31 //BFS "modificado"
32 seen[u] = true;
33 Queue<Integer> q = new LinkedList<Integer>();
34 q.add(u);
35 while(!q.isEmpty()){
36     u = q.poll();
37     int len = g[u].size();
38     for(int i=0; i<len; i++){
39         int v = g[u].get(i);
40         if(!seen[v]){
41             seen[v] = true;
42             q.add(v);
43             //Lo unico que cambia es que se calcula el
44             //    ↪ dist[v]
45             dist[v] = dist[u] + 1;
46         }
47     }
48 }

```

### 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 su tiempo de ejecución es el mismo:  $O(n+m)$ . 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 = 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
34 private static boolean topoDfs(int u){
35     //DFS "modificado" para hacer ordenamiento
36     //    ↪ topologico
37     //Se marca 'u' como 'gris'
38     seen[u] = 1;
39     int len = g[u].size();
40     boolean sinCiclo = true;
41     for(int i=0; i<len; i++){
42         int v = g[u].get(i);
43         if(seen[v] == 0){
44             topoDfs(v);
45         }else if(seen[v] == 1){
46             //Hay un ciclo, retorna falso
47             sinCiclo = false;
48         }
49     }
50     //Se agrega el nodo 'u' al inicio de la lista y se
51     //    ↪ marca como 'negro'
52     seen[u] = 2;
53     topoSort.addFirst(u);
54     return sinCiclo;
55 }

```

### 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 de  $v$  a  $u$ . Su tiempo de ejecución 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
23     g = new ArrayList[n];
24     for(int i = 0; i < n; i++){
25         g[i] = new ArrayList<Integer>();
26     }
27
28     for(int u=0; u<n; u++){
29         if(!seen[u]){
30             tarjan(u);
31         }
32     }
33
34     //scc[i] == x significa que 'i' pertenece a la
35     //    ↪ componente 'x'
36 }
```

```
37 private static void tarjan(int u){
38     seen[u] = true;
39     st.add(u);
40     stackMember[u] = true;
41
42     disc[u] = time;
43     low[u] = time;
44     time++;
45
46     int len = g[u].size();
47     for(int i=0; i<len; i++){
48         int v = g[u].get(i);
49         if(!seen[v]){
50             tarjan(v);
51             low[u] = Math.min(low[u], low[v]);
52         }else if(stackMember[v]){
53             low[u] = Math.min(low[u], disc[v]);
54         }
55     }
56
57     if(low[u] == disc[u]){
58         int w;
59         do{
60             w = st.pop();
61             stackMember[w] = false;
62             scc[w] = component;
63         }while(w != u);
64         component++;
65     }
66 }
```

### 4. 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 que maximicen el valor total pero cuyos pesos no excedan  $W$ . Su tiempo de ejecución 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      // n = numero de items, W = capacidad de la mochila
3      int n = 4;
```

```

4  int W = 8;
5
6  int values[] = {15, 10, 9, 5};
7  int weights[] = {1, 5, 3, 4};
8
9  //Tener cuidado: En la matriz los items se numeran
   ↪ 1...n y la capacidad de la mochila 1...W
10 int A[][] = new int[n+1][W+1];
11
12 //Aca se resuelve el problema. Asegurarse de tener
   ↪ 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 }
42
43 //Si chosen[i]==true es porque i se incluye
44 }

```

## 5. KMP

Algoritmo para buscar una cadena *pattern* dentro de una cadena *text*. Su tiempo de ejecución es de  $O(m+n)$  donde  $m$  es la longitud de *text* y  $n$  es la longitud de *pattern*.

```

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

```

## 6. Union-Find

Estructura de datos que soporta las siguientes operaciones eficientemente:

- Unir dos elementos  $p, q$ , es decir, indicar que pertenecen al mismo conjunto
- 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
30     if(rootP != rootQ){
31         if(size[rootP] < size[rootQ]){
32             parent[rootP] = rootQ;
33             size[rootQ] = size[rootQ] + size[rootP];
34         }else{
35             parent[rootQ] = rootP;
36             size[rootP] = size[rootP] + size[rootQ];
37         }
38         components--;
39     }
40 }
41
42 //Retorna true si p, q estan conectados
43 public boolean connected(int p, int q){
44     return root(p) == root(q);
45 }
46
47 //Retorna el numero de componentes conexas
48 public int getComponents(){
49     return components;
50 }
51 }

```

## 7. 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).

Para hallar el MCM o MCD entre más de dos números se puede hacer de manera “iterativa”:  $MCD(a, b, c) = MCD(MCD(a, b), c)$ .

```

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 }

```

## 8. Otros

### 8.1. 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 tiempo de ejecución es de  $O(n \log n)$ .

```

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     //Ambos utilizan QuickSort
7     //Collections.sort() tambien ordena LinkedList
8     Arrays.sort(v);
9     Collections.sort(l);
10
11     //Esto llama la funcion .size() y .get() cada vez

```

```

12 //En ArrayList .get() es O(1) pero en LinkedList es
13     ↪ O(n), por lo cual hacer esto es fatal
14 for(int i=0; i<l.size(); i++){
15     System.out.println(l.get(i));
16 }
17
18 //La forma eficiente
19 for(int k : l){
20     System.out.println(k);
21 }

```

### 8.2. 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     //Para redondear a 4 decimales
4     //Hay que poner el \n si se quiere imprimir tambien
5     ↪ un salto de linea
6     System.out.format("%.4f\n", d);
7 }

```