usepackagegraphicx‘r‘n
usepackageetoolbox‘r‘n
usepackagelongtable‘r‘n
usepackagetabu‘r‘n
usepackagearray

ExpositoTOP

1.0

Generado por Doxygen 1.14.0

Capítulo 1

Lista de obsoletos

Miembro top.TOPTW.addNode ()

Este método parece no ser utilizado de forma segura, ya que no redimensiona los arrays.

Miembro top.TOPTW.addNodeDepot ()

Este método parece no ser utilizado de forma segura.

Capítulo 2

Índice de espacios de nombres

2.1. Lista de espacios de nombres

Lista de los espacios de nombres documentados, con breves descripciones:

Capítulo 3

Índice jerárquico

3.1. Jerarquía de clases

Este listado de herencia está ordenado de forma general pero no está en orden alfabético estricto:

Capítulo 4

Índice de clases

4.1. Lista de clases

Lista de clases, estructuras, uniones e interfaces con breves descripciones:

Capítulo 5

Índice de archivos

5.1. Lista de archivos

Lista de todos los archivos con breves descripciones:

Capítulo 6

Documentación de espacios de nombres

6.1. Paquete es.ull.esit.utilities

Clases

- class BellmanFord

  Implementa el algoritmo de Bellman-Ford.
- class ExpositoUtilities

  Proporciona un conjunto de herramientas estáticas de propósito general.
- class PowerSet

  Implementa un iterador para generar todos los subconjuntos (conjunto potencia) de un conjunto dado.

6.2. Paquete es.ull.esit.utils

Clases

- class Pair

  Una clase genérica que almacena un par de objetos inmutables.

6.3. Paquete top

Clases

- class mainTOPTW

  Clase principal que contiene el método `main` para ejecutar el experimento.
- class TOPTW

  Modela una instancia del problema TOPTW (Team Orienteering Problem with Time Windows).
- class TOPTWEvaluator

  Evalúa la calidad de una solución para el problema TOPTW.
- class TOPTWGRASP

  Implementa la metaheurística GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) para resolver el TOPTW.
- class TOPTWReader

  Proporciona funcionalidad para leer una instancia del problema TOPTW desde un archivo de texto.
- class TOPTWRoute

  Modela una ruta simple mediante la identificación de sus nodos predecesor y sucesor.
- class TOPTWSolution

  Representa una solución a una instancia del problema TOPTW.

Capítulo 7

Documentación de clases

7.1. Referencia de la clase es.ull.esit.utilities.BellmanFord

Implementa el algoritmo de Bellman-Ford.

Métodos públicos

- BellmanFord (int[ ][ ] distanceMatrix, int nodes, ArrayList< Integer > path)

  Constructor de la clase BellmanFord.
- int[ ] getDistances ()

  Obtiene el array de distancias calculadas desde el nodo origen.
- int getValue ()

  Obtiene el valor (coste) del camino más corto calculado.
- void solve ()

  Ejecuta el algoritmo de Bellman-Ford.

Métodos privados

- void calculateEdges ()

  Construye las listas de aristas a partir de la matriz de adyacencia.

Atributos privados

- final int[ ][ ] distanceMatrix

  Matriz de adyacencia que representa las distancias (pesos) entre nodos.
- ArrayList< Integer > edges1 = null

  Lista de nodos de origen para cada arista del grafo.
- ArrayList< Integer > edges2 = null

  Lista de nodos de destino para cada arista del grafo.
- final int nodes

  Número total de nodos en el grafo.
- final ArrayList< Integer > path

  Lista para almacenar el camino más corto encontrado.
- int[ ] distances = null

  Array para almacenar las distancias más cortas desde el origen a cada nodo.
- int value

  El valor (coste) del camino más corto encontrado.

Atributos estáticos privados

- static final int INFINITY = 999999

  Valor que representa el infinito, usado para inicializar distancias.

7.1.1. Descripción detallada

Implementa el algoritmo de Bellman-Ford.

Se utiliza para encontrar los caminos más cortos desde un único nodo origen a todos los demás nodos en un grafo dirigido y ponderado. Es capaz de manejar aristas con pesos negativos.

Definición en la línea 15 del archivo BellmanFord.java.

7.1.2. Documentación de constructores y destructores

7.1.2.1. BellmanFord()

```
es.ull.esit.utilities.BellmanFord.BellmanFord (
            int distanceMatrix[][],
            int nodes,
            ArrayList< Integer > path)  [inline]
```

Constructor de la clase BellmanFord.

Parámetros

distanceMatrix		La matriz de adyacencia del grafo.
nodes		El número de nodos en el grafo.
path	Una lista (generalmente vacía) que se llenará con el camino encontrado.	

Definición en la línea 56 del archivo BellmanFord.java.

```
00056                                                                                {
00057         this.distanceMatrix = distanceMatrix;
00058         this.nodes = nodes;
00059         this.path = path;
00060         this.calculateEdges();
00061         this.value = BellmanFord.INFINITY;
00062     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

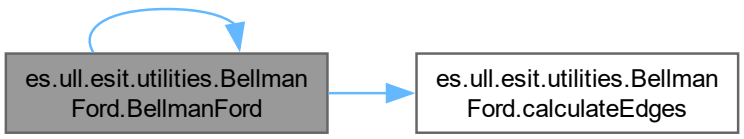
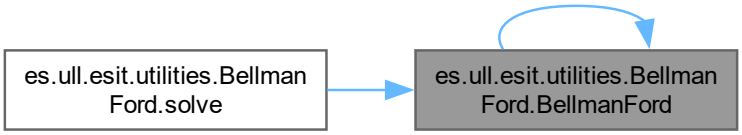


Gráfico de llamadas a esta función:



7.1.3. Documentación de funciones miembro

7.1.3.1. calculateEdges()

```
void es.ull.esit.utilities.BellmanFord.calculateEdges ()  [inline], [private]
```

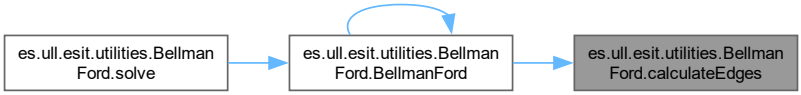
Construye las listas de aristas a partir de la matriz de adyacencia.

Recorre la matriz de distancias y, si existe una arista (distancia no es infinita), la añade a las listas `edges1` (origen) y `edges2` (destino).

Definición en la línea 69 del archivo BellmanFord.java.

```
00069                                   {
00070         this.edges1 = new ArrayList<>();
00071         this.edges2 = new ArrayList<>();
00072         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00073             for (int j = 0; j < this.nodes; j++) {
00074                 if (this.distanceMatrix[i][j] != Integer.MAX_VALUE) {
00075                     this.edges1.add(i);
00076                     this.edges2.add(j);
00077                 }
00078             }
00079         }
00080     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.1.3.2. getDistances()

```
int[] es.ull.esit.utilities.BellmanFord.getDistances ()  [inline]
```

Obtiene el array de distancias calculadas desde el nodo origen.

Devuelve

Un array de enteros con las distancias.

Definición en la línea 86 del archivo BellmanFord.java.

```
00086                                   {
00087         return this.distances;
00088     }
```

7.1.3.3. getValue()

```
int es.ull.esit.utilities.BellmanFord.getValue ()  [inline]
```

Obtiene el valor (coste) del camino más corto calculado.

Devuelve

El coste del camino.

Definición en la línea 94 del archivo BellmanFord.java.

```
00094                           {
00095         return this.value;
00096     }
```

7.1.3.4. solve()

```
void es.ull.esit.utilities.BellmanFord.solve ()  [inline]
```

Ejecuta el algoritmo de Bellman-Ford.

Inicializa las distancias y predecesores, y luego relaja las aristas repetidamente para encontrar los caminos más cortos. Finalmente, reconstruye el camino desde el destino hasta el origen utilizando el array de predecesores.

Definición en la línea 104 del archivo BellmanFord.java.

```
00104                           {
00105         int numEdges = this.edges1.size();
00106         int[] predecessor = new int[this.nodes];
00107         this.distances = new int[this.nodes];
00108         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00109             this.distances[i] = BellmanFord.INFINITY;
00110             predecessor[i] = -1;
00111         }
00112         this.distances[0] = 0;
00113         for (int i = 0; i < (this.nodes - 1); i++) {
00114             for (int j = 0; j < numEdges; j++) {
00115                 int u = this.edges1.get(j);
00116                 int v = this.edges2.get(j);
00117                 if (this.distances[v] > this.distances[u] + this.distanceMatrix[u][v]) {
00118                     this.distances[v] = this.distances[u] + this.distanceMatrix[u][v];
00119                     predecessor[v] = u;
00120                 }
00121             }
00122         }
00123         this.path.add(this.nodes - 1);
00124         int pred = predecessor[this.nodes - 1];
00125         while (pred != -1) {
00126             this.path.add(pred);
00127             pred = predecessor[pred];
00128         }
00129         this.value = -this.distances[this.nodes - 1];
00130     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

7.1.4. Documentación de datos miembro

7.1.4.1. distanceMatrix

```
final int [][] es.ull.esit.utilities.BellmanFord.distanceMatrix  [private]
```

Matriz de adyacencia que representa las distancias (pesos) entre nodos.

Definición en la línea 24 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.2. distances

```
int [] es.ull.esit.utilities.BellmanFord.distances = null  [private]
```

Array para almacenar las distancias más cortas desde el origen a cada nodo.

Definición en la línea 44 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.3. edges1

```
ArrayList<Integer> es.ull.esit.utilities.BellmanFord.edges1 = null  [private]
```

Lista de nodos de origen para cada arista del grafo.

Definición en la línea 28 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.4. edges2

```
ArrayList<Integer> es.ull.esit.utilities.BellmanFord.edges2 = null  [private]
```

Lista de nodos de destino para cada arista del grafo.

Definición en la línea 32 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.5. INFINITY

```
final int es.ull.esit.utilities.BellmanFord.INFINITY = 999999  [static], [private]
```

Valor que representa el infinito, usado para inicializar distancias.

Definición en la línea 20 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.6. nodes

```
final int es.ull.esit.utilities.BellmanFord.nodes  [private]
```

Número total de nodos en el grafo.

Definición en la línea 36 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.7. path

```
final ArrayList<Integer> es.ull.esit.utilities.BellmanFord.path  [private]
```

Lista para almacenar el camino más corto encontrado.

Definición en la línea 40 del archivo BellmanFord.java.

7.1.4.8. value

```
int es.ull.esit.utilities.BellmanFord.value  [private]
```

El valor (coste) del camino más corto encontrado.

Definición en la línea 48 del archivo BellmanFord.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utilities/BellmanFord.java

7.2. Referencia de la clase es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities

Proporciona un conjunto de herramientas estáticas de propósito general.

Métodos públicos estáticos

- static void printFile (String file)
  Imprime el contenido de un archivo en la consola.
- static String simplifyString (String string)
  Simplifica una cadena de texto.
- static double[ ][ ] multiplyMatrices (double a[ ][ ], double b[ ][ ])
  Multiplica dos matrices de dobles.
- static void writeTextToFile (String file, String text) throws IOException
  Escribe un texto en un archivo.
- static String getFormat (String string)
  Formatea una cadena que representa un número.
- static String getFormat (double value)
  Formatea un valor doble a una cadena con tres decimales.
- static String getFormat (double value, int zeros)
  Formatea un valor doble a una cadena con un número específico de decimales.
- static String getFormat (String string, int width)
  Formatea una cadena para que ocupe un ancho fijo, con alineación a la derecha.
- static String getFormat (String string, int width, int alignment)
  Formatea una cadena para que ocupe un ancho fijo con una alineación específica.
- static String getFormat (ArrayList< String > strings, int width)
  Formatea una lista de cadenas, cada una con un ancho fijo.
- static String getFormat (ArrayList< Integer > strings)
  Formatea una lista de enteros con el ancho de columna por defecto.

- static String getFormat (String[ ] strings, int width)

  Formatea un array de cadenas, cada una con un ancho fijo.
- static String getFormat (String[ ][ ] matrixStrings, int width)

  Formatea una matriz de cadenas en una tabla.
- static String getFormat (String[ ] strings)

  Formatea un array de cadenas con el ancho de columna por defecto.
- static String getFormat (String[ ] strings, int[ ] width)

  Formatea un array de cadenas con anchos de columna individuales.
- static String getFormat (String[ ] strings, int[ ] width, int[ ] alignment)

  Formatea un array de cadenas con anchos y alineaciones individuales.
- static boolean isInteger (String str)

  Comprueba si una cadena puede ser parseada como un entero.
- static boolean isDouble (String str)

  Comprueba si una cadena puede ser parseada como un doble.
- static boolean isAcyclic (int[ ][ ] distanceMatrix)

  Comprueba si un grafo representado por una matriz de adyacencia es acíclico.
- static boolean thereIsPath (int[ ][ ] distanceMatrix, int node)

  Comprueba si existe un camino desde un nodo de vuelta a sí mismo (un ciclo).

Atributos públicos estáticos

- static final int DEFAULT_COLUMN_WIDTH = 10

  Ancho de columna por defecto para el formateo de texto.
- static final int ALIGNMENT_LEFT = 1

  Constante para alineación a la izquierda.
- static final int ALIGNMENT_RIGHT = 2

  Constante para alineación a la derecha.

Métodos privados estáticos

- static int getFirstAppearance (int[ ] vector, int element)

  Encuentra la primera aparición de un elemento en un vector.

7.2.1. Descripción detallada

Proporciona un conjunto de herramientas estáticas de propósito general.

Incluye métodos para formateo de cadenas, operaciones con archivos, validación de tipos de datos y manipulación de matrices.

Definición en la línea 27 del archivo ExpositoUtilities.java.

7.2.2. Documentación de funciones miembro

7.2.2.1. getFirstAppearance()

```
int es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFirstAppearance (
            int[ ] vector,
            int element)  [inline], [static], [private]
```

Encuentra la primera aparición de un elemento en un vector.

Parámetros

	vector	El array de enteros donde buscar.
	element	El elemento a buscar.

Devuelve

El índice de la primera aparición, o -1 si no se encuentra.

Definición en la línea 48 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00048                                                                   {
00049         for (int i = 0; i < vector.length; i++) {
00050             if (vector[i] == element) {
00051                 return i;
00052             }
00053         }
00054         return -1;
00055     }
```

7.2.2.2. getFormat() [1/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            ArrayList< Integer > strings)  [inline], [static]
```

Formatea una lista de enteros con el ancho de columna por defecto.

Parámetros

	strings	La lista de enteros.

Devuelve

Una única cadena con todos los elementos formateados.

Definición en la línea 227 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00227                                                                   {
00228         String format = "";
00229         for (int i = 0; i < strings.size(); i++) {
00230             format += "%" + (i + 1) + "$" + DEFAULT_COLUMN_WIDTH + "s";
00231         }
00232         Integer[] data = new Integer[strings.size()];
00233         for (int t = 0; t < strings.size(); t++) {
00234             data[t] = strings.get(t);
00235         }
00236         return String.format(format, (Object[]) data);
00237     }
```

7.2.2.3. getFormat() [2/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            ArrayList< String > strings,
            int width)  [inline], [static]
```

Formatea una lista de cadenas, cada una con un ancho fijo.

Parámetros

	strings	La lista de cadenas.
	width	El ancho para cada cadena.

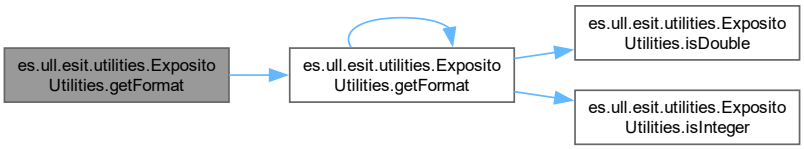
Devuelve

Una única cadena con todos los elementos formateados y concatenados.

Definición en la línea 210 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00210                                                                    {
00211         String format = "";
00212         for (int i = 0; i < strings.size(); i++) {
00213             format += "%" + (i + 1) + "$" + width + "s";
00214         }
00215         String[] data = new String[strings.size()];
00216         for (int t = 0; t < strings.size(); t++) {
00217             data[t] = "" + ExpositoUtilities.getFormat(strings.get(t));
00218         }
00219         return String.format(format, (Object[]) data);
00220     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.4. getFormat() [3/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
             double value)  [inline], [static]
```

Formatea un valor doble a una cadena con tres decimales.

Parámetros

	value	El valor a formatear.

Devuelve

La cadena formateada.

Definición en la línea 148 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00148                                       {
00149         DecimalFormat decimalFormatter = new DecimalFormat("0.000");
00150         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00151         symbols.setDecimalSeparator('.');
00152         decimalFormatter.setDecimalFormatSymbols(symbols);
00153         return decimalFormatter.format(value);
00154     }
```

7.2.2.5. getFormat() [4/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            double value,
            int zeros)  [inline], [static]
```

Formatea un valor doble a una cadena con un número específico de decimales.

Parámetros

	value	El valor a formatear.
	zeros	El número de dígitos decimales.

Devuelve

La cadena formateada.

Definición en la línea 162 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00162                                                                   {
00163         String format = "0.";
00164         for (int i = 0; i < zeros; i++) {
00165             format += "0";
00166         }
00167         DecimalFormat decimalFormatter = new DecimalFormat(format);
00168         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00169         symbols.setDecimalSeparator('.');
00170         decimalFormatter.setDecimalFormatSymbols(symbols);
00171         return decimalFormatter.format(value);
00172     }
```

7.2.2.6. getFormat() [5/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String string)  [inline], [static]
```

Formatea una cadena que representa un número.

Si la cadena es un número doble, lo formatea con tres decimales.

Parámetros

	string	La cadena a formatear.

Devuelve

La cadena formateada.

Definición en la línea 133 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00133                                                   {
00134         if (!ExpositoUtilities.isInteger(string)) {
00135             if (ExpositoUtilities.isDouble(string)) {
00136                 double value = Double.parseDouble(string);
00137                 string = ExpositoUtilities.getFormat(value);
00138             }
00139         }
00140         return string;
00141     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

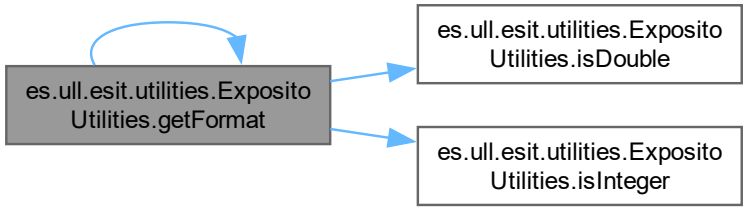
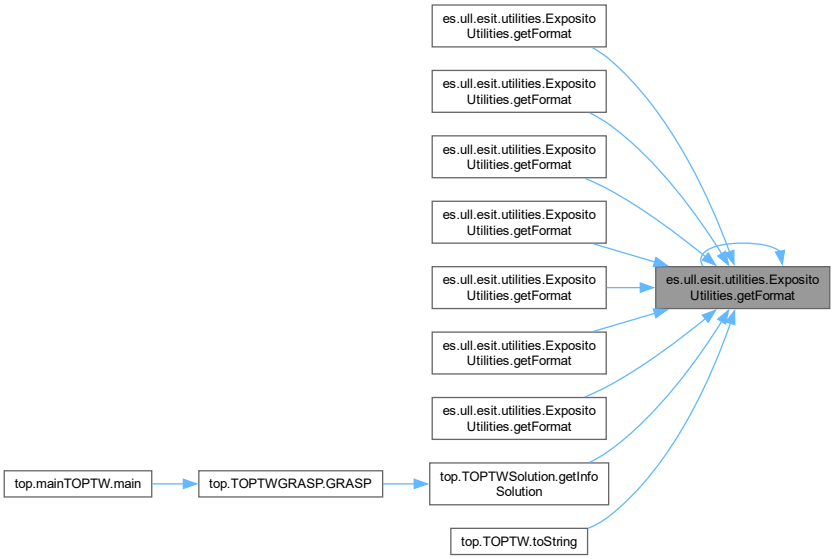


Gráfico de llamadas a esta función:



7.2.2.7. getFormat() [6/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String string,
            int width)  [inline], [static]
```

Formatea una cadena para que ocupe un ancho fijo, con alineación a la derecha.

Parámetros

	string	La cadena a formatear.
	width	El ancho total de la cadena resultante.

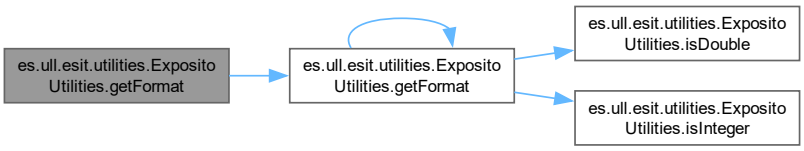
Devuelve

La cadena formateada.

Definición en la línea 180 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00180                                                   {
00181         return ExpositoUtilities.getFormat(string, width, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00182     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.8. getFormat() [7/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String string,
            int width,
            int alignment)  [inline], [static]
```

Formatea una cadena para que ocupe un ancho fijo con una alineación específica.

Parámetros

	string	La cadena a formatear.
	width	El ancho total.
	alignment	La alineación (ALIGNMENT_LEFT o ALIGNMENT_RIGHT).

Devuelve

La cadena formateada.

Definición en la línea 191 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00191                                                                                {
00192         String format = "";
00193         if (alignment == ExpositoUtilities.ALIGNMENT_LEFT) {
00194             format = "%-" + width + "s";
00195         } else {
00196             format = "%" + 1 + "$" + width + "s";
00197         }
00198         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00199         symbols.setDecimalSeparator('.');
00200         String[] data = new String[]{string};
00201         return String.format(format, (Object[]) data);
00202     }
```

7.2.2.9. getFormat() [8/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String[] strings)  [inline], [static]
```

Formatea un array de cadenas con el ancho de columna por defecto.

Parámetros

	strings	El array de cadenas.

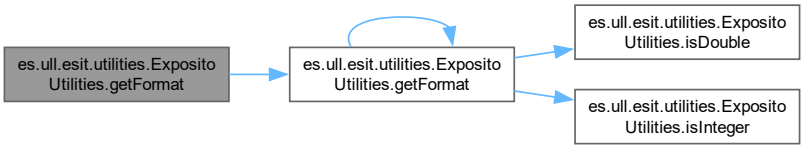
Devuelve

Una única cadena con todos los elementos formateados.

Definición en la línea 280 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00280                                                {
00281         int[] alignment = new int[strings.length];
00282         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00283         int[] widths = new int[strings.length];
00284         Arrays.fill(widths, ExpositoUtilities.DEFAULT_COLUMN_WIDTH);
00285         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00286     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.10. getFormat() [9/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String[] strings,
            int width)  [inline], [static]
```

Formatea un array de cadenas, cada una con un ancho fijo.

Parámetros

	strings	El array de cadenas.
	width	El ancho para cada cadena.

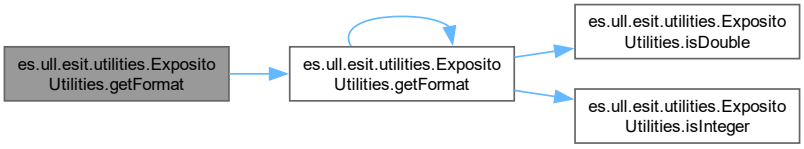
Devuelve

Una única cadena con todos los elementos formateados.

Definición en la línea 245 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00245                                                                {
00246         int[] alignment = new int[strings.length];
00247         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00248         int[] widths = new int[strings.length];
00249         Arrays.fill(widths, width);
00250         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00251     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.11. getFormat() [10/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String[] strings,
            int[] width)  [inline], [static]
```

Formatea un array de cadenas con anchos de columna individuales.

Parámetros

strings		El array de cadenas.
width	Un array con el ancho para cada columna correspondiente.	

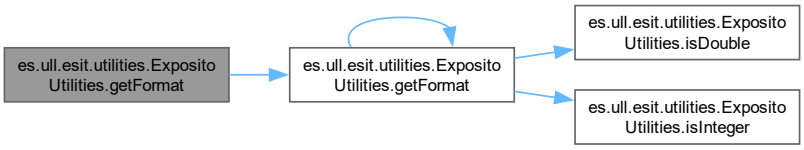
Devuelve

Una única cadena con todos los elementos formateados.

Definición en la línea 294 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00294                                                                    {
00295         int[] alignment = new int[strings.length];
00296         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00297         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, width, alignment);
00298     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.12. getFormat() [11/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String[] strings,
            int[] width,
            int[] alignment)  [inline], [static]
```

Formatea un array de cadenas con anchos y alineaciones individuales.

Parámetros

strings		El array de cadenas.
width	Un array con el ancho para cada columna.	
alignment	Un array con la alineación para cada columna.	

Devuelve

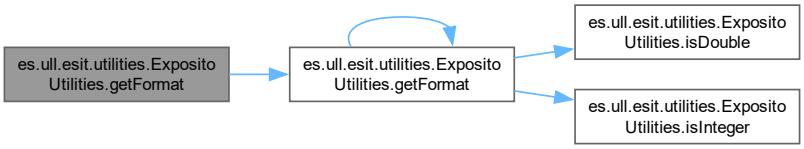
Una única cadena con todos los elementos formateados.

Definición en la línea 307 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00307                                                                                                    {
00308         String format = "";
00309         for (int i = 0; i < strings.length; i++) {
00310             if (alignment[i] == ExpositoUtilities.ALIGNMENT_LEFT) {
00311                 format += "%" + (i + 1) + "$-" + width[i] + "s";
00312             } else {
00313                 format += "%" + (i + 1) + "$" + width[i] + "s";
```

```
00314             }
00315         }
00316         String[] data = new String[strings.length];
00317         for (int t = 0; t < strings.length; t++) {
00318             data[t] = "" + ExpositoUtilities.getFormat(strings[t]);
00319         }
00320         return String.format(format, (Object[]) data);
00321     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.13. getFormat() [12/12]

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.getFormat (
            String matrixStrings[][],
            int width)  [inline], [static]
```

Formatea una matriz de cadenas en una tabla.

Parámetros

	matrixStrings	La matriz de cadenas.
	width	El ancho para cada columna.

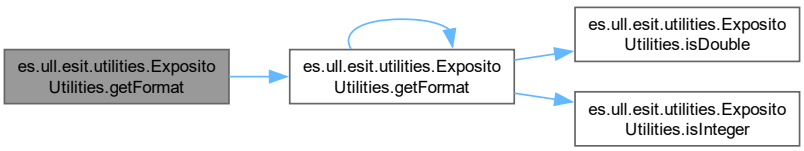
Devuelve

Una cadena de texto que representa la tabla formateada.

Definición en la línea 259 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00259                                                                   {
00260         String result = "";
00261         for (int i = 0; i < matrixStrings.length; i++) {
00262             String[] strings = matrixStrings[i];
00263             int[] alignment = new int[strings.length];
00264             Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00265             int[] widths = new int[strings.length];
00266             Arrays.fill(widths, width);
00267             result += ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00268             if (i < (matrixStrings.length - 1)) {
00269                 result += "\n";
00270             }
00271         }
00272         return result;
00273     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.14. isAcyclic()

```
boolean es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.isAcyclic (
            int distanceMatrix[][])  [inline], [static]
```

Comprueba si un grafo representado por una matriz de adyacencia es acíclico.

Parámetros

	distanceMatrix	La matriz de adyacencia.

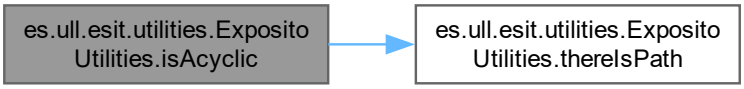
Devuelve

`true` si es acíclico, `false` si se detecta un ciclo.

Definición en la línea 356 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00356                                                       {
00357         int numRealTasks = distanceMatrix.length - 2;
00358         int node = 1;
00359         boolean acyclic = true;
00360         while (acyclic && node <= numRealTasks) {
00361             if (ExpositoUtilities.thereIsPath(distanceMatrix, node)) {
00362                 return false;
00363             }
00364             node++;
00365         }
00366         return true;
00367     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.2.2.15. isDouble()

```
boolean es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.isDouble (
            String str)  [inline], [static]
```

Comprueba si una cadena puede ser parseada como un doble.

Parámetros

	str	La cadena a comprobar.

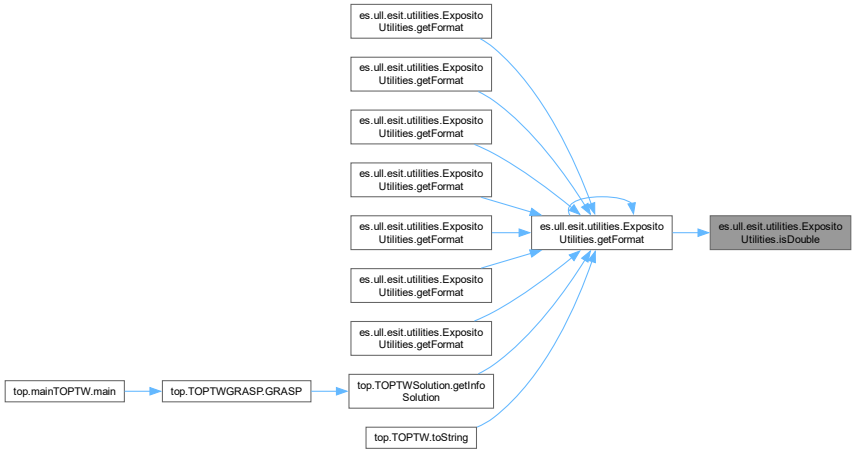
Devuelve

`true` si es un doble, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 342 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00342                                           {
00343         try {
00344             Double.parseDouble(str);
00345             return true;
00346         } catch (Exception e) {
00347         }
00348         return false;
00349     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.2.2.16. isInteger()

```
boolean es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.isInteger (
            String str)  [inline], [static]
```

Comprueba si una cadena puede ser parseada como un entero.

Parámetros

	str	La cadena a comprobar.

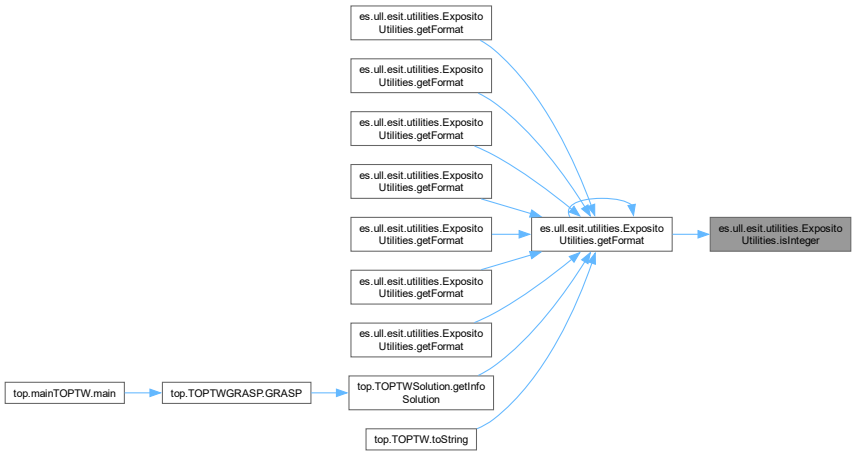
Devuelve

`true` si es un entero, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 328 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00328                                           {
00329         try {
00330             Integer.parseInt(str);
00331             return true;
00332         } catch (Exception e) {
00333         }
00334         return false;
00335     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.2.2.17. multiplyMatrices()

```
double[][] es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.multiplyMatrices (
              double a[][],
              double b[][])  [inline], [static]
```

Multiplica dos matrices de dobles.

Parámetros

	a	La primera matriz (izquierda).
	b	La segunda matriz (derecha).

Devuelve

La matriz resultante de la multiplicación, o `null` si las dimensiones son incompatibles.

Definición en la línea 94 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00094                                                                    {
00095         if (a.length == 0) {
00096             return new double[0][0];
00097         }
00098         if (a[0].length != b.length) {
00099             return null;
00100         }
00101         int n = a[0].length;
00102         int m = a.length;
00103         int p = b[0].length;
00104         double ans[][] = new double[m][p];
00105         for (int i = 0; i < m; i++) {
00106             for (int j = 0; j < p; j++) {
00107                 for (int k = 0; k < n; k++) {
00108                     ans[i][j] += a[i][k] * b[k][j];
00109                 }
00110             }
00111         }
00112         return ans;
00113     }
```

7.2.2.18. printFile()

```
void es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.printFile (
            String file)  [inline], [static]
```

Imprime el contenido de un archivo en la consola.

Parámetros

	file	La ruta al archivo a imprimir.

Definición en la línea 61 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00061                                           {
00062         try (BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(file))) {
00063             String line = reader.readLine();
00064             while (line != null) {
00065                 System.out.println(line);
00066                 line = reader.readLine();
00067             }
00068         } catch (IOException ex) {
00069             Logger.getLogger(ExpositoUtilities.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
00070         }
00071     }
```

7.2.2.19. simplifyString()

```
String es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.simplifyString (
            String string)  [inline], [static]
```

Simplifica una cadena de texto.

Reemplaza tabulaciones y múltiples espacios por un único espacio, y elimina espacios al inicio y al final.

Parámetros

	string	La cadena a simplificar.

Devuelve

La cadena simplificada.

Definición en la línea 79 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00079                                                   {
00080         string = string.replaceAll("\t", " ");
00081         for (int i = 0; i < 50; i++) {
00082             string = string.replaceAll("  ", " ");
00083         }
00084         string = string.trim();
00085         return string;
00086     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.2.2.20. thereIsPath()

```
boolean es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.thereIsPath (
            int distanceMatrix[][],
            int node)  [inline], [static]
```

Comprueba si existe un camino desde un nodo de vuelta a sí mismo (un ciclo).

Parámetros

distanceMatrix		La matriz de adyacencia.
	node	El nodo de inicio y fin del ciclo a comprobar.

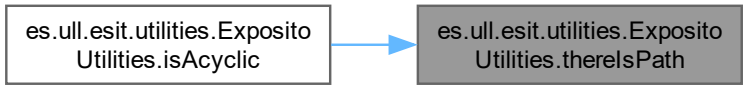
Devuelve

`true` si se encuentra un ciclo, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 375 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00375                                                                                {
00376         HashSet<Integer> visits = new HashSet<>();
00377         HashSet<Integer> noVisits = new HashSet<>();
00378         for (int i = 0; i < distanceMatrix.length; i++) {
00379             if (i != node) {
00380                 noVisits.add(i);
00381             }
00382         }
00383         visits.add(node);
00384         while (!visits.isEmpty()) {
00385             Iterator<Integer> it = visits.iterator();
00386             int toCheck = it.next();
00387             visits.remove(toCheck);
00388             for (int i = 0; i < distanceMatrix.length; i++) {
00389                 if (toCheck != i && distanceMatrix[toCheck][i] != Integer.MAX_VALUE) {
00390                     if (i == node) {
00391                         return true;
00392                     }
00393                     if (noVisits.contains(i)) {
00394                         noVisits.remove(i);
00395                         visits.add(i);
00396                     }
00397                 }
00398             }
00399         }
00400         return false;
00401     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.2.2.21. writeTextToFile()

```
void es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.writeTextToFile (
            String file,
            String text) throws IOException  [inline], [static]
```

Escribe un texto en un archivo.

Parámetros

	file	La ruta al archivo.
	text	El contenido a escribir.

Excepciones

	IOException	Si ocurre un error de E/S.

Definición en la línea 121 del archivo ExpositoUtilities.java.

```
00121                                                                                {
00122         try (BufferedWriter writer = new BufferedWriter(new FileWriter(file))) {
00123             writer.write(text);
00124         }
00125     }
```

7.2.3. Documentación de datos miembro

7.2.3.1. ALIGNMENT_LEFT

`final int es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.ALIGNMENT_LEFT = 1 [static]`

Constante para alineación a la izquierda.

Definición en la línea 36 del archivo ExpositoUtilities.java.

7.2.3.2. ALIGNMENT_RIGHT

`final int es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT = 2 [static]`

Constante para alineación a la derecha.

Definición en la línea 40 del archivo ExpositoUtilities.java.

7.2.3.3. DEFAULT_COLUMN_WIDTH

`final int es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities.DEFAULT_COLUMN_WIDTH = 10 [static]`

Ancho de columna por defecto para el formateo de texto.

Definición en la línea 32 del archivo ExpositoUtilities.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utilities/ExpositoUtilities.java

7.3. Referencia de la clase top.mainTOPTW

Clase principal que contiene el método `main` para ejecutar el experimento.

Métodos públicos estáticos

- static void main (String[ ] args)

  Método principal que ejecuta el solver TOPTW GRASP.

7.3.1. Descripción detallada

Clase principal que contiene el método `main` para ejecutar el experimento.

Esta clase define un conjunto de instancias de prueba, las lee una por una, y ejecuta el algoritmo GRASP con diferentes tamaños de RCL para cada una.

Definición en la línea 13 del archivo mainTOPTW.java.

7.3.2. Documentación de funciones miembro

7.3.2.1. main()

```
void top.mainTOPTW.main (
            String[ ] args)  [inline], [static]
```

Método principal que ejecuta el solver TOPTW GRASP.

Itera sobre una lista predefinida de archivos de instancia, carga cada problema, y ejecuta el algoritmo GRASP varias veces con diferentes tamaños de RCL (3, 5, 7) para cada instancia, imprimiendo los resultados en la consola.

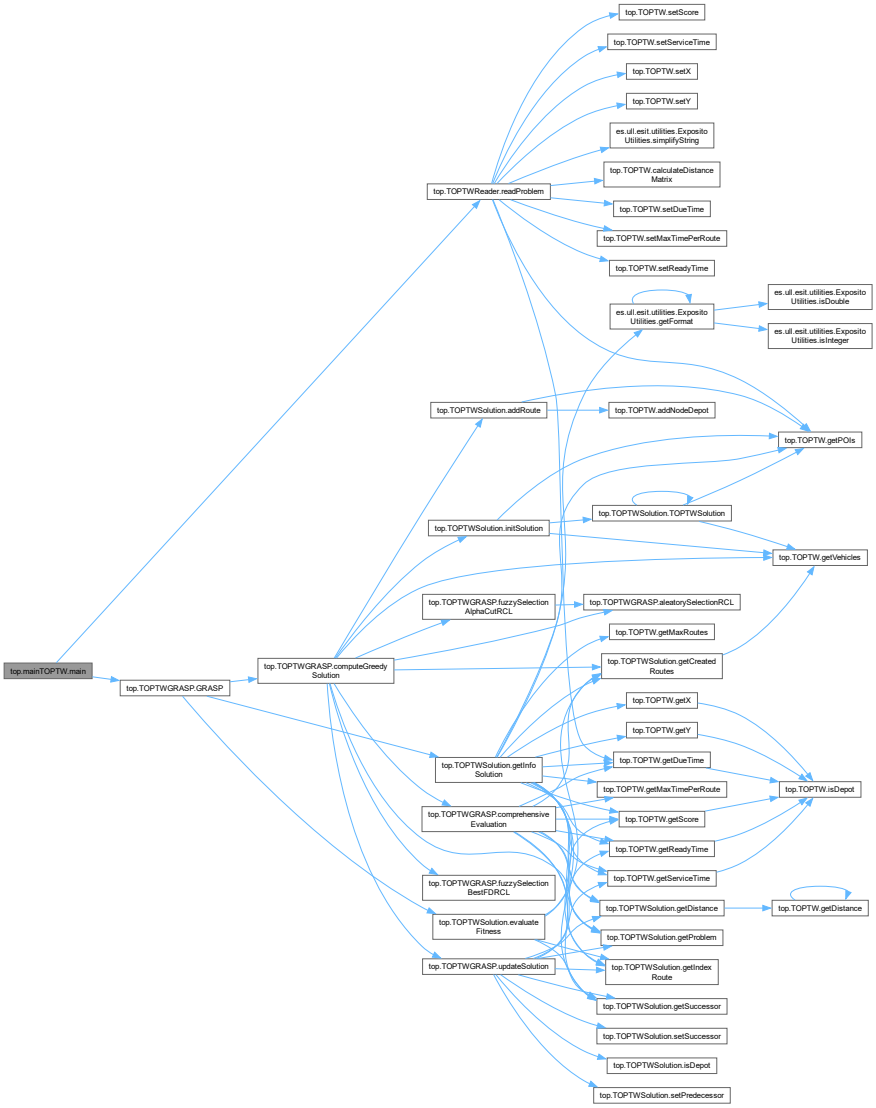
Parámetros

	args	Argumentos de la línea de comandos (no se utilizan).

Definición en la línea 22 del archivo mainTOPTW.java.

```
00022                                           {
00023
00024         String[] instances = new String[29];
00025
00026         instances[0] = "c101.txt"; instances[3] = "c104.txt"; instances[6] = "c107.txt";
00027         instances[1] = "c102.txt"; instances[4] = "c105.txt"; instances[7] = "c108.txt";
00028         instances[2] = "c103.txt"; instances[5] = "c106.txt"; instances[8] = "c109.txt";
00029
00030         instances[9] = "r101.txt";  instances[12] = "r104.txt"; instances[15] = "r107.txt";
00031         instances[10] = "r102.txt"; instances[13] = "r105.txt"; instances[16] = "r108.txt";
00032         instances[11] = "r103.txt"; instances[14] = "r106.txt"; instances[17] = "r109.txt";
00033         instances[18] = "r110.txt"; instances[19] = "r111.txt"; instances[20] = "r112.txt";
00034
00035         instances[21] = "rc101.txt"; instances[24] = "rc104.txt"; instances[27] = "rc107.txt";
00036         instances[22] = "rc102.txt"; instances[25] = "rc105.txt"; instances[28] = "rc108.txt";
00037         instances[23] = "rc103.txt"; instances[26] = "rc106.txt";
00038
00039         for(int i = 0; i < instances.length; i++) {
00040             String INSTANCE = "Instances/TOPTW/"+instances[i];
00041             TOPTW problem = TOPTWReader.readProblem(INSTANCE);
00042             TOPTWSolution solution = new TOPTWSolution(problem);
00043             TOPTWGRASP grasp = new TOPTWGRASP(solution);
00044
00045             System.out.println(" --> Instance: "+instances[i]);
00046             grasp.GRASP(10000, 3);
00047             grasp.GRASP(10000, 5);
00048             grasp.GRASP(10000, 7);
00049             System.out.println("");
00050         }
00051     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/mainTOPTW.java

7.4. Referencia de la plantilla de la clase es.ull.esit.utils.Pair< F, S >

Una clase genérica que almacena un par de objetos inmutables.

Métodos públicos

- Pair (F first, S second)

  Constructor para crear un par.
- boolean equals (Object o)

  Compara este par con otro objeto para ver si son iguales.
- int hashCode ()

  Calcula el código hash para el par.

Métodos públicos estáticos

- static< A, B > Pair< A, B > create (A a, B b)

  Método de fábrica estático para crear una instancia de `Pair`.

Atributos públicos

- final F first

  El primer elemento del par.
- final S second

  El segundo elemento del par.

7.4.1. Descripción detallada

Una clase genérica que almacena un par de objetos inmutables.

Proporciona una forma conveniente de tratar dos objetos como una única unidad. Los objetos `first` y `second` son públicos y finales.

Parámetros

	<F>	El tipo del primer elemento.
	<S>	El tipo del segundo elemento.

Definición en la línea 16 del archivo Pair.java.

7.4.2. Documentación de constructores y destructores

7.4.2.1. Pair()

```
es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.Pair (
            F first,
            S second)  [inline]
```

Constructor para crear un par.

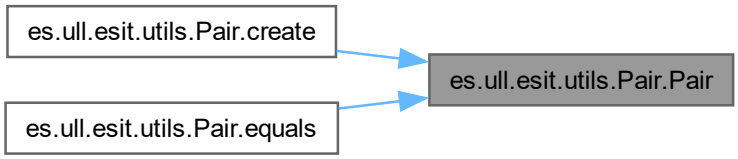
Parámetros

	first	El primer objeto.
	second	El segundo objeto.

Definición en la línea 31 del archivo Pair.java.

```
00031                                   {
00032         this.first = first;
00033         this.second = second;
00034     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.4.3. Documentación de funciones miembro

7.4.3.1. create()

```
static< A, B > Pair< A, B > es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.create (
            A a,
            B b)  [inline], [static]
```

Método de fábrica estático para crear una instancia de `Pair`.

Permite la creación de un par con inferencia de tipos.

Parámetros

	<*A*>	El tipo del primer elemento.
	<*B*>	El tipo del segundo elemento.
	a	El primer objeto.
	b	El segundo objeto.

Devuelve

Una nueva instancia de `Pair` conteniendo `a` y `b`.

Definición en la línea 68 del archivo Pair.java.

```
00068                                                   {
00069         return new Pair<A, B>(a, b);
00070     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

7.4.3.2. equals()

```
boolean es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.equals (
            Object o)  [inline]
```

Compara este par con otro objeto para ver si son iguales.

Parámetros

	o	El objeto a comparar.

Devuelve

`true` si el objeto es un `Pair` y ambos elementos son iguales, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 42 del archivo Pair.java.

```
00042                                   {
00043         if (!(o instanceof Pair)) {
00044             return false;
00045         }
00046         Pair<?, ?> p = (Pair<?, ?>) o;
00047         return Objects.equals(p.first, first) && Objects.equals(p.second, second);
00048     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

7.4.3.3. hashCode()

```
int es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.hashCode ()  [inline]
```

Calcula el código hash para el par.

Devuelve

El código hash, basado en los códigos hash de los dos elementos.

Definición en la línea 55 del archivo Pair.java.

```
00055                           {
00056         return (first == null ? 0 : first.hashCode()) ^ (second == null ? 0 : second.hashCode());
00057     }
```

7.4.4. Documentación de datos miembro

7.4.4.1. first

```
final F es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.first
```

El primer elemento del par.

Definición en la línea 20 del archivo Pair.java.

7.4.4.2. second

```
final S es.ull.esit.utils.Pair< F, S >.second
```

El segundo elemento del par.

Definición en la línea 24 del archivo Pair.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utils/Pair.java

7.5. Referencia de la plantilla de la clase es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >

Implementa un iterador para generar todos los subconjuntos (conjunto potencia) de un conjunto dado.

Diagrama de herencia de es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >

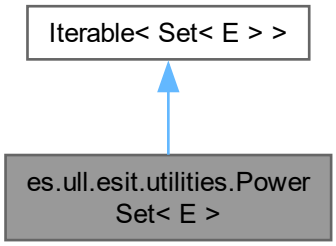
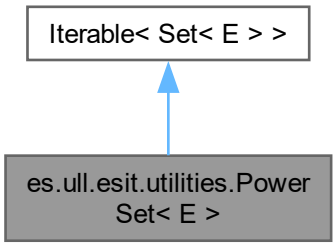


Diagrama de colaboración de es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >:



Clases

- class PowerSetIterator

Métodos públicos

- PowerSet (Set< E > set)

  Constructor de la clase PowerSet.
- Iterator< Set< E > > iterator ()

  Devuelve un iterador sobre los subconjuntos.

Atributos privados

- E[ ] arr = null

7.5.1. Descripción detallada

Implementa un iterador para generar todos los subconjuntos (conjunto potencia) de un conjunto dado.

Utiliza un `BitSet` para generar de forma eficiente todas las combinaciones de elementos del conjunto original.

Parámetros

	<E>	El tipo de los elementos en el conjunto.

Definición en la línea 20 del archivo PowerSet.java.

7.5.2. Documentación de constructores y destructores

7.5.2.1. PowerSet()

```
es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSet (
            Set< E > set)  [inline]
```

Constructor de la clase PowerSet.

Parámetros

	set	El conjunto original del cual se generará el conjunto potencia.

Definición en la línea 29 del archivo PowerSet.java.

```
00029                                {
00030         this.arr = (E[]) set.toArray();
00031     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

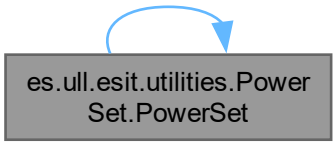
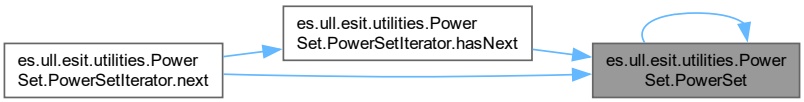


Gráfico de llamadas a esta función:



7.5.3. Documentación de funciones miembro

7.5.3.1. iterator()

```
Iterator< Set< E > > es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.iterator ()  [inline]
```

Devuelve un iterador sobre los subconjuntos.

Devuelve

una nueva instancia del iterador del conjunto potencia.

Definición en la línea 38 del archivo PowerSet.java.

```
00038                                    {
00039         return new PowerSetIterator();
00040     }
```

7.5.4. Documentación de datos miembro

7.5.4.1. arr

```
E [] es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.arr = null  [private]
```

Definición en la línea 22 del archivo PowerSet.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utilities/PowerSet.java

7.6. Referencia de la clase es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator

Diagrama de herencia de es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator

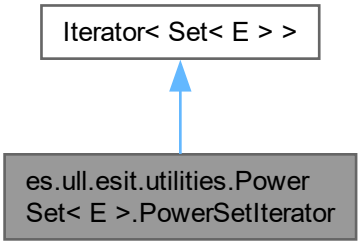
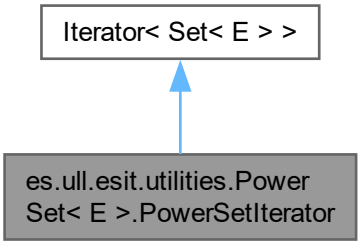


Diagrama de colaboración de es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator:



Métodos públicos

- boolean hasNext ()

  Comprueba si hay más subconjuntos para generar.
- Set< E > next ()

  Devuelve el siguiente subconjunto en la secuencia.
- void remove ()

  Operación no soportada.

Atributos privados

- BitSet bset

7.6.1. Descripción detallada

Definición en la línea 42 del archivo PowerSet.java.

7.6.2. Documentación de funciones miembro

7.6.2.1. hasNext()

```
boolean es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator.hasNext ()  [inline]
```

Comprueba si hay más subconjuntos para generar.

Devuelve

`true` si hay más subconjuntos, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 54 del archivo PowerSet.java.

```
00054                                {
00055             return !this.bset.get(PowerSet.this.arr.length);
00056         }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

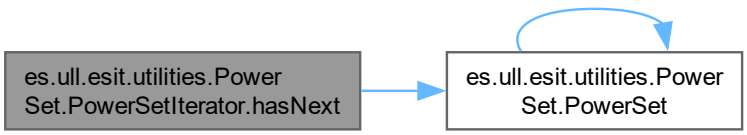
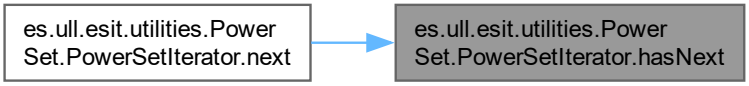


Gráfico de llamadas a esta función:



7.6.2.2. next()

`Set< E > es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator.next () [inline]`

Devuelve el siguiente subconjunto en la secuencia.

Devuelve

Un `Set<E>` que representa el siguiente subconjunto.

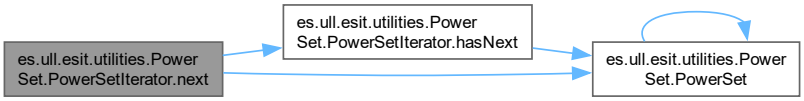
Excepciones

	NoSuchElementException	si no hay más elementos.

Definición en la línea 64 del archivo PowerSet.java.

```
00064                                {
00065             if (!hasNext()) {
00066                 throw new NoSuchElementException();
00067             }
00068             Set<E> returnSet = new TreeSet<>();
00069             for (int i = 0; i < PowerSet.this.arr.length; i++) {
00070                 if (this.bset.get(i)) {
00071                     returnSet.add(PowerSet.this.arr[i]);
00072                 }
00073             }
00074             // Incrementa el bitset para la siguiente combinación
00075             for (int i = 0; i < this.bset.size(); i++) {
00076                 if (!this.bset.get(i)) {
00077                     this.bset.set(i);
00078                     break;
00079                 } else {
00080                     this.bset.clear(i);
00081                 }
00082             }
00083             return returnSet;
00084         }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.6.2.3. remove()

`void es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator.remove () [inline]`

Operación no soportada.

Excepciones

	UnsupportedOperationException	Siempre.

Definición en la línea 91 del archivo PowerSet.java.

```
00091                                {
00092             throw new UnsupportedOperationException("Not Supported!");
00093         }
```

7.6.3. Documentación de datos miembro

7.6.3.1. bset

```
BitSet es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator.bset  [private]
```

Definición en la línea 43 del archivo PowerSet.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utilities/PowerSet.java

7.7. Referencia de la clase top.TOPTW

Modela una instancia del problema TOPTW (Team Orienteering Problem with Time Windows).

Métodos públicos

- TOPTW (int nodes, int routes)

  Constructor de la clase TOPTW.
- boolean isDepot (int a)

  Comprueba si un índice de nodo corresponde a un depósito.
- double getDistance (int[ ] route)

  Calcula la distancia total de una ruta representada por un array de enteros.
- double getDistance (ArrayList< Integer > route)

  Calcula la distancia total de una ruta representada por un ArrayList de enteros.
- double getDistance (ArrayList< Integer >[ ] routes)

  Calcula la distancia total sumando las distancias de múltiples rutas.
- void calculateDistanceMatrix ()

  Calcula y almacena la matriz de distancias euclidianas entre todos los nodos.
- double getMaxTimePerRoute ()

  Obtiene el tiempo máximo permitido por ruta.
- void setMaxTimePerRoute (double maxTimePerRoute)

  Establece el tiempo máximo permitido por ruta.
- double getMaxRoutes ()

  Obtiene el número máximo de rutas (vehículos) permitidas.
- void setMaxRoutes (double maxRoutes)

  Establece el número máximo de rutas.
- int getPOIs ()

  Obtiene el número de Puntos de Interés (POIs), sin contar el depósito.
- double getDistance (int i, int j)

  Obtiene la distancia entre dos nodos.
- double getTime (int i, int j)

  Obtiene el tiempo de viaje entre dos nodos, que es igual a la distancia.
- int getNodes ()

  Obtiene el número total de nodos (clientes).
- void setNodes (int nodes)

  Establece el número de nodos.

- double getX (int index)

  Obtiene la coordenada X de un nodo.
- void setX (int index, double x)

  Establece la coordenada X de un nodo.
- double getY (int index)

  Obtiene la coordenada Y de un nodo.
- void setY (int index, double y)

  Establece la coordenada Y de un nodo.
- double getScore (int index)

  Obtiene la puntuación (score) de un nodo.
- double[ ] getScore ()

  Obtiene el array completo de puntuaciones de todos los nodos.
- void setScore (int index, double score)

  Establece la puntuación de un nodo.
- double getReadyTime (int index)

  Obtiene el tiempo de inicio de la ventana de tiempo (ready time) de un nodo.
- void setReadyTime (int index, double readyTime)

  Establece el tiempo de inicio de la ventana de tiempo (ready time) de un nodo.
- double getDueTime (int index)

  Obtiene el tiempo de fin de la ventana de tiempo (due time) de un nodo.
- void setDueTime (int index, double dueTime)

  Establece el tiempo de fin de la ventana de tiempo (due time) de un nodo.
- double getServiceTime (int index)

  Obtiene el tiempo de servicio requerido en un nodo.
- void setServiceTime (int index, double serviceTime)

  Establece el tiempo de servicio de un nodo.
- int getVehicles ()

  Obtiene el número de vehículos disponibles.
- String toString ()

  Genera una representación en formato de cadena de la instancia del problema.
- int addNode ()

  Incrementa el contador de nodos.
- int addNodeDepot ()

  Incrementa el contador de depósitos.

Atributos privados

- int nodes
- double[ ] x
- double[ ] y
- double[ ] score
- double[ ] readyTime
- double[ ] dueTime
- double[ ] serviceTime
- int vehicles
- int depots
- double maxTimePerRoute
- double maxRoutes
- double[ ][ ] distanceMatrix

7.7.1. Descripción detallada

Modela una instancia del problema TOPTW (Team Orienteering Problem with Time Windows).

Esta clase almacena todos los datos de una instancia del problema, incluyendo la información de los nodos (coordenadas, puntuaciones, ventanas de tiempo), el número de vehículos, y las restricciones generales como el tiempo máximo por ruta. También proporciona métodos para calcular distancias y acceder a los datos.

Definición en la línea 19 del archivo TOPTW.java.

7.7.2. Documentación de constructores y destructores

7.7.2.1. TOPTW()

```
top.TOPTW.TOPTW (
            int nodes,
            int routes)  [inline]
```

Constructor de la clase TOPTW.

Parámetros

	nodes	El número de nodos (clientes/POIs) en el problema, sin contar el depósito.
	routes	El número de rutas (vehículos) disponibles.

Definición en la línea 38 del archivo TOPTW.java.

```
00038                                       {
00039         this.nodes = nodes;
00040         this.depots = 0;
00041         this.x = new double[this.nodes + 1];
00042         this.y = new double[this.nodes + 1];
00043         this.score = new double[this.nodes + 1];
00044         this.readyTime = new double[this.nodes + 1];
00045         this.dueTime = new double[this.nodes + 1];
00046         this.serviceTime = new double[this.nodes + 1];
00047         this.distanceMatrix = new double[this.nodes + 1][this.nodes + 1];
00048         for (int i = 0; i < this.nodes + 1; i++) {
00049             for (int j = 0; j < this.nodes + 1; j++) {
00050                 this.distanceMatrix[i][j] = 0.0;
00051             }
00052         }
00053         this.maxRoutes = routes;
00054         this.vehicles = routes;
00055     }
```

7.7.3. Documentación de funciones miembro

7.7.3.1. addNode()

```
int top.TOPTW.addNode ()  [inline]
```

Incrementa el contador de nodos.

Obsoleto Este método parece no ser utilizado de forma segura, ya que no redimensiona los arrays.

Devuelve

El nuevo número de nodos.

Definición en la línea 382 del archivo TOPTW.java.

```
00382                           {
00383         this.nodes++;
00384         return this.nodes;
00385     }
```

7.7.3.2. addNodeDepot()

```
int top.TOPTW.addNodeDepot ()  [inline]
```

Incrementa el contador de depósitos.

Obsoleto Este método parece no ser utilizado de forma segura.

Devuelve

El nuevo número de depósitos.

Definición en la línea 392 del archivo TOPTW.java.

```
00392                                {
00393         this.depots++;
00394         return this.depots;
00395     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.3. calculateDistanceMatrix()

```
void top.TOPTW.calculateDistanceMatrix ()  [inline]
```

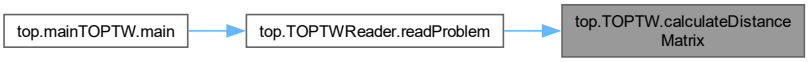
Calcula y almacena la matriz de distancias euclidianas entre todos los nodos.

Utiliza las coordenadas X e Y de los nodos para calcular la distancia. La matriz es simétrica.

Definición en la línea 117 del archivo TOPTW.java.

```
00117                                        {
00118         for (int i = 0; i < this.nodes + 1; i++) {
00119             for (int j = 0; j < this.nodes + 1; j++) {
00120                 if (i != j) {
00121                     double diffXs = this.x[i] - this.x[j];
00122                     double diffYs = this.y[i] - this.y[j];
00123                     this.distanceMatrix[i][j] = Math.sqrt(diffXs * diffXs + diffYs * diffYs);
00124                     this.distanceMatrix[j][i] = this.distanceMatrix[i][j];
00125                 } else {
00126                     this.distanceMatrix[i][j] = 0.0;
00127                 }
00128             }
00129         }
00130     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.4. getDistance() [1/4]

```
double top.TOPTW.getDistance (
            ArrayList< Integer > route)  [inline]
```

Calcula la distancia total de una ruta representada por un ArrayList de enteros.

Parámetros

	route	La ruta como un ArrayList de índices de nodos.

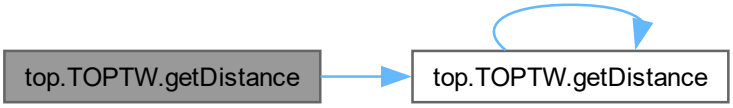
Devuelve

La distancia total de la ruta.

Definición en la línea 89 del archivo TOPTW.java.

```
00089                                                   {
00090         double distance = 0.0;
00091         for (int i = 0; i < route.size() - 1; i++) {
00092             int node1 = route.get(i);
00093             int node2 = route.get(i + 1);
00094             distance += this.getDistance(node1, node2);
00095         }
00096         return distance;
00097     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.7.3.5. getDistance() [2/4]

```
double top.TOPTW.getDistance (
             ArrayList< Integer >[] routes)  [inline]
```

Calcula la distancia total sumando las distancias de múltiples rutas.

Parámetros

	routes	Un array de ArrayLists, donde cada ArrayList es una ruta.

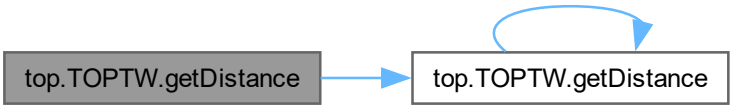
Devuelve

La distancia total acumulada de todas las rutas.

Definición en la línea 104 del archivo TOPTW.java.

```
00104                                                       {
00105         double distance = 0.0;
00106         for (ArrayList<Integer> route : routes) {
00107             distance += this.getDistance(route);
00108         }
00109         return distance;
00110     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.7.3.6. getDistance() [3/4]

```
double top.TOPTW.getDistance (
            int i,
            int j)  [inline]
```

Obtiene la distancia entre dos nodos.

Si alguno de los nodos es un depósito, se mapea al índice 0.

Parámetros

	i	Índice del primer nodo.
	j	Índice del segundo nodo.

Devuelve

La distancia entre los nodos i y j.

Definición en la línea 179 del archivo TOPTW.java.

```
00179                                           {
00180         if(this.isDepot(i)) { i=0; }
00181         if(this.isDepot(j)) { j=0; }
00182         return this.distanceMatrix[i][j];
00183     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

7.7.3.7. getDistance() [4/4]

```
double top.TOPTW.getDistance (
            int[] route)  [inline]
```

Calcula la distancia total de una ruta representada por un array de enteros.

Parámetros

	route	La ruta como un array de índices de nodos.

Devuelve

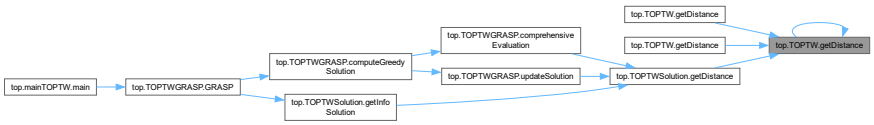
La distancia total de la ruta.

Definición en la línea 74 del archivo TOPTW.java.

```
00074                                           {
00075         double distance = 0.0;
00076         for (int i = 0; i < route.length - 1; i++) {
00077             int node1 = route[i];
00078             int node2 = route[i + 1];
00079             distance += this.getDistance(node1, node2);
00080         }
00081         return distance;
00082     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.8. getDueTime()

```
double top.TOPTW.getDueTime (
             int index)  [inline]
```

Obtiene el tiempo de fin de la ventana de tiempo (due time) de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

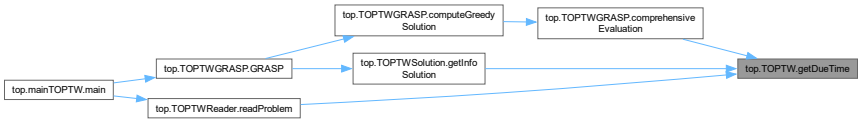
El due time del nodo.

Definición en la línea 302 del archivo TOPTW.java.

```
00302                                       {
00303         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00304         return this.dueTime[index];
00305     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.9. getMaxRoutes()

```
double top.TOPTW.getMaxRoutes ()  [inline]
```

Obtiene el número máximo de rutas (vehículos) permitidas.

Devuelve

El número máximo de rutas.

Definición en la línea 152 del archivo TOPTW.java.

```
00152                                   {
00153         return maxRoutes;
00154     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.10. getMaxTimePerRoute()

```
double top.TOPTW.getMaxTimePerRoute ()  [inline]
```

Obtiene el tiempo máximo permitido por ruta.

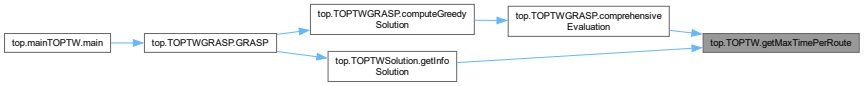
Devuelve

El tiempo máximo por ruta.

Definición en la línea 136 del archivo TOPTW.java.

```
00136                                       {
00137         return maxTimePerRoute;
00138     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.11. getNodes()

```
int top.TOPTW.getNodes ()  [inline]
```

Obtiene el número total de nodos (clientes).

Devuelve

El número de nodos.

Definición en la línea 201 del archivo TOPTW.java.

```
00201                           {
00202         return this.nodes;
00203     }
```

7.7.3.12. getPOIs()

```
int top.TOPTW.getPOIs ()  [inline]
```

Obtiene el número de Puntos de Interés (POIs), sin contar el depósito.

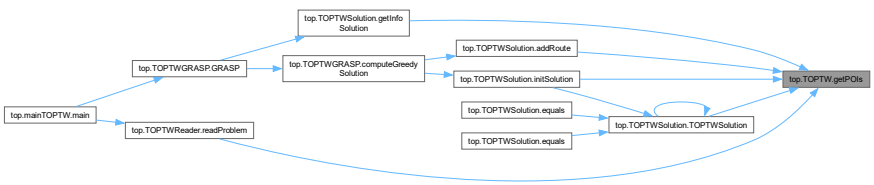
Devuelve

El número de nodos cliente.

Definición en la línea 168 del archivo TOPTW.java.

```
00168                           {
00169         return this.nodes;
00170     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.13. getReadyTime()

```
double top.TOPTW.getReadyTime (
            int index)  [inline]
```

Obtiene el tiempo de inicio de la ventana de tiempo (ready time) de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

El ready time del nodo.

Definición en la línea 283 del archivo TOPTW.java.

```
00283                                           {
00284         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00285         return this.readyTime[index];
00286     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

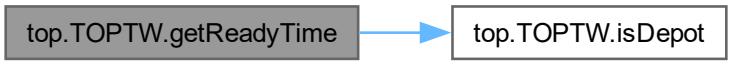
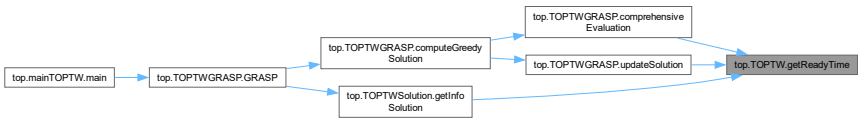


Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.14. getScore() [1/2]

```
double[] top.TOPTW.getScore ()  [inline]
```

Obtiene el array completo de puntuaciones de todos los nodos.

Devuelve

Un array de doubles con las puntuaciones.

Definición en la línea 265 del archivo TOPTW.java.

```
00265                                   {
00266         return this.score;
00267     }
```

7.7.3.15. getScore() [2/2]

```
double top.TOPTW.getScore (
            int index)  [inline]
```

Obtiene la puntuación (score) de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

La puntuación del nodo.

Definición en la línea 256 del archivo TOPTW.java.

```
00256                                       {
00257         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00258         return this.score[index];
00259     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

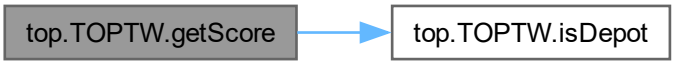
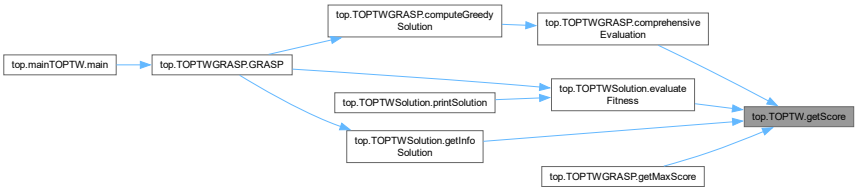


Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.16. getServiceTime()

```
double top.TOPTW.getServiceTime (
            int index)  [inline]
```

Obtiene el tiempo de servicio requerido en un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

El tiempo de servicio.

Definición en la línea 321 del archivo TOPTW.java.

```
00321                                           {
00322         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00323         return this.serviceTime[index];
00324     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

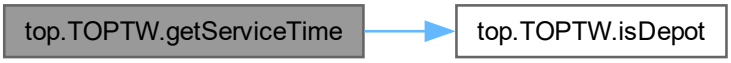
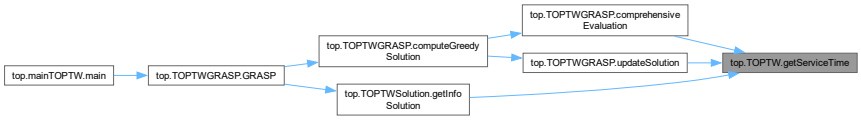


Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.17. getTime()

```
double top.TOPTW.getTime (
            int i,
            int j)  [inline]
```

Obtiene el tiempo de viaje entre dos nodos, que es igual a la distancia.

Parámetros

	i	Índice del primer nodo.
	j	Índice del segundo nodo.

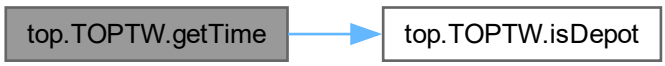
Devuelve

El tiempo de viaje entre i y j.

Definición en la línea 191 del archivo TOPTW.java.

```
00191                                           {
00192         if(this.isDepot(i)) { i=0; }
00193         if(this.isDepot(j)) { j=0; }
00194         return this.distanceMatrix[i][j];
00195     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.7.3.18. getVehicles()

```
int top.TOPTW.getVehicles ()  [inline]
```

Obtiene el número de vehículos disponibles.

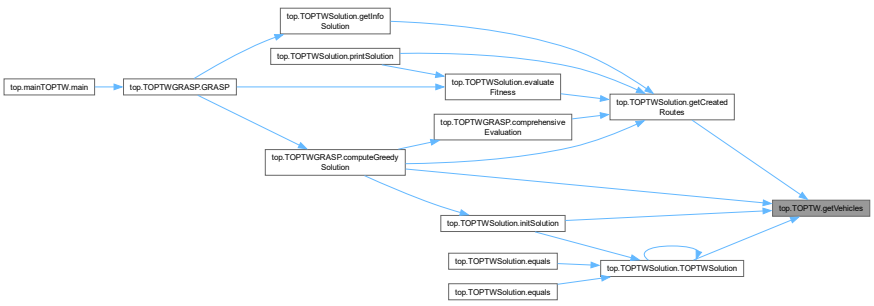
Devuelve

El número de vehículos.

Definición en la línea 339 del archivo TOPTW.java.

```
00339                                 {
00340         return this.vehicles;
00341     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.19. getX()

```
double top.TOPTW.getX (
             int index)  [inline]
```

Obtiene la coordenada X de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

La coordenada X.

Definición en la línea 218 del archivo TOPTW.java.

```
00218                                   {
00219         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00220         return this.x[index];
00221     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

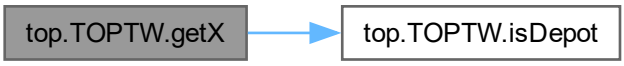


Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.20. getY()

```
double top.TOPTW.getY (
             int index)  [inline]
```

Obtiene la coordenada Y de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.

Devuelve

La coordenada Y.

Definición en la línea 237 del archivo TOPTW.java.

```
00237                                   {
00238         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00239         return this.y[index];
00240     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

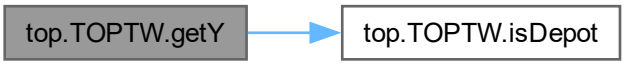


Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.21. isDepot()

```
boolean top.TOPTW.isDepot (
            int a)  [inline]
```

Comprueba si un índice de nodo corresponde a un depósito.

Parámetros

	a	El índice del nodo a comprobar. Los depósitos tienen índices mayores que el número de nodos.

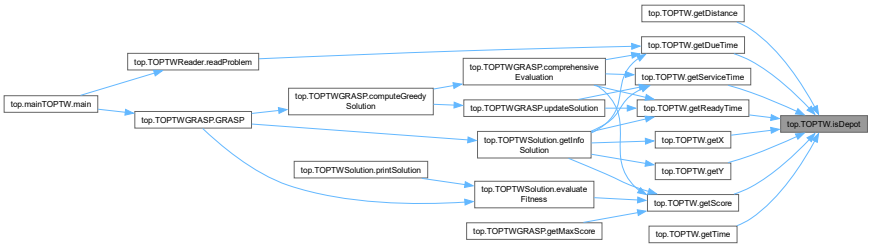
Devuelve

`true` si el nodo es un depósito, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 62 del archivo TOPTW.java.

```
00062                                   {
00063         if(a > this.nodes) {
00064             return true;
00065         }
00066         return false;
00067     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.22. setDueTime()

```
void top.TOPTW.setDueTime (
            int index,
            double dueTime)  [inline]
```

Establece el tiempo de fin de la ventana de tiempo (due time) de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.
	dueTime	El valor del due time.

Definición en la línea 312 del archivo TOPTW.java.

```
00312                                                   {
00313         this.dueTime[index] = dueTime;
00314     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.23. setMaxRoutes()

```
void top.TOPTW.setMaxRoutes (
            double maxRoutes)  [inline]
```

Establece el número máximo de rutas.

Parámetros

	maxRoutes	El nuevo número máximo de rutas.

Definición en la línea 160 del archivo TOPTW.java.

```
00160                                           {
00161         this.maxRoutes = maxRoutes;
00162     }
```

7.7.3.24. setMaxTimePerRoute()

```
void top.TOPTW.setMaxTimePerRoute (
            double maxTimePerRoute)  [inline]
```

Establece el tiempo máximo permitido por ruta.

Parámetros

	maxTimePerRoute	El nuevo tiempo máximo por ruta.

Definición en la línea 144 del archivo TOPTW.java.

```
00144                                                    {
00145         this.maxTimePerRoute = maxTimePerRoute;
00146     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.25. setNodes()

```
void top.TOPTW.setNodes (
            int nodes)  [inline]
```

Establece el número de nodos.

Parámetros

	nodes	El nuevo número de nodos.

Definición en la línea 209 del archivo TOPTW.java.

```
00209                                  {
00210         this.nodes = nodes;
00211     }
```

7.7.3.26. setReadyTime()

```
void top.TOPTW.setReadyTime (
            int index,
            double readyTime)  [inline]
```

Establece el tiempo de inicio de la ventana de tiempo (ready time) de un nodo.

Parámetros

	index	Índice del nodo.
	readyTime	El valor del ready time.

Definición en la línea 293 del archivo TOPTW.java.

```
00293                                                       {
00294         this.readyTime[index] = readyTime;
00295     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.7.3.27. setScore()

```
void top.TOPTW.setScore (
             int index,
             double score)  [inline]
```

Establece la puntuación de un nodo.

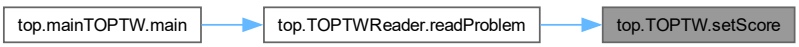
Parámetros

	index	Índice del nodo.
	score	El valor de la puntuación.

Definición en la línea 274 del archivo TOPTW.java.

```
00274                                                   {
00275         this.score[index] = score;
00276     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.28. setServiceTime()

```
void top.TOPTW.setServiceTime (
             int index,
             double serviceTime)  [inline]
```

Establece el tiempo de servicio de un nodo.

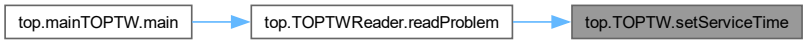
Parámetros

	index	Índice del nodo.
	serviceTime	El valor del tiempo de servicio.

Definición en la línea 331 del archivo TOPTW.java.

```
00331                                                                {
00332         this.serviceTime[index] = serviceTime;
00333     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.29. setX()

```
void top.TOPTW.setX (
             int index,
             double x)  [inline]
```

Establece la coordenada X de un nodo.

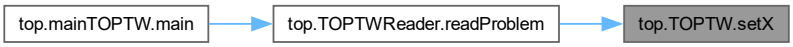
Parámetros

	index	Índice del nodo.
	x	El valor de la coordenada X.

Definición en la línea 228 del archivo TOPTW.java.

```
00228                                                {
00229         this.x[index] = x;
00230     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.30. setY()

```
void top.TOPTW.setY (
             int index,
             double y)  [inline]
```

Establece la coordenada Y de un nodo.

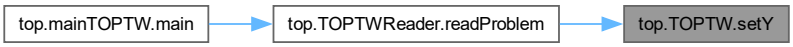
Parámetros

index		Índice del nodo.
	y	El valor de la coordenada Y.

Definición en la línea 247 del archivo TOPTW.java.

```
00247                                           {
00248         this.y[index] = y;
00249     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.7.3.31. toString()

```
String top.TOPTW.toString ()  [inline]
```

Genera una representación en formato de cadena de la instancia del problema.

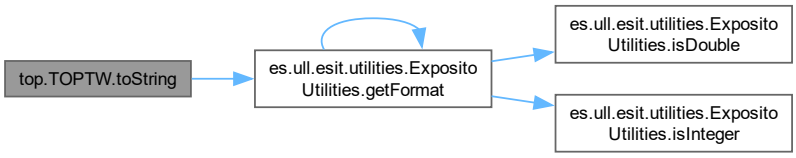
Devuelve

Una cadena formateada con los detalles de los nodos y vehículos.

Definición en la línea 348 del archivo TOPTW.java.

```
00348                                {
00349         final int COLUMN_WIDTH = 15;
00350         String text = "Nodes: " + this.nodes + "\n";
00351         String[] strings = new String[]{"CUST NO.", "XCOORD.", "YCOORD.", "SCORE", "READY TIME", "DUE
      DATE", "SERVICE TIME"};
00352         int[] width = new int[strings.length];
00353         Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00354         text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00355         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00356             strings = new String[strings.length];
00357             int index = 0;
00358             //strings[index++] = Integer.toString("" + i);
00359             strings[index++] = Integer.toString(i);
00360             strings[index++] = "" + this.x[i];
00361             strings[index++] = "" + this.y[i];
00362             strings[index++] = "" + this.score[i];
00363             strings[index++] = "" + this.readyTime[i];
00364             strings[index++] = "" + this.dueTime[i];
00365             strings[index++] = "" + this.serviceTime[i];
00366             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00367             text += "\n";
00368         }
00369         text += "Vehicles: " + this.vehicles + "\n";
00370         strings = new String[]{"VEHICLE", "CAPACITY"};
00371         width = new int[strings.length];
00372         Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00373         text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00374         return text;
00375     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.7.4. Documentación de datos miembro

7.7.4.1. depots

```
int top.TOPTW.depots  [private]
```

Definición en la línea 28 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.2. distanceMatrix

```
double [][] top.TOPTW.distanceMatrix  [private]
```

Definición en la línea 31 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.3. dueTime

```
double [] top.TOPTW.dueTime  [private]
```

Definición en la línea 25 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.4. maxRoutes

```
double top.TOPTW.maxRoutes  [private]
```

Definición en la línea 30 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.5. maxTimePerRoute

```
double top.TOPTW.maxTimePerRoute  [private]
```

Definición en la línea 29 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.6. nodes

```
int top.TOPTW.nodes  [private]
```

Definición en la línea 20 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.7. readyTime

```
double [] top.TOPTW.readyTime  [private]
```

Definición en la línea 24 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.8. score

```
double [] top.TOPTW.score  [private]
```

Definición en la línea 23 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.9. serviceTime

```
double [] top.TOPTW.serviceTime  [private]
```

Definición en la línea 26 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.10. vehicles

```
int top.TOPTW.vehicles  [private]
```

Definición en la línea 27 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.11. x

```
double [] top.TOPTW.x  [private]
```

Definición en la línea 21 del archivo TOPTW.java.

7.7.4.12. y

```
double [] top.TOPTW.y  [private]
```

Definición en la línea 22 del archivo TOPTW.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTW.java

7.8. Referencia de la clase top.TOPTWEvaluator

Evalúa la calidad de una solución para el problema TOPTW.

Métodos públicos

- void evaluate (TOPTWSolution solution)
  Evalúa una solución TOPTW.

Atributos públicos estáticos

- static double NO_EVALUATED = -1.0
  Constante para indicar que una solución no ha sido evaluada.

7.8.1. Descripción detallada

Evalúa la calidad de una solución para el problema TOPTW.

Esta clase se encarga de calcular el valor de la función objetivo para una solución dada. Actualmente, el método de evaluación está comentado y no tiene una implementación activa.

Definición en la línea 14 del archivo TOPTWEvaluator.java.

7.8.2. Documentación de funciones miembro

7.8.2.1. evaluate()

```
void top.TOPTWEvaluator.evaluate (
            TOPTWSolution solution)  [inline]
```

Evalúa una solución TOPTW.

Este método debería calcular la puntuación total de las rutas de la solución, pero su implementación actual está comentada.

Parámetros

	solution	La solución a evaluar.

Definición en la línea 26 del archivo TOPTWEvaluator.java.

```
00026                                                {
00027         /*CumulativeCVRP problem = solution.getProblem();
00028         double objectiveFunctionValue = 0.0;
00029         for (int i = 0; i < solution.getIndexDepot().size(); i++) {
00030             double cumulative = 0;
00031             int depot = solution.getAnIndexDepot(i);
00032             int actual = depot;
00033             actual = solution.getSuccessor(actual);
00034             cumulative += problem.getDistanceMatrix(0, actual);
00035             objectiveFunctionValue += problem.getDistanceMatrix(0, actual);
00036             System.out.println("Desde " + 0 + " a " + actual + " = " + cumulative);
00037             while (actual != depot) {
00038                 int ant = actual;
00039                 actual = solution.getSuccessor(actual);
00040                 if (actual != depot) {
00041                     cumulative += problem.getDistanceMatrix(ant, actual);
00042                     objectiveFunctionValue += cumulative;
00043                     System.out.println("Desde " + ant + " a " + actual + " = " + cumulative);
00044                 } else {
00045                     cumulative += problem.getDistanceMatrix(ant, 0);
00046                     objectiveFunctionValue += cumulative;
00047                     System.out.println("Desde " + ant + " a " + 0 + " = " + cumulative);
00048                 }
00049             }
00050             System.out.println("");
00051         }
00052         solution.setObjectiveFunctionValue(objectiveFunctionValue);*/
00053     }
```

7.8.3. Documentación de datos miembro

7.8.3.1. NO_EVALUATED

```
double top.TOPTWEvaluator.NO_EVALUATED = -1.0  [static]
```

Constante para indicar que una solución no ha sido evaluada.

Definición en la línea 18 del archivo TOPTWEvaluator.java.

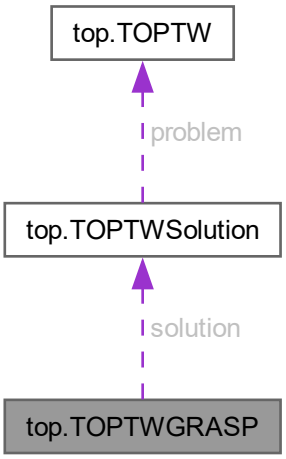
La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWEvaluator.java

7.9. Referencia de la clase top.TOPTWGRASP

Implementa la metaheurística GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) para resolver el TOPTW.

Diagrama de colaboración de top.TOPTWGRASP:



Métodos públicos

- TOPTWGRASP (TOPTWSolution sol)

  Constructor de la clase TOPTWGRASP.
- void GRASP (int maxIterations, int maxSizeRCL)

  Ejecuta el algoritmo GRASP durante un número determinado de iteraciones.
- int aleatorySelectionRCL (int maxTRCL)

  Selecciona un elemento aleatorio de la Lista Restringida de Candidatos (RCL).
- int fuzzySelectionBestFDRCL (ArrayList< double[ ] > rcl)

Selecciona un candidato de la RCL utilizando una función de pertenencia difusa.

- int fuzzySelectionAlphaCutRCL (ArrayList< double[] > rcl, double alpha)

  Selecciona un candidato de la RCL utilizando un corte alfa sobre la función de pertenencia difusa.
- void computeGreedySolution (int maxSizeRCL)

  Construye una solución greedy aleatorizada.
- void updateSolution (double[] candidateSelected, ArrayList< ArrayList< Double > > departureTimes)

  Actualiza la solución insertando un candidato seleccionado.
- ArrayList< double[] > comprehensiveEvaluation (ArrayList< Integer > customers, ArrayList< ArrayList< Double > > departureTimes)

  Evalúa de forma exhaustiva todos los posibles movimientos de inserción para los clientes disponibles.
- TOPTWSolution getSolution ()

  Obtiene la solución actual.
- void setSolution (TOPTWSolution solution)

  Establece la solución a utilizar.
- int getSolutionTime ()

  Obtiene el tiempo de ejecución de la solución (actualmente no implementado).
- void setSolutionTime (int solutionTime)

  Establece el tiempo de ejecución de la solución.
- double getMaxScore ()

  Obtiene la máxima puntuación posible entre todos los nodos del problema.

Atributos públicos estáticos

- static double NO_EVALUATED = -1.0

  Constante para indicar que una solución no ha sido evaluada.

Atributos privados

- TOPTWSolution solution
- int solutionTime

Atributos estáticos privados

- static final Random RANDOM = new SecureRandom()

7.9.1. Descripción detallada

Implementa la metaheurística GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) para resolver el TOPTW.

Esta clase contiene los métodos para ejecutar el algoritmo GRASP, incluyendo la construcción de soluciones aleatorizadas y la gestión de la Lista Restringida de Candidatos (RCL).

Definición en la línea 19 del archivo TOPTWGRASP.java.

7.9.2. Documentación de constructores y destructores

7.9.2.1. TOPTWGRASP()

```
top.TOPTWGRASP.TOPTWGRASP (
            TOPTWSolution sol)  [inline]
```

Constructor de la clase TOPTWGRASP.

Parámetros

	sol	La solución inicial sobre la que operará el algoritmo.

Definición en la línea 33 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00033                                       {
00034         this.solution = sol;
00035         this.solutionTime = 0;
00036     }
```

7.9.3. Documentación de funciones miembro

7.9.3.1. aleatorySelectionRCL()

```
int top.TOPTWGRASP.aleatorySelectionRCL (
            int maxTRCL)  [inline]
```

Selecciona un elemento aleatorio de la Lista Restringida de Candidatos (RCL).

Parámetros

	maxTRCL	El tamaño de la RCL sobre la que se hará la selección.

Devuelve

La posición del elemento seleccionado en la RCL.

Definición en la línea 101 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00101                                                   {
00102         return RANDOM.nextInt(maxTRCL);
00103     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.3.2. comprehensiveEvaluation()

```
ArrayList< double[] > top.TOPTWGRASP.comprehensiveEvaluation (
            ArrayList< Integer > customers,
            ArrayList< ArrayList< Double > > departureTimes)  [inline]
```

Evalúa de forma exhaustiva todos los posibles movimientos de inserción para los clientes disponibles.

Para cada cliente no asignado, prueba a insertarlo en cada posición posible de cada ruta existente, verificando la factibilidad de la inserción (ventanas de tiempo).

Parámetros

	customers	La lista de clientes aún no asignados a ninguna ruta.
	departureTimes	Los tiempos de salida actuales para cada nodo en la solución.

Devuelve

Una lista de candidatos factibles, donde cada candidato es un array con la información [cliente, ruta, predecesor, coste, score].

Definición en la línea 280 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00280
    {
00281         ArrayList< double[] > candidatesList = new ArrayList< double[] >();
00282         double[] infoCandidate = new double[5];
00283         boolean validFinalInsertion = true;
00284         infoCandidate[0] = -1;
00285         infoCandidate[1] = -1;
00286         infoCandidate[2] = -1;
00287         infoCandidate[3] = Double.MAX_VALUE;
00288         infoCandidate[4] = -1;
00289
00290         for(int c = 0; c < customers.size(); c++) { // clientes disponibles
00291             for(int k = 0; k < this.solution.getCreatedRoutes(); k++) { // rutas creadas
00292                 validFinalInsertion = true;
00293                 int depot = this.solution.getIndexRoute(k);
00294                 int pre=-1, suc=-1;
00295                 double costInsertion = 0;
00296                 pre = depot;
00297                 int candidate = customers.get(c);
00298                 do {                                                    // recorremos la ruta
00299                     validFinalInsertion = true;
00300                     suc = this.solution.getSuccessor(pre);
00301                     double timesUntilPre = departureTimes.get(k).get(pre) +
    this.solution.getDistance(pre, candidate);
00302                     if(timesUntilPre < (this.solution.getProblem().getDueTime(candidate))) {
00303                         double costCand = 0;
00304                         if(timesUntilPre < this.solution.getProblem().getReadyTime(candidate)) {
00305                             costCand = this.solution.getProblem().getReadyTime(candidate);
00306                         } else { costCand = timesUntilPre; }
00307                         costCand +=  this.solution.getProblem().getServiceTime(candidate);
00308                         if(costCand > this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) {
    validFinalInsertion = false; }
00309
00310                         // Comprobar TW desde candidate hasta sucesor
00311                         double timesUntilSuc = costCand + this.solution.getDistance(candidate, suc);
00312                         if(timesUntilSuc < (this.solution.getProblem().getDueTime(suc))) {

00313                             double costSuc = 0;
00314                             if(timesUntilSuc < this.solution.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00315                                 costSuc = this.solution.getProblem().getReadyTime(suc);
00316                             } else { costSuc = timesUntilSuc; }
00317                             costSuc +=  this.solution.getProblem().getServiceTime(suc);
00318                             costInsertion = costSuc;
00319                             if(costSuc > this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) {
    validFinalInsertion = false;}
00320
00321                             int pre2=suc, suc2 = -1;
00322                             if(suc != depot)
00323                                 do {
00324                                     suc2 = this.solution.getSuccessor(pre2);
00325                                     double timesUntilSuc2 = costInsertion +
    this.solution.getDistance(pre2, suc2);
00326                                     if(timesUntilSuc2 < (this.solution.getProblem().getDueTime(suc2)))
    {
00327                                         if(timesUntilSuc2 <
    this.solution.getProblem().getReadyTime(suc2)) {
00328                                             costInsertion =
    this.solution.getProblem().getReadyTime(suc2);
00329                                         } else { costInsertion = timesUntilSuc2; }
00330                                         costInsertion +=
    this.solution.getProblem().getServiceTime(suc2);
00331                                         if(costInsertion >
    this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) { validFinalInsertion = false; }
00332                                     } else { validFinalInsertion = false; }
00333                                     pre2 = suc2;
00334                                 } while((suc2 != depot) && validFinalInsertion);
00335                         } else { validFinalInsertion = false; }
00336                     } else { validFinalInsertion = false; }
```

```
00337
00338                     if(validFinalInsertion==true) { // cliente, ruta, predecesor, coste
00339                         if(costInsertion < infoCandidate[3]) {
00340                             infoCandidate[0] = candidate; infoCandidate[1] = k; infoCandidate[2] =
      pre; infoCandidate[3] = costInsertion; infoCandidate[4] =
      this.solution.getProblem().getScore(candidate); // cliente, ruta, predecesor, coste, score
00341                         }
00342                     }
00343
00344                     pre = suc;
00345                 } while(suc != depot);
00346             } //rutas creadas
00347
00348             // almacenamos en la lista de candidatos la mejor posición de inserción para el cliente
00349             if(infoCandidate[0]!=-1 && infoCandidate[1]!=-1 && infoCandidate[2]!=-1 &&
      infoCandidate[3] != Double.MAX_VALUE && infoCandidate[4]!=-1) {
00350                 double[] infoCandidate2 = new double[5];
00351                 infoCandidate2[0] = infoCandidate[0];  infoCandidate2[1] = infoCandidate[1];
00352                 infoCandidate2[2] = infoCandidate[2];  infoCandidate2[3] = infoCandidate[3];
00353                 infoCandidate2[4] = infoCandidate[4];
00354                 candidatesList.add(infoCandidate2);
00355             }
00356             validFinalInsertion = true;
00357             infoCandidate[0] = -1;  infoCandidate[1] = -1;
00358             infoCandidate[2] = -1;  infoCandidate[3] = Double.MAX_VALUE;
00359             infoCandidate[4] = -1;
00360         } // cliente
00361
00362         return candidatesList;
00363     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

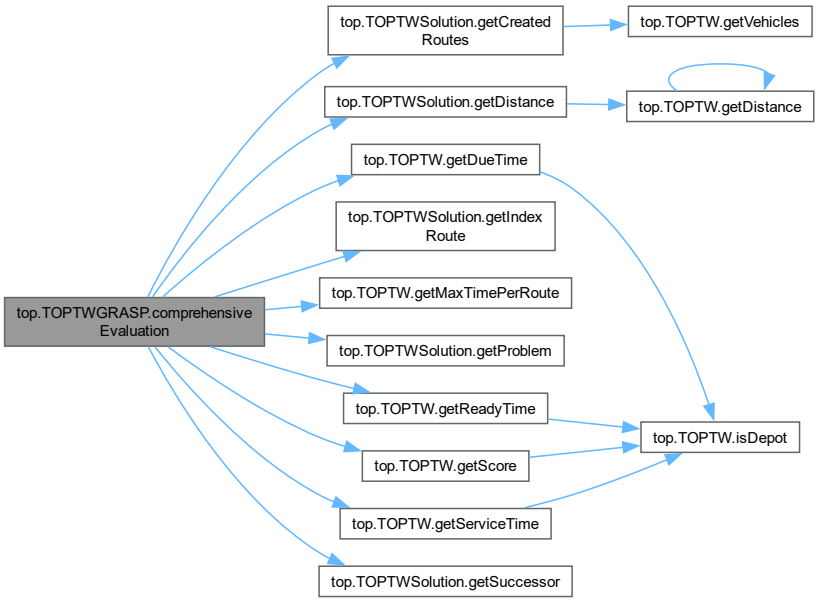


Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.3.3. computeGreedySolution()

```
void top.TOPTWGRASP.computeGreedySolution (
            int maxSizeRCL)  [inline]
```

Construye una solución greedy aleatorizada.

Itera mientras haya clientes sin asignar, evaluando los candidatos, construyendo la RCL, seleccionando un candidato y actualizando la solución.

Parámetros

	maxSizeRCL	El tamaño máximo de la RCL.

Definición en la línea 153 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00153                                                   {
00154         // inicialización
00155         this.solution.initSolution();
00156 
00157         // tiempo de salida y score por ruta y cliente
00158         ArrayList<ArrayList<Double» departureTimesPerClient = new ArrayList<ArrayList<Double»();
00159         ArrayList<Double> init = new ArrayList<Double>();
00160         for(int z = 0; z <
      this.solution.getProblem().getPOIs()+this.solution.getProblem().getVehicles(); z++) {init.add(0.0);}
00161         departureTimesPerClient.add(0, init);
00162 
00163         // clientes
00164         ArrayList<Integer> customers = new ArrayList<Integer>();
00165         for(int j = 1; j <= this.solution.getProblem().getPOIs(); j++) { customers.add(j); }
00166 
00167         // Evaluar coste incremental de los elementos candidatos
00168         ArrayList< double[] > candidates = this.comprehensiveEvaluation(customers,
      departureTimesPerClient);
00169 
00170         Collections.sort(candidates, new Comparator<double[]>() {
00171             public int compare(double[] a, double[] b) {
00172                 return Double.compare(a[a.length-2], b[b.length-2]);
00173             }
00174         });
00175 
00176         int maxTRCL = maxSizeRCL;
00177         boolean existCandidates = true;
00178 
00179         while(!customers.isEmpty() && existCandidates) {
00180             if(!candidates.isEmpty()) {
00181                 //Construir lista restringida de candidatos
00182                 ArrayList< double[] > rcl = new ArrayList< double[] >();
00183                 maxTRCL = maxSizeRCL;
00184                 if(maxTRCL > candidates.size()) { maxTRCL = candidates.size(); }
00185                 for(int j=0; j < maxTRCL; j++) { rcl.add(candidates.get(j)); }
00186 
00187                 //Selección aleatoria o fuzzy de candidato de la lista restringida
00188                 int posSelected = -1;
00189                 int selection = 3;
00190                 double alpha = 0.8;
00191                 switch (selection) {
00192                     case 1:  posSelected = this.aleatorySelectionRCL(maxTRCL);  // Selección aleatoria
00193                              break;
00194                     case 2:  posSelected = this.fuzzySelectionBestFDRCL(rcl);   // Selección fuzzy con
      mejor valor de alpha
00195                              break;
00196                     case 3:  posSelected = this.fuzzySelectionAlphaCutRCL(rcl, alpha); // Selección
      fuzzy con alpha corte aleatoria
00197                              break;
00198                     default: posSelected = this.aleatorySelectionRCL(maxTRCL);  // Selección aleatoria
      por defecto
00199                              break;
00200                 }
00201 
00202                 double[] candidateSelected = rcl.get(posSelected);
00203                 for(int j=0; j < customers.size(); j++) {
00204                     if(customers.get(j)==candidateSelected[0]) {
00205                         customers.remove(j);
00206                     }
00207                 }
00208 
00209                 updateSolution(candidateSelected, departureTimesPerClient);
```

```
00210
00211             } else { // No hay candidatos a insertar en la solución, crear otra ruta
00212                 if(this.solution.getCreatedRoutes() < this.solution.getProblem().getVehicles()) {
00213                     int newDepot = this.solution.addRoute();
00214                     ArrayList<Double> initNew = new ArrayList<Double>();
00215                     for(int z = 0; z <
      this.solution.getProblem().getPOIs()+this.solution.getProblem().getVehicles(); z++)
      {initNew.add(0.0);}
00216                     departureTimesPerClient.add(initNew);
00217                 }
00218                 else {
00219                     existCandidates = false;
00220                 }
00221             }
00222             //Reevaluar coste incremental de los elementos candidatos
00223             candidates.clear();
00224             candidates = this.comprehensiveEvaluation(customers, departureTimesPerClient);
00225             Collections.sort(candidates, new Comparator<double[]>() {
00226                 public int compare(double[] a, double[] b) {
00227                     return Double.compare(a[a.length-2], b[b.length-2]);
00228                 }
00229             });
00230         }
00231
00232     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

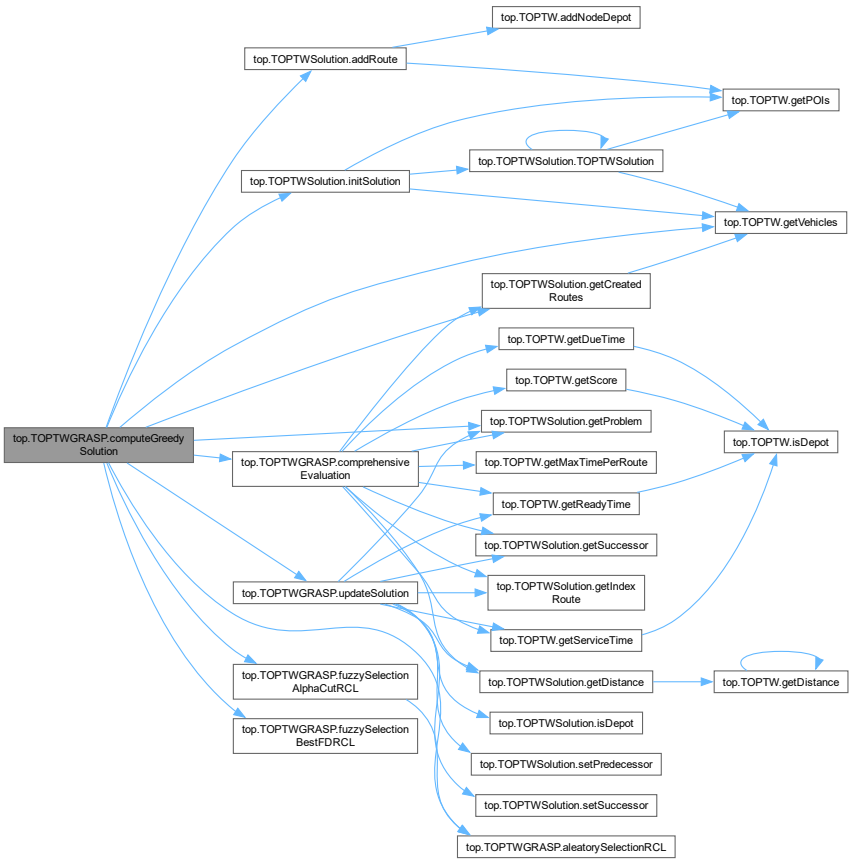


Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.3.4. fuzzySelectionAlphaCutRCL()

```
int top.TOPTWGRASP.fuzzySelectionAlphaCutRCL (
            ArrayList< double[] > rcl,
            double alpha)  [inline]
```

Selecciona un candidato de la RCL utilizando un corte alfa sobre la función de pertenencia difusa.

Filtra los candidatos cuyo valor de membresía es menor o igual a `alpha` y luego elige uno aleatoriamente. Si ningún candidato cumple la condición, se elige uno aleatoriamente de toda la RCL.

Parámetros

	rcl	La Lista Restringida de Candidatos.
	alpha	El umbral para el corte alfa.

Devuelve

La posición del candidato seleccionado en la RCL.

Definición en la línea 131 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00131                                                                                {
00132         ArrayList<Integer> candidates = new ArrayList<>();
00133         for(int i = 0; i < rcl.size(); i++) {
00134             if(rcl.get(i)[2] <= alpha) {
00135                 candidates.add(i);
00136             }
00137         }
00138         if(candidates.isEmpty()) {
00139             return aleatorySelectionRCL(rcl.size());
00140         }
00141         else {
00142             int aleatory = RANDOM.nextInt(candidates.size());
00143             return candidates.get(aleatory);
00144         }
00145     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.3.5. fuzzySelectionBestFDRCL()

```
int top.TOPTWGRASP.fuzzySelectionBestFDRCL (
            ArrayList< double[] > rcl)  [inline]
```

Selecciona un candidato de la RCL utilizando una función de pertenencia difusa.

Elige el candidato con el mejor valor de membresía (el más "prometedor" según la puntuación).

Parámetros

	rcl	La Lista Restringida de Candidatos.

Devuelve

La posición del candidato seleccionado en la RCL.

Definición en la línea 111 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00111                                                                    {
00112         int bestPosition = 0;
00113         double bestValue = -1.0;
00114         for(int i = 0; i < rcl.size(); i++) {
00115             if(bestValue < rcl.get(i)[2]) {
00116                 bestValue = rcl.get(i)[2];
00117                 bestPosition = i;
00118             }
00119         }
00120         return bestPosition;
00121     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.3.6. getMaxScore()

```
double top.TOPTWGRASP.getMaxScore ()  [inline]
```

Obtiene la máxima puntuación posible entre todos los nodos del problema.

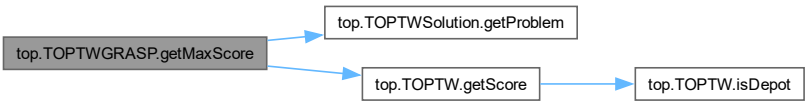
Devuelve

El valor de la máxima puntuación.

Definición en la línea 401 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00401                                   {
00402         double maxSc = -1.0;
00403         for(int i = 0; i < this.solution.getProblem().getScore().length; i++) {
00404             if(this.solution.getProblem().getScore(i) > maxSc)
00405                 maxSc = this.solution.getProblem().getScore(i);
00406         }
00407         return maxSc;
00408     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.9.3.7. getSolution()

```
TOPTWSolution top.TOPTWGRASP.getSolution ()  [inline]
```

Obtiene la solución actual.

Devuelve

La instancia de TOPTWSolution.

Definición en la línea 369 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00369                                       {
00370         return solution;
00371     }
```

7.9.3.8. getSolutionTime()

```
int top.TOPTWGRASP.getSolutionTime ()  [inline]
```

Obtiene el tiempo de ejecución de la solución (actualmente no implementado).

Devuelve

El tiempo de solución.

Definición en la línea 385 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00385                                   {
00386         return solutionTime;
00387     }
```

7.9.3.9. GRASP()

```
void top.TOPTWGRASP.GRASP (
             int maxIterations,
             int maxSizeRCL)  [inline]
```

Ejecuta el algoritmo GRASP durante un número determinado de iteraciones.

En cada iteración, construye una solución greedy aleatorizada, (opcionalmente aplica una búsqueda local), y actualiza la mejor solución encontrada.

Parámetros

	maxIterations	El número máximo de iteraciones a ejecutar.
	maxSizeRCL	El tamaño máximo de la Lista Restringida de Candidatos (RCL).

Definición en la línea 67 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00067                                                       {
00068         double averageFitness = 0.0;
00069         double bestSolution = 0.0;
00070         for(int i = 0; i < maxIterations; i++) {
00071 
00072             this.computeGreedySolution(maxSizeRCL);
00073 
00074             // IMPRIMIR SOLUCION
00075             double fitness = this.solution.evaluateFitness();
00076             System.out.println(this.solution.getInfoSolution());
00077             //System.out.println("Press Any Key To Continue...");
00078             //new java.util.Scanner(System.in).nextLine();
00079             averageFitness += fitness;
00080             if(bestSolution < fitness) {
00081                 bestSolution = fitness;
00082             }
00083             //double fitness = this.solution.printSolution();
00084 
00085             /******
00086             *
00087             * BÚSQUEDA LOCAL
00088             *
00089             */
00090         }
00091         averageFitness = averageFitness/maxIterations;
00092         System.out.println(" --> MEDIA: "+averageFitness);
00093         System.out.println(" --> MEJOR SOLUCION: "+bestSolution);
00094     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

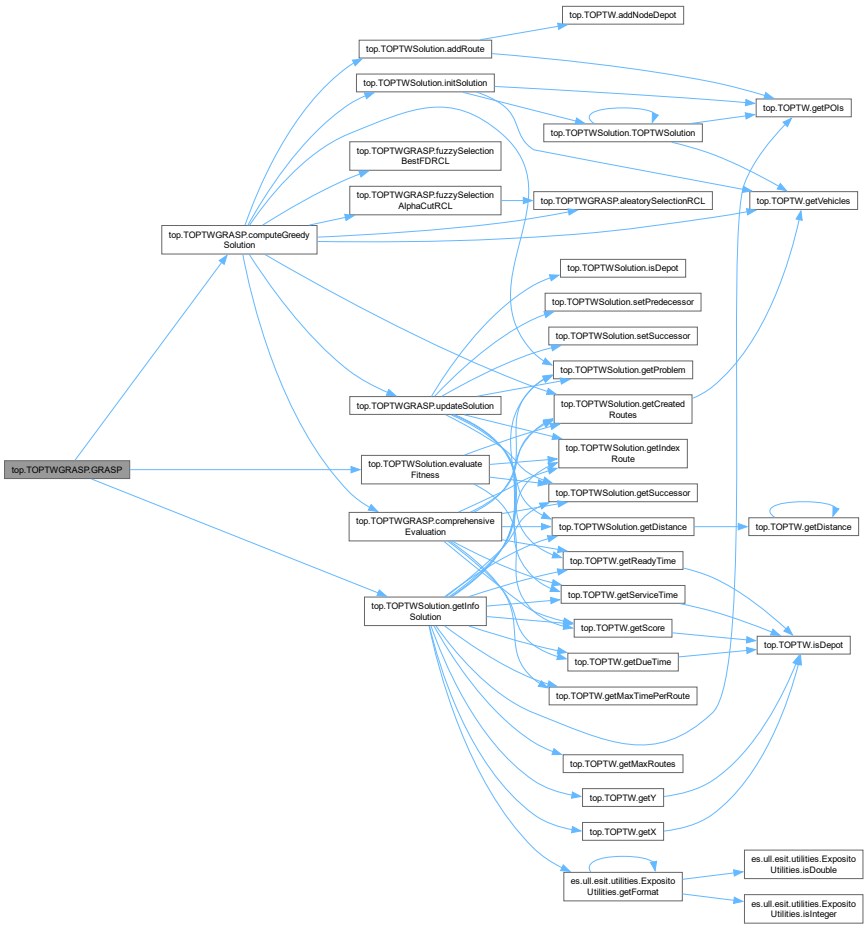
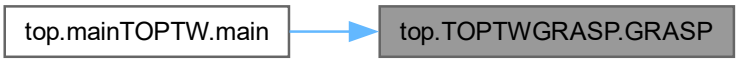


Gráfico de llamadas a esta función:



7.9.3.10. setSolution()

```
void top.TOPTWGRASP.setSolution (
            TOPTWSolution solution)  [inline]
```

Establece la solución a utilizar.

Parámetros

	solution	La nueva instancia de TOPTWSolution.

Definición en la línea 377 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00377                                                   {
00378         this.solution = solution;
00379     }
```

7.9.3.11. setSolutionTime()

```
void top.TOPTWGRASP.setSolutionTime (
             int solutionTime)  [inline]
```

Establece el tiempo de ejecución de la solución.

Parámetros

	solutionTime	El nuevo tiempo.

Definición en la línea 393 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00393                                                   {
00394         this.solutionTime = solutionTime;
00395     }
```

7.9.3.12. updateSolution()

```
void top.TOPTWGRASP.updateSolution (
             double[] candidateSelected,
             ArrayList< ArrayList< Double > > departureTimes)  [inline]
```

Actualiza la solución insertando un candidato seleccionado.

Modifica los punteros de predecesor y sucesor para insertar el nuevo nodo en la ruta y recalcula los tiempos de salida de los nodos afectados en esa ruta.

Parámetros

	candidateSelected	El candidato seleccionado, un array con la información [cliente, ruta, predecesor, coste, score].
	departureTimes	La estructura de datos que almacena los tiempos de salida de cada cliente.

Definición en la línea 241 del archivo TOPTWGRASP.java.

```
00241
      {
00242         // Inserción del cliente en la ruta  return: cliente, ruta, predecesor, coste
00243         this.solution.setPredecessor((int)candidateSelected[0], (int)candidateSelected[2]);
00244         this.solution.setSuccessor((int)candidateSelected[0],
      this.solution.getSuccessor((int)candidateSelected[2]));
00245         this.solution.setSuccessor((int)candidateSelected[2], (int)candidateSelected[0]);
00246         this.solution.setPredecessor(this.solution.getSuccessor((int)candidateSelected[0]),
       (int)candidateSelected[0]);
00247
00248         // Actualización de las estructuras de datos y conteo a partir de la posición a insertar
00249         double costInsertionPre =
      departureTimes.get((int)candidateSelected[1]).get((int)candidateSelected[2]);
00250         ArrayList<Double> route = departureTimes.get((int)candidateSelected[1]);
00251         int pre=(int)candidateSelected[2], suc=-1;
00252         int depot = this.solution.getIndexRoute((int)candidateSelected[1]);
```

```
00253         do {
00254             suc = this.solution.getSuccessor(pre);
00255             costInsertionPre += this.solution.getDistance(pre, suc);
00256 
00257             if(costInsertionPre < this.solution.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00258                 costInsertionPre = this.solution.getProblem().getReadyTime(suc);
00259             }
00260             costInsertionPre += this.solution.getProblem().getServiceTime(suc);
00261 
00262             if(!this.solution.isDepot(suc))
00263                 route.set(suc, costInsertionPre);
00264             pre = suc;
00265         } while((suc != depot));
00266 
00267         // Actualiza tiempos
00268         departureTimes.set((int)candidateSelected[1], route);
00269     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

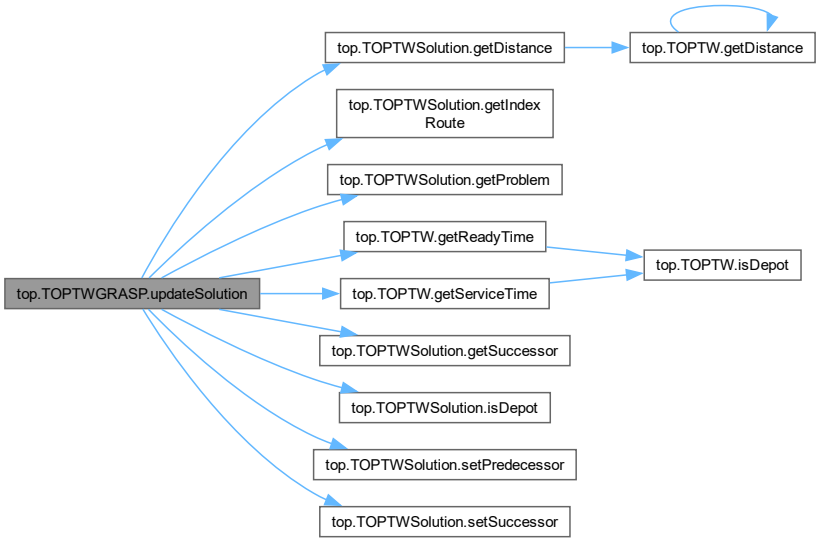


Gráfico de llamadas a esta función:

7.9.4. Documentación de datos miembro

7.9.4.1. NO_EVALUATED

```
double top.TOPTWGRASP.NO_EVALUATED = -1.0  [static]
```

Constante para indicar que una solución no ha sido evaluada.

Definición en la línea 23 del archivo TOPTWGRASP.java.

7.9.4.2. RANDOM

```
final Random top.TOPTWGRASP.RANDOM = new SecureRandom()  [static], [private]
```

Definición en la línea 24 del archivo TOPTWGRASP.java.

7.9.4.3. solution

```
TOPTWSolution top.TOPTWGRASP.solution  [private]
```

Definición en la línea 26 del archivo TOPTWGRASP.java.

7.9.4.4. solutionTime

```
int top.TOPTWGRASP.solutionTime  [private]
```

Definición en la línea 27 del archivo TOPTWGRASP.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWGRASP.java

7.10. Referencia de la clase top.TOPTWReader

Proporciona funcionalidad para leer una instancia del problema TOPTW desde un archivo de texto.

Métodos públicos estáticos

- static TOPTW readProblem (String filePath)
  Lee una instancia del problema TOPTW desde un archivo.

7.10.1. Descripción detallada

Proporciona funcionalidad para leer una instancia del problema TOPTW desde un archivo de texto.

El método estático `readProblem` se encarga de parsear el archivo y construir un objeto TOPTW.

Definición en la línea 19 del archivo TOPTWReader.java.

7.10.2. Documentación de funciones miembro

7.10.2.1. readProblem()

```
TOPTW top.TOPTWReader.readProblem (
            String filePath)  [inline], [static]
```

Lee una instancia del problema TOPTW desde un archivo.

Parsea un archivo de texto con un formato específico para inicializar un objeto TOPTW. El formato esperado es el de las instancias de Solomon, adaptado para TOPTW. La primera línea define el número de vehículos y clientes. Las siguientes líneas definen los datos de cada cliente (coordenadas, tiempo de servicio, puntuación, ventanas de tiempo).

Parámetros

	filePath	La ruta al archivo de la instancia.

Devuelve

Un objeto TOPTW con los datos del problema cargados.

Excepciones

	IOException	Si ocurre un error al leer el archivo.

Definición en la línea 31 del archivo TOPTWReader.java.

```
00031                                                   {
00032         TOPTW problem = null;
00033         BufferedReader reader = null;
00034         try {
00035             File instaceFile = new File(filePath);
00036             reader = new BufferedReader(new FileReader(instaceFile));
00037             String line = reader.readLine();
00038             line = ExpositoUtilities.simplifyString(line);
00039             String[] parts =line.split(" ");
00040             problem = new TOPTW(Integer.parseInt(parts[2]), Integer.parseInt(parts[1]));
00041             line = reader.readLine();
00042             line = null; parts = null;
00043             for (int i = 0; i < problem.getPOIs()+1; i++) {
00044                 line = reader.readLine();
00045                 line = ExpositoUtilities.simplifyString(line);
00046                 parts = line.split(" ");
00047                 problem.setX(i, Double.parseDouble(parts[1]));
00048                 problem.setY(i, Double.parseDouble(parts[2]));
00049                 problem.setServiceTime(i, Double.parseDouble(parts[3]));
00050                 problem.setScore(i, Double.parseDouble(parts[4]));
00051                 if(i==0) {
00052                     problem.setReadyTime(i, Double.parseDouble(parts[7]));
00053                     problem.setDueTime(i, Double.parseDouble(parts[8]));
00054                 }
00055                 else {
00056                     problem.setReadyTime(i, Double.parseDouble(parts[8]));
00057                     problem.setDueTime(i, Double.parseDouble(parts[9]));
00058                 }
00059                 line = null; parts = null;
00060             }
00061             problem.calculateDistanceMatrix();
00062         } catch (IOException e) {
00063             System.err.println(e);
00064             System.exit(0);
00065         } finally {
00066             if (reader != null) {
00067                 try {
00068                     reader.close();
00069                 } catch (IOException ex) {
00070                     System.err.println(ex);
00071                     System.exit(0);
00072                 }
00073             }
00074         }
00075         problem.setMaxTimePerRoute(problem.getDueTime(0));
00076         return problem;
00077     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

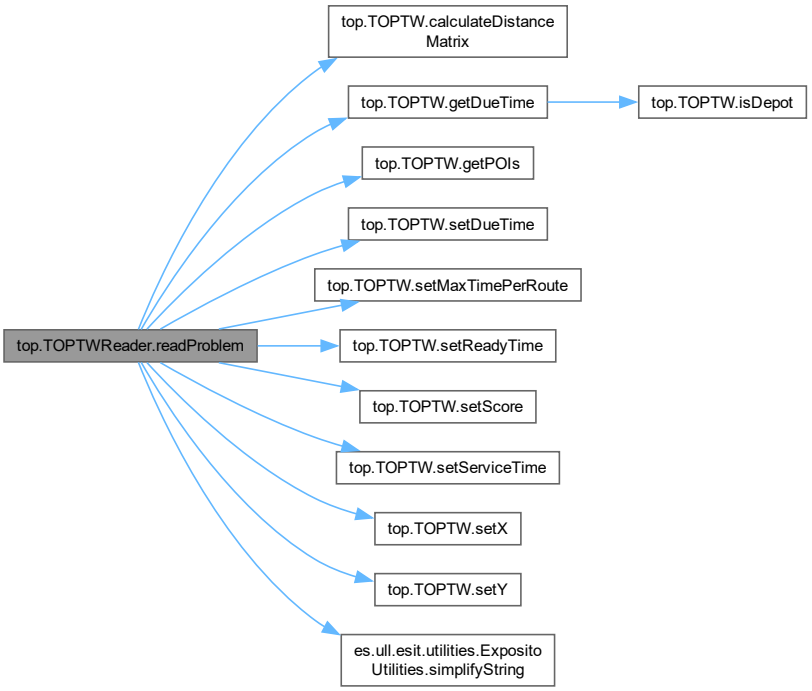


Gráfico de llamadas a esta función:

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWReader.java

7.11. Referencia de la clase top.TOPTWRoute

Modela una ruta simple mediante la identificación de sus nodos predecesor y sucesor.

Métodos públicos

- int getPredeccesor ()
  Obtiene el predecesor.
- int getSuccesor ()
  Obtiene el sucesor.
- int getId ()
  Obtiene el ID de la ruta.
- void setPredeccesor (int pre)
  Establece el predecesor.
- void setSuccesor (int suc)
  Establece el sucesor.
- void setId (int id)
  Establece el ID de la ruta.

7.11.1. Descripción detallada

Modela una ruta simple mediante la identificación de sus nodos predecesor y sucesor.

Esta clase es una estructura de datos básica para almacenar información sobre un segmento de ruta.

Definición en la línea 12 del archivo TOPTWRoute.java.

7.11.2. Documentación de funciones miembro

7.11.2.1. getId()

```
int top.TOPTWRoute.getId ()  [inline]
```

Obtiene el ID de la ruta.

Devuelve

El identificador de la ruta.

Definición en la línea 65 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00065                       {
00066         return this.id;
00067     }
```

7.11.2.2. getPredeccesor()

```
int top.TOPTWRoute.getPredeccesor ()  [inline]
```

Obtiene el predecesor.

Devuelve

El índice del nodo predecesor.

Definición en la línea 49 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00049                               {
00050         return this.predecessor;
00051     }
```

7.11.2.3. getSuccesor()

```
int top.TOPTWRoute.getSuccesor ()  [inline]
```

Obtiene el sucesor.

Devuelve

El índice del nodo sucesor.

Definición en la línea 57 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00057                               {
00058         return this.succesor;
00059     }
```

7.11.2.4. setId()

```
void top.TOPTWRoute.setId (
             int id)  [inline]
```

Establece el ID de la ruta.

Parámetros

	id	El nuevo identificador de la ruta.

Definición en la línea 89 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00089                               {
00090         this.id = id;
00091     }
```

7.11.2.5. setPredeccesor()

```
void top.TOPTWRoute.setPredeccesor (
             int pre)  [inline]
```

Establece el predecesor.

Parámetros

	pre	El nuevo índice del nodo predecesor.

Definición en la línea 73 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00073                                       {
00074         this.predecessor = pre;
00075     }
```

7.11.2.6. setSuccesor()

```
void top.TOPTWRoute.setSuccesor (
             int suc)  [inline]
```

Establece el sucesor.

Parámetros

	suc	El nuevo índice del nodo sucesor.

Definición en la línea 81 del archivo TOPTWRoute.java.

```
00081                                   {
00082         this.succesor = suc;
00083     }
```

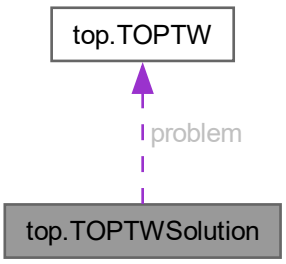
La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWRoute.java

7.12. Referencia de la clase top.TOPTWSolution

Representa una solución a una instancia del problema TOPTW.

Diagrama de colaboración de top.TOPTWSolution:



Métodos públicos

- TOPTWSolution (TOPTW problem)

  Constructor de la clase TOPTWSolution.
- void initSolution ()

  Inicializa o resetea la solución a un estado básico.
- boolean isDepot (int c)

  Comprueba si un nodo es un depósito.
- boolean equals (TOPTWSolution otherSolution)

  Compara si dos soluciones son iguales basándose en sus arrays de predecesores.
- boolean equals (Object o)

  Compara si dos soluciones son iguales basándose en sus arrays de predecesores.
- int hashCode ()
- int getAvailableVehicles ()

  Obtiene el número de vehículos que aún no han sido asignados a una ruta.
- int getCreatedRoutes ()

Obtiene el número de rutas que han sido creadas en la solución.

- double getDistance (int x, int y)

  Obtiene la distancia entre dos nodos consultando el problema asociado.
- void setAvailableVehicles (int availableVehicles)

  Establece el número de vehículos disponibles.
- int getPredecessor (int customer)

  Obtiene el predecesor de un cliente en su ruta.
- int[ ] getPredecessors ()

  Obtiene el array completo de predecesores.
- TOPTW getProblem ()

  Obtiene la instancia del problema asociada a esta solución.
- double getObjectiveFunctionValue ()

  Obtiene el valor de la función objetivo (puntuación total) de la solución.
- int getPositionInRoute (int customer)

  Obtiene la posición de un cliente dentro de su ruta.
- int getSuccessor (int customer)

  Obtiene el sucesor de un cliente en su ruta.
- int[ ] getSuccessors ()

  Obtiene el array completo de sucesores.
- int getIndexRoute (int index)

  Obtiene el índice del nodo que actúa como depósito para una ruta específica.
- double getWaitingTime (int customer)

  Obtiene el tiempo de espera en un nodo cliente.
- void setObjectiveFunctionValue (double objectiveFunctionValue)

  Establece el valor de la función objetivo.
- void setPositionInRoute (int customer, int position)

  Establece la posición de un cliente en su ruta.
- void setPredecessor (int customer, int predecessor)

  Establece el predecesor de un nodo.
- void setSuccessor (int customer, int succesor)

  Establece el sucesor de un nodo.
- void setWaitingTime (int customer, int waitingTime)

  Establece el tiempo de espera en un nodo.
- String getInfoSolution ()

  Genera una cadena con información detallada de la solución.
- double evaluateFitness ()

  Evalúa la función objetivo de la solución (puntuación total).
- int addRoute ()

  Añade una nueva ruta a la solución.
- double printSolution ()

  Imprime la solución en la consola y devuelve la puntuación.

Atributos públicos estáticos

- static final int NO_INITIALIZED = -1

  Constante para indicar que un valor no ha sido inicializado.

Atributos privados

- TOPTW problem
- int[ ] predecessors
- int[ ] successors
- double[ ] waitingTime
- int[ ] positionInRoute
- int[ ] routes
- int availableVehicles
- double objectiveFunctionValue

7.12.1. Descripción detallada

Representa una solución a una instancia del problema TOPTW.

Almacena la estructura de las rutas (mediante predecesores y sucesores), los tiempos de espera, y el valor de la función objetivo. Proporciona métodos para construir, modificar y evaluar la solución.

Definición en la línea 17 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.2. Documentación de constructores y destructores

7.12.2.1. TOPTWSolution()

```
top.TOPTWSolution.TOPTWSolution (
            TOPTW problem)  [inline]
```

Constructor de la clase TOPTWSolution.

Parámetros

	problem	La instancia del problema TOPTW para la cual se crea esta solución.

Definición en la línea 36 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00036                                       {
00037         this.problem = problem;
00038         this.availableVehicles = this.problem.getVehicles();
00039         this.predecessors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00040         this.successors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00041         this.waitingTime = new double[this.problem.getPOIs()];
00042         this.positionInRoute = new int[this.problem.getPOIs()];
00043         Arrays.fill(this.predecessors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00044         Arrays.fill(this.successors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00045         Arrays.fill(this.waitingTime, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00046         Arrays.fill(this.positionInRoute, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00047         this.routes = new int[this.problem.getVehicles()];
00048         this.objectiveFunctionValue = TOPTWEvaluator.NO_EVALUATED;
00049     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

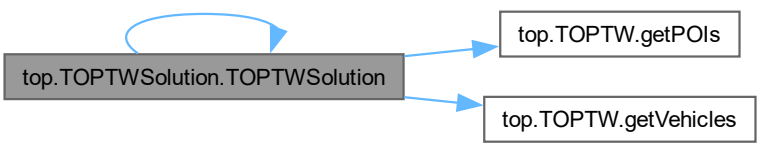
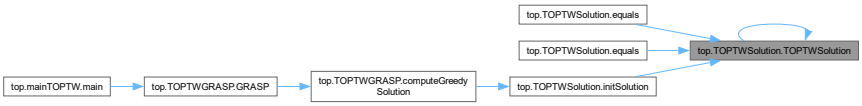


Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3. Documentación de funciones miembro

7.12.3.1. addRoute()

```
int top.TOPTWSolution.addRoute ()  [inline]
```

Añade una nueva ruta a la solución.

Asigna un nuevo depósito a una ruta vacía, decrementa el número de vehículos disponibles y establece la estructura básica de la nueva ruta (depósito apunta a sí mismo).

Devuelve

El índice del nuevo nodo depósito creado.

Definición en la línea 371 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00371                           {
00372         int depot = this.problem.getPOIs();
00373         depot++;
00374         int routePos = 1;
00375         for(int i = 0; i < this.routes.length; i++) {
00376             if(this.routes[i] != -1 && this.routes[i] != 0) {
00377                 depot = this.routes[i];
00378                 depot++;
00379                 routePos = i+1;
00380             }
00381         }
00382         this.routes[routePos] = depot;
00383         this.availableVehicles--;
00384         this.predecessors[depot] = depot;
00385         this.successors[depot] = depot;
00386         this.problem.addNodeDepot();
00387         return depot;
00388     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

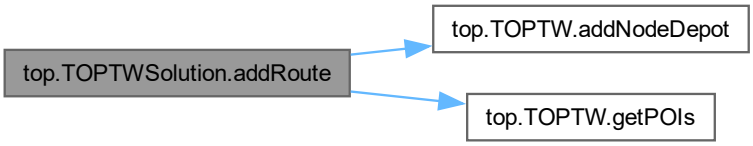


Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.2. equals() [1/2]

```
boolean top.TOPTWSolution.equals (
            Object o)  [inline]
```

Compara si dos soluciones son iguales basándose en sus arrays de predecesores.

Parámetros

	o	El otro objeto con el que comparar.

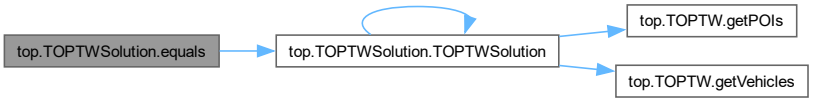
Devuelve

`true` si las soluciones son idénticas, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 102 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00102                                    {
00103         if (this == o) {
00104             return true;
00105         }
00106         if (o == null || getClass() != o.getClass()) {
00107             return false;
00108         }
00109         TOPTWSolution that = (TOPTWSolution) o;
00110         return Arrays.equals(predecessors, that.predecessors);
00111     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.12.3.3. equals() [2/2]

```
boolean top.TOPTWSolution.equals (
            TOPTWSolution otherSolution)  [inline]
```

Compara si dos soluciones son iguales basándose en sus arrays de predecesores.

Parámetros

	otherSolution	La otra solución con la que comparar.

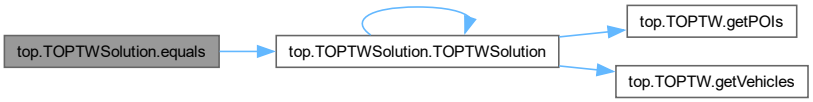
Devuelve

`true` si las soluciones son idénticas, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 87 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00087                                                   {
00088         for (int i = 0; i < this.predecessors.length; i++) {
00089             if (this.predecessors[i] != otherSolution.predecessors[i]) {
00090                 return false;
00091             }
00092         }
00093         return true;
00094     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.12.3.4. evaluateFitness()

```
double top.TOPTWSolution.evaluateFitness ()  [inline]
```

Evalúa la función objetivo de la solución (puntuación total).

Suma las puntuaciones de todos los nodos visitados en todas las rutas.

Devuelve

La puntuación total de la solución.

Definición en la línea 348 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00348                                   {
00349         double objectiveFunction = 0.0;
00350         double objectiveFunctionPerRoute = 0.0;
00351         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) {
00352             int depot = this.getIndexRoute(k);
00353             int pre=depot, suc = -1;
00354             do {
00355                 suc = this.getSuccessor(pre);
00356                 objectiveFunctionPerRoute = objectiveFunctionPerRoute + this.problem.getScore(suc);
00357                 pre = suc;
00358             } while((suc != depot));
00359             objectiveFunction = objectiveFunction + objectiveFunctionPerRoute;
00360             objectiveFunctionPerRoute = 0.0;
00361         }
00362         return objectiveFunction;
00363     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

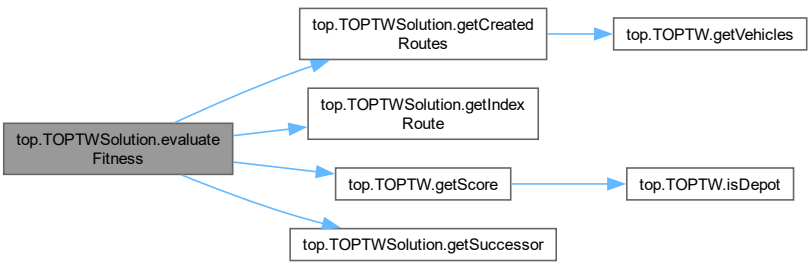
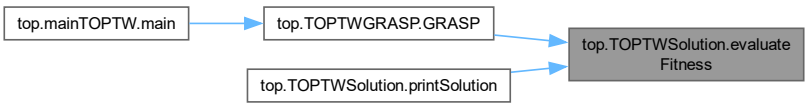


Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.5. getAvailableVehicles()

```
int top.TOPTWSolution.getAvailableVehicles ()  [inline]
```

Obtiene el número de vehículos que aún no han sido asignados a una ruta.

Devuelve

El número de vehículos disponibles.

Definición en la línea 122 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00122                                       {
00123         return this.availableVehicles;
00124     }
```

7.12.3.6. getCreatedRoutes()

```
int top.TOPTWSolution.getCreatedRoutes ()  [inline]
```

Obtiene el número de rutas que han sido creadas en la solución.

Devuelve

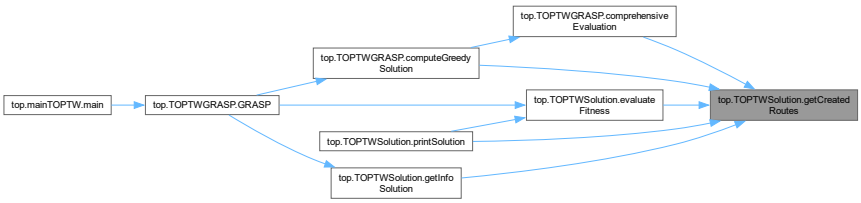
El número de rutas activas.

Definición en la línea 130 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00130                                       {
00131         return this.problem.getVehicles() - this.availableVehicles;
00132     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.7. getDistance()

```
double top.TOPTWSolution.getDistance (
            int x,
            int y)  [inline]
```

Obtiene la distancia entre dos nodos consultando el problema asociado.

Parámetros

	x	Índice del primer nodo.
	y	Índice del segundo nodo.

Devuelve

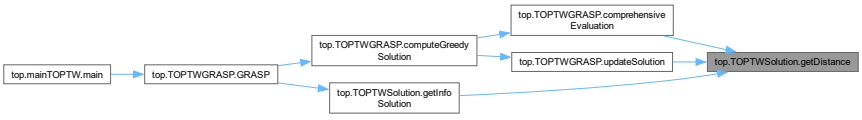
La distancia entre x e y.

Definición en la línea 140 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00140                                           {
00141         return this.problem.getDistance(x, y);
00142     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.8. getIndexRoute()

```
int top.TOPTWSolution.getIndexRoute (
            int index)  [inline]
```

Obtiene el índice del nodo que actúa como depósito para una ruta específica.

Parámetros

	index	El índice de la ruta (de 0 a `getCreatedRoutes()`-1).

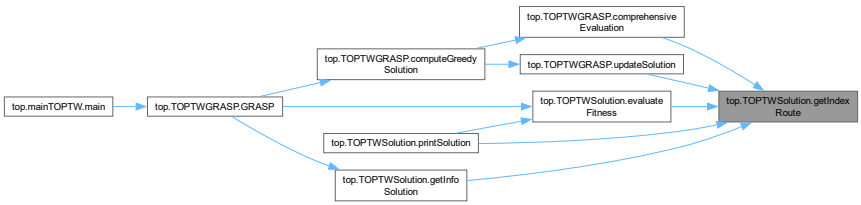
Devuelve

El índice del nodo depósito.

Definición en la línea 216 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00216                                   {
00217         return this.routes[index];
00218     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.9. getInfoSolution()

```
String top.TOPTWSolution.getInfoSolution ()  [inline]
```

Genera una cadena con información detallada de la solución.

Recorre cada ruta, calcula los tiempos de llegada y salida, y verifica la factibilidad de la solución con respecto a las ventanas de tiempo y el tiempo máximo por ruta.

Devuelve

Una cadena formateada con el resumen de la solución y los detalles de cada ruta.

Definición en la línea 279 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00279                                   {
00280         final int COLUMN_WIDTH = 15;
00281         String text = "\n"+"NODES: " + this.problem.getPOIs() + "\n" + "MAX TIME PER ROUTE: " +
      this.problem.getMaxTimePerRoute() + "\n" + "MAX NUMBER OF ROUTES: " + this.problem.getMaxRoutes() +
      "\n";
00282         String textSolution = "\n"+"SOLUTION: "+"\n";
00283         double costTimeSolution = 0.0, fitnessScore = 0.0;
00284         boolean validSolution = true;
00285         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) { // rutas creadas
00286             String[] strings = new String[]{"\n" + "ROUTE " + k };
```

```
00287             int[] width = new int[strings.length];
00288             Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00289             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00290             strings = new String[]{"CUST NO.", "X COORD.", "Y. COORD.", "READY TIME", "DUE DATE",
    "ARRIVE TIME", " LEAVE TIME", "SERVICE TIME"};
00291             width = new int[strings.length];
00292             Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00293             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00294             strings = new String[strings.length];
00295             int depot = this.getIndexRoute(k);
00296             int pre=-1, suc=-1;
00297             double costTimeRoute = 0.0, fitnessScoreRoute = 0.0;
00298             pre = depot;
00299             int index = 0;
00300             strings[index++] = "" + pre;
00301             strings[index++] = "" + this.getProblem().getX(pre);
00302             strings[index++] = "" + this.getProblem().getY(pre);
00303             strings[index++] = "" + this.getProblem().getReadyTime(pre);
00304             strings[index++] = "" + this.getProblem().getDueTime(pre);
00305             strings[index++] = "" + 0;
00306             strings[index++] = "" + 0;
00307             strings[index++] = "" + this.getProblem().getServiceTime(pre);
00308             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00309             text += "\n";
00310             do {                // recorremos la ruta
00311                 index = 0;
00312                 suc = this.getSuccessor(pre);
00313                 textSolution += pre+" - ";
00314                 strings[index++] = "" + suc;
00315                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getX(suc);
00316                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getY(suc);
00317                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getReadyTime(suc);
00318                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getDueTime(suc);
00319                 costTimeRoute += this.getDistance(pre, suc);
00320                 if(costTimeRoute < (this.getProblem().getDueTime(suc))) {
00321                     if(costTimeRoute < this.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00322                         costTimeRoute = this.getProblem().getReadyTime(suc);
00323                     }
00324                     strings[index++] = "" + costTimeRoute;
00325                     costTimeRoute +=  this.getProblem().getServiceTime(suc);
00326                     strings[index++] = "" + costTimeRoute;
00327                     strings[index++] = "" + this.getProblem().getServiceTime(pre);
00328                     if(costTimeRoute > this.getProblem().getMaxTimePerRoute()) { validSolution =
    false; }
00329                     fitnessScoreRoute += this.problem.getScore(suc);
00330                 } else { validSolution = false; }
00331                 pre = suc;
00332                 text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00333                 text += "\n";
00334             } while(suc != depot);
00335             textSolution += suc+"\n";
00336             costTimeSolution += costTimeRoute;
00337             fitnessScore += fitnessScoreRoute;
00338         }
00339         textSolution += "FEASIBLE SOLUTION: "+validSolution+"\n"+"SCORE: "+fitnessScore+"\n"+"TIME
    COST: "+costTimeSolution+"\n";
00340         return textSolution+text;
00341     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

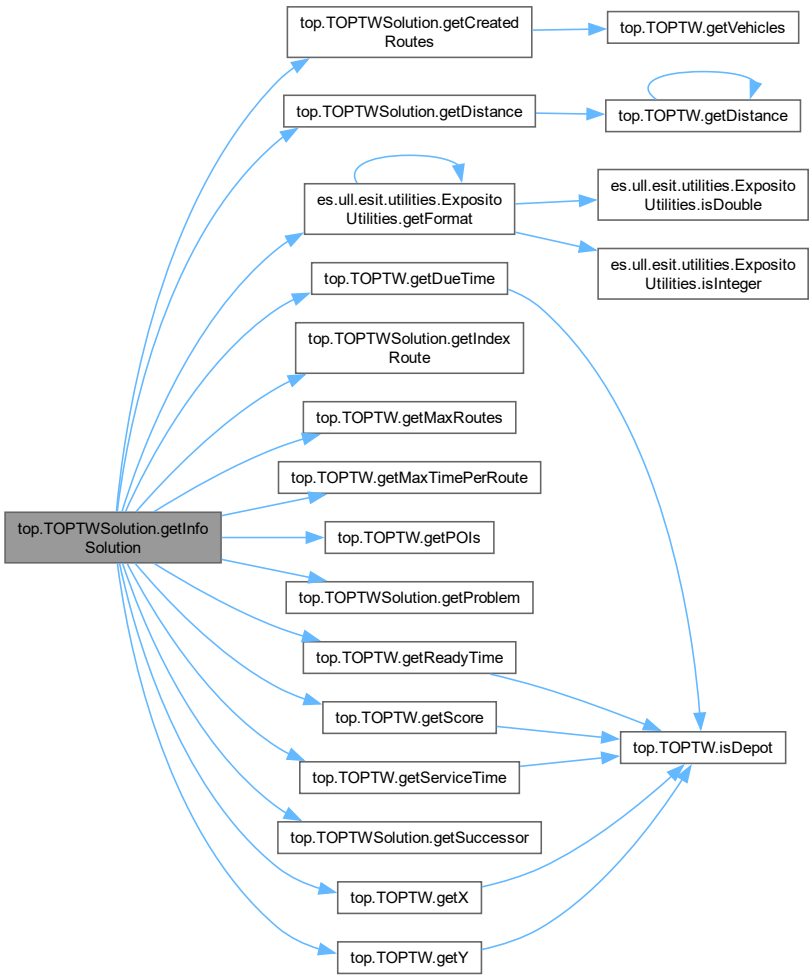


Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.10. getObjectiveFunctionValue()

```
double top.TOPTWSolution.getObjectiveFunctionValue ()  [inline]
```

Obtiene el valor de la función objetivo (puntuación total) de la solución.

Devuelve

El valor de la función objetivo.

Definición en la línea 181 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00181                                           {
00182         return this.objectiveFunctionValue;
00183     }
```

7.12.3.11. getPositionInRoute()

```
int top.TOPTWSolution.getPositionInRoute (
             int customer)  [inline]
```

Obtiene la posición de un cliente dentro de su ruta.

Parámetros

	customer	El índice del cliente.

Devuelve

La posición en la ruta.

Definición en la línea 190 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00190                                               {
00191         return this.positionInRoute[customer];
00192     }
```

7.12.3.12. getPredecessor()

```
int top.TOPTWSolution.getPredecessor (
             int customer)  [inline]
```

Obtiene el predecesor de un cliente en su ruta.

Parámetros

	customer	El índice del cliente.

Devuelve

El índice del nodo predecesor.

Definición en la línea 157 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00157                                           {
00158         return this.predecessors[customer];
00159     }
```

7.12.3.13. getPredecessors()

```
int[] top.TOPTWSolution.getPredecessors ()  [inline]
```

Obtiene el array completo de predecesores.

Devuelve

El array de predecesores.

Definición en la línea 165 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00165                                    {
00166         return this.predecessors;
00167     }
```

7.12.3.14. getProblem()

```
TOPTW top.TOPTWSolution.getProblem ()  [inline]
```

Obtiene la instancia del problema asociada a esta solución.

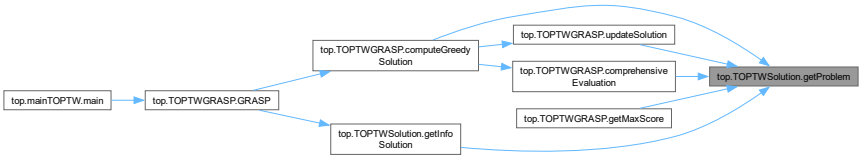
Devuelve

La instancia de TOPTW.

Definición en la línea 173 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00173                                {
00174         return this.problem;
00175     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.15. getSuccessor()

```
int top.TOPTWSolution.getSuccessor (
            int customer)  [inline]
```

Obtiene el sucesor de un cliente en su ruta.

Parámetros

	customer	El índice del cliente.

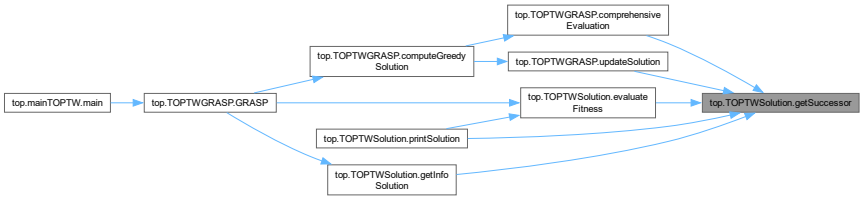
Devuelve

El índice del nodo sucesor.

Definición en la línea 199 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00199                                           {
00200         return this.successors[customer];
00201     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:



7.12.3.16. getSuccessors()

```
int[] top.TOPTWSolution.getSuccessors ()  [inline]
```

Obtiene el array completo de sucesores.

Devuelve

El array de sucesores.

Definición en la línea 207 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00207                                   {
00208         return this.successors;
00209     }
```

7.12.3.17. getWaitingTime()

```
double top.TOPTWSolution.getWaitingTime (
            int customer)  [inline]
```

Obtiene el tiempo de espera en un nodo cliente.

Parámetros

	customer	El índice del cliente.

Devuelve

El tiempo de espera.

Definición en la línea 225 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00225                                           {
00226         return this.waitingTime[customer];
00227     }
```

7.12.3.18. hashCode()

```
int top.TOPTWSolution.hashCode ()  [inline]
```

Definición en la línea 114 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00114                           {
00115         return Arrays.hashCode(predecessors);
00116     }
```

7.12.3.19. initSolution()

```
void top.TOPTWSolution.initSolution ()  [inline]
```

Inicializa o resetea la solución a un estado básico.

Crea una única ruta con el depósito principal (índice 0) y establece los vehículos disponibles.

Definición en la línea 55 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00055                               {
00056         this.predecessors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00057         this.successors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00058         Arrays.fill(this.predecessors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00059         Arrays.fill(this.successors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00060         this.routes = new int[this.problem.getVehicles()];
00061         Arrays.fill(this.routes, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00062         this.routes[0] = 0;
00063         this.predecessors[0] = 0;
00064         this.successors[0] = 0;
00065         this.availableVehicles = this.problem.getVehicles() - 1;
00066     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:

Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.20. isDepot()

```
boolean top.TOPTWSolution.isDepot (
            int c)  [inline]
```

Comprueba si un nodo es un depósito.

Parámetros

	c	El índice del nodo a comprobar.

Devuelve

`true` si el nodo es un depósito de alguna de las rutas, `false` en caso contrario.

Definición en la línea 73 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00073                                   {
00074         for(int i = 0; i < this.routes.length; i++) {
00075             if(c==this.routes[i]) {
00076                 return true;
00077             }
00078         }
00079         return false;
00080     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.21. printSolution()

```
double top.TOPTWSolution.printSolution ()  [inline]
```

Imprime la solución en la consola y devuelve la puntuación.

Muestra la secuencia de nodos para cada ruta y la puntuación total.

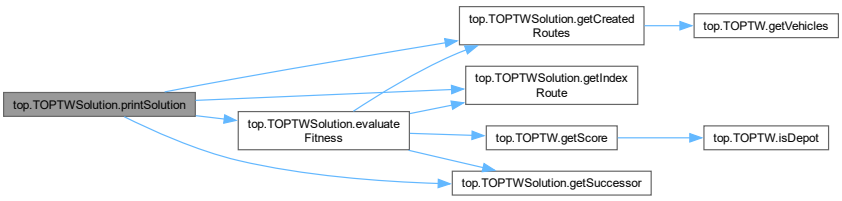
Devuelve

La puntuación (fitness) de la solución.

Definición en la línea 395 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00395                                   {
00396         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) {
00397                 int depot = this.getIndexRoute(k);
00398                 int pre=depot, suc = -1;
00399                 do {
00400                     suc = this.getSuccessor(pre);
00401                     System.out.print(pre+" - ");
00402                     pre = suc;
00403                 } while((suc != depot));
00404                 System.out.println(suc+"  ");
00405         }
00406         double fitness = this.evaluateFitness();
00407         System.out.println("SC="+fitness);
00408         return fitness;
00409     }
```

Gráfico de llamadas de esta función:



7.12.3.22. setAvailableVehicles()

```
void top.TOPTWSolution.setAvailableVehicles (
            int availableVehicles)  [inline]
```

Establece el número de vehículos disponibles.

Parámetros

	availableVehicles	El nuevo número de vehículos disponibles.

Definición en la línea 148 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00148                                                   {
00149         this.availableVehicles = availableVehicles;
00150     }
```

7.12.3.23. setObjectiveFunctionValue()

```
void top.TOPTWSolution.setObjectiveFunctionValue (
            double objectiveFunctionValue)  [inline]
```

Establece el valor de la función objetivo.

Parámetros

	objectiveFunctionValue	El nuevo valor.

Definición en la línea 233 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00233                                                           {
00234         this.objectiveFunctionValue = objectiveFunctionValue;
00235     }
```

7.12.3.24. setPositionInRoute()

```
void top.TOPTWSolution.setPositionInRoute (
            int customer,
            int position)  [inline]
```

Establece la posición de un cliente en su ruta.

Parámetros

	customer	El índice del cliente.
	position	La nueva posición.

Definición en la línea 242 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00242                                                       {
00243         this.positionInRoute[customer] = position;
00244     }
```

7.12.3.25. setPredecessor()

```
void top.TOPTWSolution.setPredecessor (
            int customer,
            int predecessor)  [inline]
```

Establece el predecesor de un nodo.

Parámetros

	customer	El índice del nodo.
	predecessor	El índice del nuevo predecesor.

Definición en la línea 251 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00251                                                           {
00252         this.predecessors[customer] = predecessor;
00253     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.26. setSuccessor()

```
void top.TOPTWSolution.setSuccessor (
             int customer,
             int succesor)  [inline]
```

Establece el sucesor de un nodo.

Parámetros

	customer	El índice del nodo.
	succesor	El índice del nuevo sucesor.

Definición en la línea 260 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00260                                                           {
00261         this.successors[customer] = succesor;
00262     }
```

Gráfico de llamadas a esta función:

7.12.3.27. setWaitingTime()

```
void top.TOPTWSolution.setWaitingTime (
             int customer,
             int waitingTime)  [inline]
```

Establece el tiempo de espera en un nodo.

Parámetros

	customer	El índice del nodo.
	waitingTime	El nuevo tiempo de espera.

Definición en la línea 269 del archivo TOPTWSolution.java.

```
00269                                                                {
00270         this.waitingTime[customer] = waitingTime;
00271     }
```

7.12.4. Documentación de datos miembro

7.12.4.1. availableVehicles

```
int top.TOPTWSolution.availableVehicles  [private]
```

Definición en la línea 29 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.2. NO_INITIALIZED

```
final int top.TOPTWSolution.NO_INITIALIZED = -1  [static]
```

Constante para indicar que un valor no ha sido inicializado.

Definición en la línea 21 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.3. objectiveFunctionValue

```
double top.TOPTWSolution.objectiveFunctionValue  [private]
```

Definición en la línea 30 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.4. positionInRoute

```
int [] top.TOPTWSolution.positionInRoute  [private]
```

Definición en la línea 26 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.5. predecessors

```
int [] top.TOPTWSolution.predecessors  [private]
```

Definición en la línea 23 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.6. problem

```
TOPTW top.TOPTWSolution.problem  [private]
```

Definición en la línea 22 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.7. routes

```
int [] top.TOPTWSolution.routes  [private]
```

Definición en la línea 28 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.8. successors

```
int [] top.TOPTWSolution.successors  [private]
```

Definición en la línea 24 del archivo TOPTWSolution.java.

7.12.4.9. waitingTime

```
double [] top.TOPTWSolution.waitingTime  [private]
```

Definición en la línea 25 del archivo TOPTWSolution.java.

La documentación de esta clase está generada del siguiente archivo:

- C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWSolution.java

Capítulo 8

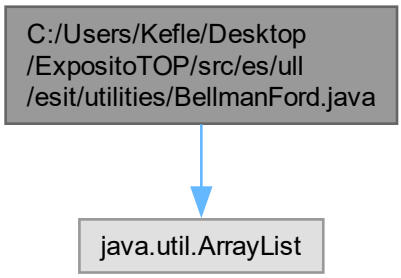
Documentación de archivos

8.1. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/Exposito↩ TOP/src/es/ull/esit/utilities/BellmanFord.java

Contiene la implementación del algoritmo de Bellman-Ford para encontrar el camino más corto en un grafo con pesos.

```
import java.util.ArrayList;
```

Gráfico de dependencias incluidas en BellmanFord.java:



Clases

- class es.ull.esit.utilities.BellmanFord

  Implementa el algoritmo de Bellman-Ford.

Paquetes

- package es.ull.esit.utilities

8.1.1. Descripción detallada

Contiene la implementación del algoritmo de Bellman-Ford para encontrar el camino más corto en un grafo con pesos.

Definición en el archivo BellmanFord.java.

8.2. BellmanFord.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package es.ull.esit.utilities;
00006
00007 import java.util.ArrayList;
00008
00015 public class BellmanFord {
00016
00020     private static final int INFINITY = 999999;
00024     private final int[][] distanceMatrix;
00028     private ArrayList<Integer> edges1 = null;
00032     private ArrayList<Integer> edges2 = null;
00036     private final int nodes;
00040     private final ArrayList<Integer> path;
00044     private int[] distances = null;
00048     private int value;
00049
00056     public BellmanFord(int[][] distanceMatrix, int nodes, ArrayList<Integer> path) {
00057         this.distanceMatrix = distanceMatrix;
00058         this.nodes = nodes;
00059         this.path = path;
00060         this.calculateEdges();
00061         this.value = BellmanFord.INFINITY;
00062     }
00063
00069     private void calculateEdges() {
00070         this.edges1 = new ArrayList<>();
00071         this.edges2 = new ArrayList<>();
00072         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00073             for (int j = 0; j < this.nodes; j++) {
00074                 if (this.distanceMatrix[i][j] != Integer.MAX_VALUE) {
00075                     this.edges1.add(i);
00076                     this.edges2.add(j);
00077                 }
00078             }
00079         }
00080     }
00081
00086     public int[] getDistances() {
00087         return this.distances;
00088     }
00089
00094     public int getValue() {
00095         return this.value;
00096     }
00097
00104     public void solve() {
00105         int numEdges = this.edges1.size();
00106         int[] predecessor = new int[this.nodes];
00107         this.distances = new int[this.nodes];
00108         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00109             this.distances[i] = BellmanFord.INFINITY;
00110             predecessor[i] = -1;
00111         }
00112         this.distances[0] = 0;
00113         for (int i = 0; i < (this.nodes - 1); i++) {
00114             for (int j = 0; j < numEdges; j++) {
00115                 int u = this.edges1.get(j);
00116                 int v = this.edges2.get(j);
00117                 if (this.distances[v] > this.distances[u] + this.distanceMatrix[u][v]) {
00118                     this.distances[v] = this.distances[u] + this.distanceMatrix[u][v];
00119                     predecessor[v] = u;
00120                 }
00121             }
00122         }
00123         this.path.add(this.nodes - 1);
00124         int pred = predecessor[this.nodes - 1];
00125         while (pred != -1) {
```

```
00126             this.path.add(pred);
00127             pred = predecessor[pred];
00128         }
00129         this.value = -this.distances[this.nodes - 1];
00130     }
00131 }
```

8.3. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/Exposito↩ TOP/src/es/ull/esit/utilities/ExpositoUtilities.java

Contiene una colección de métodos de utilidad estáticos para diversas tareas.

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.BufferedWriter;
import java.io.FileReader;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.text.DecimalFormat;
import java.text.DecimalFormatSymbols;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.HashSet;
import java.util.Iterator;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
```

Gráfico de dependencias incluidas en ExpositoUtilities.java:

Clases

- class es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities

  Proporciona un conjunto de herramientas estáticas de propósito general.

Paquetes

- package es.ull.esit.utilities

8.3.1. Descripción detallada

Contiene una colección de métodos de utilidad estáticos para diversas tareas.

Definición en el archivo ExpositoUtilities.java.

8.4. ExpositoUtilities.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package es.ull.esit.utilities;
00006
00007 import java.io.BufferedReader;
00008 import java.io.BufferedWriter;
00009 import java.io.FileReader;
00010 import java.io.FileWriter;
00011 import java.io.IOException;
00012 import java.text.DecimalFormat;
00013 import java.text.DecimalFormatSymbols;
00014 import java.util.ArrayList;
00015 import java.util.Arrays;
00016 import java.util.HashSet;
00017 import java.util.Iterator;
00018 import java.util.logging.Level;
00019 import java.util.logging.Logger;
00020
00027 public class ExpositoUtilities {
00028
00032     public static final int DEFAULT_COLUMN_WIDTH = 10;
00036     public static final int ALIGNMENT_LEFT = 1;
00040     public static final int ALIGNMENT_RIGHT = 2;
00041
00048     private static int getFirstAppearance(int[] vector, int element) {
00049         for (int i = 0; i < vector.length; i++) {
00050             if (vector[i] == element) {
00051                 return i;
00052             }
00053         }
00054         return -1;
00055     }
00056
00061     public static void printFile(String file) {
00062         try (BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(file))) {
00063             String line = reader.readLine();
00064             while (line != null) {
00065                 System.out.println(line);
00066                 line = reader.readLine();
00067             }
00068         } catch (IOException ex) {
00069             Logger.getLogger(ExpositoUtilities.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
00070         }
00071     }
00072
00079     public static String simplifyString(String string) {
00080         string = string.replaceAll("\t", " ");
00081         for (int i = 0; i < 50; i++) {
00082             string = string.replaceAll("  ", " ");
00083         }
00084         string = string.trim();
00085         return string;
00086     }
00087
00094     public static double[][] multiplyMatrices(double a[][], double b[][]) {
00095         if (a.length == 0) {
00096             return new double[0][0];
00097         }
00098         if (a[0].length != b.length) {
00099             return null;
00100         }
00101         int n = a[0].length;
00102         int m = a.length;
00103         int p = b[0].length;
00104         double ans[][] = new double[m][p];
00105         for (int i = 0; i < m; i++) {
00106             for (int j = 0; j < p; j++) {
00107                 for (int k = 0; k < n; k++) {
00108                     ans[i][j] += a[i][k] * b[k][j];
00109                 }
00110             }
00111         }
00112         return ans;
00113     }
00114
00121     public static void writeTextToFile(String file, String text) throws IOException {
00122         try (BufferedWriter writer = new BufferedWriter(new FileWriter(file))) {
00123             writer.write(text);
00124         }
00125     }
00126
00133     public static String getFormat(String string) {
00134         if (!ExpositoUtilities.isInteger(string)) {
```

```
00135             if (ExpositoUtilities.isDouble(string)) {
00136                 double value = Double.parseDouble(string);
00137                 string = ExpositoUtilities.getFormat(value);
00138             }
00139         }
00140         return string;
00141     }
00142 
00148     public static String getFormat(double value) {
00149         DecimalFormat decimalFormatter = new DecimalFormat("0.000");
00150         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00151         symbols.setDecimalSeparator('.');
00152         decimalFormatter.setDecimalFormatSymbols(symbols);
00153         return decimalFormatter.format(value);
00154     }
00155 
00162     public static String getFormat(double value, int zeros) {
00163         String format = "0.";
00164         for (int i = 0; i < zeros; i++) {
00165             format += "0";
00166         }
00167         DecimalFormat decimalFormatter = new DecimalFormat(format);
00168         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00169         symbols.setDecimalSeparator('.');
00170         decimalFormatter.setDecimalFormatSymbols(symbols);
00171         return decimalFormatter.format(value);
00172     }
00173 
00180     public static String getFormat(String string, int width) {
00181         return ExpositoUtilities.getFormat(string, width, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00182     }
00183 
00191     public static String getFormat(String string, int width, int alignment) {
00192         String format = "";
00193         if (alignment == ExpositoUtilities.ALIGNMENT_LEFT) {
00194             format = "%-" + width + "s";
00195         } else {
00196             format = "%" + 1 + "$" + width + "s";
00197         }
00198         DecimalFormatSymbols symbols = new DecimalFormatSymbols();
00199         symbols.setDecimalSeparator('.');
00200         String[] data = new String[]{string};
00201         return String.format(format, (Object[]) data);
00202     }
00203 
00210     public static String getFormat(ArrayList<String> strings, int width) {
00211         String format = "";
00212         for (int i = 0; i < strings.size(); i++) {
00213             format += "%" + (i + 1) + "$" + width + "s";
00214         }
00215         String[] data = new String[strings.size()];
00216         for (int t = 0; t < strings.size(); t++) {
00217             data[t] = "" + ExpositoUtilities.getFormat(strings.get(t));
00218         }
00219         return String.format(format, (Object[]) data);
00220     }
00221 
00227     public static String getFormat(ArrayList<Integer> strings) {
00228         String format = "";
00229         for (int i = 0; i < strings.size(); i++) {
00230             format += "%" + (i + 1) + "$" + DEFAULT_COLUMN_WIDTH + "s";
00231         }
00232         Integer[] data = new Integer[strings.size()];
00233         for (int t = 0; t < strings.size(); t++) {
00234             data[t] = strings.get(t);
00235         }
00236         return String.format(format, (Object[]) data);
00237     }
00238 
00245     public static String getFormat(String[] strings, int width) {
00246         int[] alignment = new int[strings.length];
00247         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00248         int[] widths = new int[strings.length];
00249         Arrays.fill(widths, width);
00250         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00251     }
00252 
00259         public static String getFormat(String[][] matrixStrings, int width) {
00260         String result = "";
00261         for (int i = 0; i < matrixStrings.length; i++) {
00262             String[] strings = matrixStrings[i];
00263             int[] alignment = new int[strings.length];
00264             Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00265             int[] widths = new int[strings.length];
00266             Arrays.fill(widths, width);
00267             result += ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00268             if (i < (matrixStrings.length - 1)) {
```

```
00269                 result += "\n";
00270             }
00271         }
00272         return result;
00273     }
00274
00280     public static String getFormat(String[] strings) {
00281         int[] alignment = new int[strings.length];
00282         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00283         int[] widths = new int[strings.length];
00284         Arrays.fill(widths, ExpositoUtilities.DEFAULT_COLUMN_WIDTH);
00285         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, widths, alignment);
00286     }
00287
00294     public static String getFormat(String[] strings, int[] width) {
00295         int[] alignment = new int[strings.length];
00296         Arrays.fill(alignment, ExpositoUtilities.ALIGNMENT_RIGHT);
00297         return ExpositoUtilities.getFormat(strings, width, alignment);
00298     }
00299
00307     public static String getFormat(String[] strings, int[] width, int[] alignment) {
00308         String format = "";
00309         for (int i = 0; i < strings.length; i++) {
00310             if (alignment[i] == ExpositoUtilities.ALIGNMENT_LEFT) {
00311                 format += "%" + (i + 1) + "$-" + width[i] + "s";
00312             } else {
00313                 format += "%" + (i + 1) + "$" + width[i] + "s";
00314             }
00315         }
00316         String[] data = new String[strings.length];
00317         for (int t = 0; t < strings.length; t++) {
00318             data[t] = "" + ExpositoUtilities.getFormat(strings[t]);
00319         }
00320         return String.format(format, (Object[]) data);
00321     }
00322
00328     public static boolean isInteger(String str) {
00329         try {
00330             Integer.parseInt(str);
00331             return true;
00332         } catch (Exception e) {
00333         }
00334         return false;
00335     }
00336
00342     public static boolean isDouble(String str) {
00343         try {
00344             Double.parseDouble(str);
00345             return true;
00346         } catch (Exception e) {
00347         }
00348         return false;
00349     }
00350
00356     public static boolean isAcyclic(int[][] distanceMatrix) {
00357         int numRealTasks = distanceMatrix.length - 2;
00358         int node = 1;
00359         boolean acyclic = true;
00360         while (acyclic && node <= numRealTasks) {
00361             if (ExpositoUtilities.thereIsPath(distanceMatrix, node)) {
00362                 return false;
00363             }
00364             node++;
00365         }
00366         return true;
00367     }
00368
00375     public static boolean thereIsPath(int[][] distanceMatrix, int node) {
00376         HashSet<Integer> visits = new HashSet<>();
00377         HashSet<Integer> noVisits = new HashSet<>();
00378         for (int i = 0; i < distanceMatrix.length; i++) {
00379             if (i != node) {
00380                 noVisits.add(i);
00381             }
00382         }
00383         visits.add(node);
00384         while (!visits.isEmpty()) {
00385             Iterator<Integer> it = visits.iterator();
00386             int toCheck = it.next();
00387             visits.remove(toCheck);
00388             for (int i = 0; i < distanceMatrix.length; i++) {
00389                 if (toCheck != i && distanceMatrix[toCheck][i] != Integer.MAX_VALUE) {
00390                     if (i == node) {
00391                         return true;
00392                     }
00393                     if (noVisits.contains(i)) {
00394                         noVisits.remove(i);
```

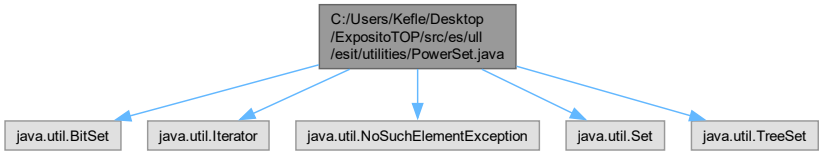
```
00395                         visits.add(i);
00396                     }
00397                 }
00398             }
00399         }
00400         return false;
00401     }
00402 }
```

8.5. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utilities/PowerSet.java

Contiene la implementación de un iterador para generar el conjunto potencia de un conjunto dado.

```
import java.util.BitSet;
import java.util.Iterator;
import java.util.NoSuchElementException;
import java.util.Set;
import java.util.TreeSet;
```

Gráfico de dependencias incluidas en PowerSet.java:



Clases

- class es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >

  Implementa un iterador para generar todos los subconjuntos (conjunto potencia) de un conjunto dado.
- class es.ull.esit.utilities.PowerSet< E >.PowerSetIterator

Paquetes

- package es.ull.esit.utilities

8.5.1. Descripción detallada

Contiene la implementación de un iterador para generar el conjunto potencia de un conjunto dado.

Definición en el archivo PowerSet.java.

8.6. PowerSet.java

Ir a la documentación de este archivo.

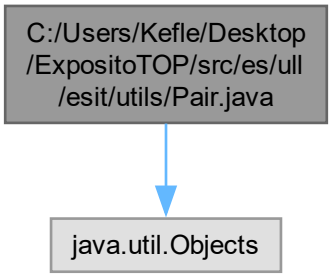
```
00001
00005 package es.ull.esit.utilities;
00006
00007 import java.util.BitSet;
00008 import java.util.Iterator;
00009 import java.util.NoSuchElementException;
00010 import java.util.Set;
00011 import java.util.TreeSet;
00012
00019 // Sirve para calcular todos los subconjuntos de un conjunto dado
00020 public class PowerSet<E> implements Iterable<Set<E>> {
00021
00022     private E[] arr = null;
00023
00028     @SuppressWarnings("unchecked")
00029     public PowerSet(Set<E> set) {
00030         this.arr = (E[]) set.toArray();
00031     }
00032
00037     @Override
00038     public Iterator<Set<E>> iterator() {
00039         return new PowerSetIterator();
00040     }
00041
00042     private class PowerSetIterator implements Iterator<Set<E>> {
00043         private BitSet bset;
00044
00045         PowerSetIterator() {
00046             this.bset = new BitSet(PowerSet.this.arr.length + 1);
00047         }
00048
00053         @Override
00054         public boolean hasNext() {
00055             return !this.bset.get(PowerSet.this.arr.length);
00056         }
00057
00063         @Override
00064         public Set<E> next() {
00065             if (!hasNext()) {
00066                 throw new NoSuchElementException();
00067             }
00068             Set<E> returnSet = new TreeSet<>();
00069             for (int i = 0; i < PowerSet.this.arr.length; i++) {
00070                 if (this.bset.get(i)) {
00071                     returnSet.add(PowerSet.this.arr[i]);
00072                 }
00073             }
00074             // Incrementa el bitset para la siguiente combinación
00075             for (int i = 0; i < this.bset.size(); i++) {
00076                 if (!this.bset.get(i)) {
00077                     this.bset.set(i);
00078                     break;
00079                 } else {
00080                     this.bset.clear(i);
00081                 }
00082             }
00083             return returnSet;
00084         }
00085
00090         @Override
00091         public void remove() {
00092             throw new UnsupportedOperationException("Not Supported!");
00093         }
00094     }
00095 }
```

8.7. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/es/ull/esit/utils/Pair.java

Contiene la definición de una clase genérica para almacenar un par de objetos.

```
import java.util.Objects;
```

Gráfico de dependencias incluidas en Pair.java:



Clases

- class es.ull.esit.utils.Pair< F, S >

  Una clase genérica que almacena un par de objetos inmutables.

Paquetes

- package es.ull.esit.utils

8.7.1. Descripción detallada

Contiene la definición de una clase genérica para almacenar un par de objetos.

Definición en el archivo Pair.java.

8.8. Pair.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package es.ull.esit.utils;
00006 import java.util.Objects;
00007
00016 public class Pair<F, S> {
00020     public final F first;
00024     public final S second;
00025
00031     public Pair(F first, S second) {
00032         this.first = first;
00033         this.second = second;
00034     }
00035
00041     @Override
00042     public boolean equals(Object o) {
00043         if (!(o instanceof Pair)) {
00044             return false;
00045         }
00046         Pair<?, ?> p = (Pair<?, ?>) o;
```

```
00047         return Objects.equals(p.first, first) && Objects.equals(p.second, second);
00048     }
00049
00054     @Override
00055     public int hashCode() {
00056         return (first == null ? 0 : first.hashCode()) ^ (second == null ? 0 : second.hashCode());
00057     }
00058
00068     public static <A, B> Pair <A, B> create(A a, B b) {
00069         return new Pair<A, B>(a, b);
00070     }
00071 }
```

8.9. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/mainTOPTW.java

Punto de entrada principal para ejecutar el solver GRASP en un conjunto de instancias TOPTW.

Clases

- class top.mainTOPTW

  Clase principal que contiene el método `main` para ejecutar el experimento.

Paquetes

- package top

8.9.1. Descripción detallada

Punto de entrada principal para ejecutar el solver GRASP en un conjunto de instancias TOPTW.

Definición en el archivo mainTOPTW.java.

8.10. mainTOPTW.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package top;
00006
00013 public class mainTOPTW {
00014
00022     public static void main(String[] args) {
00023
00024         String[] instances = new String[29];
00025
00026         instances[0] = "c101.txt"; instances[3] = "c104.txt"; instances[6] = "c107.txt";
00027         instances[1] = "c102.txt"; instances[4] = "c105.txt"; instances[7] = "c108.txt";
00028         instances[2] = "c103.txt"; instances[5] = "c106.txt"; instances[8] = "c109.txt";
00029
00030         instances[9] = "r101.txt";  instances[12] = "r104.txt"; instances[15] = "r107.txt";
00031         instances[10] = "r102.txt"; instances[13] = "r105.txt"; instances[16] = "r108.txt";
00032         instances[11] = "r103.txt"; instances[14] = "r106.txt"; instances[17] = "r109.txt";
00033         instances[18] = "r110.txt"; instances[19] = "r111.txt"; instances[20] = "r112.txt";
00034
00035         instances[21] = "rc101.txt"; instances[24] = "rc104.txt"; instances[27] = "rc107.txt";
00036         instances[22] = "rc102.txt"; instances[25] = "rc105.txt"; instances[28] = "rc108.txt";
00037         instances[23] = "rc103.txt"; instances[26] = "rc106.txt";
00038
00039         for(int i = 0; i < instances.length; i++) {
```

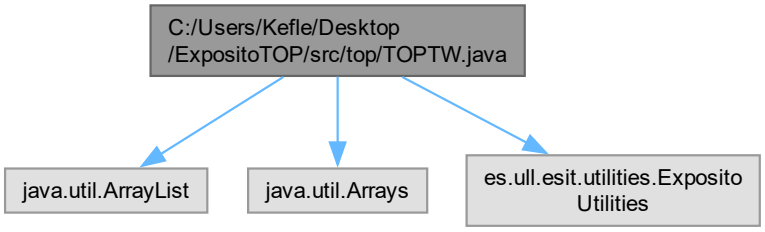
```
00040             String INSTANCE = "Instances/TOPTW/"+instances[i];
00041             TOPTW problem = TOPTWReader.readProblem(INSTANCE);
00042             TOPTWSolution solution = new TOPTWSolution(problem);
00043             TOPTWGRASP grasp = new TOPTWGRASP(solution);
00044
00045             System.out.println(" --> Instance: "+instances[i]);
00046             grasp.GRASP(10000, 3);
00047             grasp.GRASP(10000, 5);
00048             grasp.GRASP(10000, 7);
00049             System.out.println("");
00050         }
00051     }
00052
00053 }
```

8.11. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTW.java

Contiene la definición de la clase TOPTW, que modela una instancia del Team Orienteering Problem with Time Windows.

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
```

Gráfico de dependencias incluidas en TOPTW.java:



Clases

- class top.TOPTW

  Modela una instancia del problema TOPTW (Team Orienteering Problem with Time Windows).

Paquetes

- package top

8.11.1. Descripción detallada

Contiene la definición de la clase TOPTW, que modela una instancia del Team Orienteering Problem with Time Windows.

Definición en el archivo TOPTW.java.

8.12. TOPTW.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package top;
00006
00007 import java.util.ArrayList;
00008 import java.util.Arrays;
00009
00010 import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
00011
00019 public class TOPTW {
00020     private int nodes;
00021     private double[] x;
00022     private double[] y;
00023     private double[] score;
00024     private double[] readyTime;
00025     private double[] dueTime;
00026     private double[] serviceTime;
00027     private int vehicles;
00028     private int depots;
00029     private double maxTimePerRoute;
00030     private double maxRoutes;
00031     private double[][] distanceMatrix;
00032
00038     public TOPTW(int nodes, int routes) {
00039         this.nodes = nodes;
00040         this.depots = 0;
00041         this.x = new double[this.nodes + 1];
00042         this.y = new double[this.nodes + 1];
00043         this.score = new double[this.nodes + 1];
00044         this.readyTime = new double[this.nodes + 1];
00045         this.dueTime = new double[this.nodes + 1];
00046         this.serviceTime = new double[this.nodes + 1];
00047         this.distanceMatrix = new double[this.nodes + 1][this.nodes + 1];
00048         for (int i = 0; i < this.nodes + 1; i++) {
00049             for (int j = 0; j < this.nodes + 1; j++) {
00050                 this.distanceMatrix[i][j] = 0.0;
00051             }
00052         }
00053         this.maxRoutes = routes;
00054         this.vehicles = routes;
00055     }
00056
00062     public boolean isDepot(int a) {
00063         if(a > this.nodes) {
00064             return true;
00065         }
00066         return false;
00067     }
00068
00074     public double getDistance(int[] route) {
00075         double distance = 0.0;
00076         for (int i = 0; i < route.length - 1; i++) {
00077             int node1 = route[i];
00078             int node2 = route[i + 1];
00079             distance += this.getDistance(node1, node2);
00080         }
00081         return distance;
00082     }
00083
00089     public double getDistance(ArrayList<Integer> route) {
00090         double distance = 0.0;
00091         for (int i = 0; i < route.size() - 1; i++) {
00092             int node1 = route.get(i);
00093             int node2 = route.get(i + 1);
00094             distance += this.getDistance(node1, node2);
00095         }
00096         return distance;
00097     }
00098
00104     public double getDistance(ArrayList<Integer>[] routes) {
00105         double distance = 0.0;
00106         for (ArrayList<Integer> route : routes) {
00107             distance += this.getDistance(route);
00108         }
00109         return distance;
00110     }
00111
00117     public void calculateDistanceMatrix() {
00118         for (int i = 0; i < this.nodes + 1; i++) {
00119             for (int j = 0; j < this.nodes + 1; j++) {
00120                 if (i != j) {
00121                     double diffXs = this.x[i] - this.x[j];
00122                     double diffYs = this.y[i] - this.y[j];
```

```
00123                     this.distanceMatrix[i][j] = Math.sqrt(diffXs * diffXs + diffYs * diffYs);
00124                     this.distanceMatrix[j][i] = this.distanceMatrix[i][j];
00125                 } else {
00126                     this.distanceMatrix[i][j] = 0.0;
00127                 }
00128             }
00129         }
00130     }
00131
00136     public double getMaxTimePerRoute() {
00137         return maxTimePerRoute;
00138     }
00139
00144     public void setMaxTimePerRoute(double maxTimePerRoute) {
00145         this.maxTimePerRoute = maxTimePerRoute;
00146     }
00147
00152     public double getMaxRoutes() {
00153         return maxRoutes;
00154     }
00155
00160     public void setMaxRoutes(double maxRoutes) {
00161         this.maxRoutes = maxRoutes;
00162     }
00163
00168     public int getPOIs() {
00169         return this.nodes;
00170     }
00171
00179     public double getDistance(int i, int j) {
00180         if(this.isDepot(i)) { i=0; }
00181         if(this.isDepot(j)) { j=0; }
00182         return this.distanceMatrix[i][j];
00183     }
00184
00191     public double getTime(int i, int j) {
00192         if(this.isDepot(i)) { i=0; }
00193         if(this.isDepot(j)) { j=0; }
00194         return this.distanceMatrix[i][j];
00195     }
00196
00201     public int getNodes() {
00202         return this.nodes;
00203     }
00204
00209     public void setNodes(int nodes) {
00210         this.nodes = nodes;
00211     }
00212
00218     public double getX(int index) {
00219         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00220         return this.x[index];
00221     }
00222
00228     public void setX(int index, double x) {
00229         this.x[index] = x;
00230     }
00231
00237     public double getY(int index) {
00238         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00239         return this.y[index];
00240     }
00241
00247     public void setY(int index, double y) {
00248         this.y[index] = y;
00249     }
00250
00256     public double getScore(int index) {
00257         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00258         return this.score[index];
00259     }
00260
00265     public double[] getScore() {
00266         return this.score;
00267     }
00268
00274     public void setScore(int index, double score) {
00275         this.score[index] = score;
00276     }
00277
00283     public double getReadyTime(int index) {
00284         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00285         return this.readyTime[index];
00286     }
00287
00293     public void setReadyTime(int index, double readyTime) {
00294         this.readyTime[index] = readyTime;
```

```
00295     }
00296
00302     public double getDueTime(int index) {
00303         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00304         return this.dueTime[index];
00305     }
00306
00312     public void setDueTime(int index, double dueTime) {
00313         this.dueTime[index] = dueTime;
00314     }
00315
00321     public double getServiceTime(int index) {
00322         if(this.isDepot(index)) { index=0; }
00323         return this.serviceTime[index];
00324     }
00325
00331     public void setServiceTime(int index, double serviceTime) {
00332         this.serviceTime[index] = serviceTime;
00333     }
00334
00339     public int getVehicles() {
00340         return this.vehicles;
00341     }
00342
00347     @Override
00348     public String toString() {
00349         final int COLUMN_WIDTH = 15;
00350         String text = "Nodes: " + this.nodes + "\n";
00351         String[] strings = new String[]{"CUST NO.", "XCOORD.", "YCOORD.", "SCORE", "READY TIME", "DUE
      DATE", "SERVICE TIME"};
00352         int[] width = new int[strings.length];
00353         Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00354         text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00355         for (int i = 0; i < this.nodes; i++) {
00356             strings = new String[strings.length];
00357             int index = 0;
00358             //strings[index++] = Integer.toString("" + i);
00359             strings[index++] = Integer.toString(i);
00360             strings[index++] = "" + this.x[i];
00361             strings[index++] = "" + this.y[i];
00362             strings[index++] = "" + this.score[i];
00363             strings[index++] = "" + this.readyTime[i];
00364             strings[index++] = "" + this.dueTime[i];
00365             strings[index++] = "" + this.serviceTime[i];
00366             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00367             text += "\n";
00368         }
00369         text += "Vehicles: " + this.vehicles + "\n";
00370         strings = new String[]{"VEHICLE", "CAPACITY"};
00371         width = new int[strings.length];
00372         Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00373         text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00374         return text;
00375     }
00376
00382     public int addNode() {
00383         this.nodes++;
00384         return this.nodes;
00385     }
00386
00392     public int addNodeDepot() {
00393         this.depots++;
00394         return this.depots;
00395     }
00396 }
```

8.13. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWEvaluator.java

Contiene la clase para evaluar la función objetivo de una solución TOPTW.

Clases

- class top.TOPTWEvaluator

  Evalúa la calidad de una solución para el problema TOPTW.

Paquetes

- package top

8.13.1. Descripción detallada

Contiene la clase para evaluar la función objetivo de una solución TOPTW.

Definición en el archivo TOPTWEvaluator.java.

8.14. TOPTWEvaluator.java

Ir a la documentación de este archivo.

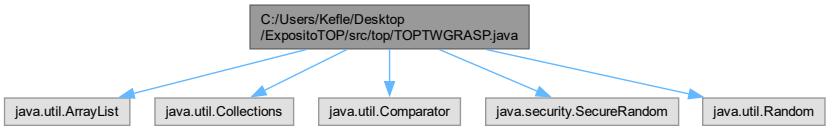
```
00001
00005 package top;
00006
00014 public class TOPTWEvaluator {
00018     public static double NO_EVALUATED = -1.0;
00019
00026     public void evaluate(TOPTWSolution solution) {
00027         /*CumulativeCVRP problem = solution.getProblem();
00028         double objectiveFunctionValue = 0.0;
00029         for (int i = 0; i < solution.getIndexDepot().size(); i++) {
00030             double cumulative = 0;
00031             int depot = solution.getAnIndexDepot(i);
00032             int actual = depot;
00033             actual = solution.getSuccessor(actual);
00034             cumulative += problem.getDistanceMatrix(0, actual);
00035             objectiveFunctionValue += problem.getDistanceMatrix(0, actual);
00036             System.out.println("Desde " + 0 + " a " + actual + " = " + cumulative);
00037             while (actual != depot) {
00038                 int ant = actual;
00039                 actual = solution.getSuccessor(actual);
00040                 if (actual != depot) {
00041                     cumulative += problem.getDistanceMatrix(ant, actual);
00042                     objectiveFunctionValue += cumulative;
00043                     System.out.println("Desde " + ant + " a " + actual + " = " + cumulative);
00044                 } else {
00045                     cumulative += problem.getDistanceMatrix(ant, 0);
00046                     objectiveFunctionValue += cumulative;
00047                     System.out.println("Desde " + ant + " a " + 0 + " = " + cumulative);
00048                 }
00049             }
00050             System.out.println("");
00051         }
00052         solution.setObjectiveFunctionValue(objectiveFunctionValue);*/
00053     }
00054 }
```

8.15. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWGRASP.java

Contiene la implementación de la metaheurística GRASP para el problema TOPTW.

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collections;
import java.util.Comparator;
import java.security.SecureRandom;
```

`import java.util.Random;`
Gráfico de dependencias incluidas en TOPTWGRASP.java:



Clases

- class top.TOPTWGRASP

  Implementa la metaheurística GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) para resolver el TOPTW.

Paquetes

- package top

8.15.1. Descripción detallada

Contiene la implementación de la metaheurística GRASP para el problema TOPTW.

Definición en el archivo TOPTWGRASP.java.

8.16. TOPTWGRASP.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package top;
00006
00007 import java.util.ArrayList;
00008 import java.util.Collections;
00009 import java.util.Comparator;
00010 import java.security.SecureRandom;
00011 import java.util.Random;
00012
00019 public class TOPTWGRASP {
00023     public static double NO_EVALUATED = -1.0;
00024     private static final Random RANDOM = new SecureRandom();
00025
00026     private TOPTWSolution solution;
00027     private int solutionTime;
00028
00033     public TOPTWGRASP(TOPTWSolution sol){
00034         this.solution = sol;
00035         this.solutionTime = 0;
00036     }
00037
00038     /*procedure GRASP(Max Iterations,Seed)
00039         1 Read Input();
00040         2 for k = 1, . . . , Max Iterations do
00041             3 Solution ← Greedy Randomized Construction(Seed);
00042             4 Solution ← Local Search(Solution);
00043             5 Update Solution(Solution,Best Solution);
00044         6 end;
00045         7 return Best Solution;
00046     end GRASP*/
00047
```

```
00048     /*procedure Greedy Randomized Construction(Seed)
00049         Solution ← ;
00050         Evaluate the incremental costs of the candidate elements;
00051         while Solution is not a complete solution do
00052             Build the restricted candidate list (RCL);
00053             Select an element s from the RCL at random;
00054             Solution ← Solution  {s};
00055             Reevaluate the incremental costs;
00056         end;
00057         return Solution;
00058     end Greedy Randomized Construction.*/
00059
00067     public void GRASP(int maxIterations, int maxSizeRCL) {
00068         double averageFitness = 0.0;
00069         double bestSolution = 0.0;
00070         for(int i = 0; i < maxIterations; i++) {
00071
00072             this.computeGreedySolution(maxSizeRCL);
00073
00074             // IMPRIMIR SOLUCION
00075             double fitness = this.solution.evaluateFitness();
00076             System.out.println(this.solution.getInfoSolution());
00077             //System.out.println("Press Any Key To Continue...");
00078             //new java.util.Scanner(System.in).nextLine();
00079             averageFitness += fitness;
00080             if(bestSolution < fitness) {
00081                 bestSolution = fitness;
00082             }
00083             //double fitness = this.solution.printSolution();
00084
00085             /******
00086             *
00087             * BÚSQUEDA LOCAL
00088             *
00089             */
00090         }
00091         averageFitness = averageFitness/maxIterations;
00092         System.out.println(" --> MEDIA: "+averageFitness);
00093         System.out.println(" --> MEJOR SOLUCION: "+bestSolution);
00094     }
00095
00101     public int aleatorySelectionRCL(int maxTRCL) {
00102        return RANDOM.nextInt(maxTRCL);
00103     }
00104
00111     public int fuzzySelectionBestFDRCL(ArrayList< double[] > rcl) {
00112         int bestPosition = 0;
00113         double bestValue = -1.0;
00114         for(int i = 0; i < rcl.size(); i++) {
00115             if(bestValue < rcl.get(i)[2]) {
00116                 bestValue = rcl.get(i)[2];
00117                 bestPosition = i;
00118             }
00119         }
00120         return bestPosition;
00121     }
00122
00131     public int fuzzySelectionAlphaCutRCL(ArrayList< double[] > rcl, double alpha) {
00132         ArrayList<Integer> candidates = new ArrayList<>();
00133         for(int i = 0; i < rcl.size(); i++) {
00134             if(rcl.get(i)[2] <= alpha) {
00135                 candidates.add(i);
00136             }
00137         }
00138         if(candidates.isEmpty()) {
00139             return aleatorySelectionRCL(rcl.size());
00140         }
00141         else {
00142             int aleatory = RANDOM.nextInt(candidates.size());
00143             return candidates.get(aleatory);
00144         }
00145     }
00146
00153     public void computeGreedySolution(int maxSizeRCL) {
00154         // inicialización
00155         this.solution.initSolution();
00156
00157         // tiempo de salida y score por ruta y cliente
00158         ArrayList<ArrayList<Double» departureTimesPerClient = new ArrayList<ArrayList<Double»();
00159         ArrayList<Double> init = new ArrayList<Double>();
00160         for(int z = 0; z <
      this.solution.getProblem().getPOIs()+this.solution.getProblem().getVehicles(); z++) {init.add(0.0);}
00161         departureTimesPerClient.add(0, init);
00162
00163         // clientes
00164         ArrayList<Integer> customers = new ArrayList<Integer>();
00165         for(int j = 1; j <= this.solution.getProblem().getPOIs(); j++) { customers.add(j); }
```

```
00166
00167         // Evaluar coste incremental de los elementos candidatos
00168         ArrayList< double[] > candidates = this.comprehensiveEvaluation(customers,
      departureTimesPerClient);
00169
00170         Collections.sort(candidates, new Comparator<double[]>() {
00171             public int compare(double[] a, double[] b) {
00172                 return Double.compare(a[a.length-2], b[b.length-2]);
00173             }
00174         });
00175
00176         int maxTRCL = maxSizeRCL;
00177         boolean existCandidates = true;
00178
00179         while(!customers.isEmpty() && existCandidates) {
00180             if(!candidates.isEmpty()) {
00181                 //Construir lista restringida de candidatos
00182                 ArrayList< double[] > rcl = new ArrayList< double[] >();
00183                 maxTRCL = maxSizeRCL;
00184                 if(maxTRCL > candidates.size()) { maxTRCL = candidates.size(); }
00185                 for(int j=0; j < maxTRCL; j++) { rcl.add(candidates.get(j)); }
00186
00187                 //Selección aleatoria o fuzzy de candidato de la lista restringida
00188                 int posSelected = -1;
00189                 int selection = 3;
00190                 double alpha = 0.8;
00191                 switch (selection) {
00192                     case 1:  posSelected = this.aleatorySelectionRCL(maxTRCL);  // Selección aleatoria
00193                              break;
00194                     case 2:  posSelected = this.fuzzySelectionBestFDRCL(rcl);   // Selección fuzzy con
      mejor valor de alpha
00195                              break;
00196                     case 3:  posSelected = this.fuzzySelectionAlphaCutRCL(rcl, alpha); // Selección
      fuzzy con alpha corte aleatoria
00197                              break;
00198                     default: posSelected = this.aleatorySelectionRCL(maxTRCL);  // Selección aleatoria
      por defecto
00199                              break;
00200                 }
00201
00202                 double[] candidateSelected = rcl.get(posSelected);
00203                 for(int j=0; j < customers.size(); j++) {
00204                     if(customers.get(j)==candidateSelected[0]) {
00205                         customers.remove(j);
00206                     }
00207                 }
00208
00209                 updateSolution(candidateSelected, departureTimesPerClient);
00210
00211             } else { // No hay candidatos a insertar en la solución, crear otra ruta
00212                 if(this.solution.getCreatedRoutes() < this.solution.getProblem().getVehicles()) {
00213                     int newDepot = this.solution.addRoute();
00214                     ArrayList<Double> initNew = new ArrayList<Double>();
00215                     for(int z = 0; z <
      this.solution.getProblem().getPOIs()+this.solution.getProblem().getVehicles(); z++)
      {initNew.add(0.0);}
00216                     departureTimesPerClient.add(initNew);
00217                 }
00218                 else {
00219                     existCandidates = false;
00220                 }
00221             }
00222             //Reevaluar coste incremental de los elementos candidatos
00223             candidates.clear();
00224             candidates = this.comprehensiveEvaluation(customers, departureTimesPerClient);
00225             Collections.sort(candidates, new Comparator<double[]>() {
00226                 public int compare(double[] a, double[] b) {
00227                     return Double.compare(a[a.length-2], b[b.length-2]);
00228                 }
00229             });
00230         }
00231
00232     }
00233
00241     public void updateSolution(double[] candidateSelected, ArrayList< ArrayList< Double > >
      departureTimes) {
00242         // Inserción del cliente en la ruta  return: cliente, ruta, predecesor, coste
00243         this.solution.setPredecessor((int)candidateSelected[0], (int)candidateSelected[2]);
00244         this.solution.setSuccessor((int)candidateSelected[0],
      this.solution.getSuccessor((int)candidateSelected[2]));
00245         this.solution.setSuccessor((int)candidateSelected[2], (int)candidateSelected[0]);
00246         this.solution.setPredecessor(this.solution.getSuccessor((int)candidateSelected[0]),
      (int)candidateSelected[0]);
00247
00248         // Actualización de las estructuras de datos y conteo a partir de la posición a insertar
00249         double costInsertionPre =
      departureTimes.get((int)candidateSelected[1]).get((int)candidateSelected[2]);
```

```
00250         ArrayList<Double> route = departureTimes.get((int)candidateSelected[1]);
00251         int pre=(int)candidateSelected[2], suc=-1;
00252         int depot = this.solution.getIndexRoute((int)candidateSelected[1]);
00253         do {
00254             suc = this.solution.getSuccessor(pre);
00255             costInsertionPre += this.solution.getDistance(pre, suc);
00256 
00257             if(costInsertionPre < this.solution.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00258                 costInsertionPre = this.solution.getProblem().getReadyTime(suc);
00259             }
00260             costInsertionPre += this.solution.getProblem().getServiceTime(suc);
00261 
00262             if(!this.solution.isDepot(suc))
00263                 route.set(suc, costInsertionPre);
00264             pre = suc;
00265         } while((suc != depot));
00266 
00267         // Actualiza tiempos
00268         departureTimes.set((int)candidateSelected[1], route);
00269     }
00270 
00279     //return: cliente, ruta, predecesor, coste tiempo, score
00280     public ArrayList< double[] > comprehensiveEvaluation(ArrayList<Integer> customers, ArrayList<
    ArrayList< Double > > departureTimes) {
00281         ArrayList< double[] > candidatesList = new ArrayList< double[] >();
00282         double[] infoCandidate = new double[5];
00283         boolean validFinalInsertion = true;
00284         infoCandidate[0] = -1;
00285         infoCandidate[1] = -1;
00286         infoCandidate[2] = -1;
00287         infoCandidate[3] = Double.MAX_VALUE;
00288         infoCandidate[4] = -1;
00289 
00290         for(int c = 0; c < customers.size(); c++) { // clientes disponibles
00291             for(int k = 0; k < this.solution.getCreatedRoutes(); k++) { // rutas creadas
00292                 validFinalInsertion = true;
00293                 int depot = this.solution.getIndexRoute(k);
00294                 int pre=-1, suc=-1;
00295                 double costInsertion = 0;
00296                 pre = depot;
00297                 int candidate = customers.get(c);
00298                 do {                                                    // recorremos la ruta
00299                     validFinalInsertion = true;
00300                     suc = this.solution.getSuccessor(pre);
00301                     double timesUntilPre = departureTimes.get(k).get(pre) +
    this.solution.getDistance(pre, candidate);
00302                     if(timesUntilPre < (this.solution.getProblem().getDueTime(candidate))) {
00303                         double costCand = 0;
00304                         if(timesUntilPre < this.solution.getProblem().getReadyTime(candidate)) {
00305                             costCand = this.solution.getProblem().getReadyTime(candidate);
00306                         } else { costCand = timesUntilPre; }
00307                         costCand +=  this.solution.getProblem().getServiceTime(candidate);
00308                         if(costCand > this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) {
    validFinalInsertion = false; }
00309 
00310                         // Comprobar TW desde candidate hasta sucesor
00311                         double timesUntilSuc = costCand + this.solution.getDistance(candidate, suc);
00312                         if(timesUntilSuc < (this.solution.getProblem().getDueTime(suc))) {

00313                             double costSuc = 0;
00314                             if(timesUntilSuc < this.solution.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00315                                 costSuc = this.solution.getProblem().getReadyTime(suc);
00316                             } else { costSuc = timesUntilSuc; }
00317                             costSuc +=  this.solution.getProblem().getServiceTime(suc);
00318                             costInsertion = costSuc;
00319                             if(costSuc > this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) {
    validFinalInsertion = false;}
00320 
00321                             int pre2=suc, suc2 = -1;
00322                             if(suc != depot)
00323                                 do {
00324                                     suc2 = this.solution.getSuccessor(pre2);
00325                                     double timesUntilSuc2 = costInsertion +
    this.solution.getDistance(pre2, suc2);
00326                                     if(timesUntilSuc2 < (this.solution.getProblem().getDueTime(suc2)))
    {
00327                                         if(timesUntilSuc2 <
    this.solution.getProblem().getReadyTime(suc2)) {
00328                                             costInsertion =
    this.solution.getProblem().getReadyTime(suc2);
00329                                         } else { costInsertion = timesUntilSuc2; }
00330                                         costInsertion +=
    this.solution.getProblem().getServiceTime(suc2);
00331                                         if(costInsertion >
    this.solution.getProblem().getMaxTimePerRoute()) { validFinalInsertion = false; }
00332                                     } else { validFinalInsertion = false; }
00333                                     pre2 = suc2;
```

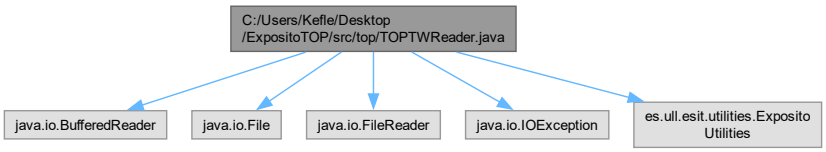
```
00334                                 } while((suc2 != depot) && validFinalInsertion);
00335                             } else { validFinalInsertion = false; }
00336                         } else { validFinalInsertion = false; }
00337 
00338                         if(validFinalInsertion==true) { // cliente, ruta, predecesor, coste
00339                             if(costInsertion < infoCandidate[3]) {
00340                                 infoCandidate[0] = candidate; infoCandidate[1] = k; infoCandidate[2] =
      pre; infoCandidate[3] = costInsertion; infoCandidate[4] =
      this.solution.getProblem().getScore(candidate); // cliente, ruta, predecesor, coste, score
00341                             }
00342                         }
00343 
00344                         pre = suc;
00345                     } while(suc != depot);
00346                 } //rutas creadas
00347 
00348                 // almacenamos en la lista de candidatos la mejor posición de inserción para el cliente
00349                 if(infoCandidate[0]!=-1 && infoCandidate[1]!=-1 && infoCandidate[2]!=-1 &&
      infoCandidate[3] != Double.MAX_VALUE && infoCandidate[4]!=-1) {
00350                     double[] infoCandidate2 = new double[5];
00351                     infoCandidate2[0] = infoCandidate[0];  infoCandidate2[1] = infoCandidate[1];
00352                     infoCandidate2[2] = infoCandidate[2];  infoCandidate2[3] = infoCandidate[3];
00353                     infoCandidate2[4] = infoCandidate[4];
00354                     candidatesList.add(infoCandidate2);
00355                 }
00356                 validFinalInsertion = true;
00357                 infoCandidate[0] = -1;  infoCandidate[1] = -1;
00358                 infoCandidate[2] = -1;  infoCandidate[3] = Double.MAX_VALUE;
00359                 infoCandidate[4] = -1;
00360             } // cliente
00361 
00362             return candidatesList;
00363         }
00364 
00369         public TOPTWSolution getSolution() {
00370             return solution;
00371         }
00372 
00377         public void setSolution(TOPTWSolution solution) {
00378             this.solution = solution;
00379         }
00380 
00385         public int getSolutionTime() {
00386             return solutionTime;
00387         }
00388 
00393         public void setSolutionTime(int solutionTime) {
00394             this.solutionTime = solutionTime;
00395         }
00396 
00401         public double getMaxScore() {
00402             double maxSc = -1.0;
00403             for(int i = 0; i < this.solution.getProblem().getScore().length; i++) {
00404                 if(this.solution.getProblem().getScore(i) > maxSc)
00405                     maxSc = this.solution.getProblem().getScore(i);
00406             }
00407             return maxSc;
00408         }
00409 
00410 }
```

8.17. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWReader.java

Contiene la clase TOPTWReader para leer instancias del problema TOPTW desde archivos.

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.File;
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
```

Gráfico de dependencias incluidas en TOPTWReader.java:



Clases

- class top.TOPTWReader

  Proporciona funcionalidad para leer una instancia del problema TOPTW desde un archivo de texto.

Paquetes

- package top

8.17.1. Descripción detallada

Contiene la clase TOPTWReader para leer instancias del problema TOPTW desde archivos.

Definición en el archivo TOPTWReader.java.

8.18. TOPTWReader.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package top;
00006
00007 import java.io.BufferedReader;
00008 import java.io.File;
00009 import java.io.FileReader;
00010 import java.io.IOException;
00011
00012 import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
00013
00019 public class TOPTWReader {
00020
00031     public static TOPTW readProblem(String filePath) {
00032         TOPTW problem = null;
00033         BufferedReader reader = null;
00034         try {
00035             File instaceFile = new File(filePath);
00036             reader = new BufferedReader(new FileReader(instaceFile));
00037             String line = reader.readLine();
00038             line = ExpositoUtilities.simplifyString(line);
00039             String[] parts =line.split(" ");
00040             problem = new TOPTW(Integer.parseInt(parts[2]), Integer.parseInt(parts[1]));
00041             line = reader.readLine();
00042             line = null; parts = null;
00043             for (int i = 0; i < problem.getPOIs()+1; i++) {
00044                 line = reader.readLine();
00045                 line = ExpositoUtilities.simplifyString(line);
00046                 parts = line.split(" ");
00047                 problem.setX(i, Double.parseDouble(parts[1]));
00048                 problem.setY(i, Double.parseDouble(parts[2]));
00049                 problem.setServiceTime(i, Double.parseDouble(parts[3]));
```

```
00050                 problem.setScore(i, Double.parseDouble(parts[4]));
00051                 if(i==0) {
00052                     problem.setReadyTime(i, Double.parseDouble(parts[7]));
00053                     problem.setDueTime(i, Double.parseDouble(parts[8]));
00054                 }
00055                 else {
00056                     problem.setReadyTime(i, Double.parseDouble(parts[8]));
00057                     problem.setDueTime(i, Double.parseDouble(parts[9]));
00058                 }
00059                 line = null; parts = null;
00060             }
00061             problem.calculateDistanceMatrix();
00062         } catch (IOException e) {
00063             System.err.println(e);
00064             System.exit(0);
00065         } finally {
00066             if (reader != null) {
00067                 try {
00068                     reader.close();
00069                 } catch (IOException ex) {
00070                     System.err.println(ex);
00071                     System.exit(0);
00072                 }
00073             }
00074         }
00075         problem.setMaxTimePerRoute(problem.getDueTime(0));
00076         return problem;
00077     }
00078
00079 }
```

8.19. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWRoute.java

Contiene la definición de la clase TOPTWRoute, que representa una ruta simple.

Clases

- class top.TOPTWRoute

  Modela una ruta simple mediante la identificación de sus nodos predecesor y sucesor.

Paquetes

- package top

8.19.1. Descripción detallada

Contiene la definición de la clase TOPTWRoute, que representa una ruta simple.

Definición en el archivo TOPTWRoute.java.

8.20. TOPTWRoute.java

Ir a la documentación de este archivo.

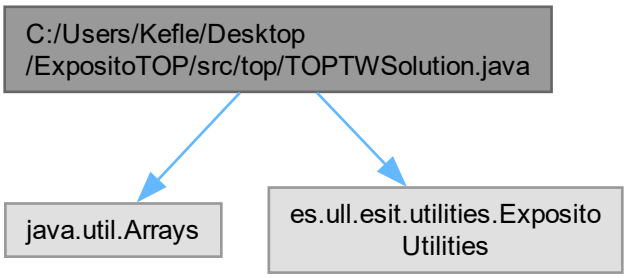
```
00001
00005 package top;
00006
00012 public class TOPTWRoute {
00016     int predecessor;
00020     int succesor;
00024     int id;
00025
00029     TOPTWRoute() {
00030
00031     }
00032
00039     TOPTWRoute(int pre, int succ, int id) {
00040         this.predecessor = pre;
00041         this.succesor = succ;
00042         this.id = id;
00043     }
00044
00049     public int getPredeccesor() {
00050         return this.predecessor;
00051     }
00052
00057     public int getSuccesor() {
00058         return this.succesor;
00059     }
00060
00065     public int getId() {
00066         return this.id;
00067     }
00068
00073     public void setPredeccesor(int pre) {
00074         this.predecessor = pre;
00075     }
00076
00081     public void setSuccesor(int suc) {
00082         this.succesor = suc;
00083     }
00084
00089     public void setId(int id) {
00090         this.id = id;
00091     }
00092 }
```

8.21. Referencia del archivo C:/Users/Kefle/Desktop/ExpositoTOP/src/top/TOPTWSolution.java

Contiene la definición de la clase TOPTWSolution, que representa una solución para el problema TOPTW.

```
import java.util.Arrays;
import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
```

Gráfico de dependencias incluidas en TOPTWSolution.java:



Clases

- class top.TOPTWSolution

  Representa una solución a una instancia del problema TOPTW.

Paquetes

- package top

8.21.1. Descripción detallada

Contiene la definición de la clase TOPTWSolution, que representa una solución para el problema TOPTW.

Definición en el archivo TOPTWSolution.java.

8.22. TOPTWSolution.java

Ir a la documentación de este archivo.

```
00001
00005 package top;
00006
00007 import java.util.Arrays;
00008
00009 import es.ull.esit.utilities.ExpositoUtilities;
00010
00017 public class TOPTWSolution {
00021     public static final int NO_INITIALIZED = -1;
00022     private TOPTW problem;
00023     private int[] predecessors;
00024     private int[] successors;
00025     private double[] waitingTime;
00026     private int[] positionInRoute;
00027
00028     private int[] routes;
00029     private int availableVehicles;
00030     private double objectiveFunctionValue;
00031
00036     public TOPTWSolution(TOPTW problem) {
00037         this.problem = problem;
```

```
00038         this.availableVehicles = this.problem.getVehicles();
00039         this.predecessors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00040         this.successors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00041         this.waitingTime = new double[this.problem.getPOIs()];
00042         this.positionInRoute = new int[this.problem.getPOIs()];
00043         Arrays.fill(this.predecessors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00044         Arrays.fill(this.successors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00045         Arrays.fill(this.waitingTime, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00046         Arrays.fill(this.positionInRoute, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00047         this.routes = new int[this.problem.getVehicles()];
00048         this.objectiveFunctionValue = TOPTWEvaluator.NO_EVALUATED;
00049     }
00050 
00055     public void initSolution() {
00056         this.predecessors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00057         this.successors = new int[this.problem.getPOIs()+this.problem.getVehicles()];
00058         Arrays.fill(this.predecessors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00059         Arrays.fill(this.successors, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00060         this.routes = new int[this.problem.getVehicles()];
00061         Arrays.fill(this.routes, TOPTWSolution.NO_INITIALIZED);
00062         this.routes[0] = 0;
00063         this.predecessors[0] = 0;
00064         this.successors[0] = 0;
00065         this.availableVehicles = this.problem.getVehicles() - 1;
00066     }
00067 
00073     public boolean isDepot(int c) {
00074         for(int i = 0; i < this.routes.length; i++) {
00075             if(c==this.routes[i]) {
00076                 return true;
00077             }
00078         }
00079         return false;
00080     }
00081 
00087     public boolean equals(TOPTWSolution otherSolution) {
00088         for (int i = 0; i < this.predecessors.length; i++) {
00089             if (this.predecessors[i] != otherSolution.predecessors[i]) {
00090                 return false;
00091             }
00092         }
00093         return true;
00094     }
00095 
00101     @Override
00102     public boolean equals(Object o) {
00103         if (this == o) {
00104             return true;
00105         }
00106         if (o == null || getClass() != o.getClass()) {
00107             return false;
00108         }
00109         TOPTWSolution that = (TOPTWSolution) o;
00110         return Arrays.equals(predecessors, that.predecessors);
00111     }
00112 
00113     @Override
00114     public int hashCode() {
00115         return Arrays.hashCode(predecessors);
00116     }
00117 
00122     public int getAvailableVehicles() {
00123         return this.availableVehicles;
00124     }
00125 
00130     public int getCreatedRoutes() {
00131         return this.problem.getVehicles() - this.availableVehicles;
00132     }
00133 
00140     public double getDistance(int x, int y) {
00141         return this.problem.getDistance(x, y);
00142     }
00143 
00148     public void setAvailableVehicles(int availableVehicles) {
00149         this.availableVehicles = availableVehicles;
00150     }
00151 
00157     public int getPredecessor(int customer) {
00158         return this.predecessors[customer];
00159     }
00160 
00165     public int[] getPredecessors() {
00166         return this.predecessors;
00167     }
00168 
00173     public TOPTW getProblem() {
00174         return this.problem;
```

```
00175     }
00176
00181     public double getObjectiveFunctionValue() {
00182         return this.objectiveFunctionValue;
00183     }
00184
00190     public int getPositionInRoute(int customer) {
00191         return this.positionInRoute[customer];
00192     }
00193
00199     public int getSuccessor(int customer) {
00200         return this.successors[customer];
00201     }
00202
00207     public int[] getSuccessors() {
00208         return this.successors;
00209     }
00210
00216     public int getIndexRoute(int index) {
00217         return this.routes[index];
00218     }
00219
00225     public double getWaitingTime(int customer) {
00226         return this.waitingTime[customer];
00227     }
00228
00233     public void setObjectiveFunctionValue(double objectiveFunctionValue) {
00234         this.objectiveFunctionValue = objectiveFunctionValue;
00235     }
00236
00242     public void setPositionInRoute(int customer, int position) {
00243         this.positionInRoute[customer] = position;
00244     }
00245
00251     public void setPredecessor(int customer, int predecessor) {
00252         this.predecessors[customer] = predecessor;
00253     }
00254
00260     public void setSuccessor(int customer, int succesor) {
00261         this.successors[customer] = succesor;
00262     }
00263
00269     public void setWaitingTime(int customer, int waitingTime) {
00270         this.waitingTime[customer] = waitingTime;
00271     }
00272
00279     public String getInfoSolution() {
00280         final int COLUMN_WIDTH = 15;
00281         String text = "\n"+"NODES: " + this.problem.getPOIs() + "\n" + "MAX TIME PER ROUTE: " +
      this.problem.getMaxTimePerRoute() + "\n" + "MAX NUMBER OF ROUTES: " + this.problem.getMaxRoutes() +
      "\n";
00282         String textSolution = "\n"+"SOLUTION: "+"\n";
00283         double costTimeSolution = 0.0, fitnessScore = 0.0;
00284         boolean validSolution = true;
00285         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) { // rutas creadas
00286             String[] strings = new String[]{"\n" + "ROUTE " + k };
00287             int[] width = new int[strings.length];
00288             Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00289             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00290             strings = new String[]{"CUST NO.", "X COORD.", "Y. COORD.", "READY TIME", "DUE DATE",
      "ARRIVE TIME", " LEAVE TIME", "SERVICE TIME"};
00291             width = new int[strings.length];
00292             Arrays.fill(width, COLUMN_WIDTH);
00293             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width) + "\n";
00294             strings = new String[strings.length];
00295             int depot = this.getIndexRoute(k);
00296             int pre=-1, suc=-1;
00297             double costTimeRoute = 0.0, fitnessScoreRoute = 0.0;
00298             pre = depot;
00299             int index = 0;
00300             strings[index++] = "" + pre;
00301             strings[index++] = "" + this.getProblem().getX(pre);
00302             strings[index++] = "" + this.getProblem().getY(pre);
00303             strings[index++] = "" + this.getProblem().getReadyTime(pre);
00304             strings[index++] = "" + this.getProblem().getDueTime(pre);
00305             strings[index++] = "" + 0;
00306             strings[index++] = "" + 0;
00307             strings[index++] = "" + this.getProblem().getServiceTime(pre);
00308             text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00309             text += "\n";
00310             do {                // recorremos la ruta
00311                 index = 0;
00312                 suc = this.getSuccessor(pre);
00313                 textSolution += pre+" - ";
00314                 strings[index++] = "" + suc;
00315                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getX(suc);
00316                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getY(suc);
```

```
00317                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getReadyTime(suc);
00318                 strings[index++] = "" + this.getProblem().getDueTime(suc);
00319                 costTimeRoute += this.getDistance(pre, suc);
00320                 if(costTimeRoute < (this.getProblem().getDueTime(suc))) {
00321                     if(costTimeRoute < this.getProblem().getReadyTime(suc)) {
00322                         costTimeRoute = this.getProblem().getReadyTime(suc);
00323                     }
00324                     strings[index++] = "" + costTimeRoute;
00325                     costTimeRoute +=  this.getProblem().getServiceTime(suc);
00326                     strings[index++] = "" + costTimeRoute;
00327                     strings[index++] = "" + this.getProblem().getServiceTime(pre);
00328                     if(costTimeRoute > this.getProblem().getMaxTimePerRoute()) { validSolution =
      false; }
00329                     fitnessScoreRoute += this.problem.getScore(suc);
00330                 } else { validSolution = false; }
00331                 pre = suc;
00332                 text += ExpositoUtilities.getFormat(strings, width);
00333                 text += "\n";
00334             } while(suc != depot);
00335             textSolution += suc+"\n";
00336             costTimeSolution += costTimeRoute;
00337             fitnessScore += fitnessScoreRoute;
00338         }
00339         textSolution += "FEASIBLE SOLUTION: "+validSolution+"\n"+"SCORE: "+fitnessScore+"\n"+"TIME
      COST: "+costTimeSolution+"\n";
00340         return textSolution+text;
00341     }
00342
00348     public double evaluateFitness() {
00349         double objectiveFunction = 0.0;
00350         double objectiveFunctionPerRoute = 0.0;
00351         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) {
00352             int depot = this.getIndexRoute(k);
00353             int pre=depot, suc = -1;
00354             do {
00355                 suc = this.getSuccessor(pre);
00356                 objectiveFunctionPerRoute = objectiveFunctionPerRoute + this.problem.getScore(suc);
00357                 pre = suc;
00358             } while((suc != depot));
00359             objectiveFunction = objectiveFunction + objectiveFunctionPerRoute;
00360             objectiveFunctionPerRoute = 0.0;
00361         }
00362         return objectiveFunction;
00363     }
00364
00371     public int addRoute() {
00372         int depot = this.problem.getPOIs();
00373         depot++;
00374         int routePos = 1;
00375         for(int i = 0; i < this.routes.length; i++) {
00376             if(this.routes[i] != -1 && this.routes[i] != 0) {
00377                 depot = this.routes[i];
00378                 depot++;
00379                 routePos = i+1;
00380             }
00381         }
00382         this.routes[routePos] = depot;
00383         this.availableVehicles--;
00384         this.predecessors[depot] = depot;
00385         this.successors[depot] = depot;
00386         this.problem.addNodeDepot();
00387         return depot;
00388     }
00389
00395     public double printSolution() {
00396         for(int k = 0; k < this.getCreatedRoutes(); k++) {
00397                 int depot = this.getIndexRoute(k);
00398                 int pre=depot, suc = -1;
00399                 do {
00400                     suc = this.getSuccessor(pre);
00401                     System.out.print(pre+" - ");
00402                     pre = suc;
00403                 } while((suc != depot));
00404                 System.out.println(suc+"  ");
00405         }
00406         double fitness = this.evaluateFitness();
00407         System.out.println("SC="+fitness);
00408         return fitness;
00409     }
00410
00411 }
```

Índice alfabético