



Ingeniería informática

David Guillermo Morales Sáez

Definición del problema

El problema planteado para su resolución es el de la búsqueda del camino más corto para una red de metro, en este caso la de Madrid. En este trabajo nos centraremos en dos sistemas de búsqueda: Dijkstra y A*. Dijkstra es un algoritmo de búsqueda no-informado, ya que no tenemos conocimiento sobre el camino a seguir, sino que utilizaremos el coste del camino ya hecho. En cambio, A* es un algoritmo de búsqueda informado, ya que calculamos el coste acumulado en la trayectoria parcial desde el nodo inicial hasta el nodo actual y el coste desde el nodo actual hasta el final.

Entre los objetivos de este trabajo, hemos creado un programa que calcula la ruta óptima entre dos estaciones de metro empleando tanto el algoritmo de Dijkstra y el de A*. Además, mostramos el camino a seguir paso a paso de manera detallada, mostrando los cambios de línea y su dirección en cada traspordo. Hay dos maneras de calcular la distancia entre dos estaciones: el tiempo que tarda y el número de trasbordos que hace, en este caso se ha hecho con el tiempo.

Descripción de la solución adoptada

• Dijkstra

Para la implementación de este algoritmo, he creado una función recursiva que realiza el cálculo principal. Esta función se encarga de ir buscando aquella estación con la menor distancia, la elimina de la lista de búsqueda mientras se añade a la ruta y buscamos el siguiente nodo hasta que no tengamos ninguna estación entre la actual y la final. Para esto se ha creado un nodo con tres parámetros: el Nodo Actual, el Coste y la Ruta.

• A*

Para la implementación de este algoritmo, se ha subdividido el problema en dos funciones, ambas llamadas astar pero con distintos parámetros (astar/4 y astar/5). La primera función obtiene el siguiente nodo a seguir y la segunda función va modificando la lista final. Al principio, tendremos una lista "Abierta" con todos los nodos posibles y una lista "Cerrada" con los nodos que indican el camino. A medida que se va avanzando con la resolución del problema, la lista "Cerrada" va creciendo hasta que llega al nodo cuya estación es la que buscamos. Cada nodo que pase a la lista "Cerrada" es eliminado de la lista "Abierta", eliminando la posibilidad de pasar dos veces por la misma estación. Una vez completado, damos la vuelta a la ruta, ya que hemos ido insertando las estaciones al principio.

Implementación

Dijkstra.pl

ruta_dn/2: función principal que se encarga del manejo de datos.

camino/4: calcula la ruta más corta entre los dos primeros parámetros, guarda su ruta en el tercero y el coste en el cuarto parámetro.

dijkstra/2: esta función calcula la distancia por pares si existe una arista entre ellos

dijkstra_1/3: esta función realiza el bucle principal, moviendo los nodos de una lista a otra.

conectar/3: crea una lista de nodos con cada una de las estaciones a las que puede acceder desde el nodo actual.

dist2/3: comprueba si el segundo parámetro es el elemento con la menor distancia de la lista de nodos que hay en el primer parámetro.

mascorto/2: simplemente comprueba si un parámetro es menor que otro.

eliminar/3: elimina todos los nodos repetidos en la segunda lista e inserta la lista modificada en el tercer parámetro.

igual/2: comprueba si dos parámetros son iguales.

menor/2: comprueba si un parámetro es menor o igual que otro.

incr/3: copia la lista del primer parámetro en la del tercer parámetro , incrementando su coste tanto como el segundo parámetro indique.

calc_cost2/2: obtiene el coste final de un trayecto.

asterisco.pl

ruta_an/2: función principal que se encarga del manejo de datos.

aster/3: calcula la ruta entre los dos primeros parámetros y la inserta en el tercero.

astar/4: busca el nodo mas cercano de la lista.

astar/5: inserta el nodo del primer parámetro en la lista cerrada y lo elimina de la lista abierta.

expandir/4: comprueba que el vecino más cercano no está ya en la lista y modifica el coste.

buscar_mas_corto/3: busca el nodo de la lista abierta más cercano

dist_min/3: evalúa si el tercer parámetro es el elemento de la lista con el menor coste

calc_cost/2: obtiene el coste final de un trayecto.

utilidades.pl

que_Linea_Tomar/4: imprime el recorrido de manera ordenada y separado por líneas.

lin/6: busca la linea en cuyo recorrido esté ña estación del primer parámetro y las dos siguientes del tercer parámetro.

sublista/2: comprueba si la primera lista está dentro de la segunda.

hasta/3: devuelve el primer elemento del primer parámetro a partir del cual difieren las listas.

borrar/3: borra tantos elementos de la lista del segundo parámetro como el primero indique y la guarda en el tercer parámetro.

seg_2_horas/2: muestra el tiempo en el formato 'Xh. Ymin. Zseg.'.

añadir/3: añade el primer parámetro al final de la lista del segundo parámetro.

metro.pl

metro/0: función principal, inicia la interfaz del programa.

Pruebas

· Dijkstra

- Abrantes-Sol

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 11 en dirección Abrantes hasta Plaza Elíptica.
Debe tomar la línea 6 en dirección Plaza Elíptica hasta Legazpi.
Debe tomar la línea 3 en dirección Legazpi hasta Sol.

Recorrerá 7 estaciones y hará 2 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 29 min. 55 seg.
Nodos expandidos: 851

- Campamento-Cantabria

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 5 en dirección Campamento hasta Casa de Campo.
Debe tomar la línea 10 en dirección Casa de Campo hasta Colonia Jardín.
Debe tomar la línea m13 en dirección Colonia Jardín hasta Cantabria.

Recorrerá 10 estaciones y hará 2 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 44 min. 6 seg.
Nodos expandidos: 764

- Aeropuerto T1T2T3-Aeropuerto T4

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 8 en dirección Aeropuerto T1T2T3 hasta Aeropuerto T4.

Recorrerá 1 estaciones y hará 0 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 8 min. 36 seg.
Nodos expandidos: 865

- Goya-Fuencarral

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 4 en dirección Goya hasta Alonso Martínez.
Debe tomar la línea 10 en dirección Alonso Martínez hasta Fuencarral.

Recorrerá 11 estaciones y hará 1 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 27 min. 30 seg.

Nodos expandidos: 842

- Noviciado-San Blas

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 2 en dirección Noviciado hasta Canal.
Debe tomar la línea 7 en dirección Canal hasta San Blas.

Recorrerá 13 estaciones y hará 1 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 22 min. 8 seg.

Nodos expandidos: 969

· A*

- Abrantes-Sol

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 11 en dirección Abrantes hasta Plaza Elíptica.
Debe tomar la línea 6 en dirección Plaza Elíptica hasta Legazpi.
Debe tomar la línea 3 en dirección Legazpi hasta Sol.

Recorrerá 7 estaciones y hará 2 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 29 min. 55 seg.

Nodos expandidos: 20

- Campamento-Cantabria

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 5 en dirección Campamento hasta Casa de Campo.
Debe tomar la línea 10 en dirección Casa de Campo hasta Colonia Jardín.
Debe tomar la línea m13 en dirección Colonia Jardín hasta Cantabria.

Recorrerá 10 estaciones y hará 2 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 44 min. 6 seg.

Nodos expandidos: 38

- Aeropuerto T1T2T3-Aeropuerto T4

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 8 en dirección Aeropuerto T1T2T3 hasta Aeropuerto T4.

Recorrerá 1 estaciones y hará 0 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 8 min. 36 seg.

Nodos expandidos: 3

- Goya-Fuencarral

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 4 en dirección Goya hasta Alonso Martínez.

Debe tomar la línea 10 en dirección Alonso Martínez hasta Fuencarral.

Recorrerá 11 estaciones y hará 1 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 27 min. 30 seg.

Nodos expandidos: 46

- Noviciado-San Blas

La ruta de debe tomar es:

Debe tomar la línea 2 en dirección Noviciado hasta Canal.

Debe tomar la línea 7 en dirección Canal hasta San Blas.

Recorrerá 13 estaciones y hará 1 transbordo(s).

El tiempo de viaje será: 0 h. 22 min. 8 seg.

Nodos expandidos: 71

Conclusiones

Básicamente hay 2 casos posibles: aquel de una pronta resolución o aquel que requiera un gran número de cálculos. El primer ejemplo no es menester explicarlo, ya que es el caso óptimo para el problema. Lo interesante se halla en aquellos casos que requieran un elevado número de nodos expandidos, casos como la ruta entre Abrantes y Sol. En este tipo de casos vemos que con el algoritmo de Dijkstra requiere 851 nodos expandidos, mientras que el algoritmo de A* requiere sólo 20. Esta comparación se puede llevar al tiempo que tarda en su cálculo, cuya diferencia es similar. Esto puede ser un grave problema en ordenadores con poca memoria, ya que la búsqueda de los nodos puede superar su capacidad, cerrando el programa inesperadamente por falta de memoria.

Apéndice

Archivos

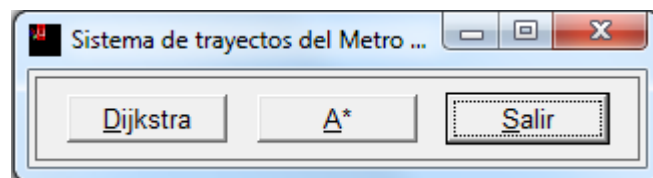
El programa consta de siete archivos:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| - asterisco.pl | - lineas.pl |
| - costes.pl | - metro.pl |
| - Dijkstra.pl | - utilidades.pl |
| - estaciones.pl | |

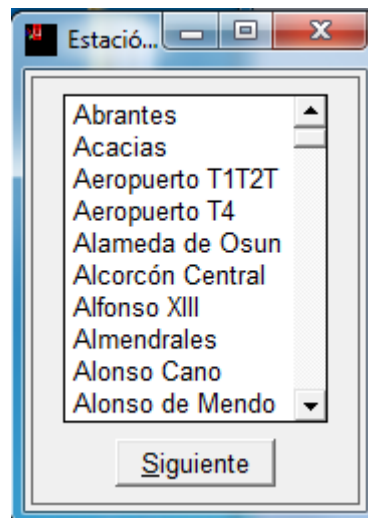
Para su cargado y compilación sólo hemos de cargar el archivo 'metro.pl' (consult('metro.pl')).

Uso

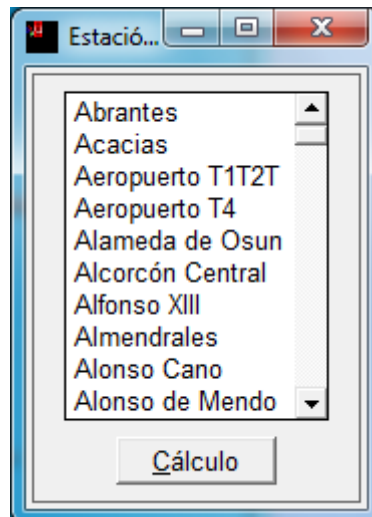
Para el uso del programa desarrollado, debemos abrir el intérprete de órdenes de Prolog, cargar el archivo 'metro.pl' y ejecutar 'metro.'. Una vez hecho esto, se mostrará una pequeña ventana con tres opciones:



Donde pulsando el primer botón escogeremos el algoritmo de Dijkstra, pulsando el segundo escogeremos el algoritmo de A* y pulsando el último cerraremos el programa. Una vez pulsado uno de los dos primeros botones, veremos otra ventana con todas las estaciones de metro:



Donde debemos escoger la estación inicial y pulsar en el botón 'Siguiente'. Cuando lo hayamos hecho, veremos otra ventana muy parecida, donde escogeremos la estación de destino:



Y, pulsando en el botón 'Cálculo', veremos el resultado en el intérprete de Prolog. También se volverá a mostrar la ventana inicial, permitiendo escoger otra ruta. Para ver un ejemplo, hemos escogido empezar desde la estación Alfonso XIII y dirigirnos a la Ciudad Universitaria mediante el algoritmo A*, por lo que la salida sería:

```
2 ?- metro.
```

```
La ruta de debe tomar es:
```

```
Debe tomar la línea 4 en dirección Alfonso XIII hasta Avenida de América.  
Debe tomar la línea 7 en dirección Avenida de América hasta Guzmán el Bueno.  
Debe tomar la línea 6 en dirección Guzmán el Bueno hasta Ciudad Universitaria.
```

```
Recorrerá 8 estaciones y hará 2 transbordo(s).
```

```
El tiempo de viaje será: 0 h. 26 min. 26 seg.  
Nodos expandidos: 46
```
