**Práctica 1: Estrategias de búsqueda**

Problema 1:

Para el primer ejercicio se nos solicitó hacer los siguientes cambios en el código:

* Crea una clase Nodo según lo descrito en teoría.
* Adaptar la clase “Estrategia4.java” para que implemente los nodos.
* Cambiar el método soluciona de la clase “EstrategiaBusqueda.java” para que devuelva un array de Nodos.
* Implementar un método “reconstruye\_sol como el descrito en teoría.
* Implementar una clase EstrategiaBusquedaGrafo.

Solución:

Para este problema, creamos una clase “Nodo.java” la cual contiene tres atributos: “estado” de tipo Estado para indicar el estado de la aspiradora, “padre” de tipo Nodo para indicar cual es el nodo padre del nodo en cuestión y por último “accion” de tipo Accion para indicar la acción a realizar.

En la clase “Estrategia4.java” modificamos las listas que almacenaban los estados explorados y a explorar para que estas guardasen objetos de tipo “Nodo” descritos anteriormente, además de esto modificamos también la definición de nuestras clases para que devolviesen los tipos de datos que buscábamos, como es el caso de “EstrategiaBusqueda.java” que la modificamos para que devolviese un array de Nodos “Nodo[]”.

Implementamos también en nuestro programa los métodos: “reconstruye\_sol” que se encarga de devolver un array de nodos de la solución, el método “Sucesores” que devuelve un array todos los nodos sucesores al nodo actual, todos estos métodos fueron implementados tal y como se explican en teoría.

Por último, dado que “Estrategia4.java” falla cuando llega a un estado sin sucesores, creamos la clase “EstrategiaBusquedaGrafo.java” que se encarga de hacer búsquedas en amplitud del problema en cuestión.

Problema 2:

Queremos desarrollar un agente capaz de, a partir de un cuadrado parcialmente relleno, completar el cuadrado mágico de NxN (si es que es posible), respetando los valores suministrados originalmente.

Para este ejercicio se nos solicitó hacer lo siguiente:

* Formalizar el problema para poder resolverlo con estrategias de búsqueda e implementar la clase “ProblemaCuadradoMagico” que sea subclase de “ProblemaBusqueda” y define las subclases de Estado y Accion necesarias para representar el problema.
* Implementar las estrategias búsqueda en profundidad y en anchura.
* ¿Cuál de las dos estrategias es la más adecuada? Compruébalo mediante experimentos. ¿Cuál es la causa?
* Indica una heurística apropiada para el Cuadrado Mágico. ¿Es tu heurística admisible? ¿Y consistente? Justificar.
* Implementa el método de búsqueda A\*.
* ¿Puede tu programa resolver el tercer ejemplo en un tiempo razonable? ¿Qué mejoras harías para conseguir resolverlo más rápidamente? Descríbelas en detalle e impleméntalas.

Solución:

A la hora de formalizar el problema y pensar una implementación para el mismo nos encontramos con lo siguiente a tener en cuenta:

* Los estados del problema están representados por diferentes estados del cuadrado con más o menos números en él.
* Los valores de cada una de las casillas del cuadrado no pueden repetirse y tienen que estar entre [1, n²], en caso de estar vacía se representa con el número 0.
* La única accion posible que tenemos en el problema es insertar o no un valor en una determinada casilla, para insertar esta casilla ha de estar vacía y el valor cumplir la condición anterior.
* A la hora de recorrer el cuadrado e insertar un valor, se insertará en la casilla vacía más próxima del recorrido, este recorrido se hace de izquierda a derecha y de arriba para abajo.

Dicho esto, en nuestro programa podemos encontrar:

La clase “ProblemaCuadradoMagico.java” que extiende a “ProblemaBusqueda”, en esta clase es donde formalizamos el problema per sé y donde definimos las clases AcciónCuadrado que extiende a la clase Accion y la clase EstadoCuadrado que define a la clase Estado.

En esta clase también podremos encontrar el constructor propio de ProblemaCuadradoMagico y una serie de métodos auxiliares que se encargan de comprobar el total de la suma de las columnas, filas y diagonales, pudiendo comprobar así en caso de tener un cuadrado mágico completo si este es meta o no.

Creamos dos clases llamadas “EstrategiaBusquedaAnchura.java” y “EstrategiaBusquedaProfundidad.java” las cuales extienden ambas a la interfaz “EstrategiaBusqueda”, en ellas implementamos las búsquedas en anchura y profundidad respectivamente vistos en teoría.

**¿Cuál de las dos estrategias es la más adecuada? Compruébalo mediante experimentos. ¿Cuál es la causa?**

Para dar respuesta a esta pregunta ejecutamos nuestro programa para dar solución al problema que se nos expone en el PDF, siendo el estado inicial: [[4, 9, 2], [3, 5, 0], [0, 1, 0]], al momento de ejecutar la solución es evidente la respuesta a la pregunta, esto se debe a que la estrategia de Búsqueda En Amplitud genera y recorre de media algo mas del doble de los estados que genera la Búsqueda en Profundidad siendo esta ultima la mas adecuada y optima para trabajar este problema en sí.

La razón de que esto suceda es debido a que en nuestra implementación la matriz solo se llena del todo al final del problema, donde ya se puede evaluar si dicho estado es o no meta, por lo que gracias a esto la búsqueda en profundidad va a alcanzar este nivel para evaluar la meta mucho antes que el método por amplitud.

**Heurística**

Nuestra heurística es la siguiente:

-h(n) ➝ Número de casillas en blanco para llegar a la meta si la solución es posible.

-h(n) ➝ Infinito si la matriz ya no puede ser meta.

Nuestra heurística lo que hace es que mientras la solución sea posible, es decir, teniendo S=(N(N^2+1))/2, entonces la suma de los elementos de cualquier fila, columna, o diagonal no puede pasar de S, entonces devolveremos el número de casillas que están a 0 o que faltan por rellenar para que la matriz esté completa. Por otro lado, si nuestra matriz ya no es una solución posible porque la suma de los elementos de las filas, columnas o diagonales pasan de S, entonces devolveremos INFINITO para indicar que ese estado nunca va a llegar a ser solución y por lo tanto nunca podrá ser meta.

Es una buena heurística porque representa (aproximadamente) la situación real del problema, debido a que el coste real de éste es el número de casillas que hemos rellenado, por lo tanto, la heurística nunca va a sobreestimar el coste real, porque si el coste total es el número de casillas rellenadas, y la heurística nos dice las casillas que faltan por rellenar, nunca nos va a dar un coste mayor que el coste real. Es consistente ya que cumple que para cada nodo n, el coste estimado de alcanzar la meta desde n, no es mayor que la suma entre el coste de llegar a n’ (sucesor de n) y el coste estimado de alcanzar la meta desde n’, ya que si la solución es posible para el sucesor de n, el coste real de llegar de n’ a la meta va a ser el mismo que el que nos devuelve la heurística, es decir, si x es el coste estimado para ir de n a la meta, entonces el coste teórico para ir de n’ a la meta más el coste real para ir de n a n’ será (x-1) +1, que también es x. Si ir de n’ a la meta no es posible, el coste estimado es infinito y tendremos que si x es el coste estimado para ir de n a la meta, la suma para ir de n a n’ y el coste teórico para ir de n’ a la meta será de 1+INFINITO, que obviamente es mayor que x.

**Mejoras**

Para mejorar nuestro problema y hacer que resuelva el ejemplo 3, utilizamos la búsqueda en profundidad y modificamos el método que nos genera las acciones posibles limitando el número de acciones que podemos generar. Inicialmente lo que hicimos fue buscar la primera casilla vacía (a 0) que teníamos y generar como Acciones que se rellenase la casilla con los números del 1 al N^2, siendo una acción cada uno de los número. Para optimizarlo hicimos que solo se rellenase con los números que no estuviesen ya en la matriz (dado que no se pueden repetir) también miramos cuanto suman los elementos de la fila y columna de la casilla que estamos rellenando, y finalmente devolvemos solo los números que hacen que no se pasen de la cifra límite.

**Conclusión**

Al final como conclusión podemos sacar que la mejor opción para encontrar una solución a nuestro problema del Cuadrado Mágico es utilizar el algoritmo de búsqueda en profundidad y limitar las acciones que podemos generar, generando el menor número de sucesores posibles.