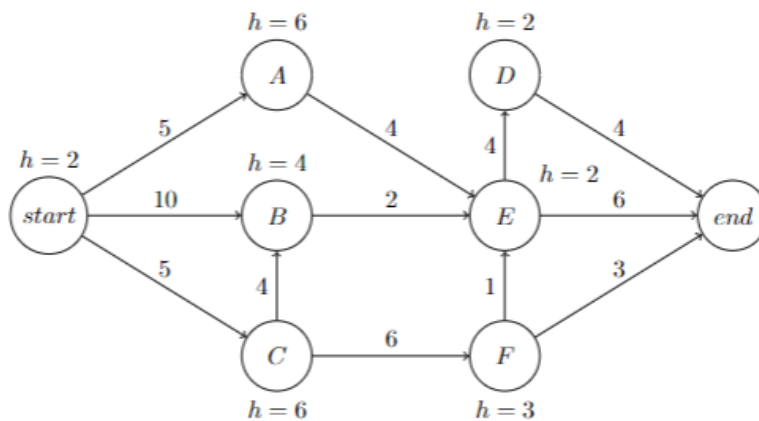


FACULTADE DE INFORMÁTICA  
Grado en Ingeniería Informática  
Sistemas Inteligentes

Práctica IA Simbólica

**Ejercicio 1. Búsqueda informada.** (0,25 puntos) En la siguiente figura se muestra un grafo de búsqueda del espacio de estados de un problema. Las etiquetas de los nodos representan un estado, y al lado de cada nodo aparece el valor de la *función heurística*  $h$ . Los arcos que interconectan los nodos representan la acción que permite pasar de un estado a otro y la etiqueta el coste de dicha transición. Suponer que el estado inicial se encuentra en el nodo *start* y la meta en el nodo *end*. Resolver, **de forma manual**, el siguiente grafo, escribiendo la secuencia de generación (FRONTERA) y expansión de nodos (EXPLORADOS) y el camino solución y su coste (si se encuentra) aplicando los algoritmos de búsqueda Avara y A\* basados en grafo. Utilizar la siguiente tabla como modelo para presentar los resultados, donde cada nodo de la columna FRONTERA se acompaña del valor de la función de evaluación (por ejemplo, en el caso de la búsqueda A\*, el primer sumando entre paréntesis corresponde al valor de  $g$  y el segundo al valor de  $h$ ) y cada nodo de la columna EXPLORADOS se acompaña sólo del valor de  $g$ . Además, compare los resultados obtenidos por las dos estrategias de búsqueda. Para la resolución del problema se utilizará la estrategia de ordenación de vecinos por orden alfabético, y si hay empates también se resolverán por orden alfabético (e.g. en caso de empate en la función de evaluación, se escogerá para explorar el nodo *A* antes que el nodo *B*).

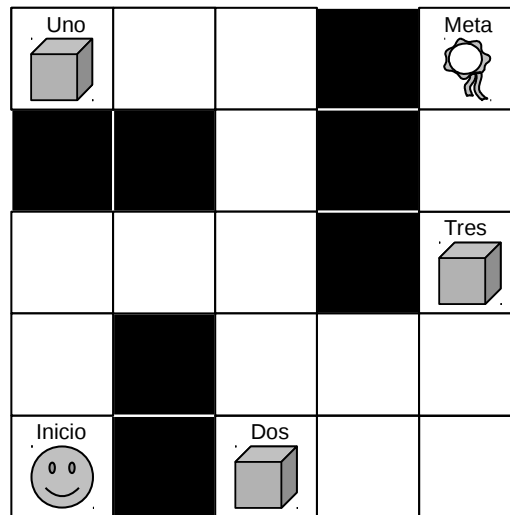
Paso	Frontera	Explorados
1	start(0+2)	-
2	A(5+6), B(10+4), C(5+6)	start(0)



**Ejercicio 2. Búsqueda con Graph Search.** (1 punto) Un robot repartidor debe partir inicialmente de una localidad numerada como 0 (la sede de su empresa de transportes) y visitar un conjunto de  $n \geq 1$  localidades numeradas  $\{1, \dots, n\}$ , recogiendo en cada una un paquete, para llevarlos todos finalmente a un destino  $n+1$  al otro extremo del mapa. Existe una conexión directa y bidireccional entre cada par de localidades  $i \neq j$  que representa una ruta de distancia mínima  $d(i, j)$ . Ya que las localidades son fijas, asumimos que el robot tiene estas distancias pre-programadas en su memoria.

En concreto, vamos a suponer que el mapa por el que se desplaza el robot es la siguiente cuadrícula de  $5 \times 5$  casillas donde  $n = 3$  y las localidades se corresponden con *Inicio* = 0, *Uno* = 1, *Dos* = 2,

$Tres = 3$  y  $Meta = 4$ . Para medir las distancias, contamos los saltos a casillas adyacentes en vertical y horizontal, respetando los obstáculos (casillas en negro) y sin dar rodeos innecesarios.



Además del coste de ir de una casilla a otra, también es necesario considerar el peso de los paquetes. Asumiremos que los costes relacionados con el peso se limitan estrictamente al hecho de levantar el paquete una vez y el coste es de 15 unidades para el paquete situado en la localidad *Uno*, 11 para el paquete situado en la localidad *Dos* y 8 para el paquete situado en la localidad *Tres*. También asumiremos que trasladar los paquetes no cuesta nada y que no tiene sentido soltar los paquetes en un sitio que no sea el destino ni visitar una ciudad en la que ya no hay paquetes.

Como ya se ha mencionado, el robot tiene todas las distancias mínimas entre cualquier par de localidades pre-programadas en su memoria. Esto significa que, por ejemplo, si el robot quiere ir del *Inicio* a *Uno*, la distancia es siempre 8 unidades – el robot nunca coge desvíos innecesarios cuando va de una localidad a otra. Sin embargo, el robot no es lo suficientemente inteligente para predecir los caminos completos de la solución. Es decir, el robot no sabe por anticipado el orden óptimo para recoger los paquetes. Aquí es donde reside la complejidad del problema, que es necesario formular como un *problema de búsqueda*.

Realiza las tareas detalladas a continuación, justificando tus respuestas:

1. **Distancias (1 pto.)** Crea una tabla de tamaño  $5 \times 5$  con la distancia mínima entre cada par de localidades.
2. **Estados (1 pto.)** Describe claramente los estados de este problema en concreto y enuméralos.
3. **Acciones (1 pto.)** Describe claramente las acciones para este problema en concreto y enuméralas.
4. **Heurística (2 ptos.)** Escoge una función heurística apropiada para este problema y represéntala como una fórmula matemática que pueda ser aplicable a cada estado. Explica por qué es una buena heurística.
5. **Grafo (2 ptos.)** Representa el problema como un grafo o árbol de búsqueda usando la herramienta **Graph Searching**.
6. **Resultados (1 pto.)** Ejecuta los siguientes algoritmos en la herramienta **Graph Searching**: 1) Depth First, 2) Breadth First, 3) Lowest Cost First (Coste uniforme), 4) Best First (Avara) y 5) A\*. Ejecuta cada algoritmo una sola vez y recuerda resetear siempre la búsqueda antes de ejecutar una nueva. No olvides especificar cualquier parámetro usado (por ejemplo,

estrategia de orden alfabético) que pueda ayudar a replicar tus experimentos. Para cada algoritmo, se pide incluir la siguiente información: 1) el camino obtenido, 2) el coste del camino, 3) el número de nodos expandidos.

7. **Conclusiones y discusión (2 ptos.)** En vista de los resultados obtenidos, explica qué algoritmo(s) obtiene(n) el mejor resultado y por qué. ¿Son óptimos los resultados? ¿En qué se diferencia cada algoritmo de los otros en este contexto? ¿Crees que los algoritmos seguirán dando resultados similares ante pequeñas variaciones del problema? Si no lo crees, ¿qué algoritmo(s) crees que podría(n) funcionar mejor?

#### **Normas de entrega:**

- La realización de esta práctica será por parejas.
- Forma de entrega: Un fichero ZIP a través del Campus Virtual. Para ello se creará una tarea de Moodle. El fichero ZIP contendrá: 1) un fichero XML con el grafo del problema (creado con la herramienta Graph Searching) y la heurística propuesta, y 2) un documento en PDF (con texto, figuras, tablas...) que describa tu solución en los términos indicados en el enunciado. La **fecha límite de entrega** será el domingo 21 de marzo de 2021 (23:55 horas).
- Del 22 al 26 de marzo se hará una **defensa** en clase (se habilitará en Moodle un procedimiento para apuntarse). El profesor podrá hacer cualquier pregunta a cualquiera de los miembros de la pareja, ya que ambos deberán saber responder. Si se detecta que solo un miembro de la pareja es capaz de responder a las preguntas, los dos miembros tendrán un 0 en la defensa.
- La nota máxima de las soluciones entregadas es un 1,25 sobre 10 y la nota máxima de la defensa es 0,25 sobre 10. Todo junto es 1,5 puntos, que es el 50 % de la nota de prácticas de toda la asignatura.