

PRACTICA 1. Búsqueda informada

1. Formalizar el problema definiendo estados y operadores.

Para formalizar la práctica 1 definiremos los estados y los operadores.

Los estados representan por fila y columna cada casilla de la matriz, se dividen en:

- Estado inicial, punto de partida del camino que corresponde a las coordenadas (0,0).
- Estado actual, durante la búsqueda del camino se actualizan las posiciones con las iteraciones, el estado actual representa un nodo en particular para un tiempo recorrido concreto.
- Estado final, es el objetivo a alcanzar, se encuentra en la posición (9,9).

Los operadores son las formas de moverse por la matriz, según el enunciado no se pueden realizar movimientos en diagonal por lo que los operadores son:

- Derecha (R), el siguiente estado se encuentra en la columna de la derecha y en la misma fila. (Fila)(Columna + 1)
- Izquierda (L), el siguiente estado se encuentra en la columna de la izquierda y en la misma fila. (Fila)(Columna - 1)
- Arriba (U), el siguiente estado se encuentra en la fila de arriba y en la misma columna. (Fila - 1)(Columna)
- Abajo (D), el siguiente estado se encuentra en la fila de abajo y en la misma columna. (Fila + 1)(Columna)

2. Dar 3 heurísticas bien diferenciadas para intentar encontrar el camino más rápido desde el estado inicial al final. Teniendo en cuenta que la información que utilizarán las heurísticas son las características de las casillas actuales y finales (Coordenadas y altura de cada una).

- Distancia Euclidiana

Para la primera heurística se ha implementado la distancia euclidiana que tiene en cuenta sólo las coordenadas y se basa en la distancia en línea recta para ir desde un punto A, en nuestro caso el Estado inicial (0,0) hasta el punto B, el Estado final (9,9). Esta heurística es óptima ya que en los resultados encontró el camino mínimo en un número de iteraciones menor que en el resto de heurísticas, y es válida ya que el coste de los resultados son mayores a la heurística calculada para el estado inicial y final .

$$d_e(P, Q) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

- Distancia Manhattan

La distancia Manhattan o geometría del taxi calcula la distancia entre dos puntos como la suma de las diferencias absolutas de sus coordenadas, es decir, la suma de las longitudes de dos lados de la matriz para el estado inicial y final.

$$dM(P, Q) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|.$$

- Distancia en función de la altura

Para la tercera heurística hemos utilizado la otra variable posible a parte de las coordenadas, las alturas de cada Estado, para calcularlo se resta a la altura del Estado final (9,9) = 5 la altura del Estado actual y se comparan los resultados de los estados en la lista de pendientes para ordenarlos según la altura. La idea principal de este algoritmo es acercarse cuanto antes a la altura del estado final y tratar de permanecer en valores cercanos para que no haya mucha diferencia en cuanto a costes. También se ha testado la heurística ordenando la lista en orden ascendente intentando siempre ir por los niveles más bajos posibles. Los resultados se muestran en la gráfica X.

$$dM(P, Q) = x_2 - x_1$$

| | BEST FIRST | | | A* | | |
|---------------|---------------|-------|--------|---------------|-------|--------|
| | Interacciones | Coste | Camino | Interacciones | Coste | Camino |
| Euclidiana | 53 | 31,5 | 23 | 69 | 31,5 | 23 |
| Manhattan | 52 | 33,5 | 25 | 70 | 31,5 | 23 |
| Alturas Bajas | 69 | 31,5 | 23 | 77 | 31,5 | 23 |
| Alturas Altas | 65 | 39,5 | 29 | 77 | 30 | 23 |

Tabla 1. Resultados para los algoritmos Best First (BF) y A estrella (A*) al aplicar las tres heurísticas.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 1. Euclidiana BF y A*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 2. Manhattan Best First

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 3. Manhattan A*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 4. Alturas Bajas BF

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 5. Alturas Altas BF

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 6. Alturas Bajas A*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | | 2 | 3 | 2 | | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 3 | | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | | 1 | 2 | 1 |
| | | | | 3 | 3 | | 0 | 2 | |
| | | | | 2 | 4 | | 2 | 2 | |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 2 | |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 2 | 3 | | 5 | 3 | |
| 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | | 6 | 4 | 5 |

Resultado 7. Alturas Altas A*

Observando los resultados podemos confirmar que ambos algoritmos son completos, ya que ofrecen al menos una solución. El algoritmo Best First encuentra el camino en menos iteraciones que el algoritmo A* ya que tiene en cuenta solo la heurística. Que el algoritmo A* tenga más iteraciones se debe a que busca el camino más óptimo, debido a que cuenta con la heurística y el coste acumulado de los estados del camino.

Se puede observar que el camino más óptimo se encuentra al utilizar la heurística de alturas altas y el algoritmo A*, que por otra parte al utilizar esta heurística para el Best First hemos obtenido los resultados menos óptimos, ya que al guiarse solo por la heurística trata de buscar las alturas más altas sin tener en cuenta el coste, por lo que la suma total no es óptima.

El algoritmo Hill Climbing es un algoritmo que ha de decrecer monótonamente, no es completo ni óptimo, y no contiene una lista de estados pendientes ni admite costes, por lo que es muy probable que no encuentre un camino posible desde el estado inicial al final. Tanto para la heurística euclidiana como la heurística Manhattan, la distancia puede ir decreciendo según avanza de estado, pero se puede encontrar con un acantilado, por lo que ya no podrá encontrar el camino, o tendrá que dirigirse a otros estados que están a mayor distancia y por lo tanto se detendrá. Para la heurística de alturas, Hill Climbing sólo podrá encontrar un camino si las alturas van decreciendo desde el estado inicial al final, por lo que es muy complicado que encuentre una solución posible.