



Memoria Práctica 1 Heurística y Optimización

Álvaro Guerrero Espinosa - 100472294
Adrian Cortázar - 100475860

Índice

1	Introducción	2
2	Descripción de los modelos	2
2.1	Problema 1	2
2.2	Problema 2	2
	Parámetros globales	2
	Estado	2
	Operadores	2
	Heurísticas	3
3	Análisis de resultados	4
3.1	Problema 1	4
3.2	Problema 2	4
	Resultado obtenido	4
	Casos de prueba	4
	Rendimiento	5
4	Conclusión	5

1 Introducción

2 Descripción de los modelos

2.1 Problema 1

2.2 Problema 2

Parámetros globales

Para resolver este problema, se han necesitado los siguientes parámetros globales (constantes):

- $P_T \in \mathbb{N}$: plazas totales de la ambulancia
- $P_{TC} \in \mathbb{N}$: plazas reservadas para pacientes contagiosos
- $E_0 \in \mathbb{N}$: energía inicial de la ambulancia, y valor al que se reinicia al pasar por el parking
- Casillas = $\{1, 2, X, N, C, CN, CC, P\}$: conjunto de posibles contenidos de una casilla
- $M_{ij} \in \text{Casillas}$ ($i, j \in \mathbb{N}, i < N, j < M$): mapa del problema, donde cada elemento indica el contenido de la casilla correspondiente
- energía : Casillas $\rightarrow \mathbb{N}$: función que devuelve el coste de energía de pasar por una casilla

$$\text{energía}(c) = \begin{cases} 2 & c = 2 \\ 1 & X \neq c \neq 2 \end{cases}$$

Estado

Los posibles estados de la ambulancia se han representado con una tupla con los siguientes valores:

- $P_N \in \mathbb{N}$: número de plazas actualmente ocupadas por pacientes no contagiosos
- $P_C \in \mathbb{N}$: número de plazas actualmente ocupadas por pacientes contagiosos
- $E \in \mathbb{N}$: energía actual de la ambulancia
- Pos $\in \mathbb{N}^{2 \times 1}$: posición actual de la ambulancia
- Visitados: campo de bits que codifica los pacientes que han sido recogidos, donde la posición i indica si el paciente con ID i ha sido recogido o no. Este ID se obtiene a partir de posición del paciente. Esto se eligió para reducir la cantidad de memoria necesaria para codificar cada estado

Con esto, el estado inicial sería el siguiente:

- $P_N = P_C = 0$
- $E = E_0$
- Pos = posición del parking
- Visitados = 0

El estado final sería cualquier estado que cumpla las siguientes condiciones:

- $P_N = P_C = 0$
- Pos = posición del parking
- Visitados = campo de bits con todos los bits a 1

Operadores

Este problema cuenta con un único operador: $\text{move}(x, y)$. Este operador mueve la ambulancia según el desplazamiento (x, y) . Para cada estado, sus sucesores serán los resultantes de aplicar este operador con los desplazamientos $(-1, 0)$, $(1, 0)$, $(0, -1)$, y $(0, 1)$, los cuales se corresponden con los movimientos horizontales y verticales permitidos.

Las precondiciones son las siguientes:

$$0 \leq \text{Pos}_x + x < N \quad (1)$$

$$0 \leq \text{Pos}_y + y < M \quad (2)$$

$$M[\text{Pos} + (x, y)] \neq X \quad (3)$$

$$E \geq \text{energía}(M[\text{Pos} + (x, y)]) \quad (4)$$

(1)(2) La nueva posición ($\text{Pos} + (x, y)$) está dentro del mapa

(3) La nueva posición ($\text{Pos} + (x, y)$) se puede transitar

(4) La ambulancia tiene la suficiente energía para atravesar la casilla

Los efectos son los siguientes:

- Se copian los valores del estado antes de aplicar el operador
- $\text{Pos} = \text{Pos} + (x, y)$
- $E = E - \text{energía}(M[\text{Pos} + (x, y)])$
- Si $M[\text{Pos} + (x, y)] = CN \Rightarrow P_N = 0$
- Si $M[\text{Pos} + (x, y)] = CC \Rightarrow P_C = 0$
- Si $M[\text{Pos} + (x, y)] = P \Rightarrow E = E_0$
- Si $M[\text{Pos} + (x, y)] = N$, el paciente se puede recoger ($P_C = 0, P_N \leq P_T$), y no está marcado en Visitados $\Rightarrow P_N = P_N + 1$ y se marca el paciente en Visitados
- Si $M[\text{Pos} + (x, y)] = C$, el paciente se puede recoger ($P_C < P_{T_C}, P_N \leq P_T - P_{T_C}$), y no está marcado en Visitados, $\Rightarrow P_C = P_C + 1$ y se marca el paciente en Visitados

El coste del operador es $\text{energía}(M[\text{Pos} + (x, y)])$

Heurísticas

Para las heurísticas definidas se ha usado la distancia de Manhattan para estimar la distancia entre dos posiciones dadas. Además, ambas heurísticas relajan las precondiciones (3) y (4), y las condiciones sobre cuando se puede recoger un paciente.

La primera heurística es el coste total de recoger al paciente no recogido más lejano (restringido a los pacientes contagiosos si la ambulancia ya tiene pacientes contagiosos), ir al centro de pacientes contagiosos (si es necesario), ir al centro de pacientes no contagiosos (si es necesario), y finalmente volver al parking.

Esta heurística es admisible porque estos pasos siempre se tendrán que hacer en orden al menos una vez al final. Además, las condiciones para ir a los centros de pacientes garantizan que el coste de sus respectivos pasos solo se añade si el paso realmente es necesario, garantizando que nunca se sobrestima el coste real.

La segunda heurística es una modificación de la primera. En el primer paso, si la ambulancia sí tiene algún paciente contagioso, además de recoger al paciente contagioso no recogido más lejano, también se añade el coste de ir al centro de pacientes contagiosos y recoger al paciente no contagioso no recogido más lejano. Además, en este caso no se volvería a ir al centro de pacientes contagiosos, asumiendo que ya se han entregado todos los pacientes contagiosos en el primer viaje.

Si la ambulancia tiene algún paciente contagioso, tendrá que pasar por el centro de pacientes contagiosos antes de recoger a algún otro paciente no contagioso. Por lo tanto, añadir en estos casos a la heurística original una estimación de este coste que siempre subestima el real no hace que deje de ser admisible. Además, como esta heurística es la primera con un sumando extra, está más informada.

3 Análisis de resultados

3.1 Problema 1

3.2 Problema 2

Resultado obtenido

Para el problema dado, el programa encuentra 2 soluciones óptimas con coste 88 función de la heurística usada. Para la primera heurística tiene una longitud del plan de 85 pasos, mientras que para la segunda tiene una longitud de 83 pasos

Casos de prueba

Los casos de prueba implementados son los siguientes:

- 1) Mapa lineal con un único paciente contagioso entre el parking y el centro de pacientes contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes contagiosos y volver
- 2) Mapa lineal con un único paciente no contagioso entre el parking y el centro de pacientes contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes no contagiosos y volver
- 3) Mapa lineal con un paciente no contagioso seguido de un paciente contagioso, seguido del centro de pacientes contagiosos y de pacientes no contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes no contagiosos y volver
- 4) Mapa lineal con un paciente no contagioso seguido de un paciente contagioso, seguido del centro de pacientes no contagiosos y de pacientes contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes contagiosos y volver, y se entregará al paciente no contagioso a la vuelta
- 5) Mapa lineal con un paciente contagioso seguido de un paciente no contagioso, seguido del centro de pacientes no contagiosos y de pacientes contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes contagiosos, volver a por el paciente no contagioso, ir al centro de pacientes no contagiosos, y volver al parking
- 6) Mapa lineal con un paciente contagioso seguido de un paciente no contagioso, seguido del centro de pacientes contagiosos y de pacientes no contagiosos. La solución óptima será ir al centro de pacientes contagiosos, volver a por el paciente no contagioso, ir al centro de pacientes no contagiosos, y volver al parking
- 7) Mapa en el que los pacientes/centros de pacientes están separados del parking por una casilla no transitable. No hay solución
- 8) Mapa con un paciente no contagioso seguido de 2 caminos con diferente longitud al centro de pacientes no contagiosos. La solución óptima será ir y volver del centro por el camino más corto
- 9) Mapa lineal con un único paciente no contagioso entre el parking y su centro, en el cual hay la energía justa para ir a su centro y volver. La solución óptima es ir al centro del paciente y volver
- 10) Mapa lineal en el cual el parking está entre un paciente no contagioso y su centro, y solo hay energía suficiente para llegar al centro desde el paciente si se recarga en el parking. La solución óptima es recoger al paciente, entregarlo en su centro, y volver al parking
- 11) Mapa con un único paciente no contagioso en el cual hay energía suficiente para ir y volver desde el parking al paciente o a su centro, pero no para realizar ambos en un único trayecto. La solución óptima es recoger al paciente no contagioso, volver al parking, ir a su centro, y volver al parking
- 12) Mapa lineal con más pacientes no contagiosos de los que puede llevar la ambulancia entre el parking y su centro. La solución óptima es ir a su centro, volver a por los restantes, volver a ir a su centro, y volver al parking
- 13) Mapa lineal con suficientes pacientes no contagiosos como para tener que usar las plazas de pacientes contagiosos pero no como para llenar la ambulancia, seguidos de un paciente contagioso y los centros de los pacientes. La solución óptima es ir al centro de pacientes no contagiosos, volver a por el paciente contagioso, ir al centro de pacientes contagiosos, y volver al parking

- 14) Mapa lineal con más pacientes contagiosos de los que puede llevar la ambulancia entre el parking y su centro. La solución óptima es ir a su centro, volver a por los restantes, volver a ir a su centro, y volver al parking

Tras ejecutar el programa con todos los casos de prueba, este obtiene siempre la solución óptima si existe

Rendimiento

Debido a la similitud de las heurísticas, en muchos de los casos de prueba el resultado es el mismo. Sin embargo, en los casos en los que la modificación de la segunda heurística se usa, esta es capaz de expandir significativamente menos nodos.

Para un caso complejo como el problema dado, la primera heurística necesita expandir ~ 174 millones de estados, mientras que la segunda es capaz de expandir únicamente ~ 87 millones

4 Conclusión