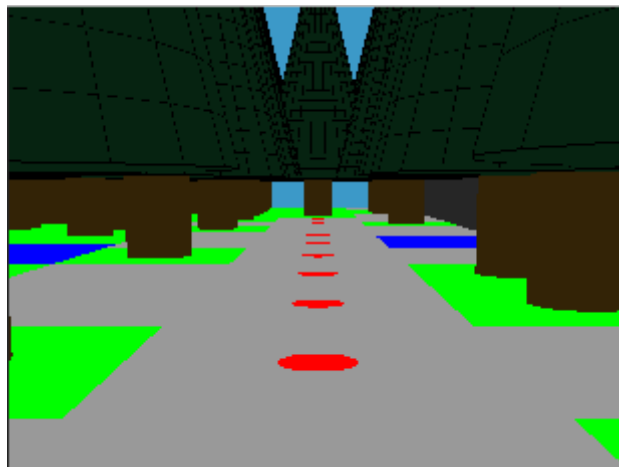


INTELIGENCIA ARTIFICIAL

E.T.S. de Ingenierías Informática y de
Telecomunicación

Ejemplos prácticos: Práctica E1

Convocatoria Extraordinaria de Julio



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Curso 2021-2022

1. Introducción

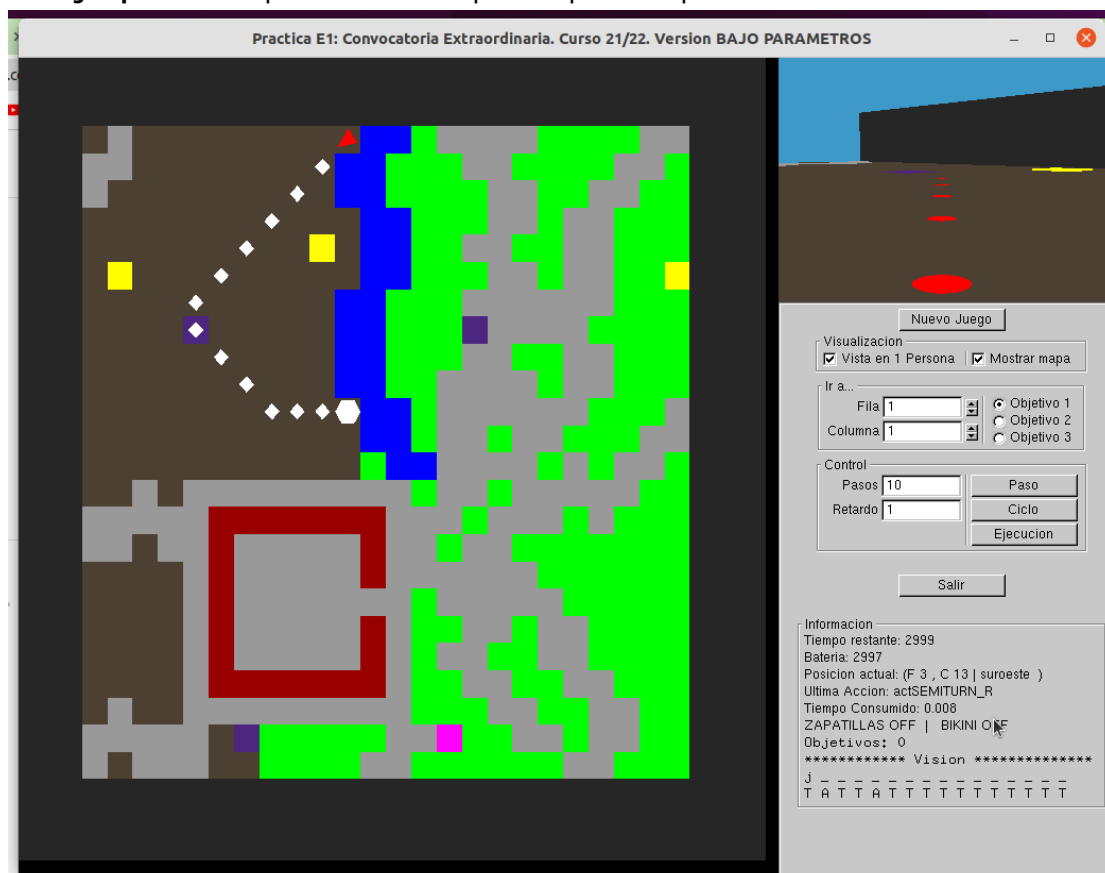
Este documento se aporta, de forma complementaria al material disponible de la la primera práctica de la convocatoria extraordinaria de Julio, [Práctica E1](#), con el fin de aclarar el comportamiento esperado en cada uno de los niveles descritos en el guión mediante ejemplos concretos. Dado que el Nivel 0 se implementa siguiendo el “Tutorial: Práctica 2”, se mostrarán ejemplos prácticos a partir del Nivel 1.

2. Nivel 1

En este nivel, se pide encontrar el camino que lleve al agente al objetivo que consuma menos batería. Para ello, se pide implementar el algoritmo A*. Los resultados esperados serán, por regla general, más largos que los obtenidos por un algoritmo de búsqueda en anchura en cuanto a número de acciones pero optimizarán el consumo de batería de diferentes maneras: eligiendo caminos menos costosos (como suelo pedregoso) o utilizando el bikini o las zapatillas para minimizar el coste de transitar aquellos terrenos más costosos.

Aquí mostramos dos ejemplos del comportamiento esperado para este nivel.

Ejemplo 1: `./practicaE1 mapas/mapa30.map 1 1 3 13 4 13 13`



Instantes de simulacion no consumidos: 2982

Tiempo Consumido: 0.008459

Nivel Final de Bateria: 2964

Plan: d A A A A A A i A i A A A i A A A (longitud 17)

Ejemplo 2: ./practicaE1 mapas/mapa30.map 1 1 3 13 4 7 15



Instantes de simulacion no consumidos: 2988

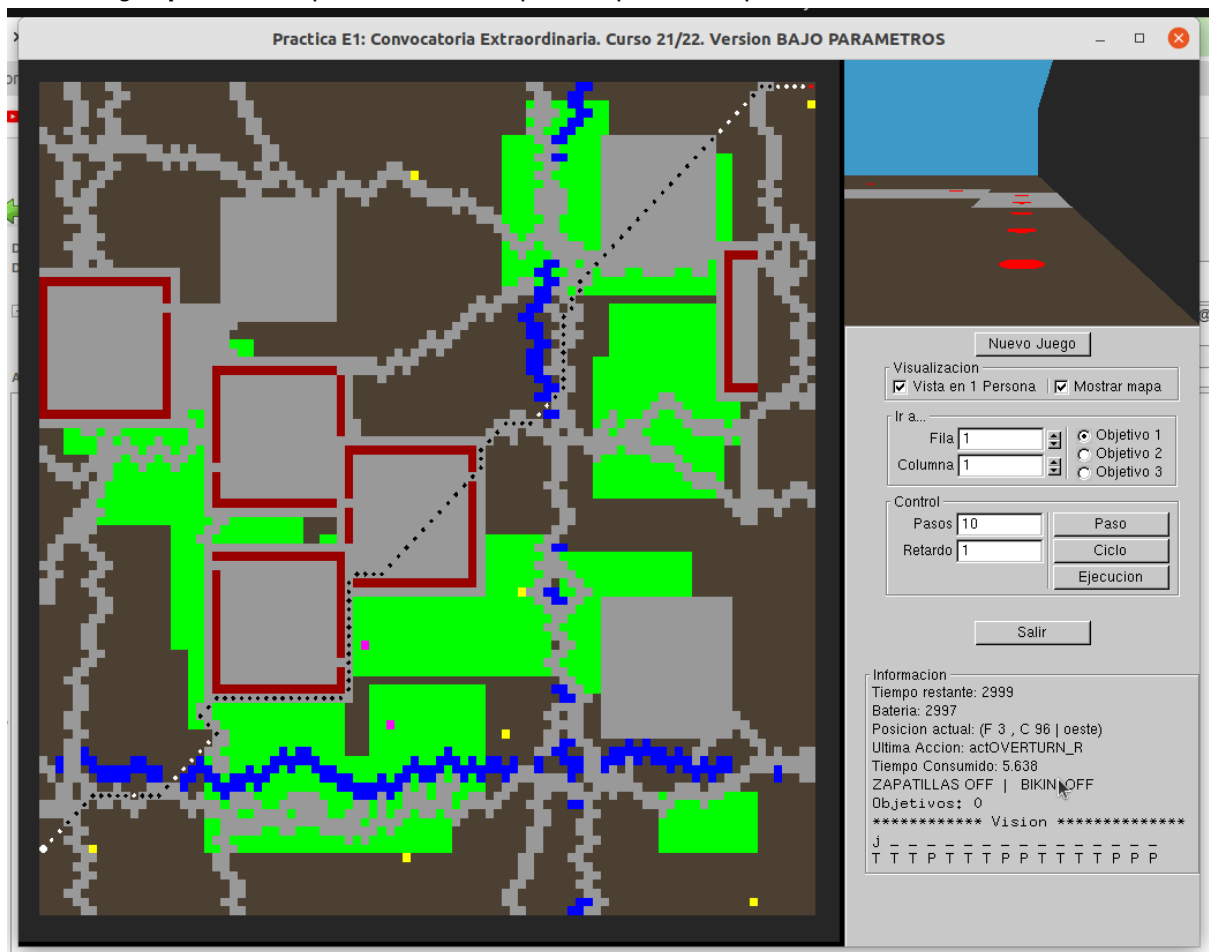
Tiempo Consumido: 0.018575

Nivel Final de Bateria: 2960

Plan: d A i A A A D D A A A (longitud 11)

Al hacer el A* es importante usar una heurística apropiada que sea admisible. Si no es admisible, el camino que puede encontrar el A* al objetivo podría no ser el de coste óptimo. En los ejemplos 3 y 4 vemos este comportamiento. En el ejemplo 3 aplicamos el A* con una heurística admisible, mientras que en el ejemplo 4 lo aplicamos con una heurística no admisible.

Ejemplo 3: ./practicaE1 mapas/mapa100.map 1 1 3 96 3 89 3



Instantes de simulacion no consumidos: 2854

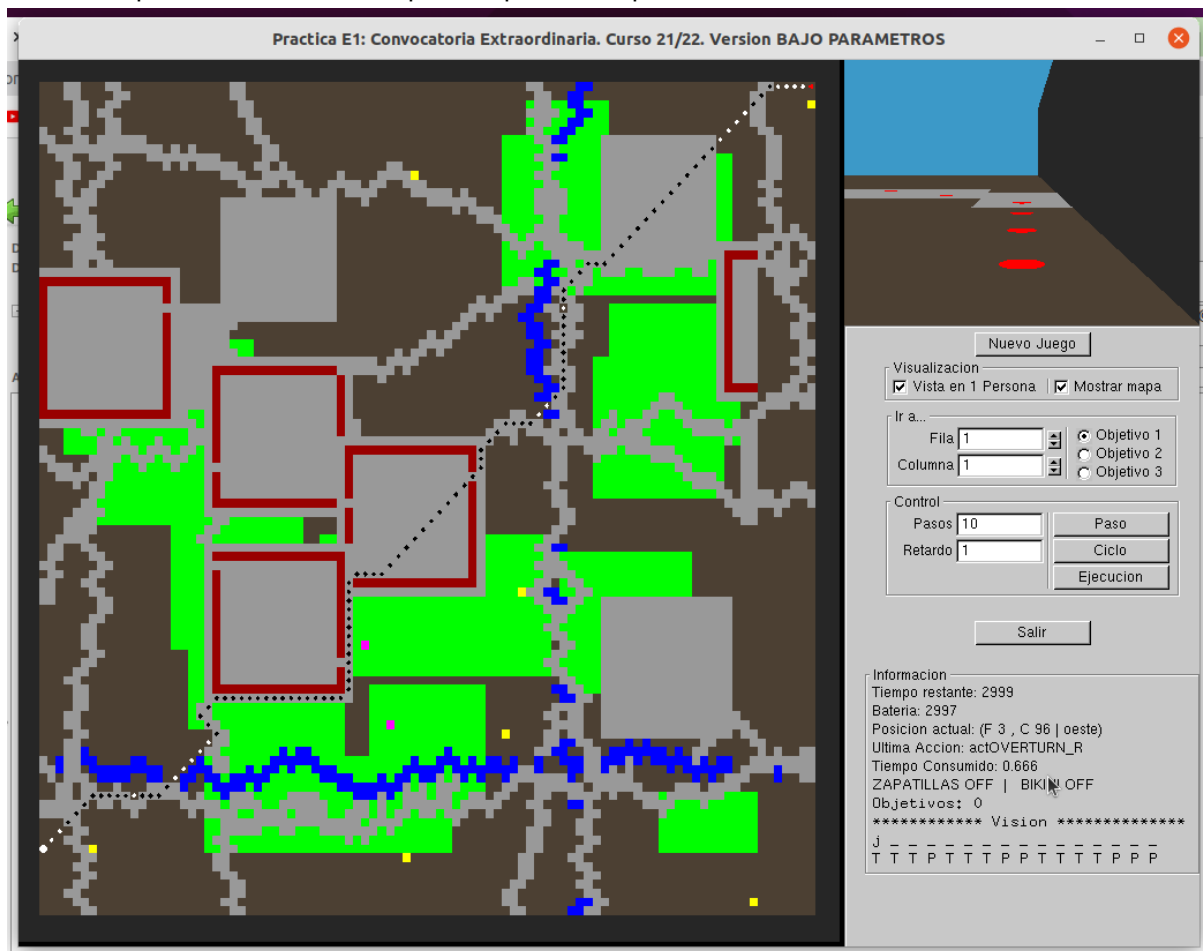
Tiempo Consumido: 5.95899

Nivel Final de Bateria: 2814 (coste 185)

Plan: D A A A A A A i A i A
d A i A d A i A A A A A A A A A d A A A A d A A A i A A A i A A d A A A
A A A A A A A A A d A A A i A i A A A A A A A A A A A A d A d A A A A
A A A A A A A A A A A i A A D D A A D i A A A A A A A d A A A A A A A
A i A A A A A A A (longitud 145)

Ejemplo 4 (Heurística no admisible):

./practicaE1_MAL mapas/mapa100.map 1 1 3 96 3 89 3



Instantes de simulacion no consumidos: 2855

Tiempo Consumido: 0.66772

Nivel Final de Bateria: 2813 (Coste 186)

Plan: D A A A A A i A A A A A A A A A A A A A A A A d A A i A
A A i A A A A A A A A A A A d A A A A d A A A i A A A i A A d A A A A
A A A A A A A A d A A A i A i A A A A A A A A A A A d A d A A A A A
A A A A A A A A A A i A A D D A A D i A A A A A A A d A A A A A A A A
i A A A A A A A (longitud 144)

Aunque la diferencia en el caso de los ejemplos propuestos es muy pequeña (una sola unidad de costo de batería) es suficiente para que el algoritmo A* no dé el valor óptimo. Decir que la heurística usada en el ejemplo 4 ha sido la **distancia ciudadana** o **distancia de Manhattan** que NO es una heurística admisible para este problema.

Por último, queremos resaltar algunas de las propiedades que posee el algoritmo A* para que se tengan en cuenta a la hora de su uso a lo largo de esta práctica de forma muy resumida. Para ello haremos las siguientes consideraciones prevías:

En un grafo dirigido con pesos, consideremos un nodo origen **O** y un nodo destino **G**. Llamamos **c** a la función de coste, definida para cualquier par de nodos conectados en el grafo. Sea **h** una función heurística en el grafo con respecto al nodo de destino **G**.

Denotamos como h^* a la función que, para cualquier nodo N del grafo proporciona el coste óptimo de llegar desde N hasta G .

1. Se dice que h es **admisible** si para cualquier nodo N del grafo, se tiene que $h(N) \leq h^*(N)$. Es decir, si h nunca sobreestima el coste de llegar al óptimo.
2. Se dice que h es **monótona** o **consistente** si $h(G) = 0$ y, para cualquier nodo P del grafo, y para cualquier nodo H hijo de P , se tiene que $h(P) - h(H) \leq c(P, H)$. Es decir, lo que decrece la heurística entre padre e hijo nunca sobrepasa el coste real de moverse del padre al hijo.
3. Si h es admisible, entonces el algoritmo A^* , si encuentra un camino de O a G , el coste de dicho camino es óptimo.
4. Si h es monótona, cuando el algoritmo A^* genera un nodo que ya estaba en cerrados, esa nueva ocurrencia del nodo no puede mejorar el coste de la primera ocurrencia.
5. Toda heurística monótona es admisible. En consecuencia, cuando una heurística es monótona, se puede aplicar el A^* para encontrar el camino óptimo y no es necesario revisar los cerrados cuando salen repetidos.
6. Si h no es admisible, el algoritmo A^* seguirá encontrando un camino de O a G si dicho camino existe, pero dicho camino no será necesariamente óptimo en coste.
7. Si h es admisible pero no monótona, el algoritmo A^* puede generar nodos que ya estaban cerrados pero que tengan un mejor coste que el cerrado actual. En consecuencia, para garantizar que se encuentra el camino óptimo es necesario reemplazar dicho cerrado y, recursivamente, todos aquellos nodos que hayan sido expandidos a partir de dicho cerrado.
8. La distancia de Manhattan o la euclídea en un mundo cuadrado con las 8 orientaciones que se proponen en la práctica no serían monótonas ni admisibles.

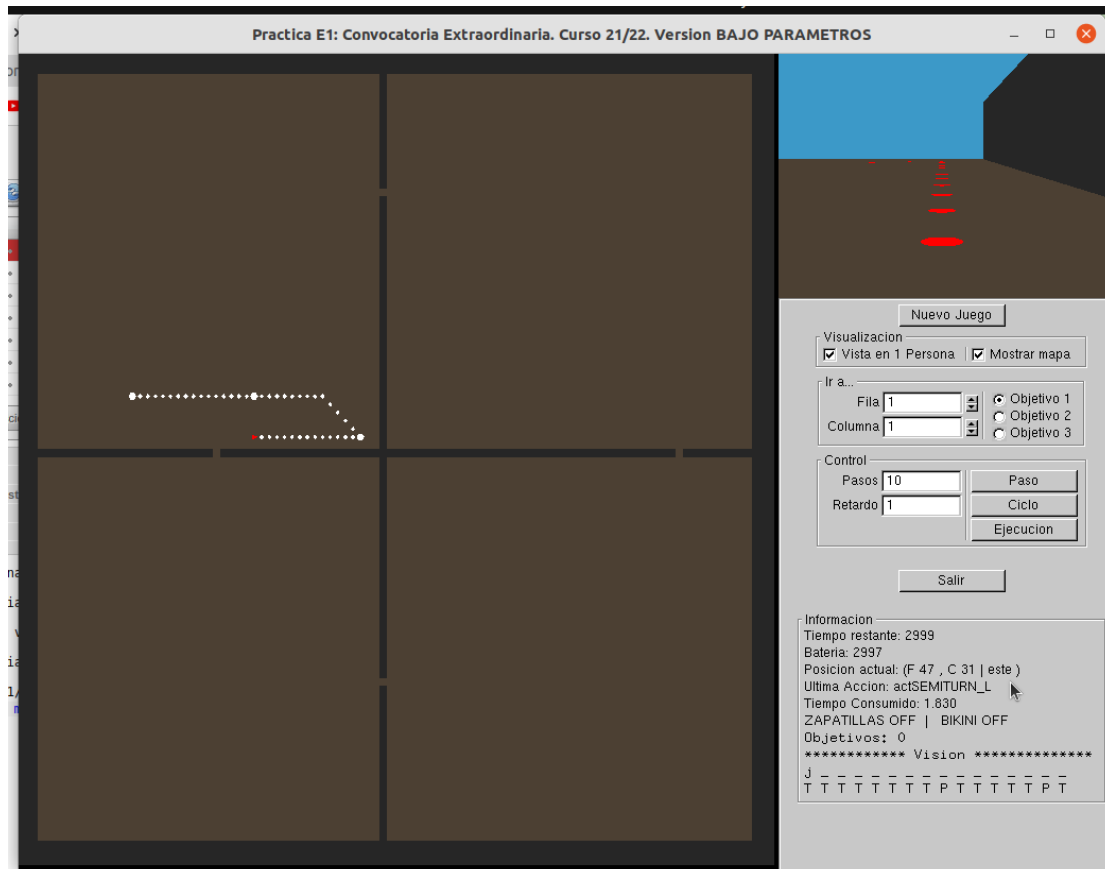
3. Nivel 2

En este nivel, se pide encontrar el camino que consuma menos batería pasando por 3 casillas definidas como 3 objetivos. Por tanto, este nivel se puede entender como una extensión del nivel anterior, ya que se pide explícitamente que se use el algoritmo A^* . Por tanto se requiere una implementación distinta del algoritmo A^* ajustada a las nuevas condiciones del problema que se plantean en este nivel, y por consiguiente, también se deberá definir una nueva función heurística que necesariamente debe verificar ser admisible para garantizar que las soluciones encontradas son admisibles¹.

A continuación se muestran los ejemplos 5 y 6. A diferencia del nivel anterior, en la llamada a la aplicación es necesario incluir las coordenadas en formato de fila y columna de las 3 casillas que definen el objetivo.

1 Todo lo que se dice al final de la sección 2 sobre las propiedades del A^* en función de las condiciones que verifique la función heurística son igualmente aplicables a este nivel.

Ejemplo 5: ./practicaE1 mapas/cuadricula.map 1 2 47 31 3 47 45 42 15 42 31



Instantes de simulacion no consumidos: 2952

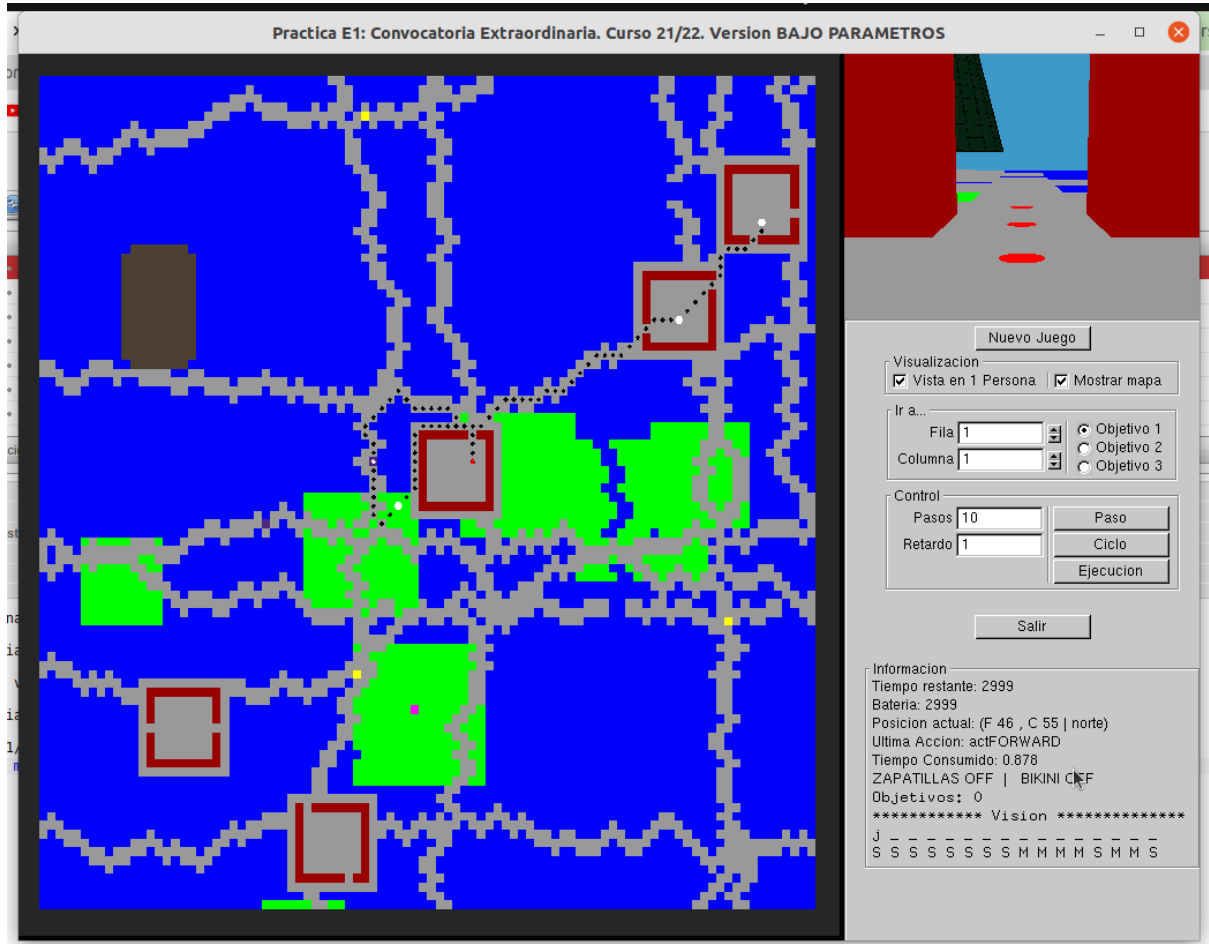
Tiempo Consumido: 1.83065

Nivel Final de Bateria: 2858 (coste 141)

Plan: i A A A A A A A A A A A A A A I A A A A A i A A A A A A A A A A
A A A A A A A A A A A A A A A (longitud 46)

Como se puede observar en el ejemplo, el problema no consiste en llegar a una de las tres casillas que se proponen, sino que el camino encontrado debe pasar por las tres obligatoriamente usando el menos consumo posible de batería.

Ejemplo 6: ./practicaE1 mapas/islas.map 1 2 47 55 0 30 80 19 90 51 46



Instantes de simulacion no consumidos: 2888

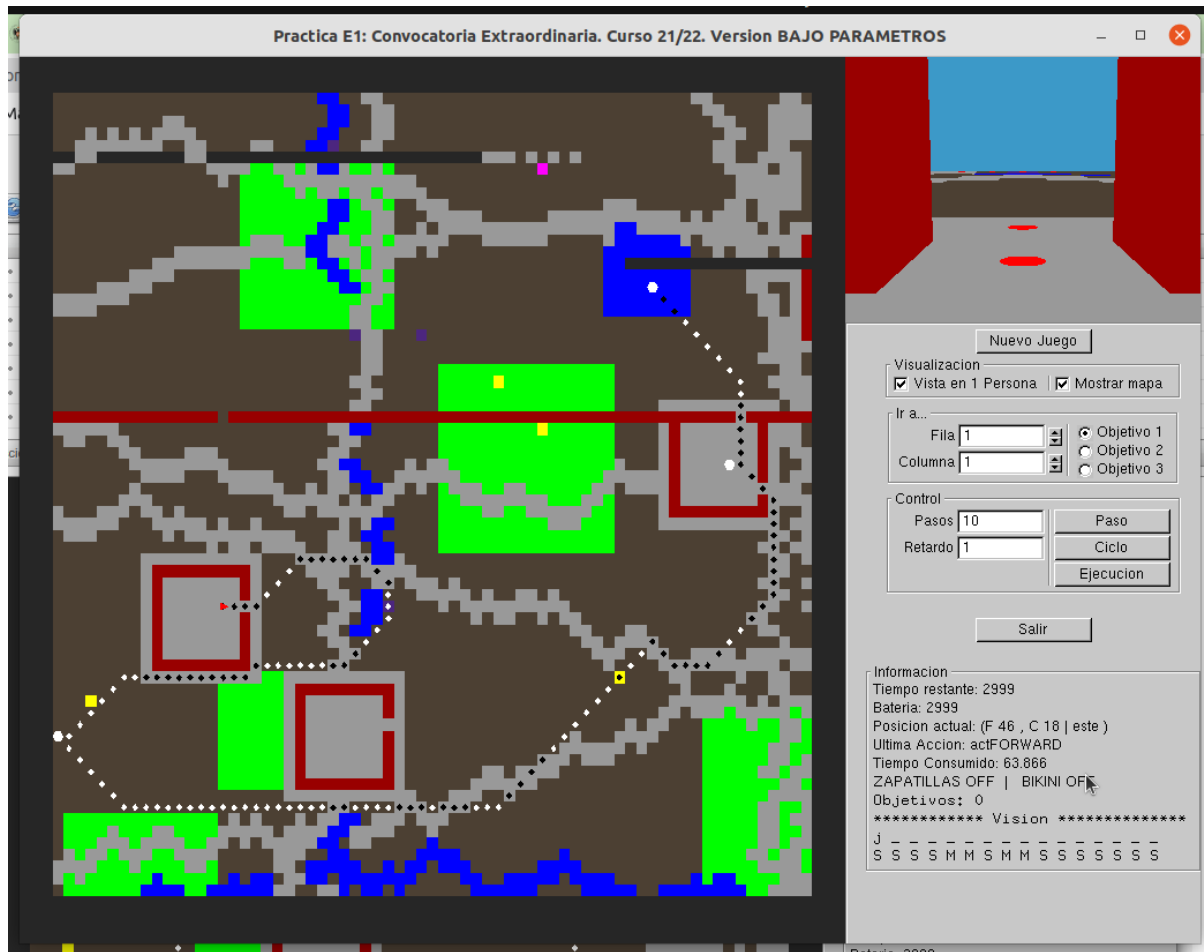
Tiempo Consumido: 0.878781

Nivel Final de Bateria: 2861 (coste 138)

Plan: A A A A i A A A i A A A A d A A D D A A A A i A i A d A A A A A
A A A i A D D A A A A i A A A A A A d A d A A A A A A A i A A A d A A
A A i A d A A i A A A A d A A A i A A A A d A A A i A A A A A i A A d
A d A A i A A i A (longitud 111)

El espacio de búsqueda en este problema se incrementa drásticamente y por consiguiente el tiempo requerido por el algoritmo A* para encontrar la solución puede ser alto. Por esa razón, es aún más importante para este problema definir estructuras de datos adecuadas para la implementación de las listas Abiertos y Cerrados. Los siguientes dos ejemplos muestran, el primero un problema algo más costoso en tiempo y un segundo bastante más costoso en tiempo.

Ejemplo 7: ./practicaE1 mapas/mapa75.map 1 2 46 17 2 34 64 19 57 57 3



Instantes de simulacion no consumidos: 2835

Tiempo Consumido: 63.87

Nivel Final de Bateria: 2775 (Coste 224)

Plan: A A A A i A A A A d A A A A A A d A A d A A A d A A A A d A A A
 A A A A A i A d A A A A A A A A A A A i A A A A A d A I A A A A A A i
 A i
 A A A A A A A A A A A A A A A D i A A i A A A i A A A A A A i A A A A A
 A A A i A A A i A D A i A A A A A A i A A A A A A A A (longitud 164)

Se puede observar en el parámetro de tiempo consumido como el valor se ha incrementado en relación a los primeros ejemplos. En el ejemplo 8 este incremento es aún más evidente.

The screenshot shows a software application titled "Practica E1: Convocatoria Extraordinaria. Curso 21/22. Version BAJO PARAMETROS". The main window displays a 5x5 grid with a path of white dots and a red dot at (4, 4). The right panel contains controls for visualization, movement, and game settings.

Visualizacion

- ☒ Vista en 1 Persona
- ☒ Mostrar mapa

Ir a...

Fila: 1
Columna: 1

Control

Pasos: 10
Retardo: 1

Objetivos

- ☒ Objetivo 1
- ☐ Objetivo 2
- ☐ Objetivo 3

Salir

Informacion

Tiempo restante: 2999
Bateria: 2997
Posicion actual: (F 47 , C 51 | noreste)
Ultima Accion: actSEMITURN_L
Tiempo Consumido: 72.536
ZAPATILLAS OFF | BIKINI OFF
Objetivos: 0

***** Vision *****

J
T T T T T T T T T T T T T T T

Tiempo Consumido: 72.5373

[illegible]

El objetivo de este nivel es parecido al objetivo que se planteó en la práctica 1, definir un comportamiento para un agente que permita descubrir el contenido del mapa en el que se encuentra partiendo de una situación donde lo desconoce por completo. A diferencia de la práctica anterior, en este comportamiento se permiten definir comportamientos deliberativos, de hecho, la intención es que sea este comportamiento la base de la estrategia de descubrimiento.

La forma en la que se evaluará será como se describe a continuación:

1. Los fallos en el reconocimiento del mapa penalizarán. Se considera un fallo un valor consignado en una casilla de **MapaResultado** distinto de '?' que no coincida con el valor de dicha casilla en el mapa original.
2. Por debajo de un 20% de reconocimiento del mapa, el valoración asociada es 0 puntos.
3. Por encima del 90% de reconocimiento, la valoración asociada es de 3 puntos.
4. Entre el 20 y 90 por ciento se realiza una interpolación líneal para determinar la calificación.
5. En la evaluación se aplicará sobre varias ejecuciones distintas (pudiendo ser sobre mapas distintos) y la valoración final para este nivel de una práctica concreta será la media sobre esas ejecuciones.
6. Las ejecuciones que no consigan terminar de forma normal la simulación² tendrán penalización y entrarán a formar parte en el cálculo de la media con valor **-0,1**.

Así, de forma concreta, en la siguiente tabla se muestran algunas calificaciones en función del porcentaje del mapa descubierto.

Porcentaje	<=20%	30%	55%	75%	>=90%
Puntuación	0	0,44	1,5	2,36	3

5.Nivel 4

Como ya se menciona en el guion de la práctica, en el nivel 4 se espera que el estudiante defina un agente que combine comportamientos reactivos y deliberativos con la intención de conseguir el máximo número de objetivos bajo las condiciones definidas en cuanto a número de instantes de simulación, valor de la batería y tiempo. A continuación vamos a mostrar algunos problemas usando algunos de los mapas proporcionados para ilustrar el como se valorarán los resultados obtenidos por el estudiante. La lista es la siguiente:

Id	Definición del Problema
P1	./practica2SG mapas/mapa30.map 1 4 4 4 6 3 3 5 10 16 14 18 10 21 4 7 4 24 4 12 3 6 15 25 18 8 19 15 14 23 15 26 8 10 24 19 26 25 7 16 11 22 15 20 15 22 19 10 20 4 13 26 24 9 6 26 10 17 19 25 13 24 20 26 19 12 18 8 23 9 13 6 5 8 16 12 5 3 14 11 22 11 8 6 17 7 4 21 3 23 4 15 5 7 23 21 19 4 15 6 13 24 17 6 26 5 4 24 10 16 17 13 20 22 9 26 22 22 24 14

- 2 Se considerarán finalizaciones anormales aquellas que hagan que la ejecución termine antes que alguna de las condiciones que se especifican en la práctica (consumir el número de instantes de simulación, consumir los puntos de batería o consumir los 300 segundos de pensar) se satisfaga. Morir por caer por un precipicio también tiene la consideración de finalización anormal.

	4 24 26 7 18 6 21 9 9 18 6 19 15 16 21 3 14 13 10 25 13 17 24 7 20 14 14 9 21 5 18 20 20 19 10 5 18 18 21 9 22 20 19 7 15 26 20 10 17 17 19 8 23 8 9 9 5 20 3 20 11 6 23 16 8 26 14 17 4 8 25 14 13 25 14 8 5 20 21 4 18 14 25 21 5
P2	./practica2SG mapas/ mapa50.map 1 4 28 25 3 39 45 9 16 38 13 27 23 31 18 45 31 35 7 12 6 40 7 20 6 10 25 41 30 14 31 26 24 38 26 38 20 44 14 17 40 45 3 4 9 33 44 17 3 3 11 42 13 26 18 38 25 33 26 46 46 36 14 36 31 17 34 8 22 44 41 16 11 44 17 29 32 42 21 46 19 40 34 45 24 46 7 44 32 21 30 14 39 15 22 11 9 13 27 20 8 45 5 6
P3	./practica2SG mapas/ mapa75.map 1 4 11 47 0 59 68 3 32 14 25 57 20 41 35 47 27 38 71 68 47 53 10 18 10 60 11 16 38 62 45 22 47 39 37 57 39 57 30 66 21 26 60 68 5 6 14 49 66 26 4 4 17 63 19 40 28 57 38 50 39 69 69 54 21 55 47 26 51 12 33 66 62 24 17 67 26 51 71 44 49 64 32 69 29
P4	./practica2SG mapas/ mapa100.map 1 4 63 31 3 3 3 79 91 19 33 76 27 55 47 62 36 51 95 91 63 71 14 24 13 80 15 21 51 83 61 29 63 52 49 77 52 76 40 89 28 35 80 91 6 94 52 8 19 66 89 34 6 6 23 85 26 53 37 76 51 66 53 3 43
P5	./practica2SG mapas/ pinkworld.map 1 4 68 14 1 3 3 41 35 47 27 38 71 68 47 18 10 60 11 30 9 66 21 68 5 71 39 6 14 49 66 4 17 40 28 50 39 69 69 12 33 66 62 67 26 51 71 44 49 64 32 69 29 68 36
P6	./practica2SG mapas/ islas.map 1 4 47 53 2 74 47 46 42 71 56 83 52 58 65 85 43 92 39 81 68 91 48 21 95 92 14 88 64 43 61 28 78 30 44 22 18 27 55 41 16 90 10 12 49 76 68 38 74
P7	./practica2SG mapas/ marymonte.map 1 4 66 38 0 59 64 41 35 12 65 71 68 47 53 10 45 69 8 6 37 68 59 36 48 11 13 70 70 8 67 59 10 34 70 33 4 66 70 37 22 46 71 70 18
P8	./practica2SG mapas/ medieval.map 1 4 3 3 2 9 20 13 48 9 87 84 39 91 19 33 76 87 39 57 29 84 53 96 96 63 3 88 54 32 44 19 75 29 95 96 48 21 33 87 41 9 20 13 48 9 87 84 39 91 19 33 76 87 39

Como se puede observar, los 8 ejemplos se ejecutan usando la versión del software que no usa gráficos (*practica2SG*).

También vamos a definir 3 niveles (**Bajo**, **Normal** y **Alto**) para que el estudiante pueda estimar como es el funcionamiento de su agente en base a los objetivos alcanzados. Evidentemente, sabemos que el resultado exacto no depende solo del mapa, sino de la configuración inicial completa, pero si que servirá como guía para que el estudiante pueda situar sus resultados con los esperables en cada categoría. En la siguiente tabla se muestran los intervalos asociados a cada problema.

	Bajo	Normal	Alto
P1	<33	[33,99)	>=99
P2	<20	[20,55)	>=55
P3	<9	[9,44)	>=44
P4	<11	[10,28)	>=28
P5	<9	[9,22)	>=22
P6	<3	[3,11)	>=11
P7	<4	[4,22)	>=22
P8	<3	[3,13)	>=13

En el cálculo numérico de la calificación para el nivel 4 se procederá de la siguiente forma:

1. Se obtendrán **3 puntos** en las ejecuciones que consigan el nivel **Alto**.
2. Aquellas ejecuciones que consigan el nivel **Normal**, tendrá una calificación entre **1 y 3 puntos**. Su valoración concreta será el resultante de la interpolación líneal de ese valor en función de intervalo inferior y superior que defina la etiqueta **Normal**.
3. De igual manera, para los que estén bajo la etiqueta **Bajo** tendrán una calificación entre **0 y 1 punto** que será la interpolación líneal entre 0 y el valor considerado como límite superior de esa etiqueta.
4. En la evaluación se aplicarán varias ejecuciones distintas (pudiendo ser sobre mapas distintos) y la valoración final para este nivel de una práctica concreta será la media sobre esas ejecuciones.
5. Las ejecuciones que no consigan terminar de forma normal la simulación³ tendrán penalización y entrarán a formar parte en el cálculo de la media con valor **-0,1**.

3 Se considerarán finalizaciones anormales aquellas que hagan que la ejecución termine antes que alguna de las condiciones que se especifican en la práctica (consumir el número de instantes de simulación, consumir los puntos de batería o consumir los 300 segundos de pensar) se satisfaga. Morir por caer por un precipicio también tiene la consideración de finalización anormal.