

Temario Inteligencia Artificial

Ismael Sallami Moreno

`ism350zsallami@correo.ugr.es`

`https://ismael-sallami.github.io/`

`https://elblogdeismael.github.io/`

Universidad de Granada

2025

Licencia

Este trabajo está licenciado bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Usted es libre de:

- Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Bajo los siguientes términos:

- **Reconocimiento** — Debe otorgar el crédito adecuado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.
- **NoComercial** — No puede utilizar el material para fines comerciales.
- **SinObraDerivada** — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no puede distribuir el material modificado.



Índice general

1. Agentes	5
1.1. Relacion de Problemas 1	5
2. Búsqueda en espacios de estados	13
2.1. Problema del mono y el plátano	13

Capítulo 1

Agentes

1.1. Relacion de Problemas 1

Esta relación no suele caer en el examen, la 2 y la 3 sí.

Podemos ver los códigos de los ejercicios 1,3,4 en el apartado de Asignaturas/Tercer Año/IA/Teoria/Capitulos/Elementos_Relacion_1 en la web del blog de ismael.

Ejercicio 1

Una hormiga artificial vive en un mundo bidimensional cuadrículado y desarrolla un comportamiento que le permite seguir un rastro de feromonas a lo largo de un conjunto de casillas previamente marcadas (el tamaño del rastro es de una casilla). La hormiga ocupa una sola casilla y puede encarar las casillas que se encuentran arriba, a la derecha, a la izquierda y debajo de la posición en la que se encuentra. La hormiga puede llevar a cabo tres acciones: moverse a una celda hacia adelante (actFORWARD), girar a la izquierda permaneciendo en la misma casilla (actTURN_L) y girar a la derecha permaneciendo en la misma casilla (actTURN_R). La hormiga puede percibir si la casilla que tiene delante (en el sentido del movimiento) tiene feromona.

1. Especificar un sistema de reglas para controlar el comportamiento de la hormiga en el seguimiento del rastro de la feromona. Suponer inicialmente a la hormiga en una casilla en la que puede percibir el rastro de feromona.
2. Resuelva el problema anterior con la siguiente restricción: la hormiga, una vez que llega a una nueva casilla, no puede girar más de 180 grados desde la posición inicial.

Solución

Debemos de tener en cuenta las características de los agentes reactivos:

- Sensores:
 - Feromona: booleano.

- Acciones.
 - actFORWARD.
 - actTURN_L.
 - actTURN_R.
- Reglas.
 - Si percibo feromonas delante de mi \rightarrow actFORWARD y he_girado_Derecha = false.
 - Si no feromona y no he_girado_Derecha \rightarrow actTURN_R y he_girado_Derecha = true.
 - Si no feromona y he_girado_Derecha \rightarrow actTURN_L.
- Variables de estado.
 - He_girado_Derecha (booleano). Se debe de inicializar a falso.

Con esto tenemos definido completamente nuestro agente.

Anotaciones sobre el desarrollo del ejercicio

- Vemos que nuestra solución tiene fallos debido a que siempre esta girando hacia la derecha, así que debemos de hacer uso de las variables de estado para solucionar este problema.
- Tenemos el problema de que si se cruzan los caminos no pasará por uno de ellos.

Ejercicio 2

La avispa hembra del género *Sphex*, deja sus huevos dentro de un grillo que ha paralizado y ha llevado a su nido. Las larvas de la avispa salen del grillo y se alimentan de él. La avispa presenta el siguiente comportamiento: lleva el grillo paralizado a su nido, lo deja en el umbral del nido, entra dentro del nido para ver si todo está correcto, sale, y entonces arrastra al grillo hacia su interior. Si el grillo se mueve cuando la avispa está en el interior haciendo la inspección preliminar, la avispa saldrá del nido, volverá a colocar el grillo en el umbral, pero no dentro, y repetirá el procedimiento de entrar en el nido para ver si todo está correcto. Si el grillo se mueve otra vez mientras la avispa está dentro del nido, ésta volverá a salir y colocar el grillo en el umbral, entrando de nuevo en el nido para realizar la inspección preliminar. En una ocasión, este procedimiento se repitió cuarenta veces. Define características y acciones para diseñar un agente reactivo que se corresponda con el comportamiento de la avispa.

Solución

- Sensores.
 - Grillo_movido: booleano.

- Acciones.
 - actLlevar_Nido.
 - actDejar_Umbral.
 - actEntrar_Nido.
 - actSalir_Nido.
- Reglas.
 - Si grillo_movido, actDejar_Umbral.
 - Si no grillo_movido, actEntrar_Nido.
- Variables de estado.
 - Grillo_movido: booleano. Se debe de inicializar a falso.

Ejercicio 3

Supongamos que un agente trabaja sobre un tablero formado por $N \times N$ casillas. Sobre este tablero se definen dos zonas: una "zona interior" formada por un tablero de $(N-2) \times (N-2)$ casillas inscrito en el tablero general, y una "zona exterior" formada por el resto de las casillas. Separando ambas zonas aparece una línea gruesa negra denominada "Frontera". En la figura se muestra un ejemplo de la configuración de un tablero 7×7 . El cometido del robot consiste en llevar todos los obstáculos que se encuentren en la zona interior a la zona exterior. El robot siempre se debe encontrar en la zona interior, y no debe nunca traspasar la frontera. Para realizar esta tarea, el robot dispone de 3 sensores, un sensor de choque "BUMPER" que le permite detectar el obstáculo, un sensor de infrarrojos "NY70" que permite ver dónde está la línea de la Frontera, y una brújula digital "Brujula" que le indica su orientación en el avance. Los dos primeros sensores se encuentran situados en la parte frontal del robot. La brújula sólo devuelve 4 valores: 0, 1, 2 y 3, representando respectivamente Norte, Este, Sur y Oeste.

Las acciones que puede realizar el robot son las siguientes:

1. Avanzar: Avanza una casilla en la dirección que marca su brújula siempre que no tenga un obstáculo delante.
2. Retroceder: Retrocede una casilla en la dirección contraria a la que indica su brújula, siempre que no tenga un obstáculo detrás.
3. GirarI: Gira sin moverse de la casilla hacia la izquierda.
4. GirarD: Gira sin moverse de la casilla hacia la derecha.
5. Nada: No realiza ninguna acción
6. Empujar: Avanza una casilla en la dirección que marca su brújula. Para que esta acción tenga efecto, debe estar activado el sensor de choque.

Se pide:

- a) Definir las variables de estado (nombre e descripción) y las reglas de producción necesarias para diseñar un agente reactivo con memoria que partiendo de una casilla desconocida dentro de la zona interior de un tablero de dimensiones también desconocidas (nunca superiores a 99x99), sea capaz de calcular la dimensión de la zona interior, suponiendo que en el tablero no hay obstáculos.
- b) Definir las variables de estado y las reglas de producción necesarias que permitan al robot localizar el obstáculo en el tablero.
- c) Suponiendo que el robot se encuentra orientado hacia el obstáculo en una casilla adyacente (es decir, el sensor BUMPER está activado) y que el obstáculo se encuentra en una casilla interna del tablero que no es adyacente con ninguna casilla pegada a la frontera, definir las variables de estado y las reglas de producción necesarias que permitan al robot expulsar el obstáculo hacia la zona exterior, arrastrándolo por el camino más corto de casillas.

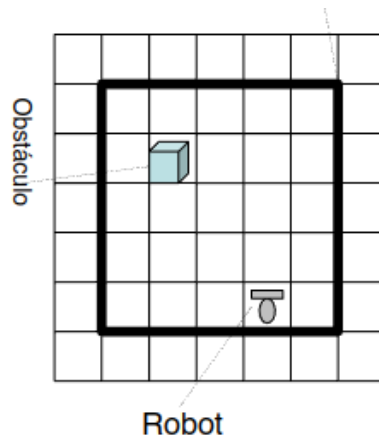


Figura 1.1: Imagen del tablero.

Solución a)

- Sensores.
 - BUMPER: booleano.
 - CNY70: booleano.
 - Brújula: entero (0,1,2,3).
- Acciones.
 - Avanzar.
 - Retroceder.
 - GirarI.
 - GirarD.
 - Nada.
 - Empujar.
- Variables de estado.

- `estoy_contando`: booleano. Se debe de inicializar a falso.
- `estoy_girando`: booleano. Se debe de inicializar a falso.
- `contador`: entero. Se debe de inicializar a 0.
- Reglas.
 - Si `no estoy_contando` y `no estoy_girando` y `no CNY70` → avanzar.
 - Si `no estoy_contando` y `no estoy_girando` y `CNY70` → `girarI` y `estoy_girando = true`.
 - Si `estoy_girando` → `girarI`, `estoy_contando = true`, `contador++`, `estoy_girando = false`.
 - Si `estoy_contando` y `no estoy_girando` y `no CNY70` → avanzar, `contador++`.
 - Si `estoy_contando` y `no estoy_girando` y `CNY70` → Terminaríamos, podemos devolver el IDLE y el contador.

Solución b)

- En este punto cambiamos la variables de estado:
 - `fase_giro(0, 1, 2) = [0]` inicialmente 0
 - `girar_izq`: booleano = true (inicialmente)
- Reglas.
 - Si `BUMPER` → IDLE
 - Si `no CNY70` y `fase_giro == 0` → Avanzar
 - Si `CNY70` y `fase_giro == 0` y `girar_izq` → `GirarI` y `fase_giro = 1`
 - Si `no CNY70` y `fase_giro == 1` → Avanzar y `fase_giro == 2`
 - Si `fase_giro == 2` y `girar_izq` → `GirarI`, `fase_giro=0` y `girar_izq = false`
 - Si `CNY70` y `fase_giro == 0` y `no girar_izq` → `GirarD` y `fase_giro = 1`
 - Si `fase_giro == 2` y `no girar_izq` → `GirarD`, `fase_giro==0` y `girar_izq = true`
 - Si `CNY70` y `fase_giro == 1` y `no giro_izq` → `GirarD` y `fase_giro=0`
 - Si `CNY70` y `fase_giro == 1` y `gira_izq` → `GirarI` y `fase_giro=0`

Ejercicio 4

Supongamos que tenemos un robot sobre un mapa bidimensional discreto de tamaño $N \times M$. El robot puede realizar las acciones de Avanzar y Girar en el sentido de las agujas del reloj. El robot posee un sistema de posicionamiento sobre el mapa que le devuelve sus coordenadas absolutas “(robotX, robotY)” dentro del mapa.

Suponiendo que en el mapa hay obstáculos fijos (paredes), y que el robot se encuentra ubicado dentro de ese mapa en una posición concreta, definir un comportamiento reactivo para el mismo que le permita desplazarse hasta una coordenada objetivo “(ObjX, ObjY)”. Para ello, definir las variables de estado necesarias y el sistema de reglas de producción que reproducen el comportamiento requerido.

Ejercicio 5

Idear una función de potencial artificial (con componentes repulsivos y atractivos) que pueda ser utilizada para guiar un robot desde cualquier casilla del mundo bidimensional cuadriculado de la figura siguiente, a la casilla objetivo que está marcada con una X (suponer que las posibles acciones que puede ejecutar el robot son ir al norte, sur, este y oeste). ¿Tienen las componentes repulsivas y atractivas algún mínimo local? Si es así, ¿dónde?

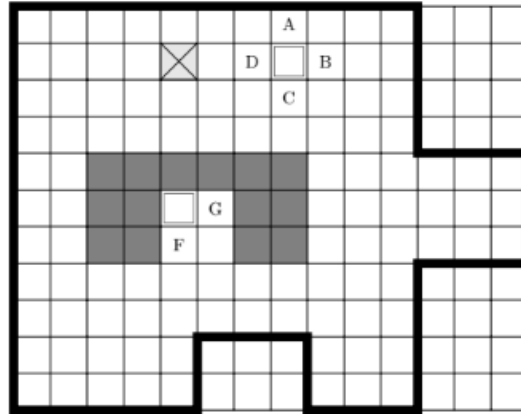


Figura 1.2: Imagen del mundo bidimensional cuadriculado.

Solución

Cálculo de una casilla física (Potencial artificial):

- Componente atractiva: $p_a(X) = K_1 d(X)^2$
- Componente repulsiva: $p_r(X) = \frac{k_2}{d_0(X)^2}$

Aplicando las fórmulas en el ejercicio:

$$\begin{aligned}
 P_a(x) &= d(x, obj)^2 \\
 P_r(x) &= \frac{1}{d(x, obst)^2} \\
 P(x) &= P_a(x) + P_r(x) \\
 P(A) &= 4^2 + \frac{1}{1^2} = 17 \\
 P(B) &= 4^2 + \frac{1}{2^2} = 16,25 \\
 P(C) &= 4^2 + \frac{1}{2^2} = 16,25 \\
 P(D) &= 2^2 + \frac{2^2}{2^2} = 4,25
 \end{aligned}$$

Como solución, si debemos de elegir uno en base al potencial nos quedaríamos con D.

Para el 2º apartado:

$$P(G) = 5^2 + \frac{1}{1^2} = 26$$

$$P(F) = 5^2 + \frac{1}{1^2} = 26$$

En este caso al haber empate da igual cual cogemos.

$$P(\text{casilla marcada}) = 4^2 + \frac{1}{1^2} = 17 \quad (1.1)$$

La casilla del cuadrado es la que menos potencial tiene por lo que debemos de quedarnos con esa (Ecuación 1.1).

Capítulo 2

Búsqueda en espacios de estados

2.1. Problema del mono y el plátano

Descripción del Problema

Un mono se encuentra en la puerta de una habitación. En el centro de la habitación hay un plátano colgado del techo, pero el mono no puede alcanzarlo desde el suelo. En la ventana de la habitación hay una caja que el mono puede mover y sobre la que puede subirse para alcanzar el plátano.

Acciones Disponibles

El mono puede realizar las siguientes acciones:

- Desplazarse entre la puerta, el centro y la ventana.
- Empujar la caja mientras se mueve.
- Subirse a la caja.
- Coger el plátano.

Representación de Estados

El estado se representa mediante una tupla (X, Y, W, Z) donde:

- X : Posición del mono en la habitación (`puerta`, `centro`, `ventana`).
- Y : Situación del mono respecto a la caja (`suelo`, `caja`).
- W : Posición de la caja en la habitación (`puerta`, `centro`, `ventana`).
- Z : Posesión del plátano (`tiene`, `no_tiene`).

Solución

La secuencia de acciones para que el mono consiga el plátano es la siguiente:

1. Estado inicial:

$$\text{estado}(\text{puerta}, \text{suelo}, \text{ventana}, \text{no_tiene}) \quad (2.1)$$

2. Andar a la ventana:

$$\text{estado}(\text{ventana}, \text{suelo}, \text{ventana}, \text{no_tiene}) \quad (2.2)$$

3. Empujar la caja al centro:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{suelo}, \text{centro}, \text{no_tiene}) \quad (2.3)$$

4. Subir a la caja:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{caja}, \text{centro}, \text{no_tiene}) \quad (2.4)$$

5. Coger el plátano:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{caja}, \text{centro}, \text{tiene}) \quad (2.5)$$

Con esta secuencia de acciones, el mono logra su objetivo de obtener el plátano.

Bibliografía

- [1] Ismael Sallami Moreno, **Estudiante del Doble Grado en Ingeniería Informática + ADE**, Universidad de Granada, 2025.