

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. Introducción	5
1.1. Introducción: Inteligente	5
1.2. Definición de IA	5
2. Agentes	7
2.1. Concepto	7
2.2. Agentes Inteligentes	7
2.3. Arquitecturas de Agentes	7
2.3.1. Concepto de Agente Inteligente	8
2.3.2. IA Distribuida	9
2.3.3. Arquitecturas de Agentes	9
2.3.4. Agentes Reactivos	10
2.4. Relación de problemas 1	12
3. Búsqueda en espacios de estados	19
3.1. Diseño de un agente deliberativo: búsqueda en espacios de estados . .	19
3.2. Problema del mono y el plátano	19

Capítulo 1

Introducción

1.1. Introducción: Inteligente

Conviene definir la inteligencia artificial usando la palabra inteligente, la cual es difícil de definir. Se dan diferentes definiciones de Harvard y otras universidades/entidades reconocidas.

1.2. Definición de IA

Hay varias definiciones de IA, como pueden ser sistemas que actúan/piensan como humanos, o bien sistemas que actúan/piensan racionalmente. Una de ellas puede ser: "Campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales"

Un ejemplo de IA que menciona el profesor reiteradamente es el caso de los *cajeros automáticos*.

Se garantiza que una pregunta sobre las definiciones de IA cae.

Asociamos el concepto de IA a racional debido a que se quiere desarrollar con la capacidad de poder tomar decisiones como los humanos.

Hay distintos softwares en los dispositivos que se relacionan con la acción de que *piensan* debido a que usan inteligencia artificial, como es el caso de programas de ajedrez. ¿Es esto correcto? No se puede afirmar tal cosa, ya que según autores pensar es emular la mente humana, cosa que no es capaz de hacer la IA debido a que solo está entrenado para hacer las mejores jugadas, mientras que una persona piensa sobre otras temáticas y tiene cierto *pensamiento libre*.

Al afirmar que piensan como humanos hay que tener en cuenta el *pensamiento cognitivo*.

La IA según el libro del *Porque* (recibió el premio Turing), tiene 3 niveles:

1. Aprendizaje automático.
2. Simular al humano.
3. Capacidad de imaginar, lo cual, a día de hoy es inalcanzable.

En cuanto a la creatividad, hay cierta *creatividad cognitiva* en temas específicos.

El llamado 'no alineamiento con los humanos' es lo que ocurre cuando una IA no tiene información sobre ese tema o bien no está entrenado, pues en este caso se lo inventa.

El Test de Turing, es aquel en el que si una IA consigue pasar desapercibido como humano, pues efectivamente pasa este Test.

En esta asignatura se sigue la Teoría del Agente, que es la idea más aceptada hoy día y más usada. Este percibe el entorno y actúa de una manera específica.

Se usa la palabra *racional* aludiendo a inteligente.

Un agente racional actúa de manera correcta según la información que posee.

El origen del término de IA recae en John McCarthy. Los pioneros de la IA son varios, entre ellos Alan Turing, Marvin Minsky,...

En el debate de la IA se menciona una IA fuerte y una débil, que son sistemas que actúan como humanos y racionalmente vs las que piensan como IA.

En cuanto al recorrido de la IA a lo largo de la historia, destacan distintas épocas como es la Edad de Oro, Invierno de IA,...

Von Neumann propone el algoritmo MiniMax, el que afirma que el juego es una situación conflictiva en la que tomamos decisiones sabiendo que los demás también las toman, determinando el resultado en base a las decisiones realizadas. Un hecho histórico destacable, es que Napoleón murió pensando que había perdido jugando al ajedrez pensando que perdió frente al primer sistema inteligente, aunque puede que haya sido un humano. Otro de los avances importantes es el caso de los cohes autónomos.

Los tipos de IA son:

- IA débil: una máquina que compite con un humano en una actividad específica.
- IA fuerte: IA que aplica inteligencia para cualquier problema.
- IA general: alcanza el nivel cognitivo humano.
- Super-IA: capacidad que es mucho mayor que cualquier cerebro humano en cualquier campo.

Capítulo 2

Agentes

2.1. Concepto

La Teoría de Agentes(denotado a continuación como **TA**) es un sistema de ordenador, situado en un entorno, capaz de realizar acciones de manera autónoma y que es flexible en base a las situaciones que se le presentan.

2.2. Agentes Inteligentes

Desarrolla un enfoque basado en agentes y lleva a cabo percepciones procesada mediante algoritmos de análisis y toma de decisiones. La TA se usa actualmente en la mayoría de ámbitos y es lo que más se usa hoy en día.

En cuanto a los tipos de agentes encontramos:

- Reactivo: reacciona en base al entorno.
- Pro-activo: no solo actúan en respuesta al entorno, sino que puedan analizar acciones a llevar a cabo.
- Social: son además capaces de interactuar.
- Multiagente: esta implementado como varios agentes interactuando.

La interacción entre agentes se lleva a cabo mediante: cooperación, coordinación y la negociación.

2.3. Arquitecturas de Agentes

Cabe distinguir entre:

- Reactivo: reacciona en base a la situación en la que se encuentra, eligiendo la más adecuada en base a lo que sabe.
- Deliberativo: toma decisiones basadas en razonamiento, planificación y modelos internos del mundo.

Ya se puede hablar del concepto de Sistema de IA. El primer paso es el diseño del algoritmo. Cuando se lleva al campo de implementación, hablamos de Modelo de IA. Usamos datos para poder entrenar el modelo. Finalmente, tengo un sistema de IA¹.

Un término que se está usando actualmente por las grandes empresas, es el concepto de Agente de IA, que es el sistema que se usa para realizar una determinada tarea, como es el caso de un doctor de turno.

2.3.1. Concepto de Agente Inteligente

Se trata de un sistema de ordenador, situado en un entorno, capaz de realizar acciones de forma *autónoma* y que es *flexible*. Trata la *situación* en la que se encuentra. Además hay que tener en cuenta la característica de transparencia, es decir, que el agente sea capaz de explicar el por qué de sus acciones. Solo es autónomo en entornos que considere seguro.

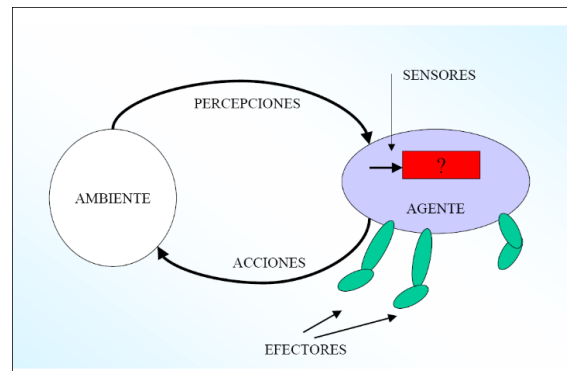


Figura 2.1: Método de reacción de un agente.

Ejemplo de estas percepciones, puede ser, para detectar el cáncer en alguna de las partes del cuerpo, se usan agentes que detectan la presencia de células cancerígenas en base a las imágenes del tumor.

Los agentes ofrecen una perspectiva innovadora para representar la Inteligencia Artificial, permitiendo abordar sus diversas áreas desde un enfoque basado en agentes que ejecutan acciones en función de percepciones procesadas a través de mecanismos avanzados de análisis y toma de decisiones.

Tema que cabe destacar, es que en cuanto a la regulación de la IA, aún no está decidida, si nos ponemos en el caso de que una IA causa algún daño, ¿quién es el responsable? ¿El creador de la IA o la IA en sí? Aún no se puede responder a esta pregunta.

Cuando tratamos el concepto de flexibilidad nos referimos a que sea capaz de realizar acciones de forma autónoma y que es flexible para lograr los objetivos planteados.

- Reactivo: reacciona en base al entorno.
- Pro-activo: no solo actúan en respuesta al entorno, sino que puedan analizar acciones a llevar a cabo.

¹Entendemos por sistema al resultado final que obtenemos tras la implementación y el entrenamiento del modelo.

- Social: son además capaces de interactuar con otros agentes.

Una *nota importante* es el caso de GoogleMaps, ya que es deliberativo, pero esta diseño en cuanto a Software es reactivo.

Además está el concepto de Sistema Multiagente, que es un sistema que se implementa como varios agentes interactuando entre sí, y de esta manera se consiguen numerosas versiones para resolver un problema.

Estos deben de ser capaces de cooperar, coordinarse y negociar entre ellos.

2.3.2. IA Distribuida

Destacamos los conceptos:

- SMA: red más o menos unida de resolutores para solucionar problemas que solos sería más difícil.
- Resolutor: agente autónomo y de naturaleza heterogénea.

Características

Tiene información incompleta, no hay un sistema de control global, los datos no están centralizados y la computación es asincrónica.

2.3.3. Arquitecturas de Agentes

Las arquitecturas son deliberativas o reactivas.

Deliberativas

Existe el sistema de símbolos físicos, que es un conjunto de entidades físicas que pueden combinarse para formar estructuras más complejas. Se basa en la lógica y en la representación del conocimiento. Existe una *hipótesis de sistema de símbolos inteligentes*, que dice que estos son capaces de generar acciones inteligentes.

Conocemos por *Agente deliberativo* a aquel que contiene un modelo simbólico del mundo explícitamente representado, y cuyas decisiones se realizan a través de un razonamiento lógico basado en emparejamientos de patrones y manipulaciones simbólicas. Evalúa diferentes opciones de acción considerando sus objetivos y selecciona la acción que considera más adecuada según su razonamiento lógico.

Toman decisiones en función de un razonamiento lógico, planificación y modelos internos del mundo.

Aparece un problema: el de representar simbólicamente la información acerca de entidades y procesos complejos del mundo real, y como conseguir que los agentes razonen con esta información para que los resultados sean útiles.

Como *Ejemplo de agente deliberativo*, cabe mencionar el problema del viajante de comercio, visto en otras Asignaturas como Algorítmica o Métodos Cuantitativos. Este problema consiste en encontrar la ruta más corta que pasa por todas las ciudades y vuelve a la ciudad de origen.

Reactivas

Estos agentes reaccionan a la situación en la que se encuentran, eligiendo la acción más adecuada en base a lo que saben. No tienen un modelo interno del mundo, sino que reaccionan a la situación en la que se encuentran. Por tanto no hacen uso del razonamiento lógico.

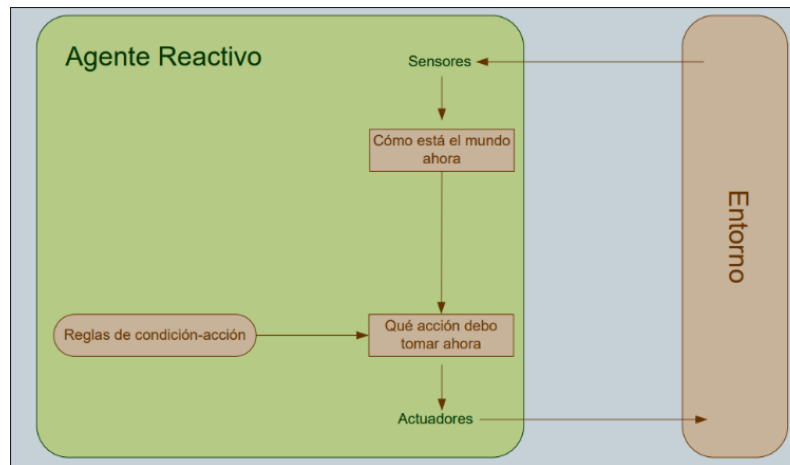


Figura 2.2: Arquitectura reactiva.

Uno de los ejemplos de los agentes reactivos es *es el robot que recorre un pasillo y evita obstáculos*. Este robot no tiene un modelo interno del mundo, sino que reacciona a la situación en la que se encuentra.

Arquitecturas Híbridas

Encontramos una estructura compuesta por capas reactivas y deliberativas. La capa reactiva se encarga de la percepción y la acción, mientras que la capa deliberativa se encarga de la planificación y el razonamiento. Hay una entrada sensorial, que se encarga de la percepción, y una salida motora, que se encarga de la acción.

Agente racional es similar a Agente inteligente.

En base a una serie de factores, podemos definir un agente racional como: en cada posible secuencia de percepciones, un agente racional debe seleccionar una acción que maximice su rendimiento, en base a la evidencia proporcionada por la secuencia de percepciones y en base al conocimiento que posee.

2.3.4. Agentes Reactivos

La característica principal de un agente reactivo es su capacidad de responder directamente a estímulos del entorno sin recurrir a un modelo interno o un proceso de planificación. Este tipo de agente actúa de manera inmediata basándose en reglas predefinidas que relacionan percepciones con acciones, lo que lo hace eficiente en entornos dinámicos, aunque limitado en situaciones que requieran razonamiento complejo.

En cuanto a las representaciones del mundo, están los modelos icónicos y los modelos basados en Características.

Percepción y Acción

El agente mediante estímulos a través de sensores, procesa la información, escoge una acción y la lleva a cabo mediante actuadores.

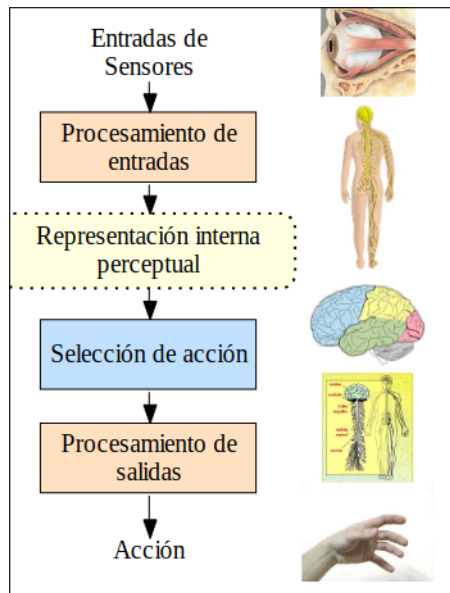


Figura 2.3: Método de reacción de un agente.

Ejemplo del Diseño de un Agente Reactivo

- Ejemplo:
 - Supongamos un robot en un mundo dividido en cuadrículas.
 - El robot puede percibir si las 8 casillas vecinas están libres o no, con un sensor si por cada casilla i .
 - El objetivo del robot es ir a una pared y seguir su perímetro indefinidamente.
 - Tiene 4 posibles movimientos (de 1 casilla cada uno): Ir a Norte, Sur, Este u Oeste.
 - No se permite que el entorno contenga pasillos estrechos (aquellas casillas rodeadas por dos o más obstáculos a ambos lados).

Para verlo en detalle, ver las diapositivas 40-44.

- Sistema de Producción: es un sistema de reglas que relacionan percepciones con acciones.
- Redes: son sistemas de reglas que se activan en paralelo.
- Arquitectura de subsunción: consiste en agrupar módulos de comportamiento en capas, donde cada capa tiene prioridad sobre la anterior. Cada módulo de comportamiento tiene una acción asociada, recibe la percepción directamente y comprueba una condición. Si esta se cumple, el módulo devuelve la acción a realizar. Un módulo se puede subsumir en otro. Si el módulo superior del esquema se cumple, se ejecuta este en lugar de los módulos inferiores.

Agentes Reactivos con memoria

Tiene ciertas limitaciones en cuanto al sistema sensorial, pero mejorar la precisión teniendo en cuenta la información previa.

Conocemos por *Agente reactivo con memoria* a aquel que, además de reaccionar a la situación en la que se encuentra, tiene en cuenta información previa para mejorar la precisión de sus acciones.

Características de Agentes Reactivos:

- Se diseñan completamente y por tanto es necesario anticipar todas las posibles reacciones para todas las situaciones.
- Realizan pocos cálculos y por tanto son rápidos.
- No tienen capacidad de aprendizaje.
- Almacenan todo en la memoria.

¿Qué tipo de agente es ChatGPT?

ChatGPT es un agente deliberativo, ya que utiliza un proceso interno para generar respuestas basadas en entradas del usuario, un vasto modelo de conocimiento, y razonamiento complejo. Evalúa el contexto y decide la mejor "acción" (respuesta) a través de un procesamiento reflexivo y estructurado. Sin embargo, también puede presentar características reactivas, ya que responde rápidamente a estímulos (mensajes) sin requerir planificación a largo plazo. Por lo tanto, combina elementos deliberativos con un alto grado de eficiencia reactiva. (Respuesta de Copilot).

Advertencia

Solo es materia de examen las diapositivas que no tienen el título en rojo, que son las comunes a todos los grados.

2.4. Relación de problemas 1

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

El código de los ejercicios 1, 3 y 4 está en el repositorio, bajo Subjects/Third/IA/Teoria

Ejercicio 1

Una hormiga artificial vive en un mundo bidimensional cuadrulado 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

Hay que 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 el agente queda definido por completo.

Anotaciones sobre el desarrollo del ejercicio

- La solución falla porque siempre gira hacia la derecha, así que hay que recurrir a las variables de estado para solucionar este problema.
- Queda 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.

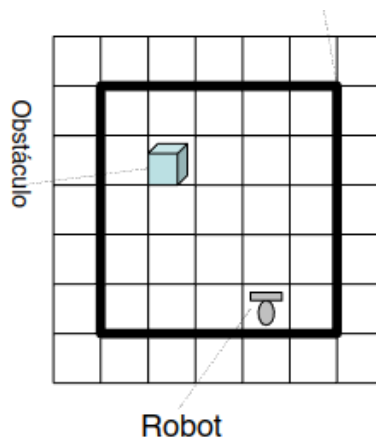


Figura 2.4: Imagen del tablero.

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 $\rightarrow$ avanzar.
 - Si no estoy_contando y no estoy_girando y CNY70 $\rightarrow$ girarI y estoy_girando = true.
 - Si estoy_girando $\rightarrow$ girarI, estoy_contando = true, contador++, estoy_girando = false.
 - Si estoy_contando y no estoy_girando y no CNY70 $\rightarrow$ avanzar, contador++.
 - Si estoy_contando y no estoy_girando y CNY70 $\rightarrow$ Termina, y se devuelve 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 $\rightarrow$ IDLE
 - Si no CNY70 y fase_giro == 0 $\rightarrow$ Avanzar
 - SI CNY70 y y fase_giro == 0 y girar_izq $\rightarrow$ GirarI y fase_giro = 1

- Si no CNY70 y fase_giro == 1 $\rightarrow$ Avanzar y fase_giro == 2
- Si fase_giro == 2 y girar_izq $\rightarrow$ GirarI, fase_giro=0 y girar_izq = false
- Si CNY70 y fase_giro == 0 y no girar_izq $\rightarrow$ GirarD y fase_giro = 1
- Si fase_giro == 2 y no girar_izq $\rightarrow$ GirarD, fase_giro==0 y girar_izq = true
- Si CNY70 y fase_giro == 1 y no girar_izq $\rightarrow$ GirarD y fase_giro=0
- Si CNY70 y fase_giro == 1 y girar_izq $\rightarrow$ GirarI y fase_giro=0

Ejercicio 4

Sea 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?

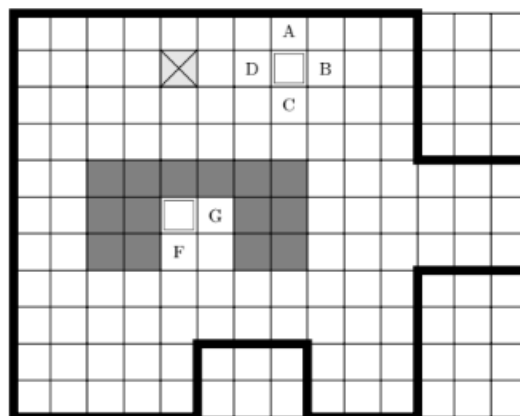


Figura 2.5: Imagen del mundo bidimensional cuadriculado.

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, al elegir uno en función del potencial se toma D.
Para el 2º apartado:

$$\begin{aligned}
 P(G) &= 5^2 + \frac{1}{1^2} = 26 \\
 P(F) &= 5^2 + \frac{1}{1^2} = 26
 \end{aligned}$$

En este caso al haber empate da igual cual cogemos.

$$P(\text{casilla marcada}) = 4^2 + \frac{1}{1^2} = 17 \quad (2.1)$$

La casilla del cuadrado es la que menos potencial tiene por lo que se toma esa (Ecuación 1.1).

Capítulo 3

Búsqueda en espacios de estados

3.1. Diseño de un agente deliberativo: búsqueda en espacios de estados

El agente dispone de un modelo del mundo donde actúa, modelo de efectos de las acciones sobre el mundo, es capaz de razonar sobre esos modelos para decidir que hacer para conseguir un objetivo.

Tras esta introducción se pasa al espacio de estados.

Espacio de Estados: Representación del conocimiento a través de las acciones del agente.

Búsqueda en Espacios de Estados: Resolución del problema mediante proyección de las distintas acciones.

Como ejemplo de agente deliberativo, se trata *el problema del viajante de comercio*.

3.2. 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:

$$\text{estado}(\text{puerta}, \text{suelo}, \text{ventana}, \text{no_tiene}) \quad (3.1)$$

2. Andar a la ventana:

$$\text{estado}(\text{ventana}, \text{suelo}, \text{ventana}, \text{no_tiene}) \quad (3.2)$$

3. Empujar la caja al centro:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{suelo}, \text{centro}, \text{no_tiene}) \quad (3.3)$$

4. Subir a la caja:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{caja}, \text{centro}, \text{no_tiene}) \quad (3.4)$$

5. Coger el plátano:

$$\text{estado}(\text{centro}, \text{caja}, \text{centro}, \text{tiene}) \quad (3.5)$$

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