



# Tecnológico de Monterrey

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Estado de México  
Escuela de Ingeniería y Ciencias

## **Modelación de sistemas multiagentes con graficas computacionales**

### **Actividad Integradora**

#### **Alumno:**

Roberto Valdez Jasso A01746863

#### **Asesores**

Profesor Sergio Ruiz Loza  
Doctor Jorge Adolfo Ramírez Uresti

Fecha de entrega: 22 de noviembre 2021

*“Apegándose a la Integridad Académica de los Estudiantes del Tecnológico de Monterrey, me comprometo a que mi actuación en esta actividad está regida por la integridad académica. En congruencia con el compromiso adquirido, realizaré este trabajo de forma honesta y personal, para reflejar, a través de él, mi conocimiento y aceptar, posteriormente, la evaluación obtenida.”*

## Introducción a la Problemática:

¡Felicidades! Eres el orgulloso propietario de 5 robots nuevos y un almacén lleno de cajas. El dueño anterior del almacén lo dejó en completo desorden, por lo que depende de tus robots organizar las cajas en algo parecido al orden y convertirlo en un negocio exitoso.

Cada robot está equipado con ruedas omnidireccionales y, por lo tanto, puede conducir en las cuatro direcciones. Pueden recoger cajas en celdas de cuadrícula adyacentes con sus manipuladores, luego llevarlas a otra ubicación e incluso construir pilas de hasta cinco cajas. Todos los robots están equipados con la tecnología de sensores más nueva que les permite recibir datos de sensores de las cuatro celdas adyacentes. Por tanto, es fácil distinguir si un campo está libre, es una pared, contiene una pila de cajas (y cuantas cajas hay en la pila) o está ocupado por otro robot. Los robots también tienen sensores de presión equipados que les indican si llevan una caja en ese momento.

Lamentablemente, tu presupuesto resultó insuficiente para adquirir un software de gestión de agentes múltiples de última generación. Pero eso no debería ser un gran problema ... ¿verdad? Tu tarea es enseñar a sus robots cómo ordenar su almacén. La organización de los agentes depende de ti, siempre que todas las cajas terminen en pilas ordenadas de cinco.

## Proceso

Visto lo anterior, las características del ambiente y capacidades de los agentes son los siguientes:

### 1. Ambiente.

- Accesible: Es accesible por la interacción de los robots dentro del ambiente, específicamente con las cajas y las paredes de este.
- Determinista: Es determinista por el manejo de estados y estados de los robots, como también de la acción seleccionada del robot en el ambiente antes dicho.
- Episódico: Es episódico por las acciones que realiza y percibe dentro del mismo, sin embargo, los siguientes episodios no depende de los episodios anteriores.
- Estático: Es estático esperando que los robots estén interactuando con el ambiente, ya sea interactuando con las cajas, sentido las paredes y objetos presentes, entre otros.
- Continuo: Es continuo por la autonomía de los robots y por no tener una cantidad limitada de pasos dentro del mismo

### 2. Agentes.

- Robots
  - Avanzar
  - Reconocer casillas adyacentes
  - Recoger cajas
  - Ordenar cajas

Cabe destacar que, teniendo en cuenta las características y capacidades del mismo, hay que tener en cuenta en el mismo ambiente se debe que presentar ciertas ejecuciones antes y durante la ejecución del mismo, estas deberán ser las siguientes:

Antes de la ejecución:

- Inicializar las posiciones iniciales de las  $K$  cajas. Todas las cajas están a nivel de piso, es decir, no hay pilas de cajas:
  - Las cajas comenzaran desde posición  $M \times N$  espacios dentro del almacén y cada una de ellas aparecerá en nivel piso en una sola posición vacía, si el caso de dos cajas tenga las mismas posiciones  $M \times N$ , una de esta pasara a la siguiente casilla enfrente de la anterior.
- Todos los agentes empiezan en posición aleatorias vacías:
  - Los agentes (Robots) comenzaran desde posición  $M \times N$  espacios dentro del almacén y cada uno de ellos aparecerá en nivel piso en una sola posición vacía, si el caso que dos robots tengan las mismas posiciones  $M \times N$ , uno de estos pasara a la siguiente casilla enfrente de la anterior.
- Se ejecuta en el tiempo máximo establecido.
  - El tiempo máximo se establecerá en el código como condicional que se iniciara al momento que la primera acción de cualquier agente en el ambiente se procese, dicho esto, contará cada segundo hasta llegar al tiempo máximo establecido dando a conocer dos opciones disponibles, en caso de que los agentes realicen sus actividades antes de tiempo establecido, se mostrara el tiempo se tomó para realizar las actividades en el ambiente y en caso contrario, la ejecución se detendrá, dando como consecuencia que los agente no lograr terminar sus actividades en tiempo y en forma.

Durante la ejecución, se recopilará la información siguiente:

- Tiempo necesario hasta que todas las cajas están en pilas de máximo 5 cajas.
  - El tiempo necesario será calculado al igual que el tiempo máximo establecido, dicho esto, contará cada segundo hasta llegar al tiempo máximo establecido dando a conocer dos opciones disponibles, en caso de que los agentes realicen sus actividades antes de tiempo establecido, se mostrara el tiempo se tomó para realizar las actividades en el ambiente y en caso contrario, la ejecución se detendrá, dando como consecuencia que los agente no lograr terminar sus actividades en tiempo y en forma.
- Número de movimientos realizados por todos los robots:
  - Una vez realizadas las actividades de cada agente, o cuando el tiempo haya terminado, se mostrará en pantalla el número de movimientos realizados por todos los agentes que hicieron por acción en el ambiente, esta será calculada por medio de una función que registrara la suma de todos los movimientos de los agentes.

- Analiza si existe una estrategia que podría disminuir el tiempo dedicado, así como la cantidad de movimientos realizados:
  - La estrategia que se maneja para disminuir el tiempo dedicado, como también la cantidad de movimiento realizados, será el agregado de más agentes (robots) en el ambiente, ya que mientras más robots haya en el mismo, menos pasos como tiempo serán necesarios para realizar las acciones en tiempo y en forma, dando una estrategia cooperativa entre los agentes, en otras palabras, dividir los trabajos, espacio, tiempo y aprendizajes entre cada agente para así poder disminuir lo más de lo posible lo anterior.

## Diagramas

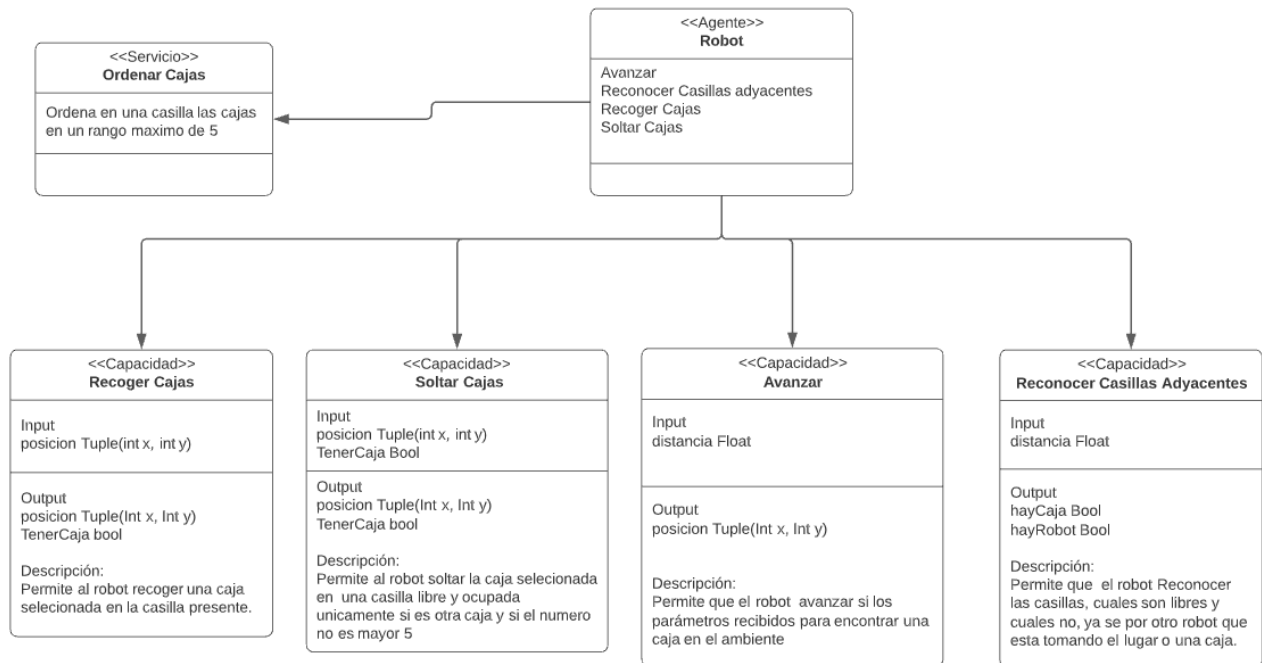
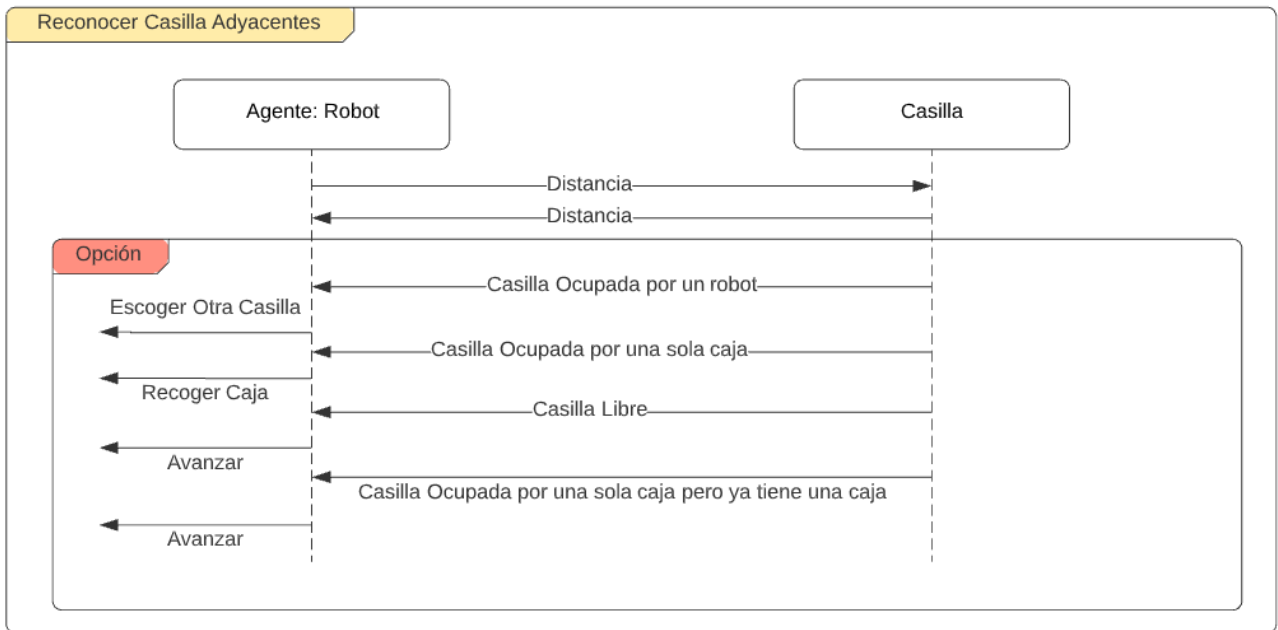
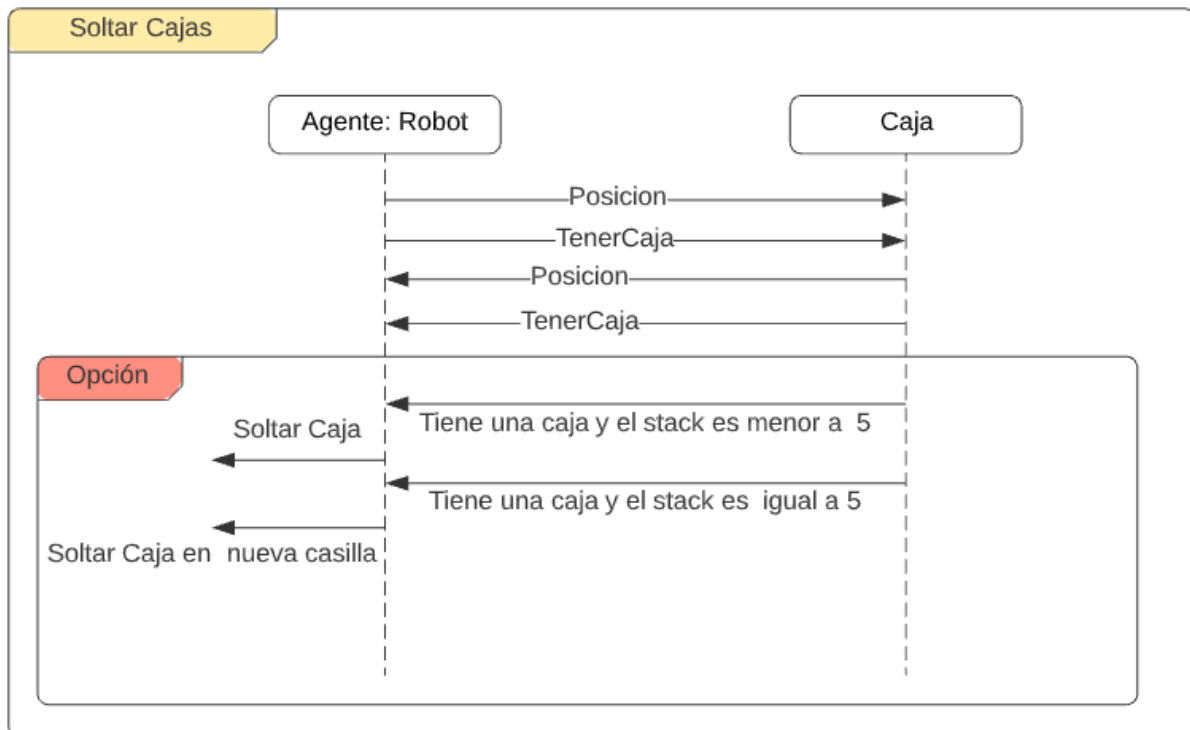


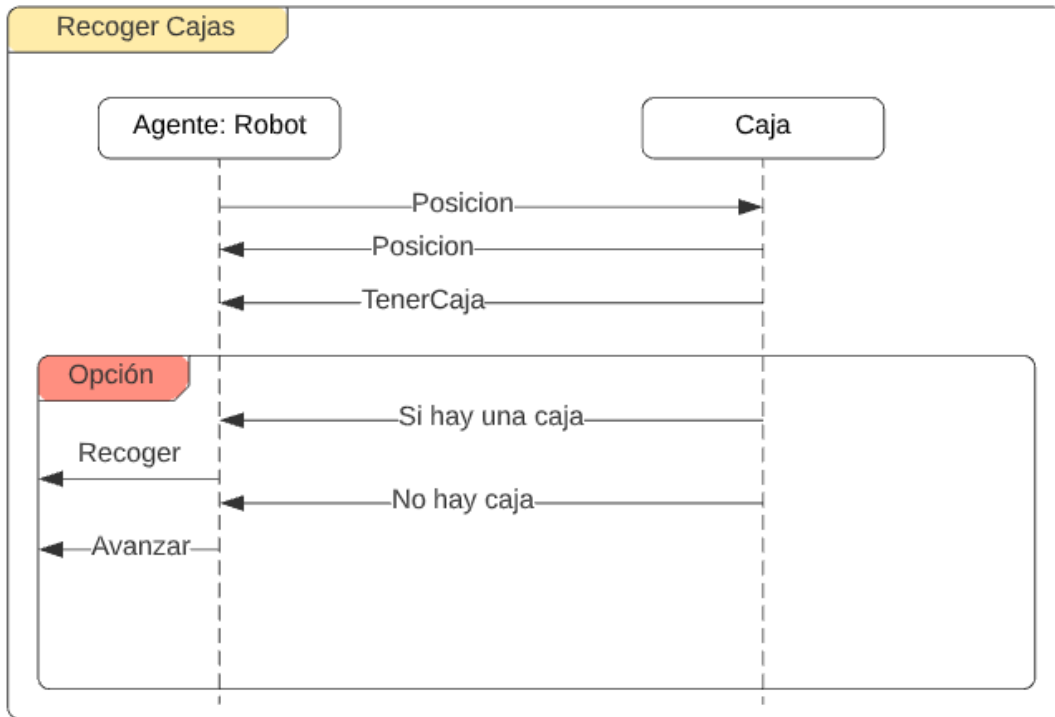
Diagrama clases de Robot



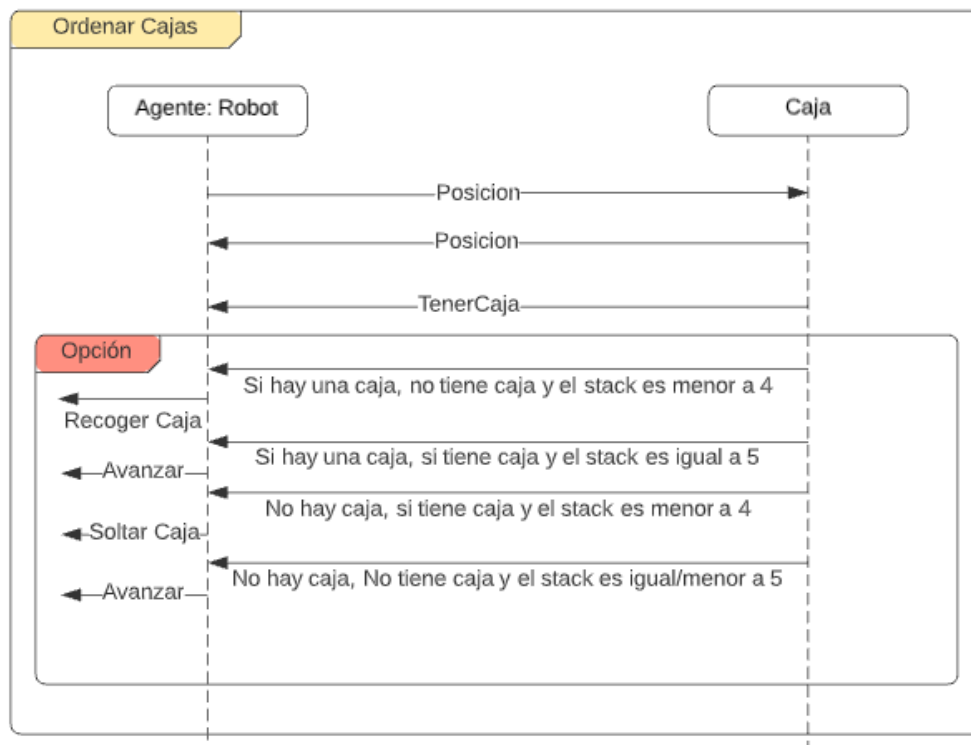
**Diagrama de Protocolo Reconocer Casilla Adyacente**



**Diagrama de Protocolo Soltar Cajas**



**Diagrama De Protocolo Recoger Cajas**



**Diagrama de Protocolo Ordenar Cajas**

## **Materiales y Texturas:**

Los materiales que fueron ocupados en las escenas fueron realizados desde cero, es decir se realizaron a mano para su uso en los modelos 3d, por otro lado, las texturas se descargaron por medios digitales para su uso en los modelos y a la vez estas se modificaron por medio de Pixlr.com para diversos cambios en las texturas ya existentes como el de la caja y primeros modelos de robot en la escena ejemplo.

Los materiales de los robots no cuentan con texturas ni mapas normales, sin embargo, se utilizó una textura metálica para darles brillo y que parecieran como hechos de metal, y también tiene el material de llanta para dar la ilusión de estas en el contacto con el piso.

Finalmente, otros materiales tienen texturas menos metalizadas con el fin de lograr los efectos deseados para cada objeto

## **Mapas UV's:**

Los mapas UV de varios objetos, como los robots (grúa), estantes y cajas se modificaron para poder utilizar las texturas de manera correcta y evitar una afectación a la visualización grafica de la misma.

## **Iluminación:**

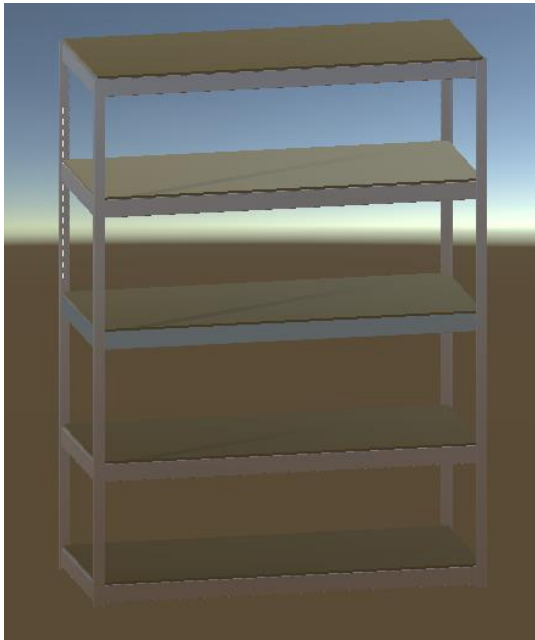
La escena tiene una fuente de luz direccional y cada robot tiene su propia fuente de luz puntual, esta se mueve junto con los robots.

## **Animación:**

Los robots cuentan con un script que permiten que se mueva utilizando la interpolación lineal, es decir, usan la siguiente fórmula:  $A + t * (B - A)$  donde A es la posición actual del robot, t es el tiempo y B es la posición a la que quiere llegar el robot. Se utiliza una variable auxiliar para que todos los robots se detengan después de una cantidad de movimientos determinada.

## Modelos Gráficos Unity

Estante:

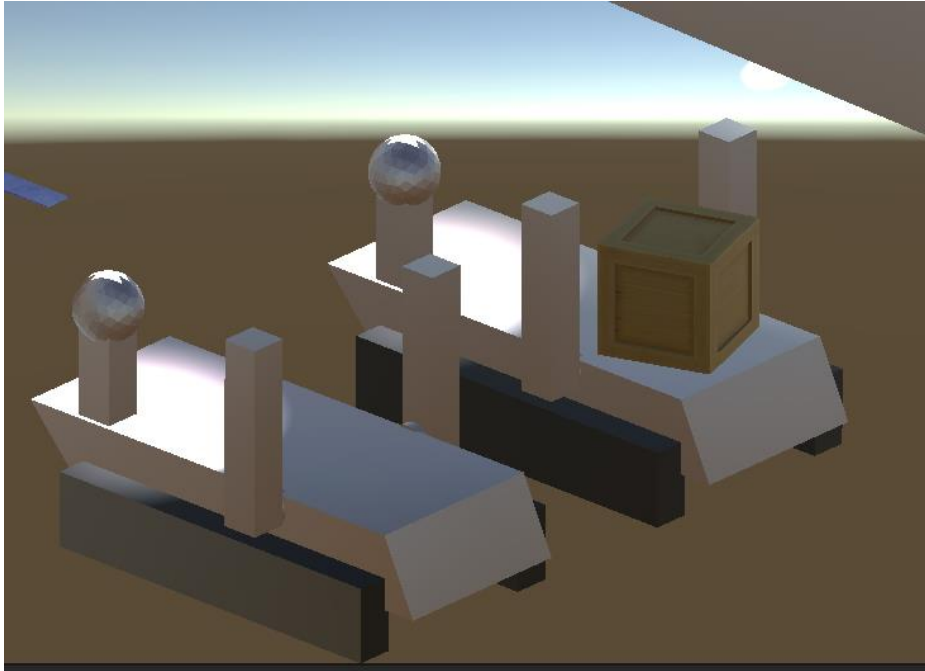


Caja:





Robot:



Almacén:

