# Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

**Campus Puebla**

**Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales**

**(Gpo 1)**

**TC2008B.1**

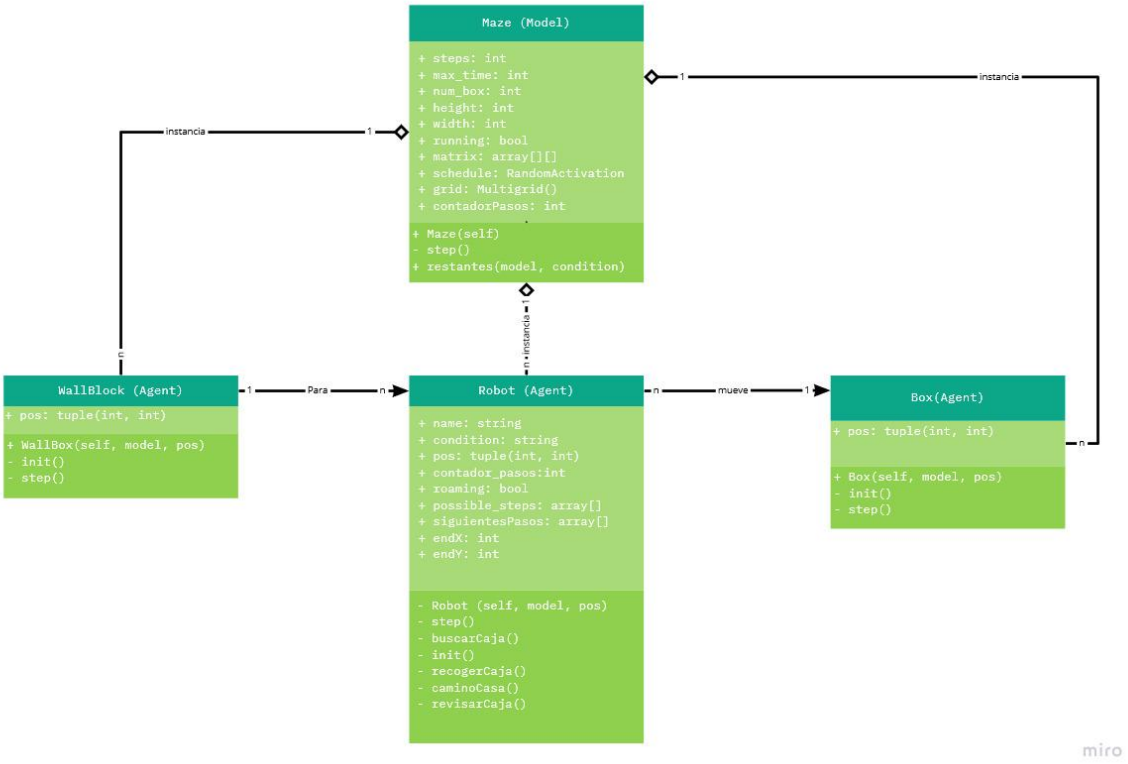
Luciano García Bañuelos

Actividad Integradora

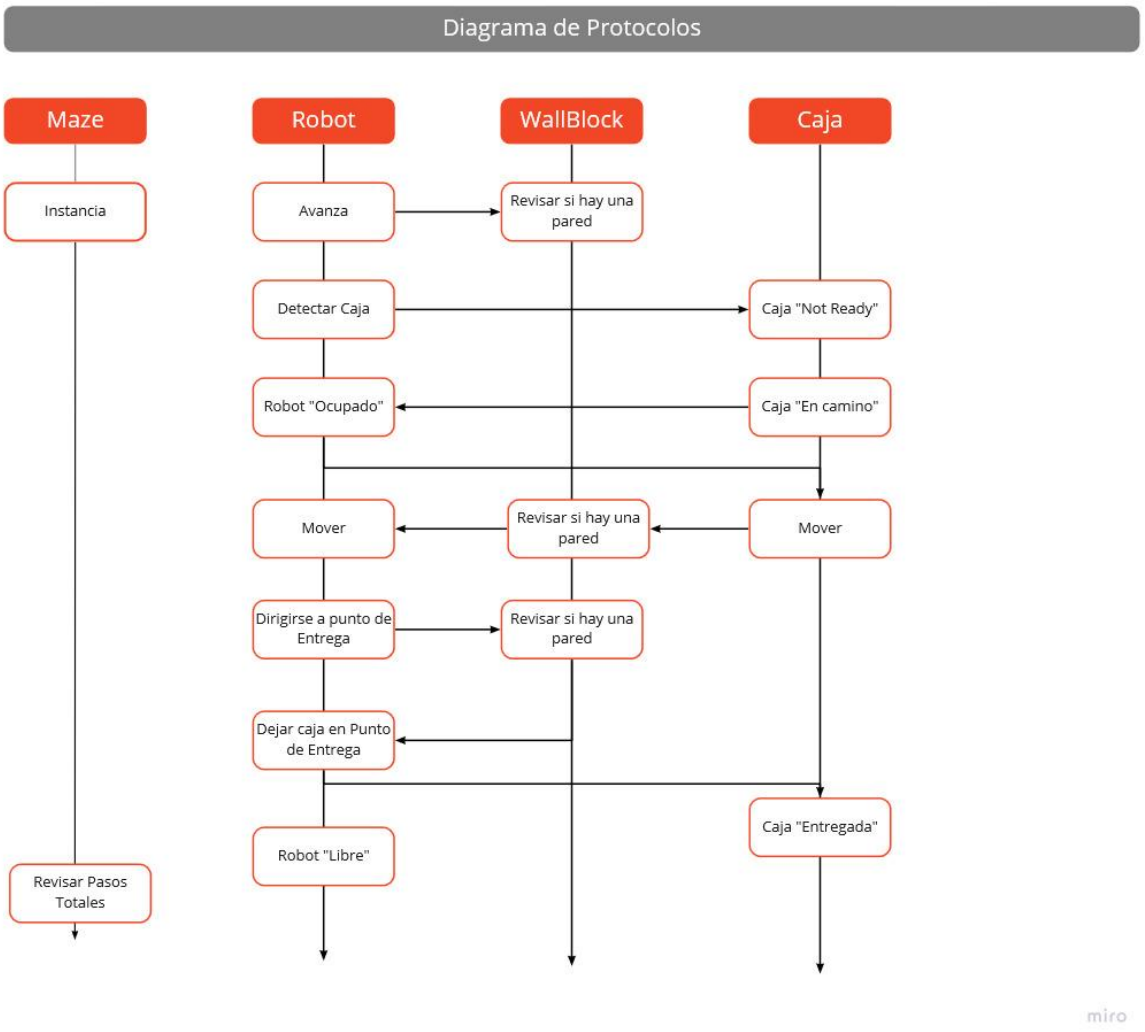
Daniel Munive Meneses A01734205

27 de noviembre 2021

# Diagrama de Clase



## Protocolo de Agentes




## Estrategia cooperativa

En esta actividad integradora se nos planteó el realizar la simulación de un software de 5 robots con ruedas omnidireccionales que puedan recoger cajas en celdas de cuadrícula adyacentes con sus manipuladores para posteriormente llevarlas a otra ubicación e incluso construir pilas de hasta cinco cajas.

Para la solución de de este problema se realizó la simulación por medio de mesa y Unity, primeramente en Mesa se realizó la programación de los agentes sus interacciones y funcionalidad de la siguiente forma:

```python
def initMaxtrix(n,m):

  matrix = [ [ 1 for i in range(n) ] for j in range(m)]

  for i in range(n):
    matrix[0][i] = 0
    matrix[m-1][i] = 0


  for i in range(m):
    matrix[i][0] = 0
    matrix[i][n-1] = 0

  return matrix
```

Primeramente se definió una función que creará una matriz del tamaño que se deseara para el modelo, y con esto inicializar los distintos agentes.

```python
class Robot(Agent):
    def __init__(self, model, pos):
        super().__init__(model.next_id(), model)
        self.name = "robot"
        self.condition = "libre"
        self.pos = pos
        self.contador_pasos = 0
        self.roaming = False
        self.possible_steps = []
        self.siguientesPasos = []
        self.endX = 1
        self.endY = 1
```

Se crea el Agente Robot, con sus variables necesarias

```
108     def step(self):
109 
110         zeros = []
111         self.grid = MultiGrid(15, 15, torus=False)
112         self.model.matrix
113         zeros = [(x, y) for y in range(self.model.height) for x in range
            (self.model.width) if y in [0,self.model.height-1] or x in [0,
            self.model.width - 1]]
114 
115         next_moves = self.model.grid.get_neighborhood(self.pos, moore=False)
116         next_move = self.random.choice(next_moves)
117 
118         if next_move in zeros:
119             next_move = self.random.choice(next_moves)
120         else:
121             if self.condition == "libre":
122                 if self.buscarCaja():
123                     print("CAJA")
124                     self.recogerCaja()
125                 else:
126                     self.contador_pasos += 1
127                     self.model.grid.move_agent(self, next_move)
128             elif self.condition == "Ocupado":
129                 print("Transportando Caja")
130                 self.revisarCaja()
```

Funcion step(), primeramente revisa las posiciones en las que hay paredes para ignorar estas posiciones, posteriormente los robot empiezan a moverse de manera random, hasta el momento en que encuentran una caja y al encontrarla, la recogen  y se dirigen al punto de entrega.

```
def buscarCaja(self):
    for neighbor in self.model.grid.neighbor_iter(self.pos, moore=False):
        if neighbor.condition == "Not Ready":
            return True
    return False

def recogerCaja(self):
    self.condition = "Ocupado"
    for neighbor in self.model.grid.neighbor_iter(self.pos):
        if neighbor.condition == "Not Ready":
            self.caja = neighbor
            self.caja.condition = "En camino"
            break
    self.model.grid.move_agent(self.caja, self.pos)

def caminoCasa(self, posX, posY):

    pathGrid = PathGrid(matrix=self.model.matrix)

    if(self.roaming == False):
        self.endX = posX
        self.endY = posY
        self.roaming = True

    start = pathGrid.node(self.pos[0],self.pos[1])
    end = pathGrid.node(self.endX,self.endY)

    finder = AStarFinder(diagonal_movement=DiagonalMovement.always)
    path, runs = finder.find_path(start, end, pathGrid)
    #print(path)
    if(len(path) > 1):
        next_move = path[1]
        self.contador_pasos += 1
        self.model.grid.move_agent(self, next_move)
        self.model.grid.move_agent(self.caja, next_move)

    else:
        self.roaming = False

        pathGrid.cleanup()


def revisarCaja(self):
    if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or self.pos == (4,1) or self.pos == (5,
    1) or self.pos == (6,1) or self.pos == (7,1)):
        self.condition = "libre"
        self.caja.condition = "Entregada"
    else:


        self.posicionFinal = (1,random.randrange(1,7))
        self.caminoCasa(random.randrange(1,7),1)
```

Funciones utilizadas en el Step(), función buscarCaja()  que revisa si hay cajas esperando ser entregadas en las posiciones vecinas del robot, recogerCaja(), junta por así decir a los agentes caja y robot y hace que los dos vayan cambiando de posición juntos, caminoCasa() utilizando pathfinding lleva al robot que esté cargando una caja

hacia los distintos posibles puntos de entrega de las cajas, revisarCaja() revisa las distintas posiciones de entrega posibles y elige una random para entregar las cajas.

```
class Box(Agent):
    def __init__(self, model, pos):
        super().__init__(model.next_id(), model)
        self.pos = pos
        if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or self.pos
        == (4,1) or self.pos == (5,1) or self.pos == (6,1) or self.pos == (7,1)):
            self.condition = "Entregado"
        else:
            self.condition = "Not Ready"

    def step(self):

      if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or self.pos ==
      (4,1) or self.pos == (5,1) or self.pos == (6,1) or self.pos == (7,1)) :
        self.condition = "Entregado"
      else:
        self.condition = "Not Ready"
```

Se crea el agente caja y ya que esta aparecen de manera aleatoria, se revisa si aparecieron en algún punto de entrega desde el principio o no, para poder definir su condición, si ya están entregadas o no, asi mismo esto de revisa en cada paso para evitar que las cajas se queden atrapadas o trabadas, fuera de los puntos de entrega

```
# Se define el agente de pared
class WallBlock(Agent):
    def __init__(self, model):
        super().__init__(self, model)
        self.condition = "Wall"

    def step(self):
        pass
```

Se crean los agente de las paredes como WallBlock

```python
# Se define el modelo Maze con los atributos dentro del constructor
class Maze(Model):
    def __init__(self, height=15, width=15, boxN=15, max_time=500):
        super().__init__()
        self.steps = 0
        self.max_time = max_time
        self.num_box = boxN
        self.height = height
        self.width = width
        self.running = True
        self.matrix = initMaxtrix(width,height);
        self.schedule = RandomActivation(self)
        self.grid = MultiGrid(width, height, torus=False)
        self.contadorPasos = 0
```

Se crea el modelo de Maze, con sus respectivos atributos, estos tuvieron que ser definidos de manera estática, ya que al realizar el código de BackEnd y la conexión para Unity se encontró con la limitación de que no era posible usar Sliders para permitir que los usuarios definieron los datos, sin embargo el código está diseñado de forma que si se quisiera implementar esto en Mesa no supondría un problema.

```
muro = [(x, y) for y in range(height) for x in range(width) if y in [0,
height-1] or x in [0, width - 1]]

for pos in muro:
    wall = WallBlock(self)
    self.schedule.add(wall)
    self.grid.place_agent(wall, pos)

for i in range(5):

    def pos_robot(w, h):
        for _,x,y in self.grid.coord_iter():
            return (self.random.randrange(2,w), self.random.randrange(2,h))

    pos = pos_robot(self.grid.width, self.grid.height)

    while (not self.grid.is_cell_empty(pos)):
        pos = pos_robot(self.grid.width, self.grid.height)

    new_robot = Robot(self, pos)
    self.grid._place_agent(pos, new_robot)
    self.schedule.add(new_robot)

#Agregar Cajas
for i in range(self.num_box):

    def pos_box(w, h):
        return (self.random.randrange(w), self.random.randrange(h))

    pos = pos_box(self.grid.width, self.grid.height)

    while (not self.grid.is_cell_empty(pos)):
        pos = pos_box(self.grid.width, self.grid.height)

    new_box = Box(self, pos)
    self.grid._place_agent(pos, new_box)
    self.schedule.add(new_box)
```

En esta parte del código se inicializan las paredes alrededor de toda la matriz, se inicializan los 5 robot en posiciones random vacías, y se inicializan las cajas definidas (en este caso 15), también de manera random en espacios libres donde no haya ningún otro agente.

```
    def step(self):
      self.contadorPasos += 1
      if (self.max_time <= 0 or self.restantes(self, "Entregado") == self.num_box):
        print("Final de simulacion")
        print("Número de movimientos realizados por todos los robots: ",
        self.contadorPasos*5)
        print("Tiempo total:", self.contadorPasos)
        self.running = False
      self.max_time -= 1
      self.schedule.step()


    @staticmethod
    def restantes(model, condition):
        count = 0
        for agent in model.schedule.agents:
            if agent.condition == condition:
                count += 1
        return count
```

En el step revisa si ya se entregaron todas las cajas, o si ya se llegó al tiempo límite terminado, esto para saber cuando terminar la simulación, así mismo al final se imprimen (esto en mesa), los pasos totales tomados por cada robot y el tiempo total tomado.

```
def agent_portrayal(agent):
  if(type(agent) == Robot):
    return {"Shape": "robot.png", "Layer": 1}
  elif (type(agent) == Box):
    return {"Shape": "box.png", "Layer": 0}
  elif (type(agent) == WallBlock):
    return {"Shape": "walll2.png", "Layer": 0}

    # Se definen las variables de grid, chart, y server
grid = CanvasGrid(agent_portrayal, 15, 15, 450, 450)

server = ModularServer(Maze, [grid], "Robot")

server.port = 8522
server.launch()
```

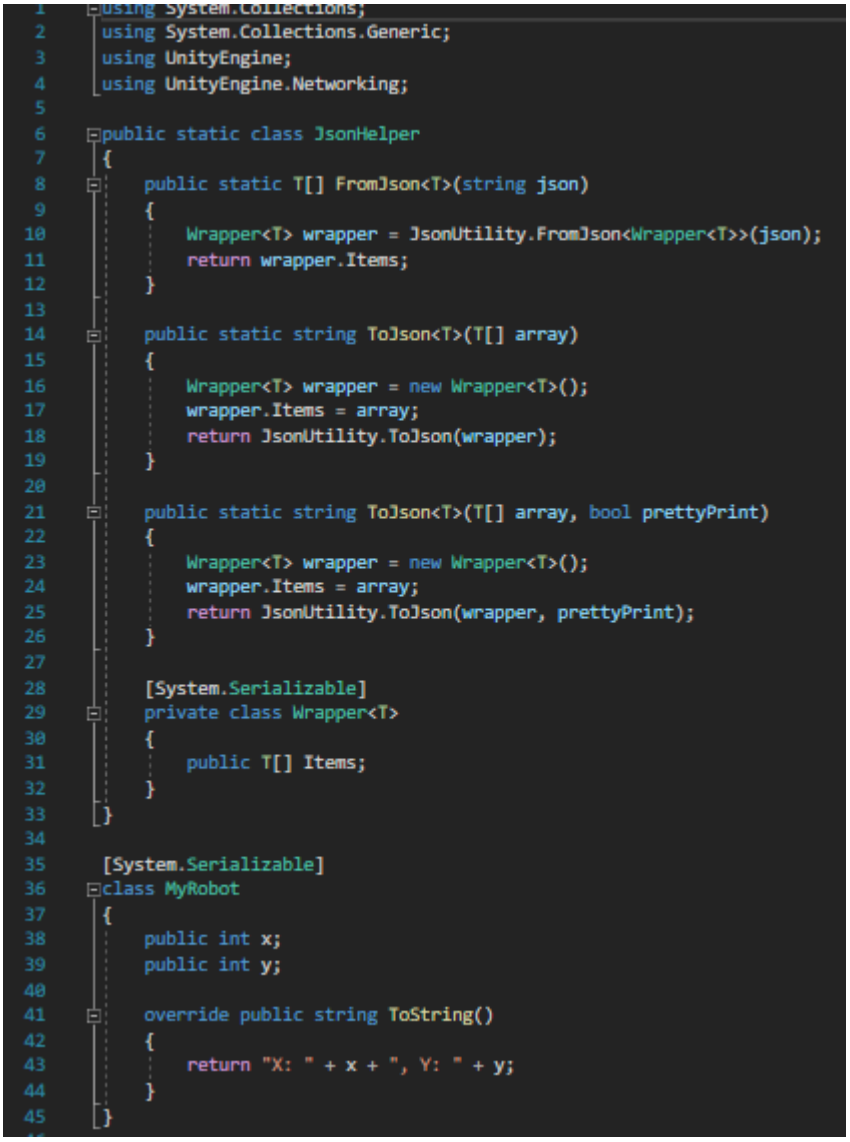
En esta parte de mesa se definen las imágenes determinadas de los agentes, el tamaño de los grid y el server para correr la simulación de forma local.

Posteriormente se realizó la Union del código para Unity

```python
import flask
from flask.json import jsonify
import uuid
from ActInt import Maze

games = {}

app = flask.Flask(__name__)

@app.route("/games", methods=["POST"])
def create():
    global games
    id = str(uuid.uuid4())
    games[id] = Maze()
    return "ok", 201, {'Location': f"/games/{id}"}


@app.route("/games/<id>", methods=["GET"])
def queryState(id):
    global model
    model = games[id]
    model.step()
    Robot1 = model.schedule.agents[56]
    Robot2 = model.schedule.agents[57]
    Robot3 = model.schedule.agents[58]
    Robot4 = model.schedule.agents[59]
    Robot5 = model.schedule.agents[60]

    Robot6 = model.schedule.agents[61]
    Robot7 = model.schedule.agents[62]
    Robot8 = model.schedule.agents[63]
    Robot9 = model.schedule.agents[64]
    Robot10 = model.schedule.agents[65]
    Robot11 = model.schedule.agents[66]
    Robot12 = model.schedule.agents[67]
    Robot13 = model.schedule.agents[68]
    Robot14 = model.schedule.agents[69]
    Robot15 = model.schedule.agents[70]
    Robot16 = model.schedule.agents[71]
    Robot17 = model.schedule.agents[72]
    Robot18 = model.schedule.agents[73]
    Robot19 = model.schedule.agents[74]
    Robot20 = model.schedule.agents[75]
```

```python
    Robot6 = model.schedule.agents[61]
    Robot7 = model.schedule.agents[62]
    Robot8 = model.schedule.agents[63]
    Robot9 = model.schedule.agents[64]
    Robot10 = model.schedule.agents[65]
    Robot11 = model.schedule.agents[66]
    Robot12 = model.schedule.agents[67]
    Robot13 = model.schedule.agents[68]
    Robot14 = model.schedule.agents[69]
    Robot15 = model.schedule.agents[70]
    Robot16 = model.schedule.agents[71]
    Robot17 = model.schedule.agents[72]
    Robot18 = model.schedule.agents[73]
    Robot19 = model.schedule.agents[74]
    Robot20 = model.schedule.agents[75]

    return jsonify({ "Items": [{"x": Robot1.pos[0], "y": Robot1.pos[1]},{"x": Robot2.pos[0], "y": Robot2.pos[1]},
    {"x": Robot3.pos[0], "y": Robot3.pos[1]},{"x": Robot4.pos[0], "y": Robot4.pos[1]}, {"x": Robot5.pos[0], "y": Robot5.pos[1]},
    {"x": Robot6.pos[0], "y": Robot6.pos[1]},{"x": Robot7.pos[0], "y": Robot7.pos[1]},{"x": Robot8.pos[0], "y": Robot8.pos[1]},
    {"x": Robot9.pos[0], "y": Robot9.pos[1]},{"x": Robot10.pos[0], "y": Robot10.pos[1]},{"x": Robot11.pos[0], "y": Robot11.pos[1]},
    {"x": Robot12.pos[0], "y": Robot12.pos[1]},{"x": Robot13.pos[0], "y": Robot13.pos[1]},{"x": Robot14.pos[0], "y": Robot14.pos[1]},
    {"x": Robot15.pos[0], "y": Robot15.pos[1]},{"x": Robot16.pos[0], "y": Robot16.pos[1]},{"x": Robot17.pos[0], "y": Robot17.pos[1]},
    {"x": Robot18.pos[0], "y": Robot18.pos[1]},{"x": Robot19.pos[0], "y": Robot19.pos[1]},{"x": Robot20.pos[0], "y": Robot20.pos[1]} ] } )

app.run()
```

Donde se revise cada posición de los agentes por paso y se convierten los datos tipo json



```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;

public static class JsonHelper
{
    public static T[] FromJson<T>(string json)
    {
        Wrapper<T> wrapper = JsonUtility.FromJson<Wrapper<T>>(json);
        return wrapper.Items;
    }

    public static string ToJson<T>(T[] array)
    {
        Wrapper<T> wrapper = new Wrapper<T>();
        wrapper.Items = array;
        return JsonUtility.ToJson(wrapper);
    }

    public static string ToJson<T>(T[] array, bool prettyPrint)
    {
        Wrapper<T> wrapper = new Wrapper<T>();
        wrapper.Items = array;
        return JsonUtility.ToJson(wrapper, prettyPrint);
    }

    [System.Serializable]
    private class Wrapper<T>
    {
        public T[] Items;
    }
}

[System.Serializable]
class MyRobot
{
    public int x;
    public int y;

    override public string ToString()
    {
        return "X: " + x + ", Y: " + y;
    }
}
```

```
public class MoverModelo : MonoBehaviour
{
    string simulationURL = null;
    private float waitTime = 0.3f;
    private float timer = 0.0f;
    public GameObject[] Robot;


    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        StartCoroutine(ConnectToMesa());
    }

    IEnumerator ConnectToMesa()
    {
        WWWForm form = new WWWForm();

        using (UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Post("http://localhost:5000/games", form))
        {
            yield return www.SendWebRequest();

            if (www.result != UnityWebRequest.Result.Success)
            {
                Debug.Log(www.error);
            }
            else
            {
                simulationURL = www.GetResponseHeader("Location");
                Debug.Log("Connected to simulation through Web API");
                Debug.Log(simulationURL);
            }
        }
    }
```

```
IEnumerator UpdatePositions()
{
    using (UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Get(simulationURL))
    {
        if (simulationURL != null)
        {
            // Request and wait for the desired page.
            yield return www.SendWebRequest();

            //Debug.Log(www.downloadHandler.text);
            Debug.Log("Data has been processed");
            MyRobot[] robots = JsonHelper.FromJson<MyRobot>(www.downloadHandler.text);

            //Debug.Log(Robot[0].ToString());

            //Debug.Log(robots[4].ToString());

            Robot[0].transform.position = new Vector3(robots[0].x, 1, robots[0].y);
            Robot[1].transform.position = new Vector3(robots[1].x, 1, robots[1].y);
            Robot[2].transform.position = new Vector3(robots[2].x, 1, robots[2].y);
            Robot[3].transform.position = new Vector3(robots[3].x, 1, robots[3].y);
            Robot[4].transform.position = new Vector3(robots[4].x, 1, robots[4].y);

            Robot[5].transform.position = new Vector3(robots[5].x, 0, robots[5].y);
            Robot[6].transform.position = new Vector3(robots[6].x, 0, robots[6].y);
            Robot[7].transform.position = new Vector3(robots[7].x, 0, robots[7].y);
            Robot[8].transform.position = new Vector3(robots[8].x, 0, robots[8].y);
            Robot[9].transform.position = new Vector3(robots[9].x, 0, robots[9].y);
            Robot[10].transform.position = new Vector3(robots[10].x, 0, robots[10].y);
            Robot[11].transform.position = new Vector3(robots[11].x, 0, robots[11].y);
            Robot[12].transform.position = new Vector3(robots[12].x, 0, robots[12].y);
            Robot[13].transform.position = new Vector3(robots[13].x, 0, robots[13].y);
            Robot[14].transform.position = new Vector3(robots[14].x, 0, robots[14].y);
            Robot[15].transform.position = new Vector3(robots[15].x, 0, robots[15].y);
            Robot[16].transform.position = new Vector3(robots[16].x, 0, robots[16].y);
            Robot[17].transform.position = new Vector3(robots[17].x, 0, robots[17].y);
            Robot[18].transform.position = new Vector3(robots[18].x, 0, robots[18].y);
            Robot[19].transform.position = new Vector3(robots[19].x, 0, robots[19].y);
        }
    }
}

// Update is called once per frame
void Update()
{
    timer += Time.deltaTime;
    if (timer > waitTime)
    {
        StartCoroutine(UpdatePositions());
        timer = timer - waitTime;
    }
}
}
```

Tomando el ejemplo dado en clase y la librerías de unity se realizó la conexión de los datos obtenidos por la simulación de mesa y se les dio a los modelos 3d de Unity para con estos realizar la simulación en 3d.

**Link de Video de Simulación corriendo en mesa: https://youtu.be/ztJYE8Urrj0**

Resultados Obtenidos:

```
{"type":"get_step","step":359}
Final de simulacion
Número de movimientos realizados por todos los robots:  1795
Tiempo total: 359
Transportando Caja
{"type":"get_step","step":360}
```

## Código implementado

```
from mesa import Agent, Model
from mesa.space import MultiGrid
from mesa.time import RandomActivation
from mesa.time import BaseScheduler
from mesa.visualization.modules import CanvasGrid
from mesa.visualization.ModularVisualization import ModularServer
from pathfinding.core.diagonal_movement import DiagonalMovement
from pathfinding.core.grid import Grid as PathGrid
from pathfinding.finder.a_star import AStarFinder
from mesa.visualization.UserParam import UserSettableParameter
from mesa.datacollection import DataCollector
from mesa.visualization.modules import ChartModule
from mesa.visualization.ModularVisualization import VisualizationElement
import random
from math import sqrt


def initMaxtrix(n,m):

 matrix = [ [ 1 for i in range(n) ] for j in range(m)]
 for i in range(n):
   matrix[0][i] = 0
   matrix[m-1][i] = 0

  for i in range(m):
   matrix[i][0] = 0
   matrix[i][n-1] = 0
  return matrix


class Robot(Agent):
   def __init__(self, model, pos):
       super().__init__(model.next_id(), model)
       self.name = "robot"
```

```
        self.condition = "libre"
        self.pos = pos
        self.contador_pasos = 0
        self.roaming = False
        self.possible_steps = []
        self.siguientesPasos = []
        self.endX = 1
        self.endY = 1




    def buscarCaja(self):
      for neighbor in self.model.grid.neighbor_iter(self.pos, moore=False):
          if neighbor.condition == "Not Ready":
              return True
      return False

    def recogerCaja(self):
      self.condition = "Ocupado"
      for neighbor in self.model.grid.neighbor_iter(self.pos):
          if neighbor.condition == "Not Ready":
              self.caja = neighbor
              self.caja.condition = "En camino"
              break
      self.model.grid.move_agent(self.caja, self.pos)

    def caminoCasa(self, posX, posY):

      pathGrid = PathGrid(matrix=self.model.matrix)

      if(self.roaming == False):
        self.endX = posX
        self.endY = posY
        self.roaming = True

      start = pathGrid.node(self.pos[0],self.pos[1])
      end = pathGrid.node(self.endX,self.endY)

      finder = AStarFinder(diagonal_movement=DiagonalMovement.always)
      path, runs = finder.find_path(start, end, pathGrid)
      #print(path)
      if(len(path) > 1):
        next_move = path[1]
        self.contador_pasos += 1
        self.model.grid.move_agent(self, next_move)
        self.model.grid.move_agent(self.caja, next_move)
```

```
    else:
      self.roaming = False

      pathGrid.cleanup()


  def revisarCaja(self):
    if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or
self.pos == (4,1) or self.pos == (5,1) or self.pos == (6,1) or self.pos ==
(7,1)):
      self.condition = "libre"
      self.caja.condition = "Entregada"
    else:


      self.posicionFinal = (1,random.randrange(1,7))
      self.caminoCasa(random.randrange(1,7),1)

      #for i in range(5):
      #  self.caminoCasa(i,1)




  def step(self):

    zeros = []
    self.grid = MultiGrid(15, 15, torus=False)
    self.model.matrix
    zeros = [(x, y) for y in range(self.model.height) for x in
range(self.model.width) if y in [0,self.model.height-1] or x in [0,
self.model.width - 1]]

    next_moves = self.model.grid.get_neighborhood(self.pos, moore=False)
    next_move = self.random.choice(next_moves)

    if next_move in zeros:
      next_move = self.random.choice(next_moves)
    else:
      if self.condition == "libre":
        if self.buscarCaja():
          print("CAJA")
          self.recogerCaja()
        else:
          self.contador_pasos += 1
          self.model.grid.move_agent(self, next_move)
      elif self.condition == "Ocupado":
        print("Transportando Caja")
```

```
         self.revisarCaja()




class Box(Agent):
   def __init__(self, model, pos):
       super().__init__(model.next_id(), model)
       self.pos = pos
       if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or
self.pos == (4,1) or self.pos == (5,1) or self.pos == (6,1) or self.pos ==
(7,1)):
           self.condition = "Entregado"
       else:
         self.condition = "Not Ready"

   def step(self):

     if (self.pos == (1,1) or self.pos == (2,1) or self.pos == (3,1) or
self.pos == (4,1) or self.pos == (5,1) or self.pos == (6,1) or self.pos ==
(7,1)) :
       self.condition = "Entregado"
     else:
        self.condition = "Not Ready"



# Se define el agente de pared
class WallBlock(Agent):
   def __init__(self, model):
       super().__init__(self, model)
       self.condition = "Wall"

   def step(self):
       pass

# Se define el modelo Maze con los atributos dentro del constructor
class Maze(Model):
   def __init__(self, height=15, width=15, boxN=15, max_time=500):
       super().__init__()
       self.steps = 0
       self.max_time = max_time
       self.num_box = boxN
       self.height = height
       self.width = width
       self.running = True
       self.matrix = initMaxtrix(width,height);
```

```
        self.schedule = RandomActivation(self)
        self.grid = MultiGrid(width, height, torus=False)
        self.contadorPasos = 0


        muro = [(x, y) for y in range(height) for x in range(width) if y in
[0, height-1] or x in [0, width - 1]]

        for pos in muro:
            wall = WallBlock(self)
            self.schedule.add(wall)
            self.grid.place_agent(wall, pos)

        for i in range(5):

            def pos_robot(w, h):
                for _,x,y in self.grid.coord_iter():
                    return (self.random.randrange(2,w),
self.random.randrange(2,h))

            pos = pos_robot(self.grid.width, self.grid.height)

            while (not self.grid.is_cell_empty(pos)):
                pos = pos_robot(self.grid.width, self.grid.height)

            new_robot = Robot(self, pos)
            self.grid._place_agent(pos, new_robot)
            self.schedule.add(new_robot)

        #Agregar Cajas
        for i in range(self.num_box):

            def pos_box(w, h):
                return (self.random.randrange(w), self.random.randrange(h))

            pos = pos_box(self.grid.width, self.grid.height)

            while (not self.grid.is_cell_empty(pos)):
                pos = pos_box(self.grid.width, self.grid.height)

            new_box = Box(self, pos)
            self.grid._place_agent(pos, new_box)
            self.schedule.add(new_box)



    def step(self):
      self.contadorPasos += 1
```

```
     if (self.max_time <= 0 or self.restantes(self, "Entregado") ==
self.num_box):
       print("Final de simulacion")
       print("Número de movimientos realizados por todos los robots:
",self.contadorPasos*5)
       print("Tiempo total:", self.contadorPasos)
       self.running = False
     self.max_time -= 1
     self.schedule.step()


   @staticmethod
   def restantes(model, condition):
       count = 0
       for agent in model.schedule.agents:
           if agent.condition == condition:
               count += 1
       return count




def agent_portrayal(agent):
 if(type(agent) == Robot):
   return {"Shape": "robot.png", "Layer": 1}
 elif (type(agent) == Box):
   return {"Shape": "box.png", "Layer": 0}
 elif (type(agent) == WallBlock):
   return {"Shape": "walll2.png", "Layer": 0}

   # Se definen las variables de grid, chart, y server
grid = CanvasGrid(agent_portrayal, 15, 15, 450, 450)

server = ModularServer(Maze, [grid], "Robot")

server.port = 8522
server.launch()
```

## Unity

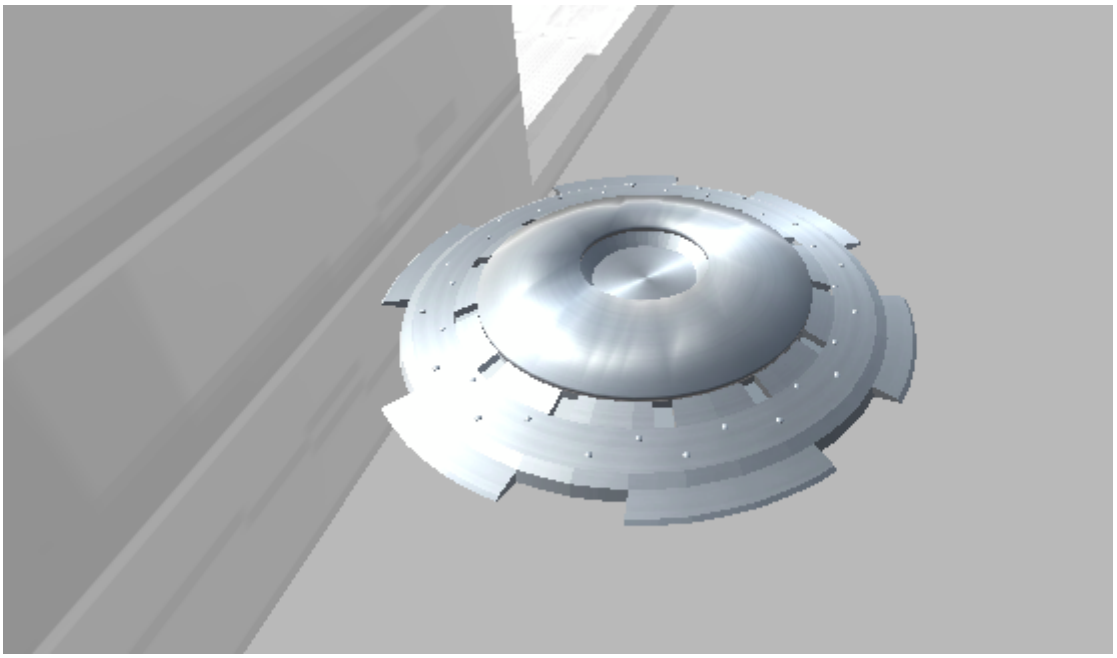
(Para poder correr el código de manera correcta es necesario tener el paquete de Probuilder dentro de su proyecto de unity)

## Link de Video a Simulación 3D corriendo:

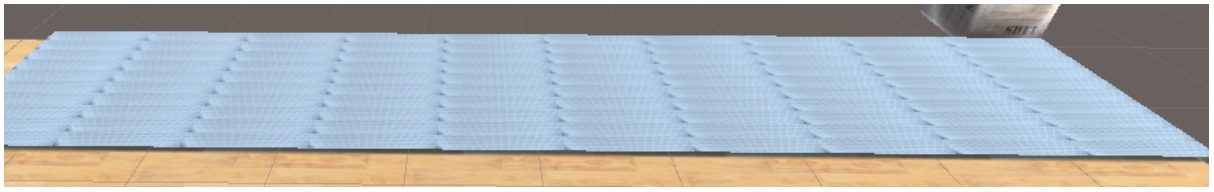
https://youtu.be/FPbf5GNWFMk

Modelo de caja:

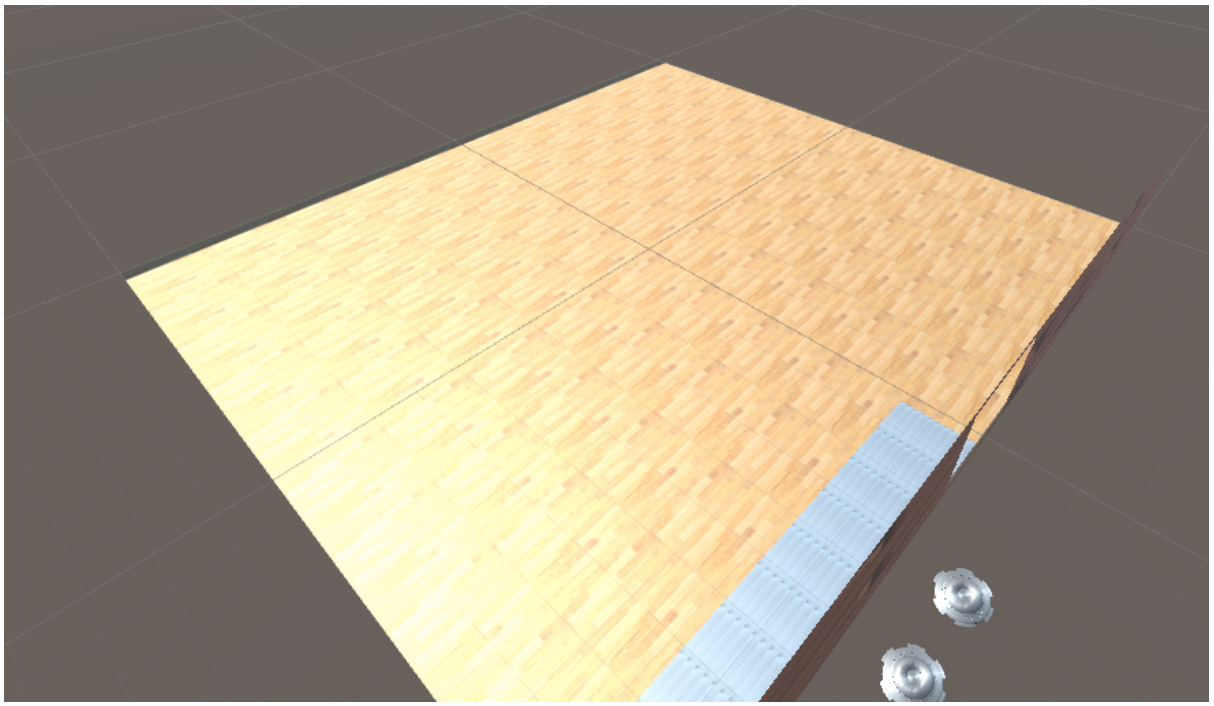

Modelo de Robot:



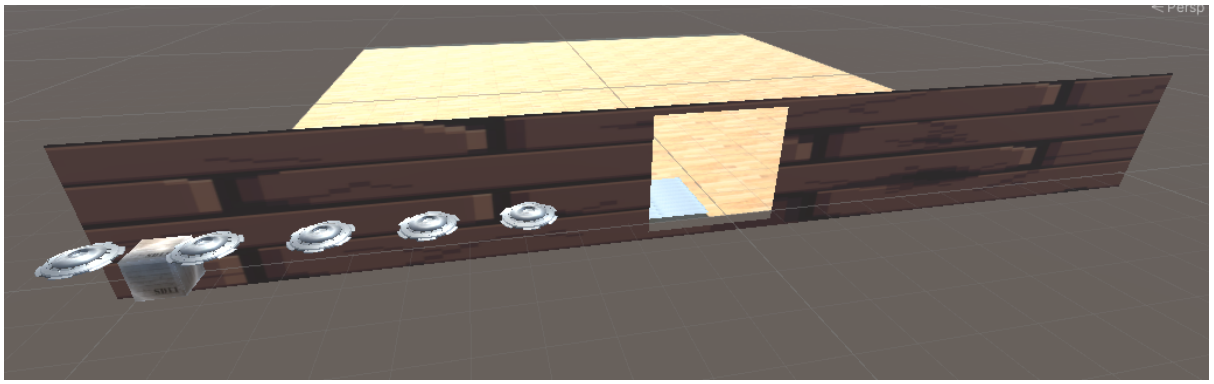
Modelo de punto de entrega:



Modelo de suelo:



Modelo de paredes:



**Link de GitHub:**

https://github.com/DanielMuni/Actividad-Integradora-Paqueteria