



**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY**

Campus Estado de México

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 301)

**Entrega final reto Individual**

**Profesor**

Sergio Ruiz Loza

Jorge Adolfo Ramírez Uresti

**Alumno:**

Cesar Augusto Flores Reyes      A01751101

## 1. ¿Por qué seleccionaron el modelo multiagentes utilizado?

El modelo que utilizamos nos basamos en la tarea dónde simulamos roombas y manchas. Con esta tarea aprendimos cómo se utiliza Mesa y cuáles son los métodos para que interactúen entre si los agentes.

Basándonos en estos conocimientos, en los requerimientos del reto y en las reglas de tránsito comenzamos a definir los agentes y el ambiente de la simulación. Decidimos que nuestros agentes fueran coches inteligentes, semáforos inteligentes, peatones y autobuses. El ambiente lo dividimos en los siguientes componentes. Las calles donde circulan los coches y autobuses, los edificios, los estacionamientos y las paradas de autobús.

El sistema funciona de la siguiente manera:

- Los autos inteligentes al principio como no conocen ninguna ruta a ningún estacionamiento avanzan casi de manera aleatoria, solamente evitan ciclarse guardando sus últimos movimientos. Una vez que un auto conoce una ruta a un estacionamiento esta ruta se “sube” a “Waze” para que todos los autos tengan acceso a esta ruta. Si un auto va a un estacionamiento conocido utilizará esta ruta haciendo mucho más eficiente su trayecto.
- Los autobuses siguen una ruta predeterminada y esperan 20 pasos en cada parada para que los peatones puedan subir o bajar.
- Los semáforos están en “standby” con color amarillo hasta que detectan un auto cercano, en este caso le dan prioridad con color verde al auto más cercano y comienza un ciclo normal por tiempo, cuando pasan 20 pasos sin detectar un auto los semáforos regresan a su estado de “standby”.
- Los peatones a la hora de caminar son completamente reactivos, caminan en sentido horario para evitar chocar con otros peatones en la simulación de Unity. Cuando los peatones pasan cerca de un cruce de calle hay un 50% de probabilidad de que crecen la calle excepto si hay un auto cercano o el semáforo está en verde. Cuando llegan a una parada de autobús los peatones esperan por 15 turnos y si hay un autobús se suben en el. Cuando llegan en autobús a otra parada hay un 50% de probabilidad de que bajen o se queden en el autobús para ir a la siguiente parada.

## 2. ¿Cuáles fueron las variables que se tomaron al momento de tomar la decisión?

- **Interacción entre agentes y con el ambiente:** Aquí los agentes deben interactuar entre sí con base en las normas de tránsito. De esta manera se previenen choques y se mueven de manera coherente. Los agentes deben hablar entre sí para evitar colisiones en sitios como esquinas o al salir de un estacionamiento y para respetar los semáforos.
- **Optimización del flujo vial:** Todos los agentes cooperan para encontrar las rutas más eficientes hacia todos los estacionamientos. También los semáforos distribuyen el flujo vial dando prioridad a los autos más cercanos en su primera activación.
- **Escalabilidad y eficiencia del sistema:** El sistema soporta adecuadamente una gran cantidad de agentes y mantiene un comportamiento eficiente con un número variable de agentes. La cantidad de paso que toman los agentes en llegar a su destino no aumenta exponencialmente conforme aumentan los agentes.

- **Comunicación entre agentes:** Los agentes se comunican de manera precisa y coordinada. Así se evitan choques y atascos. Los coches respetan los sentidos y las señales de tránsito y los peatones solo bajan y suben en las paradas de autobús.

### 3. ¿Cuál es la interacción de esas variables con respecto al resultado de la simulación?

- **No hay choques ni atropellamientos:** Tanto los coches como los autobuses checan constantemente que no haya un peatón en la casilla a dónde se quieren mover, de esta manera evitan atropellarlos. También checan que no haya un coche y que ningún coche se vaya a mover a esa casilla, así evitan chocar. También circulan con base en el sentido de su calle.
- **Optimización de rutas con Waze:** Todos los coches comparten con una clase Waze todas las rutas que conocen. Esta clase calcula la ruta más eficiente hacia los estacionamientos y se las entrega a los coches.
- **Escalabilidad y eficiencia:** Entre más agentes auto es más eficiente ya que se encuentran rutas más rápido. Con pocos agentes, aproximadamente menos de 10 la simulación tarda x pasos en terminar, conforme aumentan los agentes la cantidad de pasos disminuye hasta que llega un punto dónde ya no aumenta la eficiencia y el tiempo que toman en llegar todos los autos a su estacionamiento aumenta por muy poco conforme aumentan los agentes.
- **Comunicación:** Los agentes se mandan mensajes entre sí. Los coches se comparten rutas y se coordinan a la hora de avanzar para no chocar, los peatones se comunican con los autobuses para subir y bajar y los semáforos se comunican entre ellos para mantenerse sincronizados y para dar luz verde o roja la primera vez que se activan después de ver un auto.

### 4. ¿Por qué seleccionaron el diseño gráfico presentado?

Para el diseño de la ciudad en Mesa se siguieron las indicaciones del reto y se agregaron paradas de autobús en todos los bloques de edificios para que los peatones se pudieran transportar más fácilmente. Para la simulación en Unity se diseñó con escala 1 a 1, es decir una unidad en unity equivale a un cuadrito en el grid de Mesa, solo se agregó un offset de 0.5 para que las coordenadas estuvieran centradas tanto en Mesa como en Unity. Todos los assets los escalamos a este tamaño. De esta manera fue más fácil vincular Mesa con Unity. Cada integrante diseñó un auto y el resto de los assets se descargaron del Asset Store de Unity.

### 5. ¿Cuáles son las ventajas que encuentras en la solución final presentada?

- **Rutas muy eficientes:** Con la clase Waze se logró obtener un sistema muy eficiente probado hasta con 400 agentes coches. Debido a que el sistema se vuelve más eficiente entre más agentes tenga, una simulación con 400 agentes coche solo tarda aproximadamente el doble que una simulación con 80 agentes coche.
- **Imposible atropellar peatones:** Debido a que tanto los coches y autobuses como peatones checan si tienen un peatón enfrente o en alguna celda cercana dónde se podrían mover, es prácticamente imposible que los peatones sean atropellados y es muy difícil que

los coches choquen. También contribuye que los coches respetan los semáforos y sentidos y los peatones respetan los cruces peatonales y semáforos. Esto crea un sistema con redundancias robustas que garantizan su funcionamiento sin errores.

- **Semáforos Inteligentes:** Los semáforos se mantienen en standby hasta ver un auto y dar prioridad a ese auto. De esta manera no se interrumpe el flujo de tráfico del auto más cercano y al mismo tiempo se crea un control de tránsito para evitar colisiones.
- **Peatones:** Existen peatones que se desplazan solo por las banquetas y cruces peatonales. También estos agentes interactúan con los autobuses para subirse y bajarse de manera aleatoria en diferentes paradas de autobús repartidas por el mapa de la simulación.
- **Conexión Unity-Mesa:** Debido a que solo pedimos el siguiente paso a Mesa una vez que todos los agentes en Unity llegaron a su posición objetivo ambas simulaciones no pueden perder su sincronía. También como realizamos ambas simulaciones con escala 1:1 es fácil entender que está pasando en la simulación y es un código más sencillo ya que casi no es necesario escalar objetos.
- **Movimiento y giro de los agentes:** Con la lógica utilizada que solo emplea el punto anterior y el punto siguiente que es el que se pide a Mesa, se asegura que se puede trabajar con información en tiempo real. También los giros y movimientos se representan de manera correcta, es decir los autos van centrados en los carriles y giran correctamente sin subirse a las banquetas, sin chocar con otro auto y sin derrapar.

## 6. ¿Cuáles son las desventajas que existen en la solución presentada?

- **Cambios de carril irreales:** Ahora mismo la lógica que siguen los coches para hacer un cambio de carril les permite cambiar de carril de manera completamente horizontal, es decir los coches se pueden cambiar de carril al carril que tienen exactamente al lado sin avanzar.
- **Avance por pausado por pasos:** Por como manejamos la coordinación de los agentes en Unity y la coordinación con la simulación Mesa en tiempo real los agentes parece que avanzan en pasos. Una casilla, pausa, otra casilla. Esto es porque en Unity esperamos a que todos los agentes terminen de moverse para pedir el siguiente paso por lo que si algún agente se sigue moviendo los que ya terminaron permanecerán quietos por un instante.

## 7. ¿Qué modificaciones podrías hacer para reducir o eliminar las desventajas mencionadas?

- **Cambios de carril:** Se podría mejorar implementando solamente cambios de carril en diagonal como son en la vida real. En la lógica que decide los siguientes movimientos posibles se tendría que descartar el movimiento solo en x considerando el sentido de la calle, de esta manera solo se modifican los cambios de carril y se mantienen igual las vueltas.
- **Avance pausado:** Esto se podría solucionar con un buffer de al menos una posición más. De esta manera mientras se realiza el movimiento se está calculando el siguiente movimiento. También se podría arreglar asegurándonos que todos los agentes se muevan a

la misma velocidad y que esta velocidad se constante, de esta manera todos los agentes terminan de moverse al mismo tiempo.