



# Tecnológico de Monterrey

**Tec de Monterrey Campus Santa Fe**

**Modelación de sistemas multiagentes y gráficas computacionales**

Informe Movilidad Urbana

**Profesores:**

Gilberto Echeverría Furió

Octavio Navarro Hinojosa

**Alumnas:**

Valeria Tapia González A01028038

Emily Rosenfeld Eluani A01198339

**Fecha de entrega:**

29 Noviembre 2024

## Informe Movilidad Urbana

Para el desarrollo de este proyecto se tenía como reto simular el movimiento de coches en una ciudad, asegurándonos de que los vehículos solo transiten en el sentido de las calles, eviten obstáculos en el camino, respeten los semáforos, y puedan llegar a un punto de destino sin generar congestiones viales.

Nuestra solución consistió en crear una simulación de multiagentes usando la librería de mesa e integrando la visualización con webgl donde cada coche se comporta como un agente inteligente que se mueve de acuerdo con el tráfico, respeta los semáforos y elige su ruta utilizando el algoritmo A\*.

Para la simulación usando la librería mesa, los agentes que implementamos tienen el siguiente diseño:

### 1. Car (Coche):

- **Objetivo:** Llegar a su destino asignado.
- **Capacidad efectora:** El coche se mueve por el ambiente siguiendo una ruta, y puede detenerse o moverse dependiendo de la presencia de obstáculos o semáforos.
- **Percepción:** El coche puede percibir el entorno en las celdas adyacentes por ejemplo, detectar si hay un semáforo en rojo o un obstáculo.
- **Proactividad:** El coche decide su destino al inicio y toma la iniciativa de mover hacia él. Elige su camino usando A\* y evita obstáculos y semáforos.
- **Métricas de desempeño:**
  - Cuántos pasos se tardó en llegar al destino

- Número de vehículos que llegaron a su destino.

## 2. **Traffic\_Light (Semáforo):**

- **Objetivo:** Regular el tráfico en la intersección.
- **Capacidad efectora:** Cambia su estado entre verde y rojo cada cierto número de pasos.
- **Percepción:** El semáforo no tiene percepción, solo cambia su estado según el tiempo.
- **Proactividad:** No tiene proactividad, pero interactúa con los coches cuando estos pasan por su ubicación.
- **Métricas de desempeño:**

- Tiempo de cambio de estado.

## 3. **Road (Carretera):**

- **Objetivo:** Definir en qué dirección se pueden mover los coches.
- **Capacidad efectora:** Limita las direcciones en las que los coches pueden transitar (izquierda, derecha, arriba, abajo).
- **Percepción:** No tiene percepción propia, ya que solo define las direcciones de movimiento.
- **Proactividad:** No tiene proactividad, pero es esencial para la simulación porque marca las rutas posibles para los coches.

## 4. **Destination (Destino):**

- **Objetivo:** Proveer un destino final para cada vehículo.
- **Capacidad efectora:** No tiene capacidad de modificar el entorno, solo sirve como punto final para los vehículos.

- **Percepción:** El destino no percibe el entorno, simplemente espera que un vehículo llegue a él.

#### 5. **Obstacle (Obstáculo):**

- **Objetivo:** Representar los obstáculos que bloquean el paso de los vehículos.
- **Capacidad efectora:** No permite que los vehículos pasen por su ubicación.
- **Percepción:** No tiene percepción, sólo ocupa un lugar en el entorno.

Para poder generar la solución, se tuvo que diseñar la arquitectura de subsunción que es la que se encarga de organizar los comportamientos de los agentes en capas jerárquicas, donde las capas de mayor prioridad controlan las acciones del agente en situaciones críticas.

#### 1. **Capa 1 : Evitar obstáculos y respetar semáforos.**

- El agente verifica si hay un obstáculo o un semáforo en rojo en su camino y toma la acción de detenerse o cambiar de dirección.
- Esta capa tiene la máxima prioridad para evitar accidentes y congestiones viales.

#### 2. **Capa 2: Moverse hacia el destino.**

- Si no hay obstáculos ni semáforos rojos, el coche busca la ruta más eficiente hacia su destino usando el algoritmo  $A^*$ .
- Esta capa es activada sólo si las condiciones del entorno lo permiten (es decir, cuando no hay obstrucciones en la ruta).

#### 3. **Capa 3: Llegar al destino.**

- Una vez que el coche ha llegado a su destino, se elimina del entorno.
- Esta capa se activa cuando el coche llega al destino, y el agente se remueve de la simulación.

El ambiente que fue creado tiene las siguientes características:

- **Accesible vs. Inaccesible:** El ambiente es medio accesible. Los coches pueden conocer las celdas adyacentes, pero no tienen conocimiento global de la simulación (por ejemplo, no saben cuántos coches hay en total).
- **Determinista vs. No determinista:** El ambiente es **no determinista**. Los coches toman decisiones en función de las percepciones actuales, pero el resultado puede variar dependiendo de las condiciones del entorno.
- **Episódico vs. No episódico:** Es **no episódico**. Los coches deben considerar el estado del entorno a lo largo del tiempo, ya que sus decisiones afectan el futuro, por ejemplo, evitar un semáforo rojo podría cambiar su viaje.
- **Estático vs. Dinámico:** El ambiente es **dinámico**. Los semáforos cambian de color, los coches se mueven y los obstáculos pueden estar en movimiento o permanecer estáticos.
- **Discreto vs. Continuo:** El ambiente es **discreto**. La simulación está representada en una cuadrícula donde los coches se mueven de celda en celda.

Para concluir, la simulación que fue creada ha demostrado ser una solución apta para modelar el comportamiento de los coches en un entorno urbano, respetando las reglas del tráfico, como los semáforos y los obstáculos. Con la implementación los vehículos pueden navegar de manera autónoma, evitando congestiones viales y alcanzando sus destinos de forma eficiente. El uso de la arquitectura de subsunción ha permitido que los agentes prioricen acciones críticas, como evitar obstáculos y respetar los semáforos, mientras que las decisiones de movimiento hacia el destino se realizan de manera flexible y adaptativa utilizando el algoritmo A\*.

Sin embargo, para hacer una simulación aún más realista y eficiente una mejora potencial sería incorporar mecanismos de aprendizaje para que los vehículos optimicen sus rutas en función de condiciones de tráfico en tiempo real.

Para finalizar, la implementación ha logrado el objetivo de simular un sistema de tráfico vehicular eficiente y adaptable, con un enfoque en la evitación de congestiones y la llegada a los destinos de manera segura y eficiente