



# Tecnológico de Monterrey

## **Reto movilidad urbana**

Diego Valencia Moreno A01784568

Enrique Martínez de Velasco Reyna A01783060

29 de noviembre del 2024

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales

Gilberto Echeverría Furió

Octavio Navarro Hinojosa

Fecha de entrega:

29/11/2024

## Introducción

La movilidad hoy en día es uno de los problemas más grandes que nos enfrentamos, esto debido a la concentración masiva de personas en zonas urbanas, un ejemplo de esto es Londres una de las ciudades con más tráfico en el mundo de la cual en promedio tardas 37 minutos en recorrer 10 kilómetros, es por eso que en este proyecto trabajamos en una solución para las ciudades con una gran aglomeración de vehículos esto con el fin de poder agilizar la movilización de las personas en ciudades con este aspecto.

## Arquitectura de subsunción

### Capa 1: Validación básica del movimiento

Esta capa asegura que el movimiento del agente sea posible y válido según las reglas del entorno, como las direcciones de las carreteras o la ausencia de obstáculos. Es la base de la funcionalidad del agente, ya que sin un movimiento válido no se pueden ejecutar otros comportamientos.

### Capa 2: Prevención de colisiones

Se encarga de verificar que la celda a la que el agente planea moverse no esté ocupada por otro vehículo. Si detecta un conflicto, inhibe el movimiento y marca al agente como "esperando". Este comportamiento es fundamental para garantizar la seguridad en el sistema.

### Capa 3: Interacción con semáforos

Añade la capacidad de respetar las señales de tráfico. Si el semáforo correspondiente está en rojo, esta capa inhibe el movimiento incluso si no hay colisiones potenciales. Es crucial para mantener el flujo ordenado y prevenir conflictos en intersecciones.

### Capa 4: Navegación hacia el destino

Representa el comportamiento de planeación de rutas. Utiliza algoritmos como BFS para calcular el camino más corto hacia el destino y define los pasos necesarios para alcanzarlo. Esta capa sólo actúa si las capas inferiores no bloquean el movimiento.

### Capa 5: Gestión de llegada al destino

Es la capa de mayor prioridad. Cuando el agente llega a su destino, esta capa elimina al agente del modelo y actualiza los contadores de estadísticas. Es el objetivo final del sistema y tiene la máxima prioridad sobre las demás capas. Esto es debido a el objetivo de la simulación el cual es que el agente llegue a su destino

## PEAs

### 1. (P) Validación básica del movimiento

Verifica si el movimiento propuesto por el agente cumple con las reglas del entorno y asegura que el camino que recorre sea válido para llegar a su destino. Esto incluye las restricciones impuestas por la dirección de las carreteras, obstáculos, y la ocupación de las celdas.

### 2. (E) Entorno

Representa el ambiente de la simulación, que incluye elementos estáticos como edificios, carreteras y semáforos. En este caso, los semáforos no son dinámicos ni

inteligentes, pues no implementan lógica avanzada para adaptarse a las condiciones del tráfico.

3. **(A) Acciones**

Define las capacidades del agente, como moverse hacia una nueva celda, detenerse en caso de obstáculos, cambiar de carril, rebasar vehículos, y evitar colisiones.

Estas acciones forman la base del comportamiento del agente dentro de la simulación.

4. **(S) Sensores**

El agente tiene la capacidad de percibir su entorno inmediato, en particular, los tres vecinos que tiene frente a él. Esto le permite esquivar obstáculos, ajustar su ruta y responder a las condiciones del tráfico de manera más eficiente.

## Ambiente

**Dinámico:** El ambiente es estático porque no cambia continuamente con el tiempo y no tiene interacción con los agentes. Por ejemplo, los semáforos cambian de estado y otros agentes, como los autos, se mueven por el entorno, alterando constantemente la situación.

**Accesible o no accesible:** Los agentes tienen acceso a toda la información relevante que necesitan para tomar decisiones, como la posición de otros vehículos, el estado de los semáforos y las características de las celdas vecinas.

**Discreto:** El ambiente es discreto ya que está representado por una cuadrícula (grid) donde los agentes ocupan celdas específicas. Las acciones y movimientos se realizan en pasos, las posiciones se definen por coordenadas específicas.

**No Determinista:** Se siguen reglas predefinidas, pero el comportamiento general no es completamente predecible. Factores como el tiempo de espera en semáforos o las decisiones aleatorias en la selección de destinos añaden un grado de aleatoriedad.

**Episódico:** Las decisiones de los agentes dependen de las acciones y estados anteriores, por lo que sí tienen consecuencias que afectan decisiones futuras.

## Agente

### Car

Objetivo:

Llegar a una celda de destino específica.

Capacidad efectora:

Movimiento en una cuadrícula en direcciones válidas según las reglas de tráfico y semáforos.

Percepción:

Detecta semáforos caminos, carreteras, obstáculos y destinos.

Evalúa si la célula de destino está ocupada por otro automóvil.

Proactividad:

Selecciona rutas mediante BFS hacia el destino.

Evita movimientos si hay un semáforo en rojo o hay un coche.

Métrica de desempeño:

Número de agentes que llegan a su destino.

Eficiencia del movimiento en términos de evitar colisiones y tiempos de espera.

### Traffic light

Objetivo: Regular el tráfico cambiando entre estados rojo y verde.

Capacidad efectora: Cambia su estado (rojo/verde) en intervalos definidos.

Percepción: No tiene percepción activa.

Proactividad: Cambia de estado automáticamente después de un número fijo de pasos.

Métrica de desempeño: Fluidez del tráfico y reducción del tiempo de espera para los automóviles.

### Destination

Objetivo: Ser el objetivo final para los automóviles.

Capacidad efectora: Elimina los automóviles que alcanzan el destino.

Percepción: Detecta automóviles en su posición que han alcanzado su destino.

Proactividad: Verifica en cada paso si un automóvil ha llegado y lo elimina de la cuadrícula.

Métrica de desempeño: Número total de automóviles que llegan al destino.

## Obstacle

Objetivo: Bloquear células específicas en la cuadrícula.

Capacidad efectora: No tiene acciones activas.

Percepción: Pasivo, simplemente ocupa una celda.

Proactividad: No aplica.

Métrica de desempeño: Estático, solo sirve para restringir movimientos.

## Road

Objetivo: Definir direcciones válidas para el movimiento de los automóviles.

Capacidad efectora: No tiene acciones activas.

Percepción: Determina la dirección en que los automóviles pueden moverse.

Proactividad: No aplica.

Métrica de desempeño: Define la estructura del mapa de tráfico.

## Conclusiones

Durante la elaboración de este proyecto, tuve la oportunidad de aprender sobre diferentes herramientas, tales como Mesa y WebGL. Asimismo, pude aplicar los algoritmos estudiados en otras clases, como **BFS**, gracias a la lógica implementada por el coche. El uso de una arquitectura jerárquica permitió estructurar los comportamientos de los agentes de manera clara y modular. Esta metodología resultó efectiva para gestionar múltiples objetivos en un sistema dinámico con restricciones.

En resumen, este proyecto ofreció una valiosa oportunidad para integrar conocimientos teóricos y prácticos en la resolución de un problema complejo, demostrando cómo los sistemas multiagente pueden ser herramientas poderosas para el análisis y la mejora de la movilidad urbana. Este aprendizaje no solo se limita al ámbito académico, sino que también tiene un gran potencial para aplicarse a problemas reales en el diseño de ciudades inteligentes.

## Referencias:

<https://www.lanacion.com.ar/autos/estas-son-las-ciudades-con-el-peor-trafico-del-mundo-en-que-puesto-esta-buenos-aires-nid22022024/#:~:text=Ranking%202023%3A%20las%20ciudades%20con%20peor%20tr%C3%A1fico%20del%20mundo&text=El%20primer%20puesto%20en%20la,parte%20central%20de%20la%20metr%C3%B3polis.>