



# Tecnológico de Monterrey

**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey**

**Campus Santa Fe**

**Modelación de Sistemas Multiagentes con Gráficas Computacionales**

**Gpo 302**

**Reto Movilidad Urbana**

**Entrega final Reto**

**Equipo No. 12**

**Integrantes:**

Emilio Ramírez Mascarúa A01783980

Kenia Esmeralda Ramos Javier A01799073

**Profesores Titulares:**

Octavio Navarro Hinojosa.

Gilberto Echeverría Furió

**Fecha de entrega:** 29 de Noviembre del 2024.

# Índice

<b>Índice</b>	<b>2</b>
Parte 1. Sistemas multiagentes	3
Descripción del problema	3
Parte 2. Gráficas Computacionales	4
Descripción del problema	4
1. Situación Problema	5
1.1 Definición del Problema	5
1.2 Propuesta de Solución	5
2. Diseño de Agentes	6
2.1 Automóvil (Car)	6
2.2 Semáforo (Traffic_Light)	7
3. Arquitectura de Subsunción	8
Nivel 1: Comportamiento Base	8
Nivel 2: Seguridad y Colisiones	8
Nivel 3: Regulación de Tráfico	8
Nivel 4: Optimización de Rutas	8
4. Características del Ambiente	9
4.1 Estructura Física	9
4.2 Representación Visual 3D	9
4.3 Propiedades del Ambiente	9
4.4 Variables del Entorno	9
4.5 Controles e Interactividad	9
<b>5. Conclusiones</b>	<b>10</b>
5.1 Logros Alcanzados	10
5.2 Limitaciones y Trabajo Futuro	10
5.3 Impacto Potencial	10
<b>Anexos</b>	<b>11</b>

# Parte 1. Sistemas multiagentes

## Descripción del problema

La movilidad urbana, se define como la habilidad de transportarse de un lugar a otro y es fundamental para el desarrollo económico y social y la calidad de vida de los habitantes de una ciudad. Desde hace un tiempo, asociar la movilidad con el uso del automóvil ha sido un signo distintivo de progreso. Sin embargo, esta asociación ya no es posible hoy. El crecimiento y uso indiscriminado del automóvil que fomenta políticas públicas erróneamente asociadas con la movilidad sostenible genera efectos negativos enormes en los niveles económico, ambiental y social en México.

Durante las últimas décadas, ha existido una tendencia alarmante de un incremento en el uso de automóviles en México. Los Kilómetros-Auto Recorridos (VKT por sus siglas en Inglés) se han triplicado, de 106 millones en 1990, a 339 millones en 2010. Ésto se correlaciona simultáneamente con un incremento en los impactos negativos asociados a los autos, como el smog, accidentes, enfermedades y congestión vehicular.

Para que México pueda estar entre las economías más grandes del mundo, es necesario mejorar la movilidad en sus ciudades, lo que es crítico para las actividades económicas y la calidad de vida de millones de personas.

Este reto te permitirá proponer una solución al problema de movilidad urbana en México, mediante un enfoque que reduzca la congestión vehicular al simular de manera gráfica el tráfico, representando la salida de un sistema multi agentes.

- Realiza la siguiente simulación:
  - Se deberá de realizar una simulación que simule el comportamiento del tráfico, mientras se utilizará un sistema multiagente el cual nos ayudará a recopilar información relevante que nos permite evaluar el desempeño del sistema y optimizar las condiciones de nuestra simulación.
  - Los agentes de los edificios son obstáculos, es decir que no pueden atravesarlos a través.
  - Los agentes de los autos empiezan en las posiciones de cada esquina del mapa.
  - Los agentes de los autos deberán de llegar a una posición destinataria.

- Los elementos de los semáforos permitan el paso de los agentes auto, esto semaforos indicaran con una luz roja que no pueden pasar por el momento y cuando cambie de color verde, se les permitirá pasar.
- Deberás recopilar la siguiente información durante la ejecución:
  - Cuántos autos están activos en cada step.
  - Cuántos de los autos si llegan a su destinatario final.

## Parte 2. Gráficas Computacionales

### Descripción del problema

La movilidad urbana, se define como la habilidad de transportarse de un lugar a otro y es fundamental para el desarrollo económico y social y la calidad de vida de los habitantes de una ciudad. Desde hace un tiempo, asociar la movilidad con el uso del automóvil ha sido un signo distintivo de progreso. Sin embargo, esta asociación ya no es posible hoy. El crecimiento y uso indiscriminado del automóvil que fomenta políticas públicas erróneamente asociadas con la movilidad sostenible genera efectos negativos enormes en los niveles económico, ambiental y social en México.

Durante las últimas décadas, ha existido una tendencia alarmante de un incremento en el uso de automóviles en México. Los Kilómetros-Auto Recorridos (VKT por sus siglas en Inglés) se han triplicado, de 106 millones en 1990, a 339 millones en 2010. Ésto se correlaciona simultáneamente con un incremento en los impactos negativos asociados a los autos, como el smog, accidentes, enfermedades y congestión vehicular.

Para que México pueda estar entre las economías más grandes del mundo, es necesario mejorar la movilidad en sus ciudades, lo que es crítico para las actividades económicas y la calidad de vida de millones de personas.

Este reto te permitirá proponer una solución al problema de movilidad urbana en México, mediante un enfoque que reduzca la congestión vehicular al simular de manera gráfica el tráfico, representando la salida de un sistema multi agentes.

El trabajo consiste en modelar y desplegar la representación en 3D del mismo. El diseño y despliegue debe incluir.

El reto consiste en modelar y desplegar la representación 3D en WebGL. El diseño y despliegue debe incluir:

- Modelos
  - Edificios.
  - Carreteras.

- Autos.
- Semáforos.
- Animación
  - Los autos se deberán desplazar sobre las diferentes rutas disponibles dentro del mapa con el objetivo de que logran llegar a su posición de destinatario.
  - Simulación en 3D.
- Iluminación
  - Una fuente de luz direccional que simula el sol.
  - Fuente de luz tipo “Point Lighting” para cada uno de los semáforos.
- Detección de colisiones básicas
  - Los autos se moverán con rutas predeterminadas para llegar a su destino.
  - Los autos comenzarán a operar en una posición determinada.
  - Los autos detectaran y reaccionaran a colisiones entre ellos.

## **1. Situación Problema**

### **1.1 Definición del Problema**

La congestión vehicular en ciudades mexicanas representa un desafío crítico para la movilidad urbana.

- Impactos negativos:
  - Económicos: Pérdida de productividad y consumo excesivo de combustible.
  - Ambientales: Aumento de emisiones contaminantes y huella de carbono.
  - Sociales: Deterioro de la calidad de vida y pérdida de tiempo en traslados.
- El crecimiento desmedido del parque vehicular agrava estos problemas.

### **1.2 Propuesta de Solución**

Desarrollo de una simulación multiagente que:

- Modela el comportamiento del tráfico vehicular en un entorno urbano controlado.
- Permite experimentar con diferentes estrategias de optimización:
  - Gestión inteligente de semáforos.
  - Optimización de rutas.
  - Control de intersecciones.
  - Análisis de patrones de tráfico.
- Proporciona métricas cuantitativas para evaluar la efectividad de las estrategias.

## 2. Diseño de Agentes

### 2.1 Automóvil (Car)

- **Objetivo:** Navegar eficientemente desde un punto de origen hasta un destino específico.
- **Capacidades Efectoras:**
  - Movimiento en cuatro direcciones (arriba, abajo, izquierda, derecha).
  - Velocidad variable (1 unidad por paso de simulación).
  - Cambio de estado (movimiento, detenido, llegada).
- **Percepción:**
  - Estado de semáforos cercanos.
  - Presencia de otros vehículos.
  - Ubicación actual y destino.
  - Red vial disponible.
- **Proactividad:**
  - Planificación de rutas mediante algoritmo A\*.

- Búsqueda de rutas alternativas cuando hay bloqueos.
- Respuesta adaptativa a condiciones de tráfico.
- **Métricas de Desempeño:**
  - Tiempo total de viaje.
  - Número de paradas realizadas.
  - Eficiencia de ruta (distancia real vs. óptima).
  - Tasa de llegada exitosa (contador de automóviles que alcanzaron su destino).

## 2.2 Semáforo (Traffic\_Light)

- **Objetivo:** Regular eficientemente el flujo vehicular en intersecciones.
- **Capacidades Efectoras:**
  - Control de estados (verde/rojo).
  - Sincronización con semáforos adyacentes.
- **Percepción:**
  - Estado de semáforos vecinos.
  - Densidad de tráfico en su intersección.
- **Proactividad:**
  - Coordinación con semáforos cercanos.
  - Ajuste de tiempos según patrones de tráfico.
- **Métricas de Desempeño:**
  - Tiempo promedio de espera de vehículos.
  - Longitud de colas en intersecciones.
  - Eficiencia de sincronización.

### **3. Arquitectura de Subsunción**

#### **Nivel 1: Comportamiento Base**

- Definición de la red vial.
- Reglas básicas de movimiento.
- Detección de límites del entorno.

#### **Nivel 2: Seguridad y Colisiones**

- Detección y evitación de colisiones.
- Mantenimiento de distancias seguras.
- Respeto a los obstáculos físicos.

#### **Nivel 3: Regulación de Tráfico**

- Obediencia a señales de tráfico.
- Coordinación en intersecciones.
- Gestión de prioridades de paso.

#### **Nivel 4: Optimización de Rutas**

- Planificación de trayectorias.
- Adaptación a condiciones dinámicas.
- Búsqueda de rutas alternativas.



## **4. Características del Ambiente**

### **4.1 Estructura Física**

- Grid bidimensional representando la red vial urbana.
- Intersecciones controladas por semáforos.
- Vías unidireccionales y bidireccionales.
- Escala de 5 unidades por celda del grid para representación 3D.

### **4.2 Representación Visual 3D**

- Renderizado mediante WebGL2 con shaders personalizados.
- Modelos 3D detallados para:
  - Carreteras normales y especiales
  - Semáforos con iluminación dinámica.
  - Vehículos.
  - Edificios.
- Sistema de iluminación que incluye:
  - Luz direccional principal (simulando sol).
  - Luces puntuales en semáforos.
  - Iluminación ambiental para sombras.

### **4.3 Propiedades del Ambiente**

- Parcialmente observable: Los agentes tienen visión limitada.
- Determinista: Las acciones tienen resultados predecibles.
- Dinámico: El estado del ambiente cambia continuamente.
- Discreto: Espacio y tiempo están discretizados.

### **4.4 Variables del Entorno**

- Densidad de tráfico.
- Estados de semáforos (con representación visual mediante colores e iluminación).
- Patrones de congestión.
- Puntos de origen y destino.
- Posición y orientación de la cámara para visualización.

### **4.5 Controles e Interactividad**

- Interfaz gráfica para control de cámara:
  - Posicionamiento en ejes X, Y, Z.
  - Control del punto objetivo de la cámara.
- Ajustes de iluminación:

- Dirección de luz principal.
- Color y propiedades de la iluminación.

## 5. Conclusiones

### 5.1 Logros Alcanzados

- Implementación exitosa de un sistema multiagente para simulación de tráfico.
- Desarrollo de algoritmos eficientes para la coordinación de agentes.
- Creación de métricas significativas para evaluación de desempeño.

### 5.2 Limitaciones y Trabajo Futuro

- Necesidad de validación con datos reales.
- Implementación de texturas, debido a que los modelos iniciales poseían muchos vectores.
- El dividir parte del código, puesto a que estaba muy largo para su optimización y visual.
- Posibilidad de incorporar más variables (clima, eventos especiales, etc.).
- Oportunidades para mejorar la escalabilidad.
- Mejor optimización de las rutas.

### 5.3 Impacto Potencial

- Herramienta valiosa para la planificación urbana.
- Base para el desarrollo de sistemas de control de tráfico inteligente.
- Contribución a la mejora de la movilidad urbana en México.

Este informe mejorado proporciona una estructura más clara y detallada, con información específica sobre la implementación técnica y sus implicaciones

prácticas. La organización jerárquica facilita la comprensión del sistema y sus componentes.

## Anexos

Código del repositorio en Github: [https://github.com/A01799073/Reto\\_TC2008B.302](https://github.com/A01799073/Reto_TC2008B.302)