

**Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo
302)**



**Tecnológico
de Monterrey**

M5. Revisión de avance 1

Tadeo Andrés Willis Lozano - A00829341
César Antonio Martínez Vilchis - A01236306
Armando Calzada Delgado - A01284871

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey

31 de mayo 2024

Reto

Introducción

El reto consiste en 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 el comportamiento desde un sistema multiagente.

Opción A: Tráfico vehicular en la ciudad

Es importante para las personas que residen o trabajan en una ciudad llegar a su destino de manera eficiente y cómoda. Por eso, en una ciudad grande, la cantidad de vehículos transportándose y encontrándose en intersecciones (algunas de éstas con semáforos) lleva a un problema de alto tráfico, llevando a las personas a frustrarse por los largos tiempos de trayecto, impidiendo incluso llegar puntualmente a sus respectivas citas.

Preguntas a Contestar:

- ¿Qué zonas de la ciudad tiene alto o bajo volumen vehicular?
- ¿Qué horas del día son consideradas de alto tráfico?
- ¿Cuál es el mínimo y máximo de volumen vehicular para lograr mínimo o máximo tráfico?
- ¿Cuántas intersecciones existen en estas zonas de tráfico?, ¿Tienen semáforos, o de qué tipo son?
- ¿Cómo cambia y afecta la aceleración y velocidad de los vehículos dentro y fuera del tráfico?

Video/Presentación:

- <https://youtu.be/XdZPej-F9X0>
- https://drive.google.com/file/d/18gydxnKGwwk74IyvSx9ZC3Kid4_oAKll/view?usp=sharing

Investigación con IA

Investigación sobre Simulación de Tráfico Urbano con Sistemas Multiagente

Objetivo de la Investigación

El objetivo de esta investigación es desarrollar una simulación de tráfico vehicular en una ciudad mexicana, utilizando sistemas multiagente para identificar y experimentar con diferentes configuraciones de semáforos, intersecciones y otros equipos inteligentes. Esto permitirá proponer soluciones que reduzcan la congestión vehicular y mejoren la eficiencia del tránsito urbano. La investigación buscará responder las siguientes preguntas clave:

- ¿Qué zonas de la ciudad tienen alto o bajo volumen vehicular?
- ¿Cuáles son las horas del día consideradas de alto tráfico?
- ¿Cuál es el mínimo y máximo de volumen vehicular para lograr mínimo o máximo tráfico?
- ¿Cuántas intersecciones existen en estas zonas de tráfico? ¿Tienen semáforos, o de qué tipo son?
- ¿Cómo cambia y afecta la aceleración y velocidad de los vehículos dentro y fuera del tráfico?

Simulación de Tráfico con Sistemas Multiagente

Los sistemas multiagente (MAS) consisten en múltiples agentes autónomos que interactúan entre sí y con su entorno. En el contexto del tráfico urbano, cada agente puede representar un vehículo, un semáforo, o una intersección. Estos agentes pueden tener reglas y objetivos específicos, lo que permite simular comportamientos complejos y emergentes en el tráfico vehicular.

Beneficios de la Simulación Multiagente para el Tráfico Urbano:

- Modelado de Comportamientos Individuales: Cada vehículo puede tener un comportamiento individual, como diferentes velocidades, aceleraciones y rutas preferidas.
- Análisis de Intersecciones: Simular cómo diferentes configuraciones de intersecciones (con o sin semáforos) afectan el flujo vehicular.
- Optimización de semáforos: Probar y ajustar la duración y sincronización de los semáforos para mejorar el flujo de tráfico.
- Evaluación de Equipos Inteligentes: Experimentar con tecnologías como semáforos inteligentes y sistemas de guía de tráfico en tiempo real.
- Detección de Puntos Críticos: Identificar las zonas y momentos del día con mayor congestión para implementar soluciones específicas.

Metodología:

1. Recopilación de Datos: Obtener datos de tráfico real de una ciudad mexicana, incluyendo volúmenes de vehículos, tiempos de viaje, y configuración de intersecciones.

2. Modelado del Sistema Multiagente: Crear un modelo computacional utilizando software de simulación.
3. Implementación de Simulaciones: Correr simulaciones bajo diferentes escenarios y configuraciones para observar el comportamiento del tráfico.
4. Análisis de Resultados: Evaluar los resultados de las simulaciones para identificar patrones y proponer mejoras.
5. Validación: Comparar los resultados de la simulación con datos reales para validar la precisión del modelo.

Preguntas de Investigación:

1. Zonas de Alto/Bajo Volumen Vehicular: Identificar áreas con diferentes niveles de tráfico usando datos históricos y simulación.
2. Horas de Alto Tráfico: Determinar los picos de tráfico diarios y analizar sus causas.
3. Volumen Vehicular y Congestión: Establecer umbrales de volumen vehicular para diferentes niveles de congestión.
4. Configuración de Intersecciones: Analizar la cantidad y tipo de intersecciones en zonas de tráfico denso.
5. Impacto en Aceleración y Velocidad: Estudiar cómo las condiciones de tráfico afectan la dinámica de los vehículos.

Propuesta de Solución

1. Semáforos Inteligentes: Implementar semáforos adaptativos que ajusten sus ciclos en tiempo real según el flujo vehicular.
2. Rutas Alternativas: Crear y promover rutas alternativas para distribuir mejor el tráfico.
3. Infraestructura Mejorada: Rediseñar intersecciones críticas para mejorar el flujo de vehículos.
4. Sensores y Monitoreo: Utilizar sensores de tráfico y sistemas de monitoreo en tiempo real para gestionar el tráfico de manera proactiva.
5. Educación y concienciación: Fomentar la conciencia pública sobre comportamientos que mejoren la movilidad urbana.

Recursos Necesarios

1. Software de Simulación: Unity, Matlab, Colab.
2. Datos de Tráfico: Datos históricos y en tiempo real de tráfico vehicular.
3. Equipos: Computadoras con capacidad de procesamiento adecuada para simulaciones complejas.
4. Herramientas de Presentación y Edición de Video: Microsoft PowerPoint, Adobe Premiere Pro, o similares.

Problema a Resolver

El tráfico vehicular en áreas urbanas mexicanas representa un desafío significativo, afectando tanto la calidad de vida de los ciudadanos como la eficiencia económica de la ciudad. La congestión vehicular es un problema persistente que causa retrasos importantes en los desplazamientos diarios. Los conductores y pasajeros enfrentan largos tiempos de espera en el tráfico, lo que no solo genera frustración, sino que también resulta en una considerable pérdida de productividad. Estos retrasos afectan la puntualidad en el trabajo, las citas médicas y otros compromisos importantes, aumentando el estrés y reduciendo la satisfacción general de los ciudadanos.

Además, el flujo vehicular, que se refiere a la tasa a la que los vehículos se mueven por una carretera o intersección, se ve severamente comprometido en condiciones de congestión. Un flujo vehicular eficiente permite que los vehículos se desplacen a una velocidad constante sin detenerse frecuentemente. Sin embargo, la congestión reduce este flujo, provocando embotellamientos y tiempos de viaje prolongados. La congestión no solo afecta el tiempo de los conductores, sino que también tiene un impacto económico significativo. Los costos asociados con la congestión incluyen gastos adicionales en combustible, mantenimiento del vehículo, y el valor del tiempo perdido. Estos costos representan una carga económica tanto para los individuos como para la economía en su conjunto.

El impacto ambiental también es una preocupación importante. La congestión vehicular incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes debido a los vehículos en ralentí y los frecuentes arranques y paradas. Esta situación contribuye a la contaminación del aire, afectando negativamente la salud pública y el medio ambiente. Reducir la congestión vehicular no solo mejoraría la calidad de vida de los residentes urbanos, sino que también mitigaría los efectos adversos sobre el medio ambiente.

Objetivo del Proyecto

El objetivo de este proyecto es desarrollar una simulación de tráfico vehicular utilizando sistemas multiagente para identificar y experimentar con diferentes configuraciones de semáforos, intersecciones y otros equipos inteligentes. La meta es encontrar soluciones que reduzcan la congestión vehicular y mejoren la eficiencia del tránsito urbano en ciudades mexicanas. Para lograr esto, se pretende reducir los tiempos de retraso, mejorar el flujo vehicular, minimizar la congestión, reducir los costos asociados con la congestión y mitigar el impacto ambiental.

Enfoque de Solución Mediante Simulación Multiagente

La simulación multiagente es una herramienta poderosa para abordar estos problemas complejos. En este contexto, cada agente en la simulación puede representar un vehículo, un semáforo o una intersección, y puede tener reglas y objetivos específicos que permiten simular comportamientos complejos y emergentes en el tráfico vehicular. Este enfoque permite modelar y experimentar con diferentes escenarios y configuraciones, ofreciendo una visión detallada de cómo se comporta el tráfico bajo diversas condiciones.

Implementación de la Simulación

Para implementar esta solución, primero se recopilarán datos de tráfico real, incluyendo volúmenes de vehículos, tiempos de viaje y configuraciones de intersecciones. Con estos datos, se creará un modelo computacional utilizando software de simulación. Este modelo incluirá agentes que representen vehículos, semáforos y peatones, cada uno con comportamientos específicos que reflejen sus interacciones en un entorno de tráfico real.

Una vez construido el modelo, se realizarán simulaciones bajo diferentes escenarios y configuraciones. Esto incluirá pruebas con diferentes duraciones de ciclos de semáforos, reconfiguración de intersecciones críticas y la implementación de semáforos inteligentes. Los resultados de estas simulaciones se analizarán para evaluar métricas como el tiempo de viaje, las velocidades promedio y la densidad de tráfico. Este análisis permitirá identificar las configuraciones más eficientes y las medidas que podrían implementarse para mejorar la movilidad urbana.

Impacto Esperado

Se espera que la implementación de estas soluciones basadas en los resultados de la simulación multiagente logre una reducción significativa en los tiempos de retraso y mejoras en la puntualidad de los viajes. Un flujo vehicular más eficiente y menor congestión en las áreas críticas deberían resultar en ahorros económicos considerables para los conductores, tanto en términos de combustible como de tiempo. Además, una reducción en la congestión vehicular contribuirá a menores emisiones de gases de efecto invernadero, mejorando la calidad del aire y reduciendo el impacto ambiental negativo.

En resumen, esta investigación y las soluciones propuestas tienen el potencial de transformar la movilidad urbana en ciudades mexicanas, mejorando la calidad de vida de los residentes y promoviendo un entorno urbano más sostenible y eficiente.

Conformación del equipo

- Tadeo Andrés Willis Lozano - A00829341
- César Antonio Martínez Vilchis - A01236306
- Armando Calzada Delgado - A01284871

Herramientas de trabajo colaborativo

Github: <https://github.com/A01236306/MultiagentModel>

La propuesta formal del reto

El reto consiste en abordar y proponer una solución al problema de la congestión vehicular en las ciudades mexicanas mediante la simulación de tráfico utilizando un enfoque de sistemas multiagente. La solución busca reducir los tiempos de retraso, mejorar el flujo vehicular, minimizar la congestión y los costos asociados, y mitigar el impacto ambiental. Para lograrlo, se desarrollará una simulación gráfica que represente el comportamiento del tráfico en intersecciones controladas por semáforos y otras configuraciones de tráfico, permitiendo experimentar con diferentes parámetros y configuraciones para encontrar las soluciones óptimas.

Identificación de los Agentes Involucrados

1. Vehículo:
 - Descripción: Representa los automóviles, autobuses, y motocicletas en la simulación.
 - Comportamientos: Determinar rutas, ajustar velocidad, detenerse y arrancar en semáforos, reaccionar a otros vehículos y señales de tráfico.
2. Semáforo:
 - Descripción: Controla el flujo vehicular en intersecciones.
 - Comportamientos: Cambiar de luz (verde, amarilla, roja) según un ciclo predefinido o adaptativo basado en el flujo de tráfico.
3. Intersección:
 - Descripción: Punto donde se cruzan dos o más caminos, puede ser controlada por semáforos o señales de tráfico.
 - Comportamientos: Regular el paso de vehículos según las reglas definidas (con o sin semáforos).
4. Centro de Control de Tráfico:
 - Descripción: Sistema centralizado que monitorea y controla el tráfico en tiempo real.
 - Comportamientos: Recopilar datos de tráfico, ajustar semáforos adaptativos, enviar alertas de tráfico.

Relaciones entre los Agentes

- Vehículo y semáforo: Los vehículos deben detenerse o avanzar según las señales del semáforo.
- Vehículo e Intersección: Los vehículos deben seguir las reglas de la intersección, como ceder el paso o detenerse.
- Centro de Control de Tráfico y Semáforo: El centro de control ajusta los semáforos en tiempo real según los datos de tráfico.

Diagrama de clase presentando los distintos agentes involucrados

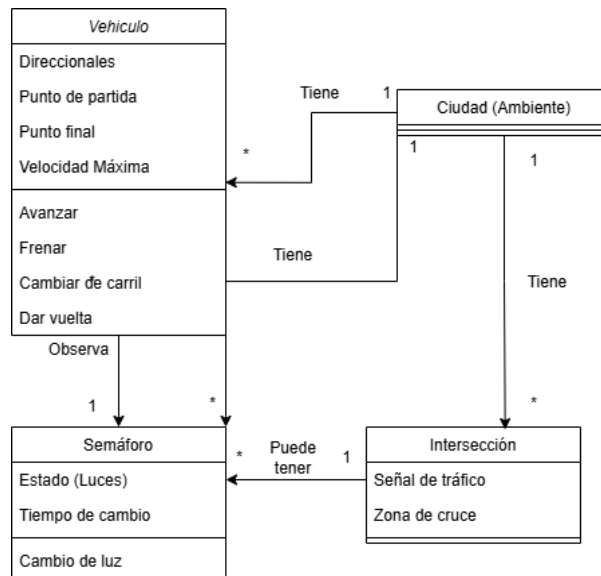
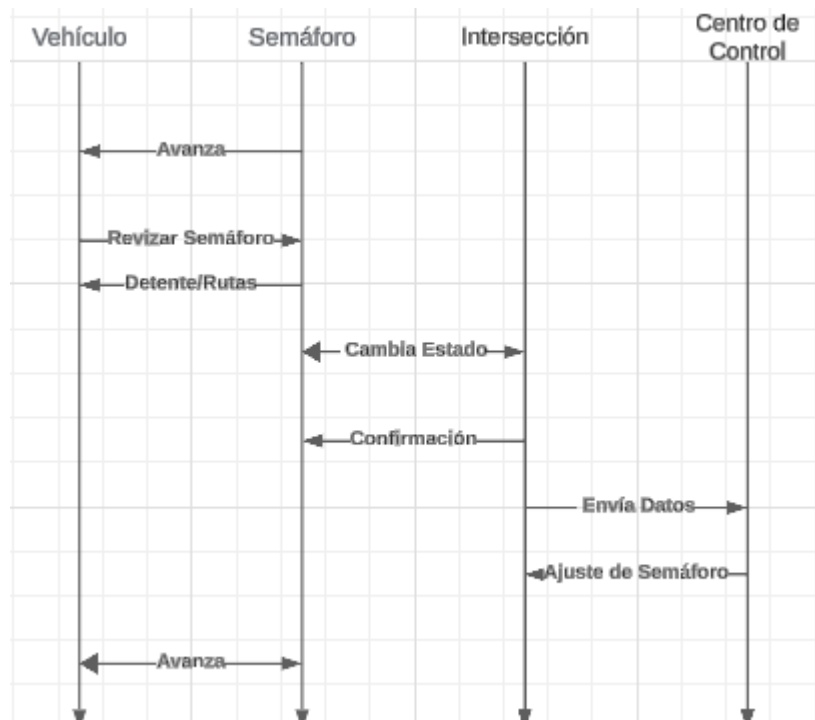


Diagrama de protocolos de interacción



Plan de trabajo

Semana 1: Sábado 1 de Junio - Viernes 7 de Junio

Día 1 (Sábado 1 de Junio):

- Actividad: Reunión inicial del equipo para definir roles y responsabilidades.
- Responsables: Todo el equipo.
- Esfuerzo Estimado: 2 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Coordinación del equipo, definición clara de objetivos y responsabilidades.

Día 2 (Domingo 2 de Junio):

- Actividad: Recopilación de datos de tráfico.
- Responsables: Equipo de análisis de datos.
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Habilidad en la búsqueda y análisis de datos relevantes.

Día 3 (Lunes 3 de Junio):

- Actividad: Instalación y configuración de herramientas de simulación (Unity, Matlab, Python).
- Responsables: Equipo de desarrollo.
- Esfuerzo Estimado: 4 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Familiarización con las herramientas de simulación.

Días 4-5 (Martes 4 - Miércoles 5 de Junio):

- Actividad: Modelado de agentes en Python.
- Responsables: Equipo de desarrollo (Python).
- Esfuerzo Estimado: 10 horas (5 horas por día).
- Aprendizaje Adquirido: Desarrollo de agentes en Python, habilidades de programación avanzada.

Día 6 (Jueves 6 de Junio):

- Actividad: Integración de modelos de agentes en Unity.
- Responsables: Equipo de desarrollo (Unity).
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Integración de sistemas, habilidades en Unity.

Día 7 (Viernes 7 de Junio):

- Actividad: Primera revisión y evaluación del progreso.
- Responsables: Todo el equipo.
- Esfuerzo Estimado: 3 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Evaluación del trabajo realizado, identificación de mejoras necesarias.

Semana 2: Sábado 8 de Junio - Viernes 14 de Junio

Día 8 (Sábado 8 de Junio):

- Actividad: Desarrollo de protocolos de interacción en Matlab.
- Responsables: Equipo de desarrollo (Matlab).
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Implementación de protocolos de interacción, habilidades en Matlab.

Día 9 (Domingo 9 de Junio):

- Actividad: Ajustes y mejoras en el modelado de tráfico en Unity.
- Responsables: Equipo de desarrollo (Unity).
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Optimización de modelos en Unity.

Días 10-11 (Lunes 10 - Martes 11 de Junio):

- Actividad: Simulaciones de tráfico con diferentes configuraciones.
- Responsables: Todo el equipo.
- Esfuerzo Estimado: 12 horas (6 horas por día).
- Aprendizaje Adquirido: Análisis y comparación de diferentes configuraciones, habilidades en simulación.

Día 12 (Miércoles 12 de Junio):

- Actividad: Análisis de resultados y ajustes finales.
- Responsables: Todo el equipo.
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Análisis crítico y ajuste de modelos.

Día 13 (Jueves 13 de Junio):

- Actividad: Preparación de presentación final y documentación.
- Responsables: Equipo de documentación y presentación.
- Esfuerzo Estimado: 6 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Habilidades de presentación, claridad en la documentación.

Día 14 (Viernes 14 de Junio):

- Actividad: Presentación final del proyecto.
- Responsables: Todo el equipo.
- Esfuerzo Estimado: 3 horas.
- Aprendizaje Adquirido: Evaluación del trabajo en equipo, habilidades de comunicación.