



Tecnológico de Monterrey

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 302)

Evidencia 1. Reporte del reto

Profesores:

Gilberto Echeverría Furió

Octavio Navarro Hinojosa

Alumnos:

Paul Araque Fernandez A01027626

Alberto Limón Cancino A01749746

Fecha de entrega:

29 Noviembre 2024

Introducción:

Descripción del Proyecto: Proponer una solución innovadora al problema de movilidad urbana en México, utilizando un enfoque basado en simulación gráfica y sistemas multiagentes.

La movilidad urbana es crucial para el desarrollo económico, social y la calidad de vida en las ciudades. Sin embargo, en México, el incremento del uso de automóviles ha generado diversos problemas, como la congestión vehicular, accidentes y enfermedades relacionadas con la contaminación.

Nuestro enfoque se centrará en simular el tráfico para entender y proponer soluciones que puedan reducir la congestión, optimizar el uso de la infraestructura urbana, y mejorar la eficiencia en la circulación de vehículos. Utilizaremos modelos de inteligencia artificial y simulación 3D para crear un sistema que represente de manera realista el tráfico en un entorno urbano.

Objetivos del Reto:

- Modelar agentes inteligentes que representen vehículos en un entorno urbano.
- Diseñar y desarrollar una simulación gráfica en 3D que muestre el flujo de tráfico
- Implementar estrategias que contribuyan a reducir la congestión vehicular, como:
 - Control y asignación de espacios
 - Optimización de rutas para reducir el tráfico.
 - Coordinación de semáforos para mejorar el flujo en intersecciones.

Con el uso de agentes inteligentes, se puede modelar situaciones reales, al igual que proponer soluciones a problemas como la congestión vial, los accidentes, y maximizar la eficiencia en la movilidad.

Problema y Propuesta de Solución:

El problema que se aborda es poder gestionar de manera eficiente el tráfico en una ciudad, considerando factores como semáforos, obstáculos, direcciones de calles y puntos de destino. Por ello, se debía considerar la congestión vial y cualquier tipo de accidentes, con el fin de que la ciudad pudiera funcionar de forma óptima y eficiente.

Nuestra propuesta consiste en desarrollar una simulación basada en agentes, donde cada uno de los vehículos es un agente inteligente con objetivos como llegar a sus destinos respectivos y capacidades para tomar decisiones de manera autónoma. Para lograrlo, fue necesario tener un mapa detallado de la ciudad y poder representarlo en 3D para poder analizarlo todo de mejor manera. Por su parte, la simulación fue creada en utilizando la librería Mesa, con el objetivo de poder optimizar el flujo vehicular, respetar normas de tráfico y evitar congestiones.

Para calcular las rutas óptimas desde su posición inicial hasta su destino, cada agente utiliza el algoritmo A^* , un algoritmo que combina la búsqueda de caminos más cortos y la evaluación de costos asociados a factores como la congestión en las celdas. Este enfoque permite a los vehículos elegir rutas que minimicen tanto la distancia como el tiempo de viaje, considerando dinámicamente los cambios en el entorno, como el estado de los semáforos y la presencia de otros vehículos. Además, el sistema está diseñado para recalcular rutas en caso de bloqueos inesperados o congestionamientos excesivos, haciendo que los agentes sean proactivos al adaptarse a las condiciones del tráfico.

Diseño de los Agentes:

Objetivo:

El objetivo principal de cada agente (vehículos) es llegar a un destino específico desde su punto de inicio, evitando obstáculos, colisiones y respetando reglas de tránsito como los semáforos.

Control parcial sobre el ambiente:

El agente tiene un control parcial sobre el ambiente porque, aunque conoce el mapa de la ciudad para calcular su ruta inicial, no tiene información completa sobre el estado dinámico del entorno, como la ubicación exacta de otros vehículos o el estado de los semáforos hasta que se acercan. Esto limita su capacidad para prever cosas, como congestiones, lo que lo obliga a adaptarse al tráfico.

Capacidad Efectora:

Los agentes tienen la capacidad de:

- Moverse en el entorno siguiendo las direcciones de las calles.
- Calcular la ruta óptima desde su posición de inicio hasta el destino.
- Respetar semáforos.
- Cambiar rutas para evitar congestiones.
- Eliminarse después de llegar a su destino.

Percepción:

Los agentes perciben:

- La presencia de otros agentes (vehículos) en la siguiente celda.
- El estado de los semáforos (rojo o verde).
- Obstáculos en la ciudad.
- Congestión en las celdas adyacentes.
- La dirección de cada una de las calles.

Proactividad:

Los vehículos son proactivos al:

- Recalcular rutas en caso de encontrarse con otros obstáculos o congestiones excesivas.
- Esperar en semáforos en rojo y seguir avanzando cuando los semáforos están en verde.
- Evitar congestiones para no bloquear el flujo.

Reactividad:

- Responde al entorno, como el estado de los semáforos, la presencia de obstáculos o la congestión en las celdas cercanas.
- Se detiene ante un semáforo rojo, ajustando su movimiento.
- Recalcula su ruta cuando detecta alta congestión, adaptándose al tráfico.
- Evita colisiones si ve otros vehículos en su camino.
- Su comportamiento se basa en las condiciones actuales del entorno.

Habilidad social:

Los agentes interactúan en un mismo espacio evitando las colisiones entre ellos.

PEAS:**Performance:**

- Llegar a su destino de manera eficiente, evitando colisiones y respetando reglas de tránsito.
- Recalcular rutas para evitar congestiones o bloqueos.
- Adaptarse a los cambios del entorno, como el estado de los semáforos o la presencia de otros vehículos.
- **Métricas de desempeño:**
 - Número total de vehículos activos en la simulación.
 - Número total de vehículos creados.
 - Número total de vehículos que han llegado a sus destinos.

Environment:

Una ciudad simulada con un grid.

- Calles con direcciones específicas, semáforos, obstáculos y destinos.
- Un ambiente dinámico donde cambian las condiciones, como el estado de los semáforos y la posición de otros vehículos.
- Un entorno parcialmente accesible, ya que el agente conoce el mapa estático, pero no la información dinámica hasta que está cerca.

Actuators:

- Capacidad de moverse a celdas adyacentes siguiendo las direcciones de las calles.
- Capacidad de recalcular rutas utilizando el algoritmo A* para optimizar el camino hacia el destino.
- Capacidad de detenerse ante semáforos en rojo o cuando encuentra un bloqueo.

Sensors

- La presencia de otros agentes (vehículos) en la siguiente celda.
- El estado de los semáforos (rojo o verde).
- Obstáculos en la ciudad.
- Congestión en las celdas adyacentes.
- La dirección de cada una de las calles.

Racionalidad:

Omnisciencia parcial: Los coches conocen el mapa, incluyendo la ubicación de su destino y las direcciones de las calles, pero no tienen información sobre el tráfico, como la posición de otros vehículos o el estado de los semáforos.

Recopilación de información: Durante su trayecto, los agentes recopilan información del entorno en tiempo real, como la presencia de otros vehículos, obstáculos o cambios en el estado de los semáforos, y utilizan esta información para recalculan rutas o ajustar su movimiento.

Adaptación al entorno: Los agentes adaptan su comportamiento con base en lo que van viendo, reaccionando ante obstáculos, otros coches o congestiones. Esto les permite tomar decisiones para llegar a su destino.

Autonomía: Cada coche actúa de manera completamente autónoma, sin depender de otra cosa, tomando decisiones para cumplir su objetivo.

Arquitectura de Subsunción de los Agentes:

- Nivel 3: Moverse
- Nivel 2: Buscar rutas alternativas, en caso de detectar una congestión.
- Nivel 1: Respetar los semáforos.
- Nivel 0: Evitar obstáculos como edificios u otros vehículos.

Características del Ambiente:

- **Parcialmente accesible:** el cambiante es parcialmente accesible para los agentes, ya que conocen el mapa para calcular la ruta óptima hacia sus destinos, pero el estado de los semáforos y la posición de otros agentes solo la saben cuando están delante de ellos.
- **No determinista:** es un ambiente no determinista, debido a que las acciones de los agentes, como moverse o evitar congestiones, pueden tener resultados distintos, debido al cambio de estado de los semáforos y a factores como el tráfico.
- **No episódico:** el ambiente es no episódico porque la movilidad del agente depende de una serie de acciones como el calcular las rutas a los destinos.
- **Dinámico:** el cambiante es dinámico, ya que este está cambiando constantemente, sin tomar en cuenta las acciones de los agentes. Esto se debe por el cambio constante de los estados de los semáforos.
- **Discreto:** el ambiente es discreto, debido a que la ciudad es finita, la cantidad de rutas es finita aunque los vehículos evadan obstáculos y, en caso de que ocurra una congestión, se para la simulación.

Conclusiones:

La simulación desarrollada permite analizar de manera efectiva el tráfico vehicular en una ciudad. El utilizar agentes inteligentes con una arquitectura de subsunción, fue crucial para lograr que los vehículos pudieran tomar decisiones autónomas con el fin de cumplir con su meta de llegar a su destino, respetando así las reglas de tránsito y manteniendo una fluidez vehicular.

La consideración de factores como semáforos, obstáculos y congestión fue importante para agregar aspectos de la vida real a una simulación y así poder mejorar la gestión del tráfico y analizar la eficiencia de los algoritmos utilizados. Por su parte, la representación en 3D y el uso de iluminación avanzada en WebGL son importantes para mejorar la visualización del sistema, lo que nos facilita su análisis y comprensión.

En conclusión, este proyecto demuestra la viabilidad y eficacia de utilizar agentes inteligentes en la simulación de sistemas complejos, lo que puede ser importante en la planificación e implementación de algún sistema que se quiera realizar en el futuro.