



Tecnológico de Monterrey Campus Santa Fe

Reto: Movilidad Urbana

Paula Verdugo Marquez A01026218

Dulce García Ruíz A01748013

Grupo 401

Integración de seguridad informática en redes y sistemas de software

Noviembre 23, 2023

Reto: Movilidad Urbana

Durante este reto, abordamos la problemática de la congestión vehicular que existe en México. Este fenómeno no solo afecta a la calidad del aire y salud del país y de los habitantes, sino que también, contribuye a la pérdida de eficiencia económica. Según un análisis hecho por el Instituto Mexicano para la Competitividad, la congestión en las 32 ciudades mexicanas más importantes, cuesta 94 mil millones de pesos al año. (IMCO, 2023) En términos de tiempo, el costo de la congestión es de 100 horas anuales promedio por persona. Igualmente, es importante recalcar la diferencia entre los usuarios del transporte público que pierden 118 horas al año, mientras que quienes usan automóvil privado pierden 71 horas.

La propuesta de la solución consiste en la implementación de un sistema de simulación gráfica de tráfico basado en un enfoque de sistema multiagentes. De esta manera, modelamos una dinámica básica de lo que es el tráfico urbano para lograr identificar patrones de congestión y proponer soluciones de movilidad e implementarlas virtualmente para después implementarlas a la realidad. De esta manera, si se sigue trabajando con el modelo, podríamos llegar a estrategias para mejorar la movilidad urbana en México, reducir la congestión y avanzar hacia ciudades más accesibles y sostenibles gracias a los escenarios simulados.

Para sobrellevar este proyecto, desarrollamos diferentes agentes.

Los agentes carro (Agent Car), tienen como objetivo principal desplazarse de un punto inicial a un destino final que se escoge aleatoriamente siempre buscando el mejor camino posible, evitando obstáculos, que en este caso son los edificios, y respetando las señales de tráfico. Así mismo, evitan colapsar con otros vehículos para así poder simular un tránsito moderado. Cada vehículo tiene la capacidad de moverse por la red de caminos del mapa otorgado. Puede tomar decisiones basadas en su entorno, como detenerse en un semáforo en rojo y continuar cuando se vuelve verde, y seleccionar rutas alternativas si se encuentran con congestión o bloqueos.

Sobre la percepción y reacción, los agentes perciben su entorno inmediato, como la presencia de otros vehículos, semáforos, y obstáculos. Esta percepción les permite tomar decisiones en tiempo real sobre cómo y cuándo moverse, lo que nos asemeja la simulación a una situación simplificada del día a día en calles transitadas. Es decir, es un ambiente no determinista y dinámico ya que operan otros procesos que salen del control del agente y lo

afectan. Los vehículos son proactivos en el sentido de que buscan activamente alcanzar su destino, adaptando su ruta y comportamiento según las condiciones del tráfico y el ambiente. Como antes mencionado, esto logra un ambiente no determinista ya que la cantidad de agentes es aleatoria y las condiciones no siempre son las mismas, el tráfico puede variar dependiendo de los semáforos, otros agentes carros, la ruta que cada agente considere en ese momento, y los destinos de cada uno.

Traffic Light Agent:

Objetivo: El objetivo principal de un agente semáforo es controlar el flujo de tráfico en intersecciones, regulando el paso de los vehículos.

Capacidad Efectora y Percepción: Los agentes semáforos alternan entre luces rojas y verdes, impactando directamente en el comportamiento de los agentes carro. No se mueven ni perciben otros elementos del entorno como los vehículos; su función es puramente controladora.

Proactividad: Aunque no son proactivos en el sentido convencional de tomar decisiones basadas en el entorno, tienen un comportamiento preprogramado que cambia el estado de la luz (roja o verde) en intervalos regulares o según un tiempo establecido, influyendo activamente en el flujo del tráfico.

Métricas de Desempeño: Su eficacia se mide por su capacidad de regular el tráfico de manera efectiva, evitando atascos y asegurando un flujo constante de vehículos.

Obstacle Agent:

Objetivo: Los agentes obstáculo representan barreras físicas o áreas inaccesibles para los vehículos, como edificios o áreas de construcción.

Capacidad Efectora y Percepción: Estos agentes son estáticos y no tienen capacidad de movimiento ni toma de decisiones. Su principal función es delimitar el espacio por donde los agentes carro pueden o no moverse.

Proactividad: No aplica para el agente de obstáculo, ya que son elementos estáticos en el modelo. Su presencia es vital para definir las rutas viables y las limitaciones del espacio de la simulación.

Métricas de Desempeño: Su efectividad se basa en cómo contribuyen a la configuración realista del entorno urbano y en cómo influyen en las rutas de navegación de los agentes carro.

| Nivel | Estado | Acción | Resultado |
|--------------|--------------------------------|--|---|
| Nivel 4 | Llegada al Destino | Detenerse y retirarse de la simulación una vez que se alcanza el destino. | Reconocer y responder al llegar al destino. |
| Nivel 3 | Planificación de Ruta Avanzada | Cambiar la ruta en caso de congestión o bloqueos inesperados. | Ajustar la ruta en respuesta a las condiciones del tráfico. |
| Nivel 2 | Navegación Básica | Calcular y seguir la ruta más directa hacia el destino. | Sigue una ruta hacia el destino. |
| Nivel 1 | Evitación de Obstáculos | Si un obstáculo está en la trayectoria inmediata, el coche se detiene o ajusta su curso para evitar la colisión. | Seguir una ruta predefinida hacia el destino. |
| Nivel 0 | Respuesta a Semáforos | Detenerse ante un semáforo en rojo y avanzar con uno en verde. | Reaccionar inmediatamente a los semáforos. |

En la simulación de tráfico se observan diversas características en cuanto a accesibilidad, determinismo, episodicidad, discreción y dinamismo. El ambiente de la simulación puede considerarse inaccesible para los agentes (Agent Car) ya que tienen la capacidad de percibir cierta información relevante para la toma de decisiones dentro de su entorno (neighbors), como la ubicación de otros agentes carros, semáforos, obstáculos y destinos. Sin embargo solo conoce su ruta y lo que está pasando frente al agente.

Por otro lado, el ambiente es no determinista, lo que implica que, a pesar de que las reglas de movimiento y las interacciones son claras y predecibles, existen elementos de aleatoriedad. Estos incluyen la aparición de carros en distintos lugares y momentos, así como la elección aleatoria de destinos. Esta aleatoriedad introduce un nivel de incertidumbre, haciendo que el ambiente no sea completamente predecible y que los agentes deban adaptarse constantemente a nuevas situaciones. En cuanto a la episodicidad, la simulación se clasifica como no episódica pues las acciones de un agente pueden tener efectos prolongados en el tiempo, afectando tanto al entorno como a las decisiones de otros agentes. Un claro ejemplo es la elección de ruta por parte de un carro, la cual puede influir en la congestión de tráfico y, por ende, en las decisiones de los otros carros en la simulación.

El ambiente también se caracteriza por ser discreto en términos de tiempo, espacio y acciones. El espacio está dividido en una cuadrícula, el tiempo avanza en pasos y las acciones de los agentes, como moverse o detenerse, son eventos discretos.

La implementación y el desarrollo de la simulación de tráfico en una ciudad, ofrece una herramienta valiosa para comprender, mejorar y predecir la movilidad urbana especialmente en lugares de tráfico pesado como las grandes ciudades de México. Más allá de su aplicación técnica, este modelo podría ayudarnos a recalcar cuáles son las necesidades actuales de movilidad sostenible y cómo crear soluciones eficientes en distintas áreas urbanas. Al proporcionar un medio para planificar mejoras en la calles y en la regulación del tráfico, se abre la posibilidad de implementar cambios significativos en la vida diaria. Esta iniciativa no solo es una respuesta a unos de los objetivos del reto el cuál es reducir la congestión y mejorar la calidad del aire, sino también como un paso adelante hacia la construcción de ciudades más accesibles y sostenibles. En definitiva, el proyecto no solo se encarga de solucionar un problema económico y de calidad de vida para los mexicanos, sino que también sienta las bases para una transformación urbana más amplia, en línea con las metas de desarrollo sostenible y eficiencia urbana.

Referencias

Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023). *El Costo de la Congestión: Vida y Recursos Perdidos*.

Recuperado de:

<https://imco.org.mx/costo-la-congestion-vida-recursos-perdidos/>

Bazzan, A. L. C., & Klügl, F. (Eds.). (2014). *Multi-agent systems for traffic and transportation engineering*. IGI Global.