



Tecnológico de Monterrey

Reto: Movilidad Urbana

A01782557 - Nikole Morales Rosas

A01663909 - Natalia Rodríguez Guevara

Modelación de Sistemas Multiagentes con Gráficas Computacionales

Profesores:

Octavio Navarro Hinojosa

Gilberto Echeverría Furió

Fecha de entrega:

29 de noviembre del 2024

Video de la simulación:

https://tec.mx-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/a01663909_tec_mx/EXuY4xKu_ndNp97im8yPJ_C8BswzOzT_RgZKywPtROXszDg?nav=eyJyZWZlcnJhbEluZm8iOnsicmVmZXJyYWxBcHAI OiJPbmVEcmI2ZUZvckJlc2luZXNzIiwicmVmZXJyYWxBcHBObGF0Zm9ybSI6IldlYiIsInJlZmVycmFsTW9kZSI6InZpZXciLCJyZWZlcnJhbFZpZXciOiJNeUZpbGVzTGlua0NvcHkiX0&e=NSOsa6 (también está en github)

Problema a resolver

La movilidad urbana tiene un impacto significativo en el desarrollo de México, eso incluye sectores como el económico, social y ambiental.

Por la parte económica facilita el acceso a empleos, educación y otros servicios esto aumenta la productividad y facilita que haya inversiones a través de mejoras en infraestructura. En el aspecto social hace que las personas puedan transportarse, mientras que, en lo ambiental, una movilidad sostenible puede disminuir emisiones y mejorar la calidad de vida.

El uso de automóviles genera impactos negativos como congestión vehicular, que aumenta el estrés, deteriora la infraestructura y reduce la productividad, cabe mencionar que la congestión vehicular esto puede causar accidentes de tráfico, además de que se contamina el aire con emisiones de CO₂; y un alto consumo de combustibles fósiles, además de la pérdida de espacios públicos.

El incremento de los Vehículos Kilómetros Totales (VKT) en México ha tenido varias repercusiones significativas en el país y no han sido repercusiones positivas, esto provoca más gastos en la infraestructura, contaminación, accidentes, etc.

Debido a lo anterior es importante buscar alguna solución para mejorar la movilidad y reducir los impactos negativos que esta puede generar. Esto mejoraría la economía e incluso aumentaría la calidad de vida de las personas generando un ambiente menos contaminado.

Propuesta de solución

La propuesta para poder reducir el impacto negativo de esto es una solución basada en la simulación gráfica del tráfico urbano mediante un sistema multiagente que permite analizar y optimizar la movilidad de manera sostenible, reduciendo los problemas asociados al uso del automóvil y generando impacto negativo en lo menor posible. Para la solución se propone lo siguiente, de manera puntual:

- Implementación de agentes con capacidad de percibir y moverse, detectar y reaccionar ante otros vehículos agentes y señales de tráfico/flujo vehicular.
- Diseño de un entorno visual que tenga la visualización de calles, semáforos y edificios con diferentes tipos de intersecciones y direcciones.
- Exploración de diferentes alternativas de algoritmos para poder optimizar las rutas y la gestión del tráfico.
- Los agentes estarán programados para interactuar entre sí de manera que modifiquen su comportamiento en respuesta a las acciones de los demás agentes, así se evitarán colisiones y el flujo del tráfico resultará más fluido.

Diseño de los Agentes

→ Características de los agentes:

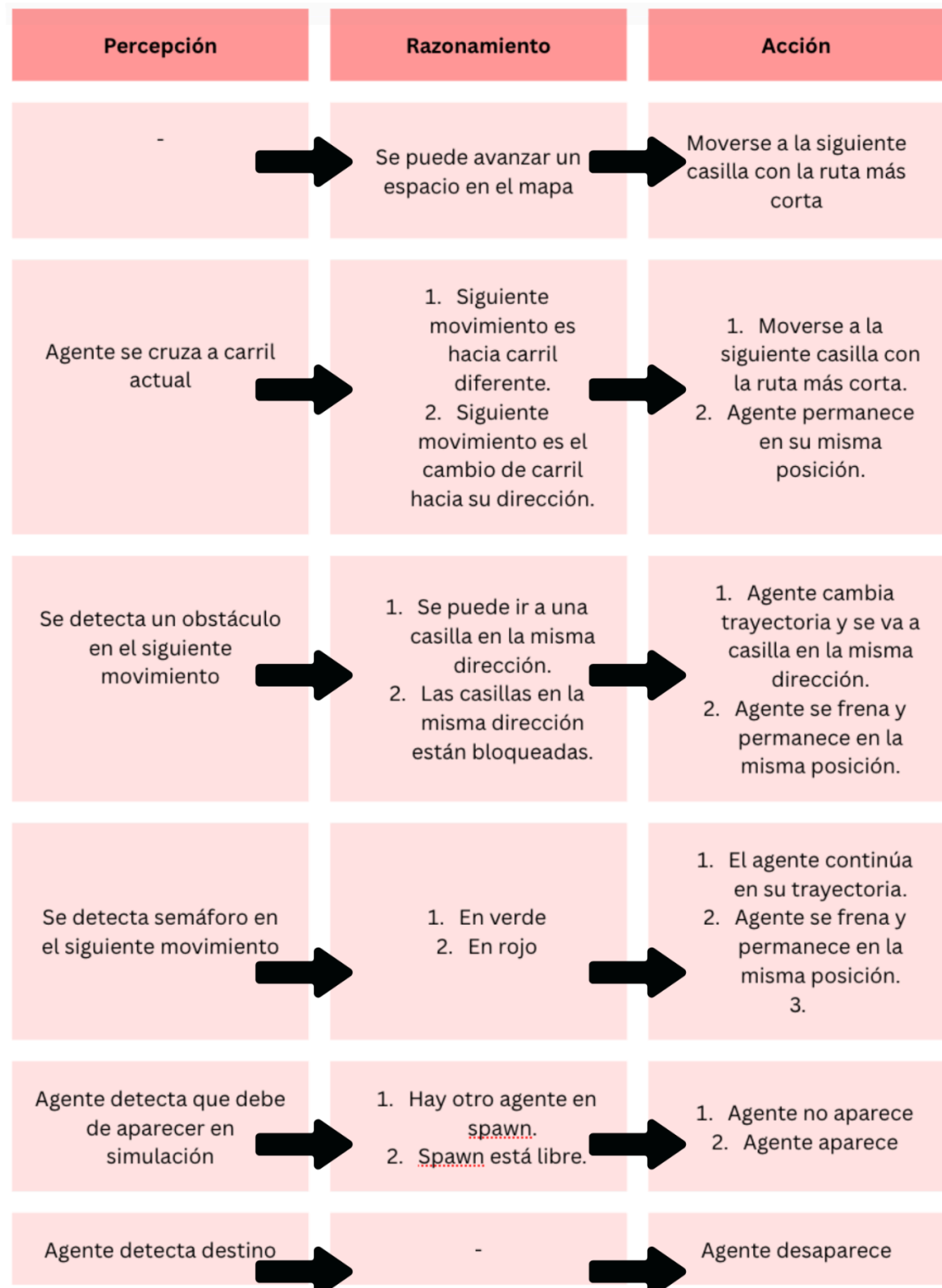
◆ Vehículos:

- **Objetivo:** Llegar a su destino asignado aleatoriamente respetando las los semáforos y reglas del tránsito que se establecieron dentro del código.
- **Capacidad efectora:** El automóvil puede cambiar de dirección al momento de encontrarse en una intersección o al final de una calle o puede cambiar de carril. Esto

simula un comportamiento más realista dentro de un entorno urbano; los agentes no pueden moverse en sentido contrario, ni atravesar obstáculos. Los vehículos pueden aparecer en las esquinas dentro del mapa y pueden desaparecer de este mismo cuando han llegado a su destino.

- **Percepción:** Detecta los que están alrededor, es decir, sus celdas vecinas que en este caso serían los edificios, semáforos y los carros que están alrededor o cerca de este. El agente es capaz de saber dónde se encuentra dentro del mapa, esto le permite tomar decisiones más óptimas para elegir una ruta.
- **Proactividad:** Adaptan su movimiento según las condiciones del entorno (la ciudad) para poder evitar choques tanto entre coches como con los edificios. El agente se moverá por el camino más corto para llegar a su destino (esto sin contar obstrucciones de otros agentes y/o embotellamientos); usando el algoritmo de A estrella, se va a calcular el camino más corto.
- **Reactividad:** Evade obstáculos y evita choques, respondiendo a ellos para no provocar alguna colisión. Se basa en responder a eventos que ocurren en el entorno en tiempo real (como el movimiento de otros agentes alrededor, o el cambio de estado de los semáforos). El agente es capaz de cambiar su comportamiento en respuesta al estado actual del semáforo, pues los agentes actúan en base a los cambios del entorno.
- **Habilidad social:** Resulta bastante importante para evitar colisiones con otros agentes. Los agentes son capaces de detectar la presencia de otros coches a su alrededor; esto cubre los lados laterales y frontales. Si detectan otro vehículo, los agentes evalúan su trayectoria para verificar si existe el riesgo de chocar con otros agentes. También son capaces de realizar cambios de carriles o ajuste de trayectoria si se identifica un riesgo de colisión.
- **Métricas de desempeño:** Se piensa rastrear el número de vehículos que se encuentran dentro de la simulación y de aquellos que han llegado a su destino exitosamente.

Arquitectura de subsunción



Características del ambiente

El ambiente resulta **accesible** pues desde el inicio se tiene un mapa establecido, y a partir de este, los agentes coche buscan la mejor ruta; es decir, conocen su ambiente y también conocen de la existencia de otros agentes con los que pueden colisionar, y los evitan. Se va actualizando step por step, entonces el agente obtiene información actualizada de su posición y del estado de los semáforos.

Se trata de un ambiente **no determinista** ya que el resultado de todas las acciones no es predecible pues existen elementos aleatorios como los destinos del coche, lo que hace a la simulación impredecible.

Es un ambiente **episódico**; al operar y tomar decisiones de forma episódica, los agentes toman una serie de acciones para llegar a su destino, de la manera más rápida posible. Esto significa que cada decisión que tome cada agente es en base al episodio actual, y la forma en la que puede sacarle ventaja para el siguiente step.

El ambiente es **dinámico** ya que el estado del ambiente puede cambiar con el tiempo, no solo a causa de las acciones de los agentes, sino por otros factores. Es decir, el flujo y el movimiento de los vehículos y el cambio de estado de los semáforos afectan de manera activa al ambiente.

El ambiente también es **discreto** ya que tiene un número fijo y finito de acciones y percepciones. Está basado en una cuadrícula, y todo lo que suceda se limita a ella.

Finalmente, el mapa se genera en función de las especificaciones del mapa proveniente del archivo de texto. Esto es para que el ambiente sea configurable y adaptable a distintos requisitos o cambios hechos a la simulación. Los agentes son generados en ubicaciones específicas una vez que el mapa ya está definido

Conclusiones

La simulación de tráfico urbano desarrollada en este proyecto representa un avance para poder comprender y así optimizar sistemas de transporte en entornos reales que resultan complejos. El poder modelar el comportamiento de los coches como agentes inteligentes interactuando entre sí dentro del ambiente, se ha podido generar una visualización de forma detallada del flujo vehicular y las formas de optimizarlo.

La arquitectura de subsunción, el análisis de las características del ambiente, el diseño de los agentes y las maneras de optimizarlos nos permitieron una mayor fluidez en el tráfico de la simulación, y por ende una reducción de colisiones pues los agentes tienen un set de instrucciones claras dentro de un ambiente determinista y /o controlado. A pesar de todo esto mencionado, la simulación sólo es una representación bastante simplificada de la realidad. Se podría mejorar al implementar algoritmos de búsqueda de la ruta más óptimos, y esto resultaría en una simulación más eficiente. Se puede concluir que la simulación multiagente es una gran herramienta, que requiere de mucha preparación en varios aspectos, pero que sirve para un análisis detallado de diferentes estrategias en cuanto a la gestión del tráfico.

El reto ha sido bastante útil para combinar la teoría vista, y ponerla en práctica en situaciones que son bastante semejantes a la realidad, y nos hace mirar hacia todas las áreas de mejora que tiene. Desde la incorporación de modelos más realistas de comportamiento humano, al diseño de otros

agentes que interactúan dentro del ambiente de simulación, hasta los aspectos visuales como lo son la luz, texturas y distintos colores.

Al continuar investigando y desarrollando modelos más sofisticados, se pueden diseñar ciudades más inteligentes y sostenibles que mejoran la calidad de vida de quienes la habitan.