



Campus Santa Fe

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 301)

Reporte Final del Reto - Movilidad Urbana
Equipo Prueba de Concepto

Alumnos:

Eduardo Porto Morales - A01027893

Do Kyu Han - A01025119

Profesores:

Gilberto Echeverría Furió

Octavio Navarro Hinojosa

Fecha:

29 de noviembre de 2024

Movilidad Urbana_Reto

Introducción

El problema de la movilidad urbana es uno de los principales desafíos para las ciudades modernas, afectando la calidad de vida de millones de personas.

La gran congestión en ciudades con una excesiva cantidad de coches generan tiempos de traslado excesivos, altos niveles de contaminación y un aumento en los costos asociados al transporte. Este problema se agrava debido al crecimiento poblacional y la dependencia excesiva del automóvil como principal medio de transporte.

El objetivo de nuestro proyecto es generar una simulación de tráfico en la cual agentes inteligentes representando vehículos que circulan en una ciudad sean capaces de desplazarse y lleguen a su destino de forma eficiente, respetando las reglas del tráfico como las direcciones de las vías y evitando colisiones con otros agentes. En este entorno simulado y cambiante, los agentes deberán coexistir en tiempo real buscando que la densidad de tráfico sea prácticamente nula.

Para modelar el comportamiento de los agentes, utilizamos el framework de Python **Mesa**, que facilita la simulación basada en agentes. La visualización del entorno 3D se implementó utilizando **WebGL**, lo que permite una interacción dinámica con luces locales y globales, el movimiento de los carros y la implementación de semáforos cambiantes. Los agentes en la simulación incluyen carros, semáforos, edificios, calles y destinos.

De acuerdo con el funcionamiento de Mesa, todos los elementos deben definirse como agentes, incluso si su comportamiento no está establecido y simplemente forman parte del ambiente. En nuestro caso, nos centramos principalmente en el comportamiento de los carros, ya que son los agentes clave y tienen un objetivo que es lograr llegar a su destino.

Características de Agentes:

Agente Coche

- **Objetivo:**
 - Llegar al destino
 - Encontrar caminos eficientes para prevenir el tráfico
- **Capacidades efectoras:**
 - Moverse en la grid dependiendo de la dirección de la calle
 - Detenerse ante otros coches y semáforos
 - Evadir obstáculos (coches y edificios)
 - Calcular la ruta de destino:

Para que el agente determine su destino, se utilizó el algoritmo A* con una heurística basada en la distancia Manhattan entre la posición actual del vehículo y su destino final. Aunque el algoritmo siempre encuentra el camino más corto, el tiempo de cómputo requerido para calcular el camino, especialmente a largas distancias, puede ser muy alto, lo que puede afectar el rendimiento en simulaciones dinámicas. Como parte de la clase, se suscitó la premisa de que se realizaría una competencia en la que deberíamos batirnos a duelo en una competencia de simulaciones, quedamos de segundo gracias a nuestra implementación.

- **Percepción:**
 - **Entorno Local:**
 - Estado de las celdas locales (otros coches, semáforos, edificios)
 - Identificación de la dirección de las calles
 - Estado de los semáforos
 - **Entorno Global:**
 - Conocimiento de la ruta hacia el destino
 - Conocimiento de la localización del destino
- **Proactividad:**
 - Búsqueda de rutas alternativas cuando hay tráfico
 - Recálculo de ruta cuando hay esperas prolongadas
- **Reactividad:**

- Responde a los obstáculos en su camino (semáforos, coches)
- Seguimiento de la dirección permitida en las calles
- **Métricas de desempeño:**
 - Cantidad total de coches creados
 - Cantidad de coches activos
 - Número de coches que llegaron a su destino
 - Pasos totales del recorrido
 - Densidad del tráfico
- **Restricciones**
 - Los vehículos deben respetar la dirección de las calles
 - Una celda sólo puede tener un vehículo a la vez
 - Los vehículos solo pueden moverse en 4 direcciones
 - Los vehículos solo pueden generarse en puntos de spawn definidos
 - No pueden atravesar edificios ni otros vehículos
 - El movimiento es discreto (celda por celda)

PEAS:

Performance: El rendimiento de los vehículos está contemplado en métricas de desempeño que analizan la cantidad de steps que le toman a un coche llegar a su destino, optimizando la cantidad de pasos totales evitando el tráfico y respetando las reglas del sistema. Tomamos en cuenta los coches activos con respecto a los coches que ya llegaron a su destino para calcular la eficiencia de movimiento (y del algoritmo) adaptándose a cambios dinámicos en el entorno.

Environment: Nuestro ambiente es un multigrid donde coexisten los agentes con calles, edificios y semáforos. Sus características se muestran más adelante en el reporte.

Actuators: Los actuadores de los agentes son:

- Obtener un destino al instanciarse y obtener la mejor ruta al mismo.
- Desplazarse en 4 direcciones permitidas (arriba, abajo, izquierda, derecha).
- Capacidad de espera temporal, recalcular una mejor ruta.
- Una vez llegan a su destino borrarse de la simulación.

Sensors:

- Obtener la dirección de su movimiento (Sensor de dirección actual)

- Detección de otros vehículos cercanos
- Detectar estado de semáforos
- Dirección permitida de las calles
- Conocer posición actual y del destino
- Identificación de celdas disponibles para movimiento
- Sensor de tipo de celda actual

Características del Ambiente

Contamos con un ambiente parcialmente accesible, ya que, aunque los agentes conocen su posición actual en el mapa, las posiciones más cercanas a ellos, la presencia de otros agentes, el estado de los semáforos en su camino y la dirección permitida de las calles, no tienen información global sobre el tráfico ni sobre el estado futuro del entorno.

Es un ambiente no determinístico ya que los agentes podrían generar diferentes resultados por la interacción con otros agentes de carro, el estado de semáforo y el tráfico generado en el momento, así como la incertidumbre de hacia qué destino van a llegar antes de aparecer. Lo consideramos no episódico ya que las decisiones que toma al momento de generar una ruta tiene su repercusión al momento de ejecución y de efectividad de manera continua, es de tipo dinámico ya que aunque los agentes únicamente alteren su posición existe un cambio pautado de los semáforos, los demás vehículos también se encuentran en constante movimiento y son nuevos agentes los que aparecen en las esquinas cada cierto tiempo, lo que también lo vuelve continuo, no hay un límite de coches que necesiten llegar a su destino o un límite de coches que hayan aparecido en la simulación.

El ambiente es habitado por otros agentes además de los vehículos estos son: semáforos, edificios, calles y destinos

Semáforos: Los semáforos suelen estar en las intersecciones y se colocan en medio del camino. Alteran su estado entre rojo/verde y permiten a los agentes seguir o no circulando. Si bien nuestros agentes semáforos tienen una lógica de *comportamiento inteligente* al no contar con un objetivo claro y al cual buscan llegar, no los consideramos agentes que requieran ser catalogados como tal.

Edificios: Son obstáculos lógicos que delimitan el movimiento que se representan visualmente como edificios de la ciudad, son espacios donde no puede existir un vehículo.

Calles: Celdas por las que los agentes pueden moverse, cuentan con una dirección establecida que determina la circulación de la ciudad.

Destinos: Los destinos son los objetivos de los agentes que aparecen en las esquinas.

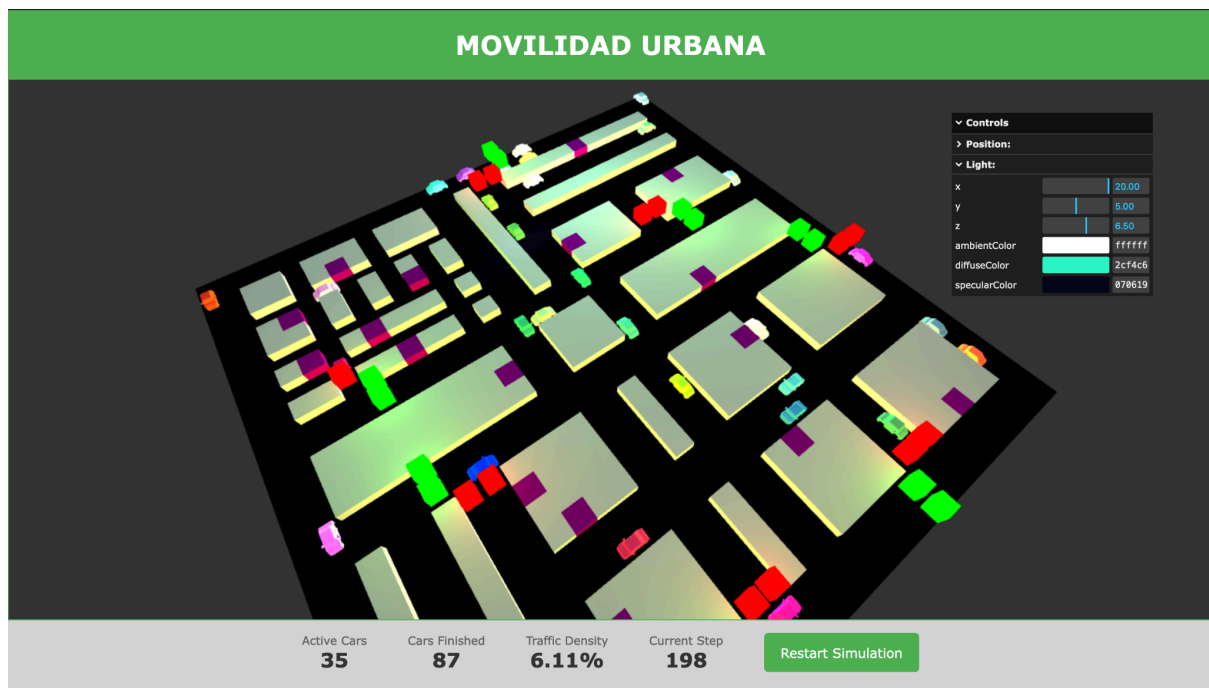
Arquitectura de SUBSUNCIÓN

Agente Coche

- Nivel 0:
 - Planificación de ruta (A^*)
 - Evitar colisiones
 - Respetar límites del grid
 - Llegar al destino
- Nivel 1:
 - Seguir dirección permitida de la calle
 - Respetar semáforos
 - Seguir la dirección de la ruta calculada
- Nivel 2:
 - Optimización de ruta
 - Manejo de situaciones de bloqueo (tráfico o bloqueo por otro agente)
 - Recalcula la ruta

IMAGEN FINAL DE NUESTRA SIMULACIÓN:

Implementando la lógica de los agentes como se menciona en el reporte



Conclusión

La simulación de tráfico urbano desarrollada demuestra la efectividad de los sistemas multiagente para modelar y analizar situaciones complejas del mundo real. A través de la implementación de diferentes tipos de agentes autónomos que interactúan en un ambiente dinámico, el sistema logra recrear de manera realista los desafíos y comportamientos típicos del tráfico urbano. El uso de algoritmos de A*, junto con la capacidad de los agentes para tomar decisiones adaptativas, resulta en una simulación que no solo modela el tráfico de manera efectiva, sino que también proporciona una base sólida para el estudio y la optimización de sistemas de tráfico reales.