

Movilidad Urbana

Valentina González Hernández A01784875

Fausto Jiménez de la Cuesta Vallejo A01027983

Tecnológico de Monterrey

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales

Octavio Navarro

Gilberto Echeverría

29 de Noviembre de 2024

Índice

Movilidad Urbana	1
Introducción	1
Gráficas	1
Assets	1
Shaders	1
Agentes	2
Ambiente	3
PEAS	4
Arquitectura de Subsunción	6
Resultados	7
Conclusión	8

Índice de figuras

1.	Visualización de assets en Blender.	1
2.	Resultados de la simulación con un spawn cada 1 steps	7
3.	Visualización de la simulación corriendo.	7
4.	Visualización de la simulación finalizada.	8

Índice de tablas

1.	Diagrama de subsunción de los agentes reactivos	6
----	---	---

Movilidad Urbana

Introducción

El propósito de esta actividad fue simular el comportamiento de agentes inteligentes y visualizarlos dentro de un entorno tridimensional utilizando mesa 2.4 para el servidor con los agentes y WebGL para renderizar los objetos. Los agentes considerados en la simulación fueron: calles, obstáculos, semáforos y bicicletas. De los agentes definidos, el comportamiento más complejo fue el de las bicicletas debido a que su objetivo principal es llegar a su destino respetando las señalizaciones de tránsito. Es decir, evitar colisiones, y respetar los semáforos. Finalmente, la simulación compitió con los proyectos diseñados de otros equipos para comparar el rendimiento de cada implementación única.

Gráficas

Assets



Figura 1

Visualización de assets en Blender.

Shaders

Para la simulación en WebGL se crearon dos shaders a partir del modelo de iluminación de Phong que define la Intensidad de la luz en un punto como:

$$I = I_a + I_d + I_s$$

I = Intensidad de la luz

I_a = Intensidad ambiental

I_d = Intensidad difusa

I_s = Intensidad especular

Este comportamiento fue replicado en el Vertex y Fragment shader que fueron incorporados en la aplicación de WebGL donde el Vertex shader trabaja con la geometría del objeto mientras que el Fragment shader regresa los componentes RGB de el color que tendrá un fragmento de un objeto.

Agentes

Los agentes considerados para la simulación fueron las bicicletas, obstáculos, calles y semáforos. La interacción que estos tienen entre sí busca representar el comportamiento del mundo real. Esto es logrado principalmente por el comportamiento de las bicicletas ya que respetan tanto el sentido de las calles como los semáforos. Las bicicletas pueden ser consideradas como agentes inteligentes ya que son capaces de actuar y reaccionar racionalmente a su entorno cambiante con el propósito de cumplir su objetivo de llegar a su destino en coordinación con el resto de los agentes en el ambiente.

Para determinar su destino, se utilizó una implementación del algoritmo A* considerando su heurística como la distancia Manhattan entre la posición de la bicicleta y su destino. A pesar de ser un algoritmo que siempre regresa el camino más corto a diferencia de otros tales como *Breadth First Search*, al tener muchas operaciones aumento el tiempo de cómputo en cada paso y podría perjudicar la simulación si se deseara añadir más agentes.

Ambiente

El ambiente es no determinístico debido a que los agentes no tienen la garantía de que siguiendo la misma secuencia de pasos desde un mismo punto de inicio alcancen el mismo estado todas las veces, dinámico ya que aunque lo único que cambia es la posición de los agentes, los semáforos se encuentran en constante cambio, así como la instanciación de nuevos agentes periódicamente, variablemente accesible debido a que, si bien los agentes tienen la capacidad de conocer el grafo que define la totalidad de los caminos en el ambiente, únicamente tienen la capacidad de reconocer los contenidos concretos de los caminos que están directamente adyacentes a su camino actual. Y en términos de espacio, se maneja una cuadrícula, lo que lo convierte en un espacio discreto ya que ninguna posición del espacio se puede sub-dividir.

El ambiente consiste de dos tipos básicos de celdas:

Caminos Celdas por las cuales un agente puede transitar y colocarse. Tienen una dirección y determinan la dirección de los agentes que se coloquen en ellas.

Determinan el grafo de movimiento que utilizan las bicis para trasladarse desde su posición inicial hacia su destino, de modo que los agentes únicamente puedan moverse en sentido de la calle en la que están, sin que su movimiento vaya en contra de la dirección de la calle a la que se están moviendo.

Obstáculos Celdas que impiden el paso de los agentes. Necesaria para la representación y visualización del espacio. Su propósito es únicamente el de delimitar las celdas en las que no pueden posicionarse los agentes.

Aunado a ello, existen dos distintos tipos de agentes que se colocan en los caminos y obstáculos respectivamente. En estricto sentido, más bien se les colocan caminos y obstáculos por la forma en la que se procesan los archivos que contienen los mapas que lee el modelo para inicializarse, pero es indiferente para la explicación de su naturaleza:

Semáforos Los semáforos se colocan en un camino, y se orientan con él. Estos cambian de

estado entre *verde* y *rojo*, dependiendo de si permiten que los agentes puedan circular a través de esa calle o no en cierto determinado momento.

Destino Los destinos se colocan en obstáculos que estén aledaños a caminos, de modo que sean alcanzables por los agentes. Estos únicamente marcan las posiciones a las que los agentes buscarán llegar después de ser instanciados.

PEAS

Performance. El rendimiento (*performance*) de los agentes de los agentes se medía en la cantidad de pasos que les tomaba llegar a su destino, a nivel individual. Sin embargo, a nivel colectivo, la métrica determinante de si el modelo es capaz de prosperar, es la razón entre el número de bicicletas que llegan a su destino, y el número de bicicletas que se agregan al modelo por turno. Puesto que el desbalance entre estas dos variables es la que inevitablemente culmina en la terminación del modelo.

Environment. El ambiente en el que se encuentran los agentes es, como antes mencionado:

No Determinístico Los agentes no cuentan con la certeza de que realizar la misma acción resultará invariablemente en el mismo resultado.

Dinámico El cambio constante de los semáforos, que bloquea el camino de los agentes, así como el instanciamiento de nuevos agentes en las esquinas periódicamente implican cambios en el ambiente que sobrepasan la agencia que tienen estos sobre el mismo.

Accesible Aunque los agentes únicamente tengan acceso a los contenidos de los caminos en celdas aledañas a la propia, los agentes sí cuentan igualmente con acceso al grafo completo formado por los caminos del modelo.

Discreto La incapacidad de subdividir los espacios del modelo debido a su naturaleza cuadrículada implica que las acciones que pueden tomar los agentes no pueden ser

parciales, e implican una menor cantidad de estados posibles definido por la división fundamental de la cuadrícula.

No Episódico Las acciones tomadas en un cierto punto tienen repercusiones en las posibles acciones que pueda tomar el agente en un futuro, y su efectividad en lograr su objetivo depende de que tome buenas decisiones de manera continua.

Actuators. Las principales capacidades que tienen los agentes son las siguientes:

- Moverse a caminos adyacentes en el grafo dirigido del modelo que no tengan ya una instancia de otro agente en ellas.
- Desinstanciarse una vez se encuentren junto a su destino.
- Permanecer en su lugar si ningún camino adyacente en el grafo dirigido del modelo es conveniente para la ruta que debe seguir el agente para llegar a su destino, o no hubiese ningún camino sin otra instancia de agente al que el agente pudiera moverse.

Sensors. Los agentes únicamente tienen acceso a la información de los contenidos de las celdas aledañas, por lo que su único medio de adquisición de información es el análisis de estas celdas aledañas a los modelos.

Arquitectura de Subsunción

Sensores	Estado	Acción
No impaciente	Esperar	Permanecer en su lugar e impacientarse un poco.
Impaciente	Cambiar de ruta	Recalcular su ruta asumiendo que no puede continuar por su ruta actual y moverse de acuerdo a su nueva ruta.
Vecino viable	Rebasar	Moverse a un vecino no en su ruta que le permita inmediatamente reinsertarse en su ruta actual.
Ruta disponible	Avanzar ruta	Moverse a la siguiente posición en la ruta calculada.
Sin vecinos vacíos	Bloqueado	Permanecer en su lugar.

Cuadro 1

Diagrama de subsunción de los agentes reactivos

En la tabla 1 se muestra el diagrama de subsunción de los agentes. Lo que hace es definir el comportamiento de los agentes reactivos del proyecto. De modo que los sistemas de mayor importancia están en las últimas filas de la tabla. Las columnas se organizan entre lo que recibe el agente con sus sensores, el estado que representa internamente, y las acciones que toma el agente en consecuencia.

Resultados

```
STEPS: 95
BIKES SPAWNED: 277
IN MAP: 170
ARRIVED: 110 (0.39)
MOVING: 88
STOPPED: 82
127.0.0.1 - - [29/Nov/2024 14:53:44] "GET /update HTTP/1.1" 200 -
127.0.0.1 - - [29/Nov/2024 14:53:44] "GET /getAgents HTTP/1.1" 200 -
SIMULATION ENDED!
127.0.0.1 - - [29/Nov/2024 14:53:44] "GET /update HTTP/1.1" 200 -
```

Figura 2

Resultados de la simulación con un spawn cada 1 steps

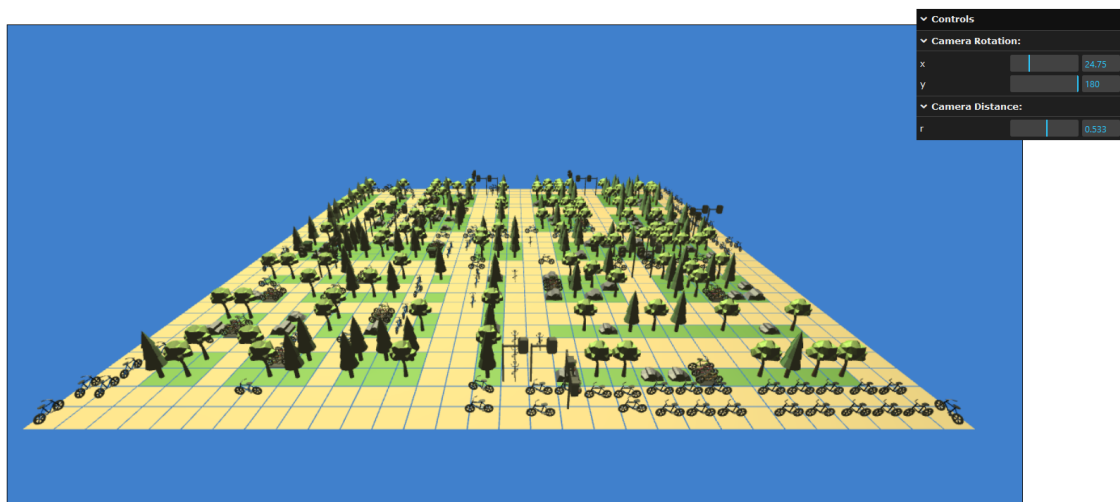


Figura 3

Visualización de la simulación corriendo.

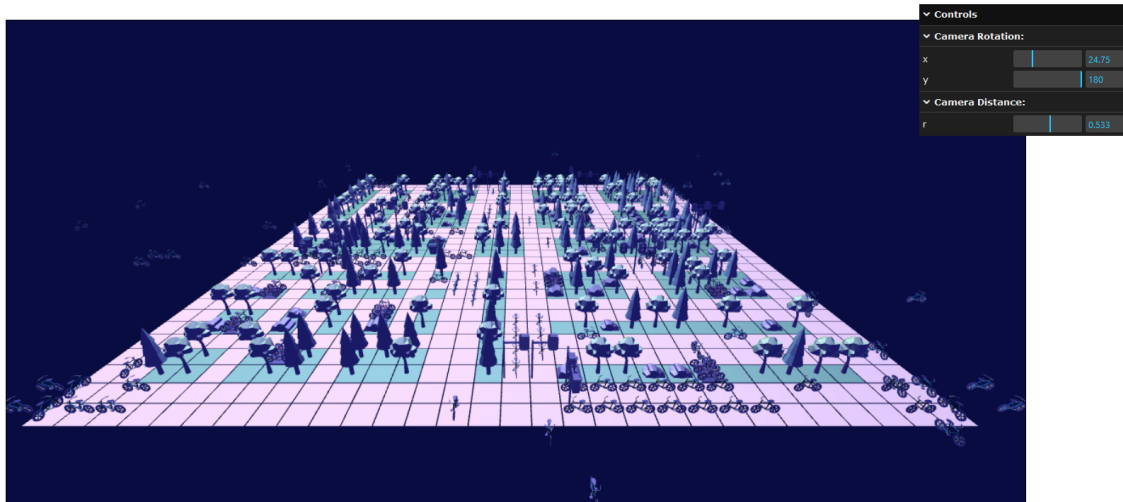


Figura 4

Visualización de la simulación finalizada.

Conclusión

En conclusión, el proyecto fue finalizado de manera exitosa, en especial respecto a la parte visual ya que se implementaron varias mejoras tales como la animación de las ruedas, los colores de fondo y la traslación de las bicicletas. Por otro lado, con respecto a los agentes, a pesar de que su comportamiento fuera adecuado, su toma de decisiones con respecto a la búsqueda del mejor camino limitó el número de pasos que pudo soportar la simulación ya que algunas calles fueron saturadas y por lo tanto, no era posible que se continuaran generando bicicletas. Una de las soluciones a este problema que se planteó pero sin embargo no fue implementada debido a las restricciones de tiempo, fue generar varias opciones de rutas (a pesar de que no sean óptimas) para alcanzar cada uno de los destinos y seleccionar de manera aleatoria alguna de las opciones para evitar que los agentes se atoren por intentar usar el mejor camino.