



Tecnológico de Monterrey

Modelación de Sistemas Multiagentes con Gráficas Computacionales (Grupo 4)

Reto: Movilidad Urbana

Alumno

Javier E. Agostini Castilla

Profesores

Edgar Covantes Osuna

Jorge Mario Cruz Duarte

Fecha

10 de Septiembre del 2021

Índice

Resumen	3
Introducción.....	3
Justificación	4
Diseño del modelo	5
Vehículo.....	5
Semáforo.....	6
Camino.....	6
Diagrama de Clases	8
Diagramas de Protocolos	8
Diagrama de protocolos del automóvil	8
Diagrama de procesos del semáforo	11
Diagrama de protocolos del Piso	12
Un auto	14
Dos autos.....	14
Tres autos.....	14
Cuatro autos.....	14
Análisis.....	15
Ventajas.....	15
Desventajas.....	15
Futuras Mejoras	15
Conclusiones.....	16
Bibliografía	17

Resumen

En el siguiente documento se describe a detalle la solución del reto de movilidad urbana del bloque TC2008B. Dicha solución consistió en el modelado de un sistema multiagente que busca simular una intersección controlada por semáforos inteligentes, ofreciendo una prometedora alternativa al sistema de control en intersecciones que existe hoy en día.

Los semáforos son capaces de comunicarse con los vehículos y entre ellos, para así permitir un mejor flujo vehicular, reducir el tráfico, así como accidentes o colisiones entre los vehículos. Los diagramas de clases y protocolos ofrecen un mejor entendimiento de cada uno de los agentes, sus capacidades e interacciones. Finalmente, se analizan los resultados, ventajas y desventajas y conclusiones finales.

Introducción

Una intersección vial es un elemento de la infraestructura de transporte donde se cruzan dos o más caminos, esto permite a los conductores el intercambio de caminos siendo esto una parte primordial en el manejo de vehículos siendo que sin camino no se podría acceder fácilmente a ciertos lugares.

La historia de los caminos se remonta a la creación de la rueda, donde surgió la necesidad de construir superficies de rodamiento para la fácil circulación de tránsito, después de años de historia se llega a la edad moderna, donde con el incremento de tránsito generado principalmente por la industrialización se da origen a caminos en mal estado, inventando así el cobro de peajes para la preservación y construcción de estos mismos. Desde entonces, la mayor parte de las carreteras y calles están trazadas siguiendo las rutas que mantienen un patrón de cuadrícula rectangular.

La inteligencia artificial se refiere a los sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y que tienen capacidad de mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan, con esta inteligencia, los sistemas pueden comprender más rápido los problemas, analizar información proveniente de enormes conjuntos de datos, así como encontrar patrones en problemas y así proveer la mejor solución a este mismo.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2021), cada año mueren aproximadamente 1.3 millones de personas como resultado de accidentes viales terrestres, costándole a la mayoría de los países 3% de su Producto Interno Bruto (PIB).

Debido a la importancia en procurar la vida y seguridad de los conductores y pasajeros, así como buscar maneras de reducir los costos producidos por los accidentes viales, distintas tecnologías se han desarrollado y utilizado para promover una mayor seguridad vial, ya sean sistemas de frenado inteligente, mayor cantidad de sensores en los vehículos, etc. Una solución a este problema son los sistemas multiagentes.

Con este reto o situación problema se plantea simular una intersección entre 2 calles de doble sentido, en las cuales transitarán automóviles en todas las direcciones. Los coches podrán tener tres tipos de comportamiento al llegar a la intersección, el primero de ellos es el poder dar vuelta a la derecha, logrando hacer un cambio de sentido de este mismo y regirse por las luces de otro semáforo; el segundo comportamiento es el de seguir manejando por el mismo sentido; finalmente, podrá también dar vueltas a la izquierda. La decisión de comportamiento se hace de forma aleatoria, por lo que es imposible predecir cuál será el comportamiento de los autos y con ello, el del modelo.

El código a la solución de esta actividad integradora se subirá a un repositorio en GitHub, mientras que este documento también se subirá a la misma plataforma y contendrá los distintos diagramas hechos para la solución del problema. Este documento también contendrá posibles estrategias de mejora para la solución del problema, así como las conclusiones de esta situación problema.

Justificación

La razón por la cual se seleccionó dicho modelo multiagentes es debido a que, tomando en cuenta variables como la gran cantidad de accidentes automovilísticos que ocurren al año y a que estos ocurren mayormente en intersecciones, debido a errores del conductor, teniendo un sistema de semáforos inteligentes reduce el margen de error de los conductores, manteniendo un control sobre el flujo vehicular sin aumentar el tráfico.

La simulación gráfica del modelo se realizó utilizando Unity, ya que esta fue la herramienta estipulada por los profesores y por el plan de trabajo. Unity es una excelente herramienta para el desarrollo de proyectos y simulaciones gráficas, especialmente para alumnos, por lo que se considera será ideal para la implementación de la solución del reto.

Diseño del modelo

Para el diseño del modelo, se tuvo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, siendo las restricciones una parte importante a la hora de crear un modelo, donde estas sirven para establecer lo que se puede y no se puede hacer en la simulación, con esto establecido podemos hablar de los agentes, así como las características que estos deben tener, estos son:

Vehículo

Este agente será el encargado de avanzar por la intersección y las calles de la misma (si no es calle no podrá avanzar), también tiene la tarea de respetar los tiempos de las luces del semáforo, por lo que deberá trabajar en conjunto con este para saber cuándo avanzar y cuándo permanecer en su posición si así el semáforo lo ordena, las características de este agente son:

- El auto se puede mover solamente a la dirección a la que la calle le permite moverse (si se dirige al norte, solamente una calle lo dirigirá al norte).
- Se puede mover por cualquier calle (si el piso NO es calle, no podrá moverse).
- Antes de llegar a la intersección el auto tomará la decisión de cual camino tomar, ya sea el ir derecho o a la derecha.
- Si existe un auto enfrente que vaya al mismo sentido, este se detendrá hasta que el otro vehículo se mueva.
- El auto solo puede moverse en cuatro direcciones (adelante, atrás, izquierda, derecha).

Semáforo

Este agente se encargará de cambiar el color de sus luces para dar pase a los vehículos a la intersección (la intersección son los cuatro cuadrados centrales), las características del semáforo son:

- El semáforo solamente cuenta con tres colores de luz, verde, amarillo y rojo.
- El semáforo se pondrá verde en caso de que haya un vehículo que pueda pasar.
- Cambiará de color a rojo si hay otro vehículo en la intersección y un vehículo esperando en el semáforo.
- En caso de no existir un vehículo en la intersección ni vehículo en el semáforo, este se tornará de color amarillo, esperando al siguiente auto que se acerque.
- El semáforo cuenta con una variable global la cual le dice si existe un auto en la intersección.

Camino

Este agente se encargará de ayudar al agente a dónde debe dirigirse, sus características son:

- Cuenta con dos atributos que dicen si este es calle o no lo es, en caso de serlo será por donde el auto puede pasar, en caso de no serlo se puede interpretar a que sea alguna banqueta o distintas edificaciones.
- La calle tendrá un sentido, el cual ayudará al auto a saber qué dirección será la que deba tomar.
- Los sentidos de la calle son: Norte, Sur, Este y Oeste.
- Los cuatro cuadrados centrales tendrán un sentido de “todos”, donde el auto será libre de moverse por ahí sin importar su destino o dirección pasada.

Este modelo es una intersección entre 4 caminos (o calles) las cuales cuentan con un semáforo por camino (siendo 4 en total), las direcciones a los que pueden ir los automóviles son enfrente (conduciendo a la misma dirección) y vuelta a la derecha (siendo este la “vuelta

continúa” donde puedes cambiar de dirección en la intersección). Todos los caminos serán de doble sentido, lo que significa que puede haber autos conduciendo en las dos direcciones posibles, dejándonos un total de 8 direcciones. El esquema del modelo sería el siguiente:

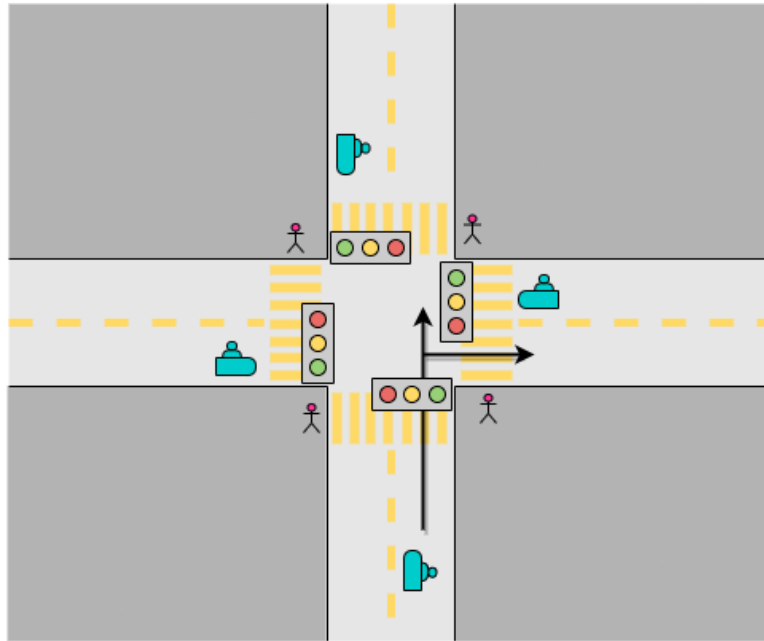


Figura 1. Diagrama del modelo

En el esquema anterior se puede observar la composición de los elementos del modelo, donde en cada intersección (o sentido de la vía) habrá un semáforo que le indicará al conductor si puede avanzar o no, también es posible observar los atributos del sentido que tendrá la calle, así como el semáforo y el automóvil, dejando claro que el funcionamiento del modelo se basa principalmente en la cooperación entre agentes y no en la competición, donde estos trabajan en conjunto para encontrar la solución al problema, logrando así un desarrollo óptimo de la solución y una simulación con resultados iguales.

Diagrama de Clases

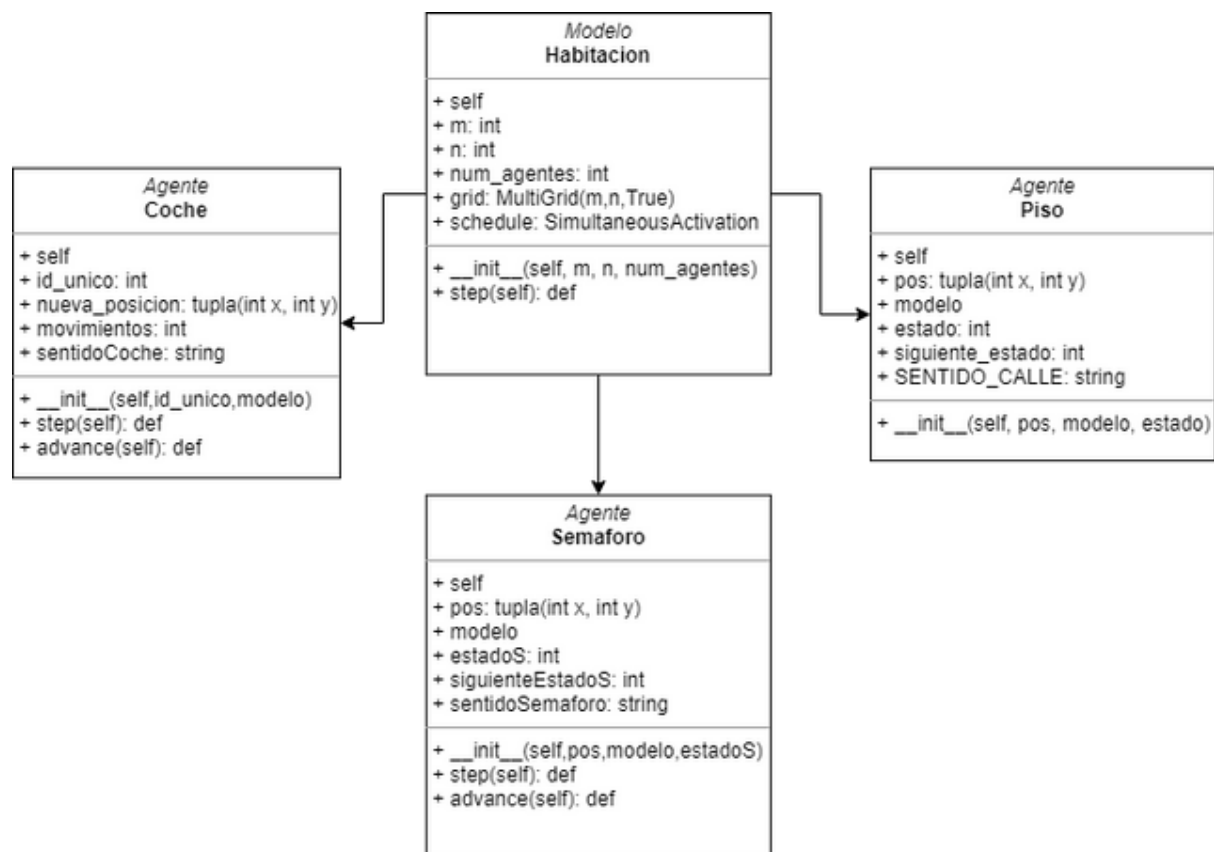


Figura 2. Diagrama UML del modelo

Diagramas de Protocolos

Los siguientes diagramas de procesos representan las funcionalidades o pasos a seguir para cada agente para una correcta funcionalidad, estos diagramas se pueden tomar como los pasos a seguir para un correcto funcionamiento del agente.

Diagrama de protocolos del automóvil

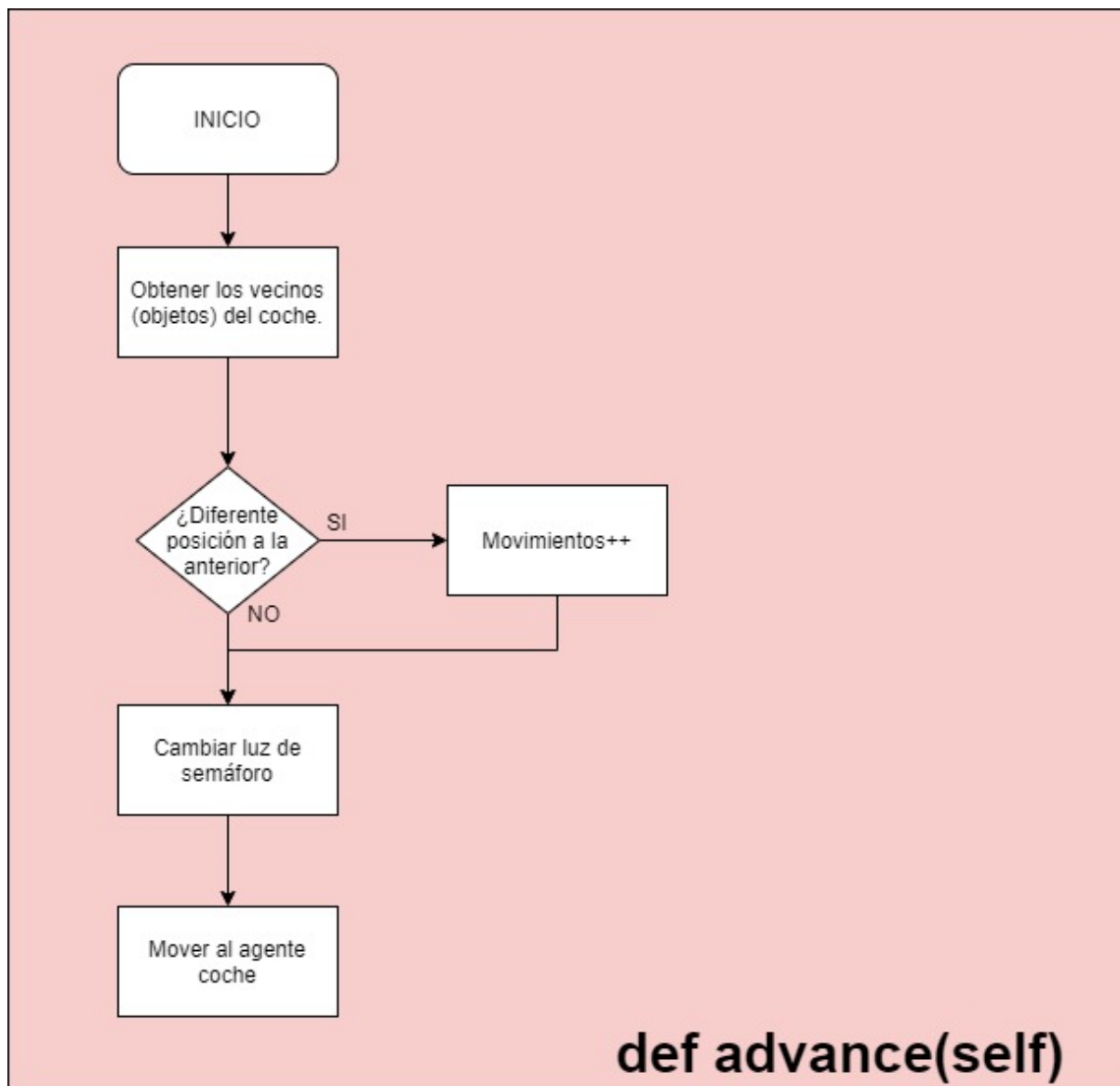


Figura 4. Diagrama de procesos de la función `advance` del automóvil.

Diagrama de procesos del semáforo

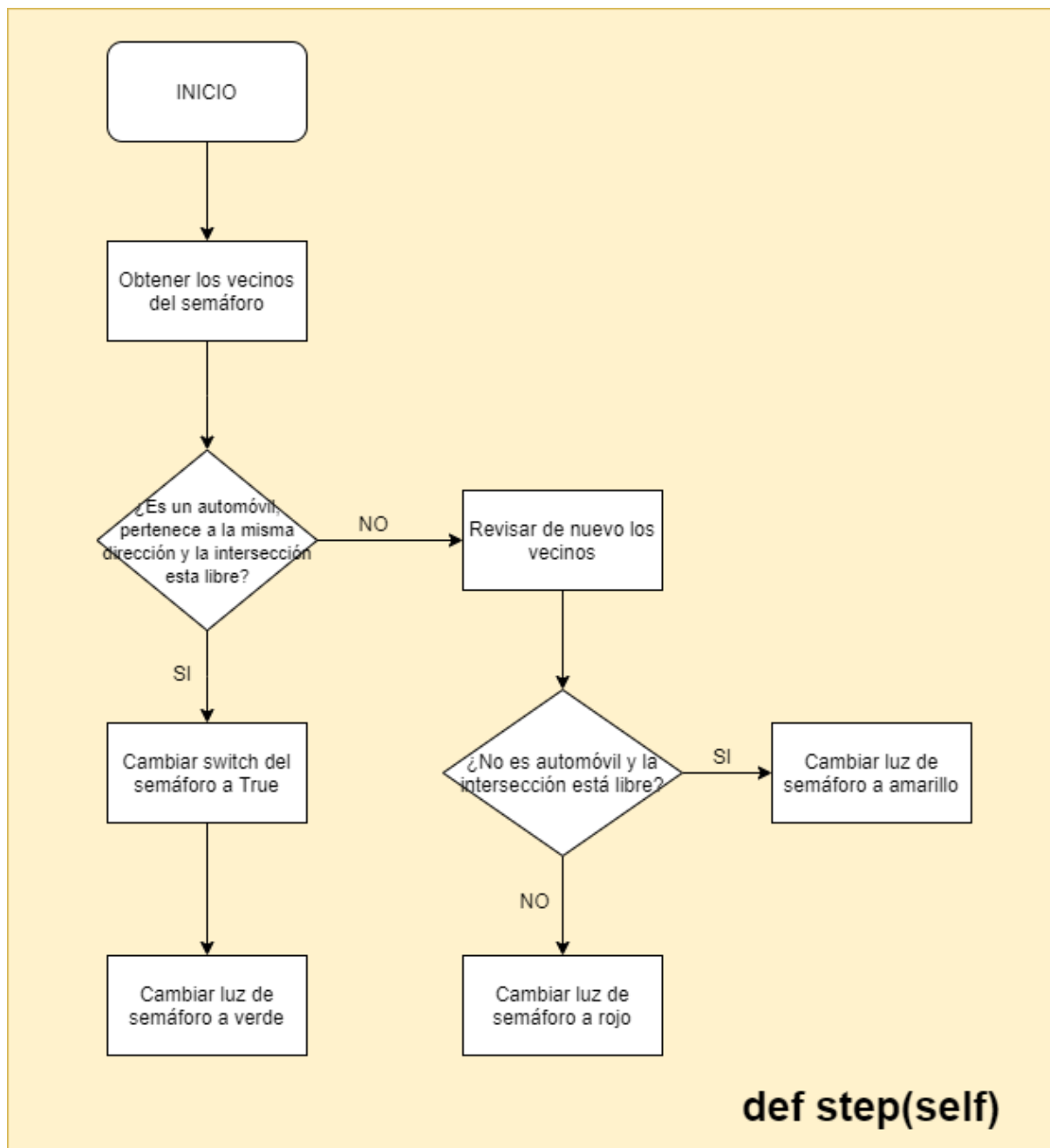


Figura 5. Diagrama de procesos del semáforo

Diagrama de protocolos del Piso

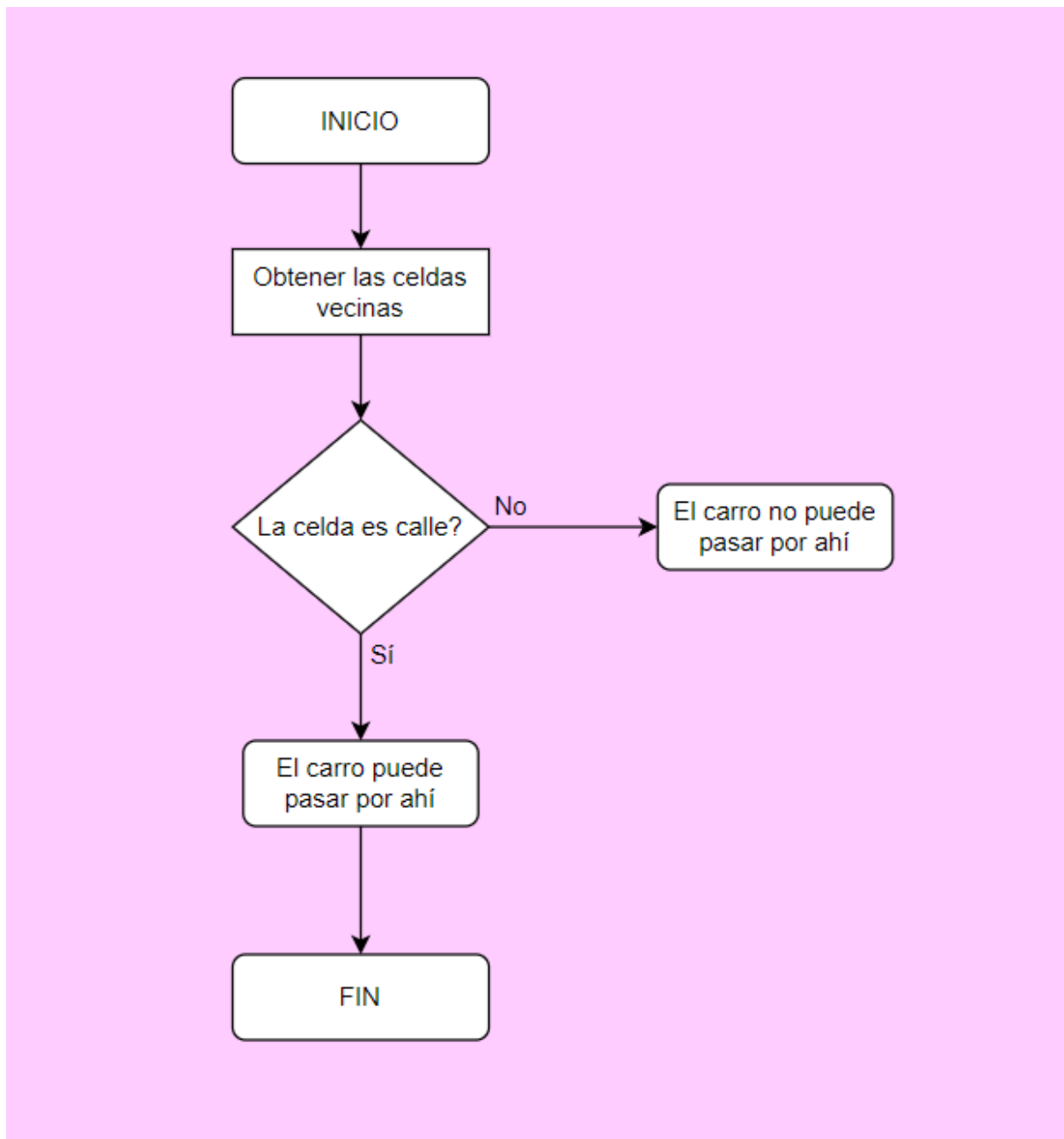
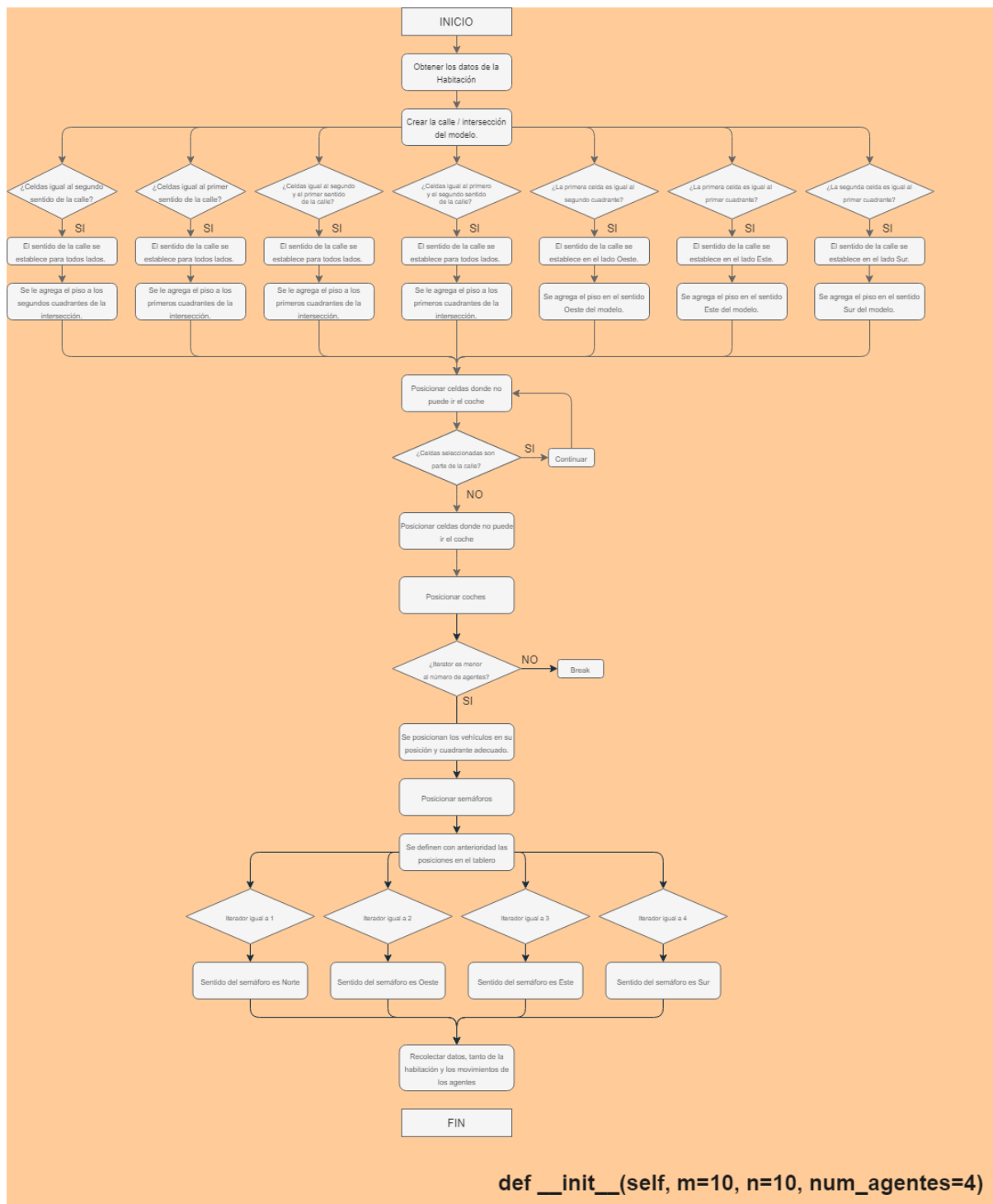


Figura 6. Diagrama de procesos del piso

Diagrama de protocolos del Modelo



Resultados

En la primera versión de este programa, el modelo solamente era capaz de simular la intersección de un solo auto, dejando a los demás inmóviles y sin poder representar en el modelado. En las siguientes actualizaciones del modelo se logró que los cuatro automóviles funcionarán en la simulación, por lo que esto daba un resultado óptimo a la simulación.

Hablando de resultados, se realizaron cuatro pruebas en esta misma, donde se modeló la simulación de “n” cantidad de automóviles en un tiempo establecido. El resultado de estos fue:

Un auto

- Tamaño del grid: 20x20
- Número de agentes: 1
- Tiempo de ejecución: 0:00:00.500586
- Cantidad de movimientos: 338

Dos autos

- Tamaño del grid: 20x20
- Número de agentes: 2
- Tiempo de ejecución: 0:00:00.501102
- Cantidad de movimientos: 655

Tres autos

- Tamaño del grid: 20x20
- Número de agentes: 3
- Tiempo de ejecución: 0:00:00.502258
- Cantidad de movimientos: 989

Cuatro autos

- Tamaño del grid: 20x20
- Número de agentes: 4
- Tiempo de ejecución: 0:00:00.500602

- Cantidad de movimientos: 1216

En los resultados de estas cuatro simulaciones se puede observar que el número de movimientos aumenta dependiendo de la cantidad de autos en el modelado. De esta manera, se tiene así una cantidad aproximada de 300 movimientos por automóvil en un tiempo de 0:00:00.502258 y en un tamaño de 20x20, dejando así que la cantidad de movimientos por automóvil es dependiente del tamaño del grid y el tiempo de ejecución del modelo.

Análisis

A continuación, se detallan las ventajas y desventajas que se encontraron al probar e implementar la solución del reto, así como las futuras mejoras propuestas para reducir o eliminar las desventajas.

Ventajas

- **Aumento de flujo vehicular:** Se permite un mayor flujo vehicular, eliminando tiempos muertos.
- **Reducción de accidentes:** Reduce el margen de error ocasionado por los conductores gracias al control de los semáforos.
- **Análisis de información:** Permite el análisis y contabilización de vehículos transitando, colisiones y demás datos.

Desventajas

- No modela de manera realista las vueltas de diferentes vehículos, como trailers o camiones.
- Todos los vehículos se mueven de manera simultánea.

Futuras Mejoras

- Agregar una mayor cantidad de vehículos.
- Modelar diferentes tipos de vehículos.
- Modelar diferentes tipos de intersecciones (Tipo T, glorietas, etc.).
- Agregar peatones a la intersección.
- Agregar botones de control para el usuario.

Conclusiones

En conclusión, los sistemas multiagentes son de gran utilidad para modelar situaciones en donde diferentes personas o entidades interactúan entre sí. Estos sistemas nos permiten un mejor entendimiento y análisis de diferentes procesos y nos permiten desarrollar mejores soluciones a problemáticas que se encuentren presentes en dichos procesos o sistemas.

A pesar de ser un bloque muy retador y de encontrar algunas dificultades a lo largo del curso, considero que se tuvo un buen aprendizaje y los resultados fueron positivos. No solamente aprendí sobre nuevas tecnologías y conceptos, sino que pude reforzar mis conocimientos en tecnologías y herramientas que ya conocía, pero en un contexto nuevo.

Bibliografía

Covantes, E. (s.f.) 1. Agentes inteligentes [Diapositivas de Powerpoint]. Departamento de Ciencias Computacionales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Pinos, V. (s.f.) Diseño de intersecciones en vías urbanas. Tesis. Universidad de Azuay. Obtenido de: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5901/1/12221.pdf>

Renting Finders (s.f.) Intersección. Obtenido de: <https://rentingfinders.com/glosario/interseccion/>

Service NSW (s.f.) Intersections. Obtenido de: <https://roads-waterways.transport.nsw.gov.au/roads/safety-rules/stopping-turning/intersections.html>