



INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

Campus Estado de México

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 301)

Revisión 4-Sistema Multiagente

Profesores:

Jorge Adolfo Ramírez Uresti

Sergio Ruiz Loza

Integrantes:

Carlos Iker Fuentes Reyes	A01749675
Santiago Chevez Trejo	A01749887
Alan Rodrigo Vega Reza	A01750658
César Augusto Flores Reyes	A01751101

Índice

Sistema Multiagente

1. Descripción general del problema que resuelve y cómo lo resuelve
2. Descripción PEAS de los agentes utilizados
3. Diagramas de Agente usando AUML
4. Protocolos de interacción entre los agentes

Sistema Multiagente

Descripción general del problema que resuelve y cómo lo resuelve

El reto del presente bloque gira en torno a la resolución de las problemáticas subyacentes de la movilidad urbana. Este concepto se define como la habilidad de transportarse entre lugares, en este caso, haciendo uso de vehículos como son los automóviles. El conflicto que presenta este tema radica en el uso indiscriminado y desordenado de estos medios de transporte, que entorpece la movilidad en las ciudades y conlleva a problemas de congestión, accidentes, contaminación e incluso enfermedades. Para poder proponer una solución al problema de la movilidad urbana en México, se plantea el uso de una simulación gráfica en el motor de desarrollo de videojuegos 3D (Unity), con ayuda de un sistema multiagentes desarrollado con la librería de Mesa para el lenguaje de programación de Python. Esta simulación hará una representación de una ciudad en la que circulen diversos vehículos con diferentes destinos (estacionamientos) y en la que, a su vez, se tenga un tráfico peatonal.

Esto se hará de tal forma que se resuelva alguna de las siguientes problemáticas:

1. Controlar y asignar los espacios de estacionamiento disponible en una zona de la ciudad, evitando así que los autos estén dando vueltas para encontrar estacionamiento.
2. Compartir tu vehículo con otras personas. Aumentando la ocupación de los vehículos, reduciría el número de vehículos en las calles.
3. Tomar las rutas menos congestionadas. Quizás no más las cortas, pero las rutas con menos tráfico. Más movilidad, menos consumo, menos contaminación.
4. Que permita a los semáforos coordinar sus tiempos y, así, reducir la congestión de un cruce. O, quizás, indicar en qué momento un vehículo va a cruzar una intersección y que de esta forma, el semáforo puede determinar el momento y duración de la luz verde.

¿Cómo lo resuelve nuestra simulación?

La simulación generada retoma los elementos más importantes del ambiente retratado (vehículos, semáforos, peatones, calles, edificios, cruces y demás) y los modela en un SMA, definiendo interacciones entre estos de tal forma que se sigan los comportamientos esperados en el mundo real:

1. Los coches se esperan para cruzar si hay uno delante de ellos
2. Los coches respetan el cruce de los peatones
3. Los autobuses esperan en paradas designadas y siguen rutas específicas
4. Los peatones se suben a los autobuses y esperan en la parada
5. Los coches y los autobuses respetan los semáforos.

Para mejorar el flujo de tráfico y resolver algunos de los problemas planteados en el reto, el equipo de trabajo realizó las siguientes implementaciones en el modelado del SMA:

1. Waze. Los coches registran las rutas que siguieron para llegar a un estacionamiento en un “mapa” global al que todos tienen acceso. Si encuentran una mejor, se reemplaza.
2. Se tienen autobuses para llevar a los peatones a lo largo de la ciudad.
3. Se tienen semáforos inteligentes que dan prioridad a las secciones más congestionadas para liberar el tráfico.

Descripción detallada del medio ambiente

En las revisiones anteriores, el equipo de trabajo planteó el siguiente escenario:

La simulación es un modelo de una ciudad, el cual retoma las características principales de los semáforos, edificios, vehículos, peatones, cruces peatonales, señalizaciones viales y edificios. Hasta este punto de la descripción del ambiente, existen los agentes de los vehículos, semáforos inteligentes y peatones, los cuales fueron definidos de la siguiente manera en la entrega anterior:

¿Por qué los vehículos son agentes?

- Deben de ser autónomos: los vehículos deben de ser capaces de tomar sus propias decisiones con base en la información que tienen disponible.
- Sociales: deben de ser capaces de comunicarse con los demás vehículos a su alrededor y tomar decisiones con base en estas conversaciones.
- Proactivos: toman iniciativa y realizan acciones sin que un tercero les diga que las hagan . Estas acciones que realizan tienen un cambio en el ambiente, ya que los demás reaccionan a este cambio.
- Reactivos: en caso de que haya un cambio en el ambiente, deben de ser capaces de reaccionar inmediatamente sin necesidad de una negociación con otros agentes. (Ejemplo: el cambio de un semáforo, la aparición de un vehículo frente a ellos, o la aparición de un peatón.

De los vehículos derivamos dos agentes: los coches y los autobuses.

¿Por qué las personas son agentes?

- Deben ser autónomos: toman decisiones de a donde ir y como llegar de manera autónoma.
- Sociales: deben de ser capaces de interactuar con los demás peatones e incluso con los vehículos para tomar decisiones sobre cómo avanzar y qué acciones realizar.
- Proactivos: toman iniciativa de avanzar sin necesidad de que alguien les diga qué hacer. Estas acciones que realizan tienen un cambio en el ambiente. Estas acciones que realizan tienen un cambio en el ambiente, ya que los demás reaccionan a este cambio.
- Reactivos: en caso de que haya un cambio en el ambiente, deben de ser capaces de reaccionar inmediatamente. Como el cambio en un semáforo, la aparición de un vehículo frente a ellos, un encuentro frente-frente con otro peatón.

¿Por qué los semáforos son agentes?

- Deben ser autónomos: toman decisiones de cuándo cambiar su señalización tomando en cuenta información sobre la cercanía de los coches con respecto a su posición actual.
- Sociales: se comunican entre ellos para decidir quienes se encenderán (con base en cuál vehículo está más cercano) y deben de poder comunicarse con los vehículos para determinar cuál es el más cercano.
- Proactivos: Toma una decisión acerca del momento en el que se va a poner en verde luego de una negociación con los otros semáforos de la intersección
- Reactivos: Reaccionan a que un vehículo venga por la calle que están manejando, y reaccionan al tiempo estimado de llegada del vehículo.

Asimismo, deben de precisarse las interacciones entre estos y con su ambiente, definiendo cuales son acciones entre agentes y cuales con su ambiente. A grandes rasgos, lo que tienen que ser capaces los agentes sería:

1. Vehículos:

- Ver a los vehículos a su alrededor y comunicarse con ellos para determinar la acción que han de realizar.
- Reaccionar si se encuentra con un peatón.
- Decidir un destino y saber si ya llegó a éste.
- Debe de avanzar y seguir un camino válido (no subirse a la banqueta o atravesar un edificio).
- Debe poder recoger y dejar pasajeros.
- Debe poder reaccionar al ambiente (señalizaciones y semáforos) y tomar decisiones con base en ello.
-

2. Peatones

- Ver a los peatones a su alrededor y comunicarse con ellos para determinar la acción que han de realizar.
- Reaccionar si se encuentra con un vehículo.
- Decidir un destino y saber si ya llegó a éste.
- Debe de avanzar y seguir un camino válido (no bajarse a la calle o atravesar un edificio).
- Debe poder subirse y bajarse a un vehículo
- Debe poder reaccionar al ambiente (señalizaciones y semáforos) y tomar decisiones con base en ello.

3. Semáforos

- Comunicarse con sus semáforos vecinos para establecer una negociación sobre quién tiene prioridad
- Ver los vehículos que se aproximan y hacer una estimación del tiempo que tardarán en llegar.

Los semáforos, asimismo tienen las siguientes consideraciones:

- Mientras no haya un vehículo cercano, el semáforo estará en luz amarilla.
- Cuando un vehículo se acerque a la intersección, enviará un mensaje con el tiempo estimado de arribo.
- El semáforo dará luz verde al semáforo más cercano y establecerá un programa de luces entre los semáforos de la intersección para permitir la circulación de los vehículos.

Mientras que definimos los demás elementos como parte del ambiente, más que como agentes:

1. Señalizaciones viales:

Indican un flujo de tráfico, pero no toman iniciativa, no toman decisiones y no reaccionan al ambiente. No sucedería un caso en el que un vehículo determine el sentido de la señalización.

2. Edificios:

Son un objeto que existe en el ambiente, pero no toman decisiones, ni reaccionan al ambiente.

3. *Estacionamiento:*

El estacionamiento es un posible destino de los agentes. Puede recibir a los agentes, reaccionando a su entrada o salida, pero no decide por sí mismo el no dejar entrar o salir a alguien, por lo que no es autónomo.

El ambiente planteado, también involucra las intersecciones que serán manejadas por los semáforos inteligentes:

Teniendo eso en cuenta, ampliamos la definición de nuestro ambiente para incluir la siguiente definición de las intersecciones:

Una intersección en nuestro reto será controladas. Las intersecciones son consideradas controladas cuando tienen semáforos, señales de control de tráfico u otro tipo de control, para definir quién puede pasar por la intersección. Este tipo de intersecciones tiene muchas ventajas en ciudades donde hay una alta afluencia de tránsito. Es por eso que por las circunstancias que tratamos de simular, este tipo de intersección es la ideal.

Nuestras intersecciones tendrán semáforos los cuales nos ayudarán a determinar qué vías pueden pasar en qué tiempo, para evitar accidentes. Además, se tendrán señalamientos en los que se darán los sentidos permitidos en cada calle, y mostrar hacia donde está permitido dirigirse en la intersección. Además, se tendrán semáforos peatonales que ayudarán a determinar cuándo es más seguro cruzar la intersección como un peatón.

Retomando las consideraciones planteadas sobre la solución del reto en Canvas, con la implementación de los semáforos inteligentes podríamos cumplir con el punto 4.

5. Controlar y asignar los espacios de estacionamiento disponible en una zona de la ciudad, evitando así que los autos estén dando vueltas para encontrar estacionamiento.
6. Compartir tu vehículo con otras personas. Aumentando la ocupación de los vehículos, reduciría el número de vehículos en las calles.
7. Tomar las rutas menos congestionadas. Quizás no más las cortas, pero las rutas con menos tráfico. Más movilidad, menos consumo, menos contaminación.
8. Que permita a los semáforos coordinar sus tiempos y, así, reducir la congestión de un cruce. O, quizás, indicar en qué momento un vehículo va a cruzar una intersección y que de esta forma, el semáforo puede determinar el momento y duración de la luz verde.

Descripción PEAS de cada agente

Car

P: Move through the city from a source to a destination

E: The city described above which has the following characteristics:

1. The environment is Accessible 90% because agents can sense most of the things that are present in the environment. In this environment we only simulate the most important characteristics of a city.
2. It is Deterministic 80% because the next state depends on the place the agent is and the action selected.
3. It is Non-episodic because it does not have periods that repeat themselves in any kind of cycle.
4. It is Dynamic 95% since we don't know where the agents are going or how it is going to get to its destination. All agents make decisions based on what they can see, not on a consensus.
5. It is Discrete 75% because even though it is a simulated real life environment, agents only have a limited number of possible decisions.

A: The wheels

S: Cameras and mirrors

Bus

P: Transportation of pedestrians through the city

E: The city described above which has the following characteristics:

1. The environment is Accessible 90% because agents can sense most of the things that are present in the environment. In this environment we only simulate the most important characteristics of a city.
2. It is Deterministic 80% because the next state depends on the place the agent is and the action selected.
3. It is Non-episodic 9 because it does not have periods that repeat themselves in any kind of cycle.
4. It is Dynamic 95% since we don't know where the agents are going or how it is going to get to its destination. All agents make decisions based on what they can see, not on a consensus.
5. It is Discrete 75% because even though it is a simulated real life environment, agents only have a limited number of possible decisions.

A: Wheels

S: Cameras and mirrors

Pedestrian

P: Move around the city

E: The city described above which has the following characteristics:

1. The environment is Accessible 90% because agents can sense most of the things that are present in the environment. In this environment we only simulate the most important characteristics of a city.
2. It is Deterministic 80% because the next state depends on the place the agent is and the action selected.
3. It is Non-episodic because it does not have periods that repeat themselves in any kind of cycle.
4. It is Dynamic 95% since we don't know where the agents are going or how it is going to get to its destination. All agents make decisions based on what they can see, not on a consensus.
5. It is Discrete 75% because even though it is a simulated real life environment, agents only have a limited number of possible decisions.

A: Legs

S: Eyes

Traffic Light

P: Control vehicular traffic

E: The city described above which has the following characteristics:

1. The environment is Accessible 90% because agents can sense most of the things that are present in the environment. In this environment we only simulate the most important characteristics of a city.
2. It is Deterministic 80% because the next state depends on the place the agent is and the action selected.
3. It is Non-episodic because it does not have periods that repeat themselves in any kind of cycle.
4. It is Dynamic 95% since we don't know where the agents are going or how it is going to get to its destination. All agents make decisions based on what they can see, not on a consensus.
5. It is Discrete 75% because even though it is a simulated real life environment, agents only have a limited number of possible decisions.

A: Color Light,Wifi

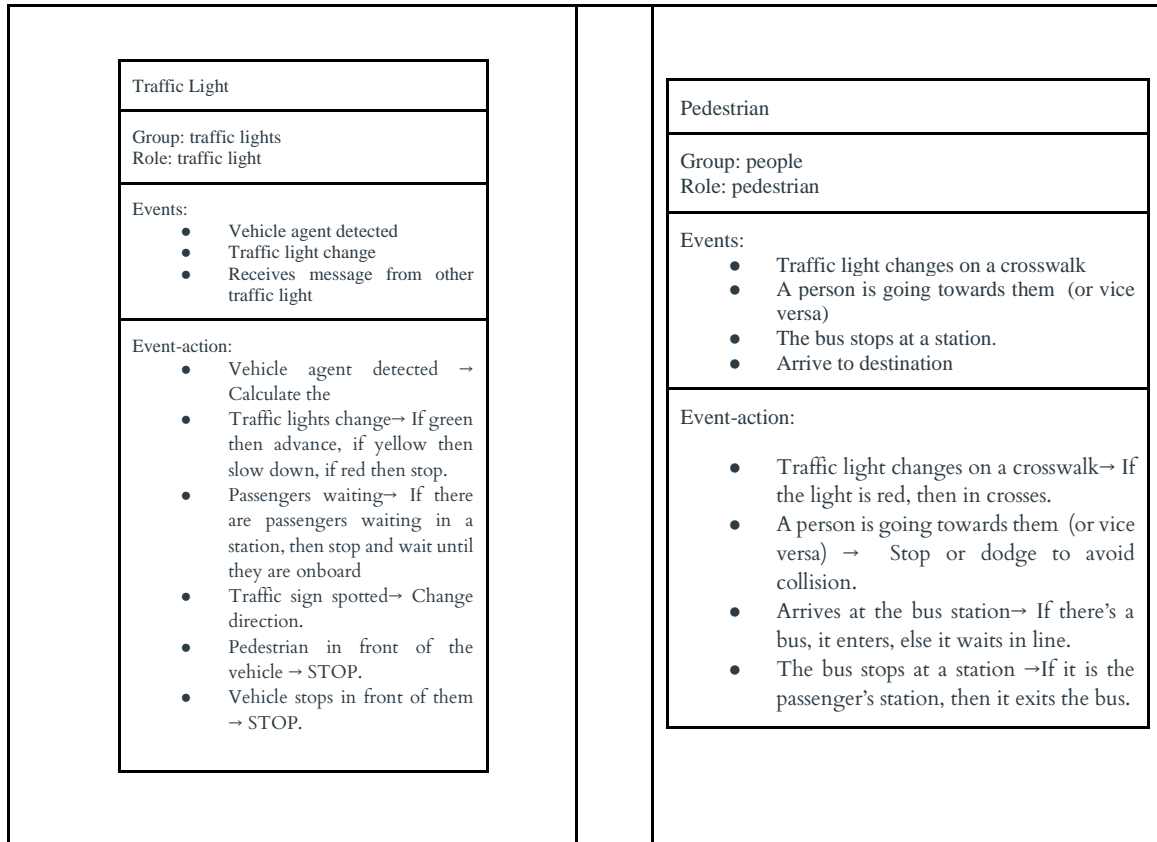
S: Camera,Wifi

Diagramas de Agente usando AUMML

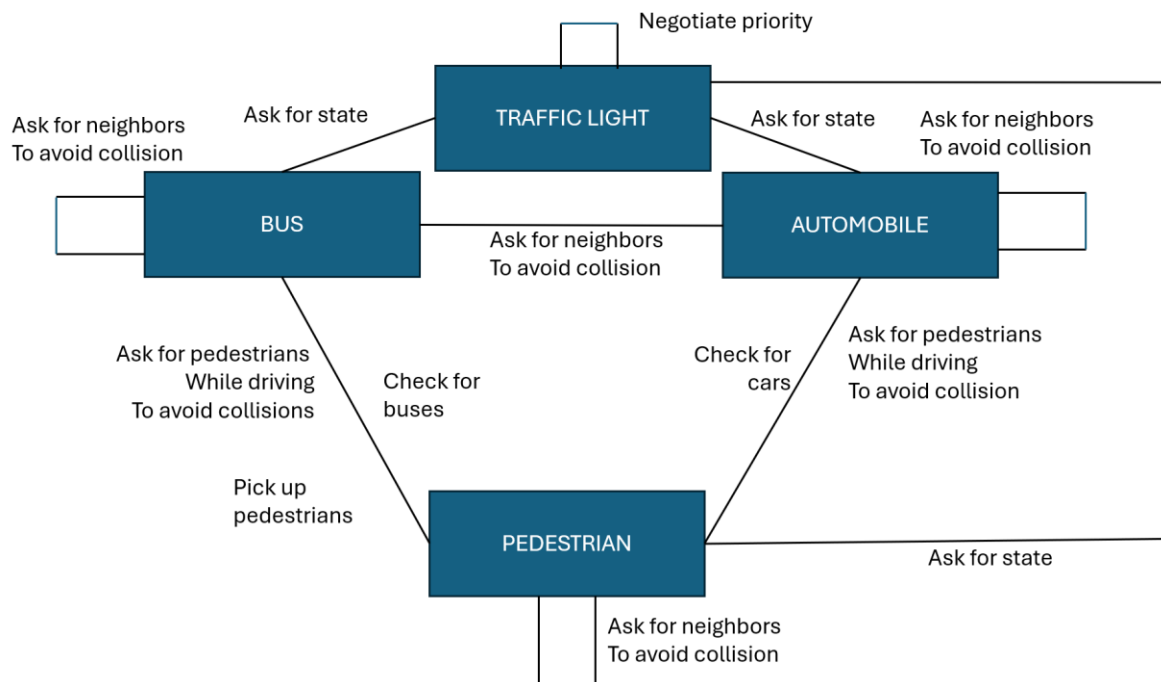
1. Diagrama individual de los agentes [básico]

Teniendo como punto de partida que todos los agentes son reactivos a su ambiente, pero que son capaces de llevar un registro de lo que han visto (almacenan información del estado) planteamos los siguientes agentes junto con sus características.

Estos primeros dos agentes representan dos vehículos estándares que pueden existir en el ambiente de la ciudad. Un vehículo de transporte público (o de pasajeros) y un vehículo de uso personal estándar, los cuales han de reaccionar a otros agentes (pasajeros y otros vehículos), visualizar cambios en los señalamientos y los semáforos.



<table><tr><th>Bus</th></tr><tr><td>Group: vehicles Role: passenger carrier</td></tr><tr><td>Events:<ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Passengers waiting• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.</td></tr><tr><td>Event-action:<ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Passengers waiting→ If there are passengers waiting in a station, then stop and wait until they are onboard• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light</td></tr></table>	Bus	Group: vehicles Role: passenger carrier	Events: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Passengers waiting• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.	Event-action: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Passengers waiting→ If there are passengers waiting in a station, then stop and wait until they are onboard• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light		<table><tr><th>Automobile</th></tr><tr><td>Group: vehicles Role: Standard transportation method (1-5 passengers)</td></tr><tr><td>Events:<ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.• Found parking lot</td></tr><tr><td>Event-action:<ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light• Found parking lot→Register parking route lot in Waze</td></tr></table>	Automobile	Group: vehicles Role: Standard transportation method (1-5 passengers)	Events: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.• Found parking lot	Event-action: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light• Found parking lot→Register parking route lot in Waze
Bus										
Group: vehicles Role: passenger carrier										
Events: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Passengers waiting• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.										
Event-action: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Passengers waiting→ If there are passengers waiting in a station, then stop and wait until they are onboard• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light										
Automobile										
Group: vehicles Role: Standard transportation method (1-5 passengers)										
Events: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agent detected• Traffic light change• Traffic light negotiation• Traffic sign spotted.• Pedestrian in front of the vehicle.• Vehicle stops in front of them.• Found parking lot										
Event-action: <ul style="list-style-type: none">• Other vehicle agents detected → Ask if there is a risk of collision and act accordingly• Traffic lights change→ If green then advance, if yellow then slow down, if red then stop.• Traffic sign spotted→ Change direction.• Pedestrian in front of the vehicle → STOP.• Vehicle stops in front of them → STOP.• Traffic light negotiation→ Send time-estimation to traffic light• Found parking lot→Register parking route lot in Waze										



Diagramas de interacción entre agentes

Hay varios tipos principales de interacciones entre agentes que derivan en la creación de protocolos para reaccionar:

1. Dos vehículos se encuentran en la calle.

Este caso particular tiene muchas ramificaciones que involucran una toma de decisiones inteligente. La simple presencia de un agente en la periferia no involucra necesariamente que se tendrá un choque. Si ambos van en la misma dirección y su cercanía no sobrepasa cierto límite, la probabilidad de que suceda un coche no es demasiado alta. Sin embargo, si ambos van en direcciones contrarias y van sobre el mismo carril, es casi seguro que se dará una colisión. Lo mismo puede decirse de momentos en los que se tenga un vehículo detenido en frente y el agente que lo detecta sigue avanzando. En etapas tempranas del desarrollo del SMA, es probable que surjan diversas instancias en la que estos choques puedan acontecer.



2. Un vehículo se encuentra con un peatón frente-frente en la calle.

Un pasajero frente a un vehículo en movimiento implicaría un posible choque.

3. Vehículo y peatón se encuentran en parada de autobús.

Un pasajero se encuentra con un vehículo en una parada de autobús, puede subir a éste.

4. Peatones y peatones

Al igual que con los vehículos, las personas implican cierta movilidad y pueden terminar colisionando con otras. En el caso de los pasajeros, al tener que formarse para subir el autobús, sería necesario el que se acomodan en fila para subir.

5. Vehículo se topa con semáforo

Un semáforo ve un vehículo, por lo que registra el tiempo estimado de que llegue.

6. Semáforo negocia con semáforo

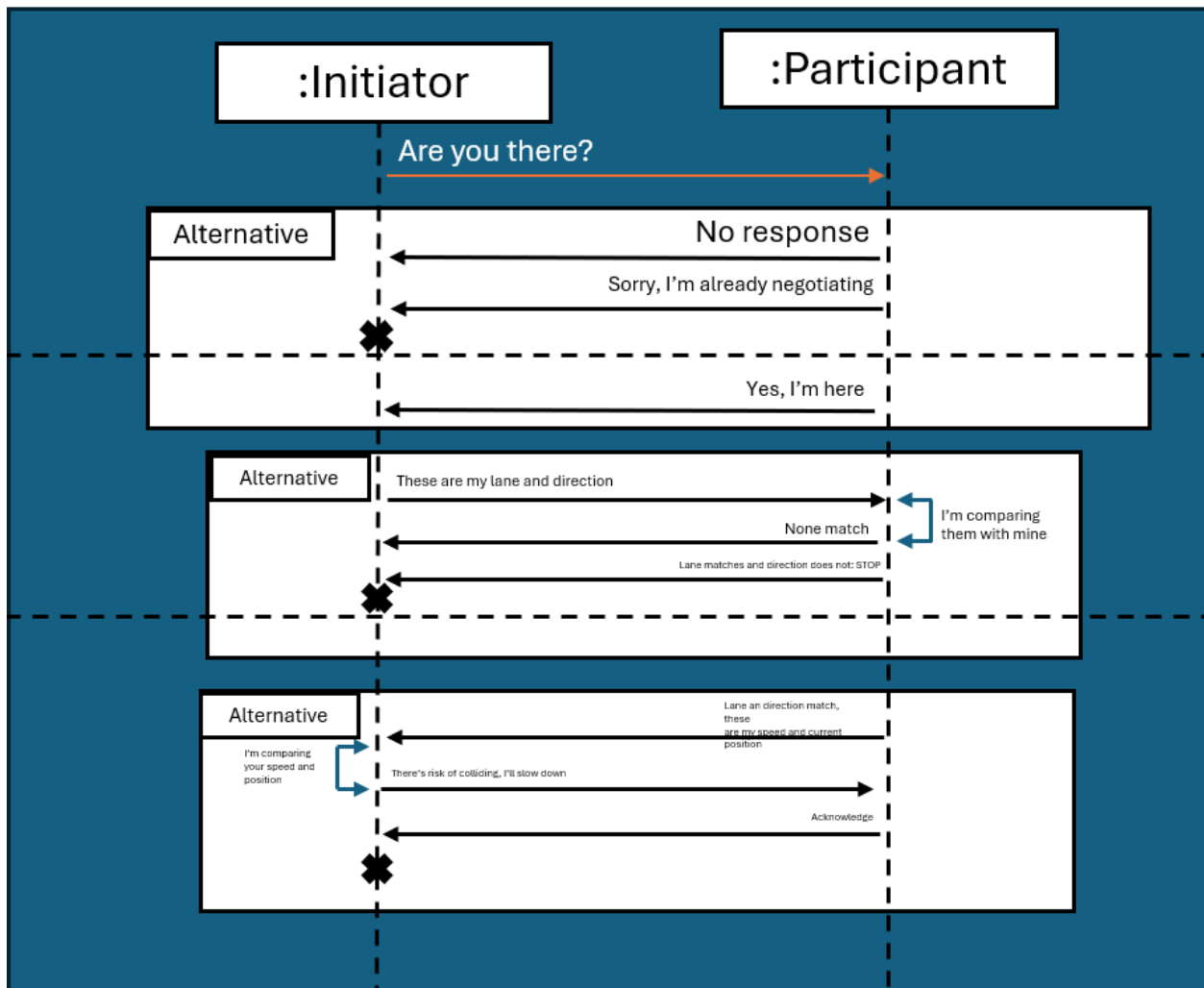
Al haber detectado un vehículo, discute con los demás semáforos en su periferia respecto a quién tiene la prioridad.

7. Semáforo y peatón.

Cuando un semáforo está en rojo o amarillo, el peatón cruza la calle.

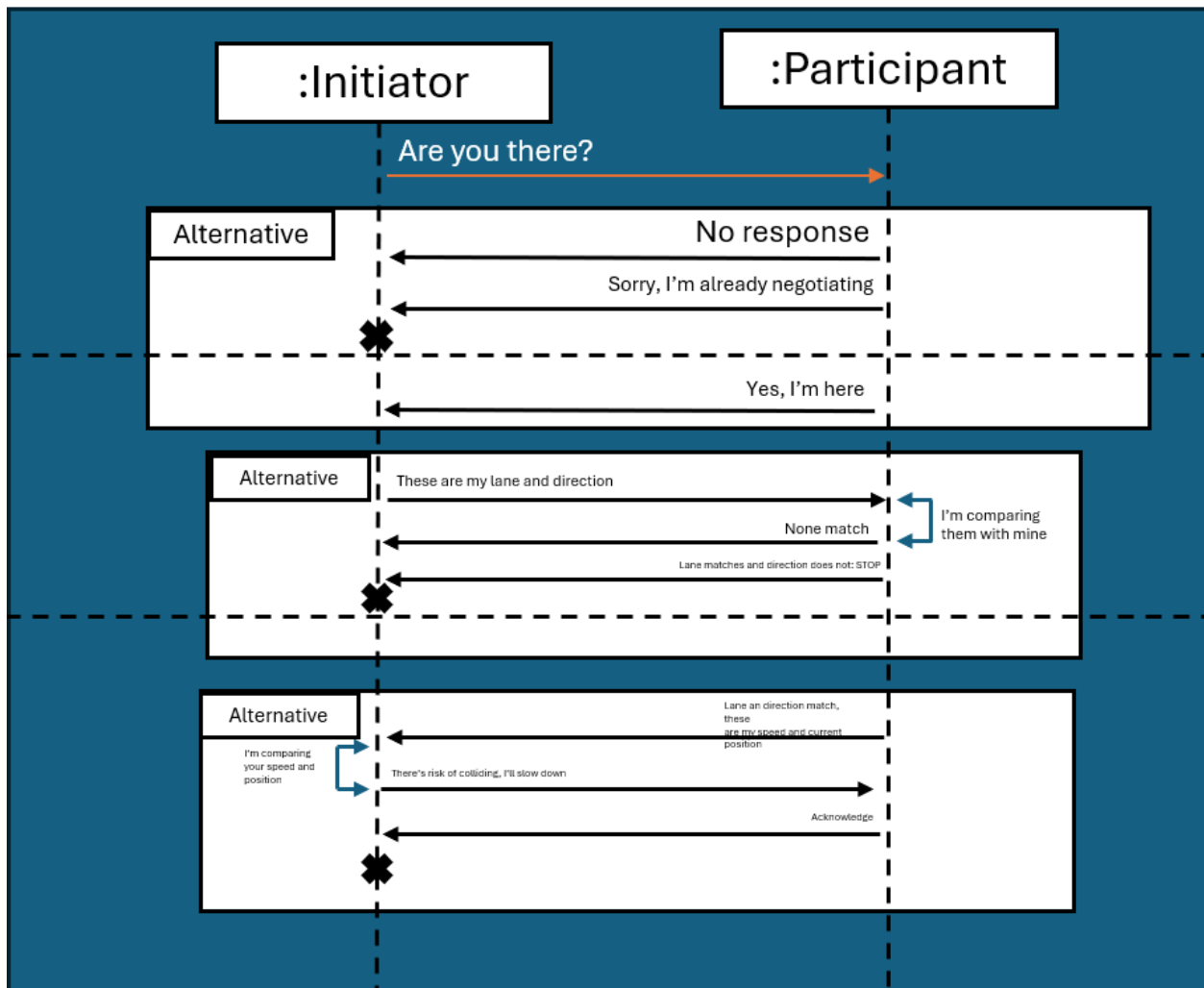
Teniendo esto en cuenta, pueden plantearse los siguientes diagramas de interacción:

1. Entre vehículos



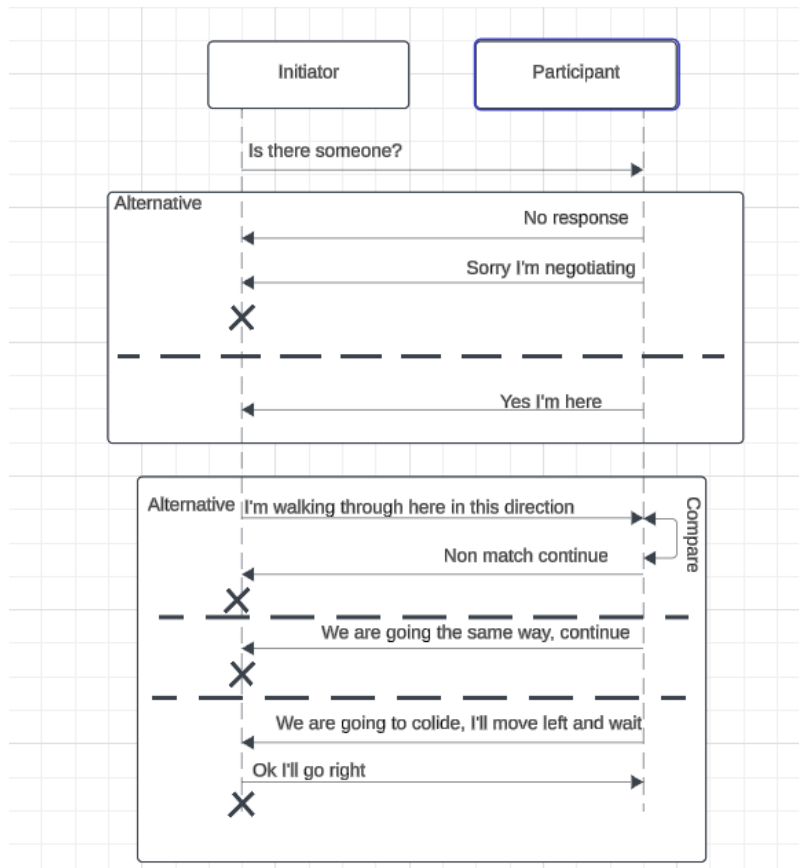
Un vehículo inicia la conversación preguntando si hay vehículos en su periferia. Si uno existe y éste no ha iniciado su negociación con otro agente, entonces recibe un mensaje de confirmación. En caso de no recibir este mensaje se termina el proceso. Una vez se recibe la confirmación, se compara la dirección y los carriles de los vehículos negociando y se determina si hay un riesgo de colisión y con base en ello determina la acción.

2. Entre vehículos y peatones

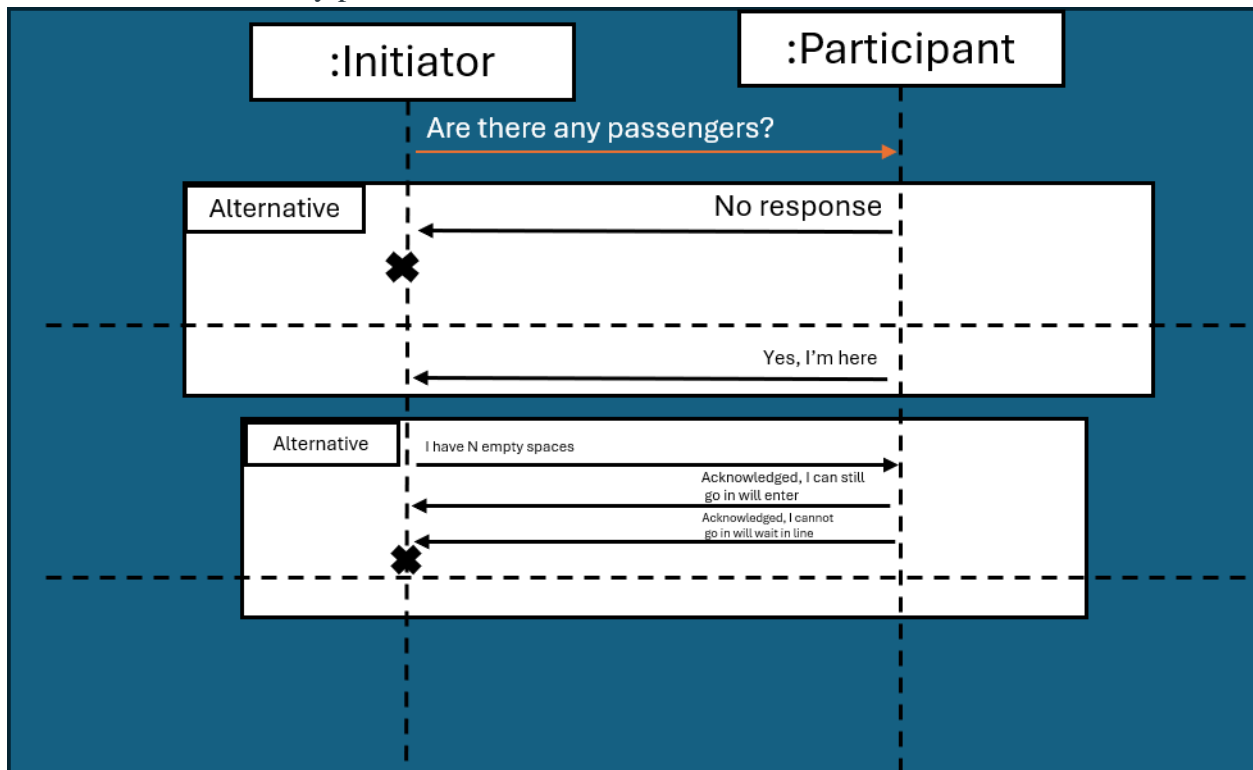


Un vehículo revisa a sus vecinos en busca de un peatón, en caso de que éste exista, manda una confirmación, sino se termina el proceso. Si existe el peatón, se evalúa el riesgo de colisión con base en la dirección y posición de éste.

3. Entre peatones y peatones

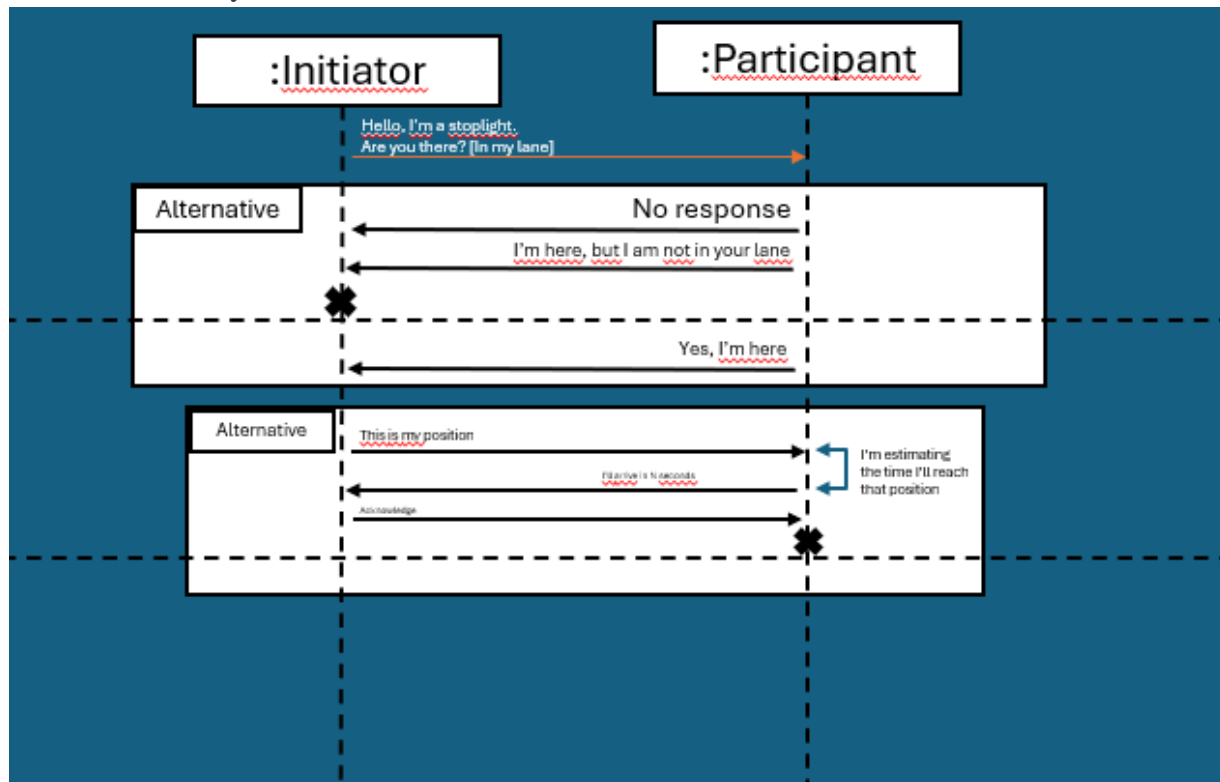


4. Entre autobuses y peatones



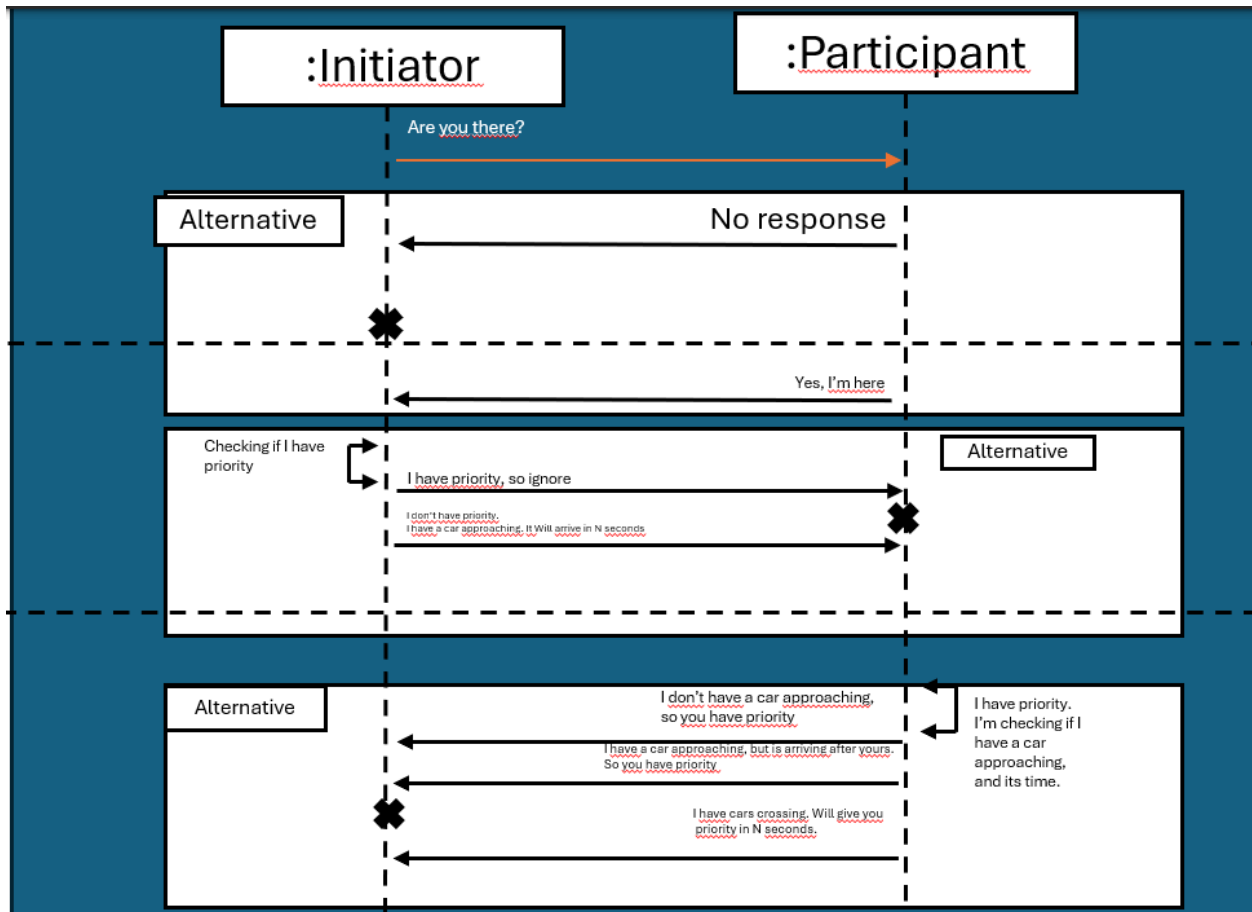
Un autobús llega a una estación y pregunta si hay pasajeros en la parada, anuncia los espacios que tiene disponibles y los pasajeros entran dependiendo del orden en el que respondieron al mensaje.

5. Vehículo y semáforo



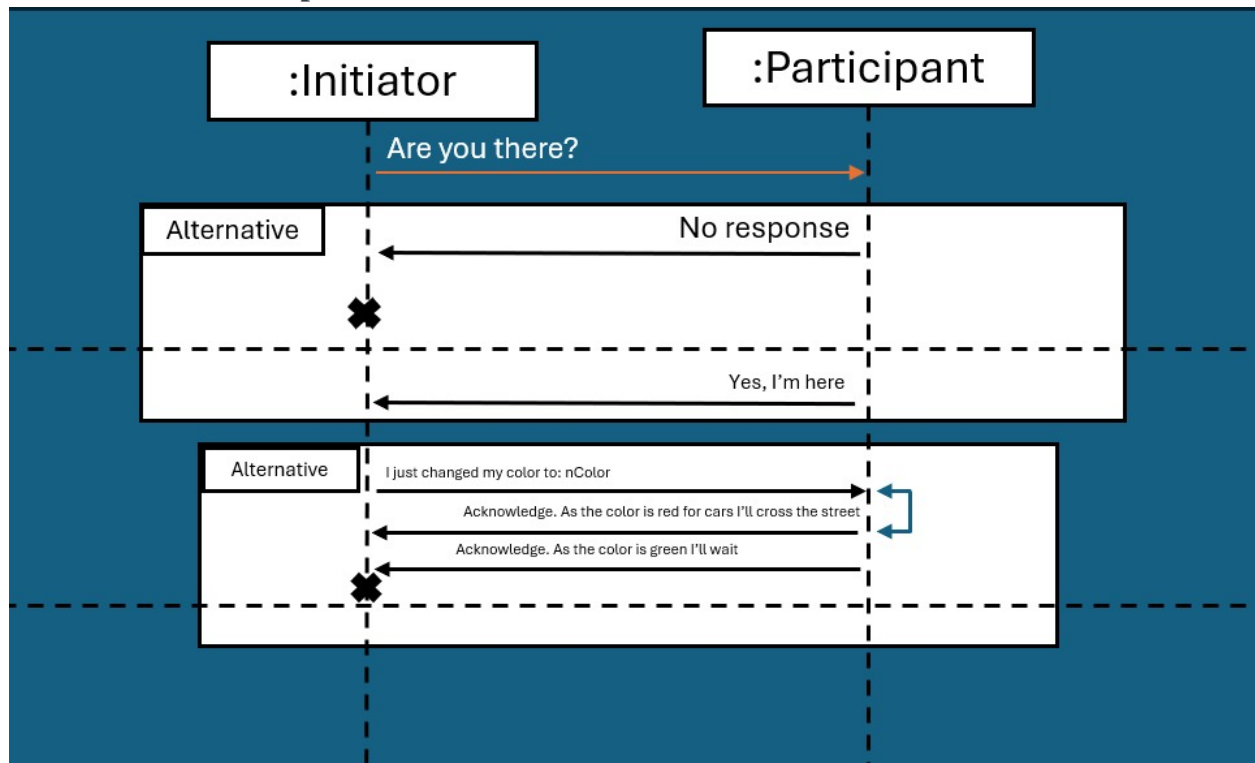
Un vehículo se acerca a un semáforo. El semáforo pregunta un estimado de tiempo para llegar.

6. Semáforo y semáforo



Con el estimado de tiempo que le dio el vehículo en la interacción anterior, el semáforo empieza una negociación con otro semáforo para obtener la prioridad.

7. Semáforo con peatón



Un semáforo anuncia el cambio de color. El peatón recibe el mensaje y actúa con respecto al color desplegado.

- *Diagrama de Agentes presentando los distintos agentes involucrados.*

Estos agentes estarán contextualizados en el ambiente de una ciudad simulada, en la que se tendrán las siguientes características claves:

1. Calles con señalizaciones que determinan el flujo del tráfico.
2. Calles con carriles e intersecciones con otras vías.
3. Cruces peatonales
4. Los mismos agentes (vehículos, personas y semáforos)
5. Edificios
6. Estacionamientos