



# Tecnológico de Monterrey

## **Modelación de Sistemas Multiagentes con Gráficas Computacionales (Grupo 4)**

### **M3. Actividad**

#### **Alumno**

Javier E. Agostini Castilla

#### **Profesores**

Edgar Covantes Osuna

Jorge Mario Cruz Duarte

#### **Fecha**

24 de Agosto del 2021

# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>3</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>3</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>Descripción de Agentes .....</b>	<b>4</b>
<i>Vehículo.....</i>	<i>4</i>
Definición .....	4
Propósito .....	4
Capacidades.....	4
<i>Semáforo .....</i>	<i>5</i>
Definición .....	5
Propósito .....	5
Capacidades.....	5
<i>Calle .....</i>	<i>5</i>
Definición .....	5
Propósito .....	5
Capacidades.....	6
<b>Modelado de Agentes.....</b>	<b>6</b>
<i>Diagramas de Clases .....</i>	<i>6</i>
Vehículo .....	6
Semáforo .....	7
Calle.....	7
<i>Diagramas de Protocolos .....</i>	<i>8</i>
<b>Protocolos de Comunicación .....</b>	<b>10</b>
<i>KQML/KIF.....</i>	<i>10</i>
<b>Conclusión .....</b>	<b>10</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>11</b>

## Resumen

En el siguiente documento se describe a detalle 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.

## Introducción

Los seres humanos siempre hemos requerido trasladarnos de un lugar a otro y, a lo largo de la historia, hemos utilizado distintos medios de transporte para poder hacerlo. En México, el transporte terrestre representa el medio de transporte más utilizado. Ya sea automóvil, motocicleta, camión, tráiler o bicicleta, las calles y carreteras son fundamentales para el transporte de bienes y de personas, es por eso, que una buena seguridad vial es de gran importancia para evitar accidentes o eventos que puedan poner en riesgo la vida de las personas al volante.

## Glosario

Palabra	Definición
Agente	Sistema informático capaz de realizar acciones autónomas y de interactuar con otros agentes.
Sistema multiagente	Sistema que consiste de varios agentes que interactúan entre sí necesitando la capacidad de cooperar, coordinar y negociar entre sí.
Vehículo	Cualquier medio de transporte terrestre de personas o cosas (automóviles, camionetas, motocicletas, bicicletas, etc)
Diagrama de clase	Diagrama que describe las capacidades, procedimientos y métodos de cada uno de los agentes.
Diagrama de protocolo	Diagrama que muestra la interacción entre varios agentes.

**Figura 1.1** Tabla que muestra diferentes conceptos técnicos con su correspondiente definición.

## Planteamiento del problema

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.

## **Justificación**

De acuerdo con Wooldridge (2002), un agente es un sistema capaz de tomar acciones independientes para satisfacer ciertos objetivos, sin necesidad de que se le diga que hacer en qué momento. Por ende, un sistema multiagente es aquel que consta de múltiples agentes que interactúan unos con otros. Estos agentes deberán cooperar, coordinar y negociar entre ellos para poder cumplir sus respectivos objetivos. Es por esto que estos sistemas nos permiten modelar situaciones de la vida real y analizar los resultados de diversas soluciones.

## **Objetivos**

Los objetivos del modelo se detallan a continuación:

- Modelar la simulación de una intersección controlada por semáforos inteligentes por medio de un sistema multiagentes.
- Definir y detallar los agentes involucrados.
- Establecer las formas de interacción entre los diferentes agentes.
- Realizar la primera etapa del proceso de desarrollo de un sistema multiagente.

## **Descripción de Agentes**

### Vehículo

#### Definición

Para el sistema multiagente que se plantea modelar, un vehículo representa a cualquier tipo de agente que tiene como objetivo el transportar a una persona o un bien. Es decir, dentro de este agente se engloban coches, camionetas, bicicletas, camiones, etc.

#### Propósito

El propósito de este agente es el de cruzar la intersección para continuar su ruta, ya sea yendo derecho, dando vuelta a la izquierda o a la derecha.

#### Capacidades

Las capacidades que tiene este agente son:

- Moverse en línea recta

- Girar a la izquierda
- Girar a la derecha
- Frenar (Llegar a la intersección)

## Semáforo

### Definición

El agente semáforo es aquel que se encuentra en cada una de las entradas de la intersección, por lo que en este modelo se cuenta con 4 de ellos. Este agente se podría decir que es el más importante de todo el sistema, ya que, sin él, sería casi imposible controlar el flujo vehicular en la intersección, a menos de ser sustituido por algún otro agente controlador.

### Propósito

Este agente tiene el propósito de controlar el movimiento de agentes vehículos dentro de la intersección. Por ende, este agente debe tener bien establecido sus protocolos para permitir el correcto flujo vehicular de la intersección.

### Capacidades

Los semáforos se pueden encontrar en diferentes estados, dependiendo de sus luces. Dichos estados son:

- **Verde:** Permite el flujo de los vehículos posicionados en su carril.
- **Amarillo/Ámbar:** Alerta a los vehículos de la pronta transición a estado rojo.
- **Rojo:** Impide el flujo de los vehículos posicionados en su carril, debido a que otro semáforo se encuentra con flujo vehicular.

Dentro de las capacidades de los semáforos se encuentran:

- Recibir el tiempo estimado de llegada de los vehículos a su carril.
- Cambiar de estados (luces).
- Establecer programa de luces coordinado con los demás agentes semáforos.

## Calle

### Definición

El agente calle, el cuál también se podría denominar agente intersección, es aquel que representa los segmentos de pavimento por los cuales los agentes vehículos pueden transitar.

### Propósito

El propósito de este agente es el de coordinar la posición, dirección y trayectoria de cada uno de los agentes vehículos, para así evitar algún tipo de choque o accidente.

## Capacidades

Dentro de las capacidades del agente se encuentran:

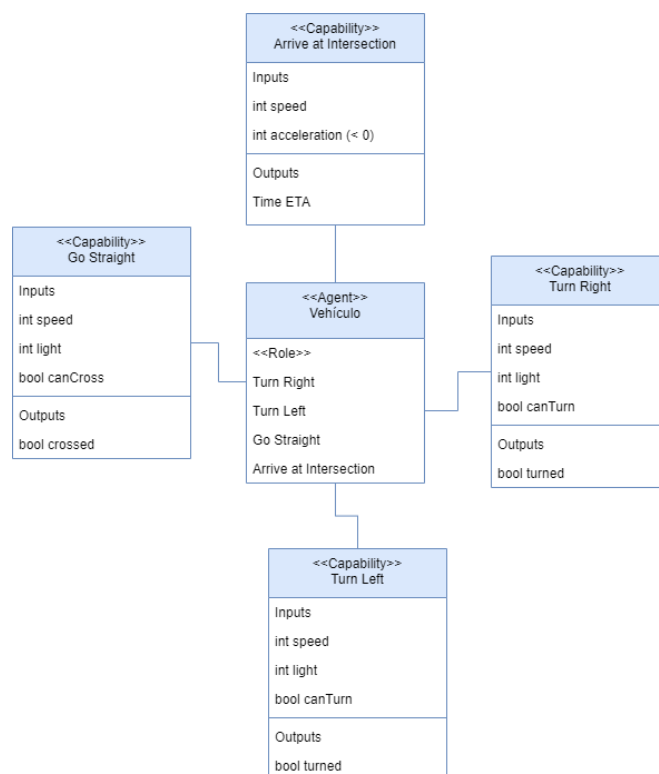
- Conocer la posición del agente vehículo.
- Alertar en caso de que dos vehículos se encuentren en la misma posición, es decir, hayan colisionado.
- Contabilizar la cantidad de vehículos que han cruzado la intersección.

## Modelado de Agentes

En esta sección se detalla el modelado de los agentes, el cual consiste en el desarrollo de diagramas de clase y de protocolos que permiten tener un mejor entendimiento de los agentes, sus roles y capacidades.

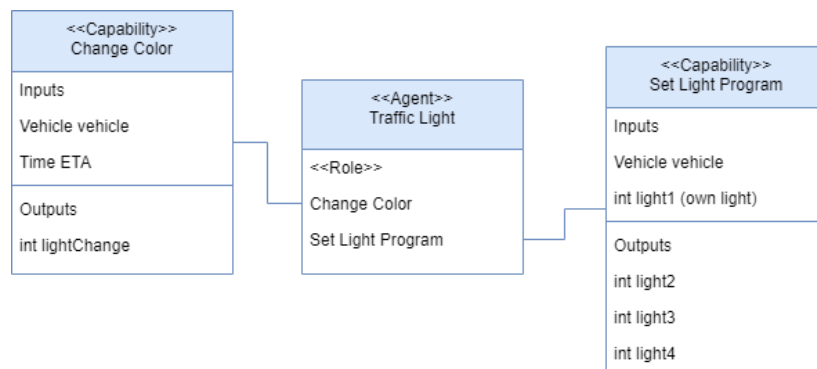
### Diagramas de Clases

#### Vehículo



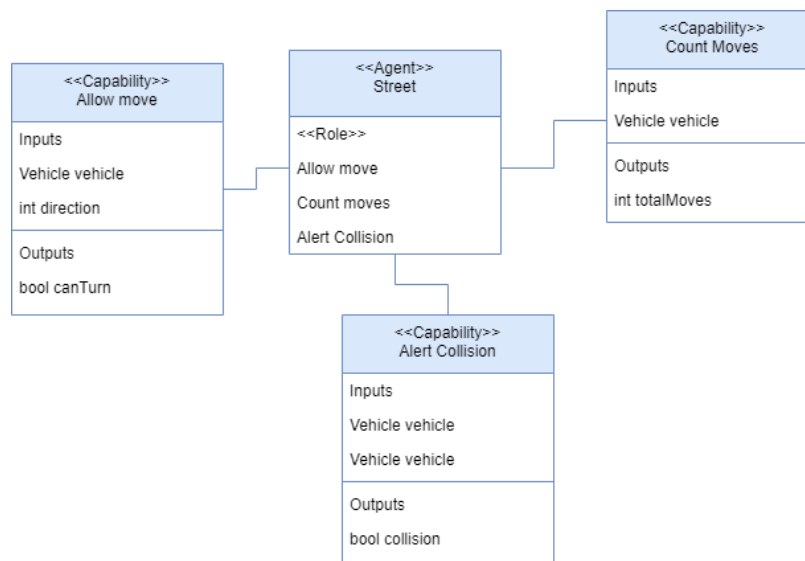
**Figura 2.1** Diagrama de clase del agente vehículo.

## Semáforo



**Figura 2.2** Diagrama de clase del agente semáforo

## Calle



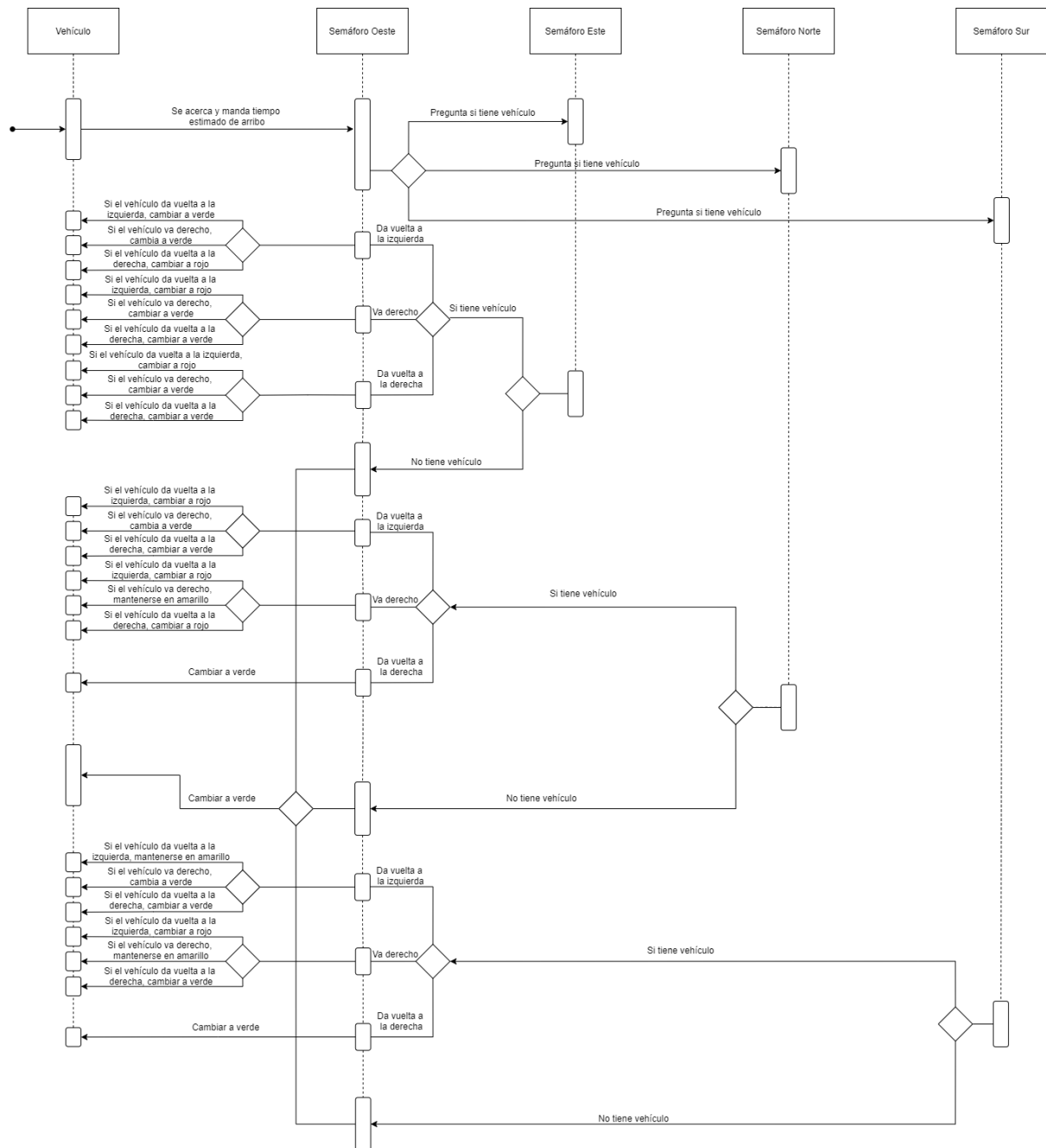
**Figura 2.3** Diagrama de clase del agente calle.

Para el desarrollo del diagrama de protocolos, se tuvo que asignar un nombre diferente a cada uno de los agentes semáforos, dependiendo de su posición en la intersección. *(Ver Figura 3.1 para referencia)*

Este diagrama ilustra un semáforo de cuatro vías con carriles exclusivos para taxis. Las vías principales son representadas por líneas rectas que se cruzan en el centro. Las vías secundarias, que se conectan a las principales, están representadas por líneas que se curvan hacia el centro. En cada una de las cuatro esquinas del semáforo, hay un carril exclusivo para taxis, marcado con la palabra "TAXI" y un icono de un taxi amarillo. Los carriles restantes en cada dirección están reservados para el tráfico general. Las etiquetas "Semáforo Norte", "Semáforo Sur", "Semáforo Oeste" y "Semáforo Este" están colocadas en los extremos de las vías principales, indicando la dirección del tráfico. El diagrama también muestra edificios, árboles y otros vehículos (un camión rojo, un coche azul y un coche verde) para proporcionar contexto urbano.

8





**Figura 3.2** Diagrama de protocolos que muestra la interacción entre los diferentes agentes.

Es importante mencionar que, debido a la cantidad de tiempo con la que se contaba para realizar el modelado y la complejidad del mismo, no se incluyó al agente calle dentro del diagrama de protocolos. De igual manera, se considera que es un agente importante y se espera poder incluir en futuras versiones.

## Protocolos de Comunicación

### KQML/KIF

Cuando hablamos de los lenguajes de comunicación de agentes (ACL), los cuales son formatos estándar para el intercambio de mensaje, el más conocido es KQML, el cual consta de dos partes:

- Lenguaje de consulta y manipulación de conocimientos (KQML)
- Formato de intercambio de conocimientos (KIF)

A continuación, se describe un dialogo simple, tomando como V al agente vehículo y S al agente semáforo:

$$V \rightarrow S : (ask - if(= (bool canCross) true))$$
$$S \rightarrow V : (reply true)$$
$$V \rightarrow S : (inform (= (bool isCrossing) true))$$

**Figura 4.1** Expresiones que representan un diálogo entre dos agentes, mostrando la interacción al realizar un cruce en la intersección.

## Conclusión

Los sistemas multiagentes son de gran importancia debido a que nos permiten simular situaciones de la vida real, modificar variables en el ambiente y analizar los resultados de dichas modificaciones, para así poder tomar decisiones acertadas y eficientes que nos pueden ahorrar tiempo y costos. De igual manera, los sistemas multiagentes nos permiten modelar situaciones en donde existen agentes con diferentes objetivos y metas pero que requieren trabajar en conjunto o interactuar entre sí.

Para el caso de la intersección controlada por semáforos inteligentes, considero que fue muy interesante aprender como se lleva a cabo el modelado de este tipo de sistemas, las consideraciones que se deben de tomar en cuenta y los diagramas o formatos que se deben seguir para permitir luego un desarrollo óptimo. Con esta actividad, se logró entender de mejor manera como está compuesto un sistema multiagente y es un primer paso para el desarrollo de la solución del proyecto a realizar.

## Referencias

- Driving Tests. (s.f.). *Crossing Paths: How to Keep Yourself and Others Safe at 8 Popular Types of Intersections*. Obtenido de Beginner Driver's Guide: <https://driving-tests.org/beginner-drivers/crossing-paths-keeping-yourself-and-others-safe-at-intersections/>
- Ministry of Transportation. (1 de Mayo de 2019). *Driving through intersections*. Obtenido de Ontario: <https://www.ontario.ca/document/official-mto-drivers-handbook/driving-through-intersections>
- NSW Government. (s.f.). *Intersections*. Obtenido de Transport for NSW: <https://roads-waterways.transport.nsw.gov.au/roads/safety-rules/stopping-turning/intersections.html>
- Organización Mundial de la Salud. (21 de Junio de 2021). *Road traffic injuries*. Obtenido de WHO: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Seguridad vial*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/seguridad-vial>
- Revista Transportes. (6 de Agosto de 2015). *El transporte terrestre, el medio más utilizado en México*. Obtenido de TYT: <https://www.tyt.com.mx/nota/el-transporte-terrestre-hace-mas-competitivo-a-mexico>