

Lógica Difusa para el control de una intersección

Luis Ballado

CINVESTAV - UNIDAD TAMAULIPAS

luis.ballado@cinvestav.mx

26 de abril de 2023

Contenido

- ① Introducción
- ② Propuesta
- ③ Trabajo previo
- ④ Descripción de la propuesta
- ⑤ DEMO

Introducción

CDMX no es la ciudad de México con más tráfico: Monterrey entra al top 10 de las ciudades más congestionadas del mundo¹



Figura: Av Lázaro Cárdenas San Pedro Garza García, N.L.

¹xataka.

¿Cuánto cuesta la congestión vehicular en México?

La congestión de vehículos cuesta tiempo, calidad de vida, desarrollo económico.²

\$93,867,687,000

NOVENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y Siete MIL PESOS



◀ RANKING SEGÚN COSTO ANUAL TOTAL DE CONGESTIÓN (EN MILLONES DE PESOS)

Se multiplican las Horas (persona) totales invertidas en traslados por año exclusivamente en congestión por el por el costo monetario del tiempo de las personas.

²imco.

Evolución de los semáforos

El origen de los semáforos para el control de tráfico vehicular se remonta al año **1868** en la ciudad de Londres, donde se instaló el primer semáforo.



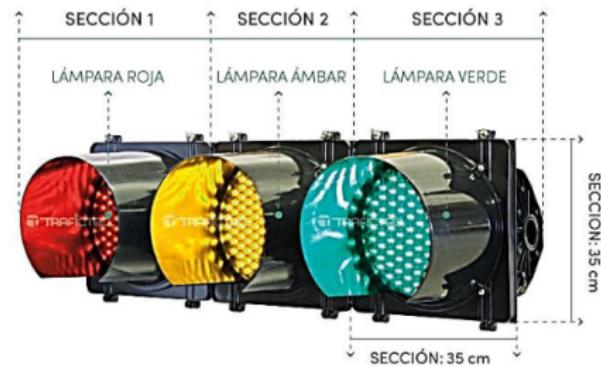
Para el año **1920**, se agregó la luz ámbar intermedia para advertir del cambio de luces y así evitar muchos accidentes de tránsito.

En México, el presidente Porfirio Díaz estableció un cuerpo de policías de tránsito para regular el flujo vehicular en las principales avenidas; fué hasta **1932** que se instaló el primer semáforo en el cruce de Ave. Juárez y San Juan Letrán.³



³tesis.

A partir de la invención de los semáforos electrónicos de tres luces, se presentó la necesidad de automatizar los mecanismos de control, como respuesta a esta necesidad surgieron los semáforos cronometrados o de temporizador con intervalos fijos. Actualmente, los semáforos funcionan mediante diodos LED, y se han añadido extensiones para peatones.



Clasificación de los semáforos

En México el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de seguridad (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014) establece los siguientes criterios para la clasificación de semáforos para el control del tránsito de vehículos.⁴

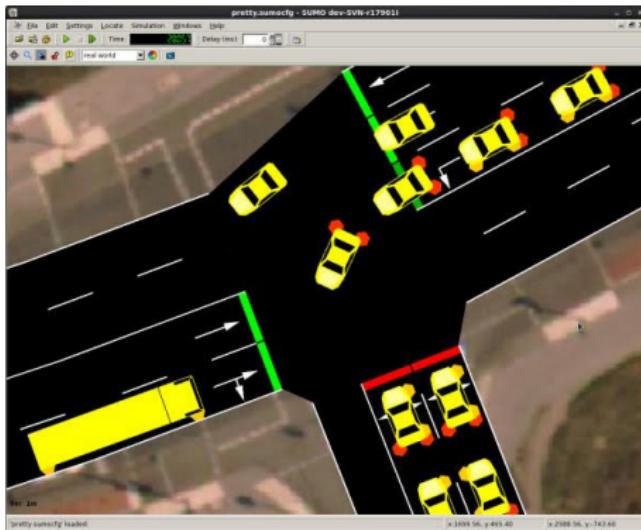
- Semáforos no accionados por el tránsito
- Control sin mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas
- Control con mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas
- Control que permite coordinación para intersecciones sucesivas

⁴tesis.

- Semáforos accionados por el tránsito
- Control parcialmente accionado por el tránsito
- Control totalmente accionado por el tránsito
- Control adaptable al tránsito

Propuesta

Tener un acercamiento a un ecosistema de simulación de tráfico, que me permita simular flujo de vehículos y poder controlar el entorno, capaz de pensar en integraciones sencillas con tecnología a nuestro alcance.



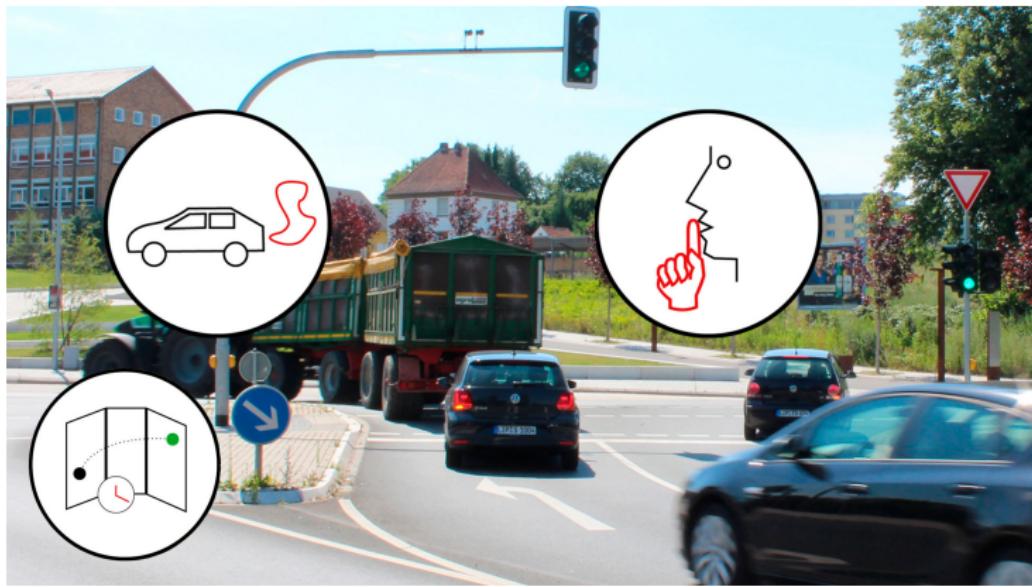
Trabajo previo

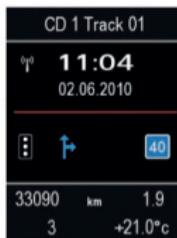
Ya que el control de tráfico es un problema muy común en todas partes del mundo, el trabajo ó productos terminados son variados, mencionando algunos de los actualmente existentes.

El funcionamiento de los semáforos tradicionales no es muy eficiente. Paran independientemente de cuál sea la situación. Aunque vengan 30 coches de una dirección y ninguno de la otra, los 30 coches tendrán que parar a esperar a que se ponga en verde. Esto, en cambio, podría cambiar mediante la Inteligencia Artificial. Y no es algo lejano, sino que algunos gobiernos, como el londinense, ya lo están probando.⁵

⁵**infobae.**

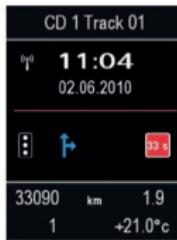






Traffic light phase assistant

- Display in on-board computer
- The traffic light symbol indicates that a connection has been established between the vehicle and the traffic light.
- The arrow symbol indicates which line has been detected.
- Display of recommended speed to get a green light without having to stop.



Remaining red time

- Display in on-board computer
- Waiting time at red light (at rest) until the next green phase.

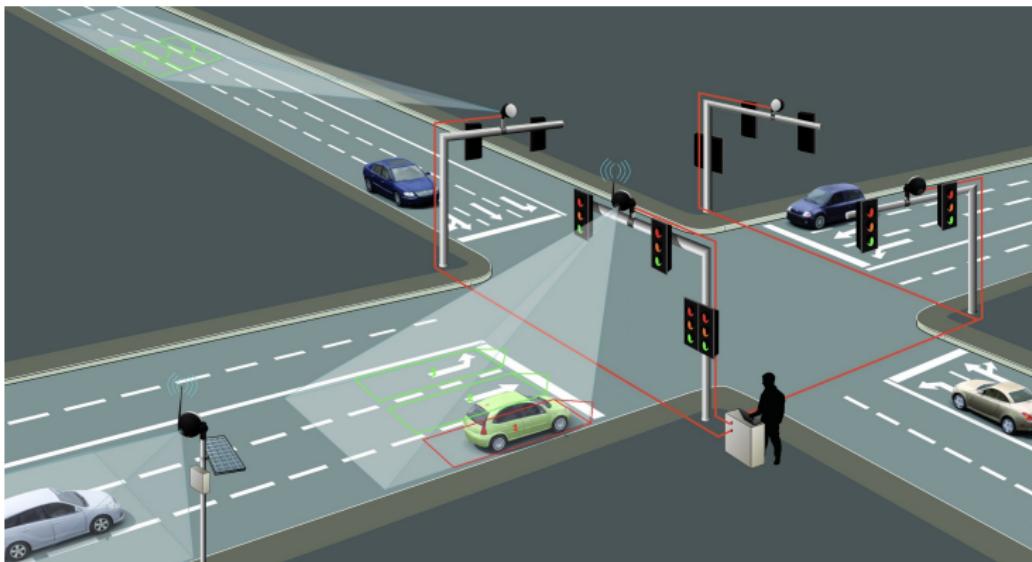


Solución propuesta

Recordemos que la lógica difusa trabaja para aquellos problemas donde la complejidad de sus variables y manipulaciones son muy altas.

No podemos usar algoritmos genéticos, ni redes neuronales porque el problema se volvería incalculable en un tiempo de espera corto. Volviendo nuestro problema -NP- tiempo no polinomial. No es lo que buscamos, queremos una solución muy rápida y ágil para este problema.

LÓGICA DIFUSA \Rightarrow LÓGICA DEL HOMBRE



7

7 autoevolucion.

Arquitectura de un sistema de lógica difusa

- ① Módulo de Fuzzificación: Transformar las señales de entrada (crisp) en conjuntos borrosos.
- ② Conocimientos: Reglas del experto (IF-THEN rules)
- ③ Máquina de Inferencia: Simula el razonamiento humano haciendo una inferencia de la entrada y las reglas del experto.
- ④ Defuzzificación: Transformar los conjuntos difusos obtenidos por la máquina de inferencia a valores reales (crips).

Funciones de membresia.

- eje x - representa el universo de discurso
- eje y - representa el grado de pertenencia en el intervalo [0,1]

Partiendo de lo anterior,

- ① Identificar las variables de entrada:
 - número de vehículos esperando en cada intersección
 - tiempo desde la última vez que el semáforo tuvo un verde
- ② Identificar las variables de salida: en nuestro caso será la duración de la luz verde en cada intersección
- ③ Determinar los conjuntos difusos: los conjuntos difusos pueden ser identificados analizando las variables de entrada y los rangos para cada variable

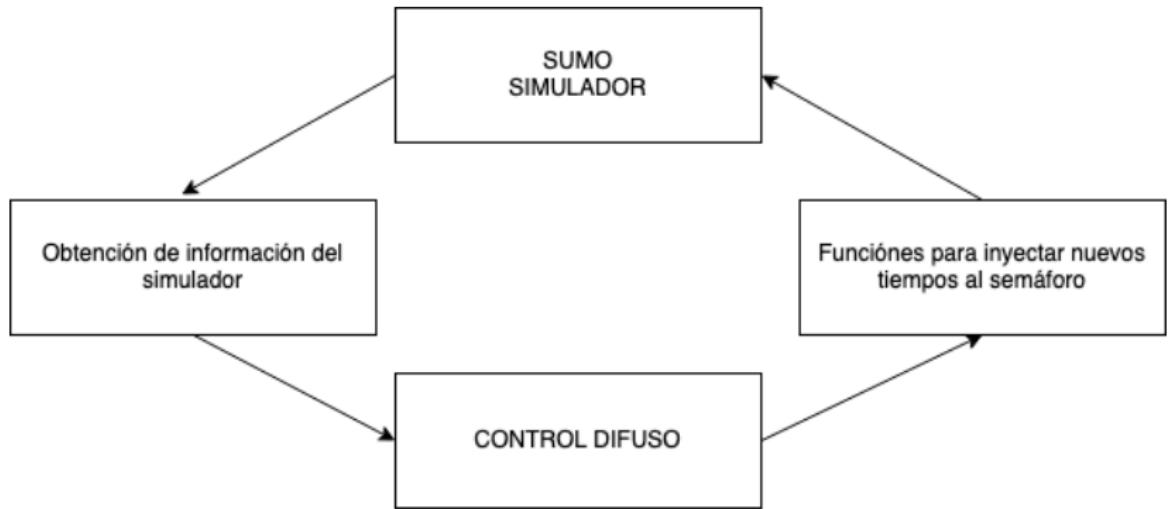


Figura: Diagrama solución en simulador

CORRAMOS LA DEMOSTRACIÓN

REFERENCIAS

- [1] XAKATA, CDMX no es la ciudad de México con más tráfico", <https://www.xataka.com.mx/automovil/ciudad-mexicana-trafico-no-cdmx-monterrey-10-conges> Enero 2023.
- [2] Instituto Mexicano para la Competitividad A.C., "¿Cuánto cuesta la congestión en México?",
<https://www.xataka.com.mx/automovil/ciudad-mexicana-trafico-no-cdmx-monterrey-10-conges> 2018.
- [3] Infobae, "Sistema de semáforos inteligentes con IA",
<https://www.infobae.com/autos/2022/03/02/gracias-a-la-inteligencia-artificial-este-semaforo-2022>.
- [4] FRANCISCO MANZO CRUZ, "Sistema de Semáforos Inteligentes para el Control de Tráfico Vehicular", UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, 2019.