

EVENTOS DISCRETOS EN UNA SIMULACIÓN DE LA GENERAL PAZ

Aplicaciones Computacionales en Negocios

Tomás Curzio

Federico Giorgi

Gastón Loza Montaña

12/09/2023

Universidad Torcuato Di Tella

EL MODELO

En este proyecto, buscamos simular un carril de la General Paz, mas precisamente, [el trayecto desde Liniers hasta Lugones](#) (15.5 km).

Para intentar acercarnos a la realidad de los distintos picos de tráfico, simularemos una mañana de día laboral, desde las 5:00 AM, con poca densidad de autos, pasando por las 7:30 - 8:30 AM, horario pico, para finalizar a las 10 AM, un horario mas calmo en cuanto a densidad de autos se refiere.

Para entender la simulación, debemos comprender quienes son nuestros agentes y como interaccionan entre sí.

Llamamos agentes a los conductores y su auto como un conjunto. Estos, poseen tres características:

- ▶ \mathcal{T} : Headway -> Distancia en segundos que desea tener el agente con el agente que está delante. Lo que en escuelas de manejo nos recomiendan que sea 2".
- ▶ v_0 : Velocidad deseada -> Velocidad a la que le gustaría ir al agente en caso de no estar restringido, representada en m/s. Está correlacionada con \mathcal{T} y tiene en cuenta la velocidad máxima de la Gral. Paz (80km/h hasta Acceso Norte, luego 100km/h).
- ▶ l : Longitud del vehículo -> Longitud del auto del agente en metros.

- ▶ Cada agente tiene una posición X_t que se modifica en cada fracción de tiempo t , en nuestro caso de a 1s.
- ▶ A su vez, tienen una velocidad V_t .

Ambas se modifican segun las leyes físicas de movimiento:

- ▶ $X_{t+1} = X_t + V_t * \Delta t$
- ▶ $V_{t+1} = X_t + a_t * \Delta t$
- ▶ $a_t = ?$

Los agentes toman decisiones en su aceleración, pudiendo frenar, mantenerla constante, o acelerar. Para determinar como lo hacen, utilizaremos un modelo conocido, llamado Intelligent Driver Model (IDM).¹

El Intelligent Driver Model actualiza la posición y velocidad como mencionamos anteriormente. El calculo de la aceleración es el siguiente, con α el número de agente y $\alpha - 1$ el agente de adelante.

$$a_t = a(1 - (\frac{v_\alpha}{v_0})^2 - (\frac{s_0 + v\mathcal{T} + (\frac{v_\alpha(v_\alpha - v_{\alpha-1})}{2\sqrt{ab}})}{x_{\alpha-1} - x_\alpha - l_{\alpha-1}})^2$$

Donde:

- ▶ v_0 : La velocidad deseada del agente.
- ▶ s_0 : La minima distancia neta en metros (un auto no puede moverse si el de adelante esta a menos de s_0).
- ▶ \mathcal{T} : El headway del agente.
- ▶ a : La aceleración máxima posible del vehículo en m/s^2 .
- ▶ b : La desaceleración maxima posible del vehículo en m/s^2 (valor absoluto).

LOS PARÁMETROS SELECCIONADOS

- ▶ \mathcal{T} : Valor obtenido de una lognormal con $\mu = 0.5$, $\sigma = 0.21$ (aproximadamente, valores entre 1 y 2.5 para cada agente).
- ▶ v_0 : Valores entre 65 y 105 para cada agente, correlacionados con \mathcal{T} (menor headway => mayor velocidad deseada).
- ▶ l : 4.3 metros para todos los agentes (longitud de un auto promedio).
- ▶ s_0 : 5 metros.
- ▶ a : 2 m/s² -> Límites físicos charlados en clase.
- ▶ b : 4 m/s² -> Límites físicos charlados en clase.
- ▶ γ : Un nuevo parámetro que determina la proporción de personas con waze o gmaps alertandolos de los radares. Simulamos con distintas proporciones: 0.2, 0.4 y 0.7.

RESULTADOS

Al realizar el modelo, teníamos en mente el objetivo de analizar el impacto de los radares, teniendo en cuenta que hoy en día hay mucha gente con aplicaciones que alertan de los mismos. Sin embargo, pudimos observar que los agentes que iban más lento, generaban una fila de aquellos que querían ir más rápido detrás de ellos, por lo que iban a velocidades lentas y los radares no generaban mucho impacto.

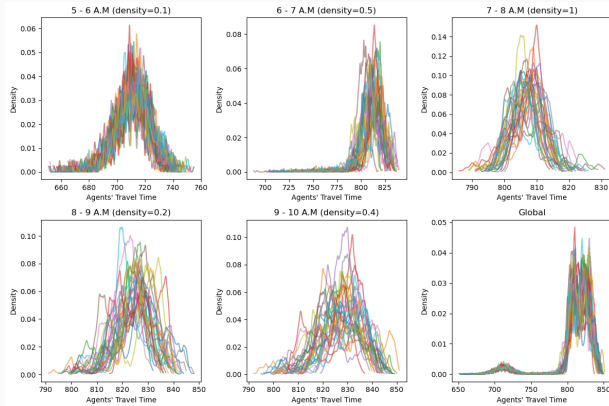
Se puede ver una animación donde esto ocurre [acá](#).

Producto de una limitación del modelo, que es que tiene un solo carril, los agentes no pueden adelantarse. Para poder seguir en busca de observar datos que nos acerquen a nuestro objetivo, modificamos el parametro de velocidades deseadas, intentando simular ahora el carril rápido, para poder captar de mejor manera el efecto de los radares, quedando de esta manera:

- v_0 : Valores entre 75 y 105 para cada agente, correlacionados con \mathcal{T} .

RESULTADOS CON LOS NUEVOS PARÁMETROS

Distribución tiempo de viaje por densidad de tráfico



Vimos que con las distintas proporciones de γ no variaba significativamente, por lo que unimos los datos con las distintas proporciones para este gráfico.

¿CÓMO IMPACTAN LOS RADARES EN LA VELOCIDAD?

Table 1: Velocidad promedio: En rango de radar vs fuera de rango

Horario	En rango	Fuera de rango	Total
5-6 AM	20.7738	21.9909	21.8342
6-7 AM	18.1827	19.2592	19.1201
7-8 AM	18.2053	19.2610	19.1181
8-9 AM	17.8417	18.9392	18.7987
9-10 AM	17.7816	18.8951	18.7526
Total	18.1774	19.2730	19.1307

- ▶ Pudimos ver que, si bien en los radares ocurren cambios de velocidad, estos no generaron mucha variación en el tiempo de llegada según cambiaba γ .
 - Creemos que dada la limitación de un solo carril, por la que no se pueden adelantar, con que algunos pocos se enteren del radar ese efecto de frenada se propaga.
- ▶ Cuando se generaban choques, se propagaban en cadena de manera irreal. Utilizamos datos sin choques para que estos se asemejen a la realidad. Solo vimos una simulación con choques en este último modelo.
 - Para ver como se expande de manera excesiva, se puede ver una animación [acá](#).

CONCLUSIÓN

Con el avance en el uso de apps que notifican de los radares parecería ser una variable interesante para hacedores de políticas públicas la proporción de agentes que las usan y como su comportamiento cambia debido a esto.

Creemos que este tipo de comportamientos puede generar:

- ▶ Decisiones bruscas en los agentes.
- ▶ Congestionamientos y mayores tiempos de viaje.
- ▶ Accidentes.

Vimos el cambio en las velocidades, pero no pudimos observar todas estas cosas con las limitaciones que tiene el modelo. Sin embargo, nos sirvió para notar la problemática y tener un punto de partida.

A futuro se podría analizar en mayor profundidad para determinar si este tipo de aplicaciones reduce la recaudación y genera mas inconvenientes que soluciones.

A lo largo del proyecto observamos:

- ▶ Distintas duraciones de viaje según densidad de tráfico.
- ▶ Shockwaves por micro-interacciones de los agentes.
- ▶ Como disminuye la velocidad promedio a medida que la densidad de tráfico aumenta a lo largo de la mañana.
- ▶ Efecto de los radares en la velocidad de los agentes.
- ▶ Como podemos generar información valiosa a partir de modelos de la realidad, que nos permiten sacar conclusiones o encontrar puntos de interés, a pesar de sus limitaciones.

REFERENCIAS

Referencias:

- [1] Treiber, M., Hennecke, A., & Helbing, D. (2000). Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations. *Physical review E*, 62(2), 1805.