

VANET para el desplazamiento de vehículos de emergencia

Matías Pighin¹ Pablo I. Fierens^{1,2}

(1) Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)

(2) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

XVI Reunión de trabajo en Procesamiento de la Información y Control

Introducción

Contexto

- Más tecnología en los vehículos
- Impulso a Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS)
- Redes ad-hoc vehiculares (VANET)

Antecedentes

- Protocolo HERO [Woodbridge et al., 2010]
- Alerta complementaria a las sirenas y luces [Buchenscheit et al., 2009]

Propuesta

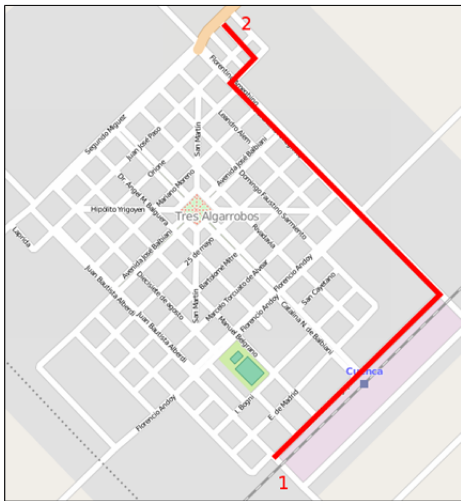
Idea

- El vehículo de emergencia (VE) emite periódicamente un mensaje de alarma
- Los automovilistas dejan pasar el VE y los semáforos se habilitan

Métrica: tiempo de arribo

- Sin el sistema de aviso
- Sólo los autos particulares
- Sólo los semáforos
- Tanto autos particulares como semáforos

Escenario



Entorno de simulación

VSimRTI

- V2X Simulation Runtime Infrastructure [Schünemann, 2011]
- Framework gratuito

SUMO

- Simulation of Urban MObility [Krajzewicz et al., 2002]
- Simulación microscópica
- Permite importar mapas con diversos formatos

SWANS

- Scalable Wireless Ad hoc Network Simulator [Barr, 2004]
- Capacidades similares a ns-2

Simulación de tráfico

Modelo de tráfico

- Modelo microscópico de seguimiento [Krauβ, 1998]
- Parámetros: velocidad objetivo, gap seguro entre autos, capacidad de frenado, **tiempo de reacción** (τ), **imperfección del conductor** (σ)

Comportamiento conductores

- Intentarán estacionar durante 9 s a los 90 m de la cuadra

Comportamiento semáforos

- Sin mensajes: 31 s en rojo y verde, 2 s en amarillo
- Con mensajes: verde

Simulación de comunicaciones

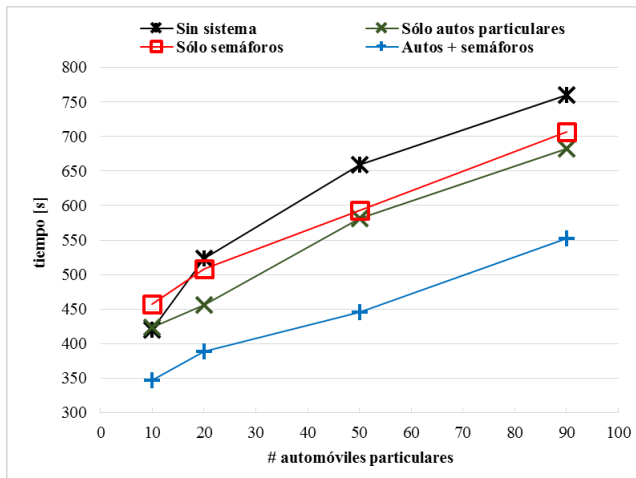
Consistente con 802.11p

- Portadora en 5.9 GHz
- Tasa de 3 Mbps

Enrutamiento

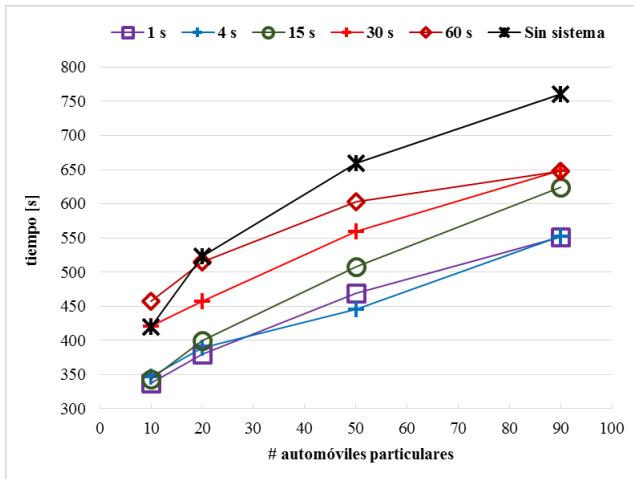
- Multicast geográfico
- Destinatarios: nodos en un círculo de radio de R
- Cached Greedy Geocast [Maihöfer et al., 2004]

Influencia de la propuesta



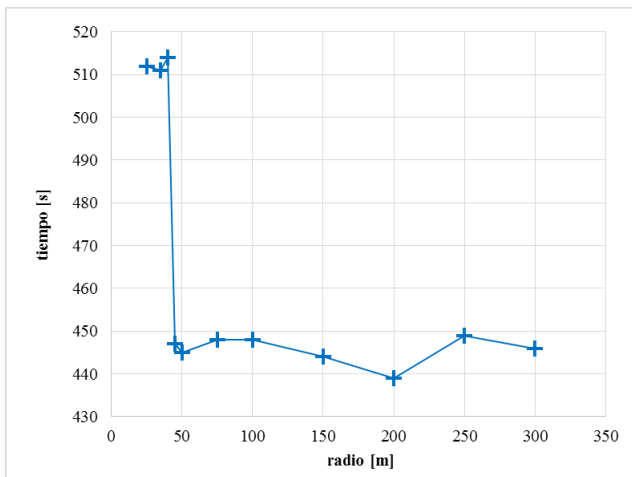
$R = 300 \text{ m}$, $T = 4 \text{ s}$, $\sigma_{ap} = 0,9$, $\tau_{ap} = 2 \text{ s}$, $\sigma_{ve} = 0,5$, $\tau_{ve} = 1 \text{ s}$

Influencia de la frecuencia de mensajes



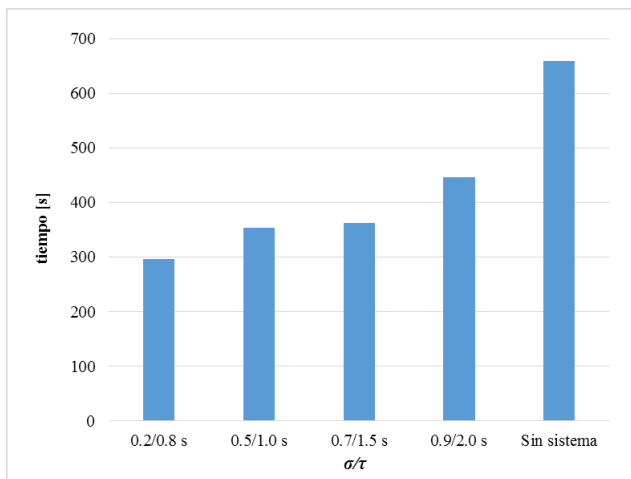
$R = 300 \text{ m}$, $\sigma_{ap} = 0,9$, $\tau_{ap} = 2 \text{ s}$, $\sigma_{ve} = 0,5$, $\tau_{ve} = 1 \text{ s}$

Influencia del alcance geográfico



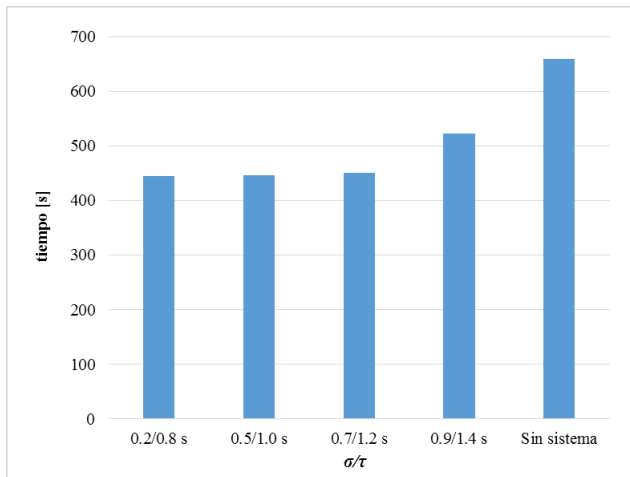
$$T = 4 \text{ s}, \sigma_{ap} = 0,9, \tau_{ap} = 2 \text{ s}, \sigma_{ve} = 0,5, \tau_{ve} = 1 \text{ s}$$

Influencia de la habilidad de los conductores



$$R = 300 \text{ m}, T = 4 \text{ s}, \sigma_{ve} = 0,5, \tau_{ve} = 1 \text{ s}$$

Influencia del conductor del vehículo de emergencia



$$R = 300 \text{ m}, T = 4 \text{ s}, \sigma_{ap} = 0,9, \tau_{ap} = 2 \text{ s}$$

Conclusiones

Principales resultados

- Hemos mostrado que la propuesta mejoraría los tiempos de respuesta
- Es relevante la implementación tanto en autos (V2V) como en semáforos (V2I)
- El beneficio tiende a saturar a medida que aumenta la frecuencia de los mensajes
- Un alcance de 100 m es suficiente
- La mejora parece poco influenciada por la habilidad del conductor del VE

Trabajo a futuro

Principales líneas

- Escenario más complejo
- Zona más amplia
- Incorporación de alertas visuales y sonoras (luces y sirenas)
- Conductores más reales
- Mejor modelo de comunicaciones, especialmente de propagación

Referencias I

- Barr, R. (2004). *An efficient, unifying approach to simulation using virtual machines*. PhD thesis, Cornell University.
- Buchenscheit, A., Schaub, F., Kargl, F., and Weber, M. (2009). A VANET-based emergency vehicle warning system. In *IEEE Vehicular Networking Conference (VNC), 2009*, pages 1–8.
- Krajzewicz, D., Hertkorn, G., Wagner, P., and Rössel, C. (2002). SUMO (Simulation of Urban MObility). In *Proc. of the 4th Middle East Symposium on Simulation and Modelling*, pages 183 – 187.
- Krauß, S. (1998). *Microscopic modeling of traffic flow: Investigation of collision free vehicle dynamics*. PhD thesis, Universität zu Köln.
- Maihöfer, C., Eberhardt, R., and Schoch, E. (2004). CGGC: Cached greedy geocast. In *Wired/Wireless Internet Communications*, volume 2957 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 13 – 25. Springer.
- Schünemann, B. (2011). V2X simulation runtime infrastructure VSimRTI: An assessment tool to design smart traffic management systems. *Computer Networks*, 55(14):3189 – 3198.
- Woodbridge, J., Lan, M., Pau, G., Gerla, M., and Sarrafzadeh, M. (2010). HERO: Hybrid emergency route-opening protocol. In *8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2010*, pages 364–369.

Modelo de Tráfico

$$v_{\text{safe}}(t) = v_l(t) + \frac{g(t) - g_{\text{des}}}{\frac{\bar{v}}{b(\bar{v})} + \tau}, \quad (1)$$

$$v_{\text{des}} = \min \{ v_{\text{max}}, v_{\text{safe}}, v(t) + a(v)\Delta t \}, \quad (2)$$

$$v(t + \Delta t) = \max \{ 0, \eta \}, \quad (3)$$

v_l : es la velocidad del *leading car*

v_f : velocidad del *follower car*

$b(v)$: función de desaceleración

$g(t)$: *gap*

$g_{\text{des}} = v_l \tau$

$a(v)$: función de aceleración

η : un valor aleatorio con distribución uniforme en $[v_{\text{des}} - \sigma a(v)\Delta t, v_{\text{des}}]$

Parámetros de simulación de vehículos

Parámetro	Automóvil particular	Vehículo de Emergencia
Longitud [m]	4.3	4.3
Mín. distancia al leader [m]	2.5	2.5
Máx. velocidad [m/s]	50	50
Máx. aceleración [m/s ²]	2.9	2.9
Máx. velocidad de frenado [m/s ²]	7.5	7.5
σ	0.9	0.5
τ [s]	2	1

Parámetros de simulación de comunicaciones

Parámetro	Vehículo	Semáforo
Altura de la antena [m]	1.5	3
Potencia [dBm]	23	33
Ganancia de la antena [dB]	0	12
Sensibilidad del receptor* [dBm]	-90	-93
Umbral de recepción* [dBm]	-80	-83

Nota*: Cuando se supera la sensibilidad, el receptor puede detectar una señal. Para recibir un mensaje, es condición necesaria superar el umbral de recepción.