

Towards a Context-aware Dissemination Mechanism for Vehicular Networks

Alexis Yáñez*
alexis.yanez@ing.uchile.cl

Sandra Céspedes*
scespedes@ing.uchile.cl

Javier Rubio-Loyola†
jrubio@tamps.cinvestav.mx

*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, Chile.

† Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.

Abstract

In this paper we present the initial steps towards a model to relate the performance of vehicular networks, characterized by the packet loss rate and the delay, with the number of nodes or vehicles participating in the network. This model represents an initial step towards a context-aware system intended to modify the parameters of dissemination mechanisms or to use the most adequate ones, so that they improve the performance of the network. Our intention is to evaluate this proposal with several simulation scenarios where the context-aware mechanisms will be validated.

1 Introducción

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) los accidentes de tránsito son la causa principal de muerte en el grupo de 15 a 29 años de edad [WHO15]. Mas del 90% de las muertes relacionadas con accidentes de tránsito se producen en países de ingresos medios o bajos, a pesar de que estos cuentan aproximadamente con el 50% del parque automotriz mundial. La mitad de las personas que mueren por esta causa en todo el mundo son “usuarios vulnerables de la vía pública”, es decir: peatones, ciclistas y motociclistas. Las redes vehiculares VANETs (*Vehicular Ad-Hoc Networks*) han surgido como una de las soluciones más prometedoras para reducir los accidentes de tránsito y mejorar la eficiencia en sistemas de transporte inteligentes (*Intelligent Transportation Systems (ITS)*) [Fig01]). Éstos sistemas pueden soportar una

gran variedad de aplicaciones, que buscan dar solución a problemas que surgen en el contexto del transporte vehicular [Bi16], que además, son producto de las sociedades modernas. En resumen, los grandes problemas asociados al transporte son: alta tasa de mortalidad a causa de accidentes vehiculares, congestión de tráfico en ciudades altamente pobladas, altas emisiones de CO_2 [Als12] y peligro frente a condiciones climáticas adversas. Las redes vehiculares pueden ayudar a sopesar estos problemas, sin embargo, su implementación posee aún grandes desafíos. Por lo cual, para que este tipo de tecnologías sea un verdadero aporte, se necesita que su desempeño sea robusto y eficiente, en concordancia a los requerimientos de cada aplicación. Una de las aplicaciones más prometedoras tiene relación con la disseminación de mensajes de alerta, para poder notificar de manera rápida y eficiente, eventos de importancia sobre el contexto vehicular (por ejemplo: colisiones, condiciones climáticas adversas, mal comportamiento de conductores, etc.), para que los conductores puedan tomar una decisión oportuna para evitar posibles accidentes. Sin embargo estas aplicaciones tienen bajo rendimiento en escenarios en donde existen muchos vehículos o nodos, debido al mecanismo de comunicación de *broadcast* que satura el canal y que produce problemas con la ventana de contención en la capa MAC (*Media Access Control*) de la familia de protocolos IEEE 802.11 [Oli09].

2 Hipótesis

Se buscará probar que: es posible utilizar los datos del desempeño de la red vehicular ad-hoc, para modelar el escenario o contexto, en el cual se encuentran los nodos. De esta forma se puede definir un mecanismo de toma de decisiones para disseminar la información y de esta manera aumentar la tasa de entrega de paquetes y disminuir el tiempo de retardo. Así se puede aprovechar la misma información del nodo y no se sobrecargaría el canal de comunicación, pues la infor-

Copyright © by the paper's authors. Copying permitted for private and academic purposes.

In Proceedings SSN2017: III Spring School on Networks, Pucón, Chile, October 19-20, 2017

mación del desempeño se puede realizar con comunicaciones ya existentes.

3 Estado del Arte

3.1 Diseminación en VANETs

Los mecanismos más útiles para nuestro trabajo son aquellos que utilicen el número de vecinos. El trabajo se centrará en redes ad-hoc, en particular en la modalidad de comunicación vehículo a vehículo (V2V). Por una parte están aquellos que utilizan *simple broadcast* y además utilizan *multi-hop* [Ton10]. La gran mayoría de los protocolos utilizan la información de la posición de vehículos adquirida por dispositivos GPS. Existe una propuesta de protocolo basada en la posición relativa de los nodos, es decir solo hace necesario conocer la distancia entre nodos. Esto lo hace posible mediante la instalación de antenas direccionales que entregan información geográfica, facilitando además el esquema de comunicación [Liu12]. Para poder atacar el problema de tener diversos escenarios en la topología de las redes VANETs, se han propuesto esquemas que apuntan a un “*beaconing*”¹ dinámico, es decir en base al escenario que se tenga se define la frecuencia, potencia o canal. De acuerdo a la variables que estos modifican se pueden clasificar en los siguientes categorías: message frequency control (MFC), transmit power control (TPC), miscellaneous (Multichannel Switch), Hybrid (Combinación de las anteriores) [Sha16]. Una propuesta innovadora tiene un enfoque hacia las mismas variables de estado de los nodos, utiliza la variación de la aceleración para adecuar la forma en que el mecanismo de “*beaconing*” se ejecuta [Seg15]. En este trabajo se han escogido dos protocolos para implementarlos en una simulación con la cual sea posible realizar una comparación entre el desempeño de cada uno. A continuación se detalla con mayor profundidad los protocolos seleccionados.

Mecanismos de Diseminación Escogidos

- **Slotted 1-persistence Broadcasting [Wis07]**

Se trata de un protocolo que da la prioridad de retransmisión al nodo más lejano del nodo de transmisión. Para eso, el protocolo utiliza un tiempo de espera antes de retransmitir, que varía de acuerdo a la distancia entre los nodos. Cuando un nodo recibe un paquete, el nodo verifica la identificación del paquete y realiza un “*re-broadcast*” con el “*time slot*” $T_{S_{ij}}$ asignado. Se obtiene de la

¹Corresponde a la transmisión periódica de un paquete (*beacon*) a todos los vecinos dentro del radio de transmisión. En cierto sentido *Beaconing* corresponde a un *Broadcasting* periódico. Éste mecanismo es ampliamente utilizado en aplicaciones de seguridad [Har09].

siguiente ecuación: $T_{S_{ij}} = S_{ij} \times \tau$. donde τ es el retraso estimado de un salto, que se refiere a la suma del retraso de propagación y del retraso de acceso al medio. S_{ij} es el número asignado de “*slot*” que puede ser expresado como: $S_{ij} = N_S \left(1 - \left[\frac{\min(D_{ij}, R)}{R}\right]\right)$. Donde $D_{i,j}$ es la distancia relativa entre nodos, R corresponde al rango de transmisión y se debe escoger N_S en función de la densidad del tráfico. Por ejemplo en [Seg15], se menciona que se puede tomar $N_S = 5$ para un escenario congestionado mientras que $N_S = 3$ para otros. Principalmente se ha escogido este protocolo porque soluciona el problema del “*Broadcast Storm*” [Tse02], y necesita únicamente la información sobre la posición del nodo receptor, emisor y estimación de la densidad para funcionar.

- **The traffic adaptive data dissemination (TrAD) protocol [Tia16]**

Éste protocolo utiliza el mecanismos de *beaconing* de manera adaptativa, de manera que, en base al escenario en el cual se presenten los móviles (urbano o en autopista) el mecanismo escoge entre dos formas de supresión de *broadcast*, que ayudan a mejorar el desempeño de la red de cada escenario. Además este mecanismo asigna ciertos roles a los vehículos, dependiendo de la posición en el lugar de interés. Se ha escogido este protocolo principalmente porque actúa de manera dinámica y el estudio se compara con otros mecanismos.

3.2 Sistemas Context-aware

Los sistemas *context-aware* se caracterizan por ser conscientes o sensibles de la situación (o contexto) en el cual se desarrollan, tanto en términos físicos, virtuales o entorno del usuario [Pos09]. Éstos sistemas son capaces de adaptarse, explotando el conocimiento adquirido a través de sensores, de otros nodos o de infraestructura dispuesta en la ruta. Se han estudiado diversos artículos y *surveys* [Vah16] donde utilizan este tipo de sistemas, para aplicaciones específicas en VANETs. Dada la naturaleza dinámica de estas redes, estos sistemas son de gran ayuda para identificar ciertos escenarios. La estructura de cada mecanismo puede variar dependiendo del objetivo para el cual se implementa el sistema. Sin embargo es posible observar una estructura general para casi todas las aplicaciones desarrolladas, sus principales etapas son: adquirir datos del contexto, procesar los datos del contexto y realizar diseminación inteligente.

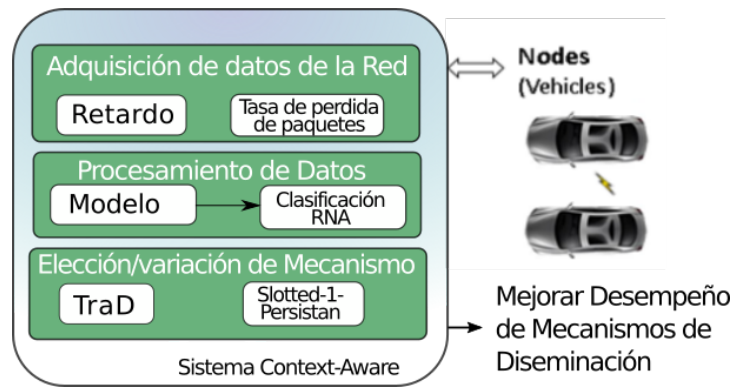


Figure 1: Esquema de Sistema a Implementar.

4 Metodología Propuesta

Modelo

Se implementará una simulación en el software *Omnnet++*, correspondiente a una representación de una intersección, utilizando redes vehiculares y con los mecanismos de diseminación escogidos. Se espera observar empíricamente el desempeño de la red, analizando las métricas de pérdidas, colisiones y retardo en la entrega de paquetes. A partir de este análisis se espera construir un modelo que pueda relacionar la cantidad de vehículos con el desempeño de la red.

Mecanismo de *Machine Learning*

Con la construcción del modelo se entrenará una red neuronal que se implementará en el software *Matlab*, cuya entrada sea el desempeño de la red y como salida el número de nodos en la vecindad del vehículo de interés. La producción de la base de datos se realizará gracias a la simulación implementada en el software *Omnnet++*.

Mecanismos de diseminación

Los valores de la salida de la red neuronal, se utilizarán para variar los parámetros de los mecanismos de diseminación escogidos: [Wis07] *Slotted-1-persistan* y [Tia16] *The traffic adaptive data dissemination (TraD) protocol*, ya que éstos mecanismos utilizan el número de nodos para su funcionamiento. Posteriormente se analizará su desempeño caracterizado por la tasa de pérdidas de paquete y retardo, para compararlo con el desempeño de los mecanismos sin el sistema *context-aware*. Esto gracias a que el software *Omnnet++* permite hacer cambios sobre una simulación establecida, en otras palabras, es posible retro-alimentar la simulación con los valores obtenidos de la red neuronal. Un esquema del sistema se puede ver en la figura 1.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La forma con que se espera medir la densidad vehicular es innovadora y puede ser vista como un mecanismo que utiliza información de comunicaciones ya establecidas, para mejorar el desempeño del esquema de diseminación. Además puede ser expandida a otros ámbitos de las redes móviles inalámbricas, que necesiten una medición de la densidad de nodos. Se espera que este sistema pueda mejorar el desempeño de los mecanismos de diseminación escogidos para que puedan adaptarse al escenario.

6 Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado a través del proyecto FONDECYT Iniciación 11140045, Proyecto "RETRACT" ELAC 2015/T10-0761 y el Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería, ISCI (CONICYT: FB0816).

References

- [WHO15] World Health Organization Global status report on road safety 2015.
- [Fig01] L. Figueiredo. Towards the development of intelligent transportation systems *Intelligent Transportation Systems*, 1206–1211, IEEE 2001.
- [Oli09] R. Oliveira. The influence of broadcast traffic on IEEE 802.11 def networks *Computer communications*, vol. 32, no 2, p. 439–452, ELSEVIER 2009.
- [Bi16] Y. Bi. Safety Message Broadcast in Vehicular Networks. Springer 2016.
- [Als12] M. Alsabaan. Applying Vehicular Networks for Reduced Vehicle Fuel Consumption and CO2 Emissions. *Intelligent Transportation Systems.*, InTech, 2012.

- [Ton10] O. Tonguz. DV-CAST: A distributed vehicular broadcast protocol for vehicular ad hoc networks. *IEEE Wireless Communications.*, Vol 17 (2). IEEE 2010.
- [Liu12] C. Liu. RPB-MD: Providing robust message dissemination for vehicular ad hoc networks. *Ad Hoc Networks.*, Vol 10 (3), 497–511. Elsevier 2012.
- [Sha16] S. Shah. Adaptive beaconing approaches for vehicular ad hoc networks: a survey. *IEEE Systems Journal.* IEEE 2016.
- [Seg15] M. Segata. Jerk Beaconing: A dynamic approach to platooning. *Vehicular Networking Conference (VNC)*. 135–142. IEEE 2015.
- [Wis07] N. Wisitpongphan. Broadcast storm mitigation techniques in vehicular ad hoc networks. *IEEE Wireless Communications.* Volume 14 (6) 84–94. IEEE 2007.
- [Har09] H. Hartenstein. VANET vehicular applications and inter-networking technologies. Volume 1. John Wiley & Sons 2009.
- [Tse02] Y. Tseng. The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network. *Wireless networks.* Volume 8 (2/3), 153–167. Springer-Verlag New York, Inc, 2002.
- [Tia16] B. Tian. The traffic adaptive data dissemination (TrAD) protocol for both urban and highway scenarios. *Sensors (Switzerland)*. Volume 16 (6), 920. 2016.
- [Pos09] S. Poslad. Context-aware Systems. *Ubiquitous Computing: Smart Devices, Environments and Interactions.* 213–244. Wiley Online Library, 2009.
- [Vah16] H. Vahdat-Nejad. A survey on context-aware vehicular network applications. *Vehicular Communications.* Volume 3, 43–57. Elsevier 2016.