

# Exploración de una Red Vehicular Ad hoc para dar Soporte a Actividades de Persecución Policial

Fernando Martínez-Reyes, Víctor Hernández-Chávez, Luis Carlos González-Gurrola  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
{fmartinez2004, victor.hdez.cvz, gonzalezgurrola}@gmail.com

**Resumen—** Para cualquier gobierno proporcionar un ambiente de seguridad social adecuado siempre representa un reto. En materia de seguridad el objetivo central es proporcionar una asistencia policial de manera oportuna y eficiente. En este trabajo en desarrollo se propone la implementación de una plataforma tecnológica que permita brindar asistencia a las actividades desarrolladas por el departamento de policía y de vialidad. En particular, se plantea la integración de una red vehicular ad hoc, VANET, para la implementación de estrategias de persecución. Hasta el momento se han desarrollado simulaciones con la red VANET y nos encontramos explorando estrategias de localización de vehículos utilizando cadenas de Markov.

**Palabras clave—**Cómputo móvil; VANET; seguridad y asistencia policial.

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo central de todo gobierno es ofrecer un ambiente de seguridad pública para los ciudadanos. Para ciudades con alto índice poblacional atender este tipo de tareas puede representar todo un reto. En los países desarrollados se cuenta con la integración de diversas tecnologías a través de las cuales se puede obtener información que apoye estrategias para brindar seguridad. En los países en desarrollo además del recurso humano limitado, el uso de tecnologías para este fin es mínimo por lo cual la atención a las demandas de seguridad ciudadana se ven comprometidas. Las tecnologías disponibles en el mercado sean computadoras portátiles, teléfonos celulares e incluso redes de sensores cuentan con capacidades de procesamiento, almacenamiento y comunicación suficiente para dar soporte a una red vehicular ad hoc comúnmente identificado como red VANET.

En el pasado las redes VANET podrían encontrar limitantes de comunicación, sin embargo, en la actualidad estas redes pueden contar con banda ancha 3G, lo cual permite que exista una comunicación constante e ilimitada entre los nodos. Los servicios en la nube pueden proveer de espacios de almacenamiento y de recursos para realizar el procesamiento de datos que no pueda ser desarrollado localmente en el dispositivo móvil. La integración de este nivel de tecnología, objeto de estudio de este trabajo, puede ayudar a que los departamentos policiales desarrollen sus actividades con eficiencia y seguridad.

## II. MOTIVACIÓN

Las redes VANET han brindado una oportunidad para el desarrollo de aplicaciones que permitan mejorar las condiciones de transporte y tráfico vehicular [1]. Las redes vehiculares se han utilizado ampliamente para brindar servicios de notificación acerca de rutas de menor tráfico para los conductores [2], o para rastrear la ubicación de automotores así como para monitorear situaciones de alarma/seguridad de los conductores [3]. Otros trabajos sugieren el uso de redes vehiculares como nodos recolectores de información que puede compartirse con la autoridad policial para dar soporte a sus actividades de vigilancia urbana [4]. La ubicación de vehículos en movimiento representa otra área de oportunidad para las redes VANET, principalmente si consideramos contextos de búsqueda o persecución de vehículos [5]. Contar con el nivel de infraestructura tecnológica adecuada tanto en la ciudad como en los automóviles podría permitir ofrecer recursos computacionales para crear cercos policiales que complementen las tareas de seguridad social que las dependencias oficiales ofrecen en las zonas urbanas [6].

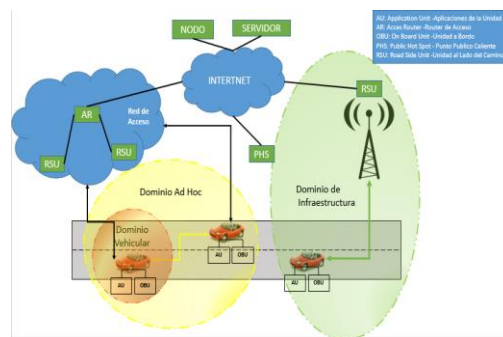


Fig. 1. La integración de servicios en la nube con una red adhoc vehicular para el desarrollo de estrategias de persecución.

## III. PLATAFORMA VANET PARA PERSECUCIÓN POLICIAL

La sección anterior ilustra diferentes escenarios de aplicación para las redes ad hoc en contextos urbanos. En esta sección se explora la integración de una red vehicular ad hoc VANET, conjuntamente con servicios en la nube, enfocada al desarrollo de estrategias de persecución policial. A pesar de que las unidades policiales de la entidad, en nuestro caso de estudio, están equipadas con tecnología su uso se limita a la

localización de unidades. El centro de mando visualmente observa la ubicación de las unidades y una persona se comunica vía radio con las unidades para orquestar una persecución. El parque vehicular incluye unidades que pueden transmitir su ubicación mediante GPRS o 3G. La información es almacenada en un servidor y ocasionalmente revisada o utilizada para otros propósitos.

La figura 1 muestra la plataforma tecnológica propuesta para dar soporte a las actividades de persecución policial. Es decir, en un escenario de persecución el vehículo principal, nodo líder que encabeza la persecución, comparte la información arriba descrita con los demás nodos a través de los servicios en la nube y con la información recibida cada nodo determina su posibilidad de adhesión al grupo de persecución. Toda vez que se crea la red, esta debe mantenerse actualizada con los parámetros de persecución del líder con el objetivo de que cada nodo decida su participación en la persecución. Es importante, entonces, contar con un modelo de predicción para estimar la ruta que seguirá el nodo líder.

#### IV. RESULTADOS PRELIMINARES

Se realizaron pruebas utilizando banda ancha 3G para establecer la comunicación de la red VANET como fue utilizado en [8]. Se creó una red de 6 dispositivos Android con versiones de sistema operativo desde 2.2 a 4.4. Se diseñó una aplicación, que consume servicios de la API *Google Cloud Messaging* (GCM), para realizar operaciones de comunicación bidireccional entre los diferentes dispositivos de la red. Cabe mencionar que las pruebas de transferencia de información se desarrollaron con vehículos en movimiento a diferentes velocidades.

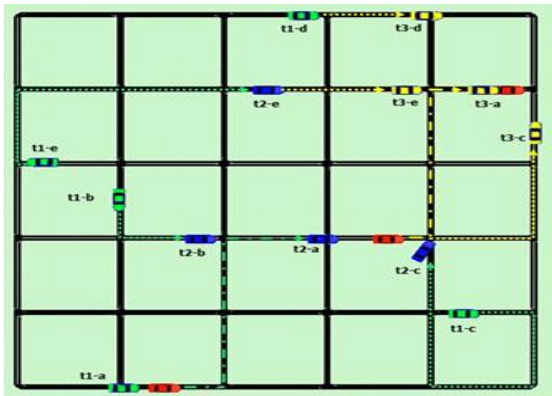


Fig. 2. Simulación de un evento de persecución con la herramienta sumo.

Paralelamente se han desarrollado simulaciones de eventos de persecución utilizando la herramienta sumo (<http://sumo-sim.org/>). La figura 2 muestra 6 autos, 5 patrullas y 1 auto en fuga (vehículo rojo) utilizados para representar un evento de persecución. En el tiempo  $t_1$  la patrulla  $a$  inicia la persecución y el resto de las patrullas se encuentran localizadas en diferentes zonas y a diferentes distancias de la patrulla líder (patrulla  $a$ ). En el tiempo  $t_2$  las patrullas  $b$ ,  $c$  y  $e$  fueron adheridas a la red VANET y fueron interceptando la trayectoria seguida por el carro en fuga y con ello dar soporte a la patrulla líder. En el tiempo  $t_3$  las patrullas  $c$ ,  $d$  y  $e$  finalmente crean un cerco

policial. Para la predicción de rutas se está experimentando con cadenas de Markov [7]. Para el escenario de simulación mostrado se aplicó un modelo de predicción de primer orden, el cual se caracteriza con la ubicación actual del nodo líder y asignando pesos a las posibles vías alternativas para la continuación de su trayectoria, como se muestra en la figura 3.

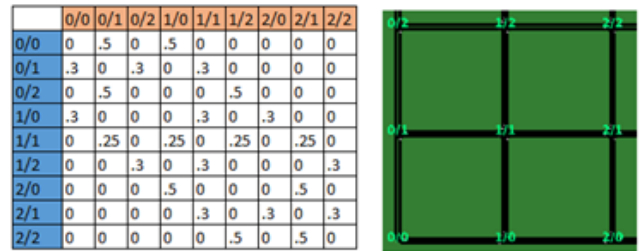


Fig. 3. Matriz de transición y su representación en el mapa de recorridos sobre calles y avenidas. Cada casilla representa la probabilidad de que el nodo líder continúe su trayectoria sobre alguna avenida en particular.

#### V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se propone una plataforma tecnológica que brinde apoyo a actividades de persecución policial. Aunque los diferentes componentes que integran la plataforma se encuentran siendo evaluados de forma independiente se visualiza la oportunidad que esta puede tener para asistir al departamento de policía. De interés particular es el poder ofrecer una herramienta automatizada para la gestión del número de patrullas que forman el grupo de persecución, lo cual impacta directamente en ahorros económicos destinados al mantenimiento de patrullas y consumo de combustible. Por otro lado se continúa trabajando con las cadenas de Markov como estrategia de pronóstico para la movilidad del nodo líder y por ende la conformación dinámica del grupo de persecución. Finalmente, se continúa trabajando de la mano con los departamentos de vialidad y de la policía para poder atender los requerimientos de soporte tecnológico que estas dependencias necesitan para realizar sus actividades con seguridad.

#### REFERENCIAS

- [1] H. Hannes y K. P. Laberteaux. VANET: Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies. JohnWiley & Sons Ltd, 2010.
- [2] Dornbush, Sandor, and Anupam Joshi. StreetSmart traffic: Discovering and disseminating automobile congestion using VANET's. Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th. IEEE, 2007.
- [3] A. Rasheed, H. Zia, F. Hashmi, U. Hadi, W. Naim y S. Ajmal. Fleet & Convoy Management Using VANET. Journal of Computer Networks, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2013.
- [4] U. Lee, Z. B., M. Gerla, E. Magistretti, P. Bellavista y A. Corradi. MobEyes: Smart Mobs for Urban Monitoring. Wireless Communications, IEEE, vol. 13, n° 5, pp. 52-57, 2006.
- [5] R. Misra y B. Baveja. Location tracking of fast-paced mobile entity using CDS for VANET. Proc. IEEE 7th International Conference on Mobile Adhoc and Sensor Systems (MASS), pp. 682-689, 2010.
- [6] T. Reza, M. Barbeau y B. Alsubaihi. Tracking an on the run vehicle in a metropolitan VANET. Proceedings of The IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV'13), Australia, 2013.
- [7] J. Krumm. A Markov Model for Driver Turn Prediction. SAE World Congress & Exhibition, Detroit, MI, USA, Abril 14-17, 2008.