

Mejora de la Asistencia en los Accidentes de Tráfico combinando Redes Vehiculares e Inteligencia Artificial

Doctorando: Javier Barrachina

Directores: Piedad Garrido y Francisco J. Martínez

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas,
Universidad de Zaragoza
{barrachina, piedad, f.martinez}@unizar.es
<http://init.unizar.es>

Keywords: Estrategias Evolutivas, Redes Vehiculares, Sistemas Inteligentes de Transporte

1 Introducción

A pesar de que las medidas de seguridad en los sistemas de transporte cada vez son mayores, el aumento progresivo del número de vehículos que circulan por las ciudades y carreteras en todo el mundo aumenta, sin duda, la probabilidad de que ocurra un accidente. En este tipo de situaciones, el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia es crucial, ya que está demostrado que cuanto menor sea el tiempo transcurrido entre el accidente y la atención hospitalaria de los heridos, mayores son sus probabilidades de supervivencia.

Las redes vehiculares permiten la comunicación entre los vehículos, así como la comunicación entre los vehículos y la infraestructura [4], lo que da lugar a una plétora de nuevas aplicaciones y servicios en el entorno vehicular. Centrándonos en las aplicaciones relacionadas con la seguridad vial, mediante este tipo de comunicaciones, los vehículos podrían informar en caso de accidente al resto de vehículos (evitando así colisiones en cadena) y a los servicios de emergencia (dando información precisa y rápida, lo que sin duda facilitaría las tareas de rescate).

Uno de los aspectos importantes a determinar sería saber qué información se debe enviar, quién será capaz de recibirla, y cómo actuar una vez recibida. Actualmente los vehículos disponen de una serie de sensores que les permiten obtener información sobre ellos mismos (velocidad, posición, estado de los sistemas de seguridad, número de ocupantes del vehículo, etc.), y sobre su entorno (información meteorológica, estado de la calzada, luminosidad, etc.). En caso de accidente, toda esa información podría ser estructurada y enviada a los servicios de emergencia para que pudieran adecuar el rescate a las características específicas y la gravedad del accidente, actuando en consecuencia.

Por otro lado, para que la información enviada por los vehículos accidentados pueda llegar correctamente a los servicios de emergencias, es necesario

disponer de una infraestructura capaz de dar cobertura a todos los vehículos que circulan por una determinada área. Puesto que la instalación y el mantenimiento de dicha infraestructura conlleva un elevado coste, sería conveniente proponer, implementar y evaluar técnicas consistentes en dar cobertura a todos los vehículos, reduciendo el coste total de la infraestructura.

Finalmente, una vez que la información ha sido recibida por las autoridades, es necesario elaborar un plan de actuación eficaz, que permita el rápido rescate de los heridos. Hay que tener en cuenta que, cuando ocurre un accidente de tráfico, el tiempo de personación de los servicios de emergencia en el lugar del accidente puede suponer la diferencia entre que los heridos sobrevivan o fallezcan. Además, es importante conocer si la calle o carretera por la que circulaban los vehículos accidentados ha dejado de ser transitable para el resto de vehículos, y en ese caso, activar los mecanismos necesarios que permitan evitar los atascos asociados. En nuestro trabajo, pretendemos gestionar adecuadamente estas situaciones adversas, distribuyendo el tráfico de manera inteligente para reducir el tiempo de llegada de los servicios de emergencia al lugar del accidente, evitando además posibles atascos.

2 Trabajos Relacionados

Existen numerosas propuestas relacionadas con la aplicación de las redes vehiculares en los sistemas inteligentes de transporte, con el fin de aumentar la seguridad vial. Fogue et al. [3] diseñaron eNOTIFY, una propuesta basada en la combinación de comunicaciones vehículo-a-vehículo y vehículo-a-infraestructura, diseñado para mejorar la capacidad de respuesta de los servicios de emergencia, optimizando los recursos médicos y de rescate necesarios. Eigner y Lutz [1], propusieron utilizar modelos de contexto ontológico para entornos de seguridad en redes vehiculares adhoc. Su propuesta mostraba la ventaja de aplicar ontologías para la intercomunicación de las distintas partes que se comunican mediante la red, pero no presentaron ninguna ontología específica.

Por otro lado, el uso de Algoritmos Evolutivos para la distribución del tráfico de manera inteligente, también se ha mostrado como una solución potente en ese tipo de entornos [6]. Entre las diferentes propuestas, cabe destacar el trabajo presentado por Wang y Shi [7], en el que se utilizan algoritmos genéticos para solventar problemas de interrupción del tráfico, como los atascos y los accidentes. El inconveniente de esta propuesta es que los autores simplemente la han probado en escenarios teóricos, que no se ajustan a la realidad. Yoshikawa y Terai [8] proponen combinar algoritmos genéticos con el algoritmo Dijkstra para el cálculo de rutas de manera eficiente. La solución presentada es similar al Problema del Viajante [5], muy utilizado como problema base en la enseñanza de los algoritmos evolutivos. En este trabajo, al igual que en el anterior, los autores validan su propuesta en un escenario teórico.

A diferencia de otros trabajos propuestos, nuestro trabajo propone la integración de las Redes Vehiculares (combinando las comunicaciones vehículo-a-vehículo y vehículo-a-infraestructura) y los Algoritmos Evolutivos para la gestión eficiente

del tráfico y de los servicios de emergencia en caso de accidente. Además, las pruebas realizadas se llevarán a cabo utilizando escenarios reales.

3 Objetivos de la Propuesta

Los objetivos principales son los siguientes:

- Proponer una estructura para la información que queremos enviar cuando ocurra un accidente. Nos centraremos en dos factores: (i) qué información enviar y (ii) cómo estructurarla.
- Proveer de la infraestructura necesaria para dar cobertura de comunicaciones a todos los vehículos con el menor coste posible. Queremos encontrar una solución que permita ahorrar costes, pero sin comprometer las posibilidades de comunicación entre los vehículos y la infraestructura.
- Utilizar algoritmos inteligentes para distribuir el tráfico con el fin de evitar atascos y reducir el tiempo de llegada de los servicios de emergencia al lugar del accidente. Resultados preliminares nos demuestran que el tiempo necesario para que una ambulancia llegue al escenario del accidente se puede reducir hasta en un 50% en un entorno urbano, sin que aumente de forma significativa el tiempo de tránsito del resto de vehículos.

Buscamos que nuestra propuesta sea capaz de reducir el tiempo necesario de rescate de los heridos, lo que salvará vidas, y evitará los atascos, reduciendo por tanto las emisiones de gases nocivos, preservando el medio ambiente y la salud de los habitantes de las ciudades.

4 Metodología y Plan de Trabajo

Como se ha comentado anteriormente, uno de los aspectos importantes a determinar consiste en saber qué información se va a enviar, quién es capaz de recibir esa información y cómo actuar una vez recibida. Una vez propuesta la información que se quiera enviar será necesario darle una estructura con el fin de que haya un entendimiento común entre los vehículos y las autoridades. Para ello, se propone utilizar una ontología, concretamente la VEHicularACident ONtology (VEACON) que ya ha sido propuesta y utilizada de forma satisfactoria en trabajos previos (ver apartado Publicaciones Relacionadas con la Tesis).

Una vez seleccionado el contenido y diseñada la estructura de la información que se desea enviar, es necesario proveer de infraestructura de comunicaciones a los lugares por los que circulan los vehículos. Cada nodo de infraestructura (Road Side Unit, o RSU, en inglés) instalado requiere de una inversión inicial y un mantenimiento, por lo que sería deseable reducir el número de este tipo de nodos, reduciendo de esta forma el coste de implantación. Para ello, se propone el sistema D-RSU (ver apartado Publicaciones Relacionadas con la Tesis), el cual demuestra que teniendo en cuenta la densidad de vehículos que circulan habitualmente por una zona determinada se puede hacer un despliegue

de infraestructura más eficiente. Esto es debido a que en zonas con alta densidad de tráfico será necesario un menor número de RSUs, ya que los propios vehículos retransmitirán los mensajes de alerta de accidente, pudiendo llegar éstos correctamente a su destino.

En el momento en el que la información sobre un accidente llega a los servicios de emergencia, éstos parten hacia el lugar del mismo. Además, en las zonas próximas al accidente pueden surgir atascos y retenciones, debido a que los vehículos involucrados en él pueden obstaculizar la vía. Aunque los vehículos de los servicios de emergencia tienen prioridad de paso, el tener que atravesar un atasco, o conducir por vías en las que hay una elevada congestión de tráfico puede hacer que éstos se demoren más de lo deseable. En el presente trabajo se propondrá el uso de Algoritmos Evolutivos para solucionar este problema, recalculando las rutas de los vehículos para permitir que los servicios de emergencia lleguen lo antes posible al lugar del accidente, y además se eviten los posibles atascos que se puedan generar por el mismo. También se tendrá en cuenta la prioridad de las calles en las intersecciones, así como la densidad de vehículos en determinadas zonas para evitar que se produzcan nuevos atascos. El uso de las redes vehiculares permitirá obtener información valiosa para el sistema de gestión del tráfico, y al mismo tiempo permitirá enviar las indicaciones a todos los conductores de forma que éstos puedan desplazarse de forma óptima.

Finalmente, puesto que en esta propuesta es necesario conocer la densidad de vehículos, se considera interesante el desarrollo de un sistema capaz de estimar el número de vehículos que están circulando por una determinada zona.

Todos los experimentos que se lleven a cabo para realizar las distintas tareas y su posterior validación, se realizarán mediante el simulador de movilidad del tráfico SUMO y el simulador de redes ns-2 [2]. Además, para hacer las simulaciones más realistas los escenarios serán obtenidos mediante OpenStreet-Maps, un sistema de cartografía abierto que incorpora con gran precisión los mapas de la gran mayoría de ciudades y carreteras de todo el mundo.

5 Relevancia

A nivel científico, el presente trabajo propone varias contribuciones en el ámbito de los Sistemas Inteligentes de Transporte, tanto a nivel de las Redes Vehiculares, como de los Sistemas Evolutivos. Para hacernos una idea del impacto del mismo, hasta la fecha se han publicado un total de 6 artículos en revistas y congresos de primer nivel internacional.

En lo relativo a la transferencia de los resultados de investigación, el grupo al que pertenezco ha colaborado con varias empresas del sector del automóvil, entre las que destaco Applus IDIADA¹, empresa líder a nivel mundial en el sector, y con presencia en países de Europa, Asia y América. A partir de las ideas presentadas, pretendemos implementar un sistema de gestión del tráfico que utilizará los algoritmos propuestos en nuestro trabajo para calcular las mejores

¹ <http://www.applusidiada.com/es/>

rutas tanto para los servicios de emergencia (ambulancias, bomberos, etc.), como para el resto de vehículos. Además también se implementará un prototipo de Unidad de a bordo (que se instalará en los vehículos) que permita recoger y comunicar a los servicios de emergencia los datos más importantes sobre el accidente, así como facilitar las indicaciones necesarias al resto de los vehículos para que puedan desplazarse sin verse seriamente afectados por la situación de emergencia.

Finalmente, me gustaría destacar que todos los aspectos anteriormente comentados, también favorecen la vertebración del territorio, permitiendo que regiones pequeñas y despobladas como es el caso de Teruel, ciudad en la que trabajo y resido, puedan participar en la Investigación Internacional y crecer económicamente en la medida de lo posible, gracias a los resultados obtenidos.

6 Publicaciones Relacionadas con la Tesis

Como resultado directo e indirecto del trabajo que se está realizando, hasta la fecha se han publicado un total de 6 artículos, a destacar: 1 Revista indexada en el JCR (Q2), 1 Revista indexada en el SJR de SciMago (Q1), 2 Congresos indexados como CORE A, y 1 Congreso CORE B. A continuación se presenta una lista con los mismos:

- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: Road Side Unit Deployment: A Density-Based Approach. To appear in the IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine (Sept. 2013)
- Barrachina, J., Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: I-VDE: A Novel Approach to Estimate Vehicular Density by Using Vehicular Networks. In: The 12th International Conference on Ad Hoc Networks and Wireless (ADHOC-NOW 2013) (July 2013)
- Barrachina, J., Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: Assessing Vehicular Density Estimation Using Vehicle-to-Infrastructure Communications. In: The Fourteenth International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (IEEE WoWMoM) (June 2013)
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: VEACON: A Vehicular Accident Ontology designed to improve safety on the roads. *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 35, no. 6, pp. 1891-1900 (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2012.07.013>
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: D-RSU: A Density-Based Approach for Road Side Unit Deployment in Urban Scenarios. In: International Workshop on IPv6-based Vehicular Networks (Vehi6), collocated with the IEEE Intelligent Vehicles Symposium. pp. 1-6 (Jun 2012)
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: CAOVA: A Car Accident Ontology for VANETs. In:

IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC). pp. 1864-1869 (April 2012), <http://dx.doi.org/10.1109/WCNC.2012.6214089>

Además, se han enviado los siguientes 3 artículos: 1 Revista indexada en el JCR (Q1), 1 Revista indexada en el JCR (Q2), y 1 Congreso CORE B, que están siendo revisados, y por tanto, pendientes de aceptación. A continuación se presentan:

- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: Reducing Emergence Services arrival time by using Vehicular Communications and Evolution Strategies. *Expert Systems with Applications* (2013)
- Barrachina, J., Garrido, P., Fogue, M., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: A V2I-based Real-Time Traffic Density Estimation System. *Computer Networks* (2013)
- Barrachina, J., Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: Redistributing traffic routes in case of an accident by combining VNs and AI. In: *IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)* (2013)

References

1. Eigner, R., Lutz, G.: Collision avoidance in VANETs - an application for ontological context models. In: *Sixth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)*. pp. 412-416 (March 2008)
2. Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P.: A Realistic Simulation Framework for Vehicular Networks. In: *5th International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques (SIMUTools 2012)*, Desenzano, Italy. pp. 37-46 (Mar 2012)
3. Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F.J., Cano, J.C., Calafate, C.T., Manzoni, P., Sanchez, M.: Prototyping an automatic notification scheme for traffic accidents in vehicular networks. In: *IFIP Wireless Days (WD)*. pp. 1-5 (Oct 2011)
4. Fogue, M., Garrido, P., Martinez, F., Cano, J.C., Calafate, C., Manzoni, P.: Analysis of the most representative factors affecting warning message dissemination in vanets under real roadmaps. In: *IEEE 19th International Symposium on Modeling, Analysis Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS)*. pp. 197-204 (2011)
5. Johnson, D., McGeoch, L.: The travelling salesman problem: A case study in local optimization. In: *Local Search in Combinatorial Optimization*. Wiley. pp. 215-310 (1997)
6. Mester, D., Bräysy, O.: Active guided evolution strategies for large-scale vehicle routing problems with time windows. *Computers & Operations Research* 32(6), 1593-1614 (2005)
7. Wang, Z., Shi, J.: A model for urban distribution system under disruptions of vehicle travel time delay. In: *Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*. vol. 3, pp. 433-436 (Oct 2009)
8. Yoshikawa, M., Terai, H.: Car navigation system based on hybrid genetic algorithm. In: *2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering*. vol. 5, pp. 62-65 (Apr 2009)