

# Proposal for Architecture and Simulated Implementation of an Early Warning System for Cyclists based on an Algorithm of Right Turn Predictions of Vehicles

Salomón Torres S.  
Universidad de Chile

Departamento de Ciencias de la Computación  
NIC Research Labs  
salomon@niclabs.cl

Sandra Céspedes  
Universidad de Chile

Departamento de Ingeniería Eléctrica  
NIC Research Labs  
scespedes@ing.uchile.cl

## Abstract

Global increase in use of bikes for commuting, had increased the risks for cyclists on the road, especially in intersections. Some accidents, come from the inability of car drivers to detect cyclists in the cycle-way. This study presents a method for cyclists to prevent collisions using a early warning system with a right turn prediction algorithm for vehicles that can raise an alarm to cyclists of potential collisions in case of a right turn of a car. The goal is to give enough time to the cyclist to stop or maneuver to avoid potential collisions.

## 1. Introducción

El uso de la bicicleta como medio de transporte ha aumentado alrededor del mundo en la última década, trayendo consigo desafíos de seguridad vial ya que los actores presentes en las vías deben adaptarse a la nueva realidad y convivir en el espacio público.

Las colisiones entre automovilistas y ciclistas representan un gran porcentaje del total de accidentes de tránsito. Según datos publicado por CONASET<sup>1</sup> para Chile, el 6% del total de fallecidos en siniestros viales son ciclistas. Durante el 2016, en 3.953 accidentes de tránsito estuvo involucrada la bicicleta y en dichos

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

In: Proceedings of the IV School of Systems and Networks (SSN 2018), Valdivia, Chile, October 29-31, 2018. Published at <http://ceur-ws.org>

<sup>1</sup><https://www.conaset.cl/ciclistas/>

accidentes resultaron 93 ciclistas fallecidos y 3.326 lesionados. Un punto particular de riesgo de colisión son las intersecciones debido a la frecuencia con que el flujo de automovilistas y ciclistas se cruzan, según señala ITARDA<sup>2</sup>. Además, de acuerdo a “Traffic Safety Facts 2011”, NHTSA<sup>3</sup>, en Estados Unidos un 31% de los accidentes de tránsito ocurrió en intersecciones.

Es por esto, que se considera importante aportar en la reducción de las colisiones entre automovilistas y ciclistas, con el fin de disminuir la cantidad de accidentes y fallecidos por este tipo de colisiones, ya que el uso de la bicicleta ha aumentado tanto en Chile como a nivel mundial y es importante afrontar este nuevo escenario previniendo fatalidades y accidentes para mejorar las condiciones viales y la calidad de vida de las personas en general.

## 2. Trabajo relacionado

Diferentes estudios han abordado problemáticas con respecto a la seguridad vial, en donde se pueden definir tres temas a abordar para esta problemática en particular:

- Seguridad de usuarios vulnerables de las vías
- Comunicación entre usuarios de las vías
- Algoritmos de predicción de comportamiento vehicular

La seguridad de los usuarios en las vías es un tema que ha sido estudiado por varios años. Sobre la necesidad de implementar sistemas de alerta temprana para usuarios de las vías, [Rut13] menciona que estos sistemas serían un aporte para los transeúntes y usuarios

<sup>2</sup><https://www.itarda.or.jp/english/>

<sup>3</sup><https://www.nhtsa.gov/>

de las vías ya que mejoraría la seguridad de ellos al proveer sistemas activos de prevención de potenciales accidentes.

En el marco de las smart-cities, se ha estudiado [Una16] como el sistema cooperativo de seguridad para VRU<sup>4</sup> [Her05], puede ser utilizado para alertar a ciclistas acerca de vehículos que se aproximan con el fin de aumentar la seguridad de las vías y disminuir el número de accidentes de tránsito en donde hay ciclistas involucrados.

Para la predicción de giros de vehículos hacia la derecha, existen varios modelos que se presentan en el artículo [Lef14], donde se propone una clasificación de los sistemas de detección en tres niveles:

- Basado en variables físicas
- Basado en maniobras del conductor
- Basado en interacciones e interdependencias de los agentes del tráfico

En sistemas de comunicación bidireccional, la información que se intercambia con vehículos, es generalmente de datos físicos, tales como velocidad, posición y aceleración, por lo que utilizar esta información para la predicción de giros de automóviles en intersecciones es ideal para el sistema que se desea desarrollar, ya que el algoritmo de predicción de giro funcionará en la red con la información que se envía desde los automóviles.

### 3. Análisis Preliminar

Según los resultados obtenidos por [Una16] en la arquitectura propuesta por [Her05], el tiempo que toma el llegar un mensaje desde el vehículo hasta una bicicleta presente en la vía, es de 1,0059 segundos en promedio.

Por otra parte, el algoritmo de predicción de giros de [Lief13] estima que el tiempo previo a la colisión necesario, para que un ciclista alcance a reaccionar es de 1,6 segundos, entregando predicciones de 3 segundos en promedio de anticipación para el giro vehicular.

El escenario que se utilizó para evaluar estos tiempos, consideran a un vehículo y un ciclista viajando en el mismo sentido y en paralelo, con el vehículo circulando por la calle y el ciclista por la ciclo vía adjunta a la calle.

Considerando ambos tiempos el tiempo de reacción que otorgaría un sistema de alerta temprana para ciclistas, sería de 2 segundos por lo que permitiría al ciclista a reaccionar a tiempo para evitar la colisión.

<sup>4</sup>Vulnerable Road User

### 4. Trabajo a desarrollar

Para prevenir los accidentes entre automovilistas se propone un sistema de comunicación similar al propuesto en [Her05] en donde se instalan dispositivos de comunicación en los automóviles, para enviar sus datos de: posición, velocidad, aceleración y dirección hacia una RSU<sup>5</sup> utilizando el protocolo de comunicación 802.11p-OCB con una WAVE<sup>6</sup> generada para proporcionar la comunicación entre los vehículos y la infraestructura RSU.

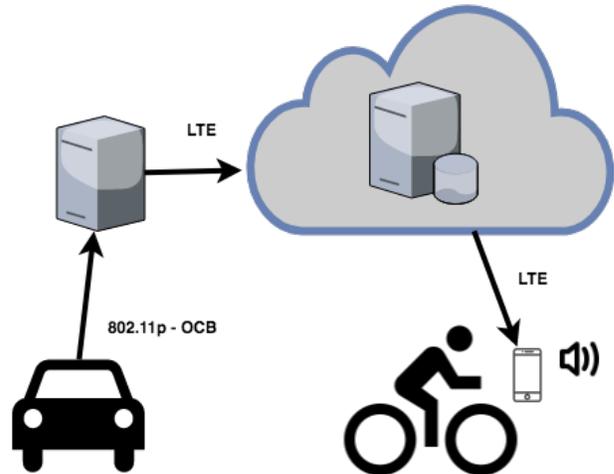


Figura 1: Arquitectura propuesta

La RSU se comunicará con un sistema central de procesamiento en la nube, utilizando tecnología LTE<sup>7</sup>, para enviar la información recibida desde los vehículos, para que en dicho sistema central, se procesen los datos de los vehículos con el algoritmo propuesto en [Lief13] para predecir por cada vehículo, si es que girará hacia la derecha en la intersección o continuará su trayectoria. Si es que se predice que un vehículo va a girar en la intersección, se enviará una alerta a todos los ciclistas que vayan por la ciclo-vía por donde pasará el vehículo, para que el ciclista pueda detenerse y evitar una posible colisión. Para enviar la señal al ciclista, se considera utilizar tecnología LTE para enviar la alerta al celular del ciclista por medio de una aplicación móvil a la cual estará suscrito el ciclista.

Para el algoritmo de predicción de giros, se realizarán pruebas con datos de Cologne, Alemania, para validar la eficacia de los modelos de conductor inteligente y la predicción en base a los perfiles de velocidad y aceleración generados. Cabe destacar que se busca que este algoritmo de predicción otorgue del tiempo suficiente de predicción para poder alertar al ciclista considerando los retardos comunicacionales generados

<sup>5</sup>Road Side Unit

<sup>6</sup>Wireless Access in Vehicular Environments

<sup>7</sup>Long-Term Evolution

por la arquitectura de comunicación propuesta.

## 5. Simulador

Para la construcción del simulador, se utilizará SUMO<sup>8</sup>, OmNet++<sup>9</sup> y el framework Veins<sup>10</sup>. SUMO provee el simulador microscópico de tráfico vehicular donde se muestra una intersección de calles y los vehículos que circulan por dicha intersección, incluyendo automóviles y bicicletas por sus ciclo-vías respectivas. Por otra parte, OMNeT++ construye la red de comunicación entre los vehículos, proveyendo las capacidades necesarias para que cada vehículo de la red pueda comunicarse con otros vehículos presentes en la red, tales como las bicicletas. Finalmente, el framework Veins, realiza la función de coordinación entre el simulador de tráfico SUMO y el simulador de redes OMNeT++.

Para probar al sistema, se considerará pérdidas de paquetes de 5%, 10% y 20% entre el vehículo y el RSU, considerando la posibilidad de aumentar la pérdida si es que las pruebas resultan exitosas. También se considerará cantidad variable de vehículos presentes en la intersección y ciclistas en la ciclo-vía. En todos los casos, se busca determinar el tiempo de predicción que otorga el sistema de predicción para el ciclista, desde el momento en que llega la alerta hasta que se produce el giro del vehículo y el porcentaje de éxito al predecir giros.

Posteriormente, se realizarán pruebas acerca de los posibles factores externos que tengan algún efecto en el porcentaje de éxito de predicción de giros, y el tiempo de predicción del sistema.

## Referencias

- [Her05] Hernandez-Jayo U., De-la Iglesia I., Perez J. V-Alert: Description and Validation of a Vulnerable Road User Alert System in the Framework of a Smart City. *Sensors*. 2015;15:18480–18505. doi: 10.3390/s150818480
- [Una16] Unai Hernandez-Jayo, Jagoba Perez, Idoia de-la-Iglesia, Roberto Carballedo, CS4VRU: Remote monitoring and warning system for Vulnerable Road”, *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) 2016 13th International Conference on*, pp. 153-158, 2016.
- [Lie13] M. Liebner, F. Klanner, M. Baumann, C. Ruhhammer and C. Stiller, “Turn-Intent

Analysis Using Body Pose for Intelligent Driver Assistance”, *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, vol. 5, no. 2, pp. 10-21, 2013.

- [Lef14] S. Lefèvre, D. Vasquez and C. Laugier, “A survey on motion prediction and risk assessment for intelligent vehicles”, *ROBOMECH Journal*, vol.1, no. 1, 2014.
- [Lie13] M. Liebner, F. Klanner, M. Baumann, C. Ruhhammer and C. Stiller, “Velocity-Based Driver Intent Inference at Urban Intersections in the Presence of Preceding Vehicles”, *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, vol. 5, no. 2, pp. 10-21, 2013.
- [Rut13] Andreas Rutgersson, A study of cyclists’ need for an Intelligent Transport System (ITS), *Department of Civil and Environmental Engineering, Division of GeoEngineering, Road and Traffic Research Group, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Göteborg, Sweden 2013, Master’s Thesis 2013:16*

<sup>8</sup><http://sumo.dlr.de/index.html>

<sup>9</sup><https://omnetpp.org/>

<sup>10</sup><http://veins.car2x.org/>