

# Plan de Trabajo Final

## Carrera Ingeniería de Sistemas

### Facultad de Ciencias Exactas – UNICEN

**Tema:** Herramienta para la edición y evaluación de redes de tráfico vehicular

**Alumno/s:** Palermo, Ignacio; Rivera Laguna, Julio

**Director:** Dr. Rubiales Aldo

**Codirector:** Ing. Risso Mariano

#### 1. Introducción

El tráfico urbano se ha convertido en uno de los factores más influyentes en la calidad de vida de los habitantes de las ciudades y áreas metropolitanas. El crecimiento en estas áreas crea problemas en el tráfico que se ha acentuado en las últimas décadas, y tiende a aumentar aún más si no se toman las medidas adecuadas. Particularmente, en Argentina, el tamaño del parque automotor se ha duplicado en los últimos diez años [1][2]. Es por este motivo que en los últimos años la ingeniería de transporte se ha convertido en un área de investigación muy activa.

Junto con el crecimiento de la población, las ciudades se han convertido en los principales centros de actividades económicas, lo que ha aumentado la concentración de habitantes en ellas. Esto requiere que los sistemas de transporte se adapten de manera de responder a las necesidades de desplazamiento de personas, como así también de los productos que se generan o consumen.

En la mayoría de las ciudades, un aumento en la capacidad no es posible, ya que no existe espacio físico para generar nuevos caminos. Además, un aumento en la capacidad no siempre es una solución, ya que aumentar la capacidad no asegura que se disminuya la congestión global de todo el sistema [3]. Este rápido crecimiento del tráfico en las ciudades ocasionó que las redes de transporte se conviertan en sistemas cada vez más complejos, con características que varían ampliamente de un caso a otro. Si la congestión generada en estas redes puede ser aliviada adecuadamente, varios problemas sociales pueden ser resueltos. Entre ellos se puede mencionar el ahorro de tiempo y combustible, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el estrés de la población. Para poder utilizar la red de una manera eficiente, conocer el comportamiento a priori de la misma es fundamental. Es por ello que cada vez existen más proyectos y desarrollos que apuntan a simular el comportamiento de las redes de tráfico vehicular [4-13].

Actualmente, existe una gran cantidad de plataformas de simulación que se han desarrollado como respuesta a la creciente necesidad de analizar problemas relacionados con el complejo problema del tránsito vehicular. Las plataformas de simulación pueden, entonces, ser clasificadas de acuerdo al modelo de tráfico que utilicen en macroscópica [14], mesoscópica [15], microscópica [16-17] y sub-microscópicas [18]. En este caso, el trabajo se aplicará a modelos microscópicos. En este tipo de modelos, las variables de interés se relacionan con el comportamiento de vehículos individuales respecto a la infraestructura y a los demás vehículos en ella. Los modelos microscópicos tratan de modelar el tránsito describiendo el

comportamiento individual de cada uno de los vehículos. Por ejemplo, una maniobra de cambio de carril por parte de un conductor requiere del conocimiento de la posición del vehículo que lo precede en el carril actual, como así también del carril en el cual se desea reubicar. La duración de la maniobra de cambio de carril puede ser calculada. Hoy en día existe una amplia variedad de simuladores microscópicos disponibles y no se justifica desarrollar uno desde cero. Más concretamente la herramienta a utilizar para la simulación microscópica de tráfico vehicular se denomina SUMO "*Simulation of Urban MObility*" [19]. Esta elección se fundamenta en que se trata de un modelo microscópico que puede grabar las trayectorias de los vehículos de forma individual; que es de código abierto, y que puede ser fácilmente extendido; que es capaz de hacer simulaciones en tiempo real con una gran cantidad de vehículos y que tiene una comunidad de desarrollo muy activa.

## 2. Motivación

La verosimilitud y performance de la herramienta SUMO ha sido demostrada en diversos proyectos [20-21] y publicaciones [22-23]. Una de las mayores dificultades que se debe sortear a la hora de simular un escenario real es la tarea (no menor) que significa definir todos los aspectos necesarios para simular un red de tránsito. Este aspecto es una de las mayores deficiencias de SUMO ya que si bien el mismo cuenta con una interfaz gráfica para la visualización de la simulación, no provee una herramienta que simplifique la edición de la red y ninguno de sus componentes. La misma debe ser ingresada a través de archivos XML.

Es por eso que parte de este trabajo consiste en desarrollar una herramienta gráfica que permite editar una red urbana para la simulación en SUMO con una herramienta CAD (*computer-aided design*). Esta herramienta permite definir cada uno de los componentes de una red y sus parámetros. Es de destacar que dicha herramienta contará con la posibilidad de editar las fases de los semáforos, agregar detectores y generar diferentes escenarios de simulación, de manera asistida al usuario. Al mismo tiempo, provee facilidades para incorporar diferentes tipos de sensores que pudieran surgir a futuro (además de los induction loops y wifi access points), con los cuales será posible adaptar la herramienta en cuanto a la captura de datos de simulación desde diferentes fuentes.

Por otro lado existe la comunidad OpenStreetMap (OSM) que mantiene mapas de las diferentes ciudades para la utilización en GPS. Los mapas de OSM son mantenidos mediante software libre y sus datos se distribuyen bajo la licencia *Open Database License*. Los mismo pueden ser importados por la herramienta a desarrollar considerando las características especiales de SUMO y simplificar drásticamente la tarea de creación de las redes que serán simuladas posteriormente.

## 3. Objetivos

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar una herramienta informática que permite editar y generar escenarios de simulación para SUMO de manera asistida. Más precisamente dicha herramienta debe permitir:

- Crear una red de tráfico urbano de manera asistida. En la misma se debe poder crear, editar y borrar los diferentes componentes de una red (calles, semáforos, detectores, etc)
- Importar un mapa de OpenStreetMap y configurarlo para la simulación.
- Crear nuevos tipos sensores de manera sencilla. Además de los detectores estándar (induction loop y cámaras) se desarrolla la simulación de un nuevo tipo de detector inalámbrico. El mismo consiste en la simulación de un access point que detecta dispositivos móviles con la red inalámbrica activa.
- Modelar distintos tipos de Demanda.

Además, utilizando la interfaz TraCi [24] provista por SUMO, se generará automáticamente información que permita evaluar distintos aspectos de la red.

Una vez desarrollada la herramienta, se utilizará la misma para evaluar el comportamiento de este nuevo tipo de detectores y para obtener métricas a la hora de evaluar distintas configuraciones de tiempos de verde de los semáforos.

#### 4. Cronograma de actividades

Para el desarrollo de dicho trabajo se realizarán las siguientes actividades:

- **Estudio de distintos modelos de simulación de tráfico urbano.**  
En esta primera etapa se realizará un análisis introductorio a los distintos modelos de simulación de tráfico urbano microscópicos de manera de comprender el dominio de trabajo.
- **Análisis de arquitectura OpenStreetMap.**  
Estudiar los distintos aspectos de la arquitectura de OpenStreetMap considerando modelo de datos, integración con otras tecnologías, aplicaciones.
- **Estudio de la arquitectura de SUMO y su modificación.**  
En esta etapa se realizará un estudio de la arquitectura de SUMO y un análisis de la modificación del mismo para el agregado de un editor visual.
- **Diseño e Implementación del Editor.**  
En base a lo estudiado en las etapas anteriores se diseñará y desarrollará el Editor de red de tráfico integrando el mismo con SUMO y OpenStreetMap. De manera de poder obtener información on-line de OSM y simular las redes obtenidas de manera sencilla.
- **Incorporación de los sensores basados en redes wireless.**  
Se estudiará el comportamiento de access points funcionando como posibles detectores de los teléfonos celulares que se encuentren en una zona. Basándose en las simulaciones realizadas a través de SUMO, se emulará la información que dichos detectores enviarán a un base de datos centralizada.
- **Incorporación de los distintos modelos de Demanda.**  
Se desarrollarán los mecanismos para generar demanda de vehículos basado en diferentes técnicas (matrices, O-D, información recolectada a partir de detectores, aleatoria, basado en actividades, etc).

- **Estudio y análisis de resultados**

Con la herramienta desarrollada se confeccionará distintas redes con sus respectivas demandas de tráfico y se evaluará el desempeño de los nuevos detectores.

## 5. Bibliografía

- [1] Asociación de Concesionarios de Automotores de la Republica Argentina <http://www.acara.org.ar/>
- [2] Asociación de Fábrica de automotores <http://www.adeffa.com.ar/>
- [3] Bazzan, A.L.C., Klugl, "Case studies on the Braess paradox: simulating route recommendation and learning in abstract and microscopic models", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol.13, No. 4, pp. 299–319, 2005.
- [4] Veins <http://veins.car2x.org/>
- [5] eWorl <http://eworld.sourceforge.net/>
- [6] TransModeler <http://www.caliper.com/transmodeler/#.UyistKh5MYs>
- [7] MovSim: multi-model open-source vehicular-traffic simulator <http://www.movsim.org>
- [8] iTetris An Integrated Wireless and Traffic Platform for Real-Time Road Traffic Management Solutions <http://www.ict-itetris.eu/index.htm>
- [9] Environmental Monitoring in/of Metropolitan Areas <http://www.ibr.cs.tu-bs.de/projects/emma/index.xml?lang=en>
- [10] Un análisis de los modelos y métodos de optimización del tráfico urbano <http://www.uv.es/asepuma/XVII/702.pdf>
- [11] The "TAPAS Cologne" simulation scenario <http://sumo-sim.org/wiki/Data/Scenarios/TAPASCologne>
- [12] Larry E. Owen, Yunlong Zhang, Lei Rao, Gene McHale, "Street and traffic simulation: traffic flow simulation using CORSIM", Proceedings of the 32nd conference on Winter simulation, Pages 1143-1147, Society for Computer Simulation International, 2000.
- [13] Multitude Project. <http://www.multitude-project.eu/>
- [14] "VISUM." [Online]. <http://www.ptvamerica.com/index.php?id=1481>
- [15] "Mezzo." [Online]. <http://www.ctr.kth.se/mezzo.php>
- [16] "VISSIM." [Online]. <http://www.vissim.de/index.php?id=1801>
- [17] "MITSIM." [Online]. <http://mit.edu/its/mitsimlab.html>
- [18] "PELOPS." [Online]. <http://www.pelops.de/UK/index.html>
- [19] "SUMO." [Online]. <http://sumo.sourceforge.net/>
- [20] "CityMobil." [Online]. <http://www.citymobil-project.eu/>
- [21] "TraNS." [Online]. <http://lca.epfl.ch/projects/trans>
- [22] Sommer, C. and Dressler, F., "Progressing toward realistic mobility models in VANET simulations", Communications Magazine, IEEE, Vol.46, No. 11, pp.132-137, 2008.
- [23] Krajzewicz, D. and Hertkorn, G. and Wagner, P. and Rossel, C., "An example of microscopic car models validation using the open source traffic simulation SUMO", Proceedings of Simulation in Industry, 14th European Simulation Symposium, pp. 318-322, 2002.
- [24] AxelWegener, Micha<sup>3</sup> Piórkowski, Maxim Raya, Horst Hellbrück, Stefan Fischer and Jean-Pierre, "TraCI: An Interface for Coupling Road Traffic and Network Simulators", Institute of Telematics, University of Luebeck, Germany; LCA Lab, EPFL, Lausanne, Switzerland.