

Automatización en la Captura de Datos para el Modelado de Flujo Vehicular en Zonas Urbanas

Julio Monetti, Oscar Leon, Mariana Brachetta, Paola Caymes Scutari,
Paulo Celeste Sanchez, Alesis Manzano

Universidad Tecnológica Nacional – FRMendoza

Rodriguez 273 – Mendoza

Teléfono: 5244502

jmonetti,oleon,mbrachetta,pcaymesscutari{frm.utn.edu.ar}
caincelest08@hotmail.com,alesismanzano@gmail.com

Resumen

El trabajo tiene por objeto establecer metodologías de análisis del flujo vehicular a través de técnicas no convencionales de captura y procesamiento de datos. Se han adoptado tecnologías basadas en GPS para complementar observaciones *in-situ* de las áreas de estudio. Esto permite la recolección automática de datos sobre la circulación de un vehículo en las áreas de estudio, obteniendo así una base de datos con información estadística sobre trayectorias obtenidas por vehículos de prueba. Esta información luego es utilizada por algoritmos que revelan condiciones especiales en el flujo vehicular.

Esta información dinámica es dispuesta sobre mapas previamente digitalizados a partir de algoritmos que establecen la georeferenciación de puntos de interés (como resultan el cruce de calles) o sectorización de los mismos.

Palabras Claves: Tránsito Vehicular, GPS, Georeferenciación, Android.

Contexto

Esta línea de Investigación surge como interés de docentes y alumnos de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional. Oportunamente se presentó un proyecto PID financiado por la UTN que abarca actividades de investigación y desarrollo relacionadas con la ingeniería de tránsito.

Introducción

En la actualidad, la planificación y diseño de vías de circulación (calles, rutas, autopistas) representa una tarea imprescindible en aquellas áreas urbanas, donde el crecimiento del parque automotor amenaza la dinámica en la circulación de sus habitantes.

La ingeniería de tránsito, como una disciplina que estudia la solución de problemas de circulación [1,2], provee el conocimiento y las herramientas para realizar modelos de tránsito, donde pueden ser simuladas situaciones particulares. Luego, la observación de los componentes del sistema de transporte: vías de tránsito, vehículos, etc, permite describir tales si-

tuaciones, modelar escenarios y proponer soluciones basadas en obras civiles o modificación de políticas de circulación (por ejemplo establecer nuevos tiempos de semáforización).

Este proyecto tiene como objeto de estudio la confección de una metodología estándar que permita automatizar la captura, almacenamiento y procesamiento de datos referidos a la dinámica vehicular en zonas urbanas. Con ello se pretende determinar aquellas variables (endógenas o exógenas) que determinan situaciones de congestión vehicular.

El objetivo principal de la investigación está enfocado principalmente en afianzar conocimientos sobre la dinámica vehicular en ambientes urbanos, y en particular en la provincia de Mendoza, su modelado matemático y posterior presentación de escenarios para la propuesta de soluciones como las mencionadas anteriormente.

Se establece un marco teórico a partir de la observación y el uso de software destinado al modelado vehicular a través de micro y macro modelos de tránsito. Para la aplicación del software resulta necesaria una recolección de datos adecuada que permita calibrar variables, almacenar información estadística, etc. Para ello, el grupo ha indagado previamente el mercado de dispositivos GPS con el objeto de determinar cuál es la mejor forma para obtener datos de un vehículo en movimiento. Como resultado de esta investigación, se han adquirido dispositivos de recolección de datos, para generar información sobre la circulación de vehículos de prueba y posteriormente crear modelos sobre el escenario circundante.

Se han comenzado las actividades con el análisis teórico sobre distintas metodologías de medición y estudio de la dinámica vehicular. Para ello los integrantes del grupo se relacionaron con docentes de la

cátedra "Tránsito y Transporte" de la UTN, quienes a través de ejercicios prácticos (de campo y laboratorio) sobre conteo vehicular, análisis de flujo, dispositivos de medición, etc. exponen cuales son las variables susceptibles de estudio para conformar un modelo de tránsito útil. Las mediciones se basan en técnicas estándares de muestreo y conteo, las cuales son posteriormente informatizadas con el objeto de contar con información fácilmente accesible y suficiente para el modelado de variados escenarios sobre zonas urbanas. Las muestras corresponden a un conjunto de datos en bruto, provenientes de los dispositivos de georeferenciación, que procesados convenientemente, generan información pertinente y útil para describir la dinámica vehicular.

El procesamiento de la información propuesta requiere algoritmos y arquitecturas computacionales que permitan el procesamiento masivo, con el objeto de brindar tiempos de respuesta cualitativamente aceptables. Para ello, el grupo analiza la utilización de técnicas de procesamiento basadas en el cálculo paralelo/distribuido.

De la misma forma, se estudia la posibilidad de almacenamiento masivo, con el objeto de mantener la totalidad de las muestras obtenidas del conteo vehicular. Esto requiere de un adecuado análisis del motor de base de datos que contendrá los mismos.

Método del Auto Flotante

El flujo vehicular puede ser analizado a través de la observación *in-situ* o por cámaras estratégicamente ubicadas. Este tipo de observación permite estudiar condiciones de tránsito en el punto de observación; y aunque es la metodología más utilizada, presenta un gran grado de error en el conteo automático de vehículos, y

resulta inadecuada si se intenta describir las características de circulación a través de una trayectoria.

El método del *auto flotante*, consiste en capturar datos desde un vehículo en movimiento, el cual debe circular junto con el flujo total de vehículos a una velocidad promedio, y en lo posible intentando imitar el comportamiento del resto de los vehículos. La principal variable de medición es la velocidad del vehículo en puntos de estudio particulares. Esta forma de captura de datos es útil cuando se estudia la circulación entre diferentes puntos de la ciudad. En el presente proyecto, todos los estudios están basados en el método del auto flotante, el cual establece una trayectoria $x_\alpha(t)$ para cada vehículo de prueba α en un tiempo t . Luego, es posible representar la trayectoria como un “collar de perlas” [4] o traza (ver figura 1), donde cada elemento (o perla) representa la información puntual de la circulación de un vehículo.



Figura 1. Conjunto de muestras obtenidas por el dispositivo GPS a través de una trayectoria $x_\alpha(t)$ (collar de perlas).

Cada muestra (ver tabla 1), representada por un punto negro en la figura 1 contiene la información necesaria para realizar un análisis cruzado para diferentes tiempos y puntos de estudio. Para un tramo se cuenta con una determinada cantidad de “per-

las”, obtenidas a través de diferentes vehículos de prueba α y diferentes tiempos t .

Id del dato	1
Fecha	12/03/2012
Hora	21:12:05
Velocidad	12
Latitud	S32.89775
Longitud	W68.85394

Tabla 1. Ejemplo de información contenida en una muestra puntual tras la circulación de un vehículo. (Corresponde a un punto particular en la figura 1)

El procesamiento conjunto de todas las muestras permite caracterizar la información almacenada en dos tipos de información principales:

1. *Basada en el Punto*: Para establecer las características de circulación en un punto específico demarcado por cada dato (*latitud, longitud*). Luego, y a partir de numerosas muestras sobre el mismo punto, es posible identificar situaciones anómalas en dicho punto.

2. *Basada en la Sección*: Permite establecer las características de circulación en un tramo que va de esquina a esquina. Este tipo de información permite establecer zonas de máxima aceleración, congestión, semaforización inadecuada, etc. en tramos particulares de una calle.

Base de Datos

En la estructura de la base de datos se pueden diferenciar dos tipos principales de información:

1. *Información Estática*: Se cuenta con información sobre puntos georeferenciados a lo largo de las zonas de estu-

dio. Estos puntos luego conforman una malla interconectada que puede ser interpretada como un grafo dirigido.

2. *Información Dinámica*: Básicamente compuesta por información sobre la circulación de vehículos de prueba sobre diferentes trayectorias. Los datos corresponden a velocidades promedio, máximas, mínimas por tramo, conjunto de tramos etc. La contrastación de esta información con la malla de información estática permite generar estadísticas sobre la dinámica vehicular por tramos, observar zonas de congestión, etc.

Se debe considerar que cada traza puede contener miles de lecturas; y que para contar con una muestra estadística adecuada se debe contar con gran cantidad de trazas sobre la misma zona de estudio. Esto obliga a almacenar en la base de datos una enorme cantidad de registros (conteniendo entre otros datos, los descritos en tabla 1), los cuales deben ser consultados y procesados en forma conjunta. Luego se torna necesario una ingeniería pormenorizada de la base de datos: sus tablas, índices relaciones, etc. Se utiliza la base de datos *Postgresql* para contener los datos y el lenguaje *SQL (Structured Query Language)* para realizar la consulta de la misma.

Procesamiento de los Datos

El correcto procesamiento de los datos provenientes de las trazas genera información útil para describir modelos urbanos, sus zonas de congestión, etc. El procesamiento de datos supone entre otras acciones:

1. La clasificación de cada traza de acuerdo al área de estudio.

2. La extracción de datos a partir del archivo de texto plano generado por los dispositivos GPS (*parser*).
3. El filtrado de datos “sucios” o inútiles dentro de cada traza.
4. La obtención de velocidades agrupadas por tramos: máximas, mínimas, promedio, etc.

Cada una de estas acciones se encuentran materializadas como métodos dentro de clases Java. La utilización de dichas clases permite el modelado de un sistema de información integral que permite un análisis pormenorizado de los datos previamente almacenados; permitiendo luego la confección de modelos matemáticos/estadísticos que describan el comportamiento vehicular, y en la medida de lo posible realizar predicciones sobre el estado futuro.

Líneas de Investigación y Desarrollo

El alcance del presente proyecto consiste en realizar trabajos de investigación del funcionamiento de dispositivos GPS, la aplicación del un sistema de información adecuado para la recolección automática de datos, y la utilización de los sistemas de computación distribuidos para implementar un prototipo de software que informe sobre las características de cada tramo bajo la zona de estudio, de acuerdo las condiciones de tráfico de la ciudad.

Se prevé como línea de investigación futura la investigación tecnológica y posterior desarrollo de un sistema para la transmisión de datos en tiempo real. El funcionamiento del sistema se basa en la transmisión y recepción de datos de la localización de cada un vehículo que integra el sistema. La localización de un vehículo será determinada por tres parámetros, a saber (*longitud, latitud, hora*).

Además, el sistema tendrá en cuenta en todo momento el destino final del conductor. Estos datos, sumado al estudio y aplicación de diversos algoritmos, permitirán trazar una ruta óptima de desplazamiento que permita evitar puntos de mayor densidad vehicular entre el origen y el destino, minimizando el tiempo de desplazamiento y reduciendo los niveles de contaminación ambiental, entre otras cosas.

Resultados y Objetivos

Actualmente se cuenta con un prototipo del sistema de información anteriormente descrito que permite el reconocimiento de ficheros de texto generados por diferentes dispositivos GPS, el almacenamiento y posterior generación de información.

Por otro lado, se cuenta también con módulos *Java Micro Edition*, los cuales han sido instalados en teléfonos celulares bajo el sistema operativo *Android*. Se han obtenido buenos resultados en la adquisición de datos, lo que permite fijar un nuevo objetivo en la investigación: la transmisión en tiempo real de los datos obtenidos por el auto flotante.

El grupo se plantea también como objetivo a mediano plazo contar con algoritmos que permitan un análisis de congestión a través del establecimiento de centroides o puntos de convergencia.

Formación de Recursos Humanos

Los nuevos conocimientos adquiridos, se consideran de gran utilidad tanto en el ámbito laboral del Ingeniero en Sistemas de Información e Ingeniero Civil, como así también para aquellos integrantes del grupo de investigación que han mostrado un marcado interés por las actividades de investigación y desarrollo.

Cabe destacar que en el presente proyecto se ponen en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de Ing. en Sistemas de Información y Civil, articulando los mismos con los nuevos conocimientos adquiridos.

Esta línea de investigación prevé la formación de estudiantes (futuros ingenieros) en el área de Ingeniería de Tránsito, en una relación estrecha con docentes investigadores que puedan brindar su asistencia y transmitir su experiencia en el área de la investigación y desarrollo de sistemas de información.

Referencias

1. XIE, Feng & LEVINSON, David. (2011) *Evolving Transportation Networks*. USA. Springer. ISBN: 978-1-4419-9803-3.
2. CAL Y MAYOR, Rafael & CARDENAS, James. (2007): *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones*. 8° Edición. Alfaomega Grupo Editor. Mexico, DF. ISBN: 970-15-1238-3.
3. KITAMURA, Ryuichi & KUWAHARA, Masao. *Simulation Approaches in Transportation Analysis. Recent Advances and Challenges*. 2005. Springer. USA. ISBN: 0-387-24108-6.
4. WERNER, Huber; LÄEDKE, Michael & OGGER Rainer. *Extended Floating-Car Data for the Acquisition of Traffic Information*. Departamento de Ingeniería BMG AG. Munich, Alemania.