

Uso de autómatas celulares para el modelado Del Tráfico vehicular de carreteras

Iván Arsenio Condori Calizaya
Universidad Mayor de San Andrés
Carrera de Informática
Teoría de la Información y
Codificación
ivancid@msn.com

RESUMEN

Este presente artículo quiere dar a conocer que mediante el uso de autómatas celulares uno puede realizar modelos para el control y seguimiento del tráfico vehicular en carreteras.

Palabras Clave

Autómatas celulares, modelos macroscópicos, modelos microscópicos, longitud de segmento

1. INTRODUCCIÓN

El transporte vehicular cumple una función esencial en el desarrollo económico de un país, vinculando a las personas, comunidades, ciudades, proveedores y consumidores, facilitando el comercio y el turismo. Ahora bien la contribución positiva que realiza el transporte a la sociedad es importante en todas partes, pero también acarrea efectos negativos. En nuestro país por ejemplo en las ciudades capitales como ser La Paz, Cochabamba, Santa Cruz el aumento del parque automotriz sobrepasa la capacidad vehicular de nuestras avenidas céntricas para la cual fueron diseñadas. Desafortunadamente este incremento vehicular contribuye a la contaminación ambiental, la congestión vehicular y el número de accidentes, lo que genera enormes pérdidas económicas y el deterioro en la calidad de vida.



Figura 1 Tráfico Vehicular de La Paz



Trafico vehicular en la Ceja El Alto y calles adyacentes

Para dar solución al incremento del tráfico vehicular deben considerarse normas medio ambientales, espacios y dinero, que son aspectos que limitan las probabilidades de resolver el problema, mediante la modificación y construcción de las nuevas redes de transporte. Ante esta situación, en los últimos años se han desarrollado modelos para entender ampliamente el complejo desempeño del tránsito vehicular y así incrementar la capacidad vehicular de las vías y mejorar el manejo de los sistemas carreteros existentes.

Con estos modelos es posible estudiar diversos fenómenos que ocurren en el tráfico vehicular, como es la congestión vehicular, el comportamiento en el cruce de vías, los accidentes de tránsito, en el desempeño del flujo vehicular en los carriles de acceso a carreteras y la formación de filas en los peajes

2. MODELACION DEL TRANSITO VEHICULAR

En esencia el transito vehicular es causado por el flujo de vehículos en una vía, calle, avenida o autopista. El conocimiento del flujo vehicular en una red vial permite estimar el grado de ocupación y las condiciones en las que se operan cada segmento de las mismas. Con el análisis de los datos obtenidos en un determinado tiempo, es factible determinar, definir las tendencias de crecimiento, y el momento en el que ciertos segmentos

dejarán de prestar un servicio adecuado y se convertirán en cuellos de botella del transporte, paralizando el tráfico ocasionando demoras y perjuicios.

El Análisis de la información obtenida del tránsito de una red vehicular resulta fundamental para su normal desenvolvimiento, mantenimiento y desarrollo, este análisis es importante e indispensable para planificar actividades por realizar en la red. En lo que a infraestructura se refiere, facilita la asignación de tránsito en los nuevos segmentos propuestos, así como definir sus características geométricas estructurales. En los segmentos existentes, permiten priorizar las necesidades de mantenimiento, ampliación, definir el momento de las modernizaciones o reconstrucciones y señalar la necesidad de rutas alternas. En la operación, el conocimiento del flujo vehicular permite comparar la oferta de servicios con la demanda existente y realizar análisis operaciones que orienten el encauzamiento del tránsito y el desenvolvimiento de la red de tráfico vehicular.

Por estos motivos, se ve por conveniente desarrollar modelos para investigar el desempeño del tránsito vehicular y ayudar así en la toma de decisiones relaciones con él. Los factores involucrados en una modelación de tráfico son muchos como ser:

- La densidad del tráfico
- Vehículos que circulan por la longitud de segmento estudiado
- Los límites de velocidad
- Incorporaciones de tráfico a una vía rápida
- Bloqueos
- Vehículos lentos
- Semáforos
- Fechas de mantenimiento de vías, etc.

De hecho la teoría que se emplea detrás de todo esto es necesariamente compleja y representa el problema principal para desarrollar un modelo que ayude a analizar el desempeño del tráfico vehicular, ya que las soluciones analíticas, es decir empleando las matemáticas, cuando las hay no producen los resultados esperados, esto es porque es muy complicado encontrar una solución analítica buena, y si la encontrara la simulación computacional de esta es muy compleja de hacer en forma rápida y eficiente.

En General existen dos marcos conceptuales para modelar el desempeño del tráfico vehicular según sus características:

- Modelos Macroscópicos
- Modelos Microscópicos

Ambos responden con cierto grado de apego a la realidad, proporcionando datos de algunas características del flujo vehicular.

Los **modelos macroscópicos** se enfocan a captar las relaciones globales del flujo de tráfico, tales como la velocidad promedio de los vehículos, el flujo vehicular promedio y la densidad global de tráfico. Estos modelos asumen que el comportamiento de los conductores dependen de las condiciones del tráfico, y estudia el comportamiento de los autos a gran escala. Dentro de estos modelos también existen modelos puramente empíricos, denominados modelos de capacidad y nivel de servicio, que renuncian al planteamiento matemático preciso y se limitan a establecer relaciones empíricas entre las principales variables bajo control del diseñador (Véase fig. 2).

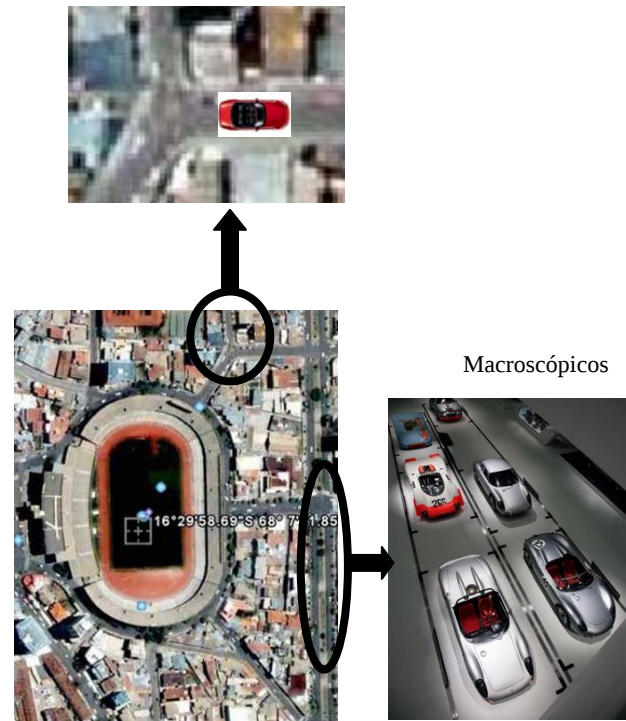


Figura 2

Por otro lado los **modelos microscópicos** se enfocan en la descripción del comportamiento del flujo de tráfico vehicular mediante descripciones de las entidades discretas individuales y atómicas que interactúan unas con otras.

Son modelos por lo general discretos, es decir finitos y contables en espacio, tiempo o en ambos. Los modelos microscópicos se pueden clasificar en modelos de seguimiento vehicular (car following), de velocidad optima y de autómatas celulares, siendo los dos primeros modelos continuos en espacio de tiempo o en ambos, aunque representan finalmente el tránsito vehicular, requieren una gran cantidad de recursos de computo, lo que los hace inadecuados para la simulación en la línea (real) del tránsito vehicular.

Ahora Bien, los modelos para tránsito vehicular basados en **autómatas celulares** han llegado a ser un método bien establecido para modelar, analizar, entender y aun para pronosticar el desempeño del tránsito vehicular real, debido a que la dinámica vehicular depende de un conjunto de reglas de evolución simple, fáciles de entender, computacionalmente eficiente y suficientes para emular el desempeño que se observa en el tránsito vehicular. La eficiencia de estos de estos modelos basados en autómatas celulares se debe a que simulan el espacio, el tiempo y el estado mediante variables discretas, es decir finitas y contables. En particular el segmento de calle que se simula se divide en celdas de igual tamaño y los vehículos conducen sobre la simulada calle mediante saltos de una celda a otra, en contraste con las simulaciones de espacio continuo, donde cada vehículo tiene una posición descrita por un numero real. (Véase fig. 3).

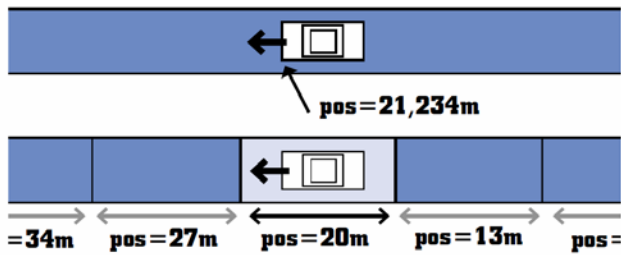


Figura 3 Diferencia entre una simulación con espacio continuo (arriba) y una con espacio discreto (abajo)

Modelar el tránsito vehicular mediante autómatas celulares esta en cada vehículo que circula por una vía de transporte superficial. Así, la red de transporte se divide en una malla con una topología ordenada, inducida por la topología real que se simula, que respeta las relaciones de conectividad y los de sentidos de circulación de la red original. El estado de los vehículos se caracteriza por su posición y velocidad la primera está determinada por su ubicación dentro de la malla y la segunda surge de las relaciones que el vehículo bajo análisis guarda con su entorno, determinado por los vehículos vecinos y la presencia de elementos externos como ser intersecciones, peajes, etc.

Por su estructura relativamente simple, los modelos de autómatas son ideales para hacer simulaciones masivas, con miles de vehículos. A partir de los resultados de estas

simulaciones, es posible observar fenómenos de difícil predicción con modelos macroscópicos. Por tanto, los modelos de autómatas celulares combinan las ventajas de la compleja micro simulación.

3. CONCLUSIONES

Los modelos basados en autómatas celulares son adecuados para planear el diseño de carreteras o redes urbanas, analizar su desempeño, determinar las causas de los congestionamientos y proponer modificaciones para mejorar el flujo vehicular.

4. REFERENCIAS

- [1] Carlos Mauricio Ramírez Espitia
Modelado y simulación de trafico vehicular empleando autómatas celulares
- [2] María Elena Larraga Ramirez
Simulación Del Transito Vehicular En Carreteras Usando Autómatas Celulares
- [3] Gaceta del Instituto de Ingeniería UNAM
<http://www.iingen.unam.mx/C11/Gaceta%20IUNAM/default.aspx>