

Modelo de Simulación de circulación Vehículos en las calles de San José, Costa Rica

Mag Yari Guevara Rivera, Eddy Miguel Ramirez Jimenez

Abstract—The abstract goes here.

Index Terms—Computer Society, ANN, Simulation, Traffic Lights, Model.

1 INTRODUCCIÓN

2 AMBIENTE PRESENTE EN EL PAÍS

EN Costa Rica a lo largo de los años se ha podido observar como la gran cantidad de vehículos automotores saturan sus principales ciudades, en especial el caso de su capital. Para el 2012 y según el periódico La Nación alrededor de 19.000 buses y 260.000 autos luchan por un espacio para poder avanzar por las calles de San José. [?]

Como parte de las medidas para mitigar problemas de embotellamientos, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) puso en funcionamiento, en el 2007, un sistema de semáforos inteligentes el cual funcionaba para ese entonces en 180 intersecciones de la capital haciendo uso de unas 145 cámaras aproximadamente. Sin embargo, en muchas ocasiones en las que se circuló por la capital, se pudo notar un problema en particular: en muchas situaciones un vehículo no podía continuar avanzando, esto por el hecho de que el semáforo de la siguiente intersección estaba en rojo. A pesar de contar con dicho sistema inteligente se seguían dando este tipo de problemas y para agravar la situación, al pasar por estas calles no es posible encontrar algún tipo de sensor el

cual le conceda la propiedad de inteligente a este sistema.[?]

Al persistir la presencia de embotellamientos, se presta más atención a una serie situaciones presentadas. Por ejemplo, puede darse el escenario en el cual hay automóviles esperando a que el semáforo pase a verde, una vez ocurrido esto y al momento en que estos llegan a la siguiente intersección el semáforo de ésta sigue en rojo, esto podría hacer pensar que el semáforo debería estar en verde justo antes de que lleguen, no obstante esto no ocurre siempre. Por otro lado en caso de estar esperando en una intersección a que el semáforo cambie, si no vienen automóviles en el otro sentido, no debería mantenerse en luz roja y lo ideal sería que cambie a luz verde.

Por último, cuando las luces de los semáforos cambian en secuencia, aparentan saber que se aproximan carros hacia ellos y que por lo tanto deben realizar el cambio de luz, pero esto ocurre por coincidencias de los ciclos de luces asignados a cada semáforo o son causa de una sincronizan llevada a cabo para realizar el cambio de luces de esta forma.

Muchas de las interrogantes generadas a partir de los puntos anteriores, fueron contestadas luego de poder asistir a una exhibición del sistema de control de tránsito, localizado en las oficinas del Centro de Control de Tránsito del MOPT en San José. Como resultado de esto quedó claro que no se trata de un sistema inteligente automatizado, sino de un sistema de control centralizado desde el cual los operadores del mismo pueden configurar los tiem-

- M. Shell is with the Department of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, 30332. E-mail: see <http://www.michaelshell.org/contact.html>
- J. Doe and J. Doe are with Anonymouse University.

Manuscript received April 19, 2005; revised January 11, 2007.

pos para los cambios de luces de los semáforos dentro de la red.

3 PROBLEMÁTICA

3.1 El Problema y la solución Actual

La gran cantidad de vehículos automotores que circulan en las diferentes áreas de San José provocan día a día embotellamientos que aumentan el tiempo requerido para ir de un punto a otro, así como el consumo de combustible y por ende las emisiones de gases contaminantes. La situación se presenta más alarmante cuando el mismo alcalde de San José, el señor Johnny Araya afirma que la cantidad de autos mencionados anteriormente ocupan un 70% del espacio vial en la capital, pero únicamente trasladan el 30% del millón de personas que ingresan a San José todos los días.[?]

De acuerdo con la entrevista realizada a Iver Brade Monge, del Centro de Control de Tránsito del MOPT, actualmente en Costa Rica el sistema con el que se cuenta es centralizado para permitir así el control de los semáforos, no obstante el proceso es manual y debe ser realizado por los operadores del mismo, los cuales de acuerdo con las estimaciones que realicen se aumenta o disminuye el tiempo de duración de la luz verde del semáforo, utilizando datos brindados por los contadores o cámaras localizados dentro de la red de semáforos. Los datos de los contadores se emplean para determinar como aumenta o disminuye la cantidad de automóviles que para por una determinada intersección, mientras que las cámaras se emplean para poder visualizar la existencia o no de congestiones en las calles.

3.2 Infraestructura Vial

Quizás uno de los principales causantes o factores que propician los embotellamientos a nivel nacional, corresponde a la forma en que fueron diseñadas las calles sobre todo en la capital. Un recorrido por éstas muestra aspectos el ancho de las calles que por lo general poseen dos carriles, alguno de los cuales puede ser utilizado como zona de parqueo, de carga y descarga o simplemente para permitir que

los autobuses, taxis o similares puedan dejar o llevar pasajeros. Presentándose alguno de los casos mencionados, la capacidad de cada calle o avenida se reduce considerablemente y en algunos casos puede pasar de poseer dos carriles disponibles a sólo uno.

3.3 Cultura y Sociedad en las Vías Públicas

El no disponer de una fluida circulación dentro de estas áreas responde a diferentes motivos, unos son culturales tal como lo menciona el autor de la siguiente nota: *"algunos choferes agravan los atascamientos debido a maniobras indebidas, al ignorar la luz roja de los semáforos o cuando irrespetan las zonas prohibidas para estacionarse... La gente no aplica la cortesía, no tiene paciencia y todo eso va perjudicando."* [?]

A pesar de la existencia de legislaciones que buscan mejorar las condiciones dentro de las zonas más congestionadas de la capital, se han presentado en ciertas ocasiones en el que problemas en esta materia causando cambios por decisiones gubernamentales, tal y como ocurrió en junio del 2009 periodo durante el cual se dio la eliminación, temporal, de la restricción vehicular para ingresar a San José causando un aumento, para ese tiempo, del 25% de vehículos con personas que trataban de llegar a sus destinos dentro de la capital. Con eso no sólo se dio incremento de automotores, sino que también se dieron aumentos en la duración de las horas de mayor concentración de los automóviles y que de acuerdo con datos de ingeniería de tránsito se estaban perdiendo entre un 10% y 30% en la disminución del tiempo empleado por los automóviles, así como dejarse de obtener un ahorro de \$3 millones anuales en combustible.[?]

Si bien la restricción vehicular fue implementada como una forma de disminuir la cantidad de vehículos automotores, no todas las personas toman esto como un incentivo para hacer uso del transporte público, si no que más bien lo ven como un obstáculo que los obliga a buscar una ruta alterna a la tradicional.

No obstante, los eventos anteriores terminan viéndose intensificados por la falta de una regulación adecuada de los semáforos. Aun contando con el sistema mencionado, no es

seguro que se logre reducir los problemas para circular con fluidez dentro de los lugares más visitados, ya que la cantidad de vehículos es cambiante, por lo cual al momento de realizar los ajustes mencionados, ésta puede estar variando de forma que se torna ineficiente la regulación de dichos tiempos.

4 EL MODELO DE SIMULACIÓN

Como parte del trabajo a realizar se plantearon dos etapas importantes. La primera corresponde a la realización del modelo de simulación mencionado a continuación, mientras que la segunda parte (no contemplada en el documento) presenta la combinación de dicho modelo junto con la implementación del modelo de red neuronal para que esta pueda ser evaluada mediante simulaciones de eventos.

4.1 Detalle del Experimento

Dado la falta de un dato importante como lo son los tiempos de espera de los vehículos, cuando circulan por las calles de San José, resulta necesario llevar a cabo una simulación de los cambios de luces para los semáforos y del flujo de vehículos presentes en el área.

Existen diferentes escenarios por los cuales se puedan dar los problemas planteados anteriormente, para este trabajo se utilizará como zona de estudio la representada en la figura ??



Fig. 1. Diagrama de Calles, San Jose Costa Rica (Google Maps)

Basado en dicha imagen, se plantea el problema de cambio de las luces de los semáforos tomando como referencia la **avenida: 2, 4, 6 y 8**, y las **calles: 12, 10, 8 y 6**. Para este caso la avenida segunda se ve afectada fuertemente por los vehículos automotores que quedan en medio de las intersecciones, si bien este es un problema más cultural, se vería mitigado al contar con una red de semáforos inteligentes que tomen decisiones basados en su entorno.

Así por ejemplo, al presentarse una disminución del flujo de vehículos automotores desde la intersección de la avenida 6 y calle 10 hasta la avenida segunda, debido a que los semáforos de estas están pasando a la luz roja, posiblemente se generará una obstrucción en los carros que circulan a través de la avenida segunda. Al presentarse este escenario, muchos de los vehículos no podrán pasar aun cuando tengan la luz verde permitiéndoselos.

Dependiendo de las condiciones en ese momento, ya sea un alto número de vehículos automotores en la cercanía o la presencia de una fuerte lluvia que dificulte la conducción, es probable que se genere un efecto en cadena el cual culminará afectando, con igual o mayor rapidez, otras áreas.

Es aquí donde la primera parte de este trabajo (la simulación) entra en juego. Para este caso la simulación sólo comprenderá escenarios normales dentro de la zona, si ningún evento o factor que altere la presencia o el flujo de vehículos dentro de la misma. Otro aspecto importante a considerar es que el periodo a evaluarse corresponde a la franja horaria de las 4pm a las 6pm, dado que según estimaciones realizadas en el MOPT, presenta una tendencia de flujo más constante en comparación con las horas de la mañana donde se obtienen picos pronunciados en menor tiempo, correspondientes al traslado de personas a su lugar de trabajo.

Siguiendo estas consideraciones, la simulación a implementar tomará en cuenta la llegada de vehículos a la zona por medio de las calles o avenidas que conducen hacia la zona, es decir, calles cuya dirección o sentido llevan a los conductores hacia el área mencionada. De igual forma, se debe garantizar

la circulación de los vehículos en las calles. Por lo anterior, en caso de presentarse una obstrucción en algún carril los carros deben ser capaces de realizar el cambio a un carril adyacente, teniendo en cuenta que cada calle tiene al menos dos carriles disponibles, salvo los casos como la avenida segunda la cual cuenta hasta con cinco, o las calles y avenidas que posean zonas de carga y descarga que este puede reducirse a sólo uno, no obstante este caso sólo se presenta una vez dentro de la zona.

Finalmente, los vehículos han de circular dentro del área y en cada intersección tomarán una decisión si continúan en línea recta o si dan vuelta en la calle, esto basado en el destino que cada automotor tenga. Para todos los casos a saber: cambios de carril, llegada de vehículos y tendencias de flujos de los mismo, se han de emplear distribuciones probabilísticas que permitan determinar cada uno de estos.

Por otro lado y como etapa posterior, se ha pensado en la incorporación a la simulación de diferentes factores que alteren el flujo normal del tráfico, éstos pueden darse de diferentes formas ya sea generando obstrucciones u obligando a reducciones de velocidades, sin importar el caso todos repercuten en cierta forma las calles por medio de los congestionamientos que generan.

4.2 Factores a Considerarse

Basándose en eventos y condiciones que tienden a presentarse en la mayoría de zonas del país, se determinaron los factores a ser tomados en cuenta para la realización de este experimento total y a ser empleado en conjunto con las simulaciones. Cada factor consta de dos a tres niveles a ser tomados en cuenta, dichos niveles corresponden a la dificultad que el evento conlleva para los otros vehículos dentro de la zona. Los factores se explican a continuación.

4.2.1 Accidentes de Tránsito

Para la selección de estos se tomó como base el mapa de distribución espacial de accidentes para la zona obtenida del Estudio de la distribución espacial de accidentes de tránsito con víctimas en el cantón de San José el cual fue

proporcionado por el Consejo de Seguridad Vial. Para estos casos se utilizaron calles o avenidas de la zona que, de acuerdo con el estudio, presentan una mayor concentración de accidentes.

4.2.2 Zonas de Parqueos

La idea de este factor corresponde a un hecho característico como lo son paradas de autobuses, zonas de descarga y terminales en las calles. Si se analiza considerando que las calles posean un máximo de 2 carriles se pueden notar los siguientes comportamientos: si se poseen terminales de buses, se habla de un carril prácticamente dedicado a estas, mientras que para el otro caso se poseen bloqueos temporales de un carril en ciertos puntos por un tiempo determinado como resultado de que los buses realicen paradas para subir o bajar pasajeros.

Cabe mencionar que para este caso sólo se considerarán casos de paradas permanentes, por el hecho de que realizar evaluaciones de otros resulta bastante difícil debido al grado de variación que se presenta, tal es el caso de el parqueo temporal de vehículos el cual depender de cada persona, según las habilidades y experiencia con las que cuenten para tardar ms o menos tiempo en estacionar un vehículo.

4.2.3 Eventos Meteorológicos

Este factor varía mucho pero igual se encuentra presente dentro de los factores que afectan y resulta necesario ser considerado. Para este caso, la presencia de lluvia en San José será la principal circunstancia a evaluar tomando como punto de partida el hecho de que al presentarse, los conductores tienden a reducir la velocidad con el fin de evitar accidentes por las dificultades para manejar que se presentan con la calle mojada o la poca visibilidad en caso de una lluvia fuerte.

4.3 Distribuciones a Emplear

5 TRABAJO FUTURO

Posterior a la realización del modelo de simulación, en el proceso pretende lograr un modelo de red neuronal artificial que pueda ser implementada dentro de este red de semáforos y el

cual permita que cada semáforo se comuniquen con otros (hermanos) localizados dentro de un rango de área considerable de forma que cada uno pueda tener una idea lo que ocurre en su entorno y no únicamente la información que puede ser recolectada por medio de los sensores en la intersección administrada por cada semáforo.

PLACE
PHOTO
HERE

Michael Shell Biography text here.

5.1 Uso de Redes Neuronales

La idea de usar redes neuronales, se basa en el hecho de que actualmente los semáforos no son realmente inteligentes a como fueron promocionados en un principio. Dado que hacen uso de tiempos fijos, preprogramados, las tendencias cambias del flujo puede no siempre lograr satisfacerse de forma adecuada. Si bien los flujos de vehículos siguen ciertas tendencias, de alzas o bajas, esto no se presenta siempre y en algunos momentos puede requerirse de ajustes inmediatos según datos que se hayan analizado.

Dato que las redes neuronales se entrenan para aprender a generalizar resultados, lo que se busca es lograr que esta luego de un entrenamiento pueda conocer los momentos en los que de se debe aumentar o disminuir el tiempo de la luz verde, basado en su conocimiento actual tanto de la información recopilada por sensores como el insumo brindado por otros semáforos cercanos.

John Doe Biography text here.

6 CONCLUSION

The conclusion goes here.

APPENDIX A

PROOF OF THE FIRST ZONKLAR EQUATION

Appendix one text goes here.

Jane Doe Biography text here.

APPENDIX B

Appendix two text goes here.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank...

REFERENCES

- [1] H. Kopka and P. W. Daly, *A Guide to L^AT_EX*, 3rd ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 1999.