

**Universidad de Costa Rica**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

CI-1441

Paradigmas Computacionales

**Grupo 1**

Prof. Álvaro De La Ossa

**Propuesta de proyecto:**

Simulación multiagente del tráfico vehicular en un entorno  
cuadriculado simple

**Estudiantes:**

Érick Ostorga Chacón - B14823

Erick Palma Solano - B14876

I CICLO 2015

## Revisión Bibliográfica

Al revisar un poco sobre la bibliografía existente sobre el tema de control de tráfico vehicular y el diseño de modelos para su análisis, se encontraron varias investigaciones publicadas. Entre ellas están:

- *Application of multi-agent systems in traffic and transportation*, de 1997, por B. Burmeister, A Haddali y G. Matylis.
- *Intelligent Data Engineering and Automated Learning*, del 2009, por E. Corchado y H. Yin.
- *Real-Time traffic management through knowledge-based models: The Trys Approach*, de 1999, por J. Cuenca, J. Hernández y M. Molina.
- *Intelligent traffic management and urban traffic control based on autonomous objects*, de 1996, por D. Roozmond.
- *Integrating mobile agent technology with multi-agent systems for distributed traffic detection and management systems*, del 2008, por Chen. Bo, Cheng. H, Palen, J.
- *A behavioral multi-agent model for road traffic simulation*, del 2008, por Doniec. A, Mandiau. R, Piechowiak. S, Espié. S.

## Estado del arte

El incremento de la complejidad de los sistemas de tráfico y transporte ha generado la necesidad de hacer estos más eficientes, principalmente en términos de uso de recursos. Por esta razón, se ha tratado de desarrollar técnicas de modelado de sistemas que ayuden al análisis de los diversos factores que componen los sistemas de tráfico y transporte.

Burmeister, Haddadi y Matylis (1997) presentan en su publicación algunas aplicaciones que tienen las técnicas orientadas en agentes para resolver las preguntas planteadas en temas como el manejo del tráfico en sus etapas de implementación, prueba y administración, control de tráfico en carreteras, aéreo y de ferrocarriles, y por último, el manejo de recursos.

Ellos argumentan que este tema puede ser tratado con el modelo orientado en agentes porque cumple con las características de ser un problema funcional y geográficamente distribuido, y existen subsistemas en un entorno dinámico donde interactúan de manera más flexible.

Esta publicación es de utilidad gracias a su análisis teórico, de manera que se puede aumentar el conocimiento de distintas posibilidades de reglas de tráfico existentes en las aplicaciones, y así mejorar su inteligencia artificial automatizada.

Danko Roozemonnd (1996) habla sobre la inteligencia artificial distribuida que es caracterizada por la interacción de muchos agentes que tratan de resolver una variedad de problemas de una manera cooperativa. El objetivo de dicha investigación y el modelo que

implementa es reducir la carga de los controladores de tráfico manteniendo a la vez altos niveles de usabilidad.

Por otro lado, Roozmond señala que ha de tenerse cuidado al momento de crear un modelo para que sea lo más cercano y parecido al mundo real, sin embargo, sabiendo que tener un 100% de exactitud no es posible. Además, han de realizarse bastantes pruebas para poder obtener evidencias reales de los casos estudiados, pero la gran cantidad de estados que se pueden producir es relativamente grande que dificulta dichas pruebas.

En su publicación Hernández, Cuenca y Molina (1999), hablan del manejo de tráfico en tiempo real a través de modelos basados en conocimiento. Esto brinda un modelo muy importante el cual es de un agente relacionado con una estructura física, problemas de tráfico y control del tráfico.

Martí, Tomás, García y Martínez (2009) en su publicación de un sistema multiagente basado en reglas para manejo de tráfico local, hablan de un sistema que advierta a los usuarios que están manejando en caso de incidentes. Este modelo ayuda enormemente a poder implementar una nueva funcionalidad la cual sería aviso de presas, choques, entre otros.

Otro vistazo sobre aplicaciones multi-agentes y móviles se puede observar en la publicación de Chen, Cheng y Palen (2008) en donde se propone una tecnología que pueda mejorar la habilidad de administración del tráfico en un ambiente dinámico. Generan un agente móvil «obediente» llamado Mobile-C que detecta en tiempo real el tráfico y tiene un sistema de administración.

Con componentes como éste creado por profesionales se puede usar como plantilla de arranque de implementación para poder lograr un modelo «inteligente» que pueda observar de forma dinámica una imitación del tráfico en tiempo real y se pueda controlar con diferentes algoritmos y procesos para poder obtener mayor flexibilidad de control en el mismo ambiente.

Es cierto que hay problemas al representar estos aspectos de forma analítica, pues se ocupan agentes que coordinen eventos como semáforos y peatones, por lo que la publicación de Doniec, Mandiau, Piechowiak y Espié (2008) habla de un fenómeno que se pueda simular con agentes e interacciones inteligentes de forma simulada con una herramienta que pueda realizar todo de la forma más real posible basado en comportamientos oportunistas individuales y actitud de los conductores en momentos críticos.

Es de gran utilidad artículos como éste pues parte de los objetivos de la aplicación es lograr un tipo de sincronización que ayude con la coordinación de semáforos, peatones, y automóviles en un entorno único y real.

## **Definición del problema**

Dada la importancia del tema de control de tráfico vehicular y de transporte, asimismo la solución a los problemas que genera, es necesario conocer métodos que ayuden a estudiar, predecir y controlar dicho fenómeno. Por lo tanto, la aplicación de un tipo de modelado y la implementación de un sistema automatizado, distribuido y multiagente que pueda tener control del tráfico vehicular dentro de una cuadrícula de un tamaño específico ayudaría a comprender el problema, y poder conocer algunas de sus posibles soluciones.

## **Objetivo principal del proyecto**

Diseñar e implementar un modelo que genere un proceso automatizado de tráfico vehicular en una cuadrícula, enfatizando en la aceleración variable y la sincronización de semáforos inteligentes, utilizando el lenguaje de programación NetLogo.

## **Productos**

El producto que se generaría en este proyecto consiste en una breve investigación sobre los sistemas multiagentes aplicados al problema del control de tráfico vehicular y de transporte, partiendo de la bibliografía encontrada, que muestra dicha técnica como óptima para entender el problema. Agregado a esto, la expansión de un modelo de cuadrícula vehicular desarrollado por NetLogo, el cual es bastante básico, agregando las

funcionalidades de aceleración variable de los vehículos y la posible sincronización de los semáforos, de manera que se implementen un sistema de «semáforos inteligentes».

## Conceptualización

Para el desarrollo de este proyecto se necesitan definir y delimitar las partes que conformarán el sistema de simulación, es decir, los elementos que pertenecen a la administración del tráfico. Para esto se necesita definir primero en qué consisten y qué características tienen las partes de un sistema distribuido basado en agentes:

- 1) **Problema:** a grandes rasgos es lo que se desea modelar, es decir, el proceso, método o función a resolver.
- 2) **Individuo:** cada uno de los objetos o sujetos que intervienen en el problema.
- 3) **Agente:** se describe como agente al modelo computacional de cada uno de los individuos involucrados en el problema.
- 4) **Entorno:** el conjunto de agentes que conforman todo el problema.

Dentro de este modelo de sistema distribuido, el elemento principal es el agente, ya que es este quien realiza acciones e interactúa con otros. En el artículo de Stuart Russell y Peter Norvig (1995) se encuentra una definición más amplia de agente, la cual dice que este es «cualquier cosa que pueda ser vista como perceptora de su entorno a través de sensores y que realiza acciones en ese entorno a través de efectores». Además, se extiende la percepción de un agente como un agente inteligente o racional al cumplir con la características de «hacer lo correcto», definiendo como 'correcto' todo aquello que permita al agente ser lo más exitoso posible en su función dentro del entorno.

Este atributo de racionalidad depende principalmente de cuatro condiciones:



- a. La unidad de medida que mide el nivel de éxito.
- b. Secuencia de percepciones, siendo esta la lista de todo lo que el agente ha percibido del entorno.
- c. El conocimiento que tiene el agente sobre el entorno.
- d. Las acciones que el agente puede realizar.

También, se menciona una último requerimiento de un agente inteligente o racional: la autonomía, vista esta como la capacidad de extender su comportamiento gracias a las experiencias previas, es decir, que posea la habilidad de aprender.

Los agentes, además, pueden ser clasificados en diferentes tipos:

- a. Agentes de reflejo simple.
- b. Agentes que se mantienen al tanto del entorno.
- c. Agentes basados en metas.
- d. Agentes basados en utilidades.

Por su parte, el entorno también tiene características propias que han de ser tomadas en cuenta al implementar un modelo.

1. Accesible o inaccesible
2. Determinista o no determinista
3. Episódico o no episódico
4. Estático o dinámico
5. Discreto o continuo

## Especificación de agentes y entorno del proyecto

Para el proyecto se definen los siguientes elementos:

- **Agentes:** al pretender desarrollar una sistema multiagente, es necesario definir cuáles serán los agentes involucrados. Al hablar de la administración del tráfico, se pueden mencionar los siguientes:

- a. **Vehículos:** aunque se pueden mencionar distintas categorías de vehículos, se debe realizar una delimitación que permita completar la simulación dentro de las capacidades que se poseen. Así, se piensa trabajar con dos tipos de vehículos principalmente:

- i. Automóviles: entiéndase los vehículos livianos.

- ii. Transporte público: específicamente autobuses.

Se escogen estas categorías por ser las que presentan más incidencia en la carretera y generar mayores problemas viales. Sin embargo, se deja el espacio abierto de incluir más tipos de automóviles como taxis, motocicletas, bicicletas, y automóviles de emergencia: bomberos, ambulancias.

- b. **Semáforos:** uno de los principales factores que se pretenden extender del modelo existente es el sistema de semáforos.

- c. **Peatones.**

| Agente                     | Percepciones   | Acciones                            | Metas                                       | Entorno  |
|----------------------------|--|-------------------------------------|---|--|
| Vehículo liviano           | Velocidad, frenado de otros carros, presencia de peatones, señal del semáforo                | Andar, acelerar/desacelerar, frenar | Atravesar la ciudad en el menor tiempo      | Calle, otros carros, semáforos, señales horizontales y verticales                                    |
| Buses (transporte público) | Velocidad, frenado de otros carros, presencia de peatones y de usuarios, señal del semáforo. | Andar, acelerar/desacelerar, frenar | Atravesar la ciudad en el menor tiempo      | Calle, otros carros, semáforos, señales horizontales y verticales, usuarios del medio de transporte. |
| Semáforo                   |  | Cambiar de estado: rojo - verde     | Dar la señal correcta a los vehículos       |  |
| Peatón                     | Presencia de vehículos   | Caminar, cruzar calles.             | Andar de manera segura, evitando accidentes | Calle, carros, semáforos   |

● **Entorno:** aunque no se toma específicamente como un agente del sistema, es necesario definir el entorno donde se desarrollarán los agentes.

a. Mapa de calles:

- i. Sentido: calles con sentido único.
- ii. Capacidad: doce vehículos por cuadra.
- iii. Cuadrícula básica 4 x 4.

b. Hora:

- i. Hora pico.
- ii. Hora regular.

## Planificación del Proyecto

(Cronograma de 11-12 semanas)

| Semana                                     | Objetivo  | Descripción trabajo   |
|--|---|---|
| Semana 1 <i>(27 Abril al 1 de Mayo)</i>    | Definir el tema investigación.  | Planteamiento del tema, así como del problema, objetivos y una pequeña revisión de la bibliografía existente.                             |
| Semana 2 <i>(4 de Mayo al 8 de Mayo)</i>   | Revisar más profundamente la bibliografía y entender las características del paradigma.   | Completar el estado del arte y la revisión bibliográfica. Inicio de la representación y conceptualización del problema.                   |
| Semana 3 <i>(11 de Mayo al 15 de Mayo)</i> | Definir la forma en que se puede representar y conceptualizar el tema de investigación.<br>Familiarizarse con el lenguaje de programación a utilizar. | Completar las secciones de representación y conceptualización del problema.<br>Aprender la sintaxis del lenguaje NetLogo.                 |
| Semana 4 <i>(18 de Mayo al 22 de Mayo)</i> | Validar las secciones realizadas hasta este punto del informe escrito.  | Redacción completa de las secciones anteriormente desarrolladas del informe escrito.<br>Empezar a expandir el modelo que trae el NetLogo. |
| Semana 5 <i>(25 de Mayo al 29 de Mayo)</i> | Definir los casos de uso del proyecto.  | Conocido el modelo que trae el NetLogo, redactar los casos de uso que tendrá el modelo.   |
| Semana 6 <i>(1 de Junio al 5 de Junio)</i> | Afinar detalles del informe escrito   | Redacción completa de las secciones mencionadas del   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | informe, incluyendo las revisiones dadas. Seguir con la expansión del modelo programado.            |
| Semana 7 ( <i>8 de Junio al 12 de Junio</i> )  | Validar el informe escrito.                              | Presentación y validación final del informe escrito. Seguir con la expansión del modelo programado. |
| Semana 8 ( <i>15 de Junio al 19 de Junio</i> ) | Afinar detalles del modelo programado.                   | Completar la expansión del modelo programado  |
| Semana 9 ( <i>22 de Junio al 26 de Junio</i> ) | Entregar el informe final del proyecto de investigación. | Finalización del trabajo escrito de la investigación y completitud del modelo programado.           |

## Referencias bibliográficas

Burmeister, B, Haddadi, A & Matylis, G. (1997). *Application of multi-agent systems in traffic and transportation*. IEE Proc.-Softw. Eng., Vol. 144

Corchado, E & Yin, H. (2009). *Intelligent Data Engineering and Automated Learning*. 10th International Conference, Burgos, Spain.

Cuena, J, Hernández, J & Molina, M. (1999). *Real-Time traffic management through knowledge-based models: The Trys Approach*. Boadilla del Monte, 28660-Madrid Spain.

Roozemon, D. (1996). *Intelligent traffic management and urban traffic control based on autonomous objects*. Department of Civil Engineering, Netherlands.