

Eixample

Simulació de semàfors intel·ligents

David Sánchez
Àlex Pardo

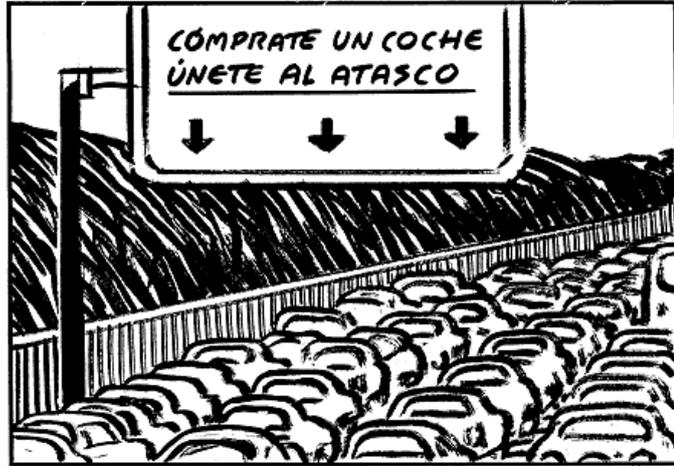
Índice

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
DIAGRAMA DE LA DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS	4
SIMULAR UN MAS DEL EIXAMPLE DE BARCELONA.....	4
EVITAR ATASCOS HACIENDO LOS SEMÁFOROS INTELIGENTES	4
REDUCIR EL TIEMPO QUE TARDAN LOS VEHÍCULOS EN LLEGAR A SU DESTINO.....	4
REDUCIR EL NUMERO DE VEHÍCULOS DE LA ZONA.....	4
MAXIMIZAR EL TIEMPO QUE ESTÁN LOS SEMÁFOROS EN VERDE	4
FUNCIONAMIENTO	5
ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	5
ESTRUCTURA DE FICHEROS	5
NETWORK.....	7
RUTAS DE COCHES.....	7
IA CENTRALIZADA	8
PROBLEMAS DETECTADOS SOLUCIONES TOMADAS	8
VEHICULOS QUE SE SALTAN SEMÁFOROS:.....	9
RESULTADOS	9
CONCLUSIONES	11
TRABAJO FUTURO O POSIBLES MEJORAS	11
CAMBIO DE CARRIL.....	11
ALPHA DINÁMICA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS DEL SISTEMA.....	12
SISTEMA REALISTA DE VELOCIDADES	12
PLANIFICACIÓN EFICIENTE DE RUTAS	12
COLISIONES	12
OTROS TIPOS DE VEHÍCULOS.....	12
CORTAR CALLES (POR OBRAS O ACCIDENTES...)	12
BIBLIOGRAFÍA	13

Definición del problema

Hemos arrastrado muchos avances del siglo XX pero también hemos arrastrado grandes problemas de las grandes ciudades, de las grandes metrópolis o en de las principales vía. Uno de estos problemas sigue siendo el de los atascos.

Los atascos es uno de los principales motivos de quejas de los usuarios que cogen transporte privado. Dichos usuarios, normalmente quieren ir de su casa al puesto de trabajo, de viaje o cualquier desplazamiento que implique ir de un punto a otro, pasando o teniéndose lugar en una gran ciudad.



elroto@inicia.es

Los atascos también implican otros factores de quejas por parte de las personas o usuarios como pueden ser la contaminación de determinadas zonas. Al aumentar la densidad de vehículos en una zona determinada, la contaminación de la misma aumenta de forma significativa.

Que se conozca el problema no quiere decir exactamente que tengamos una solución para dicho problema.

Nosotros centraremos el problema más concretamente a una de esas zonas que sufren numerosos atascos de un gran ciudad. Hemos elegido una gran ciudad como puede ser Barcelona y de una zona de las que sufre más atascos como puede ser el Eixample.

Por otro lado, hemos encontrado varias noticias que hacen referencia a los problemas antes mencionados:

Los españoles pierden hasta 67 horas al año en atascos...

Fuente: El economista

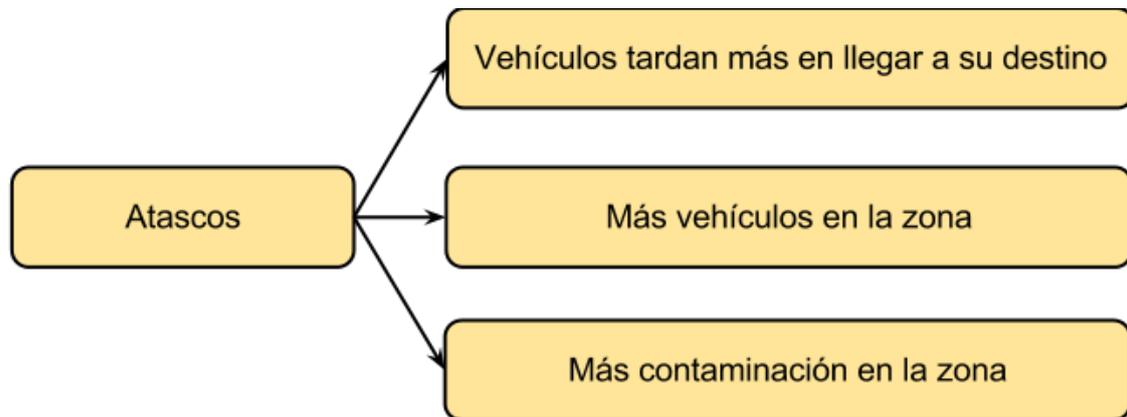
<http://bit.ly/PBxnai>

“El govern és partidari de reduir el trànsit de l’Eixample de Barcelona”...

Fuente: Ara.cat

<http://bit.ly/ls9f8C>

Diagrama de la descripción del problema



Objetivos

Hemos definido unos objetivos que nuestro proyecto debería tener. Dichos objetivos intentan solucionar el problema desde una perspectiva enfocada a los semáforos que son los instrumentos que nos permiten regular el tráfico y, optimizando su funcionamiento, evitar los atascos.

Objetivos del proyecto:

Simular un MAS del Eixample de Barcelona

Queremos hacer una simulación del Eixample de Barcelona donde intervengan semáforos y coches.

Evitar atascos haciendo los semáforos inteligentes

Nosotros enfocamos la solución a hacer los semáforos inteligentes. Uno de los principales problemas de los atascos es que los semáforos no se ponen en verde o rojo en función del tráfico ni se coordinan entre ellos.

Reducir el tiempo que tardan los vehículos en llegar a su destino

Queremos que los vehículos tarden menos en llegar a su destino y queremos comprobar si con semáforos inteligentes lo logramos.

Reducir el número de vehículos de la zona

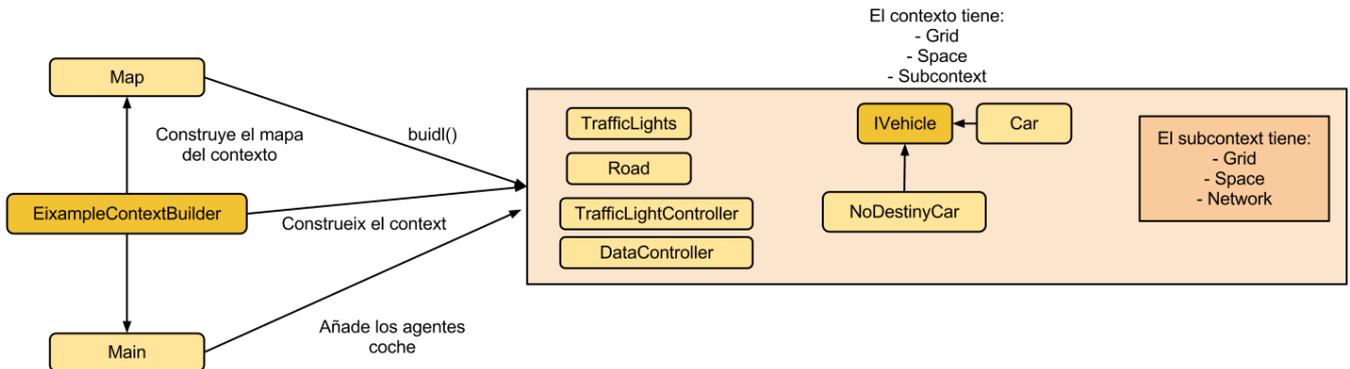
Queremos reducir el número de coches en una determinada zona ya que eso hace que la contaminación aumente.

Maximizar el tiempo que están los semáforos en verde

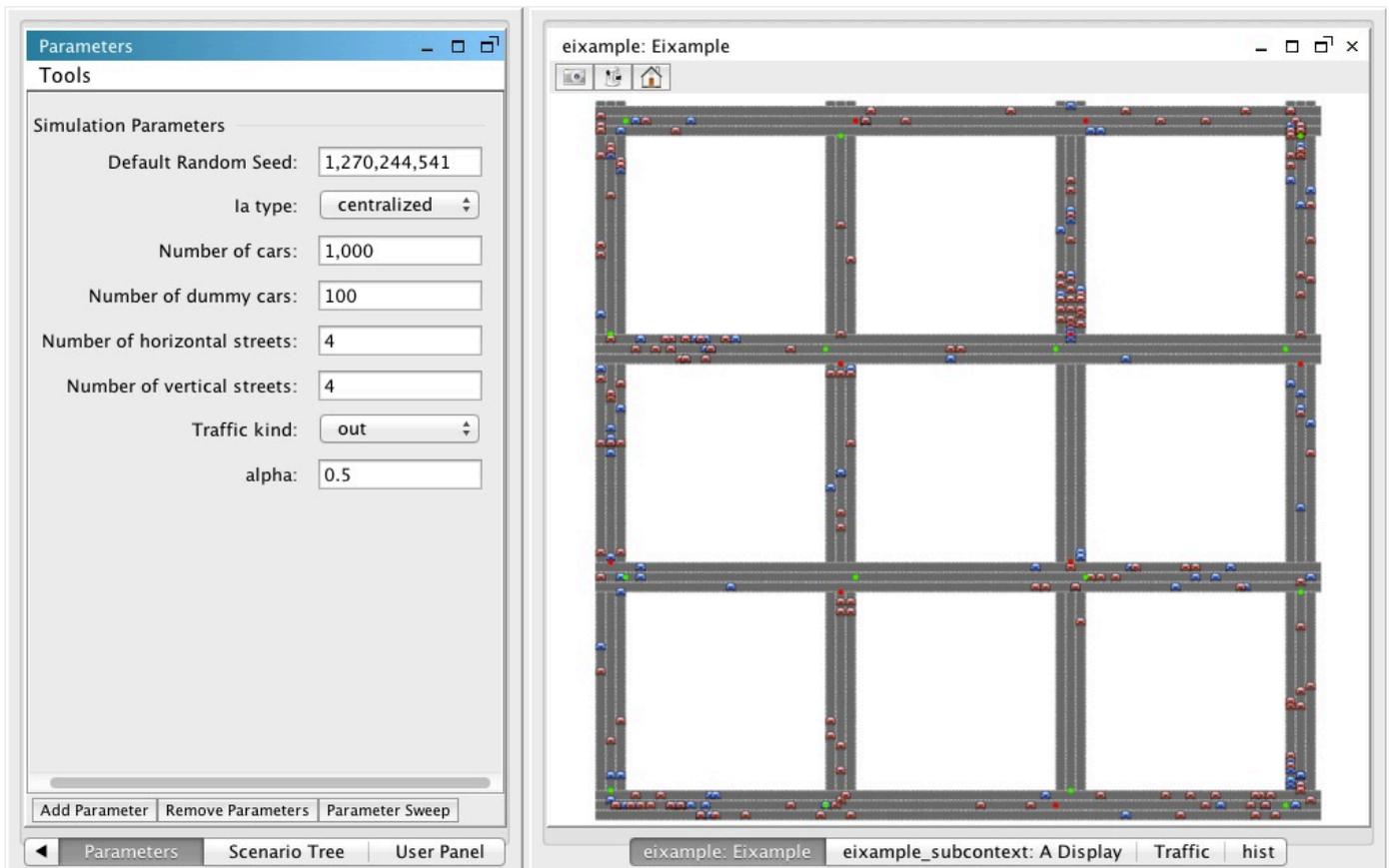
Queremos que los semáforos estén el máximo tiempo en verde. No queremos que haya semáforos que se pongan en rojo cuando no sea necesario.

Funcionamiento

Estructura del proyecto



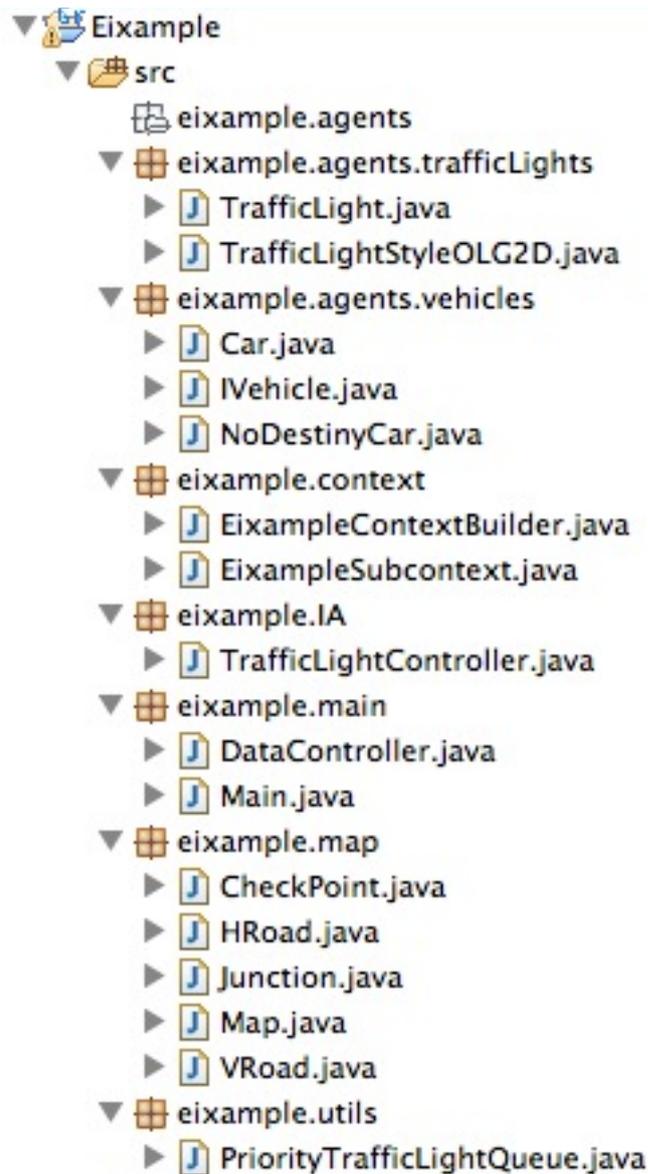
Simulación



Como se puede ver en la imagen anterior, los parámetros de la simulación se pueden modificar.

Estructura de ficheros

La estructura de los ficheros del proyecto se ha definido en varios paquetes como se muestra en la imagen inferior:



eixample.agents: En este paquete hay las clases referentes a los agentes. Por un lado los semáforos, y por otro los coches.

eixample.context: Paquete que contiene el context y el subcontext. En el primero está la simulación que vemos de forma visual. En el segundo es donde tenemos el network graph para que los coches puedan seguir las direcciones de las calles.

eixample.IA: Paquete donde hay la clase encargada de centralizada la IA de los semáforos.

eixample.main: Paquete donde está el Main que hace la introducción de coches nuevos a la simulación y tenemos también una clase destinada a el almacenamiento de los datos de la simulación.

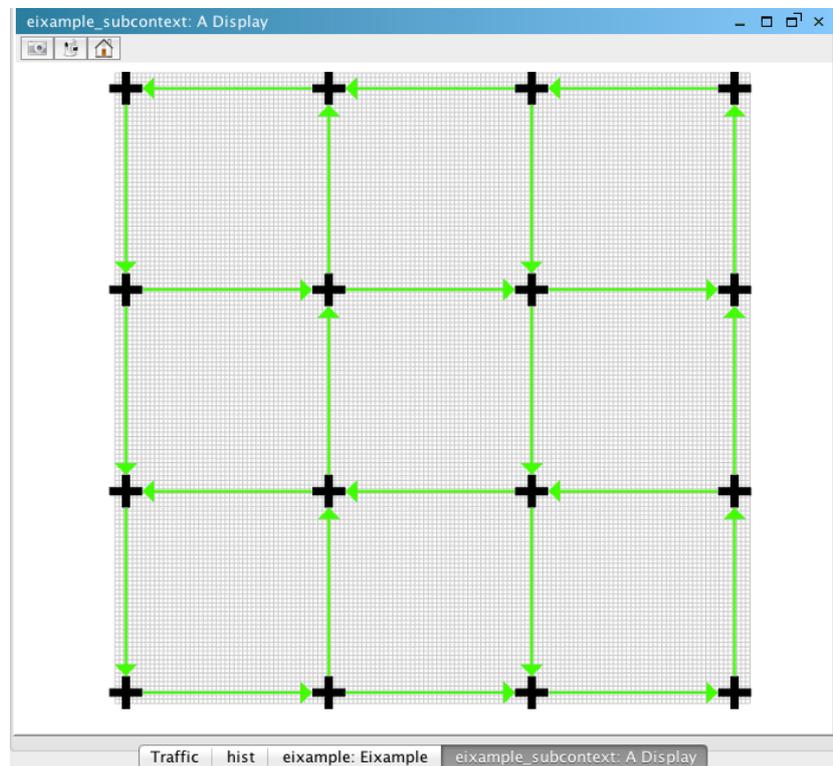
eixample.map: Paquete donde hay clases que hacen referencia a partes del mapa como pueden ser las calles.

eixample.util: Paquete donde hay creada una estructura de datos para organizar por orden de prioridad los semáforos que han hecho la petición al sistema centralizado de ponerse en verde.

Network

Como todo sistema de rutas; donde se parten de un punto y se quiere llegar a otros, hemos creado un red de nodos para calcular el camino más corto según la distancia de Manhattan.

Para conseguir esto hemos creado un subcontexto donde se dibuja y se crea la red.



Rutas de coches

Los vehiculos siguen un algoritmo greedy que calcula el siguiente paso en función del que proporcione la mejor solución en un instante de tiempo y utilizando por heurística la distancia manhattan al destino.

Las rutas de los coches pueden ser tipo *in* o tipo *out*. Las primeras implicarán que los vehículos salgan del interior del Eixample (las intersecciones centrales) y en el segundo caso, saldrán de las intersecciones exteriores, situadas en el perímetro.

Tabién cabe remarcar que la intersección de salida nunca será la misma que la de origen.

Se han añadido vehículos *dummy* que representan a repartidores, taxis, etc. que generan "ruido" al sistema ya que no tienen ningún destino sino que se mueven continuamente por la zona.

IA Centralizada

El sistema de IA centralizada proporciona una forma de comunicación sencilla para cada semáforo. El procedimiento es el siguiente:

1. El semáforo estará en verde hasta finalizar el número de ticks asignados para el estado *verde*.
2. Una vez finalizado el período, solicita al controlador unirse a la lista de espera. En esa lista, los semáforos serán ordenados en función de su tiempo de espera y el número de vehículos que tienen en espera.
3. Cuando el semáforo es seleccionado para ponerse en verde, se comprobará que el semáforo adyacente no esté en verde. Si es así tendrá que volver a la cola. En caso de que un semáforo lleve demasiado tiempo esperando, se solicitará al adyacente que se ponga en rojo y así el que se mantiene a la espera pueda ponerse en verde.
4. Se le asignarán un número de ticks durante los cuales el semáforo permanecerá en verde.

Problemas detectados soluciones tomadas

Problema con la network:

Tuvimos problemas al crear inicialmente la network ya que no sabíamos que el framework de *repast* automáticamente añade todos los elementos del contexto a la red que habías creado. Nosotros no queríamos que todos los objetos estuvieran en dicha red sino que solo hubieran los nodos (Junctions) y las conexiones entre ellos.

Para solucionar esto creamos un subcontexto que saliera del contexto y que sólo en el hubieran los nodos (Junctions) y sus conexiones. También añadimos un *display* de este subcontexto para visualizar si habíamos creado correctamente la red y para que sirviera para visualizar el sentido de las calles.

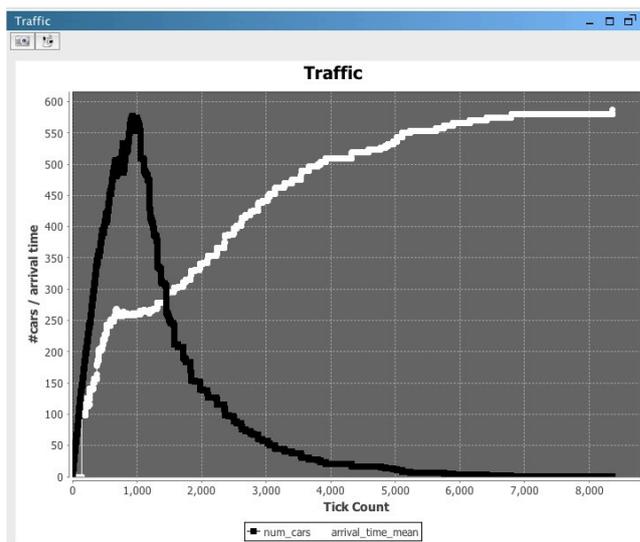
Vehículos que se saltan semáforos:

Debido a que los coches tienen diversos carriles (3) para circular, se complica el control de los semáforos, y por ese motivo, hay vehículos que pueden "no encontrar" en semáforo de la calle y por lo tanto se lo salta.

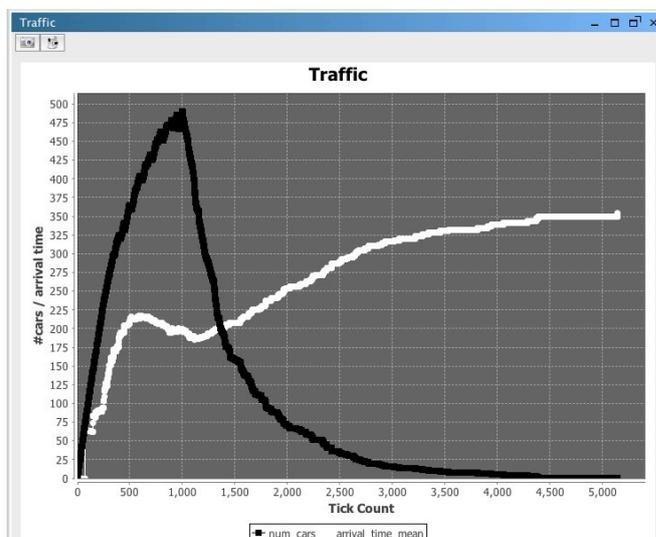
No hemos conseguido solucionar el problema pero, como en la realidad hay vehículos que también tienen esta conducta, dejaremos el problema pendiente de solución.

Resultados

En los casos donde los vehículos salen del perímetro de la zona las gráficas obtenidas son las siguientes:



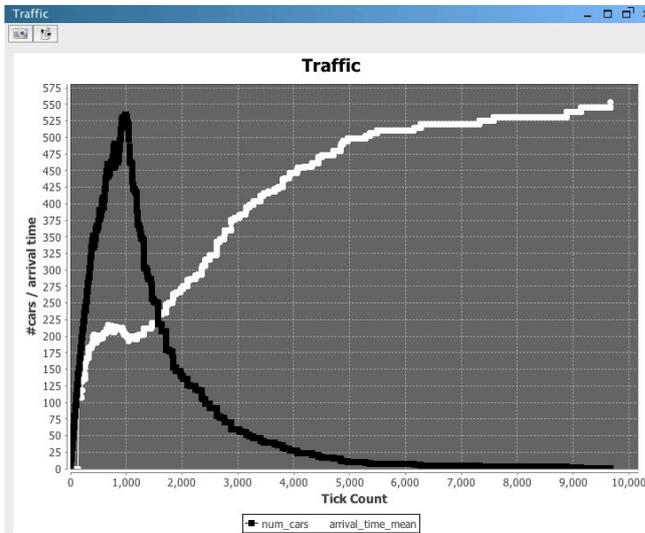
Total ticks: 8360.0
Average trip time: 587



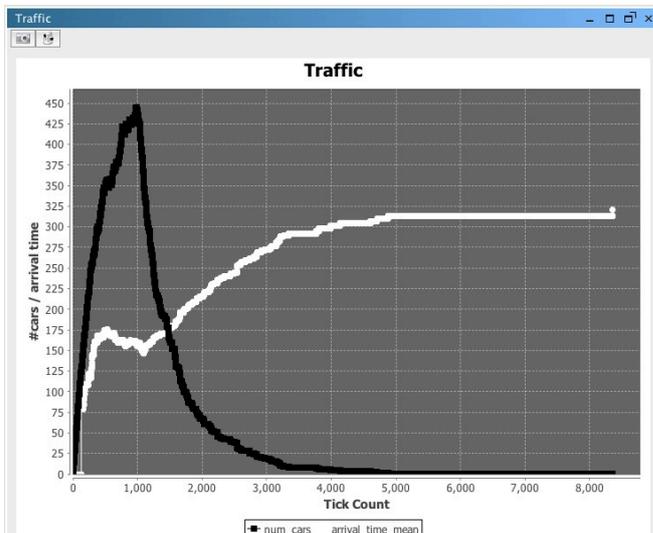
Total ticks: 5142.0
Average trip time: 354

En estas dos primeras imagenes podemos comparar los resultados obtenidos sin utilizar IA (primera gráfica) y con la ayuda de la IA centralizada (segunda gráfica). Se reduce el tiempo de llegada en casi un 40%.

Pasaremos a analizar el caso en que los vehiculos salen del interior de la zona.



```
-----
Total ticks: 9668.0
Average trip time: 553
```



```
-----
RESULTS
-----
Initial cars: 0
Total ticks: 8354.0
Average trip time: 321
```

Como en el caso anterior, mostramos primero la imagen del sistema sin IA i despues la del sistema con la IA centralizada. La mejora en este caso es del 40% aproximadamente.

El sistema sin IA equivale a un sistema en que los semáforos se encienden y apagan por direcciones, es decir, se encienden todos los verticales juntos y todos los horizontales juntos.

Conclusiones

Como se ha podido comprobar en esta simulación, los MAS se pueden utilizar en los sistemas de control del tráfico con un gran éxito.

Hemos podido recrear el sistema de tráfico de una de las zonas más transitadas de Barcelona en la que interactúan coches y semáforos.

También se ha comprobado la necesidad de introducir un sistema inteligente de control del tráfico que permita adaptarse a las necesidades del entorno. Un sistema estático no tiene cabida en una sociedad que cambia rápidamente, en la que las grandes urbes están super pobladas y en las que los problemas de tráfico afectan al día a día de sus habitantes.

Pese a que esta aproximación es mejorable y tiene margen de mejora, hemos llegado a una buena solución. Hemos consolidado una buena base sobre la que trabajar en la optimización de las soluciones a éste problema.

Aún con un sistema muy simple, hemos conseguido reducir el tiempo de llegada de los vehículos aproximadamente un 40%, reduciendo los atascos y así mismo, la contaminación.

Trabajo futuro o posibles mejoras

Pese a todo el trabajo y el tiempo dedicado hay muchas tareas que teníamos en mente implementar que nos hemos podido. También ha escaseado tiempo para hacer mejoras tanto a funcionales implementadas como a corregir y limpiar la parte de código.

Entre las tareas que pensamos que podrían realizarse en una futura ampliación o continuación de este proyecto serían las siguientes:

Implementar un sistema distribuido de inteligencia artificial

Hemos logrado implementar un sistema centralizado de inteligencia artificial para controlar los semáforos. Sería ideal en próximas aplicaciones tener un sistema distribuido de inteligencia artificial haciendo que los semáforos se comuniquen entre sí y no mediante un “controlador” que le marque las directrices en las acciones que tienen que hacer.

Cambio de carril

Se ha implementado una simulación con tres carriles de forma visual pero no está implementado que un coche que este en un carril pueda cambiar a otro. Esto sería interesante porque podríamos tener carriles más llenos o podríamos crear carriles BUS/TAXI o incluso poner coches en doble fila y los coches tendrían que ir cambiando de carril. Todo eso creemos que enriquecería la simulación haciéndola más acorde con la realidad.

Alpha dinámica en función del número de vehículos del sistema.

Como se ha explicado anteriormente se ha añadido un parámetro que hemos llamado "alpha" para balancear la importancia del número de coches esperando que tiene un semáforo con el tiempo que lleva el semáforo en rojo. Creemos que una mejora sería hacer que este parámetro no fuera fijo al iniciar la simulación sino que se ajustará dinámicamente según las necesidades del entorno. En los momentos en que hubiese pocos coches, se debería priorizar los semáforos con más coches, dado que si se activan los semáforos en espera que no tengan coches, se incrementará la espera.

Sistema realista de velocidades

Sería interesante poderlo implementar porque es un dato que normalmente se conoce y se podría hacer la simulación con las velocidades acorde con la realidad.

Planificación eficiente de rutas

La planificación de las rutas de los vehículos es una funcionalidad que ya tenemos implementada pero de forma básica. Usamos la distancia de Manhattan para calcular que camino previsiblemente es más corto. Creemos que una planificación eficiente podría usar otro criterio al de la distancia de Manhattan e incluso añadir datos en ese cómputo. Estos datos que se podrían añadir pueden ser el número de coches que hay por la ruta que pretendes ir, número de semáforos que hay por ese camino. Ambas variables tienen o pueden tener un papel importante en el tiempo final que necesitas para llegar a tu destino.

Colisiones

Implementar un sistema de colisiones que nos permita tener un entorno realista dónde estos afecten a la circulación del resto de vehículos. En la simulación actual los coches frenan si tienen un coche delante, pero igual que pasa con los semáforos, hay casos en que no "ven" el coche y pasan por encima de él. Las colisiones laterales tampoco se tienen en cuenta.

Otros tipos de vehículos

La simulación se ha hecho con un modelo de vehículo. Sería interesante poder añadir otros tipos de modelos de vehículo ya que tendrían características diferentes entre sí (aceleración, frenada). Por otra parte también pensamos que podrían haber vehículos de policía o ambulancias haciendo visible como el sistema soporta la prioridad de vehículos de emergencia.

Cortar calles (por obras o accidentes...)

Cortar calles por motivos de obras o accidentes podría enriquecer la simulación con nuevos datos. Podríamos ver la capacidad que tienen el sistema de funcionar con rutas alternativas y como los semáforos son capaces de cambiar su comportamiento acorde con los cambios de su entorno.

Bibliografia

http://smarteconomy.typepad.com/smart_economy/2008/08/self-organizing.html

<http://www.treehugger.com/cars/networked-traffic-lights-could-save-time-fuel-and-lives.html>

<http://thescipub.com/abstract/10.3844/jcssp.2008.517.524>

http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw53/wiering.html

<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/automotive/audi-travolution1.htm>

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp;jsessionid=0M2yP6fYxpG7J9m8JwjwcljyHT21FPW4vhj88fGBMZnV12pTxTcz!-409843481?arnumber=5395443&contentType=Conference+Publications>

http://www.academia.edu/772203/DEVELOPMENT_OF_INTELLIGENT_TRAFFIC_LIGHTS_USING_MULTI-AGENT_SYSTEMS

http://www.ia.urjc.es/att2012/papers/att2012_submission_13.pdf

http://igitur-archive.library.uu.nl/math/2007-0330-200425/wiering_00_multi.pdf

<http://arxiv.org/abs/nlin/0411066>

http://www.beinrohr.sk/sxool/ing_semester1/diplomovy_projekt/Hercek_-_Eco_agents_%5BThesis%5D/InfoSource/Pdf/TraMas.pdf

Repositorio

<https://github.com/alex-pardo/Eixample-MAS-Traffic-Simulation>



Eixample MAS Traffic Simulation por [Alex Pardo](#) y [David Sánchez](#) se encuentra bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported](#).

Basada en una obra en <http://alex-pardo.github.com/Eixample-MAS-Traffic-Simulation/>.