

Proyectos de **I+D+i** 2011-2015



[MaxCT]

Movilidad Inteligente: Wi-Fi, Rutas y Contaminación

Universidad de Málaga

Andalucía
se mueve con Europa



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2015

Grupo de Investigación NEO - Universidad de Málaga

Málaga. Fecha (16-02-2015)

1. Introducción y antecedentes

1.1 Introducción

Hoy día las ciudades evolucionan rápidamente, ya que la mayoría de los ciudadanos residen en grandes ciudades o están planeando cambiar su residencia a una ciudad. Se estima que en el futuro próximo el 80% de la población mundial esté concentrado en las grandes ciudades. Este hecho está aumentando notablemente la demanda de servicios que la ciudad ofrece, generando una nueva fuente de problemas complejos por el número de servicios y necesidad de atender con calidad a los ciudadanos. Smart Cities (Ciudades Inteligentes) es una iniciativa mundial con el objeto de aprovechar mejor los recursos disponibles en la ciudad a la vez que se ofrecen servicios más integrales (holísticos) a sus habitantes. Este concepto de ciudad inteligente comprende seis pilares principales:

- Economía inteligente (Smart Economy)
- Personas inteligentes (Smart People)
- Gobierno Inteligente (Smart Governance)
- Movilidad Inteligente (Smart Mobility)
- Medio Ambiente Inteligente (Smart Environment)
- Vida cotidiana inteligente (Smart Living)

En el presente proyecto nos concentramos en mejorar la movilidad urbana, influyendo a su vez sobre otros pilares de las ciudades inteligentes. Concretamente, proponemos soluciones para reducir los tiempos de viaje de los vehículos, lo que se verá reflejado en un transporte de personas y mercancía más eficiente, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y, por último, la calidad de vida de los ciudadanos, al minimizar las retenciones que estos padecen durante sus trayectos diarios. Todos ellos son de alto impacto socioeconómico.

En el marco de este proyecto vamos a desarrollar un nuevo sistema que aprovecha las redes de comunicaciones inalámbricas existentes entre los vehículos, así como entre los vehículos y la infraestructura, para aumentar la eficiencia del tráfico urbano. Esta característica lo diferencia de otros proyectos existentes, y supone interesantes desafíos para la investigación en redes de comunicaciones móviles. El proyecto incluye el desarrollo de:

- Un sistema de sugerencia de rutas personalizadas, que se adapta a las necesidades de cada conductor y tiene en cuenta la situación de la ciudad actualmente.
- Un sistema de apoyo al centro de tráfico para decidir los mejores ciclos de los semáforos de la ciudad, para reducir
- El sistema también recogerá de ellos información anónima sobre el estado de las vías (tiempos, por ejemplo) para construir y luego explotar un modelo con datos de la ciudad (open data).

En el proyecto, por tanto, tanto se da un servicio gratuito/útil de bajo coste como se generan automáticamente mapas del estado de las vías de la ciudad junto con posibles incidencias (beneficioso para los gestores). Durante su funcionamiento, el sistema recogerá información anónima sobre el estado del tráfico, los tiempos de viajes de los vehículos y los puntos de congestión. Esta información se usará inicialmente para realimentar al sistema de sugerencias de rutas personalizadas, pero estará disponible para todo tipo de tratamiento, como pueden ser las iniciativas de datos abiertos (iniciativas Open Data), aprobadas por el Ayuntamiento de Málaga y con la participación en nuestro caso de una empresa especialista en análisis de datos a gran escala. Los datos provienen dinámicamente de los vehículos en movimiento, lo que en la práctica es un sistema distribuido de sensores, a un bajo coste y de alta calidad, mucho mejor que los valores aproximados existentes actualmente.

Los principales usos del sistema se resumen en el siguiente ejemplo:

- Todas las mañanas, antes de salir de casa, cualquier ciudadano podrá consultar en su Smartphone, tableta o PC, el estado real del tráfico en la ciudad y podrá seleccionar, dependiendo del destino al que se dirija, la ruta más rápida, la ruta que menos combustible consume, o aquella con mayor beneficio ecológico.
- Durante su trayecto, el ciudadano será informado del estado real del tráfico y en caso de interrupciones o incidencias en su ruta inicial, se le ofrecerá una ruta alternativa acorde a sus necesidades.
- En todo momento, la ciudad estará recibiendo datos en tiempo real del estado de las vías, a partir de lo cual se puede modelar y simular nuevas políticas globales, extrayendo conocimiento sobre lugares conflictivos, tipos de vehículo y en general obteniendo datos para futuras aplicaciones distintas de esta.

El proyecto, por tanto, presenta una doble visión (ver Fig. 1), tanto descentralizada (vehículos) como centralizada (centro de control), al mismo tiempo que proporciona un original equilibrio ciudadano-ciudad.



Fig. 1: Vista del ciudadano (izquierda) y vista de la ciudad (derecha)

1.2 Antecedentes

Dentro de los problemas que una ciudad del siglo XXI tiene que afrontar se encuentra la gestión del tráfico rodado. Ya sea en las horas pico o cuando hay incidencias adversas en la ciudad, los ciudadanos deben enfrentarse a diario con atascos durante el desplazamiento a sus lugares de trabajo o de regreso a su domicilio. Esto afecta a las empresas, porque los empleados no llegan puntualmente a su puesto de trabajo, y al confort de los ciudadanos, ya que los tiempos de viaje provocan problemas personales. Naturalmente, hay un tercer problema en relación a la contaminación y sostenibilidad de la ciudad, cuyos efectos negativos pueden sentirse ya en muchas ciudades del mundo.

La Unión Europea ha fijado entre sus objetivos para la *Estrategia 2020* una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero de los países miembros. España, en particular, se ha comprometido a reducir estas emisiones un 10% para 2020 respecto a los valores de 2005, en los sectores no cubiertos por el régimen de comercio de los derechos de emisión. Mientras la implantación del coche eléctrico se convierte en una realidad, un sistema eficaz de gestión del tráfico rodado como el que estamos proponiendo en este proyecto, que reduzca los tiempos empleados en cada trayecto, contribuirá a la reducción de las emisiones de CO₂ que corresponden a los automóviles.

La mejora de la accesibilidad y la seguridad vial son los principales objetivos del *Plan M.A.S. C.E.R.C.A.* (Plan de Mejora de la Accesibilidad, Seguridad vial y Conservación En la Red de Carreteras de Andalucía). En este sentido, nuestro grupo de la UMA ya realizó una iniciativa europea líder en España en el programa *EUREKA-CELTIC* denominada *CARLINK* (2006-2008), en la que se implantaron las bases de

trabajo de la conectividad Wi-Fi para redes vehiculares. Adicionalmente, hemos potenciado el diseño y uso de técnicas bio-inspiradas para las comunicaciones vehiculares en el seno del proyecto nacional *roadME* (2012-2014) del Ministerio de Ciencia y Educación. Nuestras iniciativas tienen un componente de servicio central que mejora otras como la de Siemens o Indra, incorporando inteligencia colectiva, más allá de mostrar o agrupar datos de manera amigable.

Por otra parte, es un hecho que la administración no dispone de suficiente información sobre el estado del tráfico de la ciudad en tiempo real, sobre los trayectos que los ciudadanos realizan a diario o los tiempos que emplean (naturalmente usando información anónima siempre). Nuestro sistema permite una sensorización transparente y de bajo coste para la ciudad.

Por último, disponer de un sistema que permita planificar la ruta que seguir antes de salir de casa cada día, indicando a su vez el tiempo de viaje esperado, consumo de combustible y emisiones de CO₂, representa un avance sustancial en la forma en que los ciudadanos se desplazan por la ciudad. La aplicación de apoyo a la optimización de los ciclos semafóricos será adicionalmente una forma de utilizar mejor la infraestructura existente. Si el servicio (dinámico y personal) se proporciona desde el Ayuntamiento, gratuitamente, los usuarios tendrán un buen concepto de la gestión municipal y la calidad de vida subirá.

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

En este proyecto pretendemos crear un prototipo para tres sistemas de interés especial en movilidad inteligente: (a) una aplicación inteligente de rutas para vehículos, (b) un sistema de apoyo para la toma de decisiones en la configuración de semáforos y (c) datos de la ciudad. Pasamos a describir los objetivos.

2.1 Objetivos perseguidos

Nuestro objetivo busca por tanto el deseado pero difícil equilibrio entre ciudadanos y gestores municipales. Se trata de reducir la congestión del tráfico y los tiempos de desplazamiento, lo cual tiene como consecuencia final una disminución del consumo energético, la disminución de las emisiones de CO₂ y un aumento en el bienestar del ciudadano. El sistema además considerará directamente el factor de contaminación para tomar decisiones, éstas no son por tanto meramente un resultado de mejorar la movilidad urbana de los vehículos, sino un objetivo perseguido por el sistema explícitamente.

De forma más específica los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Diseñar un prototipo para el sistema de recolección y gestión de la información generada por sensores.
- Dar soporte al diseño óptimo de programas de ciclos para la red semafórica.
- Diseñar e implementar software para el cálculo eficiente de rutas y su modificación dinámica de acuerdo a accidentes, bloqueos, congestiones o cambios en el destino final.
- Desplegar el software generado en Málaga para su estudio inicial.
- Estudiar técnicas bio-inspiradas de inteligencia colectiva tales como algoritmos genéticos celulares, colonias de hormigas y cúmulos de partículas para resolver los problemas de generación de rutas y programación de semáforos.
- Difusión científica y divulgación a la sociedad de los resultados, incluyendo la difusión de nuestros avances en conferencias y revistas especializadas. Además, realizaremos portales web temáticos y multimedia con material generado no sensible.

2.2 Resultados previsibles

Los prototipos propuestos ayudarán a la fluidez del tráfico junto con la capacidad de reacción ante una situación inesperada, como puede ser una obra no programada o un accidente. La mezcla entre intervenciones activas (dar rutas optimizadas personalizadas convenientes en este instante) y pasivas (estudiar los datos para generar conocimiento y explotarlo en política urbana) representa una solución integral e ideal a estos problemas, probablemente sólo alcanzables a escala de toda la ciudad gracias a nuestra base de uso de inteligencia de enjambre.

Además, esperamos los siguientes resultados concretos en este proyecto:

- Aplicación para la captación, gestión y difusión de información de tráfico urbano, previo análisis de las infraestructuras y los sistemas de comunicación desplegados actualmente, tarea que se puede subdividir en:
 - Generación de una herramienta software para el procesamiento de información mediante el uso de técnicas bio-inspiradas.
 - Creación de aplicaciones/vistas finales para diferentes usuarios: conductores, profesionales de la gestión de tráfico y ciudadanos en general.
- Implementación de nuevas herramientas para los expertos en materia de tráfico, con acceso a datos reales, con posibilidad de uso en otros proyectos de la misma temática.
- Producción de estudios y creación de propuestas sobre generación de rutas personalizadas en tiempo real de cara al usuario/conductor en beneficio de la fluidez del tráfico y reducción de emisiones.
- Posibilidad de extender el estudio hacia la optimización de programas de regulación de semáforos. Nos proponemos avanzar en la generación de programas óptimos para la red semafórica municipal con objeto de evitar atascos y reducir la contaminación provocada en los mismos.
- Crear conocimiento e inquietud en la modernización de la red vial con soporte software eficiente e inteligente, comunicaciones de datos y soluciones integrales para la ciudad.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

Este proyecto es innovador por sus objetivos, los resultados concretos esperados y por suponer un intento de casar el avance científico generado en la universidad al día a día ciudadano en movilidad inteligente. El tipo de inteligencia usada, el apoyo en redes inalámbricas, el objetivo de reducir contaminación y el uso de datos reales dinámicos suponen los pilares de una justificación objetivamente positiva que anima a realizar este esfuerzo.

3.1 Aspectos innovadores

Para fijar el contexto en el que se plantea este proyecto debemos mencionar que, en el marco del *PLAN PISTA (2007-2013)* de La Junta de Andalucía, cuya ejecución ha sido además prorrogada 7 años hacia la convergencia con Horizonte 2020, es deseable impulsar el papel de las infraestructuras del transporte inteligente para mejorar la competitividad de Andalucía.

Nuestra aproximación consiste precisamente crear una aplicación software distribuida para dotar a infraestructuras y herramientas que hay disponibles, o en su caso de fácil incorporación (routers, repetidores wifi/bluetooth, sensores de movimiento, etc.), de la capacidad de recolección, procesamiento, gestión y difusión de información referente al tráfico, usando algoritmos de inteligencia colectiva o enjambre (colonias de hormigas, bandadas de pájaros) y diseños software innovadores.

Esto va más allá de herramientas de TomTom o software como iTraffic, Waze, Sigalert, etc. ya que la idea integra toda la ciudad en detalle y los sensores son los usuarios (y las balizas en los semáforos), dando lugar a un sistema autoadaptable en tiempo real, todo bajo supervisión del técnicos cualificados de la Entidad Local (Ayuntamiento) para mayor seguridad.

Este objetivo nos exigirá realizar funcionalidades originales de propósito general (simulación de tráfico en ciudades andaluzas, recolección y análisis de datos reales en Andalucía y almacenaje según estándares Open Data) y propósito específico (generador de rutas eficientes y ecológicas, mapas de puntos de congestión, estado del tráfico, etc.). Por tanto, surgirán conocimientos e información para mejorar lo que se sabe de nuestras ciudades, así como software concreto que usar en dispositivos inteligentes (smartphones, tabletas y PC) para mejorar la vida urbana andaluza. Por ejemplo, el Ayto. de Málaga ya dispone en su web de software y datos abiertos para ciudadanos y empresas, un claro punto de arranque y desde donde enlazar los resultados de este proyecto.

Los requisitos para la construcción de estos sistemas son mínimos, dado que las ciudades modernas ya cuentan en su mayoría con los elementos necesarios (URBAN Lab, en el caso de Málaga), bastando, a lo sumo, con la implantación de una red de puntos Wi-Fi (valoraremos Bluetooth y 4G como alternativas) en algunos casos. Por ejemplo, muchas ciudades cuentan actualmente ya con ordenadores controlando a los semáforos, incluso algunos de ellos forman ya parte de una red (inalámbrica o cableada). Esto nos ofrece un buen punto de partida en combinación con vehículos que son capaces de comunicarse entre ellos (vehículo a vehículo) y con la infraestructura (vehículo a infraestructura), conformando en su conjunto una red vehicular por medio de conexiones inalámbricas. Este entorno es muy moderno e innovador.

También planteamos el uso de tecnologías de comunicaciones de datos móvil recientes, como 4G debido a su popularización en terminales que la soportan, su penetración en la sociedad y la alta cobertura geográfica. La utilización de esta tecnología nos permitirá ampliar de forma importante el alcance de nuestro sistema y el número de usuarios beneficiados por la misma. Usar 4G supone un pequeño gasto al usuario (el uso será mínimo en nuestro caso), aunque realmente el porcentaje de ciudadanos con conexión a internet en sus smartphones es tan alto que merece consideración aparte en un proyecto a futuro en ciudades inteligentes.

3.2 Justificación del proyecto

Existen multitud de razones que justifican el interés de este proyecto. Empecemos por el interés intrínseco de la propuesta, que es elevado porque creemos abordar todas las facetas ideales para un trabajo de calidad, que es desarrollado en un tiempo reducido. Desarrollamos aplicaciones software para la modernización integral de los servicios de ciudad en cuanto a la movilidad urbana inteligente. Estos desarrollos van a estar enfocados en la generación y uso de conocimiento sobre ciudades andaluzas, a la vez que se generan informes y programas informáticos de libre uso.

Los usuarios finales de estos programas tendrán a su disposición herramientas para sus ordenadores portátiles y otros dispositivos como smartphones y tabletas, que irán creando automáticamente una gran red de conductores entre sí y entre conductores con la infraestructura (paneles, routers, semáforos, etc.) y los centros de control. Naturalmente, los usuarios se verán afectados positivamente al poder llegar antes a sus destinos, poder elegir rutas alternativas, esperar menos en los semáforos, evitar atascos, reducir las emisiones de CO2 y otros gases tóxicos, ahorrar en combustible, tener información sobre qué ocurre más adelante en una calle por la que van a circular en breve, compartir información voluntariamente entre vehículos, ser cuidadosos ante accidentes con datos frescos, etc.

El beneficio global es sin duda para las personas que, a millones, circulan y usan las infraestructuras de la ciudad para su ocio y trabajo. Esto redundará en una clara impresión de que se avanza desde la Administración y de que los grupos de investigación universitarios no sólo hacen trabajos académicos sin aplicación, sino que pueden hacer investigación profunda con una clara extensión y beneficio para la sociedad al mismo tiempo.

En este proyecto se combina de manera explícita la investigación y el desarrollo, las actuaciones dinámicas y las estáticas en tráfico, la atención personalizada al ciudadano y global a la ciudad, el avance en fundamentos y en transferencia, y una visión global en ciudad inteligente que tenga futuro para generar nuevos proyectos y colaboraciones con empresas o la administración local en el futuro. Es difícil encontrar esta combinación de beneficios todos juntos en una propuesta, y se ha concebido para ser ambiciosa (escalable para la ciudad, no para un cruce o dos) y de bajo coste, para ser consecuente con la situación económica actual.

