

Proyectos de **I+D+i**
2011-2013



Sistema móvil de información aplicado a la movilidad urbana

Universidad de Málaga



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



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Sistema móvil de información aplicado a la movilidad urbana

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y
Vivienda. Junta de Andalucía. 2013

Universidad de Málaga

Málaga. 14-01-2013

1. Introducción y antecedentes

El objetivo del proyecto es mejorar la información disponible para la gestión del transporte, en particular el tráfico urbano, a un menor coste que el que supone la instalación extensiva de sensores convencionales. Para ello se plantea el desarrollo de un sistema móvil de información aplicado a la movilidad urbana, basado en redes de sensores inalámbricos adaptados específicamente a la tarea y al medio urbano. Este sistema consta de una red limitada de sensores inalámbricos que pudiese desplegarse a una localización concreta (por ejemplo, una zona de una ciudad, o un conjunto de cruces adyacentes) temporalmente, de manera que se pueda recabar la información necesaria para mejorar la gestión del tráfico en esa zona, o en otras adyacentes que puedan verse afectadas por las condiciones de la zona de estudio. Asimismo también cuenta con nodos capaces de instalarse a bordo de los vehículos, de manera que éstos puedan ofrecer información que complete el conocimiento del escenario urbano. Estos nodos instalados en vehículos, además, pueden servir para adquirir conocimiento acerca de parámetros de los vehículos en sí, lo que resulta de gran interés en el caso de tecnologías que están en fase de introducción, como los vehículos eléctricos.

1.1 Antecedentes

El tráfico urbano es uno de los problemas que más influyen en la calidad de vida de los residentes en las ciudades y áreas metropolitanas de los países desarrollados, debido al modelo de ciudad, muy distribuido, y al incremento de población urbana. Ambos factores se realimentan, contribuyendo al aumento de los desplazamientos y su longitud, en un proceso expansivo descrito que colocado al medio urbano en una situación difícil en términos de sostenibilidad, en donde la polución, la congestión del tráfico y los accidentes constituyen externalidades negativas de fuerte impacto en la salud y la economía de los ciudadanos. Todos estos problemas aconsejan el desarrollo de nuevas estrategias globales para un transporte urbano sostenible. Estrategias que contemplan no sólo una amplia gama de medidas paliativas, sino, también, *el uso de tecnologías e infraestructuras innovadoras*. El concepto de un transporte eficiente, eficaz y seguro se impone hoy en las nuevas políticas de transporte, apoyándose cada vez más en nuevas tecnologías que mejoren el aprovechamiento de las infraestructuras existentes.

Información para un transporte sostenible

Uno de los principales obstáculos a la implementación de nuevas estrategias de gestión del transporte, y en concreto del control del tráfico urbano, es la información limitada de la que se dispone. Los sensores que se emplean en la monitorización del tráfico pueden encuadrarse en dos grupos (Tubaishat et al., 2009):

- Sensores intrusivos. Incluyen espiras soterradas en la calzada, magnetómetros, tubos neumáticos y otros. Se instalan directamente en el pavimento, bien enterrándolos bajo la superficie o anclándolos al asfalto. Aunque la precisión suele señalarse como alta en la detección de vehículos, presentan problemas en la estimación de velocidades o la diferenciación del tráfico (por ejemplo, es difícil diferenciar vehículos pesados de los turismos, o detectar motocicletas). En cambio, tienen un rango de observación muy limitado al ser fijos, y tienen un coste considerable, sobre todo si se tiene en cuenta también la instalación. Ésta, además, provoca disfunciones en el tráfico, y si se hace deficientemente puede dar lugar a fallos en la operación. Por último, reasfaltar la vía suele exigir repetir la instalación.
- Sensores no intrusivos. Incluyen video-cámaras, radar de microondas, láser, ultrasonidos y otros, incluyendo combinaciones entre ellos. Pueden ofrecer un conjunto de información más rico que el otro tipo (presencia, número de vehículos, velocidades, tipos de vehículos...). Sin embargo,

habitualmente son voluminosos y con elevadas necesidades de potencia, y no sus prestaciones se degradan en condiciones climáticas adversas.

Gestión del transporte hacia la sostenibilidad

Sobre la base de esta información sensorial se construyen los esquemas de gestión del tráfico que se emplean actualmente en las ciudades. Estos esquemas definen los ciclos y los tiempos en los cruces semafóricos, que actúan como elementos de control. Existen varias formas de fijar los parámetros de un ciclo semafórico:

- Planificación fija. Se definen el ciclo y los repartos una sola vez, que se mantiene en el tiempo.
- Planificación dinámica. Se definen diversos conjuntos de ciclo y repartos, que se cambian a lo largo del tiempo. Habitualmente se diseña un número limitado de ellos (dado que el proceso de diseño tiene un elevado componente heurístico, aunque se parte de los datos recabados por los sensores que pueda haber instalados, que suelen ser intrusivos), y se conmutan de acuerdo con la experiencia de los centros de control. Como máximo, se hacen cambios horarios.
- Planificación adaptativa. Los ciclos y repartos se definen en tiempo real de acuerdo con las condiciones del tráfico reinantes, de acuerdo con algoritmos de control. Es la estrategia más prometedora en cuanto a la optimización de la infraestructura, pero choca con la necesidad de disponer de gran cantidad de información en tiempo real, y que esta información sea fiable.

La planificación que se emplea en el ámbito andaluz se limita a los dos primeros tipos, e incluso el segundo (la planificación dinámica) tiene una difusión limitada a las grandes ciudades. El principal obstáculo para hacer que las planificaciones cambien adaptándose a las condiciones del tráfico está precisamente en conocer cuantitativamente cuáles son esas condiciones. Si bien los núcleos de cierto tamaño suelen contar con sensores intrusivos instalados (habitualmente en la forma de espiras soterradas), la información recabada es muy limitada:

- No se obtiene información de todas las vías: en caso de existir sensores instalados, éstos se limitan a las vías principales.
- Los sensores con los que se cuenta (habitualmente espiras soterradas) son razonablemente precisos en la estimación del número de vehículos, pero tienen un rango de observación limitado: solamente cuentan los vehículos que pasan por el carril en el que están instalados. No se dispone de información acerca de tamaños de colas, o incluso velocidades de tránsito.
- No se dispone de información procedente de los vehículos, que pueden enriquecer la imagen de conjunto del problema, al tiempo que ofrecer una realimentación decisiva para una gestión del transporte en los núcleos urbanos.

Avanzar en la planificación, y por tanto en la gestión de las redes de transporte urbano disponibles (pero también en los accesos y en las interconexiones de algunos núcleos), exige conseguir más y mejor información, y a un coste que pueda afrontarse desde las administraciones implicadas.

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

El objetivo de la presente propuesta es mejorar la información disponible para la gestión del transporte, en particular el tráfico urbano, a un menor coste que el que supone la instalación extensiva de sensores convencionales. Para ello se plantea el desarrollo de un sistema móvil de información aplicado a la movilidad urbana, basado en redes de sensores inalámbricos adaptados específicamente a la tarea y al

medio urbano. Este sistema constará de una red limitada de sensores inalámbricos con la posibilidad de complementarse mediante sensores móviles. Estará constituido así por dos componentes principales:

- Una red de nodos que puede desplegarse en un ámbito geográfico concreto. Estos nodos estarán dotados de sensores y serán capaces de comunicarse entre sí. Podrán cubrir una localización concreta (por ejemplo, una zona de una ciudad, o un conjunto de cruces adyacentes) temporalmente, de manera que se pueda recabar la información necesaria para mejorar la gestión del tráfico en esa zona, o en otras adyacentes que puedan verse afectadas por las condiciones de la zona de estudio.
- Un nodo móvil, capaz de instalarse a bordo de los vehículos. De esta manera podrá obtenerse información que complete el conocimiento del escenario urbano, llenando huecos que no puedan completarse con la red de sensores. Estos nodos instalados en vehículos, además, pueden servir para adquirir conocimiento acerca de parámetros de los vehículos en sí, lo que resulta de gran interés en el caso de tecnologías que están en fase de introducción, como los vehículos eléctricos.

Este sistema permitirá aumentar paulatinamente el conocimiento del tráfico en una ciudad, sin necesidad de efectuar un despliegue extensivo de sensores (ya sean convencionales o una red de sensores inalámbricos completa para la toda la extensión de la ciudad).

Adicionalmente, el sistema podría modificarse a través de los sensores instalados para realizar estudios equivalentes sobre otras magnitudes de interés, como por ejemplo, emisiones, ruidos u otras condiciones ambientales.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

3.1 Justificación

Los problemas de movilidad, de seguridad y medioambientales precisan de nuevas soluciones que hagan del transporte urbano e interurbano un transporte sostenible. La aplicación de las nuevas tecnologías de la información a los transportes contribuye decisivamente a ese objetivo, si bien no excluyen la implementación de otras medidas complementarias.

Las experiencias desarrolladas hasta el momento y los sistemas que se preparan y despliegan actualmente en Europa, Japón y EE.UU. muestran que a través de los ITS (*Intelligent Transportation Systems*, Sistemas Inteligentes de Transporte) puede incrementarse la eficiencia, la eficacia y la seguridad del transporte en todos los modos (FHWA, 2003). Esos mismos estudios apuntan a una clara contribución de los ITS al desarrollo de una movilidad más sostenible, en el sentido de incrementar los servicios sin incrementar los impactos. En esta línea, uno de los principales obstáculos que presenta la implementación de métodos más eficaces de gestión del tráfico (o, en general, del transporte) es la falta de información. Esta carencia limita el desarrollo de estrategias de gestión y control que ayuden a resolver los problemas actuales.

Por otra parte, el concepto de movilidad sostenible en el ámbito urbano (objetivo declarado del Libro Blanco del Transporte de la Comisión Europea) exige no sólo un mayor aprovechamiento de las infraestructuras disponibles mediante la idea de intermodalidad (a lo que contribuyen decisivamente los

ITS), sino que también deben incorporarse nuevos modos de transporte con menores emisiones, haciéndose una apuesta decidida por la eliminación de las emisiones de CO₂ en el horizonte de 2050. Los vehículos eléctricos pueden ocupar un papel destacado en la consecución de esta meta, aunque se encuentran con numerosos obstáculos a su implantación, entre los que se encuentra el desconocimiento de algunas de sus características técnicas a lo largo del ciclo de vida, como la duración de las baterías, que ponen en duda su viabilidad económica como alternativa al vehículo de combustible fósil. Diferentes foros proponen la incorporación de los vehículos eléctricos al ambiente urbano, por ejemplo a través de su acceso preferencial a zonas protegidas o mediante su participación en las flotas (por ejemplo, el proyecto E-Mobility Accelerator del Programa POWER de la Comisión Europea).

Al propio tiempo, se ha comprobado que los ITS no sólo contribuyen a una mayor productividad de los sistemas de transporte, con la incidencia positiva que ello tiene sobre la economía, sino que constituyen en sí mismos un mercado de alto potencial económico con una interesante proyección de futuro.

3.2 Aspectos innovadores

Las redes de sensores inalámbricos son una tecnología que cuenta con antecedentes en cuanto a la utilización en el ámbito del tráfico urbano. Sin embargo, el enfoque adoptado hasta el momento ha planteado sistemas extensos, capaces de sustituir en el largo plazo los sistemas de información utilizados en la actualidad. La presente propuesta cuenta por tanto con varios aspectos innovadores:

- El sistema se centra en una extensión geográfica limitada, y puede trasladarse para cubrir sucesivamente diversas áreas de interés, de manera que pueda obtenerse información relevante para mejorar la gestión del tráfico urbano en la localidad bajo estudio.
- Puede incorporar una parte de sus nodos a bordo de los vehículos para completar la información disponible. Estas dos características limitan el coste frente a una red de sensores que cubra completamente una localidad.
- Los nodos instalados a bordo de los vehículos pueden servir para aumentar el conocimiento sobre nuevos modos de transporte, por ejemplo recabando datos sobre ciclos de conducción realizados con vehículo eléctrico que puedan ofrecer información sobre su adaptación al medio urbano en estudio.
- Tanto los nodos móviles como los estáticos podrán modificarse fácilmente, mediante el cambio de los sensores instalados, para realizar estudios equivalentes sobre otras magnitudes de interés, como por ejemplo, emisiones, ruidos u otras condiciones ambientales.

4. Bibliografía

- Akyildiz I.F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayrci (2002). *Wireless sensor networks: a survey*. Computer Networks 38, 393-422.
- Arief B., P. Blythe, R. Fairchild, K. Selvarajah y A. Tully (2007). *Integrating smartdust into intelligent transportation system*. Technical report. University of Newcastle upon Tyne.
- Bera R., D. Mondal, S. Sil, S. Dhar, S. Sur, D. Bhaskar, S. K. Sarkar y D. Kandari (2009). 2009 International Conference on Computers and Devices for Communication.
- Chandrasekaran S., R. Haritha, S. Aiswarya, D. Dipesh (2010). A Fault Tolerant Pervasive Model for Intelligent Transport System. 2010 International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering.

Dimitrakopoulos G. y P. Demestichas (2010). *Intelligent Transportation Systems*. IEEE Vehicular Technology Magazine. Marzo de 2010.

Intelligent Transportation Systems benefits and Costs. 2003 Update [en línea]. <http://itsdocs.fhwa.dot.gov/jpodocs/repts_te/13772.html>. [6 de noviembre de 2010].

Joseph A. D. (2006). *Intelligent Transportation Systems*. IEEE Pervasive Computing.

Tacconi D., D. Miorandi, I. Carreras, F. Chiti, R. Fantacci (2010). Using wireless sensor networks to support intelligent transportation systems. *Ad Hoc Networks* 8, 462-473.

Tubaishat M., P. Zhuang, Q. Qi, Y. Shang (2009). Wireless sensor networks in intelligent transportation systems. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 9, 287-302.

Xu N. (2002). *A Survey of Sensor Network Applications*. IEEE Communications Magazine.

