

This is an original version of the following published document:

Fernández-Rodríguez, Jorge Yago; Arcos García, Álvaro; Álvarez-García, Juan Antonio; Torres, Jesús; Arias Fisteus, Jesús; Corcoba Magaña, Víctor; Muñoz Organero, Mario; Sánchez Fernández, Luis (2015) *Plataforma para gestión de información de ciudadanos de una SmartCity*. In: Ortega Ramírez, Juan Antonio; Muñoz Organero, Mario, (eds.) (2015). JARCA 2015: Actas de las XVII Jornadas de ARCA: Sistemas Cualitativos y sus Aplicaciones en Diagnósis, Robótica, Inteligencia Ambiental y Ciudades Inteligentes = Proceedings of the XVII ARCA Days: Qualitative Systems and its Applications in Diagnose Robotics, Ambient Intelligence and Smart Cities, Vinaros 23 al 27 de Junio de 2015. (Pp. 53-56).

[http://madeirasic.us.es/jarca15/wp-content/uploads/2016/02/Jarca2015\\_Actas.pdf](http://madeirasic.us.es/jarca15/wp-content/uploads/2016/02/Jarca2015_Actas.pdf)

© 2015 Derechos de autor: De los textos: los autores correspondientes;  
De las ilustraciones: los autores correspondientes; De esta edición: Juan Antonio Ortega Ramírez

# Plataforma para gestión de información de ciudadanos de una SmartCity

Jorge Yago Fernández<sup>1</sup>, Álvaro Arcos García<sup>1</sup>, Juan Antonio Álvarez-García<sup>1</sup>, Juan Antonio Ortega Ramírez<sup>1</sup>, Jesús Torres<sup>1</sup>, Jesús Arias Fisteus<sup>2</sup>, Víctor Córcoba Magaña<sup>2</sup>, Mario Muñoz Orga-  
nero<sup>2</sup>, Luis Sánchez Fernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sevilla

Depto. Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Avenida Reina Mercedes S/N, 41012

<sup>2</sup>Universidad Carlos III de Madrid

Depto. Ingeniería Telemática,  
Avda. de la Universidad, 30, 28911

<sup>1</sup>{jorgeyago,aarcos,jaalvarez,jortega,jtorres}@us.es

<sup>2</sup>{jaf,vcorcoba,mario.munoz,luis}@it.uc3m.es

## Abstract

El aumento de la población en áreas urbanas y el ritmo de vida cada vez más sedentario es una preocupación creciente. Por otra parte, los avances tecnológicos en sensores y redes de comunicaciones permiten obtener mucha información, que antes no era posible conocer, prácticamente en tiempo real.

Este trabajo en progreso utiliza estos avances, para recopilar datos de los habitantes de una zona urbana en una plataforma web en que en un futuro, los profesionales puedan obtener datos anónimos, analizarlos y suministrar patrones de salud en base a los mismos, dotando al sistema de la capacidad de crear planes de acción comunes y personalizados a los perfiles de los ciudadanos, con el fin de mejorar su calidad de vida.

## 1 Introducción

Según Naciones Unidas, las ciudades de todo el mundo están cada vez más pobladas, siendo la tendencia a que siga aumentando [1]. En las ciudades, las oportunidades se multiplican y es posible cubrir rápidamente todo tipo de necesidades. El problema surge cuando las infraestructuras de la ciudad no son capaces de soportar el crecimiento de la población al mismo ritmo, y el día a día de los ciudadanos se va volviendo más estresante, lo que va degradando su salud, además de aumentar los riesgos de sufrir accidentes [2].

Por otro lado, en las ciudades, los ciudadanos disponen de todo tipo de servicios, prácticamente, sin tener que moverse de su casa. Por ejemplo, existen multitud de servicios de comida a domicilio, sin necesidad de que el cliente tenga que desplazarse al local. En las ciudades, los habitantes son cada vez más sedentarios y esto aumenta las posibilidades de sufrir enfermedades cardiovasculares y coronarias [3]

El objetivo de este trabajo es desarrollar una plataforma que no sólo sea útil a los ciudadanos, sino que además sirva de base para realizar posteriores estudios con los datos recogidos, de modo que se puedan analizar éstos para tomar mejores decisiones, anticiparse a los problemas para resolverlos de forma proactiva y coordinar los recursos para actuar de forma eficiente. Aunque, actualmente, existen plataformas capaces de analizar los datos recogidos para sugerir actividades para mejorar nuestra salud (Zenobase<sup>1</sup>, Microsoft Health<sup>2</sup> o Google Fit<sup>3</sup>), el objetivo de ésta es, además, proveer de datos anónimos a profesionales que puedan analizarlos y obtener conclusiones, dando la posibilidad de incluirlas en una base de conocimiento de la propia plataforma y que ésta sea capaz de generar recomendaciones automáticamente. Una plataforma similar aunque con diferente concepción es Apple Research Kit<sup>4</sup> ya que Apple permite acceder a los datos de una determinada aplicación y nuestra plataforma permite acceder a todas la información subida por aplicaciones y dispositivos.

Para la recopilación de los datos, utilizamos dispositivos vestibles como los pulseras o relojes inteligentes o bandas de pecho, que están teniendo bastante difusión y cuyo coste no es muy elevado. Además también utilizamos los teléfonos móviles, con otro conjunto de capacidades que pueden servirnos para complementar los datos recogidos por los 'wearables'. Estos dispositivos son un medio ideal para poder llegar a los ciudadanos y crear alertas tempranas para prevenir problemas de salud.

---

<sup>1</sup> <https://zenobase.com/>

<sup>2</sup> <https://www.microsoft.com/microsoft-health>

<sup>3</sup> <https://fit.google.com/>

<sup>4</sup> <https://www.apple.com/researchkit/>

## 2 Estado del arte

Son muchas las ciudades que ya están analizando los datos que pueden ser recogidos desde diversos tipos de sensores para evaluarlos y aplicar técnicas de minería de datos para obtener conclusiones objetivas. Por ejemplo, en el trabajo de Boulos [4] toma Barcelona como ejemplo, exponiendo la utilidad de la información recogida por sensores conectados a Internet, para monitorizar el nivel de polución, combinado con el uso de una aplicación para smartphone, que llevan los ciudadanos (algunos de ellos), para monitorizar el nivel de ruido y de esta forma poder crear alertas de salud ambiental.

En nuestro estudio, se relaciona la información recogida por sensores que llevará el ciudadano en los trayectos de ida y vuelta al trabajo en su vehículo, así como los datos recogidos de actividad física y sueño en su día a día, para centrarse en analizar tres de los problemas más generales que afectan a las grandes ciudades:

### 2.1 Tráfico y riesgo de accidente

Es uno de los campos de estudio más extenso, debido al incesante aumento de vehículos en las ciudades. El objetivo global es optimizar los desplazamientos del conjunto de la sociedad dentro de una ciudad, para reducir el impacto medioambiental, así como reducir al mínimo los riesgos de accidente.

Uno de los factores que más afecta en el riesgo de accidentes, es la falta de atención por una mala calidad de sueño o por no dormir las horas suficientes, como expone Horne en su artículo acerca de cómo afecta el sueño en la conducción [5].

Otro factor que afecta al riesgo de tener un accidente es el estrés en la conducción, aunque éste depende de muchos aspectos, tanto externos como propios de la persona. En este estudio analizaremos el ritmo cardiaco en los trayectos de ida y vuelta del trabajo, ya que existe una relación directa entre el estrés y el ritmo cardiaco [6].

### 2.2 Factores energéticos y medioambientales

Al producirse un aumento de la población, se produce un mayor número de desplazamientos, que genera un mayor volumen de contaminación. En las grandes ciudades podemos encontrarnos muchos elementos contaminantes en el aire, pero según análisis como el realizado por Mayer [7], el tráfico de vehículos es uno de los que más elementos tóxicos genera y se ha probado, la relación entre la polución del aire y el aumento del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares o incluso cáncer de pulmón [8].

Una de las soluciones más evidentes es la de promover el uso del transporte público, en lugar de usar el coche privado, para reducir los niveles de contaminación. En el estudio de Beirão [12] se analizan los factores que motivan y desalientan a las personas a usar el transporte público: es necesario un compromiso dual entre una mejora de las infraestructuras de transporte público y una mayor concienciación

de los ciudadanos, para que dejen sus vehículos propios a favor del uso del transporte público.

En nuestro trabajo, el sistema analizaría las rutas y los horarios de los usuarios, en sus trayectos de casa al trabajo y viceversa, para proponer posibilidades de uso de transporte público o incluso tramos que pudiera hacer a pie, para aumentar su actividad física. Adicionalmente, estas recomendaciones iniciales, se relacionarían con información obtenida de fuentes de datos externas, como por ejemplo, la meteorológica, para que las sugerencias sean más adecuadas y sean mejor aceptadas por el usuario.

### 2.3 Salud

Los puntos anteriores están relacionados con la salud de los ciudadanos, pero aparte de éstos, la vida en las ciudades hace que también aumente el sedentarismo, lo que incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

En este estudio, el sistema propuesto analizaría la actividad física recogida por los sensores, complementándola con los patrones históricos de actividad del ciudadano e incluso datos de fuentes externas, para sugerir hábitos más saludables.

## 3 Desarrollo

Se está elaborando una plataforma capaz de analizar los datos recogidos por sensores que llevarán un conjunto de usuarios, para poder inferir patrones de comportamiento de éstos y así definir un sistema automático que sea capaz de realizar sugerencias para mejorar la calidad de vida, tanto desde el punto de vista personal, como de la sociedad en general. Para poder realizar recomendaciones con base científica, se dotará a la plataforma de un conector para que se puedan consultar datos de manera anónima por personal médico y profesionales de la salud, así como una forma para que puedan registrar las conclusiones a las que lleguen en base a los datos analizados, de modo que el sistema pueda usar las conclusiones para aplicarlas a futuros conjuntos de datos.



Para alcanzar este objetivo, el sistema debe desarrollarse en varias etapas:

- En una primera etapa, ha de recogerse una cantidad suficiente de datos de los ciudadanos como para que puedan ser analizados y extraer unos patrones de conducta de éstos. Los datos se obtendrán de sensores que llevarán consigo los ciudadanos.
- En una segunda etapa, al mismo tiempo que se siguen recogiendo datos de los ciudadanos, un equipo de profesionales de la salud los analizará e irá dotando al sistema de una base de conocimiento para ser capaz de presentar recomendaciones au-

tomáticas personalizadas, que puedan llevar a que el ciudadano tenga una vida más saludable.

- En una tercera etapa, se combinarán estas recomendaciones con otras fuentes de datos externas al propio ciudadano, como pueden ser datos meteorológicos, tráfico, niveles de polución, horarios y disponibilidad de transportes públicos, etc. para realizar recomendaciones más precisas e interesantes para el usuario.

La plataforma, al poder actuar como suministradora de información anonimizada, puede ser usada por otros equipos profesionales de otras disciplinas de investigación, para realizar estudios con los datos recogidos y elaborar, del mismo modo, nuevos resultados y conclusiones con los que se podría alimentar también el sistema.

### Recogida de datos de los ciudadanos

Tras analizar varios tipos de dispositivos físicos, así como las APIs que proveen los fabricantes para poder recoger los datos, se ha optado inicialmente, por 2 tipos de dispositivos:

- Pulseras Fitbit [13]
- Móviles con Sistema Operativo Android

Las ventajas del uso de las pulseras con sensores, es que son ligeras, no molestan en la actividad diaria y al contrario que los teléfonos móviles, se siguen llevando puestas cuando se llega a casa. Los modelos más básicos son capaces de recoger datos de actividad física del usuario, como la cantidad de pasos que da o la intensidad del ejercicio físico que realiza, así como las horas de sueño y la calidad de éste. Los modelos más avanzados, son capaces de detectar el pulso cardíaco e incluso la ubicación geográfica.

Por otro lado, se ha optado por móviles con sistema operativo Android por ser el más extendido en el mercado, con el objetivo de llegar a un mayor número de ciudadanos.

Adicionalmente, con cada medida que se recoge mediante los dispositivos que llevan los ciudadanos, se obtiene una información que le da un valor añadido al dato: el contexto en el que se produce. Los sistemas y la forma de interactuar de éstos con el ser humano, deben adaptarse a las circunstancias y el entorno éste [9]. Esta información contextual, hace que se puedan obtener conclusiones más adecuadas, ya que, por ejemplo, no sería lo mismo obtener una lectura de un ritmo cardíaco elevado en el trayecto al trabajo un día lluvioso, que una tarde en un parque haciendo deporte.

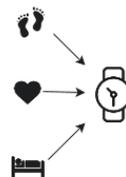
Consecuentemente, de cara a poder realizar las recomendaciones más adecuadas al ciudadano en cada momento, es necesario tener en cuenta esta información contextual. Mostremos un posible escenario: Supongamos que el sistema, en base a los datos recogido por los sensores durante un tiempo, concluye que el ciudadano lleva un estilo de vida muy sedentario últimamente. Analizando los parámetros de sueño del día actual, obtiene que ha tenido un correcto descanso. A continuación analiza las rutas que sigue habitualmente de casa al trabajo y del trabajo a casa y las horas a las que suele empezar cada recorrido, además del medio de transporte que usa. Ese día, el sistema detecta que el ciudadano comienza algo antes su trayecto a casa y que ha usado el transporte público para la ida al trabajo, con lo que se dis-

pone a sugerirle que podría hacer un tramo de la ruta de vuelta caminando, para mejorar su estilo de vida. Antes de emitir la recomendación en su dispositivo móvil, obtiene y analiza los datos de temperatura y meteorología de la zona en la que se encuentra, de modo que si está o va a llover o hace mucho frío, no plantea esa alternativa.

### Tipología de datos recogidos

Para este estudio, se recogerán los siguientes tipos de datos de las pulseras:

- Actividad física
- Pulso
- Horas de sueño



Por otra parte, se recogerán los siguientes tipos de datos de los dispositivos móviles:

- Ubicación GPS
- Acelerometría



Los datos serán enviados periódicamente a la plataforma web, donde serán analizados automáticamente para establecer una relación en base a criterios médicos y poder definir, cuando se tenga un conjunto suficiente de datos, recomendaciones para mejorar sus hábitos.

Más adelante, se analizarán estos datos y se contrastarán con otras fuentes de datos externas, como datos de tráfico de la API de Google Maps<sup>5</sup>, datos meteorológicos de AEMET<sup>6</sup> o calidad del aire de AirNow<sup>7</sup>, por poner algunos ejemplos.

### Envío de datos

Para la transmisión de los datos recopilados por los distintos sensores, se usará el sistema de intercambio de información Ztreamy<sup>8</sup>, que suministra una interfaz para publicar y consumir los flujos de datos generados por los sensores, siendo posible añadir información contextual, con lo que se pueden conseguir sensores web semánticos.

Ztreamy [10] permite, hacer filtrados y búsquedas por la información semántica en las tramas de datos recibidos, con lo que en el destino del envío se pueden localizar un dato concreto sin tener que procesar toda la información.

## 5 Conclusiones

El disponer de un sistema unificado capaz de recoger y analizar los datos de sensores provenientes de los propios ciudadanos y de sensores distribuidos por el entorno, y

<sup>5</sup> <https://developers.google.com/maps/>

<sup>6</sup> <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos>

<sup>7</sup> <http://airnowapi.org/webservices>

<sup>8</sup> <http://www.ztreamy.org/>

combinar estos datos con otras fuentes externas, hará posible una relación persona-ciudad inteligente en la que el beneficio será mutuo.

El sistema propuesto será capaz de cuidar del ciudadano, conociendo el conjunto de parámetros que definen sus hábitos, como los desplazamientos que realiza cada día, el tiempo que descansa o el estrés que sufre, y el contexto en el que se producen, pudiendo de realizar recomendaciones que puedan mejorar su salud.

Además, el sistema planteado sería escalable y, en un futuro, conforme vayan evolucionando y surgiendo nuevos sensores biométricos, se irán pudiendo añadir los datos recogidos a la base de conocimiento que ya se tuviera, para elaborar sugerencias más precisas al ciudadano, así como evaluar la salud del conjunto de la sociedad de la ciudad inteligente.

Por último, pero no menos importante, se podrá utilizar también como suministrador de información para otras plataformas y estudios de mejora de la calidad de vida en las ciudades.

## 6 Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad HERMES (TIN2013-46801-C4-1-r) y los proyectos de excelencia de la Junta de Andalucía Simon (P11-TIC-8052) y Context-Learning (P11-TIC-7124).

## Referencias

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights* (ST/ESA/SER.A/352).
2. Hennessy, Dwight A., and David L. Wiesenthal. *Traffic congestion, driver stress, and driver aggression*. *Aggressive behavior* 25.6 (1999): 409-423.
3. Bernstein, Martine S., Alfredo Morabia, and Dorith Sloutskis. *Definition and prevalence of sedentarism in an urban population*. *American Journal of Public Health* 89.6 (1999): 862-867.
4. Boulos, Maged N Kamel, and Najeeb M Al-Shorbaji. *On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities*. *International journal of health geographics* 13.1 (2014): 10.
5. Horne, Jim, and Louise Reyner. *Vehicle accidents related to sleep: a review*. *Occupational and environmental medicine* 56.5 (1999): 289-294.
6. Simonson, Ernst, et al. *Cardiovascular stress (electrocardiographic changes) produced by driving an automobile*. *American Heart Journal* 75.1 (1968): 125-135.
7. Mayer, Helmut. *Air pollution in cities*. *Atmospheric environment* 33.24 (1999): 4029-4037.
8. Pope III, C. Arden, et al. *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution*. *Jama* 287.9 (2002): 1132-1141.
9. Abowd, Gregory D., et al. *Towards a better understanding of context and context-awareness*. *Handheld and ubiquitous computing*. Springer Berlin Heidelberg, 1999.
10. Fisteus, Jesus Arias et al. *Ztreamy: A middleware for publishing semantic streams on the Web*. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web* 25 (2014): 16-23.
11. Beirão, Gabriela, and JA Sarsfield Cabral. *Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study*. *Transport policy* 14.6 (2007): 478-489.
12. Takacs, Judit, et al. *Validation of the Fitbit One activity monitor device during treadmill walking*. *Journal of Science and Medicine in Sport* 17.5 (2014): 496-500.
13. Bernstein, Martine S., Alfredo Morabia, and Dorith Sloutskis. *Definition and prevalence of sedentarism in an urban population*. *American Journal of Public Health* 89.6 (1999): 862-867.