Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana

Alejandro Pérez-Vereda[1], Carlos Canal[1], Javier Berrocal[2], José Garcia-Alonso[2], Juan M. Murillo[2]

[1]Universidad de Málaga, [2]Universidad de Extremadura

apvereda@uma.es; canal@lcc.uma.es; jberolm@unex.es; jgaralo@unex.es; juanmamu@unex.es

Abstract. Gran parte de los esfuerzos dedicados al desarrollo de las llamadas ciudades inteligentes se centran en el campo del Internet of Things (IoT). Las instituciones ofrecen habitualmente la información recolectada mediante IoT en forma de datos abiertos y estadísticas, a partir de las cuales se pueden realizar análisis y obtener conclusiones que ayuden a mejorar la gestión de las ciudades, haciéndolas más eficientes y habitables. No obstante, sin el concurso de los ciudadanos en la generación y recogida de información, no es posible ofrecer una imagen completa de las ciudades. El análisis de la información recopilada no tendrá en cuenta el contexto de las personas, ni podrá adaptarse a las necesidades de las mismas. Para resolver este problema, proponemos el uso de un nuevo modelo capaz de convivir con el de IoT actual y que cubra estas necesidades respecto a los ciudadanos. Se trata de Internet of People (IoP), un modelo de computación social y móvil que permite recopilar información a partir de los smartphones y del uso que hacen de ellos sus propietarios. Mediante un motor de inferencia, dicha información se transforma en conocimiento de los hábitos del usuario del teléfono, conocimiento que puede ser ofrecido a su vez como un servicio. La combinación de los datos recogidos por ambas partes, IoT e IoP, procurará realmente el adjetivo inteligente a la ciudad, permitiendo que los servicios que el IoT ofrece puedan adaptarse a cada persona, y convirtiendo a estas últimas en el objetivo central de la ciudad inteligente.

1 Introducción

En los últimos años hemos asistido al nacimiento del concepto de *smart city*, para denominar aquellas ciudades que integran soluciones basadas en tecnologías de la información e *Internet of Things* (IoT) para gestionar sus recursos. El objetivo es mejorar

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

la eficiencia de los servicios que prestan y satisfacer las necesidades de sus ciudadanos [1]. Para ello, las ciudades inteligentes recolectan información de muy diversos tipos: índices de contaminación, disponibilidad del transporte público, etc. La información recopilada es posteriormente ofrecida en forma de datos abiertos y estadísticas.

Sin embargo, esto no es suficiente para que una ciudad llegue a ser realmente inteligente. Según Cohen [2], es necesario un enfoque más amplio que permita mejorar la eficiencia de las operaciones de la ciudad, el crecimiento de su economía y, en particular, la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. De hecho, según [3], los ciudadanos son uno de los pilares que sustentan la ciudad inteligente.

Para que las instituciones puedan mejorar la eficiencia de los servicios que prestan, se hace necesario disponer de información más detallada acerca de cómo los ciudadanos usan dichos servicios. La solución pasa entonces por crear un ecosistema con datos compartidos por los ciudadanos, que actuarán por sí mismos como generadores de información de utilidad para la ciudad. Así, las instituciones públicas serán capaces de reaccionar a las necesidades de los ciudadanos adaptando sus servicios al uso que estos hagan de los mismos y obteniendo una rica retroalimentación.

La solución que proponemos en este trabajo es el uso de un modelo de computación social, en concreto, *Internet of People* (IoP) [4], que complemente al IoT cubriendo las necesidades de información sobre los ciudadanos. De hecho, IoP fue ideado precisamente para mejorar la integración de las personas en el IoT.

Basado en el modelo de IoP, *People as a Service* (PeaaS) [5], es una arquitectura de referencia que facilita la creación y gestión dentro del teléfono móvil de perfiles sociológicos con los hábitos, movimientos o preferencias de su propietario.

En este trabajo nos centraremos en aquellos elementos del perfil sociológico relacionados con rutinas de desplazamiento. Combinando esta información con datos IoT acerca de los medios de transporte público, podremos mejorar los planes de estos servicios y promover, por ejemplo, el uso de transporte alternativo al vehículo particular, reduciendo así las emisiones de CO2.

La estructura de este artículo es la siguiente. En la sección 2 ofrecemos una introducción a PeaaS junto con un escenario que ilustra situaciones reales en las que ambos modelos (IoT e IoP) se combinan para mejorar la vida de los ciudadanos. En la sección 3 presentamos cómo realizamos el análisis de los datos recogidos por el teléfono para elaborar el perfil sociológico de su propietario, mientras que la sección 4 mostramos cómo combinar esta información con la proveniente de IoT. Finalmente, encontramos la discusión de trabajos relacionados y las conclusiones de este trabajo.

2 Las personas en la ciudad inteligente

PeaaS es una arquitectura social y colaborativa centrada en el usuario. Se basa en el uso del móvil, que acompaña a su dueño en sus actividades diarias para elaborar un perfil sociológico del mismo [5]. Dicho perfil sociológico contiene información de contexto del usuario y es ofrecido a su vez como servicio de forma controlada y segura, permitiendo que se le puedan ofrecer servicios adaptados a sus necesidades.

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

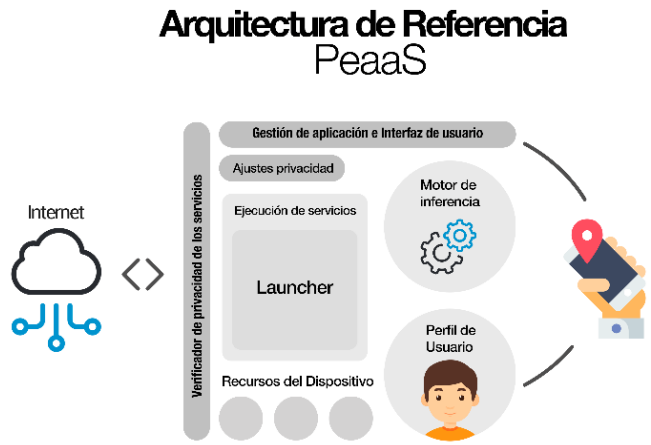

Figura 1. Arquitectura de referencia PeaaS

La arquitectura PeaaS (Fig. 1) está compuesta por cuatro capas. Una capa de recursos, que almacena el perfil del usuario; un motor de inferencia, cuyo objetivo es analizar los datos disponibles y elaborar con ellos el perfil sociológico; una capa de interfaz y, por último, una capa transversal de privacidad. Cabe destacar que, al estar toda la arquitectura situada dentro del dispositivo móvil, la labor de la capa de privacidad será la de gestionar las preferencias de privacidad del usuario. Esta se encargará de establecer cómo se comparte la información y qué tipo de información será compartida. Así, el objetivo es que el perfil del usuario se almacene en su móvil y en ninguna otra parte, desapareciendo la noción tradicional de servidor conteniendo toda la información, ya que cada teléfono hará las veces de este.

El modelo PeaaS es una herramienta que permite la combinación de IoT con IoP. Habilita los móviles como dispositivos autónomos que pueden analizar la información que obtienen del usuario, almacenar toda la información de sus perfiles y proporcionarla a terceras partes u otros usuarios, permitiendo sacarle partido y, creando así, una red colaborativa de información.

Para entender el funcionamiento de PeaaS y cómo se realiza la combinación del perfil sociológico con los datos abiertos de la ciudad, usaremos el siguiente escenario.

Pedro vive en una ciudad de tamaño medio. Todos los días, coge el coche para ir a su oficina. Como en el resto de sus actividades diarias, Pedro lleva consigo su teléfono móvil, que es testigo silencioso de sus movimientos. Como veremos más adelante, analizando la información de geolocalización recogida por el móvil, es sencillo determinar cuál es su lugar de residencia, los lugares a los que acude habitualmente, como su oficina, así como la ruta que sigue para desplazarse entre dichos lugares, el medio de transporte, y los horarios en los que se realizan estos desplazamientos.

Con esta información, y mediante su combinación con los datos abiertos de la ciudad, Pedro podría obtener recomendaciones de uso de transporte público como el autobús o una bicicleta urbana debido a la cercanía de su casa y oficina a paradas de alguno de estos transportes. En concreto, hoy el centro de control de tráfico de la ciudad ha detectado mediante sus cámaras un atasco en el camino que habitualmente sigue Pedro.

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

Así que probablemente, la recomendación sea usar la bicicleta para evitar el atasco. De esta forma, también se está promoviendo una reducción de la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Este tipo de colaboración puede observarse en la Fig. 2.

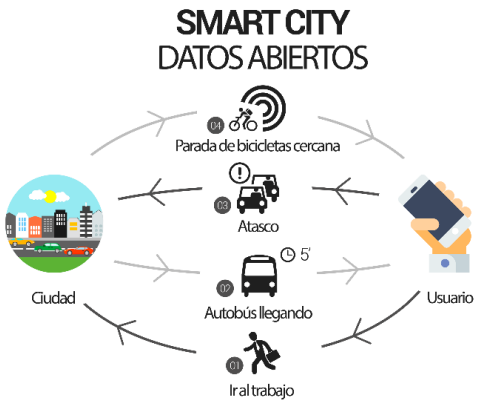

Figura 2. Combinación de IoT e IoP

3 Elaboración del perfil sociológico

En esta sección mostraremos cómo se elabora el perfil sociológico del usuario, aplicado a nuestro escenario de movilidad urbana. La información base que tendremos en cuenta proviene de los ciudadanos, y será recogida y almacenada por sus móviles. En concreto, el perfil del usuario estará formado por los distintos desplazamientos que este suele hacer en su vida diaria, por ejemplo, para ir al trabajo o al gimnasio, y por las localizaciones en las que permanece durante al menos un cierto tiempo.

3.1 De los datos al conocimiento

Para la elaboración del perfil sociológico del usuario del móvil seguimos un esquema basado en la pirámide de conocimiento de Davenport [6]. Esta pirámide consiste en cuatro escalones: datos, información, conocimiento y sabiduría, que se corresponden con las diferentes estructuras de datos del perfil sociológico.

Tomando como referencia el escenario de movilidad urbana presentado anteriormente, en el primer escalón de la pirámide (*datos*) tendríamos el historial de muestreo del geoposicionamiento de Pedro a lo largo del día. Este no es más que la secuencia de coordenadas GPS y la velocidad del usuario en cada momento, junto con un *timestamp*. Para hacer un uso eficiente de la memoria del teléfono, estos datos se van eliminado a medida que son analizados y transformados en el siguiente nivel.

En el segundo nivel (*información*) nos encontramos con dos tipos de estructuras. Por un lado, instancias de lugares, que son el resultado de una primera fase de análisis en la que detectamos los lugares en los que permanece el usuario durante un cierto tiempo. Por otro, instancias de desplazamientos entre dos lugares, que describen la ruta seguida entre ellos con información acerca de la velocidad en el trayecto y otros datos de interés

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

como cambios bruscos de velocidad o de dirección. En la Fig. 3 puede observarse, superpuesto a un mapa, el desplazamiento realizado entre de dos lugares A y B, junto con dos puntos de interés asociados a variaciones de velocidad y relacionados en este caso con el cambio del medio de transporte.

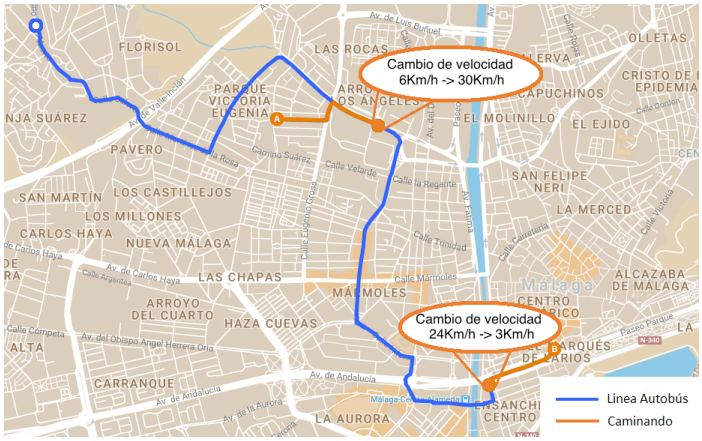

Figura 3. Superposición del desplazamiento de un usuario con el recorrido de un autobús. Los puntos de interés señalados corresponden con la subida y bajada del autobús

El nivel del *conocimiento* está representado por las rutinas del usuario, y en él se identifican los lugares a los que acude habitualmente (como puede ser su vivienda o su lugar de trabajo), junto con los desplazamientos que realiza entre ellos. Además, se indica la frecuencia con la que se repite la rutina (por ejemplo, determinados días a la semana), junto con un parámetro de fiabilidad de que dicha rutina se repite un día particular. Por último, tratamos de determinar el medio de transporte utilizado. Un ejemplo de la información representada en este nivel se puede observar en la Fig. 4.

Lugares			Salida		Llegada		Frecuencia		Transportes		Descripción
Punto	Veces	Descripción	Hora	Variabilidad	Hora	Variabilidad	Día	Fiabilidad	Medio	Fiabilidad	
36,720972, -4,372106	100	Casa	7:36	8 minutos	8:02	5 minutos	Lunes	100%	Bicicleta	94%	Ir de casa al trabajo. Solo trabaja algunos viernes. Cuando llueve va en coche.
							Martes	100%			
							Miércoles	100%			
36,715292, -4,477885	80	Trabajo					Jueves	100%	Coche	12%	
							Viernes	41%			

Figura 4. Ejemplo de una rutina que consiste en ir al trabajo

Para la descripción del último nivel de la pirámide (*sabiduría*) no basta con la información recogida en el perfil sociológico, sino que esta debe de ser combinada con los datos abiertos de la ciudad, por lo que nos referiremos a él en la Sección 4.

La Fig. 5 muestra el esquema de la base de datos utilizada para almacenar el perfil sociológico. El esquema propuesto puede adaptarse con facilidad a nuevos tipos de datos recolectados o nuevas etapas de análisis que extraigan más información de distinta clase. Usamos una base de datos *SQLite* para el almacenamiento del perfil en el móvil.

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

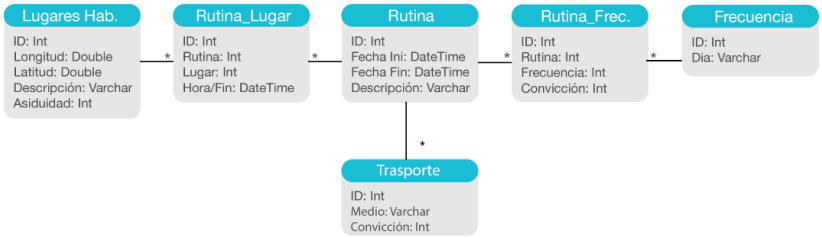

Figura 5. Esquema de la base de datos

3.2 Motor de inferencia

Una vez analizadas las estructuras de datos utilizadas, podemos describir el proceso de análisis mediante el que se van rellenando dichas estructuras. Este algoritmo de análisis ha sido implementado en una aplicación Android. El proceso está compuesto de diferentes etapas, siendo la primera de ellas la recogida de muestras GPS. Hay diversas formas de hacer esta recogida, pero tratándose de un dispositivo móvil, la batería del mismo va ser un aspecto importante a cuidar. Es por ello que la recogida no se rige por intervalos de tiempo, que nos darían mucha información inútil mientras el usuario está parado, sino por la distancia que el usuario ha recorrido. En concreto, se toma una muestra siempre que el usuario se haya desplazado 35 metros (configurable). De esta forma consumimos menos batería, a la vez que eliminamos algunos problemas de conexión GPS dentro de un edificio o lugar cubierto.

El siguiente paso es obtener las instancias de lugar y de desplazamiento. Hay que considerar que la recogida de las muestras GPS necesita estar en ejecución durante todo el día, pero el resto de pasos basta con que se realicen una vez al día. Por ello, solo se ejecutarán cuando se detecte que el teléfono se está cargando, reduciendo así el impacto en la vida de la batería. Para obtener las instancias de lugar aprovechamos que la señal GPS solo se muestrea mientras el usuario se esté desplazando, cuando hay un tiempo de inactividad, significa que este permanece en algún lugar, y las muestras que hay entre dos periodos de inactividad es la ruta seguida entre ellos.

En este paso no solo obtenemos las instancias de lugar. También analizamos las trazas de los desplazamientos para identificar puntos de interés correspondientes a cambios bruscos de velocidad u otro tipo de evento que pueda servirnos en más adelante.

Es importante prestar atención aquí al filtrado de muestras erróneas. Cuando encontremos un periodo de inactividad, hay que realizar unas comprobaciones antes de considerarlo como una instancia de lugar. Después de una inactividad, debemos encontrar al menos tres muestras coherentes en tiempo y distancia entre sí, ya que en caso contrario, puede que haya habido un error de GPS y se haya recogido una muestra de más. También podemos filtrar gracias a la información de la velocidad, de modo que cuando un usuario acelera bruscamente, este debe mantener la nueva velocidad al menos en la siguiente muestra, si no, consideraremos que también es una muestra errónea.

A continuación, solo hay que emparejar las instancias de lugar en orden cronológico para obtener instancias de desplazamiento. De modo que, si tenemos las instancias de lugar A, B y C, obtendríamos [A, B] y [B, C] como instancias de desplazamiento.

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

Por último, si una instancia de lugar o de desplazamiento se repite tres o más veces, la transformamos en rutina de lugar o desplazamiento con frecuencia en los días que se haya repetido. A partir de ahí, si sigue repitiéndose, se añade un nuevo día a la frecuencia o se incrementa el valor de fiabilidad de alguno de los existentes. El parámetro de fiabilidad decrementa en función de si la rutina deja de repetirse ese día concreto, de forma que, si nunca más se realiza el mismo día, acabará por desaparecer.

Para completar la rutina tenemos que determinar el medio de transporte utilizado, que deducimos de las medidas de velocidad (ver Fig. 6), los puntos de interés identificados y datos abiertos como las localizaciones de las paradas o los recorridos de las líneas de autobús, como veremos en la siguiente sección.

Llegados a este punto resta validar el sistema de aprendizaje con un grupo de personas con distintos hábitos de transporte que usen la aplicación durante un cierto tiempo y a las que entrevistaremos para comprobar la veracidad de las rutinas generadas.

4 Combinación de IoT y PeaaS

La información proveniente de IoT que utilizamos es recogida por sensores que hay distribuidos por la ciudad y que se ofrece como datos abiertos por las instituciones públicas u otros. Como estos datos dependen de la ciudad que consideremos, nos centraremos en la información proporcionada por la ciudad de Málaga[1]. Actualmente hay 37 conjuntos de datos relacionados con accesibilidad y movilidad disponibles para su uso. Estos datos se encuentran en formato .csv y tienen diferentes frecuencias de actualización dependiendo de las necesidades de cada conjunto de datos. Es posible acceder a ellos mediante URLs públicas. Para nuestro escenario de movilidad urbana, utilizaremos los datos correspondientes a líneas de autobús, estacionamientos de bicicletas públicas, parkings e incidencias del tráfico.

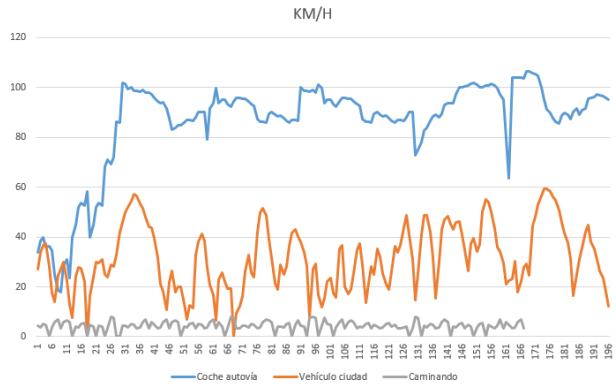

Figura 6. Gráficas de velocidad de muestras recogidas usando distintos transportes

Así, por ejemplo, el motor de inferencia PeaaS es capaz de determinar si Pedro realiza un determinado trayecto en vehículo a motor, pero combinando esta información

[1] Datos abiertos de Málaga: http://datosabiertos.malaga.eu/

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

con las líneas de transporte público, podemos determinar si lo hace en coche o autobús. Esto es posible gracias a los puntos de interés ya que, teniendo en cuenta simplemente la velocidad, puede resultar difícil distinguir entre un autobús y un coche, como vemos en la Fig 6. Pero si detectamos cambios de velocidad bruscos y vemos que se corresponden con la localización de paradas de autobús (Fig. 3), es posible determinarlo.

La combinación de los datos de IoT e IoP se hará en el smartphone. Recordamos que, según lo dictado por la arquitectura PeaaS, la información de cada usuario solo se encuentra en su móvil; no existe un servidor central conteniendo la información. De este modo la obtención de información de otros usuarios se realizará mediante una comunicación usando un lenguaje de consultas de alto nivel que estamos desarrollando.

Teniendo en cuenta todo esto, el sistema puede ser utilizado para hacer recomendaciones de transporte. Así, por ejemplo, si se observa que Pedro sigue habitualmente una ruta similar a una línea de autobús urbano, se le podría recomendar usar una combinación de autobús y bici pública para acceder a su lugar de trabajo, o compartir coche con un vecino. Estas recomendaciones pueden ser aún más específicas si tenemos en cuenta información meteorológica o de incidencias del tráfico. Este tipo de recomendaciones son las que identificamos con el nivel de sabiduría de la pirámide de Davenport.

Por último, cabe destacar que los ciudadanos no serían los únicos beneficiarios de la combinación de IoT e IoP, sino que también es posible obtener información relevante para las instituciones. Así, si se detecta que un porcentaje grande de los usuarios de una línea de autobús continúan posteriormente su desplazamiento a pie en una determinada dirección, se podría considerar la ampliación de la línea con paradas adicionales.

La validación de esta parte del sistema se realizará implícitamente haciendo un seguimiento automático de si se siguen las recomendaciones de movilidad sugeridas o si por el contrario, el usuario las ignora.

5 Discusión y conclusiones

En este trabajo hemos propuesto la combinación, en el ámbito de las ciudades inteligentes, de la información obtenida mediante IoT con aquella generada por los ciudadanos mediante el modelo IoP, con objeto de mejorar los servicios de la ciudad y que estos puedan adaptarse a las necesidades de sus habitantes. La utilización de PeaaS nos proporciona una nueva variedad de datos de gran importancia sobre los ciudadanos y aporta numerosas ventajas tanto para ellos mismos como para las instituciones públicas.

Diversos trabajos de investigación recientes coinciden en abordar la problemática de IoT y las ciudades inteligentes mediante un paradigma centrado en las personas [7]. Todos ellos coinciden en el uso de un motor de inferencia. Más allá de ellos, desarrollos industriales como los asistentes de Google[2] o Apple[3] utilizan también información recogida en elaborados perfiles del usuario. Las diferencias con nuestra propuesta radican en que nuestro modelo es descentralizado y permite establecer sinergias más ricas entre los diferentes actores, ya sean estos particulares, instituciones públicas o empresas.

[2] Google Now: https://www.google.com/intl/es/landing/now/
[3] Siri: http://www.apple.com/es/ios/siri/

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

Si consideramos modelos más claramente colaborativos, la idoneidad del teléfono móvil para estos propósitos cuenta ya con antecedentes [8], mientras que [9] aplica precisamente este modelo a *smart cities* y resalta las posibilidades que las personas pueden aportar a la ciudad inteligente, proponiendo una plataforma de *crowdsensing*.

Respecto a la recogida de información proveniente de la ciudad, hay amplio consenso en que la base de partida está en el IoT [10]. Sin embargo, rápidamente nos encontramos con un problema que tiene que ver con la estandarización de las interfaces para acceder a los datos. Aquí la solución parece venir de la mano de la *Web of Things* (WoT) [11], que es una evolución de IoT usando servicios *RESTful* como interfaces.

Por último, la inferencia de hábitos y patrones de desplazamiento se aborda en trabajos como [12, 13], este último de los mismos autores que el presente trabajo y en ambos casos en el ámbito de personas aquejadas de Alzheimer u otras demencias.

De hecho, el análisis de rutinas de desplazamiento presentado en [13] es el punto de partida del presente trabajo y nos ha permitido probar la funcionalidad del enfoque PeaaS, recogiendo una cantidad considerable de datos para su verificación. Aun así, el siguiente paso debería ser la validación de la propuesta con un número considerable de usuarios para determinar que los objetivos planteados son factibles. La continuidad del presente trabajo se justifica tanto por el proyecto DADIoT (Construcción, análisis y despliegue de aplicaciones IoT, TIN2015-67083-R) como por el proyecto SMART-FI[4], una iniciativa en la que estamos involucrados actualmente. SMART-FI se basa en el uso de la plataforma FIWARE[5] y tiene como objetivo crear oportunidades de negocio para aplicaciones sobre *smart cities*, y mejorar la calidad de vida pública utilizando datos abiertos. El caso de estudio de SMART-FI correspondiente a Málaga es precisamente un escenario de movilidad similar al recogido en este trabajo.

En cuanto al estado de la propuesta, actualmente estamos desarrollando la combinación de la información sobre hábitos y rutinas de desplazamiento del usuario con información obtenida de datos abiertos sobre la ciudad, tal como se plantea en la sección 4. Entre nuestros objetivos futuros, está el mejorar el motor de inferencia para que sea capaz de elaborar un perfil del usuario más complejo, que contenga información no solo relacionada con desplazamientos. Para este propósito nos planteamos utilizar técnicas de flujos de trabajo sociales como las propuestas en [14]. También planteamos la sustitución de parte del algoritmo de análisis por técnicas de procesamiento de eventos complejos (CEP) [15]. Una vez afinado esta parte del trabajo nos centraremos en el desarrollo de un lenguaje de consultas de alto nivel para poder realizar la comunicación y extraer información compleja de los perfiles sociológicos.

6 Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, mediante los proyectos TIN2015-67083-R y TIN2015-69957-R (MINECO/FEDER, UE) y por el Departamento de Infraestructura del Gobierno de Extremadura (proyecto GR15098).

[4] Proyecto SMART-FI: http://www.smart-fi.eu/
[5] FIWARE: http://www.fiware.org

Pérez-Vereda, A., Canal, C., Berrocal, J., García-Alonso, J., Murillo, J. M.: El papel de los ciudadanos en las ciudades inteligentes: un escenario de movilidad urbana. In: Ortiz, G. (ed.) Actas de las XIII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios (JCIS 2017). Sistedes (2017). https://hdl.handle.net/11705/JCIS/2017/014

7 Referencias

1. T. Nam, T. A. Pardo. "Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People and Institutions". Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times. 282-291. Maryland, USA. 2011.
2. B. Cohen. "What exactly is a smart city". Co. Exist 19. 2012.
3. C. Manville, G. Cochrane, J. Cave, J. Millard, J. K. Pederson, R. K. Thaarup, A. Liebe, M. Wissner, R. Massnink, B. Kotterink. "Mapping Smart Cities in the EU". 2014.
4. J. Miranda, N. Mäkitalo, J. Garcia-Alonso, J. Berrocal, T. Mikkonen, C. Canal, J. M. Murillo. "From the Internet of Things to the Internet of People". Internet Computing Magazine, IEEE, 19(2), 40-47. 2015.
5. J. Guillen, J. Miranda, J. Berrocal, J. Garcia-Alonso, J. M. Murillo, C. Canal. "People as a Service: A Mobile-centric Model for Providing Collective Sociological Profiles". Software, IEEE 31(2), 48-59. 2014.
6. T. H. Davenport, L. Prusak. "Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know". Harvard Business School Press. 1998.
7. F. Y. Wang, K. M. Carley, D. Zeng, W. Mao. "Social computing: From social informatics to social intelligence". Intelligent Systems, IEEE 22(2), 79-83. 2007.
8. L. Srivastava. "Mobile phones and the evolution of social behavior". Behaviour & Information Technology, 24(2), 111-129. 2005.
9. G. Cardone, L. Foschini, P. Bellavista, A. Corradi, C. Borcea, M. Talasila, R. Curtmola. "Fostering participaction in smart cities: a geo-social crowdsensing platform". IEEE Communications Magazine, 51(6), 112-119. 2013.
10. J. Jin, J. Gubbi, S. Marusic, M. Palaniswami. "An information framework for creating a smart city through internet of things". Internet of Things Journal, IEEE, 1(2), 112-121. 2014.
11. D. Guinard, V. Trifa, F. Mattern, E. Wilde. "From the internet of things to the web of things: Resource-oriented architecture and best practices". Architecting the Internet of Things. Springer Berlin Heidelberg, 97-129. 2011.
12. Q. Lin, D. Zhang, K. Connelly, H. Ni, Z. Yu, X. Zhou. "Disorientation detection by mining GPS trajectories for cognitively-impaired elders". Pervasive and Mobile Computing, 19, 71-85. 2015.
13. P. Pérez-Lozano, A. Pérez-Vereda, J. M. Murillo, C. Canal. "SafeWalks: aplicación móvil de supervisión de pacientes de Alzheimer". XI Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios, Santander. 2015.
14. B. Vázquez-Barreiros, M. Mucientes, M. Lama. "ProDiGen: Mining complete, precise and minimal structure process models with a genetic algorithm". Information Sciences, 294, 315–333. 2015.
15. D. Luckham. "Event processing for business: organizing the real-time enterprise". John Wiley & Sons, 2011.