

CIVITAS: PLATAFORMA DE SOPORTE A LAS CIUDADES INTELIGENTES¹

Félix Jesús Villanueva

David Villa Alises

María José Santofimia

Julio Dondo Gazzano

Juan Carlos López

Universidad de Castilla-La Mancha

Resumen

Las ciudades inteligentes presentan una oportunidad única para crear un ecosistema de innovación y desarrollo socioeconómico que proporcione a ciudadanos, empresas y organismos públicos un entorno más propicio y eficiente para sus actividades diarias y promueva su desarrollo. En este trabajo mostramos las directrices generales de la plataforma Civitas. Civitas constituye un esfuerzo de investigación en el diseño de una plataforma desarrollada para dar soporte a ese ecosistema de ciudades inteligentes. Mediante el uso de tecnologías y estándares abiertos, Civitas se adapta de forma flexible al tamaño y necesidades de la ciudad así como a los servicios requeridos proporcionando un punto de encuentro para empresas, ciudadanos y organismos públicos.

Abstract

Smart cities are a great opportunity for creating an ecosystem to promote the innovation and socioeconomic development, which provides to citizens, companies and public organism with an appropriate and efficient environment to develop their day to day tasks and to promote their progress. In this work we show the design guidelines of the platform Civitas. Civitas is a research effort to design a platform for supporting such ecosystem in smart city field. Through the use of open source technologies and open standards, Civitas adapts itself in a flexible way to the size and needs of the city and also to the required services providing a meeting point for companies, citizens and public entities.

Palabras clave: Ciudad Inteligente; Plataforma; Middleware; Integración

Área temática: Actuaciones Sostenibles del espacio urbano.

¹ Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación bajo el proyecto DREAMS (TEC2011-28666-C04-03)

1. Introducción

Con el concepto de ciudad inteligente se pretenden evolucionar los procesos y actividades que diariamente llevamos a cabo los ciudadanos desde su situación actual hasta un estado más eficiente desde un punto de vista energético, de tiempo, de coste, etc. Para ello se requiere de la colaboración de los diferentes actores, en sus ámbitos de actuación, así como de la introducción de nuevas tecnologías. Este escenario de colaboración y tecnologías heterogéneas (proveniente de diversos fabricantes, con distintos protocolos, etc.) solo puede llevarse a cabo mediante el desarrollo y establecimiento de una plataforma común donde los diversos actores provean y consuman información.

Efectivamente, uno de los grandes problemas que debe afrontar una ciudad inteligente es la heterogeneidad de servicios y tecnologías que pueden dificultar el despliegue e instalación de un entorno integrado y con sinergias entre diversos servicios. En otros campos de aplicación como la domótica este problema a dado lugar a un mercado fragmentado con tecnologías y servicios que se instalan en forma de islas y que impiden el desarrollo de todo el potencial que generalmente se ha asociado a este campo.

La ciudad inteligente puede proporcionar soluciones a este problema al existir el gobierno municipal, que en su rol de actor crucial con una visión global de la ciudad, debe exigir, en los pliegos y contratos extendidos con las empresas, el uso de estándares abiertos. Esta política proporcionaría a las ciudades inteligentes una independencia tecnológica de diversos proveedores, permitiría la interoperabilidad e integración así como un ahorro de costes al producirse sinergias entre tecnologías y servicios. De igual forma, las concesiones de servicios, el uso de infraestructuras ICT públicas, despliegue de infraestructuras por parte de las empresas, ya no sólo deben ir asociadas a las contraprestaciones económicas tradicionales sino que deben estar supeditadas a la provisión de información al ente público de cara a su aprovechamiento por parte del organismo público y por parte del ciudadano.

La visión en la cual se sustentaría este modelo parte de un modelo de ciudad en la cual existe una infraestructura IT básica y pública complementada por recursos privados y que se pone a disposición de los ciudadanos/empresas por parte de los gobiernos. Esta infraestructura IT básica se despliega conforme a los servicios que ciudadanos y empresas demanden y el gobierno pretenda proporcionar y cumple la misma misión que otro tipo de infraestructura viales, distribución de energía, etc. pero en cuanto a la recopilación y distribución de información y servicios.

Con el ánimo de proporcionar soporte al ecosistema que daría lugar esta visión integrada de datos y servicios en el seno de una ciudad inteligente se diseña la plataforma *Civitas*. *Civitas* es una plataforma software distribuida que pretende ser la infraestructura pública de la información de la ciudad del futuro recopilando y distribuyendo dicha información que se genera y consume por parte de ciudadanos, empresas y gobiernos. Junto con esta labor de distribución, se ofrecerán una serie de servicios comunes a desarrolladores para la elaboración de servicios inteligentes de diversa índole.

Una de las claves para que una plataforma de este tipo tenga éxito, es que debe centrarse en facilitar la vida a los desarrolladores mediante las siguientes principales características:

- Proporcionar al desarrollador libertad para desarrollar con aquellas tecnologías mas apropiadas al servicio que está desarrollando, por lo que debe ser libre de escoger el lenguaje de programación que desee y el sistema operativo.
- Tener claro la nomenclatura e interfaces que se utilizan en la plataforma.
- Tener libertad para implementar el modelo de seguridad que mejor se adapte al servicio a desarrollar y tener los mecanismos adecuados para ello en la plataforma.
- Tener acceso a servicios avanzados que le permitan centrarse en la funcionalidad de su servicio. Al igual que los middlewares genéricos proporcionan servicios relacionados con varios dominios de aplicación (gestión de eventos, despliegue, etc.), un middleware orientado a ciudades inteligentes debe proporcionar servicios avanzados relacionados con este dominio de aplicación (anonimización, estructura de la ciudad, actividad de las redes sociales relacionadas con la ciudad). Es a partir de estos servicios, a partir de los cuales se pueden generar servicios avanzados con un coste de desarrollo acotado.

Con el modelo descrito de ciudad inteligente y con los objetivos que una plataforma de este tipo debe tener, diseñamos *Civitas*.

La principal aportación de este trabajo es la presentación de las directrices de diseño de la plataforma así como sus servicios para ciudades inteligentes.

2. Trabajos previos

Las ciudades inteligentes presentan un gran reto desde un punto de vista tecnológico dada la heterogeneidad de tecnologías hardware (redes, sensores, actuadores, servidores) y software (protocolos, servidores web, sistemas operativos, etc.) que deben ser desplegadas.

Crear servicios avanzados supondrá aislar a los desarrolladores de dichos servicios de esa heterogeneidad y proveerles de mecanismos sencillos y simples para el acceso a la información de la ciudad. La labor del *middleware* de comunicaciones tradicionalmente ha sido lidiar con dicha heterogeneidad.

Mientras que el middleware de comunicaciones es un software genérico una plataforma como *Civitas* extiende dicho middleware para proveer servicios acordes con el campo de aplicación de dicha plataforma.

Otros autores han trabajado en el desarrollo de middlewares/plataformas para este campo de aplicación. Cabe destacar el trabajo GAMBAS (Wolfgang, 2014), una plataforma Java para el desarrollo de servicios en las ciudades inteligentes. GAMBAS plantea un modelo P2P construido sobre un middleware P2P académico (llamado BASE) y propone un sistema que mediante capas que se asocian a servicios específicos

especifica cómo el desarrollador debe adquirir, procesar y compartir información. Sin embargo GAMBAS especifica formas de desarrollar aplicaciones que podrían valer para cualquier campo de aplicación, es decir, no proporciona servicios avanzados entorno a la ciudad inteligente y solo extiende el middleware BASE para la integración de datos desde plataformas móviles. Como veremos mas adelante una plataforma debe proporcionar servicios relacionados con la ciudad que, de no proveerlos, cada desarrollador tendría que replicar en muchas de las aplicaciones a desarrollar.

Una de las primeras referencias en el campo de las ciudades inteligentes son las U-City en Corea del Sur cuyo middleware SmartUM (HaeSung, 2009) proporciona una interfaz común para sensores/actuadores así como una taxonomía mediante ontologías de los eventos/servicios/conocimiento que se pueda desplegar. Además se centra en poder desplegar tareas y servicios en Grid. SmartUM no parte de ningún middleware y por lo tanto debe crear todos los servicios desde cero sin especificar aspectos tan importantes como la seguridad de la plataforma. De igual manera que GAMBAS se centra en crear una infraestructura de integración para las aplicaciones, que son las responsables de implementar todo lo relacionado con la ciudad inteligente.

Otra infraestructura que se orienta a las ciudades inteligentes es SOFIA (Smart Objects For Intelligent Applications). SOFIA esta basado en OSGi (Tavares,2008), una plataforma Java de interoperabilidad que utiliza un nodo central (y por lo tanto punto único de fallo) para habilitar la interoperabilidad entre servicios. Existen otras implementaciones de los componentes de SOFIA para dispositivos de bajo coste y para plataformas Linux. SOFIA añade una arquitectura basada en ontologías expresadas mediante el lenguaje OWL de nuevo para buscar la interoperabilidad y nomenclatura común así como para tareas la interacción entre los servicios a través de los componentes de SOFIA.

Con independencia de la bondad integradora de estas aproximaciones, todas ellas se olvidan de desarrollar servicios comunes para ciudades inteligentes centrándose en el aspecto de la integración. De esta forma, por poner un ejemplo, el desarrollo de cualquier servicio relacionado con la estructura física (calles, avenidas, edificios, etc.) de la ciudad dejaría todo ese trabajo complejo de modelado a cada una de las aplicaciones, lo cual dificulta el desarrollo de servicios. En *Civitas* proporcionamos, además de la plataforma y la nomenclatura común de cara a la integración, servicios relacionados con las ciudades inteligentes que libran de gran parte del trabajo a los desarrolladores. La plataforma *Oracle's Smart City Platform Solution* (Oracle, 2013) se orienta mas a la interacción directa entre los ciudadanos y ayuntamientos en los procesos de interacción (impuestos, licencias, procedimientos administrativos, etc.) proporcionando soluciones cerradas. Nuestra propuesta aboga por una plataforma abierta donde se cree un ecosistema de soluciones de terceras compañías que interaccionan con ciudadanos, otras compañías y ayuntamientos a través de nuestra plataforma.

3. Evolución de servicios

A la hora de diseñar *Civitas* tuvimos en cuenta los diferentes servicios que se pueden proporcionar en el seno de una ciudad tanto a empresas como a ciudadanos y gobiernos y extrajimos factor común de cara a identificar qué estados y necesidades requeriría una plataforma de este tipo.

Con independencia del servicio a implantar (gestión del alumbrado público, recolección de residuos, mantenimiento de zonas verdes, seguridad ciudadana, etc.) y de los parámetros de eficiencia que se determinen para dicho servicio (eficiencia energética,

optimización de rutas, reducción del consumo de agua, minimización del número de delitos, etc.) generalmente un servicio debe evolucionar por diferentes estados. Entre los estados comunes podemos identificar la monitorización, la automatización y la gestión inteligente.

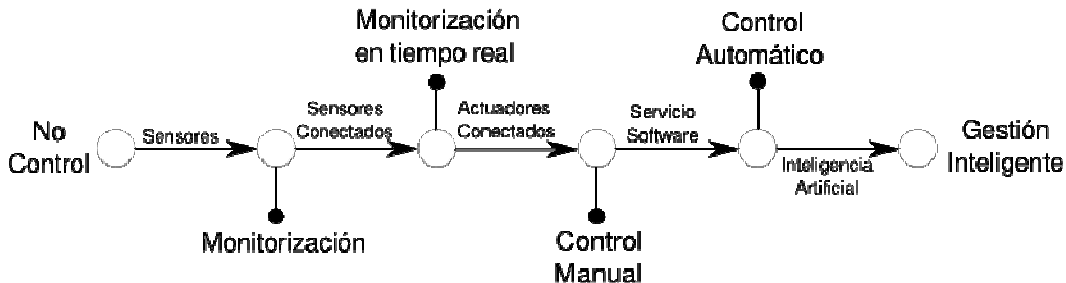


Figura 1: Evolución del servicio de gestión del tráfico de una ciudad.

Un buen ejemplo de estos diferentes estados en los cuales se puede evolucionar es la gestión del tráfico, uno de los grandes problemas de las grandes ciudades hoy en día. Tal y como podemos ver en la figura, desde un estado en el cual no existe un control del tráfico de ningún tipo, se puede pasar a la instalación de sensores para tener información de los flujos de tráfico durante el periodo en el cual desplegamos los sensores. Esta práctica es habitual en las ciudades para la planificación y modelado del tráfico. Si esos sensores se despliegan de forma permanente y se conectan a una red de comunicaciones obtenemos una monitorización en tiempo real. El siguiente paso sería poder modificar/controlar los flujos de tráfico por lo que se requeriría poder actuar sobre elementos de regulación de tráfico (semáforos y paneles informativos principalmente) mediante el despliegue de actuadores. Una vez monitorizado en tiempo real y con posibilidades de control, se pueden automatizar mediante el desarrollo de servicios software la gestión del tráfico pasando a un control automático con determinadas capacidades de adaptación, el caso mas habitual es, adaptar la duración de los semáforos al estado de la red. Muchas grandes ciudades tienen ya desplegados este tipo de servicios en su gestión diaria. El último estado es menos habitual ya que requiere de la aplicación de técnicas que, en función del campo de aplicación, no siempre están maduras o es más difícil de modelar el problema. Se utilizan técnicas de inteligencia artificial para abordar el problema de forma global y adaptativo que gestione de forma inteligente y aprenda de la evolución del sistema.

4. Plataforma *Civitas*

Este desglose de estados en los cuales puede evolucionar un servicio nos sirvió como guía de diseño para *Civitas*. Desde el punto de vista tecnológico, creamos una plataforma que se puede desplegar de forma distribuida a lo largo de la ciudad y que permite recopilar en tiempo real la información de los sensores y permite controlar los diversos actuadores. A partir de esta información proporcionamos a los desarrolladores software todos los recursos necesarios (acorde a la política de seguridad que se implante) para que desarrollen, desplieguen y mantengan sus propios servicios en función de sus necesidades. Dichos recursos están básicamente agrupados por:

- Acceso a los datos geolocalizados, multiformato y en tiempo real que la política de seguridad le permita.

- Mecanismos de seguridad que le permita acceder a los datos y servicios para los cuales tenga permiso de forma confidencial y segura.
- Servicios software horizontales que pertenecen a la plataforma *Civitas* y que se identifican como comunes y necesarios para desarrollo de multitud de servicios. (propagación de eventos, grafo representando la ciudad, geolocalización de la información, etc.)

4.1 Servicios

En un plano más tecnológico, como ya hemos comentado anteriormente, *Civitas* proporciona una serie de servicios cuyo consumidor final son las empresas y más específicamente los desarrolladores que pretenden crear servicios específicos de las ciudades inteligentes. Por cada ciudad, entre estos servicios que se proporcionan con la plataforma cabe destacar:

- *CitiGraph*: Este servicio proporciona la disposición geográfica como grafo en el cual los nodos representan las intersecciones y las aristas las calles asociando información semántica (sentido del tráfico, tasa de accidentes, tasa de delitos, etc.) tanto a aristas como a nodos. Este grafo, obtenido automáticamente de iniciativas como el proyecto *OpenStreetMap* proporciona un servicio básico de cara a la geolocalización de servicios y recursos, cálculo de rutas y trayectorias, etc. y constituye un servicio clave de cara a facilitar a empresas principalmente el desarrollo de sus propios servicios.
- *SocialMonitor*: Este servicio proporciona una actividad de “vigilancia” de las redes sociales (twitter, facebook, etc.) relativos a la ciudad en la cual se encuentra asociado. En este caso, el objetivo no es sino utilizar dichas redes sociales como sensor global acerca de cómo “respira” la ciudad y está orientado a generar información/alertas en base a la detección de eventos anómalos (actividad, uso de etiquetas determinadas, etc.). En la actualidad se realiza una búsqueda periódica (cada 20 minutos) de eventos en las redes sociales (tweets, publicaciones en facebook, etc.) relacionados con la ciudad (mediante la búsqueda de *hashtags* específicos, asociaciones que pertenecen a la ciudad, eventos geolocalizados, etc.)
- *Anonymity*: Este servicio proporciona un filtro de cara a la anonimización de los datos relativos a los ciudadanos. Mucha información recolectada de los ciudadanos puede ser muy útil en decisiones estratégicas y tácticas en diferentes ámbitos pero es muy fácil violar la intimidad de los mismos si no se produce una anonimización de los datos. En este sentido, el uso de este servicio permitiría crear ciudadanos virtuales anónimos que exponen un comportamiento similar a su ciudadano espejo manteniendo su anonimidad. A partir de la información fija relativa al usuario, se obtiene una firma MD5 que corresponde con el identificador de un ciudadano virtual (a partir del cual no se puede obtener al ciudadano real). Esta información fija del perfil de usuario necesita ser confidencial, al menos parcialmente, de forma que no se pueda

obtener el identificador de ciudadano virtual a partir de información pública. De igual forma, para desplazamientos podría incluir información temporal de forma que diversos desplazamientos no se asocien al mismo usuario virtual.

- *CityDynamics*: La gestión de la movilidad constituye sin lugar a dudas uno de los grandes retos de las ciudades. En el día a día, la fluidez del tráfico, situación del transporte público, gestión del tráfico, respuesta ante incidencias, cálculo de rutas eficientes de reparto/recogida, etc. son ejemplos de servicios que se podrían mostrar con una labor colaborativa de los ciudadanos. A más largo plazo la planificación de las infraestructuras, la reparación y mantenimiento de las mismas puede verse beneficiada de la recopilación de los patrones de movilidad en el seno de la ciudad. Esta información se recoge a través del servicio *Anonymity* desde las aplicaciones para el móvil de los usuarios que a cambio obtendrían la información agregada acerca del estado de la ciudad. El dispositivo móvil del ciudadano obtiene el identificador MD5 a partir de la información del perfil mediante una interacción con el servicio *Anonymity*. Este identificador MD5 lo adjunta a la información del GPS que se envía de forma periódica. Con el objeto de salvaguardar la identidad del usuario, la información GPS es pasada a un servicio de coordenadas de grado relativamente grueso de cara a no asociar lugares exactos. El servicio *Anonymity* se encarga de esta conversión y de mandar la información al servicio *CityDynamics* para evitar asociaciones de IP con coordenadas. Finalmente, y acorde con los permisos concedidos y necesidades de información, ciudadanos, empresas y gobierno tienen acceso a la información agregada de la ciudad (nunca a trazas individuales).

Como veremos mas adelante, todos estos servicios exponen una interfaz software con la cual los programadores de aplicaciones para la ciudad inteligente pueden acceder a la información que deseen siempre acorde con sus permisos.

Por ello, cada uno de los servicios se ejecuta en la plataforma Civitas desplegada en la ciudad y con la información asociada a dicha ciudad en particular.

La interacción con el ciudadano es un aspecto clave y fundamental para el éxito de muchos de los servicios que se proponen para las ciudades inteligentes tanto como proveedor de información como consumidor de la misma.

La provisión de información que permita una planificación de los recursos y estudios que posibiliten tomar decisiones estratégicas y tácticas es un aspecto al cual, muchos ciudadanos pueden ser reacios.

A pesar del proceso de anonimización somos conscientes de que el usuario puede desconfiar del proceso por lo que se deben proporcionar una serie de beneficios a cambio de dicha información.

Este intercambio de información entre ciudadanos y ciudad (e incluso incluyendo empresas) constituye uno de los principales retos de las ciudades inteligentes de cara a la creación de marcos de colaboración en el que todo el mundo salga beneficiado.

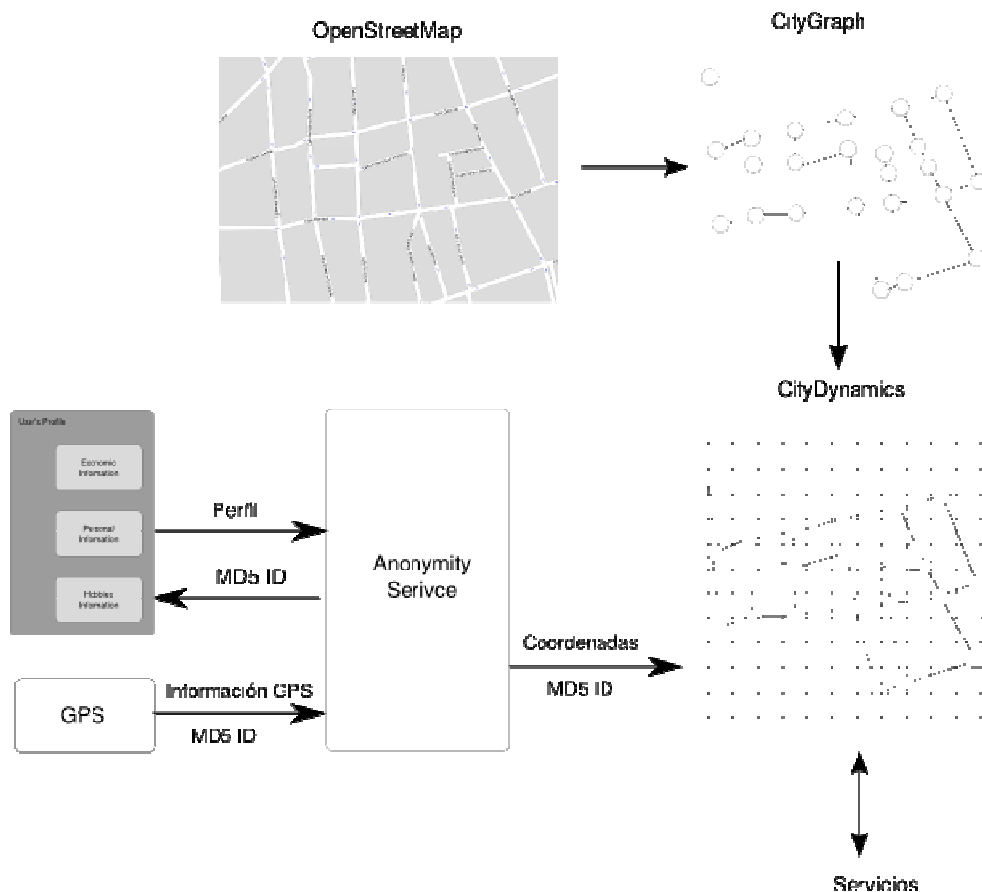


Figura 2. Servicio CityDynamics

Una parte crucial de nuestra plataforma lo constituye las aplicaciones que se proporcionan al usuario de cara a la interacción con la ciudad, distinguimos varias formas de interacción, a día de hoy a través de una aplicación móvil *Citizen* que:

- Habilita una interacción con el entorno geográfico próximo (misma calle, centro comercial, etc.) acerca de actividades, promociones, etc. que evoluciona conforme a un perfil de usuario y que aprende de sus hábitos.
- Le permite obtener información acerca del tráfico, situación del transporte público, aparcamiento, etc. en tiempo real.
- Permite recopilar información acerca de la localización y hábitos de desplazamiento del usuario junto con su perfil convenientemente anonimizado.

4.2 Simulación

En un entorno de ciudad inteligente desplegar un nuevo servicio a ciudadanos y empresas es un aspecto delicado y crítico. Para facilitar la labor a los desarrolladores de nuevos servicios, se está trabajando en un simulador de ciudad y en las herramientas para generar el *layout* de la misma e insertar información mediante trazas que permitan simular tráfico y escenarios concretos. El objeto final de este simulador es habilitar a los programadores para desplegar una plataforma Civitas en un computador, con sus

servicios asociados, pero que trabaje sobre una ciudad 3D automáticamente generada a partir de unas coordenadas del proyecto OpenStreetMap.

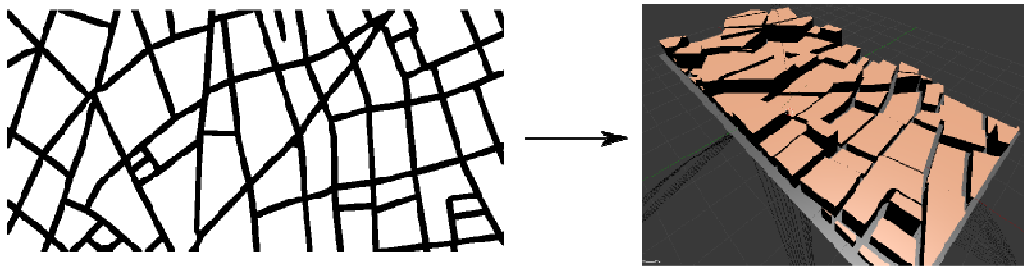


Figura 3. Extracción de la estructura en 3D de la ciudad a partir del negativo de las calles (izquierda) para la simulación de un vecindario de Ciudad Real

Sobre la base de esta ciudad 3D, añadimos cámaras virtuales que se ofrecen como objetos software y que permiten acceder a visualizaciones virtuales de la ciudad. Sobre este esquema de cámaras, las trazas de coches/personas permitirán obtener una recreación de aspectos concretos como pueden ser tráfico, simulación de incidencias, etc. Aparte de la propia simulación, que en si mismo, es un complejo proyecto a medio-largo plazo, el modelo 3D se pretende ofrecer como un servicio independiente de *Civitas* para la visualización de información real de cara a servicios avanzados.

4.3 Modelado Semántico: La inteligencia en la ciudad inteligente

Al nivel más básico, por modelo semántico entendemos cómo los desarrolladores deben llamar a los eventos/servicios/interfaces que desarrollen, el objetivo no es sino proporcionar una nomenclatura común. Para aquellos parámetros comunes a muchos servicios proponemos la adopción de estándares consolidados en cuanto a nomenclatura. De esta forma, todo tipo de representación de información geográfica (posiciones, trayectorias, áreas, etc.) se realizan en el formato del *Mobile Location Protocol* (MLP) especificado por la *Open Mobile Alliance* (OMA,2011). De igual forma, de cara a la especificación relativa a fechas y tiempo adoptamos el ISO 8601. En el plano de interfaces de dispositivos, en cuanto a dispositivos multimedia, adoptamos el estándar *AV-Streams* definidos por el *Object Management Group* (OMG). De cara a dominios específicos nuestra intención es implementar interfaces/características/eventos de acuerdo a estándares reconocidos en cada sector, por ejemplo, todo lo relacionado con el modelado del tráfico está basado en DATEX II definido por la Comisión Europea (European Commission,2010) , y que nos ayudará a ser interoperable con los sistemas existentes.

Este apoyo en los estándares facilita el modelado y la interoperabilidad entre los servicios, es una característica que inexplicablemente otros trabajos omiten definiendo nomenclatura propia para cada uno de los dominios. Esta característica hace de *Civitas* una plataforma más abierta y amigable con los desarrolladores.

La capa de inteligencia en la cual se trabaja en *Civitas* es proporcionada por Scone (Fahlman, 2006), una base de datos de conocimiento destinada a almacenar conocimiento de la ciudad y a ser utilizada como componente en diversas aplicaciones añadiendo y modelando nuevo conocimiento específico del servicio y que complementa al conocimiento general de la ciudad. El primer elemento que almacenamos en la base

de datos de Scone es la disposición física de las calles/intersecciones/plazas etc. así como su sentido del tráfico/zona peatonal/comercial etc. En definitiva es exportar *CitiGraph* al formato de *Scone* (en el lenguaje de programación *Lisp*) que proporcione una base de datos espacial acerca de como esta formada la ciudad. También se trabaja en añadir información socioeconómica acerca de áreas de actividad, zonas comerciales, zonas verdes, etc. La idea es que un servicio específico pueda utilizar esa base de conocimiento común de la ciudad como soporte a decisiones específicas. Como ejemplo de servicio que utilizaría este conocimiento para demostrar estas capacidades asumimos un servicio de soporte a la seguridad ciudadana donde un alunizaje en un comercio y una fuga en coche debe ser atajado estableciendo barreras en cruces y cortando calles. En función del tiempo transcurrido ese “cerco” debe ser mas amplio e influyen parámetros como la localización de las unidades policiales, estado del tráfico etc. La intención última es que el servicio proporcione un conjunto de puntos de control con una alta probabilidad de éxito en la interceptación del vehículo que escapa en base a esas variables.

5. Prototipo

El prototipo de *Civitas* se está desarrollando conforme a servicios que testean y validan los propios servicios de la plataforma. La plataforma *Civitas* no se desarrolla desde cero sino que seguimos una aproximación mucho más pragmática. Como punto de partida tomamos un middleware eficiente como es *Internet Communication Engine* (ICE) de la empresa ZeroC (Henning, 2004). Este middleware abierto es un middleware orientado a objetos distribuidos que nos proporciona:

- Un lenguaje de especificación de interfaces que nos permite definir interfaces que harán las labores de “contratos” entre la plataforma y los servicios que se pretendan implantar.
- Herramientas para la gestión de servicios distribuidos, distribución de actualizaciones, despliegue remoto, etc.
- Una plataforma excelente para los desarrolladores que podrán desarrollar sus servicios en los lenguajes de programación que mejor se adapten a la funcionalidad que están desarrollando y en el sistema operativo mas apropiado.
- Servicios básicos (Distribución de eventos, servidor de servicios, despliegue en grid, etc.) y modelos de seguridad (certificados, cifrado de las comunicaciones, etc.) que nos simplifican el desarrollo de los propios servicios de la plataforma así como el desarrollo de terceros.

La elección de este middleware viene motivada por varias razones:

- Al utilizar protocolos binarios es mucho más eficiente que otras alternativas basadas en protocolos más ineficientes como HTTP, como es el caso de las plataformas basadas en *Web Services*.
- Al ser una plataforma orientada a objetos el tiempo de aprendizaje para los programadores se reduce considerablemente y se produce una integración de sistemas mas natural ya que todo es un objeto software.
- La plataforma ICE se encuentra en producción en algunos de los sistemas mas exigentes del mundo. Por ejemplo, es la plataforma seleccionada para el

programa *Future Combat System* de la empresa *Boeing* para el ejército de Estados Unidos.

Esta plataforma nos permitirá en un futuro que el salto de *Civitas* desde una plataforma de investigación a un producto listo para entrar en producción sea mucho más fácil al partir de un middleware orientado a aplicaciones en producción.

Tanto el servicio *Citigraph* como *SocialMonitor* exponen tanto la interfaz ICE como un API REST por medio de un servidor TITAN (titan,2013), una base de datos orientada a grafos distribuidos que nos permite por un lado, almacenar, en forma de grafo, la disposición física de la ciudad para el servicio *Citigraph*, y la información relativa a usuarios y sus eventos en las redes sociales por otro. La elección de TITAN viene determinada por la experiencia del grupo de investigación con esta herramienta y por que cumple todos los requisitos de escalabilidad y fiabilidad que se necesitan para este proyecto. *Citigraph* extrae la información del proyecto OpenStreetMap y, mediante una herramienta que estamos desarrollando, almacena la información en el servidor TITAN. Además de esta estructura automáticamente generada y como ya hemos dicho anteriormente, también se almacena la estructura de la ciudad en la base de conocimiento de Scone mediante sentencias *Lisp*.

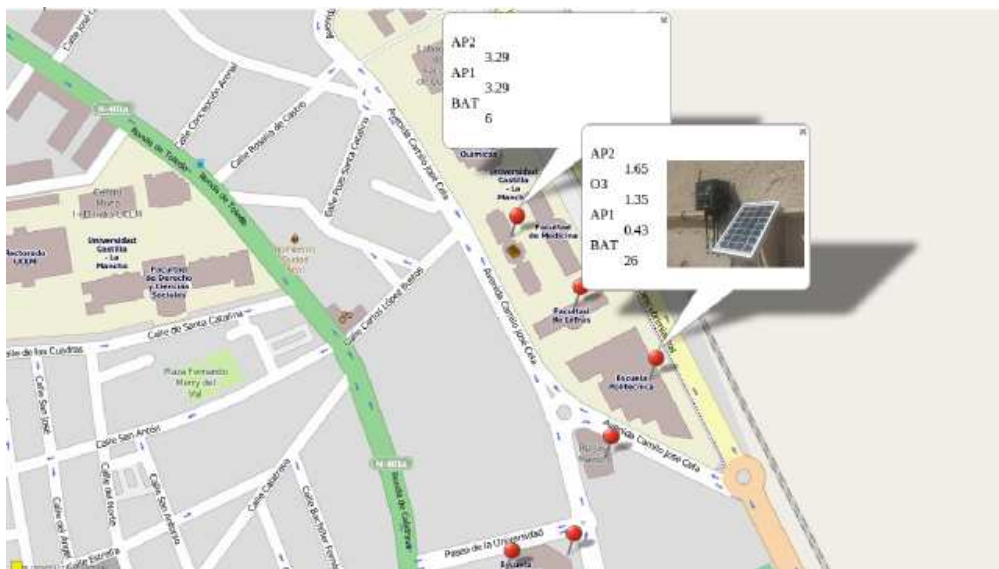


Figura 4. Visualizando información relativa a sensores.

La aplicación de ciudadano en la actualidad viene implementada por una aplicación Android que no solo sirve para la interacción con los servicios descritos sino que analiza la actividad del ciudadano a través de los sensores del terminal móvil con objeto de identificar las acciones.

Como interfaz de visualización de la información en la actualidad estamos trabajando con *Javascript* y *NodeJS* con el objeto de tener una capa de visualización multiplataforma. Esta interfaz en la actualidad sólo visualiza información relativa a sensores de polución desplegados en el campus universitario de ciudad real (chinchetas rojas) que se apoyan en el servicio *CitiGraph* para geolocalizarse.

6. Conclusiones

En este artículo hemos presentado una visión global de *Civitas*, una plataforma software para el desarrollo y soporte de los servicios a desplegar en una ciudad inteligente. Este ambicioso proyecto pretende desarrollar un sistema nervioso lógico que permita la recolección y distribución de la información recopilada en las actividades diarias de una ciudad inteligente. Nuestra plataforma presenta una serie de servicios avanzados que minimizan el tiempo de desarrollo de servicios y de acceso a la información relativa a la ciudad.

Como características principales de *Civita* cabe destacar:

- Parte de ZeroC ICE, un middleware orientado a objetos distribuidos abierto, eficiente y escalable.
- Añade servicios avanzados que proporcionan información útil relativos a ciudades inteligentes, entre los que cabe destacar *CityGraph*, *SocialMedia*, *CityDynamics*, etc
- El entorno de desarrollo proporcionará un simulador de la ciudad así como los servicios asociados a modo de *SandBox* para los desarrolladores.
- La nomenclatura, algunas de las interfaces de mas bajo nivel así como la representación de estructuras genéricas (tiempo, estructuras geográficas, puntos, etc.) y específicas (señal de tráfico, cámaras, etc.) están basadas en estándares abiertos y públicos.

Nuestros esfuerzos actuales se centran en desarrollar prototipos que utilicen los servicios descritos de cara a validar su diseño e implementación. A mas largo plazo, el éxito de este tipo de plataformas lo proporciona el número de aplicaciones que surgen a su alrededor una vez liberada la primera versión. Este ecosistema daría una idea de la aceptación que tiene la misma entre la comunidad de desarrolladores.

7. Referencias

(European Commission, 2010) European Commission. "DATEX II V 2.0 Software developers guide". Directorate General for Energy and Transport. 2010.

(Fahlman, 2006) S. Fahlman, "Marker-passing inference in the scone knowledge-base system", First international conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM'06), 2006.

(HaeSung, 2009) Hae-Sung Jung, Chang-Sung Jeong, Yong-Woo LeeAn and Phil-Doo Hong. "Intelligent Ubiquitous Middleware for U-City: SmartUM" Journal of Information Science and Engineering, 2009.

(Henning, 2004) Michi Henning, "A new approach to Object-Oriented Middleware", IEEE Internet Computing, 2004.

(OMA, 2011) Open Mobile Alliance "Mobile Location Protocol", Documento técnico, 2011.

(Tavares,2008) Andre L.C. Tavares, Marco Tulio Valente, "A gentle introduction to OSGi", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes. 2008.

(titan, 2013) "Titan manual", Disponible en <https://github.com/thinkaurelius/titan/wiki> .
[2013](#).

(Wolfgang,2014) Wolfgang y Parreira "The GAMBAS Middleware and SDK for Smart City Applications", The First International workshop on pervasive systems for Smart Cities, 2014.

(Oracle, 2013) Oracle, "Oracle's Smart City Platform – Creating a Citywide Nervous System. " white paper, Noviembre 2013.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: Félix Jesús Villanueva Molina

Teléfono: +902204100 Ext 3705

Fax: + 926295354

E-mail: felix.villanueva@uclm.es