



cenatic

Centro Nacional de Referencia
de Aplicación de las TIC basadas
en fuentes abiertas



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes

www.cenatic.es

[Abril 2013](#)



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Título:

Open Smart Cities: Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes

Autora:

Ana Trejo Pulido

Abril 2012

Edita: CENATIC. Avda. Clara Campoamor s/n. 06200 Almendralejo (Badajoz). Primera Edición.

ISBN-13: 978-84-15927-13-6



Los contenidos de esta obra está bajo una licencia Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de la licencia visite <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



cenatic

Centro Nacional de Referencia
de Aplicación de las TIC basadas
en fuentes abiertas

Índice

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Introducción..... | 6 |
| 2 | La Internet de las Cosas: hacia la ciudad conectada..... | 7 |
| 3 | Tecnologías de código abierto para la Internet de las Cosas..... | 9 |
| 3.1 | Waspote..... | 10 |
| 3.2 | Arduino..... | 10 |
| 3.3 | Dash7..... | 11 |
| 3.4 | Raspberry Pi..... | 11 |
| 3.5 | BeagleBone..... | 11 |
| 3.6 | Ninja Blocks..... | 12 |
| 3.7 | Tiny Duino..... | 12 |
| 3.8 | Nanode..... | 12 |
| 3.9 | The Rascal..... | 13 |
| 3.10 | RadioBlock..... | 13 |
| 3.11 | openPicus..... | 13 |
| 3.12 | Fosstrak..... | 13 |
| 3.13 | AspireRFID..... | 13 |
| 3.14 | LLRP Toolkit Project..... | 14 |
| 3.15 | Accada..... | 14 |
| 3.16 | Proyecto Rifidi..... | 14 |
| 3.17 | Mango..... | 14 |
| 3.18 | The Bug System | 15 |
| 3.19 | Contiki..... | 15 |
| 3.20 | ThingSpeak..... | 15 |
| 3.21 | IoT Toolkit..... | 16 |
| 3.22 | Lophilo..... | 16 |
| 3.23 | Nimbits..... | 16 |
| 3.24 | TinyOs..... | 17 |
| 3.25 | OpenBeacon..... | 18 |
| 3.26 | OpenEnergyMonitor | 18 |
| 3.27 | Grupo M2M eclipse.org..... | 18 |
| 3.28 | Hot Forest Green | 18 |



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



cenatic

Centro Nacional de Referencia de Aplicación de las TIC basadas en fuentes abiertas

| | |
|--|----|
| 4 Big Data para Ciudades Inteligentes: una breve aproximación..... | 19 |
| 4.1 Definiendo Big Data..... | 19 |
| 4.2 ¿Cómo son los datos de la Smart City?..... | 20 |
| 4.3 Algunas grandes cifras para Big Data..... | 22 |
| 5 Las Tecnologías Big Data de Código Abierto..... | 24 |
| 5.1.1 Apache Hadoop..... | 24 |
| 5.1.2 MapReduce..... | 25 |
| 5.1.3 Storm..... | 25 |
| 5.1.4 Apache Kafka..... | 26 |
| 5.1.5 HBase..... | 26 |
| 5.1.6 Cassandra..... | 27 |
| 5.1.7 Riak..... | 28 |
| 5.1.8 MongoDB..... | 29 |
| 5.1.9 Neo4j..... | 29 |
| 5.1.10 Apache CouchDB..... | 30 |
| 5.1.11 HyPertable..... | 30 |
| 5.1.12 Hive..... | 31 |
| 5.1.13 Cascading..... | 31 |
| 5.1.14 Apache Drill | 31 |
| 5.1.15 Pig/Pig Latin..... | 32 |
| 5.1.16 R..... | 32 |
| 5.1.17 Redis..... | 33 |
| 5.1.18 HCatalog..... | 33 |
| 5.1.19 Oozie..... | 34 |
| 5.1.20 Talend Open Studio for Big Data..... | 34 |
| 5.1.21 Pentaho Big Data..... | 35 |
| 5.1.22 Jaspersoft para Big Data Open Source..... | 36 |
| 5.1.23 Apache Mahout..... | 37 |
| 5.1.24 RapidMiner..... | 37 |
| 5.1.25 Hadoop Distributed File System..... | 37 |
| 5.1.26 GlusterFS..... | 38 |
| 5.1.27 Lucene..... | 38 |
| 5.1.28 Solr..... | 39 |
| 5.1.29 Elasticsearch..... | 39 |



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



| | |
|--|----|
| 5.1.30 Sqoop | 39 |
| 6 Plataformas, servicios y aplicaciones de código abierto para las Smart Cities..... | 40 |
| 7 La ciudad astuta: compartir, reutiliza, cooperar..... | 40 |
| 8 Aplicaciones inteligentes para ciudades astutas..... | 41 |
| 9 Facilitadores de la Smart City..... | 42 |
| 9.1 La ciudad participativa..... | 43 |
| 9.2 La ciudad sensible, transparente, abierta y conectada..... | 44 |
| 9.3 La ciudad colaboradora e innovadora | 44 |
| 9.4 La ciudad como plataforma de servicios..... | 45 |
| 10 Plataformas y servicios de la Smart City en el marco de la UE..... | 47 |
| 10.1 Smart Objects for Intelligent Applications (Sofía)..... | 47 |
| 10.2 Webinos..... | 48 |
| 10.3 Internet Future Core Platform: FI-WARE..... | 48 |
| 10.4 OpenCities: OSN Platform..... | 50 |
| 10.5 PEOPLE: Smart Cities for Smart Innovation..... | 51 |
| 10.6 ICOS: Comunidad Open Source para las Ciudades Inteligentes..... | 52 |
| 10.7 City Service Development Kit: CitySDK..... | 53 |
| 10.8 i-SCOPE: Servicios interoperables de Smart City a través de una plataforma abierta para los ecosistemas urbanos..... | 55 |
| 11 Otras plataformas y aplicaciones open source para la Smart City..... | 56 |
| 11.1 Waspnote: Plataforma Open Source para la Internet de las Cosas..... | 56 |
| 11.2 Code for America Commons (CfA Commons)..... | 57 |
| 11.3 Open City: Apps para la Sociedad Civil construidas con Open Data..... | 58 |



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



1 INTRODUCCIÓN

La actual crisis económica, combinada con las crecientes expectativas de los ciudadanos, está aumentando la presión sobre las ciudades para proporcionar mejores infraestructuras y más eficientes servicios, a menudo por menos costo. Esta tendencia ha contribuido a la creciente popularidad y el uso del concepto "Smart City" cuyas definiciones varían ampliamente y van desde el uso discreto de nuevas aplicaciones tecnológicas tales como RFID o la Internet de las cosas (IoT) o el Big Data; a una concepción más holística de inteligencia, integrando el trabajo que está estrechamente relacionado con el concepto de Living Labs y los servicios generados por los usuarios (user-generated services). Mientras que la primera definición es ampliamente utilizada por las empresas TIC de todo tipo y tamaño. La segunda aproximación ha sido generalmente adoptada por la Comisión Europea.¹

Desde principios de 1995, la Comisión Europea ha tratado de mejorar los servicios públicos, las transacciones e interacciones con los ciudadanos y las empresas europeas a través de la financiación y el despliegue de una amplia variedad de iniciativas estratégicas de TIC.

Por su parte, la consultora Gartner en su "Hype Cycle for Smart City Technologies and Solutions"² define la Smart City como "una zona urbanizada donde múltiples sectores públicos y privados cooperan para lograr resultados sostenibles a través del análisis de la información contextual intercambiada entre ellos. La interacción de la información procedente de sectores específicos y la que fluye entre diferentes sectores da como resultado ciudades más eficientes desde el punto de vista de los recursos, lo cual permite la provisión de servicios más sostenibles y más transferencia de conocimientos entre los sectores".

Gartner señala que lo que realmente importa cuando abordamos el concepto de Smart City, es ver como diferentes sectores (no sólo el sector público) cooperan y cómo pueden intercambiar información valiosa. Por supuesto, que en este proceso existe tecnología involucrada, pero eso no es suficiente para hacer que las ciudades sean inteligentes. La cooperación exige una gobernanza sólida y una hoja de ruta que sea respetuosa con las diferencias y las potencialidades divergencias; que tenga en cuenta los objetivos de negocio y los plazos de los diferentes actores involucrados, así como de las inevitables limitaciones de recursos que afectan a las zonas más urbanizadas³.

La cooperación y el intercambio de información son ideas centrales en la Smart City. Estas ideas son compartidas con el movimiento del software libre. El software de código abierto es una valiosa fuente de

1 Fuente: <http://www.epic-cities.eu/content/smart-cities>

2 Fuente: <http://www.urenio.org/2013/01/05/hype-cycle-for-smart-city-technologies-and-solutions-2012/>

3 Fuente: http://blogs.gartner.com/andrea_dimaio/2012/08/10/technology-is-almost-irrelevant-for-smart-cities-to-succeed/



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



tecnologías, aplicaciones y soluciones para las ciudades inteligentes, ofrecidas además dentro de una cultura de compartir y reutilizar. Encontramos tecnología de código abierto en toda la cadena de valor tecnológica de la Smart City⁴. Desde las tecnologías para la captura de datos, pasando por la transmisión de los mismos, su almacenamiento y análisis, plataformas y las propias aplicaciones de la Smart City a través de las cuáles se prestan los servicios a la ciudadanía.

En este trabajo recogemos algunas de las múltiples soluciones de código abierto disponibles a la hora de implementar los servicios de las ciudades inteligentes, para ello hemos recopilado una selección de las principales soluciones en los siguientes ámbitos de influencia de la Smart City:

- Internet de las cosas: Se incluye una selección de sensores, hardware, software, tecnología RFID, etc. de código abierto que permiten la captura y transmisión de la información, así como la creación y conexión de redes de objetos físicos.
- Big Data: Se incluyen las principales y más importantes soluciones de código abierto en el ámbito del almacenamiento y procesamiento de datos.
- Plataformas y aplicaciones de código abierto para las ciudades inteligentes: En este epígrafe mostramos una serie de proyectos europeos que están desarrollando plataformas de provisión de servicios para la Smart City, así como casos prácticos de implementación de estos servicios inteligentes a partir de soluciones tecnológicas de código abierto.

2 LA INTERNET DE LAS COSAS: HACIA LA CIUDAD CONECTADA

La Internet de las Cosas se define como una red de objetos físicos que contienen tecnología embebida para comunicar y medir o interactuar con sus estados internos o el ambiente exterior (Gartner). Como señala la Fundación Telefónica en su último informe sobre Smart City⁵, en un contexto tecnológico, el concepto Smart City y el de Internet de las cosas son dos términos que van de la mano, ya que ambos tienen en las comunicaciones M2M (máquina a máquina) su fundamento y adelantan la Internet del futuro que permitiría la conexión no sólo de las personas, sino también de los objetos configurando un mundo digital.

Tecnologías como las comunicaciones M2M y el cloud dotan a las ciudades inteligentes de la capacidad de conectar eficientemente todos los elementos de la ciudad y recoger información de los mismos. Lo que se hace con esa información, el uso que se le da lo que diferencia a una ciudad inteligente de otra.

4 La cadena de valor tecnológica de la Smart City ha sido definida, entre otros, por la Fundación Telefónica en su estudio “Smart Cities: Un primer paso hacia la Internet de las cosas”. Disponible en: www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf

5 Fuente: “Smart Cities: Un primer paso hacia la Internet de las cosas”.



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



La ciudad conectada genera una cantidad enorme de información, la cual nos ayuda a tomar decisiones inteligentes y a implementar más servicios. Desde esa perspectiva: la tecnología M2M permite a los ciudadanos controlar sus vidas e influir en la ciudad, en diferentes campos como la salud, la educación, la cultura, la energía. Por ejemplo: Amsterdam Smart City ha puesto en marcha Energy Supply 2.0⁶, lo que permite a los ciudadanos elegir dónde comprar la energía, la forma en que producen su propia energía de fuentes renovables y si la quieren vender a sus vecinos o no.

Gartner, en su “Hype Cycle for Smart City Technologies and Solutions 2012”, señala que durante el 2012 la Internet de las Cosas ha destacado precisamente en áreas como la Smart Grid (Red eléctrica inteligente), “coches conectados”, “casa conectada”, el ámbito de la salud, la tecnología operacional (operational technology OT) y la Smart City. Además, define a esta tecnología como emergente, con menos de 1% de penetración y estima que se necesitarán más de 10 años para que la Internet de las Cosas esté ampliamente extendida, debido al reto que suponen cuestiones como la seguridad, las políticas de privacidad, los estándares de datos y de las redes inalámbricas, así como el propio desafío para las ciudades de la planificación de servicios, aplicaciones e infraestructuras conectadas.

La cantidad de objetos que están conectados a Internet crecerá exponencialmente en los próximos años. GSMA estima que en 2020 habrá 24 billones de dispositivos conectados, mientras que Cisco y Ericsson afirman que alcanzaremos los 50 billones.⁷ Sin embargo, estas estimaciones podrían ser muy conservadoras, ya que sólo se están teniendo en cuenta los dispositivos conectados directamente a Internet, sin considerar los dispositivos periféricos, que están diseñados para conectarse indirectamente a través de los smartphone, la WI-Fi de casa o el trabajo u otros dispositivos inteligentes. Estamos pues ante una tecnología emergente, pero con una gran capacidad viral.

El verdadero valor de la Internet de las Cosas y su impacto de negocio reside en sus aplicaciones, que en definitiva son la traducción de lo que se decide hacer con la gran cantidad de información capturada en el ámbito de la Smart City. En este sentido, las ciudades se transforman en inteligentes a través del despliegue de infraestructuras inteligentes, compuestas por ejemplo, por sensores ubicuos que permiten la monitorización de las instalaciones municipales, sistemas inalámbricos que detectan las plazas de aparcamiento disponibles, o sistemas para la gestión del alumbrado o la medición las condiciones atmosféricas y ambientales, entre otros. En el caso de la Smart City los objetos inteligentes serían los elementos urbanos, sus infraestructuras y edificios, etc. y en general todo aquello que haya que gestionar o controlar. Pero además encontramos que los ciudadanos puede ser parte activa de la Smart City, no sólo

6 Más información: <http://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2012/infrastructure-cities/smart-grid/ic201209023.htm>

7 Frey, Thomas: “Empowering “Things” for Our Internet of Things”. 30, septiembre 2012. THE FUTURIST magazine: Disponible en: <http://www.wfs.org/blogs/thomas-frey/empowering-%E2%80%9Cthings%E2%80%9D-for-our-internet-things>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



participando en el diseño de la misma, identificando necesidades, estableciendo prioridades e impulsando iniciativas; sino que desde el punto de vista tecnológico y de la información, la ciudadanía puede configurar toda una red humana de sensores, capturando, transmitiendo y recibiendo información, mediante diversas tecnologías y dispositivos, como los smartphones.

Para que todas estas aplicaciones de la Internet de las Cosas puedan desarrollarse es necesario una serie de tecnologías y soluciones. El software libre juega en este ámbito un papel muy importante, proporcionando tanto una arquitectura hardware y software de código abierto, como entornos de desarrollos de código abierto que permiten la creación de aplicaciones abiertas para la Internet de las Cosas.

La importancia y el papel que jugará tanto el software de código abierto, como los estándares abiertos en la Internet de las Cosas es doble⁸:

- Por una lado, la gran variedad de dispositivos conectados a la Internet, hará imposible o muy difícil para cualquier empresa o incluso un grupo de empresas escribir el código necesario para los millones de sistemas diferentes que se unen a la Internet de las Cosas. La única manera de que esto funcione es si el código es de código abierto, por lo que los fabricantes, y hackers, sólo tiene que adaptarse a su dispositivo favorito. Eso es precisamente lo que ha ocurrido con algunos de los códigos más exitosos en el campo de los teléfonos móviles.
- La otra razón que da una ventaja al código abierto en el ámbito de la Internet de las Cosas, es una revolución silenciosa que ha tenido lugar durante los últimos años, y que ha consistido en que las grandes empresas de electrónica de consumo han adoptado Linux embebido para sus dispositivos, por diversas razones obvias, como el menor coste, la fiabilidad, la capacidad de personalización, la disponibilidad de herramientas, etc. Esto significa que el código fuente abierto para la nueva Internet de las Cosas van a integrar mucho más fácilmente con ellos, ya que ambas partes están abiertas (asumiendo que tienen licencias compatibles, por supuesto.)

En la práctica encontramos múltiples tecnologías libres que ejemplifican todo esto. A continuación se muestran las principales tecnologías open source en este ámbito.

8 Fuente: <http://blogs.computerworlduk.com/open-enterprise/2011/11/why-the-internet-of-things-will-be-open/index.htm>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



3 TECNOLOGÍAS DE CÓDIGO ABIERTO PARA LA INTERNET DE LAS COSAS

3.1 Waspnote

Waspnote es una plataforma modular open source para construir redes de sensores inalámbricas de muy bajo consumo. Creada por la empresa aragonesa Libelium la plataforma comprende: la placa Waspnote con microcontrolador, memoria, batería, acelerómetro y sockets para añadir módulos; API y compilador open source; diferentes radios de comunicación inalámbrica con el protocolo Zigbee con alcances de hasta 40Km; diversos módulos opcionales para añadir comunicación Bluetooth, GPRS y GPS una gran variedad de placas de sensores para medir gases, eventos físicos y parámetros necesarios en el smart metering. Waspnote usa el mismo IDE (compilador y librerías principales) que Arduino (el mismo código es compatible en ambas plataformas, sólo ajustando pequeñas cosas como el pinout y el esquema de E/S). Waspnote es un dispositivo de sensores especialmente orientado a los desarrolladores. Actualmente hay más de 50 sensores disponibles y el IDE (Librerías API + compilador) open source por lo que es realmente fácil empezar a trabajar con esta plataforma. Las plataformas para sensores inteligentes que fabrica Libelium están compuestas por hardware de código abierto y se caracterizan por su robustez, su facilidad para incorporar decenas de sensores diferentes y operar a largas distancias. Pueden utilizarse en campos muy diversos, desde la detección de incendios o el monitoreo de cultivos, pasando por el control de la calidad del aire, hasta la medición del consumo de agua o la creación de sistemas de aparcamiento que informan al conductor de la disponibilidad de plazas⁹.

Más información: <http://www.libelium.com/products/waspnote>

3.2 Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicarse con diferentes tipos de software (p.ej. Flash, Processing, MaxMSP).

⁹ <http://www.technologyreview.es/tr35spain/profile.aspx?trid=1342>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Arduino está sirviendo como base de alcoholímetros, de sistemas de automatización del hogar, de pantallas con mensajes de Twitter, de kits de análisis de ADN, de semáforos, de instalaciones artísticas, de impresoras 3D, o de sistema para detectar terremotos e informar vía Twitter si el temblor se produce a menos de cinco kilómetros. Uno de los grandes hitos de Arduino ha sido la conexión de los teléfonos móviles con placas de Arduino. Google lanzó un ADK (Android Open Accesory Development Kit)¹⁰, una interfaz que permite comunicar el sistema operativo Android con dispositivos Hardware (Arduino).

Más información: Sitio web: <http://www.arduino.cc/>

3.3 Dash7

DASH7 es un estándar libre y de código abierto para las redes de sensores inalámbricas, que operan en la frecuencia libre 433 Mhz. DASH7 proporciona una larga vida a la batería, un gran alcance de hasta 2 km, ubicación interior con precisión de 1 metro, baja latencia para conectar con las cosas en movimiento, una pequeña pila de código abierto del protocolo, y la transferencia de datos de hasta 200 kbit /s.

Los productos con capacidad de red de sensores inalámbricos DASH7 simplifican la manera en que se conectan de forma inalámbrica con la gente, los lugares y las cosas que nos rodean.

Este estándar ha sido desarrollado por la Alianza DASH7, un consorcio industrial sin fines de lucro que promueve el estándar ISO 18000-7 para redes de sensores inalámbricos y que decidió licenciar la especificación DASH7 Modo 2 bajo una licencia libre y de código abierto el pasado año.

Más información: <http://www.dash7.org/>

3.4 Raspberry Pi

The Raspberry Pi es un ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito que se puede conectar a una TV o a un teclado. Es un PC en miniatura con procesador ARM que se puede utilizar para muchas de las cosas que un PC de escritorio puede hacer, como hojas de cálculo, procesador de word y videojuegos. Ha sido desarrollado por la Fundación Raspberry Pi de Reino Unido con la intención de estimular la enseñanza de la informática básica en las escuelas.

Más información en: <http://www.raspberrypi.org/>

3.5 BeagleBone

¹⁰ Más información en: <http://developer.android.com/tools/adk/index.html>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



El BeagleBone es un ordenador Linux de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que conecta con Internet y ejecuta software como Android 4.0 y Ubuntu. Con amplia capacidad de entrada y salida y capacidad de procesamiento para análisis en tiempo real proporcionado por el procesador TI Sitara ARM™ AM335x® Cortex™

Más información en: <http://beagleboard.org/bone>

3.6 Ninja Blocks

NinjaBlocks son pequeños ordenadores habilitados para la nube que pueden medir el ambiente recibiendo información desde una amplia variedad de sensores y pueden afectar a su alrededor controlando luces, enchufes y otros actuadores. El proyecto también cuenta con una plataforma web-service que permite controlar y crear aplicaciones que se comunican con los dispositivos conectados.

Más información en: www.ninjablocks.com

3.7 Tiny Duino

El TinyDuino TinyCircuits es una placa compatible con Arduino en un paquete ultra compacto. Permite agregar pantallas de expansión para agregar más funcionalidades, incluso si se trata de capacidades de comunicación (como Bluetooth, WiFi, USB), lecturas de sensores, mostrar o ejecutar un motor de accionamiento para el enjambre de pequeños robots.

Más información en: <http://tiny-circuits.com/products/tinyduino/>

3.8 Nanode

Se trata de un microcontrolador open source con conectividad a Internet a través de un navegador o una api open data. Es un bloque de construcción que permite experimentar en la Internet de las cosas, ya que permite interactuar con aplicaciones basadas en cloud y eventos del entorno. Usando algunas técnicas simples Nanode podría servir como una página web sencilla, y permitir al usuario interactuar con su hardware mediante una interfaz de navegador. Nanode se puede utilizar también para para la detección de datos ambientales, como la temperatura, el clima o la calidad del aire - usando simples añadidos o sensores. Estos datos pueden ser subidos con seguridad a un servicio open data cloud como, por ejemplo, Cosm, y luego usando las herramientas adecuadas, los datos podrían ser visibilizados, graficados y actuar en consecuencia.

Más información: <http://www.nanode.eu/what-is-nanode/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



3.9 The Rascal

The Rascal es un pequeño ordenador que se puede usar para monitorizar o controlar el mundo remotamente, funciona con Arduino, Linux y se puede programar sobre este con Python.

Más información: www.rascalmicro.com/

3.10 RadioBlock

El RadioBlock es un módem de radio certificado FCC, con una red de malla integrada de serie.

Más información: <http://www.coloradomicrodevices.com/the-radio-block/>

3.11 openPicus

OpenPicus es una compañía italiana que fabrica hardware para el Internet de las cosas. Los módulos están enriquecidos con un sistema operativo de software libre potente, pero ligero y tiene embebido una pila de software TCP/IP, así como un servidor web embebido. La compañía produce principalmente dos productos de hardware: Flyport sistema modular programable basado con conectividad a Internet (Wi-Fi, Ethernet, GPRS, 3G) y un IDE libre para crear, compilar y descargar aplicaciones (firmware) para los módulos y para exportar páginas web externas.

Más información: <http://www.openpicus.com/>

3.12 Fosstrak

Fosstrak es una plataforma de software RFID de código abierto que implementa las especificaciones de red EPC GS1. Ofrece las siguientes soluciones: para los integradores de sistemas Fosstrak ofrece EPCglobal-certified Fosstrak EPCIS; para los desarrolladores de aplicaciones RFID, Fosstrak proporciona librerías Java para las partes no personalizables de la aplicación; finalmente para los investigadores o estudiantes, es posible usar el software como punto de partida, por ejemplo para desarrollar un nuevo sistema que requiera múltiples instalaciones EPCIS.

Más información en: <https://code.google.com/p/fosstrak/>

3.13 AspireRFID

Este proyecto ofrece un middleware libre, de código abierto, liviano, compatible con los estándares, escalable, seguro e integrado junto con varias herramientas para facilitar el desarrollo, el despliegue y la gestión de la RFID y las aplicaciones basadas en sensores. Implementa varias especificaciones de



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



consorcios como EPC Global, el Foro NFC, JCP y la Alianza OSGi. La licencia utilizada por fuentes AspireRFID es la v2.1 LGPL. La licencia utilizada por la documentación AspireRFID es Creative Commons Share Alike (by-sa).

Más información en: <http://wiki.aspire.ow2.org/xwiki/bin/view/Main/WebHome>

3.14 LLRP Toolkit Project

Se trata de un conjunto de herramientas de software que permite usar el protocolo LLRP para comunicarse con conformes con lectores RFID. Alberga el desarrollo de bibliotecas de código abierto en varios lenguajes para ayudar a los vendedores de lectores y software construir y analizar los mensajes LLRP. El Kit de herramientas están registrados bajo la licencia Apache 2.0.

Más información en: <http://www.llrp.org>

3.15 Accada

Accada es un prototipo de plataforma open source RFID desarrollada por el Auto-ID Lab de la ETH Zurich/University St. Gallen, de Suiza. Ha sido diseñada para permitir a los usuarios finales, integradores de sistemas y los investigadores experimentar con protocolos de red EPCglobal para el desarrollo de nuevas aplicaciones. La plataforma incluye un módulo de lectura que puede ejecutarse en un dispositivo EPC o separado. Accada implementa el Protocolo EPCglobal (ERP).

Más información en: <http://www.rfidjournal.com/article/view/3405>

3.16 Proyecto Rifidi

Rifidi Edge Server es una plataforma middleware RFID libre y de código abierto. El middleware captura datos desde los lectores EPC Gen 2 RFID, filtra la información y la envía a los sistemas que procesan la información. Este middleware trabaja no solamente con integradores RFID, sino también con códigos de barra, sensores y otro tipo de hardware como cámaras.

Más información en: <http://www.rfidjournal.com/article/view/5328>

3.17 Mango

Mango, es uno de los software M2M (Machine-to-Machine) más populares del mundo, también conocido como software de control industrial o SCADA. Mango es una aplicación web, software M2M desarrollado en Ajax, que permite a los usuarios acceder y controlar sensores electrónicos, dispositivos y máquinas a través de múltiples protocolos simultáneamente. Mango ofrece una interfaz con la que diversas fuentes de datos se



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



pueden crear y configurar al mismo tiempo que permite la gestión del acceso de los usuarios, alertas, registro de datos y automatización.

Más información en: <http://mango.serotoninsoftware.com/>

3.18 The Bug System

The Bug System combina hardware y software de código abierto modular, un entorno de desarrollo de aplicaciones completo y de gran alcance y herramientas para la agregación de datos basados en la nube que proporciona una innovadora plataforma de comunicaciones punto a punto M2M y de la Internet de las cosas innovación de plataforma para los clientes.

Más información: <http://www.buglabs.net/>

3.19 Contiki

Contiki es un sistema operativo de código abierto para la Internet de las Cosas que permite a sistemas pequeños, que funcionan con baterías de baja potencia comunicarse con Internet. Contiki se utiliza en una amplia variedad de sistemas tales como la monitorización de los niveles de ruido de la ciudad, el alumbrado de la calle, los medidores de energía eléctrica conectados en red, el control industrial, el control de la radiación, el monitoreo del sitio de construcción, sistemas de alarma, y control remoto de las viviendas.

Contiki cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores a nivel internacional, con contribuciones desde Atmel, Cisco, ETH, Redwire LLC, SAP, SICS, Thingsquare, y muchos otros y es liderado por Adam Dunkels of Thingsquare.

Más información en: <http://www.contiki-os.org/>

3.20 ThingSpeak

ThingSpeak es una plataforma abierta de aplicaciones diseñada para permitir conexiones significativas entre las personas y los objetos. Se trata de una aplicación open source para la Internet de las Cosas y una API para almacenar y recuperar datos de los objetos usando HTTP sobre Internet o vía una Red de Área Local. Con ThingSpeak, se pueden crear aplicaciones, crear aplicaciones de sensores de registro, aplicaciones de seguimiento de localización, y una red social de las cosas con las actualizaciones de estado.

El API es ThingSpeak está disponible en GitHub para su descarga e instalación en un servidor propio, así mismo también se puede tomar el código fuente para modificarlo y contribuir con nuevas características. ThingSpeak es una aplicación Ruby on Rails 3,0 e incluye todo para empezar Incluyendo, una completa



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



aplicación web, gestión de usuarios, gestión de claves de la API, gestión de canales, y la Cartografía. La licencia de ThingSpeak es la GPLv3 para el uso como código abierto, aunque también se puede obtener una licencia de ioBridge para aplicaciones de código cerrado. ThingSpeak ha sido instalado en más de 500 servidores y licenciado comercialmente desde el lanzamiento en GitHub en marzo de 2011.

Más información en: <https://www.thingspeak.com/>

3.21 IoT Toolkit

El kit de herramientas de la IoT es un proyecto de código abierto que consiste en un conjunto de herramientas para construir una puerta de enlace multi-protocolo al Internet de las Cosas y una puerta de entrada de servicios que permitan la cooperación horizontal entre diferentes protocolos y servicios en la nube. El proyecto consiste en la API de objetos inteligentes, servicios de puerta de enlace y herramientas relacionadas:

Más información en: <http://iot-toolkit.com/>

3.22 Lophilo

Lophilo es una plataforma de hardware de código abierto orientado a la red y embebido y software de código abierto, centrado en la facilidad de desarrollo y mantenimiento, equipado con un coprocesador que actúa sobre las entradas y salidas a una velocidad muy rápida, más rápida de lo que es el software puro es capaz de entregar. Lo que diferencia a esta solución del resto es:

- Un lenguaje único a través de todo el sistema: interfaz de usuario, el servidor y código embebido desarrollado en Javascript, con el entorno de desarrollo Web y un gran número de bibliotecas y plantillas personalizadas de hardware.
- Construido con modernas herramientas de desarrollo de software: pruebas unitarias, gestión del código, bugs online.
- Plataforma de hardware usando lógica programable digital como el pegamento entradas ENTRE le CPU y salidas y los puertos Habilitar aceleración por hardware (por ejemplo, las innovaciones de audio / video codecs Implementado en hardware).

Más información en: <http://lophilo.com/>

3.23 Nimbits



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Nimbits es un servicio para la conexión de las personas, los sensores y dispositivos en la nube. Es una plataforma libre y de código abierto para la Internet de las Cosas.

Con Nimbits, se puede dar a los proyectos la capacidad de procesamiento de Google, la inteligencia del motor de conocimiento computacional WolframAlpha, conectarse a Facebook, Twitter y Google Plus y conectar a miles de fuentes de datos de cientos de instancias online del servidor Nimbits.

Nimbits es el único servicio de registro de sensores basado en la nube que:

- Completamente de código abierto, de principio a fin.
- Se pueden descargar y cargar los datos en formato csv.
- Permite conectarse a los sistemas de conocimientos expertos como WolframAlpha (<http://www.wolframalpha.com>)
- Utiliza el framework Spring (<http://www.springsource.org/>), lo que le proporciona una API REST de alto rendimiento.
- Le permite construir su propio ecosistema Nimbits internamente o en sus instancias públicas/privadas.
- Perfectamente integrado en Google App para dominios, proporcionando inicio de sesión único e integración con Google Docs.
- Insertar gráficos dinámicos de datos en los sitios Web con JavaScript y APIs Gráfico

Más información: <http://nimbits.com/index.html> y <https://cloud.nimbits.com/>

3.24 TinyOs

TinyOS es un sistema operativo de código abierto, con licencia BSD diseñado para dispositivos inalámbricos de baja potencia, como los que se utilizan en redes de sensores, computación ubicua, redes de área personal, edificios inteligentes y medidores inteligentes.

Cuenta con una comunidad mundial de desarrolladores y usuarios del mundo académico y la industria, que apoyan el sistema operativo, así como sus herramientas asociadas, con un promedio 35.000 descargas al



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



año.

Más información en: <http://www.tinyos.net/>

3.25 OpenBeacon

El proyecto OpenBeacon es una plataforma abierta para aplicaciones RFID activas que operan en la frecuencia libre de 2,4 GHz licencia ISM. OpenBeacon se basa en software de código abierto y en un módulo muy flexible y de bajo costo reprogramable Rfmodule Open Source. El código del firmware y los esquemas del hardware están disponibles bajo licencias GPL.

Más información: <http://www.openbeacon.org/>

3.26 OpenEnergyMonitor

Un proyecto para desarrollar y construir herramientas de código abierto para la medición, seguimiento, control y análisis de la eficiencia energética.

Más información en: <http://openenergymonitor.org/emon/>

3.27 Grupo M2M eclipse.org

m2m.eclipse.org es el grupo de Eclipse encargado de desarrollo de tecnologías que permiten el desarrollo de las comunicaciones M2M de una manera más simple. Estas tecnologías tienen como objetivo establecer una pila M2M abierta completa. Incluye un marco de desarrollo M2M, con un potente y rápido lengua de programación Lua, protocolos de comunicación como MQTT y OMA-DM y herramientas de desarrollo como Lua Development Tools , que proveem de un IDE completa para el lenguaje Lua.

Más información en: <http://m2m.eclipse.org/index.html>

Proyecto Paho (Incluye el protocolo de IBM's MQTT). Phao es otro de los proyectos desarrollados por la Fundación Eclipse en el ámbito de la Internet de las Cosas. Su objetivo es proporcionar implementaciones escalables de protocolos de mensajería estándar y abiertos que apoyen tanto las nuevas como las existentes y emergentes aplicaciones para las comunicaciones M2M y la Internet de las Cosas.

Más información: <http://www.eclipse.org/paho/>

3.28 Hot Forest Green

HotForestGreen es un marco de desarrollo para el "Internet de las cosas", Se puede utilizar para crear



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



casas domotizadas, espacios inteligentes y software de colaboración en tiempo real. Las características básicas de este framework para la Internet de las cosas son:

- Protocolos abiertos y de fuentes abiertas: Para simplificar las cosas, los protocolos en sí son de código abierto: desde los servidores a los mensajes enviados a los clientes, a la manera de conectar a los servicios.
- Tecnologías estándar: HotForestGreen utiliza tecnología estándar: Sockets, HTTP. Se puede construir servidores y clientes en Java, C # y cualquier otro lenguaje posible utilizando librerías estándar.
- Proxies y mediadores: Cuando se conecta un dispositivo a la "Internet de las cosas", probablemente ofrece una interfaz de hardware específica, que requiere hardware específico de direccionamiento. Sin embargo, HotForestGreen cuenta con un proxy o mediador que estandariza la comunicación entre el dispositivo (hardware) y el resto del mundo, de manera que no importa cómo algo se construye o lo específico que sean las soluciones hardware que se utilizan. Lo único que importa es lo que puede hacer con ese dispositivo final.

Más información en: <http://hotforestgreen.wordpress.com/>

4 BIG DATA PARA CIUDADES INTELIGENTES: UNA BREVE APROXIMACIÓN

¿Qué implicaciones tiene el Big Data para las ciudades? ¿Cómo pueden las tecnologías Big Data contribuir a que las ciudades sean más inteligentes? ¿Qué papel está jugando el software de código abierto en el desarrollo del Big Data en el contexto de las Smart Cities?

Los datos producidos por la ciudadanía, los sistemas y las cosas en general de la ciudad, son los recursos individuales más escalables, disponibles para los actores de la Smart City. Este gran conjunto de datos, denominado Big Data, es constantemente capturado a través de sensores y de fuentes de datos abiertas. Cada vez hay disponible más servicios de datos para los funcionarios y gestores municipales, los servicios públicos y la ciudadanía en general, que permiten el acceso y el uso eficiente de grandes volúmenes de datos, un requisito necesario para las Smart Cities¹¹.

4.1 Definiendo Big Data

¹¹ Fuente: <http://www.future-internet.eu/home/future-internet-assembly/aalborg-may-2012/31-smart-cities-and-big-data.html>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Gartner define “Biga data” como un conjunto de datos de gran volumen, de gran velocidad y procedente de gran variedad de fuentes de información que demandan formas innovadoras y efectivas de procesar la información¹².

IBM explica que el concepto de Big Data aplica a toda aquella información que no puede ser procesada o analizada utilizando procesos o herramientas tradicionales. Sin embargo es importante entender que las bases de datos convencionales son una parte importante y relevante de las soluciones analíticas. Además, este gran volumen de información existe en una gran variedad de datos, que pueden ser representados de diversas maneras en todo el mundo, por ejemplo de dispositivos móviles, audio, video, sistemas GPS, incontables sensores digitales en equipos industriales, automóviles, medidores eléctricos, veletas, anemómetros, etc., los cuales pueden medir y comunicar el posicionamiento, movimiento, vibración, temperatura, humedad y hasta los cambios químicos que sufre el aire, de tal forma que las aplicaciones que analizan estos datos requieren que la velocidad de respuesta sea muy rápida para lograr obtener la información correcta en el momento preciso.¹³

Así pues, nuestras ciudades están llenas de información, generada por fuentes heterogéneas en diferentes formatos, granularidad, dinamicidad y calidad. El conocimiento de este espacio de información complejo es vital para la creación de servicios de Smart City y está ligado no sólo a las cuestiones tecnológicas que subyacen a la centralización, almacenamiento, transformación y análisis de la información, sino que se extiende a cuestiones como la seguridad y la propiedad de los datos generados en la ciudad, la interoperabilidad, etc.

4.2 ¿Cómo son los datos de la Smart City?

Ajit Jaokar, de Open Gardens en su artículo “Big data for Smart cities – How do we go from Open Data to Big Data for Smart cities”¹⁴ explica el tipo de datos que generan las ciudades.

Basándose en el modelo “mind over matter” de Barry Devli publicado en O Reilly Strata¹⁵, Jaokar clasifica los datos generados en la Smart City en “duros”, “blandos” y “compuestos”. En el siguiente gráfico vemos cada tipo de dato con más detalle.

12 Fuente: Hype Cycle for Big Data, 2012. Disponible en: <http://www.gartner.com/id=2100215>

13 Fuente: ¿Qué es Big Data? *Todos formamos parte de ese gran crecimiento de datos.* Disponible en <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>

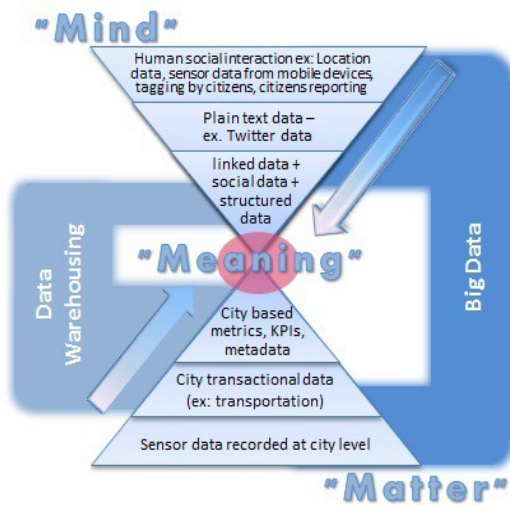
14 Disponible en: <http://www.opengardensblog.futuretext.com/wp-content/uploads/2012/08/Big-Data-for-Smart-cities-How-do-we-go-from-Open-Data-to-Big-Data-for-Smart-cities.pdf>

15 “Will data warehousing survive the advent of big data?” Disponible en: <http://strata.oreilly.com/2011/01/data-warehouse-big-data.html>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Big data for smart cities -
<http://www.opengardensblog.futuretext.com/archives/2012/08/big-data-for-smart-cities-for-hackers-data-scientists-and-citizens.html>

La pirámide inferior representa los “datos duros” de la ciudad. En el primer nivel tenemos los datos recogidos principalmente en el mundo físico, el mundo de los datos de medición de la materia, de sensores, etc. En el segundo nivel estarían los datos de eventos físicos en los que entra en juego la interacción humana (denominados “atomic data”). Finalmente, en el tercer nivel, encontraríamos los datos creados a partir de la manipulación matemática de los datos del nivel anterior “atomic data” y que se utilizan generalmente para obtener información más significativa, a partir de la combinación de los mismos y su manipulación. En este tipo de datos entrarían las métricas de la ciudad, los metadatos o los Indicadores Clave de

Desempeño.

Por el contrario, la información de la parte superior de la pirámide es el reino de la mente de la Smart City. La información procedente de la interacción humana en sociedad. Se trata de “información blanda”, menos estructurada y que requiere un tratamiento estadístico y analítico más especializado.

En el primer nivel tenemos lo que Devil denomina “Multiplex data” que sería la información generada por la interacción social humana, como datos de localización, datos de sensores de dispositivos móviles, informes emitidos por los ciudadanos, o tags apuntados por ellos. En un segundo nivel, estarían los datos textuales, por ejemplo, los mensajes de Twitter.

En la intersección de estas dos pirámides estarían los “datos compuestos” de la ciudad y que son una combinación de información dura y blanda y que se compondrían de datos vinculados (linked data)¹⁶, datos de los medios sociales y los datos estructurados. Los datos compuestos son la categoría de datos de mayor interés en el ámbito de Big Data. Contienen mucha de la información de los medios sociales, una combinación de datos web duros y datos blandos textuales, así como datos multimedia de fuentes tales como Twitter, Facebook, etc.

Para aprovechar toda esta gran cantidad de información de la ciudad y generar servicios de valor para sus ciudadanos es necesario “empequeñecer” el Big Data, es decir, hacerlo accesible a los ciudadanos¹⁷. Y aquí

16 Más información en: <http://www.od4d.org/2012/10/08/datos-abiertos-y-datos-linkados/>

17 Fuente: http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/aalborg_documents/Report_session_3.1.pdf



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



es donde entra en juego el concepto de Open Data, en relación al Big Data.

Los datos abiertos, son realmente abiertos si son accesible, es decir, fáciles de obtener y fáciles de entender. Por lo tanto el pre-procesamiento, el almacenamiento y el procesamiento posterior de los datos que permite la tecnología Big Data son cuestiones importantes a la hora de abordar estrategias de Open Data en el marco de la Smart City.

No abordaremos en este artículo el paradigma Open Data (lo dejaremos para otro momento), sólo señalar, siguiendo a Gartner que si el Big Data hace a las organizaciones inteligentes, el Open Data las hace ricas¹⁸ y esto supone una gran oportunidad para las ciudades, especialmente en este periodo de crisis económica.

Los datos son el ingrediente básico de los servicios en el marco de la Smart City, por eso resulta tan importante, el desarrollo de estrategias Open Data para las ciudades que no den la espalda a los datos generados por la propia ciudadanía, ya que en ese caso estamos perdiendo información muy relevante y la oportunidad de generar riqueza social, ambiental, económica y por tanto calidad de vida .

Como apunta Andrea di Maio de Gartner, para que las Smart Cities puedan proveer servicios de valor añadido basados en datos es necesario integrar la gestión de los datos producidos por los medios sociales en las estrategias Open Data¹⁹ y desplegar las tecnologías Big Data más adecuadas que faciliten su tratamiento: extracción, homogeneización, almacenamiento, análisis y visualización en estructuras que sean de fácil acceso.

4.3 Algunas grandes cifras para Big Data

Una visión desde el punto de vista del impacto en cifras de esta tecnología arroja datos que muestran el gran impacto económico, social y a nivel de innovación subyacente al Big Data.

De aquí al 2016, las empresas TI gastarán 232 billones de dolares en hardware, software y servicios relacionados con el Big Data. En 2012, del total de la cifra de negocio generada por la venta de nuevo software, 5.5 billones proceden directamente de las demandas de nuevas funcionalidades del Big Data. Y esta cifra de negocio crecerá una media de un 16% anual hasta el 2016. El subsegmento que está recibiendo mayor inversión en Big Data es el análisis de redes sociales y las analíticas de contenido, con un 45% más de gasto cada año²⁰. Este crecimiento está demandando un nuevo tipo de profesional “el

18 Para ampliar el tema: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2131215>

19 Fuente: http://blogs.gartner.com/andrea_dimaio/2010/02/19/why-do-governments-separate-open-data-and-social-media-strategies/

20 Fuente: Big Data Drives Rapid Changes in Infrastructure and \$232 Billion in IT Spending Through 2016. Disponible en: <http://www.gartner.com/DisplayDocument?ref=clientFriendlyUrl&id=2195915>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



científico/a de datos”, una profesión en alza²¹ que va más allá del experto en Data warehouse o Business Intelligence.

“A Comprehensive List of Big Data Statistics”²² es una excelente recopilación de estadísticas de diversas fuentes sobre Big Data que nos hacen comprender la magnitud del fenómeno que estamos analizando. Algunas de las más significativas son las siguientes:

- En la actualidad en el universo digital existen 2.7 Zetabytes de datos.
- El gobierno de Obama está invirtiendo 200 millones de dolares en proyectos de investigación Big Data.
- IDC estima que en 2020, las transacciones comerciales en Internet-negocio-a-negocio y negocio-a-consumidor - alcanzará 450 mil millones por día.
- Facebook almacena, registra, y analiza más de 30 Petabytes de datos generados por el usuario.
- El 94% de los usuarios de Hadoop realiza análisis de grandes volúmenes de datos que no eran posibles antes, 88% analizar los datos con más detalle, mientras que el 82% actual puede retener más de sus datos.
- Más de 5 millones de personas están llamando, enviando mensajes de texto, twitteando y navegando desde los teléfonos móviles en todo el mundo.
- Descifrar el genoma humano originalmente tardó 10 años en proceso, ahora se puede lograr en una semana.
- En las economías desarrolladas de Europa, los administradores públicos podría ahorrar más de € 100 mil millones de € en mejorar la eficiencia operativa sólo mediante el uso de tecnologías Big Data, sin incluir en esta estimación el uso de Big Data para reducir el fraude y los errores y aumentar la recaudación de los ingresos fiscales.
- La existencia de datos deficientes tanto en las empresas, como en el sector público le cuesta a la economía de EE.UU. \$ 3,1 billón de dólares al año.

21 Más información disponible en la siguiente infografía: <http://mashable.com/2012/01/13/career-of-the-future-data-scientist-infographic/>

22 Disponible en: <http://wikibon.org/blog/big-data-statistics/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Finalmente, con respecto a España, apuntar brevemente que según el estudio de la consultora IDC, el Big Data se encuentran en una situación incipiente, con apenas el 4,8% de las compañías españolas utilizando este tipo de tecnologías en sus procesos de negocio. Las previsiones apuntan a que de aquí a 2014 su uso podría crecer en nuestro país alrededor del 304%.²³

Así pues, lo que conocemos ahora del Big Data es sólo la punta del iceberg de lo que Gartner afirma que será la “nueva normalidad”. En este sentido Mark Beyer de Gartner afirma que en el 2020 “las funcionalidades y características Big Data serán parte normal de la oferta de productos de las empresas tradicionales proveedoras de soluciones TI”.

5 LAS TECNOLOGÍAS BIG DATA DE CÓDIGO ABIERTO

Desde el punto de vista tecnológico, Big Data es sinónimo de tecnologías como Hadoop²⁴ y bases de datos NoSQL²⁵ incluido Mongo²⁶ (almacenamiento de documentos) y Cassandra²⁷ (bases de datos claves/valor). El software de código abierto es clave en este ámbito. Actualmente en el mercado hay alrededor 250.000 tecnologías de código abierto y algunos de sus productos están revolucionando los cimientos del Big Data.

A continuación presentamos una selección de los productos de código abierto Big Data más importantes.

5.1.1 Apache Hadoop

Apache Hadoop es un marco de desarrollo de código abierto que permite el procesamiento de grandes conjuntos de datos, de manera distribuida a través de un grupo o cluster de computadoras, usando un modelo de programación sencillo. Fue creado por Doug Cutting para apoyar su trabajo en Nutch²⁸, un motor de búsqueda de código abierto. El objetivo era satisfacer las necesidades de procesamiento multimáquina de Nutch, para lo cual Cutting implementó el paradigma computacional MapReduce²⁹, donde la aplicación se divide en muchos pequeños fragmentos de trabajo, cada uno de los cuales se pueden ejecutar o volver a ejecutar en cualquier nodo del clúster. Además, proporciona un sistema de archivos distribuido que almacena los datos en los nodos de cómputo, produciendo un alto ancho de banda agregado en todo el clúster. Ambos, map/reduce y el sistema de archivos distribuidos, están diseñados de manera que las fallas de nodo se gestionan automáticamente mediante el framework. Hadoop, está disponible bajo la licencia

23 Fuente: <http://www.dataprix.com/empresa/prensa/mercado-big-data-empieza-despegar-espana>

24 Sitio web: <http://hadoop.apache.org/>

25 Sitio web: <http://es.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

26 Sitio web: <http://www.mongodb.org/>

27 Sitio web: <http://cassandra.apache.org/>

28 Sitio web: <http://nutch.apache.org/>

29 Más información en: <http://es.wikipedia.org/wiki/MapReduce>



Apache 2.0, siendo es en la actualidad una de las tecnologías más populares para el almacenamiento de los datos estructurados, semi-estructurados y no estructurados que forman Big Data. Inspirado en los documentos Google para MapReduce y Google File System (GFS) es un proyecto de alto nivel Apache que está siendo construido y usado por una comunidad global de contribuidores, mediante el lenguaje de programación Java. Yahoo! ha sido el mayor contribuidor al proyecto, y usa Hadoop extensivamente en su negocio³⁰.

Más información en: <http://hadoop.apache.org>

5.1.2 MapReduce

MapReduce³¹ es un framework (modelo de programación) utilizado por Google para dar soporte a la computación paralela sobre grandes colecciones de datos en grupos de computadoras y al commodity computing.

El nombre del framework está inspirado en los nombres de dos importantes métodos, macros o funciones en programación funcional: Map y Reduce. MapReduce ha sido adoptado mundialmente como una implementación de código abierto denominada Hadoop, su desarrollo fue liderado inicialmente por Yahoo (en la década de 2010 lo es por el proyecto Apache). Se han escrito implementaciones de librerías de MapReduce en diversos lenguajes de programación como C++, Java, Python.

Más información en: <http://research.google.com/archive/mapreduce.html>

<http://www.youtube.com/watch?v=8wjvMyc01QY>

5.1.3 Storm

Storm es sistema de computación distribuida en tiempo real libre y de código abierto, nacido en el seno de Twitter. Storm hace fácil procesar de manera fiable flujos no estructurados de datos, haciendo en el ámbito del procesamiento en tiempo real, lo que hizo Hadoop para el procesamiento por lotes.

Storm es simple, se puede utilizar con cualquier lenguaje de programación y cuenta con multitud de aplicaciones: análisis en tiempo real en línea, aprendizaje automático, computación continua, RPC (llamadas a procedimientos remotos), procesos ETL (Extraer, Transformar y Cargar) y más.

Storm es rápido: un punto de referencia que corre a más de un millón tuplas procesados por segundo por nodo. Es escalable y tolerante a fallos, garantiza que sus datos serán procesados y es fácil de instalar y

30 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hadoop>

31 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/MapReduce>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



operar.

Más información en: <http://storm-project.net/>

5.1.4 Apache Kafka

Kafka es un sistema distribuido de publicación-suscripción de mensajería que ofrece una solución capaz de manejar toda la actividad del flujo de datos y procesar estos datos en un sitio web de gran consumo. Este tipo de datos (páginas vistas, búsquedas y otras acciones del usuario) son un ingrediente clave en la web social actual.

Kafka es un sistema de mensajería desarrollado en LinkedIn para servir como base para su flujo de actividad y la canalización del procesamiento de datos que subyace a esta actividad.

Kafka tiene como objetivo unificar el procesamiento de análisis offline y online, proporcionando un mecanismo para la carga paralela en Hadoop, así como proporciona la capacidad de partición del consumo en tiempo real de un cluster de máquinas.

Las funcionalidades de Kafka son³²:

- Mensajería persistente a estructuras de disco O1 que proporcionan un rendimiento constante en el tiempo, incluso con varios TB de mensajes almacenados.
- Alto rendimiento: incluso con hardware muy modesto Kafka puede soportar cientos de miles de mensajes por segundo.
- Soporte para la partición de mensajes a través de los servidores de Kafka y consumo distribuido en un cluster de máquinas consumidores, manteniendo la ordenación por partición
- Soporte para la carga de datos en paralelo en Hadoop.

Más información: <http://kafka.apache.org/>

5.1.5 HBase

Es el sistema de almacenamiento no relacional para Hadoop. HBase es una base de datos de código abierto, distribuida y escalable para el almacenamiento de Big Data. Está escrita en Java e implementa el concepto de Bigtable³³ desarrollado por Google. Así como Bigtable aprovecha el almacenamiento de datos distribuidos proporcionado por el sistema de archivos de Google, Apache HBase Bigtable proporciona capacidades similares sobre Hadoop y HDFS.

32 Fuente: <http://unpocodejava.wordpress.com/2012/12/21/>

33 Más información sobre Big Table, sistema de almacenamiento distribuido para manejar datos estructurados desarrollado por Google, en: <http://research.google.com/archive/bigtable.html>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Apache HBase es la base de datos que necesitamos para tener acceso aleatorio, de escritura/lectura en tiempo real, a un gran conjunto de datos. El objetivo de este proyecto es el alojamiento de grandes tablas, con miles de millones de filas de X millones de columnas, sobre un cluster de hardware de consumo.

Más información: <http://hbase.apache.org/>

5.1.6 Cassandra

Apache Cassandra³⁴ es una base de datos no relacional distribuida y basada en un modelo de almacenamiento de «clave-valor», escrita en Java, que fue desarrollada originalmente por Facebook. Permite grandes volúmenes de datos en forma distribuida.

Su objetivo principal es la escalabilidad lineal y la disponibilidad. La arquitectura distribuida de Cassandra está basada en una serie de nodos iguales que se comunican con un protocolo P2P con lo que la redundancia es máxima.

Cassandra fue desarrollada por Facebook para fortalecer su funcionalidad Inbox Search, pero en 2010 abandonó el proyecto en favor de Hbase³⁵. Actualmente Cassandra es desarrollado por la Apache Software Foundation y está disponible bajo una licencia Apache 2.0.

En las versiones iniciales utilizaba un API propia para poder acceder a la base de datos. En los últimos tiempos están apostando por un lenguaje denominado CQL (Cassandra Query Language) que posee una sintaxis similar a SQL aunque con muchas menos funcionalidades. Esto hace que iniciarse en el uso de la misma sea más sencillo. Permite acceder en Java desde JDBC.

Entre sus múltiples usuarios³⁶ encontramos a Twitter, que lo usa para su plataforma³⁷. Adobe, que lo usa en su producto Adobe® AudienceManager, una Suite de marketing Digital (DMS) que consolida, activa y optimiza datos procedentes de diversas fuentes direccionables digitalmente³⁸; Ebay que ha aportado por esta solución para el soporte de múltiples aplicaciones con clústers que abarcan varios centros de datos³⁹; o OAuth Authorization service de Ericsson Labs usa Cassandra como base de datos backend⁴⁰.

34 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Apache_Cassandra

35 Fuente: <http://www.networkworld.com/slideshow/51090/#slide7>

36 En el siguiente enlace está disponible un listado de usuarios de Cassandra:
<http://www.datastax.com/cassandrausers#all>

37 Más información en: <http://engineering.twitter.com/2010/07/cassandra-at-twitter-today.html>

38 Más información en en video de presentación de Cassandra en Adobe disponible en:
<http://www.youtube.com/watch?v=tVbSeNkm8QM&feature=youtu.be>

39 Más información en: <http://www.datastax.com/wp-content/uploads/2012/08/C2012-BuyItNow-JayPatel.pdf>

40 Fuente: <http://www.datastax.com/cassandrausers#all>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Más información en: <http://cassandra.apache.org/>

5.1.7 Riak

Riak es una base de datos NoSQL inspirada en Dynamo, de código abierto, distribuida y que cuenta con una versión comercial. Base de datos clave-valor con algunos metadatos, sin esquema de almacenamiento, tipo de datos agnósticos, lenguaje agnóstico que soporta a través de una api REST y PBC⁴¹ varios tipos de lenguaje (Eralng, Javascript, Java, PHP, Python, Ruby...), masterless ya que todos los nodos son iguales, escalable, eventualmente consistente y utiliza map/reduce y “link”.⁴²

Riak está diseñado para resolver una nueva clase de problemas de gestión de datos, específicamente los relacionados con la captura, almacenamiento y procesamiento de datos dentro de entornos TI distribuidos y modernos como la nube. Riak puede utilizarse como un “session store”, un sistema de archivo en la nube (similar a Amazon S3), almacenamiento de un gran volumen de información social y multimedia (vídeos, audio etc), como una capa de almacenamiento en caché, para fortalecer soluciones de comercio electrónico distribuidas, para la creación de aplicaciones móviles escalables y confiables, para la gestión de sensores o redes de datos RFID, en la nube para la migración de los sistemas de gestión de bases de datos relacionales heredados (RDBMS) a la nube, o para la gestión de los datos de usuario en los Juegos Online y las redes sociales.⁴³

Multitud de empresas utilizan Riak⁴⁴. Por ejemplo, GitHub, utiliza esta base de datos NoSQL junto a Webmachine para desarrollar Github Pages⁴⁵, una funcionalidad que permite publicar contenidos en la web de manera sencilla. Inagist⁴⁶, confía en Riak como capa de almacenamiento. Esta empresa, que analiza el contenido de twitter en tiempo real migró a Riak desde Cassandra cuando ésta empezó a cobrar por ciertas funcionalidades. En UK, el proveedor cloud Brightbox, utiliza Riak⁴⁷ para varios proyectos internos, entre los cuales el más grande es un almacén de registro centralizado y buscable.

Más información en: <http://docs.basho.com/>

41 Protocol Buffers Client (PBC): <http://docs.basho.com/riak/1.0.0/references/apis/protocol-buffers/>

42 Fuente: <http://readwrite.com/2011/02/09/how-3-companies-are-using-nosq>

43 Fuente: <http://basho.com/technology/why-use-riak/>

44 Información disponible sobre sus casos de uso están disponible en los siguientes sitios:

<http://basho.com/company/production-users/> y <http://readwrite.com/2011/02/09/how-3-companies-are-using-nosq>

45 Fuente: <https://speakerdeck.com/jnewland/github-pages-on-riak-and-webmachine>

46 Fuente: <http://blog.inagist.com/riak-at-inagistcom>

47 Fuente: <http://johnleach.co.uk/words/1063/riak-syslog>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



5.1.8 MongoDB

MongoDB⁴⁸ es un sistema de base de datos NoSQL orientado a documentos, desarrollado bajo el concepto de código abierto. MongoDB forma parte de la nueva familia de sistemas de base de datos NoSQL que almacena los datos no en tablas, sino que configura estructuras de datos en documentos tipo JSON⁴⁹ con un esquema dinámico (MongoDB llama ese formato BSON⁵⁰), haciendo que la integración de los datos en ciertas aplicaciones sea más fácil y rápida.

El desarrollo de MongoDB empezó en octubre de 2007 por la compañía de software 10gen. Ahora MongoDB es una base de datos lista para su uso y con múltiples características. Puede utilizarse en diferentes y múltiples ámbitos: archivos, infraestructura cloud, gestión de contenidos, comercio electrónico, educación. Infraestructuras, juegos, educación, almacenamiento de metadatos, estadísticas en tiempo real, redes sociales, etc.

Esta base de datos que soporta el almacenamiento de millones de documentos es muy utilizada a nivel empresarial⁵¹. Algunas de las empresas que la tienen en producción son la MTV Network⁵² que lo utiliza en su gestor de contenidos; Craigslist⁵³ para el archivo de documentos o Disney⁵⁴ como repositorio de su plataforma de juegos.

A nivel gubernamental encontramos varias experiencias, como la de GOV.UK, que empezó utilizando MySQL y migró a MongoDB cuando advirtieron que era más adecuado ya que la mayoría del contenido estaba centrado en documentos⁵⁵. También en UK, el Archivo Nacional, que está consolidando y unificando en uno sólo sus números archivos electrónicos, utilizan Mongo DB sobre una pila de software de Microsoft⁵⁶.

Más información en: <http://www.10gen.com/>

5.1.9 Neo4j

Neo4j es una base de datos de gráficos, de código abierto soportada por Neo Technology. Neo4j almacena los datos en nodos conectados por relaciones dirigidas y tipificadas, con las propiedades de ambos, también conocidas como Gráfico de Propiedad (Property Graph).

Neo4j es:

48 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/MongoDB>

49 Más información en: <http://es.wikipedia.org/wiki/JSON>

50 Más información en: <http://es.wikipedia.org/wiki/BSON>

51 En los siguientes enlaces está disponible un listado de sus principales usuarios: <http://www.10gen.com/customers> y <http://www.mongodb.org/display/DOCS/Production+Deployments>

52 Más información en: <http://www.10gen.com/customers/mtv-networks>

53 Más información en: <http://www.10gen.com/presentations/mongodb-craigslist-one-year-later>

54 Más información en: <http://www.10gen.com/customers/disney>

55 Fuente: <http://digital.cabinetoffice.gov.uk/colophon-beta/>

56 Fuente: <http://www.10gen.com/presentations/mongouk-2011/from-sql-server-to-mongodb>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



- intuitivo, utilizando un modelo gráfico para la representación de datos
- confiable, con transacciones con semántica ACID completas.
- durable y rápido, utilizando un motor de almacenamiento nativo personalizado basado en disco.
- masivamente escalable, de hasta varios millones de nodos/ elaciones/propiedades.
- con alta disponibilidad, cuando se distribuye a través de múltiples máquinas.
- expresivo, con un lenguaje potente “graph query language” con legibilidad humana.
- rápido, con un potente marco de desarrollo para las consultas de grafos de alta velocidad
- embebido en unos pocos ficheros jars.
- simple, accesible mediante una adecuada interfaz REST conveniente o una API orientada a objetos Java.

Neo4j una de las bases de datos de grafos líderes en el mundo. Entre sus usuarios se encuentran⁵⁷ empresas como Infojobs, Lufthansa, Mozilla, Accenture, Cisco o Adobe etc.

Más información en: <http://www.neo4j.org/learn/neo4j>

5.1.10 Apache CouchDB

Apache CouchDB, es una base de datos de código abierto, NoSQL que emplea JSON para documentos, JavaScript como lenguaje de consulta para MapReduce y HTTP como API.

CouchDB fue creada en 2005 por Damien Katz como un sistema de almacenamiento para una base de datos de objetos de gran escala. Actualmente se distribuye bajo una licencia Apache License 2.0 y es utilizado por múltiples organizaciones⁵⁸, como la BBC que usa CouchDB para su plataforma dinámica de contenidos, mientras que Credit Suisse's lo utiliza para almacenar los detalles de configuración de su framework Python de mercado de datos⁵⁹.

Más información en: <http://couchdb.apache.org/>

5.1.11 HyPertable

Hypertable⁶⁰ es un Sistema Gestor de Bases de Datos de código abierto desarrollado en C++ por la

57 En este sitio está disponible un listado de los principales clientes de Neo4j: <http://www.neotechnology.com/customers/>

58 En su wiki encontramos un listado de organizaciones que usan CouchDB para crear software o sitios web: http://wiki.apache.org/couchdb/CouchDB_in_the_wild. En el siguiente sitio se detallan algunos casos de éxito: <http://www.couchbase.com/library?type=Case+Studies>

59 Fuente: <http://www.networkworld.com/slideshow/51090/#slide9>

60 Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/taws/tag/hypertable/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



compañía Zvents, basado en el modelo Big Table de Google. Es un sistema de almacenamiento de datos distribuido, escalable, no relacional, no soporta transacciones y de alto desempeño, ideal para aplicaciones que necesitan manejar datos que evolucionan rápidamente y diseñado para soportar una gran demanda de datos en tiempo real. Entre sus clientes⁶¹ se encuentran empresas como Ebay, Tiscali o Reddiff.com

Más información en: <http://www.hypertable.org/>.

5.1.12 Hive

Hive es un sistema data warehouse para Hadoop que facilita resúmenes de datos, consultas ad-hoc, y el análisis de grandes conjuntos de datos almacenados en los sistemas de archivos compatibles con Hadoop.

Hive proporciona un mecanismo para proyectar la estructura sobre estos datos y consultar los datos utilizando un lenguaje SQL, llamado HiveQL. Al mismo tiempo, este lenguaje también permite a los programadores tradicionales de Map Reduce conectar con sus mappers personalizados y reductores cuando es inconveniente o ineficiente expresar esta lógica en HiveQL.

Más información en: <http://hive.apache.org/>

<http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/hadoop/hive/>

5.1.13 Cascading

Cascading es un framework de aplicaciones Java que permite a los desarrolladores desarrollar rápida y fácilmente aplicaciones para el Análisis de Datos y la Gestión de los Datos y que se pueden desplegar y gestionar a través de una variedad de entornos de computación. Cascading funciona perfectamente con Apache Hadoop 1.0 y distribuciones API compatibles.

Más información en: <http://www.cascading.org/about/>

5.1.14 Apache Drill

Apache Drill⁶² es un proyecto en estado de incubación de la Fundación Apache, cuyo objetivo es reducir las barreras a la hora de adoptar un nuevo conjunto de APIs para Big Data. Drill es un sistema distribuido para el análisis interactivo de grandes conjuntos de datos, que sería la versión de código abierto de Dremel de Google (el cuál está disponible bajo IaaS como *Google BigQuery*⁶³), y que además cuenta con la flexibilidad necesaria para soportar una amplia gama de lenguajes de consulta, formatos de datos y fuentes de datos. Está diseñado para procesar eficientemente los datos anidados y con el objetivo de escalar desde 10.000 o

61 Fuente: <http://hypertable.com/customers/>

62 Fuente: <http://www.mapr.com/support/community-resources/drill>

63 Más información en: <https://cloud.google.com/products/big-query>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



más servidores y para ser capaz de procesar petabytes de datos y trillones de registros en segundos.

Muchas organizaciones tienen la necesidad de ejecutar aplicaciones intensivas de datos, incluyendo el procesamiento por lotes, procesamiento de flujo y análisis interactivo. En los últimos años los sistemas de código abierto han surgido para atender la necesidad de procesamiento por lotes escalables (Apache Hadoop) y procesamiento de flujos (Storm, Apache S4). En 2010, Google publicó un documento titulado "Dremel: Análisis Interactivo de conjuntos de datos de escala Web"⁶⁴, que describe un sistema escalable utilizado internamente para el análisis interactivo de datos anidados. Ningún proyecto de código abierto ha reproducido con éxito las capacidades de Dremel.

Apache Drill representa un gran paso adelante para las organizaciones que buscan aumentar su capacidad de procesamiento Big Data con consultas interactivas a través de conjuntos de datos masivos.

Más información en: <http://incubator.apache.org/drill/>

5.1.15 Pig/Pig Latin

Pig fue desarrollado inicialmente en Yahoo! para permitir a los usuarios de Hadoop centrarse más en el análisis de grandes conjuntos de datos y dedicar menos tiempo a tener que escribir programas map-per y reducir. Al igual que los cerdos, que comen casi de todo, el lenguaje de programación Pig está diseñado para manejar cualquier tipo de datos, de ahí el nombre. Pig está formado por dos componentes: el primero es el lenguaje en sí mismo, que se llama PigLatin, y el segundo es un entorno de ejecución donde los programas PigLatin se ejecutan⁶⁵.

Más información en: <http://pig.apache.org/>

<http://www.youtube.com/watch?v=jxt5xpMFczs>

5.1.16 R

R es el lenguaje de programación líder en el mundo⁶⁶ para el análisis estadístico y la realización de gráficos. R, además de ser un lenguaje para la minería de datos es un entorno de programación. Se trata de un proyecto GNU, que es similar al lenguaje y al entorno de programación S desarrollado en Bell Laboratories (antes AT&T, ahora Lucent Technologies) por John Chambers y sus colegas.

R ofrece una gran variedad de técnicas estadísticas (modelos lineales y no lineales, tests estadísticos,

64 Disponible en: <http://research.google.com/pubs/pub36632.html>

65 Fuente: <http://www-01.ibm.com/software/data/infosphere/hadoop/pig/>

66 Fuente: <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/2325498>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



análisis de series temporales, clasificación, clustering, ...) y técnicas gráficas, y es altamente extensible. R está disponible como software libre bajo los términos de la Licencia de GNU Free Software Foundation pública general en forma de código fuente. Se compila y se ejecuta en una amplia variedad de plataformas UNIX y sistemas similares (incluyendo FreeBSD y Linux), Windows y MacOS.

En cuanto al entorno de programación R, se trata de un conjunto integrado de servicios de software para la manipulación de datos, cálculo y representación gráfica. Incluye un manejo eficaz de datos y facilidades de almacenamiento, un conjunto de operadores para los cálculos de matrices, una amplia, coherente e integrada colección de herramientas intermedias para el análisis de datos, facilidades gráficas para el análisis y visualización de datos ya sea en pantalla o en papel, y un lenguaje de programación bien desarrollado, sencillo y eficaz que incluye condicionales, bucles, funciones recursivas definidas por el usuario y funciones de entrada y de salida.

R es más que un sistema de estadísticas, es un entorno en el que las técnicas estadísticas se aplican. R puede ser extendido fácilmente a través de diversos paquetes.

En cuanto a su aplicación para el análisis de Big Data, multitud de compañías y organizaciones, como Bing, Facebook, Google, The New York Times o Mozilla han elegido R para el análisis de grandes conjuntos de datos.⁶⁷

Más información en: <http://www.r-project.org/>

5.1.17 Redis

Redis es un motor de base de datos en memoria, basado en el almacenamiento en tablas de hashes (llave, valor) pero que opcionalmente puede ser usada como una base de datos durable o persistente. Está escrito en ANSI C por Salvatore Sanfilippo quien es patrocinado por VMware.1 2 y esta liberado bajo licencia BSD⁶⁸.

Más información en: <http://redis.io/>

5.1.18 HCatalog

HCatalog, un sistema de gestión de metadatos y tablas que simplifica el intercambio de datos entre Apache Hadoop y otros sistemas de datos empresariales. También permite a los usuarios escribir sus aplicaciones sin preocuparse por cómo y dónde se almacenan los datos, aislando a los usuarios del esquema de

67 Fuente: <http://www.revolutionanalytics.com/what-is-open-source-r/companies-using-r.php>

68 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Redis>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



almacenamiento y los cambios de formato que puedan producirse.⁶⁹

Más información en: <http://incubator.apache.org/hcatalog/>

5.1.19 Oozie

Oozie, un sistema de procesamiento del flujo de trabajo que permite a los usuarios definir una serie de trabajos escritos en varios lenguajes, como Map Reduce, Pig y Hive, entonces inteligentemente los relaciona entre sí. Oozie permite a los usuarios especificar, por ejemplo, que una determinada consulta sólo debe iniciarse después de que determinados trabajos previos sobre los datos se hayan completado⁷⁰.

Más información en: <http://oozie.apache.org/>

5.1.20 Talend Open Studio for Big Data

Talend ofrece un producto Big Data de código abierto potente y versátil denominado Talend Open Studio for Big Data que facilita el trabajo con las tecnologías de Big Data y ayuda a impulsar y mejorar el rendimiento del negocio. El producto, que fue lanzado en 2006, simplifica el desarrollo de grandes volúmenes de datos y facilita la organización e instrumentación requerida por estos proyectos.

Talend Open Studio for Big Data conecta Hadoop con el resto de las aplicaciones empresariales beneficiando enormemente a los científicos de datos en su capacidad para acceder y analizar grandes cantidades de datos de manera eficiente y eficaz. Talend Open Studio para Big Data es un componente central de la plataforma de Talend para Big Data⁷¹, que permite a las empresas aumentar su productividad mediante la implementación de soluciones Big Data en horas, en lugar de semanas o meses. Compatible con todas las versiones de Apache Hadoop, Talend Open Studio para Big Data está integrado en en la Plataforma de Datos Hortonworks⁷². Además de los más de 450 conectores que Talend proporciona para la integración de datos empresariales en Hadoop, tales como el Sistema de archivos distribuido Hadoop (HDFS), Pig, HBase, Sqoop y Hive, Talend Open Studio para Big Data ahora incluyen HCatalog y Oozie (cuya descripción y referencias pueden verse en este mismo documento).

La version open source de la solución Big Data de Talend tiene licencia Apache. En enero de 2012, el producto había registrado 20 millones de descargas y contaba con alrededor de 3500 clientes en el

69 Más información en: <http://incubator.apache.org/hcatalog/>

70 Más información en: <http://oozie.apache.org/>

71 Más información en: <http://www.talend.com/products/big-data>

72 Hortonworks Data Platform (HDP) es la plataforma de código abierto de gestión de datos para Apache Hadoop. Más información en: <http://hortonworks.com/products/hortonworksdataplatfom/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



mundo.⁷³

Más información en: <http://www.talend.com/products/talend-open-studio>

5.1.21 Pentaho Big Data

Pentaho vincula firmemente la integración de datos con completas analíticas de negocio para Big Data, soportando Hadoop, NoSQL y bases de datos analíticas. Pentaho ofrece una completa solución de análisis Big Data que soporta todo el proceso de análisis de datos desde ETL e integración de datos al análisis en tiempo real y visualización de Big Data.

La historia de Pentaho Big Data gira alrededor de Pentaho Data Integration AKA Kettle. Kettle es un potente motor ETL que usa un enfoque de metadatos. El motor Kettle ofrece servicios de datos y está integrado en la mayoría de las aplicaciones de la suite Pentaho, desde Spoon, Kettle designer, a Pentaho report Designe. diseñador de informe Pentaho.

Los componentes de Pentaho Big Data son open source, Con el objetivo de jugar un buen papel con el ecosistema de código abierto de Hadoop y hacer de Kettle el mejor y más extendido motor ETL en el espacio Big Data, Pentaho ha puesto todos los componentes de Hadoop y NoSQL en código abierto, comenzando con la liberación de la versión 4.3⁷⁴.

Pentaho ofrece⁷⁵:

- Continuidad completa desde el acceso a los datos a la toma de decisiones: completa integración de datos y plataforma de análisis de negocio para cualquier sistema de almacenamiento Big Data.
- Más rápido desarrollo y más rápida ejecución: desarrollo visual y ejecución distribuida.
- Análisis instantáneo e interactivo: sin código, ni necesidad de ETL (extrer, transformar, y cargar)

Desde la preparación y el modelado de los almacenes de datos para el análisis, visualización de datos, exploración y análisis predictivo, Pentaho Business Analytics le permite recoger los patrones más significativos que están enterrados en los grandes volúmenes de datos, tanto estructurados, como los no estructurados.

Pentaho proporciona el conjunto adecuado de herramientas para cada usuario, todo dentro de una

73 Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Talend>

74 Más información en la comunidad de Pentaho Big data:
<http://wiki.pentaho.com/display/BAD/Pentaho+Big+Data+Community+Home>

75 Fuente: <http://www.pentaho.com/big-data/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



integración de estructura rígida de datos y la plataforma de análisis que soporta el ciclo de vida completo de Big Data. Para TI y desarrolladores, Pentaho ofrece un completo entorno de diseño visual para simplificar y acelerar la preparación de datos y modelización. Para los usuarios empresariales, Pentaho proporciona una visualización y exploración de datos. Y para los analistas y científicos de datos, Pentaho proporciona el descubrimiento de datos completo, exploración y análisis predictivo.

Beachmint, Mozzilla, ExactTarget, Shareable Ink o TravelTainment, entre otras organizaciones, están utilizando la solución Pentaho para Big Data⁷⁶.

Más información en: <http://www.pentahobigdata.com/overview>

5.1.22 Jaspersoft para Big Data Open Source

La suit de Business Intelligence de Jaspersoft para Big Data posee una arquitectura muy avanzada e independiente respecto a las fuente de datos. Eso le otorga la capacidad de ser inmediatamente compatible con múltiples soluciones Big Data como Hadoop, MongoDB, y bases de datos NoSQL (Not-Only-SQL) o analíticas.

En concreto, la capacidad de análisis sobre sistemas "Big data" se pueden dividir en tres modelos:

- Generación de informe y análisis en tiempo real
- Generación de informe y análisis mediante procesos directos por lotes (Direct Batch Analysis)
- Generación de informe y análisis mediante procesos indirectos por lotes (Indirect Batch Analysis - ETL)

Jaspersoft ofrecen una suite de Business Intelligence con herramientas de generación de informes y análisis ad hoc intuitivas e interactivas, capaces de cubrir todos los modelos citados antes. Desde Jaspersoft es posible conectarse en tiempo real mediante conectores nativos a prácticamente todas las herramientas de bases de datos masivos sin coste añadido alguno.

Estos conectores se pueden descargar de forma gratuita. Jaspersoft monitoriza estas descargas produciendo un índice denominado "big data index", un índice de las tecnologías de Big Data más utilizadas mensualmente que ofrece una visión muy interesante en cuanto a las tendencias de adopción de las herramientas de Jaspersoft.

Jaspersoft cuenta con una amplia red de partners tecnológicos en Big Data, como IBM, 10gen, basho y Cloudera entre otros.

76 Más información: <http://www.pentaho.com/customers/success-stories/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Más información se recomienda visitar <http://www.jaspersoft.com/bigdata>

5.1.23 Apache Mahout

Es un proyecto que permite construir bibliotecas escalables de aprendizaje automático. Construido sobre el potente paradigma map/reduce del proyecto Apache Hadoop, Mahout permite resolver problemas como clustering, filtrado colaborativo y clasificación de terabytes de datos sobre miles de ordenadores.

Más información en: <http://mahout.apache.org/>

5.1.24 RapidMiner

RapidMiner⁷⁷(anteriormente, YALE, Yet Another Learning Environment) es un programa informático de código abierto para el análisis y minería de datos. Permite el desarrollo de procesos de análisis de datos mediante el encadenamiento de operadores a través de un entorno gráfico. Se usa en investigación educación, capacitación, creación rápida de prototipos y en aplicaciones empresariales y su licencia es la AGPL.

RapidMiner proporciona más de 500 operadores orientados al análisis de datos, incluyendo los necesarios para realizar operaciones de entrada y salida, preprocesamiento de datos y visualización. También permite utilizar los algoritmos incluidos en Weka⁷⁸.

Sus características son las siguientes: desarrollado en Java; multiplataforma; representación interna de los procesos de análisis de datos en ficheros XML; permite el desarrollo de programas a través de un lenguaje de script; puede usarse de diversas maneras: a través de un GUI, en línea de comandos, en batch (lotes), desde otros programas a través de llamadas a sus bibliotecas; extensible; incluye gráficos y herramientas de visualización de datos, dispone de un módulo de integración con R.

Más información en: <http://rapid-i.com/content/view/181/190/>

5.1.25 Hadoop Distributed File System

El Hadoop Distributed File System (HDFS) es un sistema de archivos distribuido, escalable y portátil escrito en Java para el framework Hadoop.

El HDFS almacena archivos grandes (el tamaño ideal de archivo es de 64 MB⁹), a través de múltiples máquinas. Consigue fiabilidad mediante replicado de datos a través de múltiples hosts, y no requiere almacenamiento RAID en ellos. Con el valor de replicación por defecto, 3, los datos se almacenan en 3

⁷⁷ Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/RapidMiner>

⁷⁸ Más información en: http://es.wikipedia.org/wiki/Weka_%28aprendizaje_autom%C3%A1tico%29



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



nodos: dos en el mismo rack, y otro en un rack distinto. Los nodos de datos pueden hablar entre ellos para reequilibrar datos, mover copias, y conservar alta la replicación de datos. HDFS no cumple totalmente con POSIX porque los requerimientos de un sistema de archivos POSIX difieren de los objetivos de una aplicación Hadoop, porque el objetivo no es tanto cumplir los estándares POSIX sino la máxima eficacia y rendimiento de datos. HDFS fue diseñado para gestionar archivos muy grandes. HDFS no proporciona Alta disponibilidad⁷⁹.

Más información en: <http://hadoop.apache.org/>

5.1.26 GlusterFS

GlusterFS es un sistema de archivos de código abierto distribuido que es capaz de escalar a varios petabytes (actualmente 72 brontobytes) y manejar miles de clientes.

GlusterFS permite agregar varios servidores de archivos sobre Ethernet o interconexiones Infiniband RDMA en un gran entorno de archivos de red en paralelo. El diseño del GlusterFS se basa en la utilización del espacio de usuario y de esta manera no compromete el rendimiento. Se pueden utilizar en una gran variedad de entornos y aplicaciones como computación en nube, ciencias biomédicas y almacenamiento de archivos. El GlusterFS está licenciado bajo la licencia GNU General Public License versión 3.

Gluster Inc fue el principal patrocinador comercial del GlusterFS, el cual ofrece tanto productos comerciales como apoyo para desarrollo de soluciones libres basadas en el GlusterFS. En Octubre de 2011, fue anunciada la adquisición de Gluster Inc por Red Hat Inc.⁸⁰

Más información en: <http://www.gluster.org/about/>

5.1.27 Lucene

Lucene⁸¹ es una API de código abierto para recuperación de información, originalmente implementada en Java por Doug Cutting. Está apoyado por el Apache Software Foundation y se distribuye bajo la Apache Software License. Lucene tiene versiones para otros lenguajes incluyendo Delphi, Perl, C#, C++, Python, Ruby y PHP.

Es útil para cualquier aplicación que requiera indexado y búsqueda a texto completo. Lucene ha sido ampliamente usado por su utilidad en la implementación de motores de búsquedas.

El estándar de facto de las librerías de búsqueda de big data.

79 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Hadoop#Hadoop_Distributed_File_System

80 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Gluster_File_System

81 Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lucene>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Más información: <http://lucene.apache.org/core/>

5.1.28 Solr

Solr⁸² es un motor de búsqueda de código abierto basado en la biblioteca Java del proyecto Lucene, con APIs en XML/HTTP y JSON, resaltado de resultados, búsqueda facetada, caché, y una interfaz para su administración. Corre sobre un contenedor de servlets Java como Apache Tomcat.

Más información en: <http://lucene.apache.org/solr/>

5.1.29 ElasticSearch

Basado en Apache Lucene, ElasticSearch es un servidor de búsqueda de código abierto distribuido y basado en REST. Es una solución escalable que soporta búsquedas en tiempo real y es multi-entidad sin una configuración especial. Ha sido adoptado por varias compañías, incluyendo StumbleUpon y Mozilla. ElasticSearch está disponible bajo la licencia Apache 2.0.

Más información: <http://www.elasticsearch.org/>

5.1.30 Sqoop

Sqoop es una aplicación con interfaz de línea de comandos para la transferencia de datos entre bases de datos relacionales y Hadoop.

Es compatible con las cargas incrementales de una sola tabla o una consulta SQL de forma libre, así como trabajos guardados que se pueden ejecutar varias veces para importar las actualizaciones realizadas a una base de datos desde la última importación. Las importaciones también se puede utilizar para rellenar las tablas en Hive o HBase. Las exportaciones se puede utilizar para poner los datos de Hadoop en una base de datos relacional. Sqoop se convirtió en un proyecto de nivel superior de Apache en marzo de 2012.

Microsoft utiliza un conector basado en Sqoop para ayudar en la transferencia de datos desde bases de datos de Microsoft SQL Server a Hadoop. Couchbase también ofrece un Couchbase Server-Hadoop conector mediante Sqoop⁸³

Más información en: <http://sqoop.apache.org/>

82 Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Apache_Solr

83 Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Sqoop>



6 PLATAFORMAS, SERVICIOS Y APLICACIONES DE CÓDIGO ABIERTO PARA LAS SMART CITIES

A lo largo de este trabajo hemos presentado algunas de las soluciones de código abierto disponibles a lo largo de toda la cadena de valor de la Smart City. Desde los sensores y el hardware, la tecnología RDFI o de realidad aumentada que permite la captura de datos de la ciudad; las tecnologías M2M para la transmisión de la información, los repositorios de datos, o la tecnología Big Data que permite el almacenamiento, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos, encontramos soluciones de código abierto, que en algunos casos como en el campo del Big Data están marcando el camino al resto de aplicaciones.

A continuación examinaremos el papel que las tecnologías, metodologías y modelos de gobernanza de código abierto están jugando en los ámbitos de las plataformas de provisión de servicios de la Smart City, por un lado, y en los propios servicios y aplicaciones de la Smart City por otro. Para comenzar realizaremos una breve aproximación a las características y particularidades de dichas plataformas y servicios de la Smart City, para posteriormente mostrar una selección de proyectos Europeos enfocados a la construcción de plataformas de provisión de servicios y/o al desarrollo de aplicaciones para la Smart City, en los que las tecnologías abiertas juegan un papel relevante. Finalmente mostraremos otros proyectos fuera del ámbito europeo que pueden ser de interés e inspiración en este ámbito.

7 LA CIUDAD ASTUTA: COMPARTIR, REUTILIZA, COOPERAR

¿Qué hace a las ciudades inteligentes? ¿Cómo son los servicios de la Smart City? ¿Sobre qué bases comunes se asienta el desarrollo de este tipo de ciudades? ¿Cuál es el papel de la tecnología (software, hardware, estándares), la metodología y el modelo de gobernanza del código abierto en el paradigma de la Smart City?

La ciudad inteligente tienen como objetivo incrementar la calidad de vida de su ciudadanía a través del uso de tecnología inteligente (Big Data, IoT y M2M, sensores, tecnologías móviles, de visualización, 3D, plataformas cloud, plataformas open data), mejorando la calidad y eficiencia de los servicios prestados tanto por los organismos públicos, como por las empresas, a fin de producir un desarrollo de la ciudad económica y ambientalmente sostenible. El objetivo final es satisfacer las cada vez más exigentes y complejas necesidades de la ciudadanía haciendo el mejor uso posible de los recursos, que son por su parte, cada vez más escasos y decrecientes⁸⁴. Para conseguir esto la ciudad, como en cualquier otra época de la historia,

84 Un análisis completo en "The Future of Shrinking Cities - Problems, Patterns and Strategies of Urban Transformation in a Global Context." Disponible en: <http://metrostudies.berkeley.edu/shrinking.html>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



se va a valer de las tecnologías de su tiempo, que en la actualidad son las tecnologías de la información y la comunicación y especialmente las tecnologías de lo que se ha dado en llamar la Internet del Futuro, que incluiría entre otras, identificación RFID, virtualización, tecnologías fotónicas, redes inalámbricas multimedia móviles, seguridad móvil, tecnologías radio de banda ancha, redes de robots, interfaces humano-máquina multimodales 3D, inteligencia ambiental (redes de sensores/actuadores) o tecnologías de localización de precisión⁸⁵

La ciudad que aboga por el paradigma de la Smart City, más que inteligencia, desplegaría, en palabras del analista de Gartner, Andrea Di Maio, toda su astucia⁸⁶, en la medida que perseguiría aprovechar eficazmente la financiación disponible; lo que significa, reutilizar lo que ya existe en todos los ámbitos, incluida la información o los datos, la tecnología y la infraestructura; y a fin de garantizar la sostenibilidad de este modelo, trataría de aprovechar la colaboración de los diferentes actores dentro y fuera de las fronteras tradicionales. La ciudad inteligente no construye más plantas de producción de energía, lo que hace es desplegar una red eléctrica inteligente para realizar un consumo más eficiente o dota a sus edificios de sistemas de generación de energía sostenible para el autoconsumo. Como veremos más adelante, la ciudad inteligente crea las condiciones sociales, tecnológicas y culturales necesarias para que nuevos servicios y aplicaciones⁸⁵ basados en tecnología puedan ser desarrollados de manera eficiente, con facilidad, seguridad y confianza.

8 APLICACIONES INTELIGENTES PARA CIUDADES ASTUTAS

¿Qué diferencia a las aplicaciones de la Smart City del resto de aplicaciones? En “The Apps for Smart Cities Manifiesto”⁸⁷ se definen este tipo de aplicaciones como aquellas que siendo similares a las aplicaciones convencionales, permitirían en combinación con los dispositivos móviles, que a menudo incluyen sensores, interactuar con hardware (generalmente de código abierto, para conectarse a spots de datos. Las Apps de la Smart City se caracterizan por estar orientadas al empoderamiento de la ciudadanía y los mercados long tail y por incluir normalmente elementos como el crowdsourcing. Además de utilizar tecnologías móviles convencionales, utilizan tecnología inteligente como la realidad aumentada, o sistemas operativos de código abierto como Android, y hardware abierto como Arduino, BUG, Funnel, Gainer, Make controller, Wiring, Sun SPOTs, Pinguino, Firmata, entre otros.

Las aplicaciones de la Smart City tienen los siguientes atributos:

85 Más información sobre este tipo de tecnologías en “Internet del futuro: visión y tecnologías implicadas” CITIC (Círculo de Innovación en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). Colección de Informes de Vigilancia Tecnológica madri+d. Disponible en:

<http://www.madrimasd.org/tic/Informes/default.aspx>

86 Fuente: http://blogs.gartner.com/andrea_dimai/2012/12/14/smart-cities-are-not-intelligent-they-are-astute/

87 Fuente: <http://www.appsforsmartcities.com/?q=manifiesto>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



- Sensible: Los sensores miden el medio ambiente.
- Conectable: Una red de dispositivos llevan la información de los datos físicos recogidos a través de los sensores a la web.
- Accesible: la mayoría de la información recogida de nuestro entorno se publica en la web, y es accesible para el usuario (web).
- Ubicua: El usuario puede tener acceso a la información a través de la web, pero lo que es más importante puede acceder a ella a través del móvil en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Sociable: El usuario puede publicar la información a través de su red social.
- Se puede compartir: El objeto en sí mismo debe ser accesible y direccionable (no sólo los datos) a la manera de una auténtica red peer to peer.

Visible/aumentada: Para adaptar el entorno físico, haciendo la información oculta visible no sólo a través de los dispositivos móviles, sino también a través de los objetos de la ciudad, como por ejemplo las señales de tráfico.

9 FACILITADORES DE LA SMART CITY

Varios son los temas de interés que se están desarrollando actualmente en en el marco de las ciudades inteligentes y alrededor de los cuáles giran los servicios y aplicaciones inteligentes desarrollados en la Smart City⁸⁸:

- La mejora de la eficiencia en el consumo de energía y el transporte;
- La tecnología y la innovación, que está convirtiendo a las ciudades y a sus actores en sensores con capacidad de comunicar sus necesidades y responder ante determinados escenarios en tiempo real;
- La sociedad Smart o inteligente y la ciudad colaboradora, como consecuencia, entre otros factores, de la adopción por parte de la ciudadanía de nuevas tecnologías, como los smarhpones, que están creando un escenario que propicia el empoderamiento de la ciudadanía en la arena pública y la

⁸⁸ En el Samrt City Expo World Congress 2012 se identifican estas áreas de interés, su memoria está disponible en: <http://media.firabcn.es/content/S078012/SmartCity2012Memoria.pdf>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



participación de la ciudadanía en los procesos de innovación etc.

- El medio ambiente, a través de la investigación en nuevas fuentes de energía, reducción del consumo de agua y reducción de emisión de basuras, etc.
- El planeamiento urbano y edificación, centrado en la construcción de ciudades a escala humana.
- La movilidad, basada en un nuevo paradigma derivado del cambio climático que plantea nuevas soluciones basadas en servicios de infraestructuras tecnológicas, electricidad, movilidad multimodal, y espacios y servicios compartidos.
- La gobernanza y la economía, ya que las autoridades locales se enfrentan a las grandes exigencias de sus ciudadanos, los cuáles tienen cada vez mayor capacidad de influir en el gobierno de la ciudad.

En estos ámbitos es donde el paradigma de la Smart City se muestra como la oportunidad de poner a disposición de la ciudadanía, empresas y administraciones toda una serie de nuevos e innovadores servicios y aplicaciones asentados en cuatro ejes o facilitadores principales:

- el compromiso y la participación de la ciudadanía
- el acceso abierto a los datos
- las tecnologías de la Internet del Futuro
- y el desarrollo de la ciudad como ecosistemas de innovación avanzados⁸⁹

Veamos cada uno de estos elementos con más detenimiento:

9.1 La ciudad participativa

En palabras del urbanista y experto en Smart Cities, Pablo Sánchez Chillón, la ciudadanía es la columna vertebral de la Smart City y por tanto, cuando los líderes políticos buscan nuevas oportunidades para sus ciudades y desean abordar el desarrollo de su ciudad desde el paradigma de la ciudad inteligente, lo primero que han de hacer es plantear abiertamente un debate sobre la propia identidad de su ciudad, obtener un adecuado feedback de su comunidad con respecto a las aspiraciones y límites; y tratar de

89 Más información: <http://www.slideshare.net/openlivinglabs/mcam-eurocities-25-january-2012-final>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



maximizar el espacio para la participación ciudadana desde el principio del proyecto⁹⁰.

9.2 La ciudad sensible, transparente, abierta y conectada

En segundo lugar, la apertura de los datos generados por la ciudad y en la ciudad, son el punto de partida para el surgimiento de iniciativas innovadoras capaces de proveer servicios y aplicaciones basadas en información y tecnología que facilitarían nuevas relaciones entre la ciudadanía y su gobierno. Al mismo tiempo, la apertura de los datos de la ciudad posibilita la aparición de nuevos negocios basados en la transformación de esa gran cantidad de información en conocimiento⁹¹. Ese es uno de los motivos, junto a la transparencia y la buena gobernanza que ha hecho que las iniciativas Open Data, se extiendan por todo el mundo⁹². Los habitantes de la ciudad con sus teléfonos inteligentes, coches, cuentas en redes sociales, casas, oficinas, consumo de energía, etc, van dejando "grandes" huellas de información por todas partes. Las ciudades se encuentran con estas grandes cantidades de datos o "Big Data" en cada esquina: desde los contadores inteligentes, a las etiquetas RFID, cámaras de seguridad, Foursquare, centros de transporte, smartphones, centros de investigación, empresas de logística, redes de sensores, dispositivos de coches, etc, y donde hay tantos datos hay conocimiento y nuevas posibilidades de innovación.

Open data no se refiere únicamente a la apertura de los datos del sector público puestos a disposición de la sociedad en plataformas públicas, sino que abarcaría también los datos producidos por los ciudadanos y las empresas privadas quienes compartirían sus datos con las autoridades, quienes a su vez compartirían los datos públicos con la ciudad.

9.3 La ciudad colaboradora e innovadora

Para dar respuesta a sus retos las ciudades actuales están abriendo sus datos y desplegando metodologías de código abierto que están permitiendo a los individuos, la comunidad y sus organizaciones desarrollar contenidos y aplicaciones que derivan en innovación social y tecnológica y crecimiento económico.⁹³

En la ciudad entendida como un sistema de innovación participan todos los actores de la cadena de valor: universidad, gobiernos, empresa y ciudadanos para crear proyectos conjuntos; y tanto las infraestructuras,

90 Fuente: <http://www.smartcityexhibition.it/i-protagonisti/pablo-sanchez-chillon-cittadino-e-spina-dorsale-della-smart-city-2/?lang=en>

91 El "Estudio de caracterización del Sector Infomediario en España" 2012, estima en un volumen de negocio para el sector infomediario en España de entre 330 M y los 550 millones de euros, procedente de la reutilización de información únicamente del sector público. Disponible en: http://datos.gob.es/datos/sites/default/files/files/estudio_infomediario/Info_sector_%20infomediario_2012.pdf

92 En data.gov encontramos un listado de 39 países, 115 regiones, 40 estados norteamericanos y 21 ciudades norteamericanas que están desarrollando proyectos open data con el objetivo de democratizar el acceso a los datos públicos y promover la innovación.

93 Más información en: http://datascienceseries.com/assets/blog/Greenplum-Open_Data_Power_Smart_Cities-web.pdf



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



plataformas, como las metodologías de evaluación se ponen a disposición de todos estos actores, ofreciendo de esta forma una mayor igualdad de oportunidades y favoreciendo y apoyando la innovación allá donde puede surgir con mayor probabilidad, en muchos casos las empresas pequeñas, medianas o las muy pequeñas⁹⁴.

9.4 La ciudad como plataforma de servicios

Desde el punto de vista tecnológico, las plataformas de provisión de servicios de la Smart City van a constituir la base común tecnológica de la ciudad. Estas plataformas ofrecen un conjunto de módulos que son comunes a los múltiples servicios que se ofrecen en el marco de la ciudad inteligente, son horizontales y escalables, y permiten ofrecer servicios de una manera segura y con garantías de privacidad.⁹⁵

Rick Robinson, Executive Architect en IBM especializado en tecnologías emergentes y Smart City señala que a la hora de desarrollar servicios y aplicaciones para la Smart City⁹⁶ necesitaríamos en primer lugar, y como ya hemos indicado, identificar qué servicios de información y tecnología específicos necesitan los ciudadanos, las comunidades, las empresas, los emprendedores y las empresas de economía social para crecer y desarrollarse. En segundo lugar, habría que proporcionar a las ciudades las herramientas tecnológicas, plataformas, que les facilitaran el desarrollo de las aplicaciones y servicios.

Juanjo Hierro, Arquitecto en Jefe de la plataforma FI-WARE (Internet Future Core Platform) afirma que para el desarrollo de aplicaciones y servicios inteligentes los desarrolladores de aplicaciones necesitarían disponer de una plataforma que les permitiera:

- tener acceso en tiempo real a la información de las infraestructuras físicas de la ciudad;
- que les facilitaran herramientas sencillas para gestionar grandes conjuntos de datos y transformarlos en conocimiento,
- beneficiarse de la innovación abierta (open data, colaboración),
- acceder fácilmente a su público objetivo para hacer negocio de sus aplicaciones,
- tener acceso a tecnologías que garanticen la seguridad y la confianza de los usuarios finales de las

94 Una definición sobre los Living Lab está disponible en:

http://openlivinglabs.i2cat.cat/documents/Europai2010_infonomia.pdf

95 Fuente: Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas. Disponible en:

http://www.fundacion.telefonica.com/es/que_hacemos/media/publicaciones/SMART_CITIES.pdf

96 Fuente: <http://theurbantechnologist.com/2012/08/13/the-amazing-heart-of-a-smarter-city-the-innovation-boundary/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



aplicaciones; y

- mantener una baja y controlada inversión en infraestructuras⁹⁷.

Finalmente, Robinson afirma que en un escenario en el que las ciudades despliegan múltiples infraestructuras de información, suministradas por múltiples proveedores, el límite lo pondrían los estándares y afirma que si queremos hacer de la ciudad un espacio de innovación, las infraestructuras de la Smart City deberían sustentarse en los estándares abiertos y la interoperabilidad con las tecnologías de código abierto. Algunos estándares para las infraestructuras de la Smart City ya están en marcha como por ejemplo, los servicios web⁹⁸ y el protocolo común de alerta (CAP)⁹⁹, pero muchos otros tendrán que inventarse y extenderse. A modo de ejemplo, IBM recientemente donó MQTT¹⁰⁰, un protocolo para la información de conexión entre los pequeños dispositivos como sensores y actuadores en los sistemas de la Smart City a la comunidad Open Source.

Así pues, vemos como desde la Internet del Futuro nos aventuramos a la Internet de la Innovación. La creación de los servicios de la Internet del Futuro sobre la marcha convierte a los usuarios en desarrolladores de servicios, desdibujando la separación entre los actores de la ciudad. Por ese motivo el Proyecto Europeo Webinos, que es una Plataforma Open Source para la creación de aplicaciones web, afirma que es necesario un comunidad de innovación abierta para la web y la tecnología de código abierto, con un modelo de gobernanza de código abierto; y acelerar el proceso de estandarización de estos entornos abiertos, dando a las múltiples partes implicadas la oportunidad de innovar en colaboración con sus competidores, pero en un escenario que reduzca al mínimo el riesgo comercial para los participantes¹⁰¹.

Otros proyectos europeos relacionados con la Internet del Futuro, destacan la importancia de las tecnologías y metodologías del código abierto, en el marco de las ciudades inteligentes. En concreto, el proyecto FIREBALL (Future Internet Research and Experimentation By Adopting Living Labs, towards Smart Cities)¹⁰², afirma que para un gestión eficaz y racional de las Smart Cities es esencial compartir las aplicaciones, utilizar las soluciones existentes y probadas, poniendo el punto de mira en las soluciones de código abierto y el cloud, y adoptar una perspectiva a largo plazo sobre las soluciones y los datos, poniendo el acento en la sostenibilidad/viabilidad de las soluciones.

97 Fuente: <https://connect.metropolia.fi/p96d6wpzgrj/?launcher=false&fcsContent=true&pbMode=normal>

98 Más información en: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_service

99 Más información en: <http://www.incident.com/cap/what-why-how.html>

100 Más información en: <http://mqtt.org/>

101 Fuente: http://cordis.europa.eu/fetch?ACTION=D&CALLER=OFFR_TM_EN&RCN=7990

102 Fuente: <http://www.anci.it/Contenuti/Allegati/White%20paper%20Fireball%20su%20Smart%20City.pdf>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Así pues, las tecnologías de código abierto facilitan por un lado, la configuración de la Smart City desde el punto de vista tecnológico, pero al mismo tiempo, ofrecen un modelo de creación social de la ciudad participativo, colaborativo y abierto en la que los diferentes actores implicados pueden trabajar para solucionar problemas complejos tanto desde el punto de vista tecnológico, como social o político.

10 PLATAFORMAS Y SERVICIOS DE LA SMART CITY EN EL MARCO DE LA UE

La UE está destinando miles de millones de € al desarrollo de proyectos innovadores y de I+D en el marco de la Internet del Futuro y la Smart City¹⁰³. Algunos de los más importantes, tienen como objetivo el desarrollo de plataformas y servicios comunes a nivel europeo que permitan el desarrollo y despliegue de las ciudades inteligentes y la provisión de servicios basados en la Internet del Futuro¹⁰⁴. Para alcanzar estos objetivos algunos de estos proyectos están utilizando tecnologías y metodologías de código abierto y liberando sus soluciones total o parcialmente como open source. A continuación mostramos dichos proyectos.

10.1 Smart Objects for Intelligent Applications (Sofía)

Sofía¹⁰⁵ ha sido un proyecto de I+D+i desarrollado entre 2009 y 2011, en el marco de la Iniciativa Tecnológica Conjunta ARTEMIS¹⁰⁶. Con el objetivo de conectar el mundo físico con el mundo de la información se ha desarrollado una plataforma basada en tecnología web semántica, interoperabilidad y redes de sensores inteligentes, que permite la automatización de las ciudades, edificios y automóviles, así como la provisión de servicios inteligentes y personalizados, por ejemplo, geolocalización, información de

103 Para ampliar información sobre las políticas de la UE en este ámbito, véase: Horizon 2020 & EC Innovation policy and Smart Cities EIP by Director Mario Campolargo, European Commission, Directorate F: Emerging Technologies and Infrastructures. DG INFSO. Smart Cities & the Future Internet organised by Fireball, Eurocities and ENoLL on January 25th, 2012. Disponible en:

<http://www.slideshare.net/openlivinglabs/mcam-eurocities-25-january-2012-final>

104 Para una visión de los proyectos sobre Smart Cities financiados por la UE véase: Smart Cities Portfolio of Projects. Disponible en: http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/connected-smart-cities/csc_en.html

En el ámbito de Software & Service Architectures and Infrastructures encontramos los siguientes proyectos: http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/projects-call5_en.html#srt-15

105 Más información en: <http://www.sofia-community.org/> y en: <http://www.indracompany.com/noticia/indra-disena-una-plataforma-urbana-para-gobernar-las-smart-cities>

106 La empresa común Artemis es un organismo comunitario dotado de personalidad jurídica. Se crea por un periodo que finaliza el 31 de diciembre de 2017, para ejecutar una iniciativa tecnológica conjunta sobre sistemas de computación empujados. Los sistemas de computación empujados, aunque invisibles, contribuyen en gran medida a mejorar nuestra vida cotidiana. Asimismo, ofrecen aplicaciones industriales avanzadas con efectos positivos para la economía europea. Para favorecer las economías de escala, reducir los costes y estimular la comercialización de productos basados en esas tecnologías, la Unión Europea (UE) pone en marcha una asociación público-privada en el ámbito de la investigación sobre la computación empujada en forma de una iniciativa tecnológica conjunta, aplicada por la Empresa Común Artemis. Más información en:

http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/other_policies/i23045_es.htm



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



contexto o de detección de movimiento a través de dispositivos móviles.

En el proyecto han participado dieciocho socios de diferentes países de la UE, tanto entidades públicas, como privadas. Con el objetivo de que los avances logrados en el proyecto, gracias a los fondos públicos, estén disponibles para que otros actores puedan adoptarlos, todas las soluciones técnicas desarrolladas en el marco del proyecto son de código abierto y se ha creado una comunidad entorno al mismo. Esto ha posibilitado por ejemplo, que uno de los socios del proyecto, en concreto la empresa Indra haya lanzado su propia Plataforma Urbana de Interoperabilidad (UOIP), denominada Atenea¹⁰⁷ que está basada en los resultados obtenidos en el programa europeo de I+D+i.

10.2 Webinos

Webinos¹⁰⁸ es un proyecto financiado por la UE con el objetivo de ofrecer una plataforma de código abierto y componentes de software para la Internet del Futuro que permite el desarrollo de aplicaciones web para ser usadas en múltiples dispositivos (móvil, PC, soluciones multimedia domésticas, como el televisor y dispositivos para el coche). El proyecto Webinos cuenta con más de veinte socios de toda Europa, desde instituciones académicas, empresas dedicadas a la investigación, empresas de software, fabricantes de dispositivos y fabricantes de automóviles. Webinos es una "plataforma de servicios" en el marco del Programa de la UE FP7 ICT, con un presupuesto de 14 M €, de los cuales 10 M € son fondos de la UE. Un vez finalice el proyecto en 2013, una fundación continuará con el trabajo en base a un programa de afiliados lanzado en agosto de 2011, que busca atraer a otras organizaciones para ayudar con el trabajo y el desarrollo de las especificaciones de la plataforma.

Webinos es una "plataforma de servicios" en el marco del proyecto de Programa de la UE FP7 ICT (haga clic para obtener más información). Las tecnologías desarrolladas en el marco del proyecto pueden ser adaptadas para desarrollar aplicaciones de ciudades inteligentes permitiendo que la ciudad actúe como una plataforma de servicios de aplicaciones.

10.3 Internet Future Core Platform: FI-WARE

La plataforma FI-WARE¹⁰⁹ se está desarrollando como parte de la iniciativa Internet del Futuro FI-PPP (Future Internet Private Partnership Programme)¹¹⁰ lanzada por la Comisión Europea en colaboración con la industria de las TIC con el objetivo principal de promover una visión compartida para la armonización de las plataformas tecnológicas a escala europea y su implementación, así como la integración y la armonización

107 Más información: <http://www.indracompany.com/prensa/actual-indra/edition/2013/1/nace-atenea-la-plataforma-urbana-para-gobernar-smart-cities-16218>

108 Más información en: <http://www.webinos.org/about-webinos/>

109 Sitio web del proyecto: <http://www.fi-ware.eu/>

110 Más información en: <http://www.fi-ppp.eu/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



de los marcos legales, políticos y regulatorios relevantes. Como se establece en la Agenda Digital Europea, éstos son considerados como requisitos previos para la realización de un Mercado Único Digital Europeo (DSM) y, más en general, una sociedad del conocimiento incluyente.

La plataforma FI-WARE tiene como objetivo proporcionar un marco para el desarrollo de aplicaciones inteligentes en la Internet del Futuro. FI-WARE ofrecerá una infraestructura de servicios innovadora, que estará basada en elementos (llamados habilitadores genéricos), que ofrecen funciones comunes reutilizables y compartidas haciendo más fácil desarrollar aplicaciones de la Internet del Futuro en múltiples sectores, construyendo la verdadera base de la Internet del Futuro.

El proyecto desarrollará Especificaciones Abiertas de Facilitadores Genéricos, junto con una implementación de referencia de los mismos disponible para su análisis. De esta manera, se pretende desarrollar las especificaciones de trabajo que influirán en las normas de la Internet del Futuro.

La Arquitectura de Referencia de la plataforma FI-WARE se estructura en una serie de capítulos técnicos, a saber:

- Datos/Gestión de contexto¹¹¹
- Habilitación de los servicios de la Internet de las Cosas (IoT)¹¹²
- Seguridad¹¹³
- Cloud Hosting¹¹⁴
- Interfaz a redes y dispositivos (I2ND)¹¹⁵
- Ecosistema de Servicios y Aplicaciones/y Marco de Entrega¹¹⁶

111 Más información en: http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Data/Context_Management

112 Más información en: [http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Internet_of_Things_\(IoT\)_Services_Enablement](http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Internet_of_Things_(IoT)_Services_Enablement)

113 Más información: <http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Security>

114 Más información: http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Cloud_Hosting

115 Más información: [http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Interface_to_Networks_and_Devices_\(I2ND\)](http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Interface_to_Networks_and_Devices_(I2ND))

116 Más información: http://forge.fi-ware.eu/plugins/mediawiki/wiki/fiware/index.php/Applications/Services_Ecosystem_and_Delivery_Frame_work



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Precisamente en este último capítulo de servicios y aplicaciones se enmarcan el Repositorio y el Marketplace, que han sido desarrollados por SAP y liberados con la licencia de código abierto BSD. Ambas soluciones están disponibles en github. El Repositorio¹¹⁷ es un facilitador básico del Framework de Negocio de FI-Ware y proporciona una API uniforme consistente con las descripciones de servicios USDL y los archivos de medios asociados a las aplicaciones del framework de negocio. Un proveedor de servicios puede utilizar el Repositorio para publicar la descripción de diversos aspectos del servicio de acuerdo a un Lenguaje Unificado de Descripción del Servicio (USDL).

En cuanto al Marketplace¹¹⁸, es un instrumento para facilitar el comercio de aplicaciones, que sirve como punto de encuentro entre vendedores y compradores. La funcionalidad básica del Marketplace es proporcionar una interfaz de servicio uniforme para descubrir y casar las ofertas de aplicaciones y servicios de los diferentes proveedores y orígenes (por ejemplo, publicados por diferentes tiendas) con la demanda de los consumidores. La funcionalidad central proporciona una base para la ampliación de servicios en función del ámbito y la naturaleza de los mercados de destino.

Además, otros de los facilitadores o herramientas de la plataforma contienen herramientas open source o está licenciados con licencias libres.

Por ejemplo, entre los componentes de BigData Analysis GE¹¹⁹ se encuentran la base de datos MongoDB o el sistema de archivos distribuidos Apache HDFS. Otro ejemplo lo encontramos en el Mashup de aplicaciones Wirecloud¹²⁰ que implementa la APIs y las especificaciones abiertas en relación al editor mashup y el motor de ejecución mashup se pone a disposición como de código abierto con la licencia Affero General Public License version 3 (AGPL v.3).

10.4 OpenCities: OSN Platform

Open Cities es un proyecto co-financiado por la Unión Europea que tiene como objetivo validar la forma de abordar, por parte del sector público las metodologías de innovación abiertas y orientadas al usuario en un escenario de provisión de Servicios de la Internet del Futuro en el marco de las Smart Cities. El proyecto tiene como objetivo el aprovechamiento de las herramientas, pruebas y plataformas existentes en el ámbito

117Repository Reference Implementation by SAP: <https://github.com/service-business-framework/Repository-RI> Repository in the Fi-Ware Catalog: <http://catalogue.fi-ware.eu/enablers/repository-sap-ri>

118Marketplace Reference Implementation by SAP: <https://github.com/service-business-framework/Marketplace-RI>

Marketplace in the Fi-Ware Catalog: <http://catalogue.fi-ware.eu/enablers/marketplace-sap-ri>

119Más información en: <http://catalogue.fi-ware.eu/enablers/bigdata-analysis-samson>

120Más información: <http://catalogue.fi-ware.eu/enablers/application-mashup-wirecloud>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



del Crowdsourcing, Open Data, Fibra óptica Doméstica y las Redes abiertas de Sensores en siete ciudades europeas: Helsinki, Berlín, Amsterdam, París, Roma, Barcelona y Bolonia.

En el marco de este proyecto se ha desarrollado la Open Sensor Network Platform¹²¹, que se distribuye bajo la licencia Apache License 2.0, permite el almacenamiento de datos, tanto estáticos como dinámicos procedentes de redes de sensores, y facilita las herramientas necesarias a los desarrolladores para que puedan crear aplicaciones y servicios a partir de estos datos.

10.5 PEOPLE: Smart Cities for Smart Innovation

PEOPLE¹²² es otro proyecto de colaboración público y privada financiado por el Programa Marco de Competitividad e Innovación CIP – ICT POP-Open Vaticinio for future Internet-jenable Services in "smart" Cities. PEOPLE se centra en el ámbito de los servicios y aplicaciones de las ciudades inteligentes, en concreto, el proyecto ha puesto en marcha dieciséis Servicios Inteligentes Open Source basados en Internet en cuatro ciudades europeas: Bilbao (España), Bremen (Alemania), Thessaloniki (Grecia) y Vitry sur Seine (Francia).

Los servicios desarrollados se integran, componen e implementan a partir de los datos generados por los ecosistemas urbanos, por ese motivo se ha establecido un modelo Open Data y flujos de información para los proveedores de servicios. Además todos los servicios y aplicaciones de este proyecto tienen su código fuente disponible como código abierto y para la mayoría de los proyectos se ha creado una comunidad. El objetivo es que las soluciones de servicios inteligentes desarrolladas puedan compartirse a nivel pan-europeo.

A continuación se muestran algunos de los servicios inteligentes open source puestos en marcha en el marco del proyecto¹²³:

- **HoyRespiro:** Información georeferenciada sobre calidad del aire, niveles de polen e información meteorológica.
- **3DWalkingTour:** Página web con una guía turística a través de video en tres dimensiones.
- **GeoCur:** Información georeferenciada sobre actividades y cursos en la ciudad de Bilbao.

121 Más información en: <http://opencities.upf.edu/osnweb/>

122 Más información en: <http://www.people-project.eu/portal/>

123 Una descripción de todos los servicios desarrollados en PEOPLE, así el acceso a los mismos, el código fuente, la documentación y las comunidades está disponible en: <http://www.people-project.eu/portal/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



- **Servicio de Información Local:** La aplicación proporciona el usuario información sobre el tráfico, horario de autobuses, el tiempo, así como la calidad del aire.
- **Mejorar tu ciudad:** La aplicación permite a la ciudadanía informar de problemas detectados en su ciudad a través de Internet, mediante el uso de pc o smartphone. La herramienta se centra en un mapa web donde se reflejan los comentarios de los ciudadanos, quienes pueden proponer soluciones, añadir vídeos y fotos, y ser informados acerca del estado de resolución de la incidencia. La aplicación también dispone de un servicio de alertas por correo electrónico.
- **Mercado virtual de la ciudad:** Esta aplicación representa el mercado de Thermi y se centra en las ofertas, promociones y descuentos disponibles en las tiendas de la ciudad. El acceso a las tiendas se realiza a través de pc, teléfonos móviles, códigos QR disponibles en los espacios físicos del centro de la ciudad. La aplicación cuenta con un inventario digital de las empresas y profesionales de la ciudad. El mercado puede actuar como un observatorio de precios. Por último, el mercado virtual puede incorporar características de redes sociales permiten a los visitantes valorar productos y servicios, así como para sugerir ofertas a sus amigos.
- **Herramienta para encontrar aparcamientos:** La herramienta proporciona información en tiempo real sobre la disponibilidad de aparcamientos en los parkings del centro de la ciudad, tanto disponibilidad, como precio. A la aplicación se accede a través de web o smartphones.
- **SenseTheCity:** Es una aplicación web de código abierto que recibe y visualiza los datos sobre contaminación del aire recogidos por una red de sensores desplegados por la ciudad.

10.6 ICOS: Comunidad Open Source para las Ciudades Inteligentes

En el marco del proyecto PEOPLE que acabamos de ver se ha desarrollado además una interesante iniciativa denominada ICOS- Intelligent/Smart Cities Open Source Community¹²⁴ y que consiste precisamente en una comunidad de desarrolladores, planificadores, ingenieros y usuarios que trabajan en el campo de las ciudades inteligentes o Smart Cities. La comunidad está orientada a cualquier persona que esté interesada en el desarrollo de las ciudades inteligentes y busque aplicaciones y soluciones de código abierto que se hayan aplicado con éxito en otras ciudades. Desde el punto de vista de la oferta tecnológica, el portal se dirige a los desarrolladores para que puedan difundir las aplicaciones y soluciones que han creado. Desde el punto de vista de la demanda, ICOS está dirigido a las autoridades municipales, gestores de infraestructuras y servicios públicos de la ciudad, así como todas aquellas personas interesadas en utilizar soluciones de Smart Cities con el fin de aumentar la competitividad, la cohesión y la sostenibilidad de

124 Más información en: <http://icos.urenio.org/>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



la ciudad.

En ICOS encontramos un registro de 40 aplicaciones open source implementadas en el marco de las ciudades inteligentes. Se pueden buscar las aplicaciones inteligentes, por tipo de licencia, por funcionalidad (innovación económica, calidad de vida, infraestructuras y utilidades, gobierno de la ciudad, o aplicaciones de carácter más general) o por el tipo de software (inteligencia colectiva, open data, data mining, herramientas de comunicación, visualización de la información, crowdsourcing etc). A continuación mostraremos algunos ejemplos de estas aplicaciones:

- **Zanby**¹²⁵: es una plataforma de software para la comunidad empresarial que ofrece herramientas de colaboración y organización a las comunidades. Zanby se proporciona como un servicio web para todo tipo de grupos- desde pequeñas asociaciones de barrio, a las grandes organizaciones empresariales. Ayuda a las empresas a adaptarse a una nueva definición de empresa, usando los principios de las redes sociales y permite sacar más partido a la inversión de la empresa en back office y aplicaciones de ERP, facilitando la gestión de la relación de la empresa con la web social. Tiene licencia GPLv3.
- **OpenSpending**¹²⁶: ofrece un sistema fácil de cargar, explorar y compartir los datos de las finanzas públicas - tales como presupuestos o bases de datos de gasto. A pesar de que ofrecen funciones de búsqueda y visualización para examinar minuciosamente los datos financieros, nuestro API es aún más potente: permite a cualquiera crear fácilmente sus propias visualizaciones y aplicaciones presupuestarias, sin necesidad de construir su propio backend. El sitio se ofrece como un servicio gratuito. Todo el código, el contenido y los datos se comparten y con licencia abierta.

10.7 City Service Development Kit: CitySDK

En el ámbito de la provisión de servicios para la Smart City encontramos CitySDK¹²⁷, un conjunto de herramientas open source para el desarrollo de servicios digitales en las ciudades. CitySDK es la unificación de diferentes partes y componentes de varias plataformas de software/hardware de las Smart Cities, que se ponen a disposición de los desarrolladores de las aplicaciones de servicios. Este conjunto de herramientas agrupa "todo lo que los desarrolladores necesitan para conseguir desarrollar aplicaciones pan-europeas de servicios para la Smart City con facilidad". En este sentido, CitySDK es un ecosistema socio-tecnológico de software donde las infraestructuras de la ciudad actúan como una plataforma habilitadora de la innovación¹²⁸.

¹²⁵ Sitio de la aplicación y comunidad: <http://zanby.com/>

¹²⁶ Sitio web de la aplicación en: <http://openspending.org/about/contact.html>

¹²⁷ Más información en: <http://www.slideshare.net/fullscreen/adrianslatcher/citysdk/2>

¹²⁸ Fuente: http://ec.europa.eu/information_society/activities/livinglabs/docs/workshop_2012-01-



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



El Kit de herramientas se compone de interfaces de servicios digitales abiertos e interoperables, así como los procesos, directrices y normas de usabilidad. También cuenta con una “app store” para la ciudad que permite la transferencia de las aplicaciones entre las ciudades. Con este modelo se permite una utilización más eficiente de la experiencia y el saber hacer de las comunidades de desarrolladores que deben aplicarse en el desarrollo de servicios de la ciudad.

CitySDK es un proyecto de 3,4 millones de euros, financiado en parte por la Comisión Europea. Se trata de un proyecto piloto tipo B del ICT Policy Support Programme of the Competitiveness and Framework Programm. Se extiende desde enero 2012 a junio 2014.

El proyecto cuenta con 22 socios, entidades tanto públicas como privadas, de ocho ciudades de Europa como: Helsinki, Barcelona, Amsterdam, Manchester, Lamia, Estambul, Lisboa y Roma.

En el proyecto, se completa con la aplicación práctica de este conjunto de herramientas en las áreas de participación, movilidad y turismo, donde a partir de las herramientas open source de CitySDK se van a desarrollar una serie de servicios que veremos a continuación:

- **Servicios de Participación Ciudadana**¹²⁹ se está desarrollando un piloto en Helsinki, que posteriormente se replicará en el resto de ciudades participantes, y que consiste en la habilitación de una plataforma open data que permite la participación en tiempo real de los ciudadanos en los asuntos municipales. Este proyecto se basa en la tecnología Open311¹³⁰ que es un protocolo abierto estandarizado para la localización basada en el seguimiento colaborativo de problemas, denominado GeoReport v2. Este protocolo cuenta con una amplia variedad de tecnología de código abierto¹³¹ para su implementación.
- **Servicios Turísticos basados en la localización móvil:** El piloto, que se está desarrollando actualmente en Lisboa, tiene como objetivo final la creación de un mercado a escala europea para las aplicaciones turísticas basadas en Open Data puestas a disposición por las entidades públicas o privadas. Desde el punto de vista tecnológico el principal resultado del proyecto piloto será la API final para acceder a Puntos de Interés (POI), Rutas e Información de Eventos que, una vez implementadas, permitirán la transferencia fácil de aplicaciones entre las ciudades que usan CitySDK. El piloto de turismo inteligente utiliza los datos abiertos existentes en las ciudades

24/factsheets/citysdk_fact_sheet_2011-09-12.pdf

129 Más información en: <http://www.citysdk.eu/participation/>

130 Más información en: <http://open311.org/>

131 El listado de recursos open source disponible para el estándar GeoReport v2 está disponible en el siguiente sitio: http://wiki.open311.org/GeoReport_v2/Resources



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



ciudades, así como las interfaces abiertas, y la información procedente de multitud de fuentes de relacionada con los puntos de interés y eventos.

- **Servicios del ámbito de la Movilidad:** Amsterdam lidera el piloto, que consiste en una serie de servicios basados en la combinación de datos del tráfico en tiempo real procedentes de diversas fuentes. El servicio de movilidad inteligente permitirá que el ciudadano elija su opción de transporte más conveniente, informe a otros viajeros sobre los atascos de tráfico o sobre donde tomar el mejor café de la ciudad a la espera de un autobús. La aplicación móvil de código abierto "Asistente Personal de Viaje" utiliza la geo-localización, así como información sobre las preferencias de los ciudadanos e información en tiempo real, procedente de multitud de fuentes de información, sobre la situación del transporte público y la situación del tráfico.

10.8 i-SCOPE: Servicios interoperables de Smart City a través de una plataforma abierta para los ecosistemas urbanos

i-SCOPE¹³² es otro proyecto de innovación en el marco de las ciudades inteligentes en el que se combina el despliegue de plataformas y la provisión de servicios pilotos a la ciudadanía a partir de dicha plataforma. Es un proyecto financiado por la iniciativa CIP/ICT PSP¹³³ a través del Objetivo 5.1: Open Innovation for Internet-enabled Services in 'Smart Cities'. El proyecto que se está desarrollando actualmente, se inició en 2012, tiene una duración de 36 meses y cuenta con la participación de 22 socios de diferentes países.

i-SCOPE ofrece una Plataforma Abierta Interoperable de Servicios para la Smart City de código y estándares abiertos¹³⁴. La plataforma integra varias tecnologías existentes como la federación de servicios web interoperables que garanticen la interoperabilidad a través del soporte de estándares OGC¹³⁵. A través de la plataforma se desarrollan servicios 3D para la ciudad inteligente, basados en Modelos de Información Urbana 3D (UIM) interoperables y creados a partir de información geoespacial precisa a escala urbana, basada en el uso de CityGML¹³⁶.

Los servicios inteligentes van a ser accesibles a través de un cliente 3D basado en la web, así como a través de aplicaciones móviles. Para ello i-SCOPE implementa tecnologías basadas en la geolocalización y desarrolla sistemas fiables y seguros para garantizar la privacidad y el mayor nivel de protección de la

132 Más información en: <http://www.iscopeproject.net/>

133 Más información en: http://ec.europa.eu/information_society/apps/projects/factsheet/index.cfm?project_ref=297284

134 Más información sobre los estándares utilizados en el proyecto está disponible: http://www.iscopeproject.net/iscopeNew/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=76

135 Más información en: <http://www.opengeospatial.org/standards/is>

136 Más información en: <http://es.wikipedia.org/wiki/CityGML>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



información de los usuarios. Por último en i-SCOPE se utilizan tecnologías de Internet ultrarrápidas (fibra óptica a escala regional, redes).

En el proyecto, además de los expertos y técnicos están involucrados cientos de ciudadanos de los diferentes países que probarán y evaluarán los servicios que se pongan en marcha a través de la plataforma¹³⁷.

Los servicios interoperables que se van a pilotar son los siguientes:

- **Mejora de la inclusión y la movilidad** de las personas mayores y con discapacidad a través de un servicio capaz de configurar rutas de uso personal amigables que representan de forma detallada las características y las barreras.
- **Optimización del consumo de energía** a través de un servicio para la evaluación precisa del potencial de la energía solar en la construcción de los edificios.
- **Monitoreo ambiental** en tiempo real de los niveles de ruido a través de los teléfonos móviles de los ciudadanos que actuarán como sensores recogiendo dicha información.

El kit de herramientas i-SCOPE será de código abierto¹³⁸. Es decir, las especificaciones creadas durante el proyecto, en concreto, la extensión del actual estándar CityGML y las tres Extensiones de Dominio de Aplicación que se crearán para los tres escenarios del proyecto se liberarán con licencias open source.

Por otro lado el EEIG (European Economic Interest Grouping) será responsable del desarrollo y mantenimiento futuro del toolkit i-SCOPE.

11 OTRAS PLATAFORMAS Y APLICACIONES OPEN SOURCE PARA LA SMART CITY

Fuera del ámbito de los proyectos Europeos queremos destacar otras iniciativas en el ámbito de las plataformas y aplicaciones de la Smart City

11.1 Waspmote: Plataforma Open Source para la Internet de las Cosas

137 Más información en: http://www.iscopeproject.net/iscopeNew/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=66

138 Fuente: http://www.iscopeproject.net/iscopeNew/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=65



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Wasmote, Plataforma de Redes Inalámbricas de Sensores¹³⁹ de la empresa aragonesa Libelium, es un ejemplo de plataforma open source capaz de tratar con diferentes tecnologías, protocolos de comunicación y bases de datos de sensores, que permite a los desarrolladores diseñar y desplegar aplicaciones de sensores para la Smart City. Wasmote es una plataforma horizontal y modular, especialmente orientada a los desarrolladores, que trabaja con diferentes protocolos (ZigBee, Bluetooth, 3G/GPRS) y frecuencias (2.4GHz, 868MHz, 900MHz) siendo capaz de alcanzar distancias de más de 12km. Cuenta con un modo de hibernación que permite ahorrar batería cuando no está transmitiendo y con placas de sensores para aplicaciones particulares. En la actualidad hay más de 50 sensores disponibles (humedad, temperatura, radiación, infrarrojos, etc) y un entorno de desarrollo integrado (librerías API y compiladores) completo y de código abierto que hace muy fácil el desarrollo de aplicaciones.

Wasmote cuenta más de 2.000 desarrolladores entre las empresas más importantes del mundo, así como desarrollos en más de 75 países. Cientos de aplicaciones se han desarrollado sobre la plataforma open source Wasmote.

Algunos ejemplos de despliegue de servicios para la Smart City a partir de la utilización de la plataforma open source Wasmote son:

- **Proyecto Smart Parking** en Santander¹⁴⁰ para monitorear las plazas de aparcamiento disponibles.
- **Proyecto PRETESIC**¹⁴¹ en Valencia para monitorear la red de alcantarillado sanitario de Valencia en tiempo real, con el fin de determinar la calidad del agua y definir si los elementos que se encuentran dentro de la red funcionan correctamente.
- **Proyecto RESCATEME**¹⁴², en Salamanca, para medir la calidad del aire.
- **Proyecto SISVIA** "Vigilancia y Seguimiento Ambiental" en Asturias para la detección de incendios forestales.

11.2 Code for America Commons (CfA Commons)

En EE.UU encontramos el proyecto Code for America Commons¹⁴³. Se trata de un proyecto creado por Code for America en colaboración con Open Plans, lanzado en 2011, como un experimento de colaboración

139 Más información en: www.libelium.com/wasmote

140 Más información en: http://www.libelium.com/smart_santander_parking_smart_city/

141 Más información en: www.libelium.com/smart_water_cycle_monitoring_sensor_network/

142 Más información: <http://www.rescatame.eu/DisplayPage.aspx?pid=24>

143 Más información en: <http://commons.codeforamerica.org/apps>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



en materia de innovación ciudadana y que ha evolucionado hasta convertirse en la actualidad en una oferta independiente. El proyecto parte de la premisa de que los gobiernos pueden hacer un mejor uso del dinero que invierten en tecnología, trabajando juntos para resolver problemas comunes. El objetivo del proyecto es ayudar a las autoridades a que compartan sus soluciones, conocimientos y mejores prácticas. El proyecto está compuesto por un directorio de aplicación comunes y la base de conocimientos Wiki Commons. El directorio de apps o Civic Commons Marketplace, actualmente en fase beta, alinea a las ciudades alrededor de las tecnologías que compran y desarrollan fomentando una comunidad comprometida con los responsables públicos de la toma de decisiones, las organizaciones y los proveedores de tecnología.

En el Civic Commons Market encontramos apps organizadas por el tipo de software (CMS, Integración de datos, HRM, etc), por funcionalidad, o por licencia. Así mismo aparece un ranking de las soluciones más utilizadas. En la actualidad hay un total de 72 aplicaciones con licencias de código abierto (GPL, Apache, MIT y BSD). A continuación un par de aplicaciones de ejemplo ejemplo:

- **FixMyStreet**¹⁴⁴: permite a cualquier ciudadano reportar al Ayuntamiento cualquier problema que detecte en la ciudad.
- **Open Legislation**¹⁴⁵: es un servicio que permite a los ciudadanos navegar, buscar y compartir información legislativa, así como un ofrece un servicio que permite a las aplicaciones que acceden a sus datos básicos a través de una API robusta.

11.3 Open City: Apps para la Sociedad Civil construidas con Open Data

También en EE.UU pero a nivel local, en concreto en la ciudad de Chicago encontramos la iniciativa ciudadana Open City, que es un proyecto de un grupos de voluntarios que crean aplicaciones para la Smart City utilizando los datos abiertos de la ciudad, con el objetivo de mejorar la transparencia y el conocimiento del gobierno por parte de la ciudadanía. En la actualidad cuentan con 10 aplicaciones, de código abierto bajo la licencia MIT. Algunas de estas aplicaciones:

- **2nd City Zoning**¹⁴⁶ : 2nd City Zoning es una mapa interactivo que permite saber cómo un edificio está dividido en zonas, permite ubicar los negocio y explorar patrones de zonificación de la ciudad. Para hacer que el código de zonificación de Chicago fuera “digerible” por los humanos, los desarrolladores se inspiraron en el juego Sim City 2000.

144Más información en: <http://commons.codeforamerica.org/apps/fixmystreet>

145Más información en: <http://commons.codeforamerica.org/apps/open-legislation>

146Más información en: <https://github.com/open-city/cps-tiers>



Open Smart Cities

Tecnologías de fuentes abiertas para ciudades inteligentes



Centro Nacional de Referencia
de Aplicación de las TIC basadas
en fuentes abiertas

- **Edifice**¹⁴⁷: es una serie de mapas que exploran el medio ambiente construido de Chicago, desde el impacto ecológico de las áreas edificadas, a las violaciones de demoliciones y nuevas construcciones.
- **How's Business?**¹⁴⁸: ofrece un panel de la economía local de Chicago. Utiliza los datos abiertos de la ciudad de Chicago, la Oficina de Estadísticas Laborales y el Instituto Woodstock para mostrar cómo varios indicadores económicos han mostrado una tendencia desde 2005.

147 Más información en: <https://github.com/open-city/edifice-maps>

148 Más información en: <http://opencityapps.org/>