

Hacia una sociedad inteligente basada en la Internet de las Cosas

¹Javier Nieves, ¹Borja Sanz, ¹Carlos Laorden, ¹Igor Santos, ¹Pablo G. Bringas, ²Asier Perallos
¹DeustoTech Computing - S3Lab • ²DeustoTech Mobility
Universidad de Deusto, Bilbao
{jnieves, borja.sanz, claorden, isantos, pablo.garcia.bringas, perallos}@deusto.es

Bien es conocida la revolución que ha sufrido y sigue experimentando la computación actual en los últimos tiempos. Sobre todo, el hito fundamental que revolucionó la tecnología tal y como la conocemos hoy en día fue el desarrollo de la red experimental ARPANET, a finales de los años 60. Gracias a esta nueva tecnología, ordenadores que se encontraban en diferentes puntos geográficos eran capaces de comunicarse entre ellos. La evolución de aquellos sistemas es lo que actualmente conocemos como Internet.

Internet, la red de redes, ha reinventado la forma en la que se desarrollan las actuales relaciones sociales o interpersonales (por ejemplo, con las redes sociales o las nuevas formas de comunicación), así como las relaciones profesionales (nuevas formas de venta, nuevo público objetivo, nuevas formas de dar a conocer los productos, o la gestión distribuida de procesos, entre otras cosas). Esta evolución ha llegado hasta tal punto que en el año 2008 ya existían más dispositivos conectados a la Red que personas en el mundo. Todos estos elementos van conformando un nuevo ecosistema de mecanismos con conectividad *everywhere*, con *ubicuidad*, y con funcionalidades heterogéneas, que ha venido a denominarse la *Internet de las Cosas* (traducción literal de la voz inglesa *Internet of Things*).

La interconexión entre los diferentes dispositivos puede dar situaciones tan diversas como que nuestro refrigerador sea capaz de intercambiar información con los estantes del supermercado, o incluso que nuestra lavadora sea capaz de comunicarse con nuestra ropa con el fin de optimizar el proceso de su lavado. Esta conexión entre el mundo físico y el universo digital es la *Internet de las Cosas* o *Internet de los Objetos*. Concretamente, podemos definirla como una red que interconecta objetos cotidianos y *tangibles*. Este término se le atribuye al Auto-ID Center, fundado en 1999 bajo el amparo del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) con el objeto de investigar las redes de comunicación RFID (del inglés *Radio-Frequency IDentification*). No obstante, en el año 2007, esta revolución quedaría finalmente descrita formalmente en el informe¹ de la Organización de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (UIT) publicado especialmente para la segunda fase de la *Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información* (CMSI).

En este contexto, previsiones de expertos apuntan que durante los próximos 20 años el número de dispositivos que se conectarán a esta red de redes aumentará hasta alcanzar aproximadamente unos 50 billones de objetos (unos 6 dispositivos por cada habitante

del planeta), con etiquetas RFID, códigos de respuesta rápida (QR del inglés *Quick Response*), u otros elementos que los investigadores están desarrollando en este momento. La peculiaridad de todos ellos es que son y serán pequeños, muy versátiles, económicos e *invisibles*. De este modo, redefiniéndose el concepto de *Internet de las Cosas*, llegará a tratarse, realmente, de un ecosistema de redes invisibles, ubicuas y pervasivas, que interconectan diminutos microprocesadores imperceptibles para el usuario, con el fin de mejorar la experiencia personal en cualquiera de los ámbitos en los que éste se desenvuelve. Esta idea ya fue sacada a la luz por el difunto **Mark Weiser**², cuando dijo hace años que “*Las tecnologías más avanzadas son aquellas que no vemos, las que se funden en el contexto del quehacer cotidiano a tal punto que forman parte de él*”.

Merece la pena reseñar además, que todo lo necesario para la construcción de este nuevo paradigma de la computación ya se encuentra a disposición de científicos e ingenieros. Sin embargo, las diferentes definiciones de las tecnologías necesarias son muy dispares en la literatura. A pesar de este hecho, la mayoría de ellas incluyen las siguientes:

- **Redes inalámbricas adecuadas.**

No es posible desarrollar un sistema de este tipo mediante redes cableadas. Por ello, muchos de los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico están dirigidos hacia los protocolos de comunicación inalámbricos. Los

¹ Específicamente, detalla la instalación de dispositivos de identificación en dispositivos móviles para transmitir la identidad y el lugar en el que se encuentra, y así recibir información relativa a ese lugar.

² Jefe científico de Xerox PARC y considerado como el padre de la Computación ubicua.

principales estándares de facto que están siendo utilizados son los siguientes:

- *ZigBee*. Se trata de un conjunto de protocolos de alto nivel para la comunicación inalámbrica que trata de realizar una radiodifusión digital con bajo coste energético. Basado en el estándar IEEE 802.15.4, permite la generación de redes en forma de malla con una ampliación y reparación automáticas.
- *Wi-Fi*. Conocidísimo mecanismo para la comunicación inalámbrica entre dispositivos electrónicos. Se encuentran bajo el amparo de la familia de estándares IEEE 802.11
- *RFID*. Utilizado para la identificación por radiofrecuencia de los diferentes elementos que están dentro de una red.
- *Servicios de Internet Móvil*. Este tipo de servicios permite la generación de redes móviles que cada vez soportan una mayor velocidad, permitiendo la conexión de los dispositi-

vos desde prácticamente cualquier lugar y con un acceso permanente a las redes gracias a su conectividad permanente.

- **Direccionamiento.** Dado el volumen actual de dispositivos conectados a Internet, y el esperado volumen que la revolución de la *Internet de las Cosas* va a conllevar, los sistemas actuales para el direccionamiento de dispositivos no son capaces siquiera de mantener su eficacia. Por ello, es necesario recurrir al nuevo estándar de direccionamiento IPv6, que soluciona este problema. Así, IPv6, con sus 128 bits dedicados al direccionamiento, permitirá mantener conectados a la red hasta un 1 billón de dispositivos.
- **Optimización energética.** Dado que se busca una inmersión total de los diferentes dispositivos, se debe intentar evitar la excesiva interacción hombre-dispositivo, que obliga a renovar baterías o realizar su carga. Por eso, este

tipo de redes deben utilizar pequeños dispositivos con reducidos consumos energéticos o que incluso sean capaces de generar la energía necesaria para su funcionamiento (a través de vibraciones, temperatura o células fotovoltaicas). Actualmente existen varias investigaciones importantes dirigidas a la búsqueda de ese ecosistema autosostenible.

- **Dispositivos de bajo coste.** El éxito de este nuevo paradigma puede estar basado en que los dispositivos utilizados para la conexión de todas las “cosas” no tengan un precio elevado. Recordemos que el objetivo es conseguir que estos dispositivos queden inmersos en la cotidianeidad de los usuarios. Para conseguir este fin, la utilización de sistemas MEMS (*sistemas microelectromecánicos*) parece ser la vía más prometedora.

- **La nube.** Todo este ecosistema no sería posible sin la comunicación que nos da Internet. Por ello, se busca necesariamente la interconexión de múltiples redes a través de un canal confiable y popular como es la nube.

A pesar de que todo pueda parecer ciencia ficción, o que estemos hablando de una nueva película de Hollywood, toda esta tecnología ya está siendo usada en la actualidad. Por ello, no es difícil encontrarnos con edificios inteligentes o casas domóticas en prácticamente cualquier ciudad del panorama nacional. Del mismo modo, podemos encontrar básculas inteligentes³ que llevan a cabo un análisis corporal de nuestro peso, zapatillas deportivas de renombradas marcas comerciales que monitorizan el recorrido realizado con ellas, o relojes⁴ que sincronizan



³ <http://www.withings.com/en/bodyscale>

⁴ <http://www.imwatch.it/es-es/>

⁵ <http://www.symphio.com/>

Colaboración

nuestros teléfonos móviles y que permiten realizar operaciones habituales como llamar y consultar el calendario o nuestra red social favorita. Sin ir más lejos, en el vivero de nuevas empresas de base tecnológica que la *Universidad de Deusto* hospeda en Bilbao una *startup* de reciente constitución como es *Symplio*⁵, ha explotado en los últimos años su expansión internacional desde el diseño de productos y experiencias que fusionan el mundo físico y el virtual.

Sin embargo, aunque ya es posible observar desarrollos tecnológicos con elevado nivel de impacto, no es recomendable obviar el hecho de que el desarrollo de esta *Internet de las Cosas* se encuentra aún en fase embrionaria. Se espera que la generación de esta compleja red pueda llegar a mejorar diversos dominios no tan relacionados como en la actualidad con el esparcimiento personal, como puede ser el caso de la mejora de la producción agrícola empleando sensores que monitorizan tanto el ambiente como los vegetales. Del mismo modo, los negocios se verán mejorados a través de este paradigma, ya que contarán con amplia información en tiempo real, ilustrando situaciones reales en empresas, mer-

cados y otros dominios. Los procesos industriales también mejorarán, ya que la construcción de una planta inteligente no sólo mejorará el resultado de los productos finales, sino que también proporcionará mucha más seguridad a los trabajadores, que contarán con un espacio inteligente capaz de detectar situaciones futuras antes de producirse.

La comunidad científica no deja de lado este tipo de tecnología. La *Universidad de Deusto* y, más concretamente, el laboratorio S³Lab - *Laboratory for Smartness, Semantics and Security*, nos encontramos desarrollando varios proyectos de I+D+i de ámbito europeo que se centran en (i) la generación de espacios inteligentes para la protección de niños y tercera edad (Proyecto Europeo ITEA2 GUARANTEE⁶) y (ii) la generación de sistemas inteligentes de control de procesos industriales de fundición (Proyecto Europeo EUROS-TARS IPRO). Ambos presentan una fuerte vertiente de sensorización y de inteligencia artificial para la detección y prevención de situaciones no deseadas.

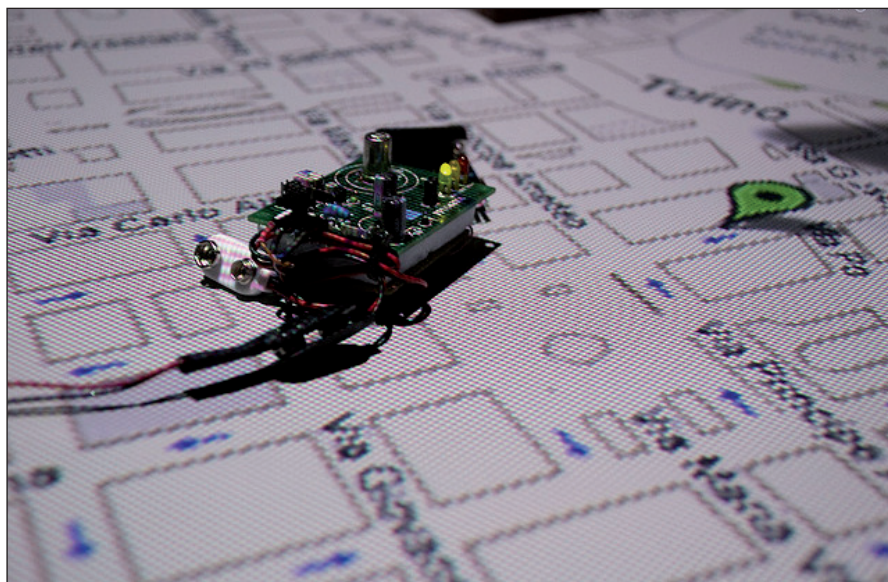
En definitiva, la Internet del Futuro pasa por la generación de este nuevo ecosistema conocido como *Internet de las Cosas*. Este paradigma permitirá

que constelaciones de objetos interconectados dispongan de una inteligencia inimaginable hasta el momento. Como efecto colateral, cada vez será más habitual encontrar la palabra *smart* en todos y cada uno de los dispositivos que incorporamos a nuestra vida. No obstante, es necesario remarcar dos factores negativos en todo ello.

El primero de ellos hace referencia a la cantidad ingente de información que va a fluir por la red y de la que hay que sacar provecho. Esta situación debe ser manejada por las diferentes infraestructuras de red actuales, las cuales tienen que adaptarse para incorporar suficiente capacidad de gestión y explotación. Además, se genera asimismo otro problema paradigmático a la hora de alcanzar resultados satisfactorios cuando se trabaja con esa gran cantidad de información; un problema conocido como *Big Data*.

En segundo lugar, otro importante inconveniente que podría potencialmente tirar por tierra las bondades de este ecosistema es la privacidad. Ante una elevada cantidad de sensores y dispositivos inteligentes que comparten su información, aspectos privados relacionados con las empresas o con la vida de las personas pueden quedar expuestos con más facilidad en la red de redes. Existe consenso universal en la concepción de que la Seguridad de la Información ha de ser el gran garante que permita afianzar este sistema y su desarrollo en la Sociedad de la Información.

Pese a estos hechos, la evolución de la *Internet de las Cosas* acabará revolucionando nuestra sociedad. Distintos aspectos, como la seguridad o la implantación de IPv6 necesitan ser evolucionados, pero su importancia en nuestro día a día será similar al que se ha producido con los teléfonos móviles inteligentes. Somos afortunados de ver crecer con pasos de gigante una revolución llamada a cambiar el mundo.



⁶ <http://www.guarantee-itea2.eu/>