

Internet de los objetos



Juan Manuel Cueva Lovelle
Jordán Pascual Espada
Óscar Sanjuán Martínez
B. Cristina Pelayo García-Bustelo

Internet de los objetos

Cuando los objetos se comuniquen entre sí



coordinadores de la colección:

Juan Vicente García Manjón y

José Luis Marín de la Iglesia

INTERNET DE LOS OBJETOS

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

QR code es una marca registrada por Denso Wave, inc.

DERECHOS RESERVADOS 2011, respecto a la primera edición en español, por

© Netbiblo, S. L.

netbiblo

www.netbiblo.com

NETBIBLO, S. L.

c/. Rafael Alberti, 6 bajo izq.

Sta. Cristina 15172 Oleiros (La Coruña) – Spain

tlf: +34 981 91 55 00 • fax: +34 981 91 55 11

www.netbiblo.com

editorial@netbiblo.com

Miembro del Foro Europeo de Editores

ISBN: 978-84-9745-476-6

Depósito Legal: C-3194-2011

Directora Editorial: Cristina Seco López

Editoras: Lorena Bello y María Martínez

Imagen interior: © Photosani

Imagen cubierta: © roccomontoya

Producción Editorial: Gesbiblo, S. L.

Impreso en España – Printed in Spain

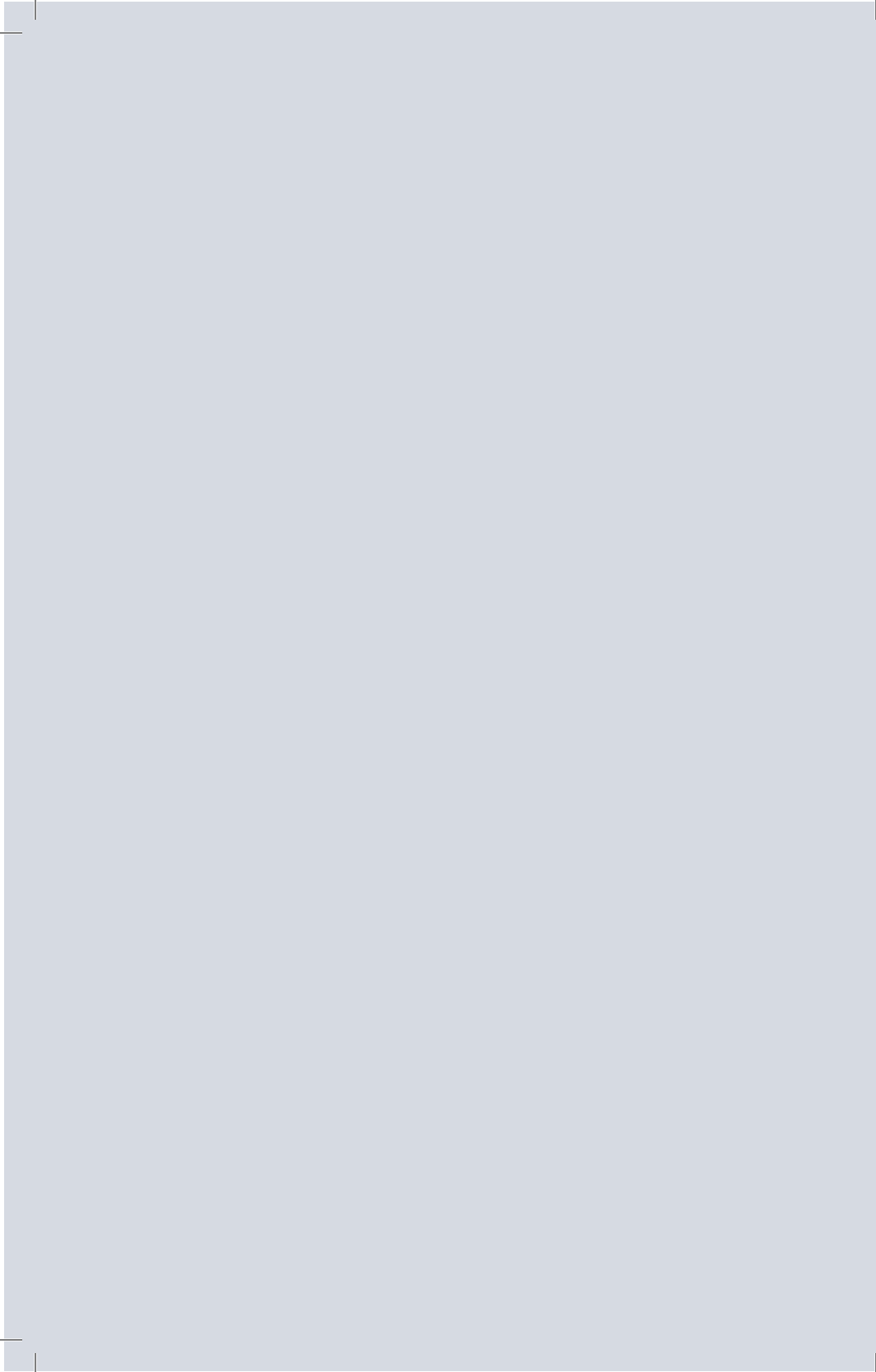
Los autores

Juan Manuel Cueva Lovelle es Catedrático de la Escuela Universitaria de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Oviedo (España). Actualmente es el Director del Departamento de Informática y **coordinador** del laboratorio de investigación de Tecnologías Orientadas a Objetos. **Socio de ATI y miembro con voto de ACM e IEEE.** Es doctor Honoris Causa por la Universidad UPAO de Trujillo (Perú). Ha dirigido varios proyectos de Investigación regionales, nacionales y europeos.

Jordán Pascual Espada es Ingeniero Informático y Máster en Ingeniería Web por la Universidad de Oviedo. Ha trabajado en empresas tecnológicas y es el creador de varias aplicaciones software para las plataformas móviles Android e iPhone. Actualmente participa en la investigación y el desarrollo de proyectos relacionados con Internet de los objetos.

Óscar Sanjuán Martínez es Ingeniero y Doctor por la Universidad Pontificia de Salamanca, HNC en electrónica por la Universidad de Gales, Diplomado en Estudios Internacionales por la SEI. Ha sido Director de la Oficina de I+D+i de la Universidad Pontificia de Salamanca. Actualmente desarrolla su investigación en el campo de los sistemas inteligentes, bio-inspirados e interactivos, la accesibilidad, los sistemas emergentes y el futuro de Internet.

B. Cristina Pelayo García-Bustelo es Ingeniera Informática y Doctora por la Universidad de Oviedo. Perteneció al grupo de investigación del Laboratorio de Tecnologías Orientadas a Objetos (OOTLab). Sus áreas de investigación son MDA (arquitecturas dirigidas por modelos), desarrollo ágil de software, tecnologías orientadas a objetos, procesadores de lenguaje, diseño de lenguajes orientados a objetos, arquitectura software, patrones de diseño, diseño web, Web Semántica e Internet de los objetos.



Pocket Innova

La serie POCKET INNOVA nace con el objetivo de acercar la disciplina de la innovación a directivos, académicos, estudiantes y técnicos de empresa interesados en conocer el qué y porqué de la innovación en nuestros días.

En un mundo en constante cambio y evolución, la innovación se ha convertido en la respuesta natural de aquellos que desean aportar soluciones creativas, basadas en el conocimiento y que aporten valor a las organizaciones y a la sociedad.

POCKET INNOVA pretende abordar, con cercanía y rigor, las distintas temáticas que componen la innovación. Para ello, la colección se estructura en cinco grandes bloques temáticos:

- **Tecnología.** Esta sección tiene como objetivo acercar a los lectores la información sobre las tecnologías emergentes, los últimos avances y las aplicaciones a nuevos productos y servicios.
- **Financiación.** Desde las subvenciones hasta el capital riesgo, los *business angels*, el VII Programa Marco de I+D y un largo etcétera, conforman los mecanismos de financiación de la I+D+i, los cuales serán abordados en la serie de una forma clara y práctica.
- **Actores.** Existen multitud de organismos y expertos que trabajan en materia de innovación en España, desde los organismos públicos hasta los privados, fundaciones, centros tecnológicos, expertos, redes... El quién es quién de la innovación en España y en Europa es el objetivo de esta sección.
- **Gestión de la innovación.** Sección central de la serie, la cual incluye metodologías prácticas que se pueden aplicar a la gestión de la innovación en las organizaciones. Desde la implantación de sistemas de I+D+i hasta la gestión de proyectos tecnológicos; desde la vigilancia tecnológica hasta la propiedad industrial y la transferencia tecnológica, todos ellos son temas cruciales para la puesta en marcha de organizaciones innovadoras.
- **Capital humano y creatividad.** Las personas son el elemento central de la innovación, su conocimiento, la creatividad, el trabajo en equipo, el liderazgo para la innovación y muchos otros temas componen una atractiva temática que todos aquellos que quieran adentrarse en el mundo de la innovación deben conocer.

Contenido

1_ ¿Qué es Internet del futuro?

1_1	Introducción	12
1_2	Dispositivos y servicios	17
1_3	La Inteligencia de los objetos	19
1_4	La importancia del software.....	22
1_5	Campos de aplicación	23
1_6	¿Quién interviene en el desarrollo?	26

2_ Internet de las cosas y los objetos

2_1	El inicio de la Internet de los objetos	32
2_2	Términos relacionados	33
2_3	Conceptos	38

3_ Tecnologías

3_1	Radiofrecuencia	42
3_2	Objetos inteligentes	63
3_3	Redes de sensores.....	69
3_4	Miniaturización y nanotecnología.....	81

4_ Previsiones de crecimiento e implantación

4_1	Crecimiento	84
4_2	Modelos de negocio	89
4_3	Expansión	92

5_	Un adelanto de la IOT: Los dispositivos móviles avanzados	
5_1	¿Qué es un smartphone?	96
5_2	Aplicaciones	96
5_3	Características técnicas	102
5_4	Perspectivas de crecimiento	106
5_5	El futuro del smartphone	107
6_	Ciudades inteligentes	
6_1	Introducción	110
6_2	Iniciativas	111
7_	Conclusiones	117
	Bibliografía	123



1_¿Qué es Internet del futuro?



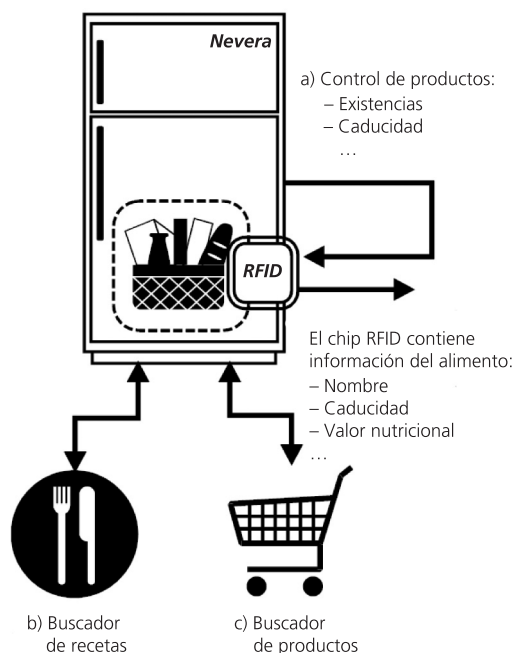
1_1 Introducción

La idea principal de la Internet de los objetos parte de que cualquier “cosa”, es decir, **cualquier objeto convenientemente etiquetado será capaz de comunicarse con otros objetos igualmente etiquetados a través de Internet u otros protocolos**. Estos objetos van desde equipamiento del hogar e industrial a electrodomésticos, vehículos, incluso objetos consumibles como los productos del supermercado. Cada objeto que forma parte de la red contiene pequeños chips o mini computadores dependiendo de su propósito específico. Este hecho ofrece un nuevo abanico de posibilidades para facilitar la vida de las personas apoyando o automatizando muchas tareas cotidianas.

A lo largo del tiempo la Internet de los objetos se va materializando, se habla de este concepto como una de las nuevas áreas de aplicación de las tecnologías de la información y comunicación que más importancia van a tener en un futuro próximo y más impacto en nuestra vida diaria. Hoy en día se sabe que **los campos de aplicación son prácticamente infinitos y el impacto en la sociedad será enorme**.

La nevera inteligente es probablemente el ejemplo que se cita con más frecuencia para exponer el funcionamiento de la Internet de los objetos. Se trata de una nevera que supervisa la comida que hay en su interior y notifica, entre otras cosas, que se ha quedado sin existencias de un determinado producto o que la fecha de caducidad está cerca. También es posible que esta nevera inteligente y conectada a Internet sea capaz de analizar sitios web de supermercados para encontrar las mejores ofertas en los productos que usted necesite y de recopilar recetas que puedan realizarse con los ingredientes de los que dispone. Este frigorífico sabe qué tipo de alimentos suele comer y con qué frecuencia lo hace. Además, la nevera también le ayuda a cuidar de su salud porque conoce sus condiciones médicas y, en consecuencia, qué productos son buenos para que usted lleve una dieta equilibrada y saludable. Este ejemplo ilustra de una manera muy cotidiana la comunicación entre objetos así como la toma de decisiones por parte de un objeto dotado de cierta inteligencia.

Figura 1.1. Ejemplo de nevera inteligente.



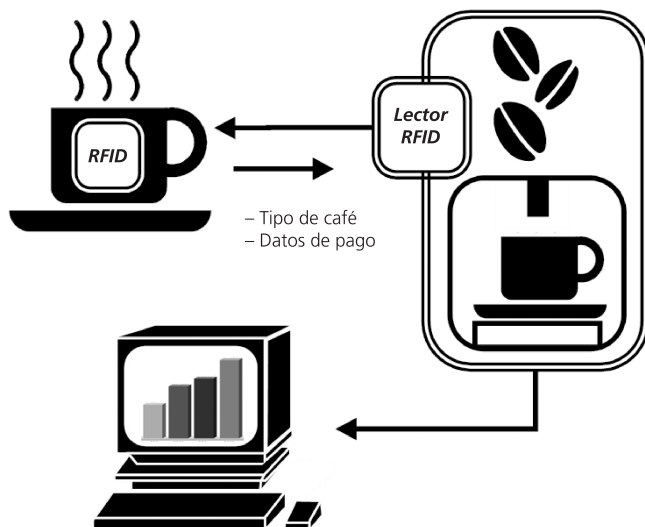
Fuente: Elaboración propia.

A día de hoy varios fabricantes han intentado producir, sin demasiado éxito comercial, neveras inteligentes que toman parte de la idea anteriormente expuesta, pero es evidente que, por diversos motivos, la era de la nevera inteligente que resuelve todos nuestros problemas de abastecimiento tal y como se ha concebido en los ejemplos de la Internet de los objetos todavía no ha llegado. Aunque es una idea tecnológicamente muy factible, no puede llevarse a la práctica hasta que todos los alimentos posean etiquetas capaces de ser leídas por la nevera. Tal vez la innovación más interesante que estamos viendo en las neveras inteligentes actuales (capaces de conectarse a Internet) es la utilización de la tecnología web para ahorrar energía.

A continuación, vamos a tratar de escapar del ejemplo “teórico” de la nevera y exponer algún caso simple y real sobre el uso práctico de la Internet de los objetos. Hay quien cuestiona la idea de que todos los objetos puedan estar conectados algún día a Internet: en primer lugar **no todos los objetos han de estar conectados a lo que la gente entiende comúnmente por Internet, de lo que se trata es de habilitar la posibilidad de que los objetos puedan comunicarse unos con otros** y, a partir de esas comunicaciones, tomar decisiones propias o bien realizar notificaciones a las personas. Ante la pregunta: ¿sirve de algo que un vaso pueda comunicarse con otros objetos? La mayoría de la gente respondería que no, a simple vista podría parecer que un objeto tan simple como un vaso, que desarrolla una tarea tan básica, no tiene ninguna necesidad de comunicarse con ningún otro objeto y, además, que esta comunicación, si es que la hubiese, no generaría ningún beneficio notable.

Varias cadenas de cafeterías de Estados Unidos han comenzado a utilizar en sus negocios la primera taza de café inteligente, los clientes de sus cafeterías pueden comprar en sus establecimientos un vaso inteligente. Este vaso tiene integrado un chip en el que están guardados los hábitos de consumo del cliente. Para pedir un café los clientes simplemente colocan su vaso en una cafetera inteligente que lee la información almacenada en el chip del vaso y les sirve su café, además los chips están conectados a las cuenta de los clientes por lo que el cargo del pago se realiza automáticamente.

Este sistema no sólo optimiza el proceso de negocio ayudando a reducir las colas, acelerando el pedido y el pago del café, sino que además ayuda al medioambiente reduciendo drásticamente el consumo de vasos de plástico. Los vasos inteligentes también son una potente herramienta de marketing que se utiliza para realizar promociones especiales, como premiar con cafés gratis a los clientes más fieles. En conclusión, las cadenas de cafeterías que han implantado este sistema obtienen un valor añadido a los sistemas tradicionales utilizando los datos recopilados para generar informes, automatizar los balances de cuentas y predecir hábitos de consumo.

Figura 1.2. Sistema de venta de café con vaso inteligente.

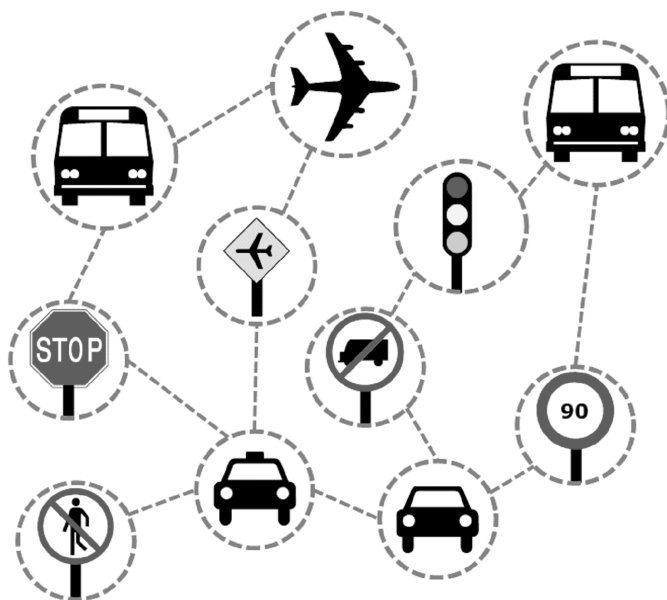
Fuente: Elaboración propia.

Debido a la buena acogida del sistema es bastante probable que en un futuro no muy lejano se añadan más tipos de objetos capaces de establecer nuevas comunicaciones, logrando aún más beneficios para los negocios a la vez que se mejora la experiencia para los clientes.

Conviene resaltar que un sistema de este tipo tiene un coste de implantación relativamente bajo, ya que los chips que se han asociado a los vasos inteligentes son etiquetas de radiofrecuencia. En la actualidad este tipo de etiquetas se utiliza en muchos sectores (alimentación, sanitario, textil, etc.) teniendo unos costes muy reducidos. Tecnologías similares están siendo utilizadas hoy en día para dar lugar a nuevas formas de interacción en los puntos de venta. El bajo coste, la facilidad de uso por parte de los clientes y las ventajas que aportan al negocio son los puntos fuertes de estos sistemas.

Reflexionando podemos llegar a la siguiente conclusión: si el dotar de capacidad de comunicación a un objeto tan sencillo y con tan pocos usos como un vaso de café es capaz de generar tantas ventajas en un proceso de negocio tan acotado como la venta de café, si se implantara una tecnología similar en sistemas más complejos que utilizan distintos tipos de objetos y con un mayor número de acciones e interacciones con más objetos, los beneficios generados aumentarían exponencialmente.

Figura 1.3. Red de objetos físicos que se comunican entre ellos para regular el tráfico de una forma inteligente.



Fuente: Elaboración propia.

También debemos reconocer la dificultad tecnológica y conceptual que implica la utilización de las tendencias y tecnologías de la Internet de los objetos en sistemas más complejos que el anteriormente descrito. A medida que los sistemas cuentan con más tipos de objetos implicados, aparecen nuevas formas de interacción y también son necesarias distintas tecnologías que hagan posible la comunicación en los distintos escenarios.

Ese es el futuro que dibuja la bautizada como “Internet de los objetos”, **un fenómeno en desarrollo que ya es parte de la realidad de hoy en día y que tiene el potencial de configurar un mundo totalmente interconectado.**

1_2 Dispositivos y servicios

En el marco de la Internet de los objetos, **los objetos conectados a la red se convierten en colaboradores y se relacionan con otros objetos y personas.** Para entender estas relaciones es necesario comprender que hay dos partes claramente diferenciadas: el dispositivo en sí, es decir, el objeto adaptado tecnológicamente, y los servicios que el objeto ofrece. Los servicios son la base de la forma de interacción con el objeto inteligente.

Objeto

En principio, el objeto puede ser cualquier tipo de objeto físico convencional o bien uno nuevo creado para desarrollar una tarea específica. La característica que comparten estos objetos es que incorporan algún mecanismo que los habilita para comunicarse con otros objetos. Dicho mecanismo habilita la comunicación y depende del objeto en sí y de la finalidad que se le vaya a dar a éste. Desde el punto de vista técnico, las posibilidades para hacer que un objeto pueda comunicarse con otros objetos (es decir, transmitir o recibir información) son muy variadas, en la mayoría de los casos se utilizan tecnologías de radiofrecuencia como Bluetooth o Wi-Fi.

Pongamos como ejemplo un coche con un mini ordenador a bordo que, entre muchas otras cosas, permitiera que el vehículo se comunicase vía radiofrecuencia con las señales de tráfico cercanas —observemos que no

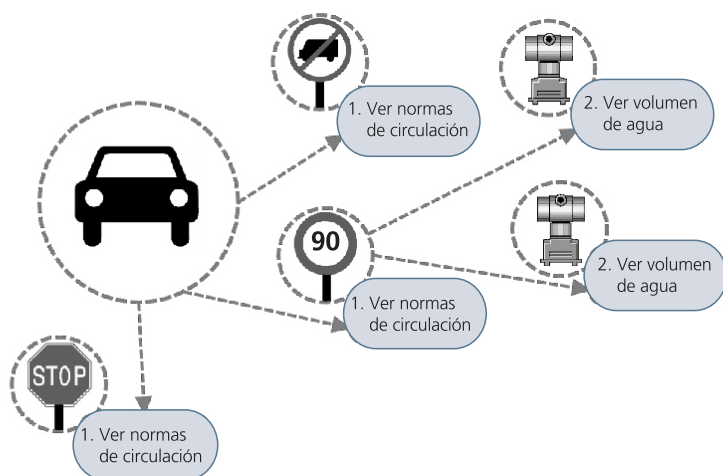
tendría sentido incluir un mini ordenador en cada una de las señales de la carretera—, ya que en este caso sería suficiente con un chip que fuese capaz de transmitir la información correspondiente a la señal y al objeto que se la solicite en cada momento.

Servicios

Llamamos servicios a las acciones que el objeto tiene asociadas. Utilizando las acciones definidas para un objeto concreto otros objetos pueden comunicarse con él.

Los servicios definen el comportamiento de un objeto. Continuando con el ejemplo anterior, una señal de tráfico inteligente podría tener asociado un servicio que enviase a otros objetos las recomendaciones de circulación adecuadas para la vía, tales como las velocidades mínima y máxima. Ese servicio sería consultado por los vehículos de manera automática cuando se acercaran a la señal y en función de la velocidad actual del vehículo se advertiría al conductor. Incluso podría haber otros

Figura 1.4. Red de tráfico inteligente.



Fuente: Elaboración propia.

objetos que formasen parte de la red, como sensores de lluvia, con un servicio asociado que permitiría que otros objetos consultasen los litros de agua por metro cuadrado que han registrado en los últimos diez minutos. Esta información podría ser consumida por las señales de tráfico cercanas que alterarían sus rangos de velocidad adecuada, para adaptarse de una forma más adecuada a las condiciones de lluvia en la vía.

En base a lo expuesto, podemos observar que los servicios asociados a un objeto dependen de la naturaleza del mismo y del sistema en el que esté integrado.

Un mismo objeto puede tener asociados ciertos servicios en un escenario y si cambiásemos dicho escenario tener asociados otros servicios totalmente distintos.

1_3 La inteligencia de los objetos

Al observar cómo funcionan las comunicaciones entre objetos enseguida nos damos cuenta de que hay objetos con distintos “niveles de inteligencia”.

El objeto que tiene más inteligencia es capaz de consumir servicios de varios objetos y de utilizar los datos que recolecta para tomar decisiones y autoadministrarse.

Cuando un objeto es inteligente y capaz de tomar decisiones seguramente también será capaz de consumir servicios de otros objetos y probablemente incluso esté dotado de un cierto grado de tecnología como, por ejemplo, un mini ordenador.

El nivel intelectual de un objeto puede variar en gran medida dependiendo de su objetivo o del grado de integración que tenga dentro del sistema. Con todo esto podríamos establecer una clasificación del nivel de inteligencia de las cosas evaluando tres categorías:

- 1. Manejo de la información:** un objeto inteligente debería, al menos, ser capaz de gestionar su propia información, que puede venir dada por los sensores,

etiquetas de radiofrecuencia u otras tecnologías. Sin esta capacidad, difícilmente un objeto puede ser llamado inteligente. Así pues, se dice que un producto sólo posee la capacidad de “manejo de información” cuando es capaz de enviar o recibir ciertos datos, pero no tiene el control sobre su propia vida y, además, este control se realiza de forma externa. Un ejemplo de este tipo de inteligencia sería cualquier producto del supermercado etiquetado mediante radiofrecuencia, en donde el producto solo puede enviar la información que tiene almacenada cuando otro objeto se la pide.

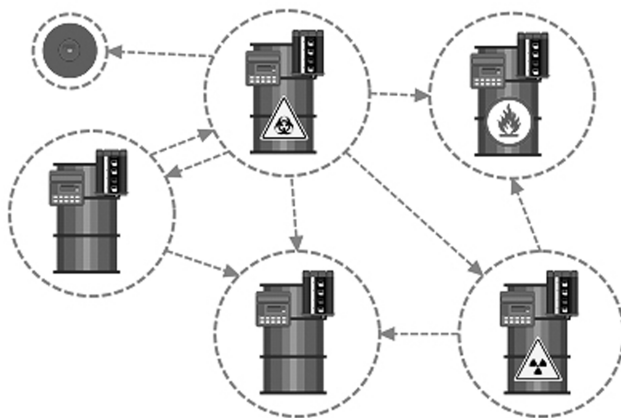
2. Notificación: un mayor nivel de inteligencia implica que un objeto puede notificar a otros dispositivos que ha detectado un problema o determinados eventos como, por ejemplo, que se ha caído o que la temperatura es demasiado alta. Es decir, el objeto no posee la capacidad de controlar su actividad, pero sí es capaz de informar sobre ciertas situaciones.

3. Toma de decisiones: los objetos con mayor nivel de inteligencia son aquellos que pueden autoadministrarse. Estos objetos son capaces de tomar decisiones en momentos concretos por sí mismos, con o sin intervención externa dependiendo del contexto. En este caso, el objeto podría tener un control parcial sobre sí mismo o incluso total, sin requerir la colaboración de personas.

En el marco de la Internet de los objetos, cuando, refiriéndonos a un objeto, decimos que posee inteligencia, no significa necesariamente que la inteligencia se encuentre dentro de él. Existen dos tendencias claramente diferenciadas a la hora de ubicar la inteligencia.

– **Inteligencia a través de la red.** La inteligencia se encuentra fuera del producto físico. Por ejemplo, es un caso muy común que el objeto esté vinculado a un servidor en el que un agente se encarga de gestionar su funcionamiento basándose en la información obtenida a través del objeto físico o de algún patrón de comportamiento. En este tipo de sistemas la inteligencia mayor parte de la inteligencia que se ejecuta en un ordenador que actúa como servidor.

Figura 1.5. Dispositivos inteligentes “CoBis” aplicados a la seguridad en el almacenaje de productos químicos.



Fuente: Elaboración propia.

- **Inteligencia en el objeto.** En este caso el objeto no sólo se encarga de recopilar y tratar la información, sino que además es el encargado de realizar la toma de decisiones. Para poseer inteligencia un objeto debe contar necesariamente con cierta capacidad de computación y muy probablemente necesite también capacidad de almacenamiento. En este caso, cada objeto es el encargado de ejecutar su inteligencia.

No siempre estos dos enfoques tienen que aplicarse de manera excluyente sino que pueden aparecer soluciones intermedias.

En algunos sistemas, los objetos combinan su propia inteligencia con la inteligencia del sistema. Este enfoque es el seguido en el proyecto CoBis¹, en donde sus sistemas están formados por dispositivos inteligentes “CoBis” capaces de intercambiar información entre ellos, habilitándolos para aplicaciones tan cualificadas como controladores de seguridad en el almacenaje de productos químicos.

¹ Collaborative Business Items, Elementos de negocio colaborativos, www.cobis-online.de.

En este caso, los bidones inteligentes intercambian información con otros bidones cercanos basándose en su contenido, temperatura, etc. Con los datos intercambiados y la inteligencia de cada bidón el sistema es capaz de establecer si hay una incompatibilidad de productos o si se está generando una situación potencialmente peligrosa en el almacén.

1_4 La importancia del software

A medida que pasa el tiempo, la Internet de los objetos va posicionándose en el mercado, convirtiéndose en una realidad más cercana y comercial. Hay varias industrias que ya utilizan de manera frecuente sistemas que pertenecen a la Internet de los objetos como, por ejemplo control logístico, etiquetas de radiofrecuencia, redes de sensores, etc.

Además de los beneficios más cercanos y visibles de la Internet de los objetos desde el punto de vista del usuario, como puede ser la automatización o la simplificación de tareas y procesos, las tendencias actuales están haciendo énfasis en la **importancia y los beneficios que puede generar el análisis de datos**. Estos beneficios pasan por el análisis predictivo o el análisis de comportamiento. La obtención y la calidad de los datos regidos por sensores y objetos inteligentes tiene mucho que ver con los propios dispositivos electrónicos que se encargan de recogerlos, **pero en muchos sistemas de la Internet de los objetos la parte realmente importante es la que sucede cuando se tratan esos datos**, de ahí la trascendencia de los componentes software, es decir, de los programas informáticos que procesan y/o analizan los datos recogidos.

En el mundo de la Internet de los objetos no toda la innovación se centra en los dispositivos tecnológicos tales como: ordenadores, sensores y otros componentes electrónicos; el software y los servicios son áreas que tendrán que resolver muchos nuevos retos. Son muchas las empresas tecnológicas de primer nivel (Cisco, IBM, Hewlett-Packard entre otras) que están desarrollando aplicaciones informáticas preparadas para procesar el gran número de datos que se generaran con la Internet

de los objetos. El objetivo de estos programas informáticos es el de dar sentido y utilizar de la forma más eficiente los millones de datos recogidos por las redes de sensores y los demás sistemas de Internet de los objetos.

Los expertos coinciden en que la posibilidad de facilitar los análisis de datos en tiempo real supone una de las mayores aportaciones de la Internet de los objetos.

1_5 Campos de aplicación

Las aportaciones y ventajas que la implantación de las tecnologías de la Internet de los objetos supone para el conjunto de la sociedad son de muy diversos tipos. Debido a la naturaleza de estas tecnologías, los sistemas que podemos enmarcar dentro de la Internet de los objetos pueden tener varios ámbitos, tamaños y objetos; podríamos hacer una división general de los sistemas por su tamaño e impacto en la sociedad:

- **A nivel local**, en nuestra propia casa o negocio, sistemas que comunican varios objetos cotidianos, facilitando labores de la vida diaria u optimizando procesos de negocio. Algunos de estos sistemas pueden tener una envergadura relativamente alta y comunicar muchos tipos de objetos distintos.
- **A nivel de ciudad**, por ejemplo, la regulación del tráfico, o la gestión de la energía eléctrica, mejor porcentaje en la utilización de recursos, etc.
- **A nivel global**, redes de sensores u objetos inteligentes interconectados por todo el planeta que comparten y analizan información en tiempo real.

Las ventajas que la Internet de los objetos puede aportar a nuestras vidas y a la sociedad son casi incalculables, estos beneficios dependen en gran medida del tipo de sistemas que se deseen desarrollar. Pueden abarcar muchos campos: logística, alimentación, gestión de energías, sanidad, etc.

A continuación expondremos algunas de las tendencias actuales más populares dentro de la Internet de los objetos:

- **Teléfonos móviles** como "ventanas de las cosas cotidianas". Los dispositivos móviles como teléfonos y PDA pueden mostrar información acerca de los objetos etiquetados con códigos de barras y etiquetas RFID (son identificadores basados en tecnologías de radio frecuencia, podrían considerarse los sucesores de los códigos de barras), gracias a la incorporación de lectores y cámaras.

Estos dispositivos pueden conectarse con los servidores vía Internet u otros protocolos para identificar: personas, lugares y objetos. Así un teléfono podría mostrar detalles sobre un producto identificado: atributos, origen, precio, garantía, opiniones, su manual de usuario, dónde comprarlo, cómo reciclar, etc.

- **Monitorización continua y medición.** A través de sensores resulta posible identificar, almacenar información y monitorizar características de personas u objetos. Esto hace posible automatizar labores de supervisión, gestión, inventariado, etc. Algunos productos alimenticios llevan chips que contienen información acerca de su identidad, elaboración, lugares en los que ha sido almacenado e incluso sensores de frescura, que informan del estado actual del producto.

Estos chips pueden ser leídos automáticamente por dispositivos específicos a los que el producto transmite su información útil, lo que permite automatizar un gran número de tareas de control y procesamiento.

- **Localización de las cosas.** La capacidad de localización en lugares cerrados y otros avances tecnológicos como la miniaturización prometen aumentar la variedad de objetos que pueden informar sobre su localización, incluyendo entre otros: llaves, billeteras, gafas, joyas, y herramientas. Esta evolución de la capacidad de localizar objetos podría conducir a cambios significativos en los paradigmas de presentación y almacenamiento.

— **Pronósticos para el mantenimiento de vehículos y maquinaria.**

El continuo seguimiento permite establecer un nuevo paradigma en el mantenimiento de vehículos y maquinaria industrial. En lugar de llevar a cabo el mantenimiento en los intervalos especificados, las organizaciones pueden realizar el mantenimiento cuando sea necesario.

Los sensores pueden advertir a los técnicos cuándo haya que realizar alguna revisión, incluso sensores incorporados cerca de los puntos clave de las máquinas pueden detectar sonidos que indican un desgaste excesivo. Los sensores de lecturas pueden combinarse con los registros de servicios, creando bases de datos de predicción de mantenimiento; y a partir de estos datos deducir algoritmos que podrían prever problemas de fiabilidad y reducir el coste de mantenimiento. Por lo tanto, vehículos, generadores eléctricos, equipo industrial, y demás tipos de maquinaria serán pronto firmes candidatos a formar parte de la Internet de los objetos.

— **Servicios de salud y asistencia.**

Sensores que monitorizan la actividad de los pacientes incluso cuando estos se encuentran fuera del hospital. Los sensores en camas, suelos y cañerías pueden ser de gran ayuda para cuidar a las personas. Como ejemplo, la Universidad de Virginia ha desarrollado un sistema de seguridad que consiste en la interconexión de redes con algunos objetos cotidianos como camas y suelos. Un sensor de presión en una cama detecta la frecuencia cardíaca, la respiración y el movimiento de la persona. Otros sensores situados en el suelo pueden detectar cuando una persona se cae y comunicárselo al hospital.

— **Control de elementos.**

En cualquier momento se podría acceder a los servicios ofrecidos por los objetos conectados a la red. Desde el supermercado se podría preguntar al frigorífico inteligente que está conectado a la red si quedan existencias de un determinado producto.

— **Automatizar el control de entornos abiertos con una gran incertidumbre.**

La comunicación directa entre objetos puede servir para reducir los

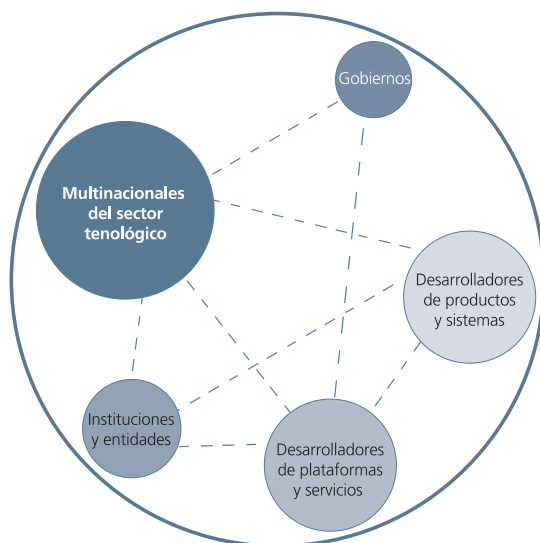
efectos de problemas inesperados. Por ejemplo si un coche detectase que ha sufrido un accidente podría comunicárselo a las señales de tráfico cercanas, haciendo que éstas se auto regulen, reduciendo la velocidad permitida y advirtiendo a los conductores cercanos del peligro.

1_6 ¿Quién interviene en el desarrollo?

De la misma manera que en tantas nuevas tecnologías que están actualmente en desarrollo, nadie parece estar tomando una clara ventaja al respecto de la implantación y estandarización de la Internet de los objetos, aunque son varias las empresas y entidades que lo están intentando, ninguna se ha impuesto claramente.

Desde el punto de vista de los componentes hardware el rumbo parece más claro, ciertas tecnologías como el RFID y las redes de sensores están difundidas masivamente, pero la parte del software que se encarga de la implementación de las relaciones y gestión de objetos conectados, tiene aún mucho camino por delante, siendo lo más habitual que cada proyecto utilice su propia “formula”.

1. Estandarización: los sistemas más ambiciosos de la Internet de los objetos persiguen la idea de interconectar millones de objetos en tiempo real y que estos puedan ser utilizados para crear avances significativos en la sociedad y facilitar la vida a las personas. Esta idea es uno de los máximos exponentes de la Internet de los objetos y para lograrla es necesario al menos cierto grado de estandarización en algunos puntos clave: comunicación con los objetos, emisión y recolección de datos, etc. Parece que en este momento la estandarización masiva de la Internet de los objetos no está demasiado cerca, pero sí hay muchas propuestas y las imposiciones en el mercado de ciertas tecnologías están permitiendo crear proyectos escalables tanto en tamaño como en los tipos de tecnologías que aplican. Son muchas las entidades públicas y privadas, empresas grandes y pequeñas y gobiernos nacionales que están interviniendo de algún modo en el desarrollo y el avance de las tecnologías englobadas en lo que denominamos como la Internet de los objetos.

Figura 1.6. Participantes en el desarrollo de la Internet de los objetos.

Fuente: Elaboración propia.

- 2. Multinacionales del sector tecnológico:** la mayoría de los gigantes del sector tecnológico (Microsoft, Google, IBM, Cisco, entre otros) están realizando grandes inversiones en proyectos enmarcados en la Internet de los objetos. Estos proyectos pretenden llevar la Internet de los objetos a su máximo exponente, buscando la mayor innovación posible.

Muchos de estos proyectos que se encuentran actualmente en desarrollo están llamados a ser auténticas revoluciones tecnológicas a nivel global. IBM, por citar algún ejemplo relativamente maduro sobre el que ya se conocen algunos detalles, desarrolla desde hace años un proyecto llamado "Smart Planet" que se traduce como planeta inteligente. Smart Planet engloba una gran variedad de proyectos que pretenden hacer del mundo un sistema con millones de máquinas e infraestructuras

interconectadas entre sí a través de redes y sensores. Estos proyectos están aplicando diversas tecnologías de la Internet de los objetos para lograr dotar de inteligencia a sistemas y procesos que hoy en día nadie reconocería como sistemas informáticos: coches, dispositivos, carreteras, redes de suministro de energía, ropas e incluso sistemas naturales como la agricultura y las vías fluviales. Smart planet es solo un ejemplo concreto que nos puede servir para hacernos una idea de la enorme inversión que están haciendo las empresas tecnológicas más importantes del sector en sistemas relacionados con la Internet de los objetos.

- 3. Desarrolladores de plataformas y servicios:** estas empresas de tecnología se dedican a crear plataformas y productos generalistas o específicos que puedan ser utilizados por terceros para desarrollar sistemas, redes u objetos inteligentes.

Dentro de esta área se encuentra una amplia gama de empresas que desarrollan diferentes productos y componentes básicos, que van desde los chips de radiofrecuencia que se utilizan para el etiquetado de productos y los mini sensores, hasta las placas de computación que se integran en los objetos inteligentes más avanzados.

- 4. Desarrolladores de productos y sistemas:** muchas empresas y profesionales están aplicando en casos concretos las tecnologías de Internet de los objetos. Gran parte de los objetos inteligentes que se pueden ver hoy en día o que están en desarrollo han sido concebidos por pequeñas o grandes empresas que utilizan tecnologías de la Internet de los objetos ya existentes para diseñar y construir nuevos productos, mejorar los existentes u obtener mejoras en sus procesos de negocio.

Probablemente, el tipo de sistemas y objetos inteligentes diseñados por este tipo de empresas no sean los más innovadores desde el punto de vista de la tecnología en la que se basan, pero en muchas ocasiones logran grandes ventajas en sus procesos de negocio. Cada día aumenta el número de sistemas de este tipo que se van incorporando a la vida cotidiana de las personas, a su trabajo, a la industria, etc.

Los expertos coinciden en señalar que la Internet de los objetos es además la Internet de los nuevos modelos de negocio y de los cambios en los antiguos procesos de gestión.

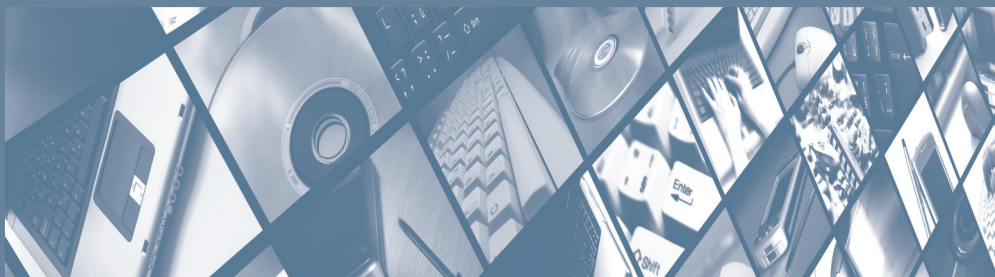
Por ello durante los próximos años muchas empresas que no quieran ver disminuir su productividad se verán forzadas a integrar las nuevas tecnologías de la Internet de los objetos en sus negocios, algo similar a lo que pasó con la llegada de Internet.

- 5. Otras entidades:** en los sectores tecnológicos es especialmente importante la innovación. Son muchas las entidades públicas y privadas a nivel mundial que tienen entre sus objetivos la normalización y creación de estándares en temas de comunicación y fabricación de tecnologías relacionadas con la Internet de los objetos.

Universidades y centros de investigación en todo el mundo también están desarrollando un gran número de sistemas innovadores que incluyen el uso de redes de sensores y objetos inteligentes.

- 6. Gobiernos:** los gobiernos de la mayoría de los países desarrollados están fomentando la inversión pública en proyectos relacionados con la Internet de los objetos. A parte de la inversión, muchos gobiernos están centrados en crear una legislación que marque los límites legales de la Internet de los objetos, con ello buscan que se proteja la privacidad de los potenciales consumidores.

Muchas de las aplicaciones de la Internet de los objetos no guardan ninguna relación con la privacidad ni con los datos personales de los ciudadanos, en cambio otras acceden a datos personales como hábitos de consumo, vivienda, familia, salud... y a otra información que está calificada como privadas en gran parte de los países. Internet de los objetos va a requerir una nueva legislación actualizada y eficaz. ¿Qué datos serán públicos? ¿Y cuáles serán privados?



2_Internet de las cosas y los objetos



2_1 El inicio de la Internet de los objetos

El concepto de la Internet de los objetos proviene principalmente de dos fuentes: el MIT Auto-ID Labs y la International Telecommunications Union.

2_1_1 MIT Auto-ID Center

El término *Internet of things* que traducimos como “Internet de los objetos” fue acuñado hace unos diez años por los fundadores del MIT Auto-ID Labs —laboratorio del MIT dedicado al desarrollo de tecnologías de identificación, etiquetados y sensores—, **con mención especial a Kevin Ashton** en 1992 y David L. Brock en 2003. El aumento de la reputación del Auto-ID Center se produjo en septiembre de 2003, cuando se realizó el lanzamiento oficial de la Red EPC (*Electronic Product Code*) —una infraestructura de tecnología abierta que permite identificar automáticamente objetos y rastrearlos—. El simposio contó en aquel entonces con el apoyo de más de 90 grandes empresas de todo el mundo que abarcaban un gran número de sectores: alimentación, bienes de consumo, transporte y laboratorios farmacéuticos, entre otros.

A partir de ese momento comenzó a considerarse al RFID como una tecnología clave para el crecimiento económico de los próximos años. Los RFID surgen originalmente como un tipo de Auto-ID. El término Auto-ID hace referencia a cualquier clase de tecnología de identificación utilizada en la industria para automatizar sistemas, reducir errores y aumentar la eficiencia.

Las tecnologías agrupadas en el Auto-ID incluyen entre otras: códigos de barras, tarjetas inteligentes, sensores, reconocimiento de voz y datos biométricos. El objetivo de los laboratorios Auto-ID es desarrollar una red que conecte equipos y objetos por todo el mundo. El desarrollo de esta red incluye: software, hardware, protocolos y lenguajes para la descripción de objetos.

El Auto-ID Labs no pretende crear otra red global similar a Internet sino desarrollar elementos que trabajen sobre Internet.

2_1_2 International Telecommunications Union

El concepto de Internet de los objetos entró en el foco de atención mundial en 2005 cuando la International Telecommunications Union publicó el primer informe sobre el tema. El informe adopta un enfoque global y sugería que en un futuro la Internet de los objetos conectaría objetos repartidos por todo el mundo, tanto de una forma sensorial como inteligente a través de la combinación de los avances tecnológicos en la identificación de objetos, redes de sensores, sistemas integrados y nanotecnología.

Existe otro tipo de objetos que poseen una elevada capacidad de comunicación con su entorno o con otras aplicaciones. Este tipo de objetos suelen contar con algún tipo de conexión a la red. Ejemplos de estos objetos son las redes de sensores que pueden ser accedidas desde cualquier lugar del mundo.

2_2 Términos relacionados

Existen varias formas para referirse a lo que nosotros estamos denominando como Internet de los objetos, este término proviene de la fuente original en inglés *Internet of things*. En España, este término se ha traducido de varias maneras, las que más aceptación han tenido son Internet de los objetos e Internet de las cosas.

Existen muchos términos técnicos relacionados con la Internet de los objetos. A continuación, trataremos de hacer una introducción rápida a algunos de estos términos y conceptos ya que suelen aparecer de manera frecuente cuando se está hablando de la Internet de los objetos.

Smart thing

Smart thing podría traducirse al español como “objeto inteligente”. El concepto Smart thing se utiliza a menudo cuando se está hablando de la Internet de los objetos, pero es difícil definirlo de manera concreta. Smart thing implica que un objeto posea al menos cierta capacidad de procesamiento y/o de reacción ante eventos. Los electrodomésticos y vehículos inteligentes, así como la robótica

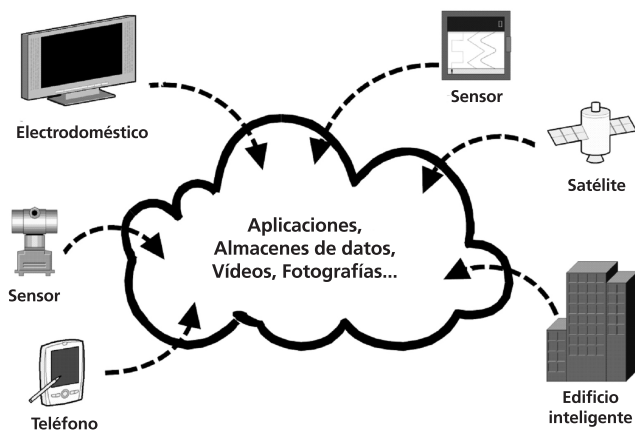
son algunos de los mejores ejemplos de elementos que encajarían dentro del concepto Smart thing. La evolución de los sistemas embebidos (sinónimo de sistema empujado, se refiere a los pequeños sistemas electrónicos o informáticos incluidos en objetos como, por ejemplo, electrodomésticos) es rápida, por ello los fabricantes están utilizando estos sistemas para dotar de una mayor inteligencia a toda una gama de nuevos objetos.

Cloud computing

Suele traducirse al español como “computación en la nube” donde la nube es una forma metafórica de referirse a Internet. Según la definición del IEEE Computer Society es un paradigma en el que la información se almacena de manera permanente en servidores de Internet y se envía a las cachés temporales de los clientes, lo que incluye equipos de escritorio, centros de ocio, portátiles y, como no, objetos inteligentes. La computación en la nube consigue aportar una serie de ventajas sustanciales a los sistemas informáticos conectados a la red.

Utilizando los servicios de la computación en la nube los dispositivos electrónicos y los objetos inteligentes podrán hacer uso de aplicaciones informáticas sin

Figura 2.1. Esquema de uso del Cloud computing.



Fuente: Elaboración propia.

necesidad de ser ellos mismos quienes las contengan y las ejecuten. Estas aplicaciones se estarán ejecutando realmente en servidores en la nube y los objetos las utilizan como si fueran propias. En cualquier sistema informático resulta un potente activo disponer de aplicaciones en Internet que puedan ser consumidas de forma segura por cualquier dispositivo conectado a la red.

A día de hoy, los mejores ejemplos de computación en la nube son las grandes aplicaciones web. Pongamos el caso de una aplicación web de gestión de fotos que permite almacenarlas, compartirlas y editarlas. Esta aplicación está ejecutándose en un servidor conectado a Internet a lo que se puede acceder desde un ordenador, un teléfono móvil o cualquier otro dispositivo que disponga de conexión Internet. A ojos del usuario es como si la aplicación estuviese en su propia máquina pero realmente la aplicación está ejecutándose en un servidor enviando los datos al usuario.

Si de pronto la aplicación pasase a tener mucha afluencia de público un único servidor no sería suficiente para seguir dando un buen servicio a sus usuarios y no tendría capacidad para almacenar tal cantidad de fotografías por lo que habría la necesidad de añadir más servidores capaces de ejecutar la aplicación y almacenar el mayor número de fotografías. En la mayoría de los casos es muy difícil prever el número de usuarios que tendrá una aplicación y variar constantemente el número de servidores puede traer complicaciones tanto para la aplicación como para el propio negocio.

Si la aplicación estuviese ejecutándose en una “nube” en lugar de en varios servidores reales, no hubiese habido problemas de escalabilidad cuando el número de usuarios de la aplicación cambio, los recursos disponibles en la nube (por ejemplo el número de servidores y el tamaño del almacén de fotografías) se podría haber variado de una forma sencilla o automática según las necesidades de la propia aplicación y afluencia de usuario.

El éxito de la computación en la nube viene dado, entre otros factores, por sus bajos costes, el fácil acceso, la alta disponibilidad, el descenso de costes de mantenimiento y la buena escalabilidad del sistema.

En general, las posibilidades que esta tecnología ofrece a los procesos informáticos son enormes. Específicamente, en el marco de la Internet de los objetos se prevé que la combinación de ambas tecnologías genere grandes beneficios ya que muchos de los sistemas más ambiciosos que se han planteado actualmente están estrechamente ligados a la tecnología de la computación en la nube.

Web of things

La Web of things traducida al español como “web de las cosas” es una visión de futuro sobre la Internet de los objetos, ya que persiguen los mismos objetivos principales. La web de las cosas busca la plena integración de objetos físicos con la “Web”, conectando a la web objetos inteligentes, redes inalámbricas de sensores, objetos etiquetados, etc.

La principal diferencia de esta tendencia es que pretende huir de los muchos sistemas de interconexión y comunicación que existen para la Internet de los objetos. La web de las cosas apuesta por la reutilización de los estándares y modelos que se han impuesto en la web actual, utiliza esas normas bien aceptadas y definidas para crear sistemas de objetos inteligentes. Es decir, todos los proyectos de la web de las cosas serían de Internet de los objetos, pero no al revés.

Connected Objects

Algunos autores no hacen referencia a la Internet de los objetos si no a “Objetos conectados”. En la mayoría de las ocasiones se están refiriendo al mismo concepto, aunque también puede designarse con este término a otro tipo de sistemas más “simples” que por sus características no encajen dentro de la idea de la Internet de los objetos.

RWI

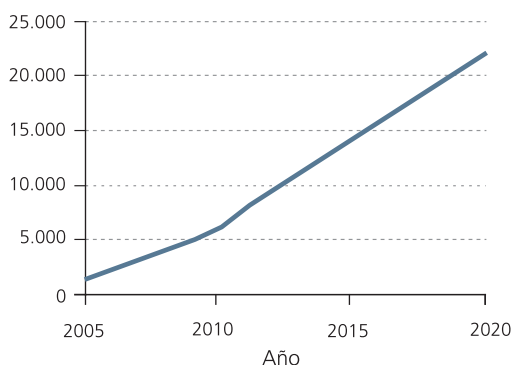
RWI son las siglas de Real World Internet, término que se traduce al español como “La Internet del mundo real”. La Internet del mundo real es un dominio interdisciplinario que fusiona las características de la Internet de los objetos con la visión de integrar el mundo real en Internet.

Protocolo IPv6

Los dispositivos conectados a Internet están realizando una comunicación continua con otros equipos, esta comunicación se realiza utilizando el denominado "Protocolo de Internet". La comunicación en Internet, al igual que en cualquier red, consiste en un intercambio de información entre los nodos, para saber qué nodo es el destinatario de la información cada nodo de la red ha de tener un identificador único, que lo diferencie del resto, ese identificador es su dirección IP.

IPv6 es el nuevo protocolo de Internet, destinado a sustituir al antiguo estándar IPv4. El IPv4 permitía poco más de 4.000 millones de direcciones de red diferentes que, aunque parece un número muy grande, no es suficiente para las necesidades actuales de la sociedad, ya que vivimos en un mundo donde cada vez más dispositivos cuentan con la capacidad de conectarse a Internet: vehículos, teléfonos móviles, objetos inteligentes, etc. En cambio, el protocolo IPv6 admite algo más de 340 sextillones de direcciones, lo que equivale a 670 mil billones de direcciones por cada milímetro cuadrado de la superficie terrestre. Como era de esperar

Figura 2.2. Dispositivos conectados a Internet.



Fuente: Elaboración propia.

con la implantación de cada vez más sistemas basados en nuevos tipos de objetos que se conectan a Internet, el número de conexiones y, por tanto, de direcciones IP en uso, está aumentando a un ritmo muy elevado.

Computación ubicua

La computación ubicua fue un concepto definido por Mark Weiser en 1988. La idea consiste en la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados. Los elementos informáticos están empotrados o embebidos en objetos físicos, mobiliario y electrodomésticos comunes, etc. La computación ubicua tiene muchos nexos de unión con la Internet de los objetos.

2_3 Conceptos

Internet de los objetos es un concepto muy general, por lo que no existe una definición exacta. Hay muchas definiciones posibles, todas ellas suelen ser bastante similares y de una forma u otra hacen referencia a la idea “objetos que se comunican con otros objetos”. Para evitar que haya clasificaciones erróneas, a continuación se analizan conceptos relativos a la Internet de los objetos.

Un sistema embebido no es la Internet de los objetos

Debido a las necesidades de la sociedad, cada vez resulta más común ver pequeños computadores y monitores embebidos en objetos físicos, el mero hecho de contar con un computador no hace que el objeto sea “inteligente” ni que pertenezca a la Internet de los objetos. En muchas ocasiones, esta tecnología se añade a los objetos físicos para mejorar la experiencia del usuario o facilitar alguna tarea, pero aunque el objeto parezca muy avanzado tecnológicamente no tiene la capacidad de establecer comunicación con ningún otro objeto y este es un requisito obligatorio para que un sistema pertenezca a la Internet de los objetos.

Internet de los objetos no es un nuevo protocolo de Internet

Internet puede ser utilizado a nivel mundial porque los clientes y servidores de todo el mundo utilizan el mismo protocolo de comunicación, se podría decir que hablan el mismo idioma. Muchos de los objetos inteligentes integrados dentro de sistemas de la Internet de los objetos basan sus labores de comunicación en el uso de Internet, están utilizando su mismo protocolo. Por lo tanto **los objetos que se conectan a Internet usan el mismo protocolo que cualquier aplicación instalada en un ordenador** como el navegador web o el cliente de correo electrónico.

Por otra parte, conviene señalar que no todos los objetos pertenecientes a sistemas de la Internet de los objetos requieren obligatoriamente basar sus comunicaciones en el protocolo Internet, sino que pueden aplicarse otros muchos protocolos de comunicación como la comunicación por radiofrecuencia u otro tipo de señales.

Internet de los objetos no se limita a RFID y sensores

Es común ver definiciones de la Internet de los objetos que se centran únicamente en una referencia al RFID y/o redes de sensores. Muchos sistemas englobados en la Internet de los objetos están basados en estas dos tecnologías, pero no quiere decir que estas sean por sí mismas la Internet de los objetos.

RFID y las redes de sensores son dos tecnologías a las que por sus buenas cualidades se les ha dado un uso frecuente dentro de la Internet de los objetos. Están tan difundidas y tal es su popularidad que se podría llegar a decir que en este momento son dos tecnologías clave, adaptándose ambas de una forma muy adecuada a los objetivos que se pretenden lograr; aunque sin la debida infraestructura estas tecnologías por sí mismas no se consideran sistemas de Internet de los objetos. Probablemente si se consiguiese desarrollar una tecnología con muchas más ventajas que el RFID y que sirviese para los mismos propósitos, el RFID caería en desuso rápidamente. Sin embargo la definición de la Internet de los objetos seguiría siendo la misma.



3_Tecnologías



La parte puramente tecnológica o Hardware de la Internet de los objetos es la que desde un principio comenzó a definirse de una forma más clara. Hay varias tecnologías que están tomando la delantera y se han implantado ya en muchos proyectos exitosos, algunas incluso llevan varios años aplicándose en diversos campos, pero como en cualquier sector tecnológico en desarrollo hay muchas empresas y centros de investigación que siguen tratando de buscar nuevas alternativas que produzcan mejoras sobre las tecnologías actuales.

A continuación se realizará una introducción a las tecnologías que más impacto están teniendo actualmente en la Internet de los objetos ya que conociendo algunos detalles de estas tecnologías podremos hacernos una idea más detallada sobre cómo están contruidos la mayoría de los sistemas de la Internet de los objetos.

3_1 Radiofrecuencia

Las tecnologías de Identificación por radiofrecuencia son la base de la comunicación para muchos objetos que forman parte de estos sistemas, a continuación introduciremos dos de las más populares:

- **RFID** son las siglas de *Radio Frequency IDentification*, en español identificación por radiofrecuencia
- **NFC** son las siglas de *Near Field Communication*, en español comunicación en campos cercanos.

3_1_1 RFID

Dentro del área de la identificación de objetos que no se encuentran conectados a Internet, la identificación por radiofrecuencia RFID es la tecnología más difundida y aceptada. RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto capaz de ser leído y escrito sin contacto físico, vía ondas de radio usando antenas. Los identificadores y/o información relativa al objeto se inscriben en el chip RFID, el cual podrá ser leído por otros objetos.

Orígenes

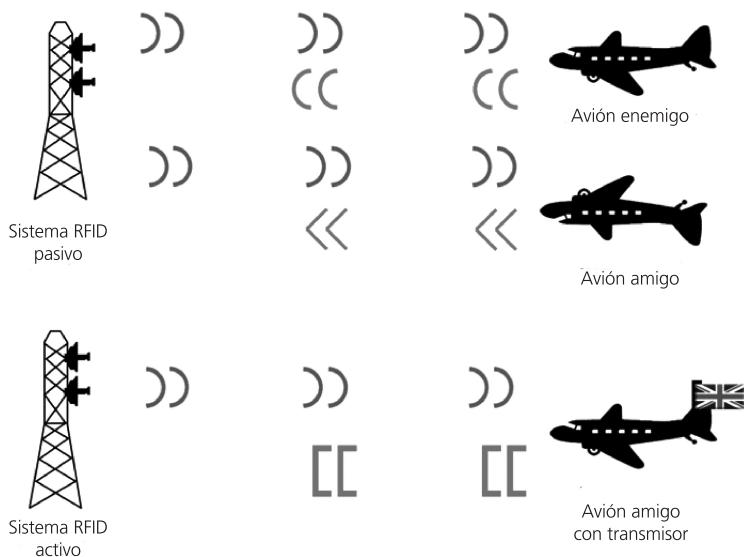
Los fundamentos de la tecnología de identificación por radiofrecuencia aparecieron durante la Segunda Guerra

Mundial. Alemanes, japoneses, americanos y británicos utilizaban el radar (descubierto en 1935) para detectar a los aviones que se aproximaban a kilómetros de distancia. El principal problema que existía en esa época era la imposibilidad de identificar qué aviones eran enemigos y cuáles eran amigos.

Fueron los alemanes quienes descubrieron que si los pilotos hacían girar sus aviones al regresar a la base, la señal que retornaba reflejada al radar cambiaba. Este método tan básico permitió a los alemanes diferenciar sus aviones de los aviones de los aliados. Este método puede ser considerado como el primer sistema RFID pasivo de la historia.

En la Figura 3.1 se muestra cómo en los sistemas pasivos la energía de las ondas electromagnéticas se refleja de diferente modo dependiendo de la posición del avión. En los sistemas activos el avión enviaba su propia señal al captar la onda de radio procedente de la torre de radio.

Figura 3.1. Sistemas RFID aplicados a la aeronáutica.



Fuente: Elaboración propia.

También fue durante la Segunda Guerra Mundial cuando los británicos desarrollaron el primer identificador activo. Estos sistemas activos se colocaban en todos los aviones británicos; así, cuando se recibía una señal de la estación radar procedente de tierra, el transmisor empezaba a difundir una señal que identificaba el avión como avión no enemigo. La diferencia entre los sistemas RFID activos y pasivos radica en su alimentación eléctrica. Los sistemas pasivos no están alimentados eléctricamente, se activan utilizando la energía de la onda que se envía para detectarlos, en cambio los sistemas activos sí poseen su propia fuente de energía eléctrica.

Los avances en el radar y en los sistemas de comunicaciones por radiofrecuencia continuaron produciéndose durante los años cincuenta y sesenta. Durante esa época ya empezaron a preverse muchos de los usos que podrían darse a estas tecnologías.

En 1969 se produce en Estados Unidos la primera patente con tecnología RFID, que formaba parte de un sistema de identificación de locomotoras. A partir de ese momento, el RFID se empieza a utilizar a pequeña escala, fue en los años ochenta cuando la identificación por radiofrecuencia empieza a ganar peso dentro del sector privado.

Arquitectura

Un sistema RFID consta de los siguientes componentes:

- Tag RFID (etiqueta): está compuesto por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permitirle al chip transmitir la información de identificación de la etiqueta. Existen etiquetas de dos tipos:
 - Sólo lectura: el código de identificación que contiene es único y se establece en el momento de la fabricación de etiqueta.
 - De lectura y escritura: la información de identificación puede ser modificada por el lector.
- Lector de RFID: capta la señal de una etiqueta RFID, extrae la información y se la suministra al componente encargado de almacenar los datos.
- Middleware RFID: proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.

Sistemas RFID

Clasificados según su sistema de alimentación, los tags RFID pueden ser: activos, semipasivos o pasivos. Los tags pasivos no requieren ninguna fuente de alimentación eléctrica, sólo se activan si un lector de tags les suministra la energía necesaria para su funcionamiento. Los otros dos tipos de tags activos y semipasivos, sí disponen de una fuente de energía eléctrica, normalmente se trata de una mini pila integrada.

Aunque la alimentación eléctrica no es la única forma de clasificar los sistemas RFID, otros factores importantes en estos productos pueden ser:

- La frecuencia operativa que utilicen.
- La normativa ISO que cumplen.
- La distancia de uso efectivo.
- La aplicación específica: resistencia al agua, implantación en animales o humanos, altas temperaturas, etc.
- Otros.

1. Sistemas pasivos

Los sistemas pasivos se caracterizan por no integrar alimentación eléctrica propia. La señal que les llega de los lectores les induce una pequeña corriente eléctrica, suficiente para activar el circuito integrado del tag, de forma que puede generar y transmitir una respuesta. La respuesta enviada al lector puede ser cualquier tipo de información, no sólo un código identificador. Los sistemas pasivos pueden incluir memoria no volátil pudiendo almacenar la información que reciban.

Los tags pasivos suelen tener distancias de uso práctico que van desde los 10 cm hasta los 10 m, aunque por norma general no sobrepasan los 2 m, esta distancia depende de varios factores como el tamaño del tag, la frecuencia de funcionamiento y el diseño y tamaño de la antena del lector. Como este tipo de sistemas no precisan de alimentación energética pueden llegar a tener unas dimensiones muy reducidas, como una moneda de un céntimo o incluso mucho menor.

Existen multitud de tipos de tags RFID fabricados por una gran variedad de compañías de todo el mundo. La mayor parte de los tags comerciales utilizan silicio para

almacenar un número de serie único, al que normalmente añaden algún tipo de información adicional, referente al producto que etiquetan o al proceso de negocio. Los tags tienen diversas formas y se fabrican con diferentes materiales con el fin de adaptarlos con la mayor efectividad posible a su finalidad específica: tipo de objeto en el que estén integrados, características del entorno donde se utilizarán, etc.

Entre una gran variedad de tipos de tags RFID en el mercado actual se pueden encontrar: en forma de tarjeta, tornillo, clavo, etc. También otros modelos que han sido especialmente diseñados para colocar bajo la piel de personas o animales, o incluso tags con recubrimientos especiales capaces de resistir situaciones climatológicas adversas como la lluvia o las temperaturas elevadas.

La conocida como "etiqueta RFID" (esta vez haciendo referencia a una etiqueta de papel, similar a un código de barras), es la forma de empaquetado de RFID más cotidiana, este formato se usa hoy en día manera masiva, principalmente para el etiquetado de productos consumibles como: alimentos, ropa y medicamentos. Estas etiquetas se caracterizan principalmente por su flexibilidad y delgadez, sus capacidades técnicas dependen de la potencia y del tipo chip que lleven incorporado. Están formadas por varias capas, normalmente su capa

Figura 3.2. Tags RFID pasivos con diferentes formas y características.



Fuente: Guangzhou Taihe Dahua Intelligent Technology, Hyin Technology.

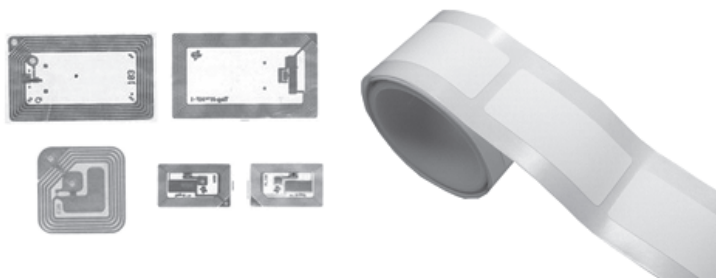
superior está impresa en papel, lo que ayuda a mejorar su aspecto visual de cara al consumidor.

Debido a las preocupaciones por la energía necesaria para activar la etiqueta y la importancia de la reducción de costes, la información almacenada suele ser muy reducida, en muchos casos esta información se limita únicamente a un número de identificación. La falta de una fuente de alimentación propia hace que estas etiquetas puedan ser realmente pequeñas. En 2007, la etiqueta comercialmente más pequeña de este tipo medía tan solo $0,05 \times 0,05$ mm, era más fina incluso que una hoja de papel.

Debido a la enorme cantidad de usos y ambientes en los que pueden operar estos sistemas puede haber muchos factores que condicionen su precio: el nivel de seguridad, la durabilidad, la velocidad de lectura, forma, recubrimiento, exterior, etc.

Las etiquetas adhesivas RFID más simples tienen precios que oscilan alrededor de los 10 céntimos. Lo normal en el resto de formatos (tarjetas, clavos, etc.) es que tengan un precio entre 50 céntimos y 3 euros, aunque algunos tags con características muy específicas pueden llegar incluso a sobrepasar los 50 euros. La producción de estos sistemas está aumentando mucho en los últimos años, por lo que se espera que se produzca un abaratamiento de los sistemas que favorezcan su implantación masiva.

Figura 3.3. Etiquetas RFID comerciales de diversos tipos.



Fuente: Guangzhou Taihe Dahua Intelligent Technology, Hyin Technology.

¿Es el sustituto del código de barras?

Se ha hablado mucho sobre si la etiqueta RFID es el sustituto ideal del clásico código de barras. Los códigos de barras son una tecnología muy sencilla que lleva desde 1980 (año en el que consiguió implantarse con éxito) permitiendo la identificación de productos a varios niveles.

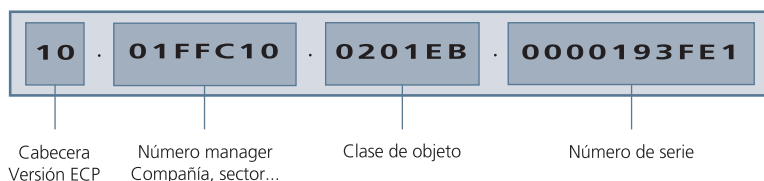
El RFID añade muchas nuevas posibilidades. Los códigos de barras funcionan mediante reconocimiento de una secuencia leída por un láser. Con la tecnología RFID, no es necesario colocar el producto etiquetado frente a un lector para poder identificarlo con éxito. Por ejemplo, en el supermercado un dispositivo montado en un arco podría contar los objetos sin tener que sacarlos del carro. Pero las ventajas no tienen por qué limitarse al supermercado, algunos elementos de nuestro hogar o negocio como las neveras o los robots de cocina podrían identificar de una forma sencilla los productos.

En materia de **seguridad** los dispositivos RFID son mucho más difíciles de copiar que los códigos de barras tradicionales, de hecho uno de los campos de aplicación de los sistemas RFID es luchar de una manera eficaz contra la copia ilegal, sobre todo en el sector textil y farmacéutico.

En las etiquetas RFID se puede **almacenar más información** además del código identificador. El RFID es reprogramable. Lo único que no puede cambiar es su identificador único. Hay un único identificador para cada producto. Es una ventaja para introducir información extra en el producto como fecha de caducidad, o identificar los almacenes por los que ha pasado (trazabilidad).

La norma que rige los identificadores de los productos es la EPC (*Electronic Product Code*, código electrónico de producto), actualmente se utilizan sobre todo los que tienen una longitud de 96 bits, el código se divide en varios campos que indican: (1) la versión del EPC, (2) identifican la empresa o el sector al que pertenece, (3) tipo del objeto, (4) número de serie, tal y como se muestra en la Figura 3.4, lo cual da lugar a un número casi inagotable de identificadores.

También hay identificadores EPC de 128 y 256 bits. No obstante, el EPC de 96 bits es suficiente a nivel de cadenas de suministro.

Figura 3.4. Ejemplo de un código EPC de 96 bits.

Fuente: Elaboración propia.

2. Sistemas activos

A diferencia de los sistemas pasivos, los sistemas activos poseen una fuente de alimentación propia, que utilizan para suministrar energía a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estos sistemas tienen una fiabilidad más alta que los sistemas pasivos.

Al disponer de una fuente de energía propia son capaces de usar su energía para transmitir señales más potentes que las de los tags pasivos, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua o algunos metales. La distancia efectiva de estos sistemas también es mucho mayor que la de los sistemas pasivos, esta ventaja se debe a que gracias a su alimentación propia pueden generar respuestas claras a partir de recepciones débiles de señales de lectura. En los sistemas RFID activos más potentes el rango de actuación podría llegar incluso a los 500 m, aunque la mayoría de ellos difícilmente logran tener la potencia suficiente para superar los 100 m. Otra característica interesante de los sistemas activos es que suelen tener más memoria para almacenar datos, es común que permitan la lectura y escritura, es decir, que el lector puede grabar en su memoria la información que recibe.

Al ser tecnológicamente más complejos que los sistemas pasivos suelen tener un mayor tamaño, también son más caros y su vida útil es, en general, más corta. Muchos sistemas RFID activos integran además varios tipos de sensores que les permiten monitorizar datos

exteriores. Concretamente este tipo de sistemas suelen utilizarse para monitorizar entornos de fabricación de productos alimenticios, industriales o sanitarios entre otros. Actualmente, es fácil adquirir sistemas RFID activos con sensores integrados de varios tipos: humedad, vibración, luz, radiación, temperatura y componentes atmosféricos, etc.

El precio de estos sistemas suele variar entre los 10 y los 100 euros, aunque pueden tener precios mucho más elevados, dependiendo de multitud de factores como la capacidad de la memoria interna, vida de la batería, tipo y número de sensores que incluya o el tipo de materiales empleados en el recubrimiento y la fabricación. Las etiquetas activas más pequeñas tienen un tamaño aproximado de una moneda de 50 céntimos.

Actualmente, los tipos de sistemas activos más utilizados son:

- Los transpondedores (*transponder*) se activan cuando reciben una señal del lector, de forma similar a los sistemas pasivos, pero con una mayor potencia y fiabilidad. Este tipo de sistemas se utilizan entre otros entornos en el pago de peajes. Cuando un vehículo con un transpondedor activo se aproxima a la cabina del peaje, el lector de la cabina envía una señal que activa el transpondedor. Una vez activado el sistema transmite el identificador único del vehículo al lector de la cabina, para que pueda realizarse el cargo correspondiente.
- Las balizas (*beacons*) se emplean en sistemas de localización en tiempo real, en los que se necesita realizar una traza de los productos con precisión. En estos sistemas, la baliza emite una señal con un identificador único ante una reacción externa como, por ejemplo, un aumento de temperatura captado por un sensor, un golpe o de manera predefinida durante intervalos de tiempo (cada segundo, una vez al día, etc.). La señal de la baliza es captada por una o varias antenas lectoras situadas dentro del área de rastreo. Generalmente estos sistemas se utilizan en exteriores y en campos de distribución, aunque muchas industrias están aplicando estos sistemas en diversos puntos a lo largo de sus cadenas de fabricación y distribución.

Figura 3.5. Sistemas RFID Activos.

Tags RFID activos

Tags RFID activos
con sensores incorporados

Fuente: Guangzhou Taihe Dahua Intelligent Technology, Hyin Technology.

3. Sistemas semipasivos

Los sistemas semipasivos poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso la energía propia se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal de radio. La energía contenida en la radiofrecuencia se refleja hacia el lector de la misma forma que en un sistema RFID pasivo. La batería propia se emplea principalmente para almacenar la información propagada desde el lector y para emitir una respuesta en el futuro. Los sistemas RFID puramente pasivos generan su respuesta reflejando la energía de la onda que les envía el lector.

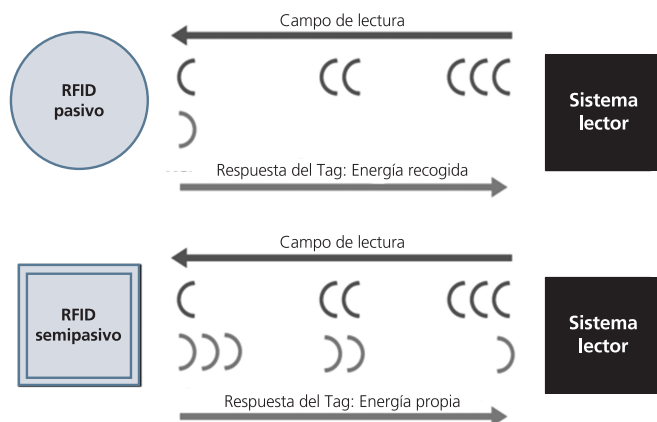
Al incluir una pequeña batería, los sistemas semipasivos pueden hacer que el circuito integrado del tag RFID se alimente eléctricamente. Con esta característica se elimina la necesidad de tener que incorporar una antena que recoja y reutilice la energía de las señales entrantes producidas por los lectores.

Los sistemas semipasivos tienen una fiabilidad comparable a la de los sistemas activos, manteniendo el corto rango de alcance efectivo de los sistemas pasivos. Este tipo de sistemas ofrece otras ventajas, suelen tener una vida útil mayor que la de los tags activos por hacer menor uso de la batería interna.

Antenas-lectores

Las antenas son los componentes más sensibles de los sistemas RFID. El tipo de antena que es necesario utilizar depende de la aplicación para la que esté diseñado y de la frecuencia a la que operen los tags RFID utilizados.

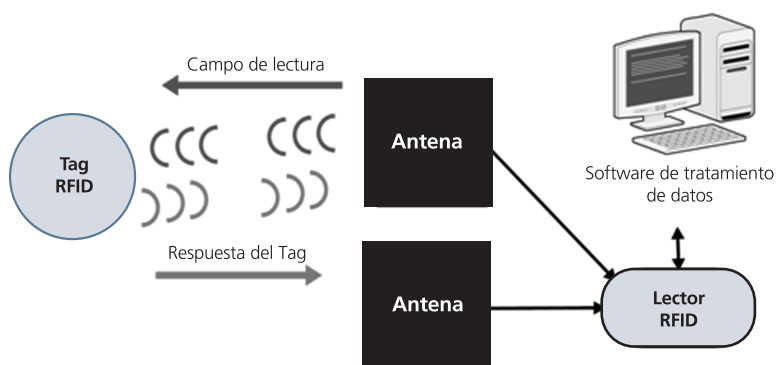
Figura 3.6. Comparación entre los sistemas RFID pasivos y semipasivos.



Fuente: Elaboración propia.

La frecuencia operativa de los tags RFID convencionales se clasifica en:

- Baja frecuencia (LF, del inglés *Low Frequency*) normalmente su funcionamiento se basa en la inducción electromagnética. Existen tags RFID de baja frecuencia extremadamente compactos, como los que se implantan bajo la piel de humanos y animales. Suelen tener una distancia de actuación de unos pocos centímetros.
- Alta frecuencia (HF, del inglés *High Frequency*) se utiliza para lograr distancias de actuación superiores. Por norma general, las antenas de este tipo son más baratas que las que son capaces de leer a bajas frecuencias.
- Frecuencias ultra altas (UHF, del inglés *Ultra High Frequency*) y de microondas. Esta frecuencia se usa en muchos tipos de tags pasivos, para su lectura se utilizan antenas clásicas de dipolo. Estas antenas son muy simples, lo que reduce el coste de los sistemas UHF y los convierte en uno de los modelos más económicos y, por lo tanto, en uno de los más usados.

Figura 3.7. Sistema RFID, tag, antena, lector y software de tratamiento de datos.

Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el coste, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costes bajos, pero también baja distancia de uso. Los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura más rápidas.

Los sistemas de baja y alta frecuencia trabajan mejor que los sistemas de frecuencias ultra altas sobre los metales y el agua, ya que en baja y alta frecuencia las ondas de radio no rebotan sobre el metal causando falsas lecturas. Además, las ondas penetran mejor en el agua, ya que las ondas de radio de ultra frecuencia son absorbidas por el medio acuoso.

Las antenas tienen dos tipos de polarización lineal y circular, las circulares son menos sensibles a la orientación de los tags RFID aunque su alcance de lectura es inferior que las lineales. En general, las antenas lineales proveen un rango de lectura mayor, pero son bastante sensibles a la orientación de las etiquetas RFID.

Las antenas RFID pueden estar acopladas a varios tipos de lectores manuales, portátiles, vehículos, maquinaria industrial, robots, fijados en zonas de paso, etc. El

Figura 3.8. Lectores RFID comerciales de varios tipos.

Fuente: Guangzhou Taihe Dahua Intelligent Technology, Hyin Technology.

precio de los lectores y la antena cambia fuertemente dependiendo de las características del mismo que variarán en función del objetivo sistema que pretenda construir. La utilización de terminales portátiles RFID es a menudo la mejor opción para nuevas implantaciones de soluciones RFID que deseen ponerse en marcha con un coste mínimo.

Rendimiento

Aunque no es necesario conocer al detalle los métodos utilizados para la comunicación, los usuarios deberían conocer las características básicas de los diferentes sistemas y qué factores pueden afectar a su rendimiento.

Debido a que los sistemas de alta y baja frecuencia utilizan acoplamiento inductivo, el radio de efectividad del lector es más pequeño y puede ser controlado más fácilmente. La precisión que ofrecen estos sistemas resulta de mucha utilidad en varios campos, como por

ejemplo en el control de la producción industrial, donde puede haber muchos recursos etiquetados con tags y la lectura ha de hacerse de una forma muy precisa. Los sistemas de frecuencias ultra altas que utilizan propagación de acoplamiento son más difíciles de controlar, debido a que la energía se envía a través de distancias mayores. Las ondas pueden rebotar sobre superficies y alcanzar a otros tags, llegando a leer incluso tags no deseados.

La lectura de tags con precisión es el principal problema en los sistemas de frecuencias ultra altas. Debido a su bajo coste, este tipo de frecuencia es una de las más utilizadas, sobre todo en sistemas que implantan de manera masiva la identificación RFID, como puede ser el etiquetamiento de productos de consumo.

Hay varios factores que pueden causar problemas en este tipo de sistemas:

- Por ejemplo, algunas redes locales *wireless* utilizan una frecuencias ultra altas, también los teléfonos inalámbricos, y muchos otros dispositivos electrónicos.
- Los productos que contienen gran cantidad de agua o metal son especialmente desafiantes a las antenas, así algunas antenas pueden ser especialmente diseñadas para sintonizarse cerca del agua o de uniones metálicas para mejorar la capacidad de lectura de los tags.

Campos de aplicación

Los campos de aplicación de la tecnología RFID son muy numerosos, a continuación introduciremos sólo algunos de los más populares e interesantes:

- **Etiquetado de productos y mercancías.** Actualmente, se utiliza para la identificación y control de productos en muchos sectores, sobre todo en el sanitario, textil y alimentario. Las etiquetas utilizadas tienen unos costes relativamente bajos y generan muchos beneficios. Por ejemplo, pueden leerse todas las etiquetas de una caja en sólo un segundo. La rapidez de lectura ahorra tiempo y permite automatizar muchas tareas, pero las ventajas van más allá ya que es un eficaz sistema anti robo y previene las falsificaciones. Como las etiquetas RFID pueden almacenar cierta cantidad de información también se suelen introducir parámetros adicionales como, por ejemplo, la fecha de caducidad si se tratase de un alimento.

Resulta cada vez más común ver este tipo de etiquetado en muchos otros sectores como joyerías, bibliotecas... reemplazando a los antiguos sistemas de códigos de barras.

- **Logística.** Es una de las aplicaciones con mayor uso, permiten controlar de manera eficiente los productos dentro de la cadena de suministros, suelen utilizarse para labores de trazabilidad tales como almacenar de dónde provienen las materias primas, dónde se almacenó el producto, quién lo transportó. De esta forma, la información de cada producto se maneja de manera local y la información se añade fácilmente de manera automática, por ejemplo al pasar por una baliza con lectores RFID.

En nuestro país son muchas las empresas que ya han incorporando sistemas RFID para modernizar sus procesos de trazabilidad. Una de las pioneras fue Leche Pascual, con un ambicioso sistema que logra la trazabilidad desde que el huevo sale de la granja hasta que finaliza el proceso de producción. Este sistema les ha reportado mejoras en la calidad del producto, también les ha servido para evitar errores de diversos tipos y mejorar la productividad.

- **Seguridad, identificación y control de accesos.**

Las tarjetas RFID se utilizan como llave electrónica para controlar el acceso a edificios y oficinas. Un empleado puede abrir una puerta simplemente acercando la tarjeta la al lector, evitando el uso de llaves y permitiendo realizar un control más automático del acceso.

Algunos modelos de coches emplean en sus llaves circuitos RFID activos que permiten que el automóvil reconozca la presencia de la llave a un metro del sensor. El conductor puede abrir las puertas y arrancar el automóvil a distancia de una manera totalmente segura.

Dentro de este sector hay muchas otras aplicaciones como la gestión de documentación, el seguimiento de equipajes y animales, etc.

- **Pagos.** Las principales implantaciones de esta tecnología se han introducido en peajes y transporte urbano. Las tarjetas con chips RFID integrados se usan como billetes para acceder al transporte público en muchas

ciudades de distintos países. Los billetes son tarjetas RFID recargables y flexibles que no requieren contacto para su activación. Existen sistemas de este tipo en funcionamiento en ciudades de Japón, Reino Unido, España, Países Bajos y Argentina entre muchos otros.

- ▼ **Identificación animal.** Resulta muy útil para los ganaderos ya que se hace mucho más rápida la identificación de los animales y favorece la automatización de ciertas tareas que requieran identificar o contar a los animales.

Acabamos de hacer una clasificación general de varios usos comunes del RFID, pero no son los únicos, en la actualidad existen muchísimos más. Cada día se implanta en nuevos tipos de sistemas donde suele reportar notables beneficios, en el futuro los campos de aplicación de esta tecnología se multiplicarán de manera excepcional.

3_1_2 NFC

Las tecnologías de identificación por radiofrecuencia disfrutan de una enorme aceptación desde el punto de vista empresarial. Cada vez son más los sectores que están generando soluciones para una amplia gama de problemas basándose en este tipo de tecnologías, principalmente RFID y NFC. Los objetivos de las empresas van desde el mero incremento de la eficiencia de procesamiento para la recepción y envío de mercancías, hasta la lucha contra la falsificación de productos.

A medida que el RFID ganó popularidad en la industria surgió un segundo estándar que está estrechamente relacionado con él. Near Field Communication NFC que significa “comunicación de campo cercano”, es una tecnología inalámbrica que permite el intercambio de datos en distancias cortas. Esta tecnología permite la integración de la funcionalidad RFID en los dispositivos personales, tales como teléfonos móviles. Por el momento el número de teléfonos con tecnología NFC disponibles en España es muy reducido, algo que seguramente cambiará en el futuro cercano. Por otro lado, la presencia de etiquetas RFID EPC está aumentando rápidamente. Sin embargo a pesar de sus similitudes, las dos normas no han sido desarrolladas para ser compatibles entre sí.

Near Field Communication fue aprobado como un estándar ISO/IEC el 8 de diciembre de 2003 y más tarde como un estándar ECMA. La comunicación se realiza entre dos entidades. El protocolo establece conexión *wireless* entre las aplicaciones de la red y los dispositivos electrónicos a distancias muy cortas. Técnicamente combina la funcionalidad de un dispositivo lector RFID y tag RFID en un único circuito integrado.

Aplicaciones actuales

La tecnología NFC no está pensada para ser utilizada en una transmisión masiva de datos, como puede darse con las tecnologías Wi-Fi o Bluetooth, sino para el intercambio rápido de poca información, lo estrictamente necesario para la identificación y/o validación del usuario.

Los dispositivos con tecnología NFC están muy difundidos en países como Corea y Japón, donde se utilizan para realizar actividades como las que describimos a continuación.

☛ Transferencia de datos

La transferencia de datos entre dispositivos NFC, tales como otros teléfonos o accesorios. Por ejemplo, para enviar una tarjeta personal, sincronizar aplicaciones, compartir fotos o archivos. La transmisión de datos a diferencia de otras tecnologías de comunicación como el Bluetooth o el Wi-Fi se realizan desde una distancia muy corta, los dispositivos han de estar casi en contacto para poder establecer la comunicación. Esta tecnología resulta muy adecuada para transmitir datos personales ya que corre el riesgo de que sean “intervenidos” por dispositivos no deseados.

☛ Identificación: Escritura/lectura de etiquetas

Los dispositivos NFC pueden ser utilizados como lectores/escritores de etiquetas de radiofrecuencia. Las etiquetas NFC suelen estar integradas en carteles a los cuales se les denomina: *Smart posters*, vallas publicitarias y muchos otros tipos de material informativo. Al acercar el teléfono móvil a la etiqueta, esta envía la información al teléfono móvil, el cual la muestra por su pantalla. Este tipo de carteles inteligentes son comunes a día de hoy

en países como Japón o Corea. También resulta bastante frecuente encontrar etiquetas NFC en los supermercados, asociadas a los productos, tocando la etiqueta con el teléfono, se presenta un menú interactivo donde se muestra información sobre el producto: descripción, fotos, vídeos, opiniones, etc.

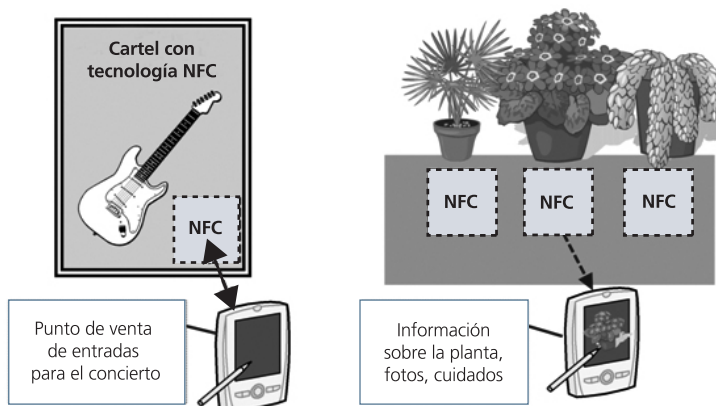
El teléfono móvil con tecnología NFC no es solo capaz de leer información sino que también puede enviarla, algunos carteles inteligentes utilizan comunicación bidireccional, de manera que es posible notificar una acción con solo acercar el teléfono al área NFC; realizar un pedido, solicitar la entrada a un recinto, etc.

■ Emulación de tarjetas de crédito

Este modo permite el uso del dispositivo NFC como una tarjeta de crédito que funciona por contacto. Varias compañías como Visa con su sistema VisaWave o MasterCard con PayPass están impulsando el uso comercial de esta tecnología.

Con este sistema realizar un pago es tan simple y rápido como acercar el teléfono a un terminal de cobro NFC y autorizar el pago. En Japón esta tecnología está

Figura 3.9. A través de la lectura de etiquetas NFC se accede a información multimedia y servicios.



Fuente: Elaboración propia.

muy extendida y se puede utilizar diariamente para realizar muchos pequeños pagos en comercios, máquinas expendedoras y transporte público.

El uso de este tipo de pagos abre nuevas posibilidades de interacción con los puntos de venta, como el acceso a servicios específicos y pago automático, todo ello usando únicamente el teléfono móvil en una ubicación concreta.

Al interactuar con un cartel NFC que contenga varios enlaces a servicios, los cuales hacen que el cartel funcione como un menú multiselección, simplemente con acercar el móvil a un punto concreto del cartel, se activará un servicio concreto que nos permitirá comprar la entrada de cine que queremos y pagarla, todo de una forma intuitiva, simple y rápida.

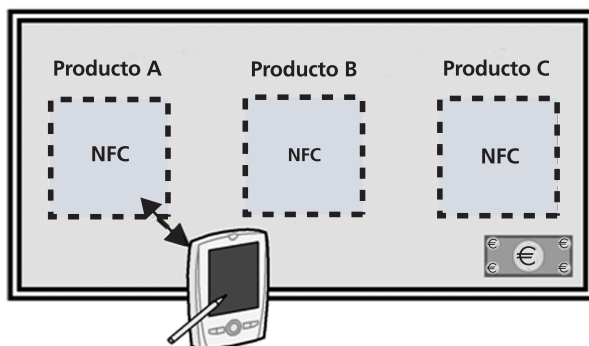
El mayor inconveniente para que la difusión de este tipo de pagos avance reside en las incompatibilidades entre emisores de tarjetas de crédito y dispositivos de cobro. Es necesario encontrar un acuerdo para realizar los cobros de una manera unificada, buscando un sistema que sea aceptado por las principales entidades financieras.

Figura 3.10. Pago con teléfono móvil NFC.



Fuente: <http://futurepocket.com>.

Figura 3.11. Cartel con tecnología NFC y varios productos.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicaciones de futuro

Los escenarios de aplicación de NFC son muchos, las ventajas que aporta la integración de esta tecnología son muy variadas: nuevas posibilidades de marketing, nuevos sistemas de ventas, acceso a la información de los objetos y productos, automatización de cobros, identificación de usuarios, etc.

NFC tiene muchos usos comerciales determinantes para que su difusión termine siendo un auténtico éxito. Los expertos coinciden en señalar que la inminente expansión del NFC tendrá un gran impacto en las vidas cotidianas de las personas, y este impacto comenzará a ser visible en los próximos años.

A continuación mencionaremos sólo algunas de las aplicaciones futuras en las que se pretende aplicar esta tecnología.

— Pagos entre personas

NFC permitirá hacer transacciones económicas no sólo con puntos de venta sino también con otras personas, un simple toque de teléfonos permitirá realizar una transferencia personal.

Se dice que los dispositivos NFC “emulan” a las tarjetas de crédito y/o débito, pero lo cierto es que pueden ofrecer de manera simple una gama de servicios mucho más avanzados que los que pueda ofrecer cualquier tarjeta de crédito convencional.

▼ Control de accesos

Se están realizando varios desarrollos para aplicar la tecnología NFC en la identificación de usuarios de forma que el teléfono móvil podría actuar como “llave” para acceder a nuestra casa, oficina o coche.

De la misma forma que en los sistemas de pago debería completarse con la introducción de un código secreto para garantizar la seguridad el proceso de identificación del usuario o bien, con algún otro método de verificación personal más novedoso, como la huella dactilar o el reconocimiento facial.

▼ Redes Sociales

Los sistemas NFC suelen estar bastante ligados al manejo e intercambio de información personal y contextual, debido a estas características se prevé que puedan surgir “aplicaciones sociales” que utilicen esta tecnología. La función de intercambio de información entre usuarios y ubicaciones NFC se utiliza de manera frecuente en los sistemas NFC que ya hay en uso.

Se están desarrollando sistemas que ligan la generación de información por parte de los usuarios a lugares concretos, para este propósito ubicarán los sistemas NFC en determinadas localizaciones de interés. De esta forma una persona podría dejar una valoración o una opinión sobre un lugar en el propio lugar.

Según adelantan varios artículos, parecer ser que un sistema similar al que acabamos de describir será incluido en la popular aplicación “Google Places” (www.google.com/places) que tiene como objetivo valorar lugares y negocios.

Expansión

Varios sistemas basados en NFC ya se han desplegado en el marco de proyectos piloto, como pueden ser sistemas de venta de entradas en China y Alemania. También hay

dos proyectos previstos para la adquisición de billetes de metro en Nueva York y Londres. Sin embargo, la barrera para la adopción generalizada sigue siendo la falta de dispositivos NFC en los usuarios consumidores fuera de los países asiáticos más desarrollados.

— Llega el momento de NFC

Desde su aparición hasta la fecha el interés por esta tecnología ha ido creciendo, parece que va a ser durante el próximo año cuando se dé el gran paso hacia la integración masiva de NFC en los teléfonos móviles a escala mundial. La mayoría de los fabricantes que utilizan el sistema operativo Android, Sony Ericsson, BlackBerry y otras muchas empresas, parecen estar decididos a incluir esta tecnología en las siguientes generaciones de teléfonos móviles.

— En España

Dentro de nuestro país ya se han presentado muchos sistemas y prototipos en los que interviene la tecnología NFC, el problema para la difusión de estos prometedores sistemas se encuentra en que el número de personas que poseen teléfonos móviles con tecnología NFC es aún muy bajo, algo que sin duda cambiará en los próximos años.

Ante el inminente crecimiento de dispositivos dotados con este tipo de tecnologías las compañías ya se están preparando para explotar sus funcionalidades más destacadas: los sistemas de pago. Telefónica, La Caixa y Visa terminaron la fase de prueba de *Mobile Shopping Sitges 2010*, un proyecto experimental en el que han participado 1.500 ciudadanos y 500 comercios. Los ciudadanos han utilizado móviles dotados de la tecnología NFC para hacer sus pagos cotidianos en los comercios. La iniciativa ha tenido una muy buena acogida y las empresas participantes estiman generalizar el uso de estos sistemas en los próximos años.

3_2 Objetos inteligentes

Un objeto inteligente *Smart thing* pretende ser un objeto físico (de uso cotidiano o industrial) al que se le ha incluido una cierta capacidad para comunicarse con otros objetos y tomar decisiones. Normalmente

estas dos nuevas características se incluyen en objeto incorporándole un computador y mecanismos que capaciten la comunicación como, por ejemplo, Bluetooth o Wi-Fi. Cuando nos referimos a incorporar un ordenador, no quiere decir que el objeto tenga acoplado lo que la gente entiende por un ordenador tradicional, en la mayoría de los objetos el “ordenador” se limita a una serie de circuitos especialmente diseñados para realizar algunas tareas, a esta práctica también se la conoce como sistemas embebidos o empotrados.

¿Qué ventajas genera incluir estas características en un objeto?

El sistema embebido del objeto ejecuta aplicaciones informáticas que le permiten tomar decisiones, por ejemplo, una nevera inteligente podría decidir hacer un pedido en el supermercado en caso de detectar pocas existencias de un producto clasificado como imprescindible.

Estas características pueden convertir a objetos cotidianos en elementos inteligentes, automatizando la toma de decisiones y ampliando los sistemas de información con la relocalización de la lógica de negocio, moviendo la ejecución de ciertos procesos hasta los propios objetos inteligentes. Como resultado, el elemento puede operar con mayor autonomía, incluso de forma colaborativa con otros elementos de la red.

Los sistemas embebidos se utilizan de manera cada vez más generalizada, están siendo incluidos en una amplia variedad de objetos como equipos electrónicos, vehículos, maquinaria industrial, dispositivos médicos, etc.

Los actuales avances en la miniaturización, micro-sistemas y nano electrónica junto al creciente suministro de herramientas de desarrollo hacen que este tipo de sistemas se integren cada vez más en muchos segmentos de la sociedad.

3_2_1 ¿Fabricar tus propios objetos inteligentes?

Basándose en los productos suministrados por varios desarrolladores de plataformas como Arduino e ioBridge cualquier persona, incluso sin conocimientos de electrónica, puede comenzar el desarrollo de su propio “objeto inteligente”. Probablemente, con estas plataformas no se construirán los sistemas más innovadores de Internet de los objetos, pero sí que está dando lugar a una investigación muy original que parece tratarse de una fábrica de pequeñas ideas que no para de crecer.

Arduino

Arduino² 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.

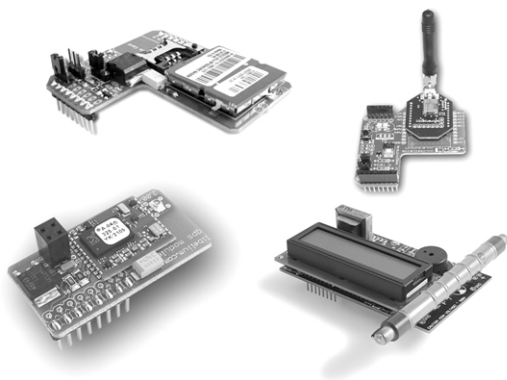
Arduino suministra componentes hardware de coste reducido, que oscilan entre los 20 y 100 euros dependiendo de las características del modelo concreto. Actualmente posee una amplia gama de placas que son capaces de ejecutar software y que además integran varios tipos de sensores, GPS, RFID, etc.

El software es gratuito y está disponible bajo una licencia abierta, por lo que puede ser adaptado a las necesidades del usuario. Debido a sus características no es de extrañar que el uso de esta plataforma haya crecido de una manera tan espectacular en tan poco tiempo, su portal recibe 15 millones de visitas mensuales, cuenta con miles de desarrolladores en todo el mundo e incluso se está utilizando en muchas escuelas y centros de enseñanza.

En todo el mundo y por supuesto también en España (Arduino Barcamp) se organizan encuentros de personas interesadas en la plataforma Arduino, donde se realizan charlas, talleres y presentaciones de proyectos. En la red pueden verse cientos de sistemas construidos con Arduino, muchos implican comunicación entre objetos o el uso de Internet, otros entran más auténticamente en el campo de la electrónica.

² www.arduino.cc.

Figura 3.12. Diferentes componentes Arduino.



Fuente: www.arduino.cc.

A continuación, vamos a exponer algunos usos de la plataforma que aunque son relativamente simples se debe tener en cuenta que la mayoría de los desarrolladores (al menos los que muestran sus sistemas y proyectos de una manera abierta) no son “profesionales”, aún así pueden servirnos para que nos hagamos una idea sobre la versatilidad y posibilidades de la plataforma Arduino.

Las utilidades que se le pueden dar a este sistema son tan ilimitadas como la capacidad de la imaginación humana.

Añadiendo Arduino a objetos

Con la integración de las placas en objetos (principalmente electrónicos, aunque no son los únicos) se pueden desarrollar nuevas formas de control, por ejemplo unos desarrolladores han integrado un sistema Arduino en varios coches de radio control, ahora los coches están conectados a Internet y pueden ser manejados de forma completa desde una página web. En este prototipo es solo un coche radio control, pero las posibilidades son enormes, integrando un sistema similar en una maquinaria

industrial, se podría por ejemplo regular el ritmo o las características de la producción en función de los pedidos que se registren por Internet.

Utilizando los sensores

Algunas de las placas de Arduino integran varios tipos de sensores: acelerómetros, lectores RFID, GPS... en caso de que no los integren también se podrían comunicar con sensores externos.

Un interesante proyecto construido con Arduino consistía en integrar una placa con sensores en un muñeco de juguete. El muñeco actuaba como captador de señales y los diferentes movimientos eran comunicados a un ordenador para manejar una aplicación. En este prototipo los sensores captaban las señales del muñeco, que eran comunicadas directamente al ordenador, partiendo de este enfoque tan simple podemos pensar en otros sistemas similares más ambiciosos, por ejemplo, los sensores podrían estar en una pulsera que llevase una persona y las señales captadas por la pulsera podrían ser comunicadas a distintos objetos inteligentes de su hogar. Si el acelerómetro de la pulsera detecta que me levanto en plena noche, se enviaría una señal a la lámpara para que se encendiera, si detectase una caída enviaría una señal al teléfono para que pidiese auxilio. Incorporando un sensor de temperatura se podría regular el aire acondicionado en función de la temperatura corporal, estos son solo algunos de los muchos ejemplos de posibles sistemas que se podrían construir.

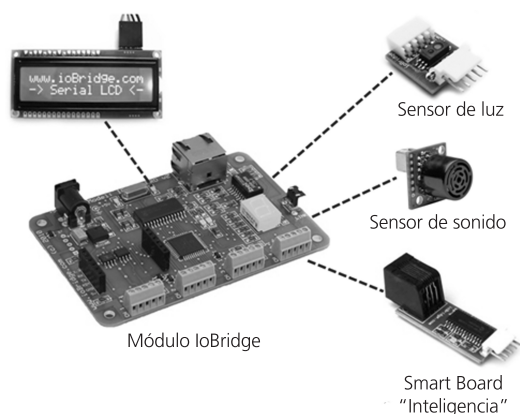
ioBridge

ioBridge³ según las propias palabras de la compañía, fue fundada para ayudar a hacer realidad la Internet de los objetos, buscando facilitar la forma en la que se relacionan los objetos conectados. Esta compañía aparece constantemente en las clasificaciones de los productos más interesantes de la Internet de los objetos.

Desde el punto de vista de los módulos hardware, los productos que suministra ioBridge consisten en unas placas de computación con conexión a Internet, a estas placas se les pueden añadir diferentes sensores y otros accesorios.

³ www.iobridge.com.

Figura 3.13. Componentes ioBridge.



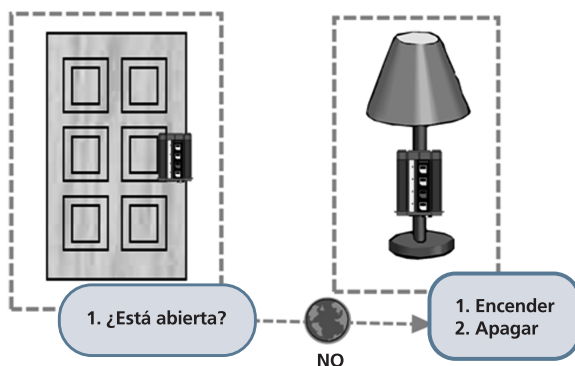
Fuente: Elaboración propia.

La idea consiste en integrar la placa en objetos físicos y programar una serie de servicios que el objeto puede ejecutar, por ejemplo si el sistema ioBridge se integrase en una lámpara, los servicios más lógicos serían: (1) encender, (2) apagar. Desde un ordenador conectado a Internet podríamos acceder a la lámpara y encenderla o apagarla.

La ventaja de que las acciones asociadas a los objetos se muestren en forma de servicios, es que de esta manera resulta sencillo comunicar objetos entre sí, por ejemplo si tuviésemos otro sistema ioBridge integrado en una puerta, con la acción, (1) ¿Está abierta? sería muy sencillo hacer un sistema que comunicase los dos objetos, si la puerta está abierta: enciendo la luz, si está cerrada: la apago. Este ejemplo es sencillo, pero con un mayor número de objetos conectados pueden construirse sistemas mucho más complejos.

La plataforma ioBridge se ha ido extendiendo por todo el mundo, la idea consiste en conectar objetos físicos a Internet y que estos compartan su catálogo de servicios. Desde cualquier lugar del mundo con conexión a Internet se puede acceder al objeto y ejecutar las acciones que tiene asociadas (siempre que su desarrollador lo haya habilitado).

Figura 3.14. Ejemplo de comunicación entre objetos.



Fuente: Elaboración propia.

Como sistema “curioso” señalamos el construido por un chico estadounidense que diseñó un dosificador de comida para perros que integra un módulo ioBridge y una webcam, de esta forma puede vigilar a su mascota y controlar la comida del animal desde cualquier lugar, sólo necesita disponer de conexión a Internet.

3_3 Redes de sensores

Los sensores son unas de las piezas claves de la Internet de los objetos, el continuo avance en la microelectrónica de bajo consumo, la miniaturización, nanotecnología y los avances en las comunicaciones inalámbricas, están impulsando el desarrollo de enormes redes inalámbricas de sensores, que **son capaces de monitorizar el entorno de forma autónoma y ubicua, creando los denominados “ambientes Inteligentes”**.

Así como la era de la web 2.0 llevó a las plataformas contenido generado por usuarios, se prevé que la era de la Internet de los objetos nos llevará a plataformas para datos sensoriales.

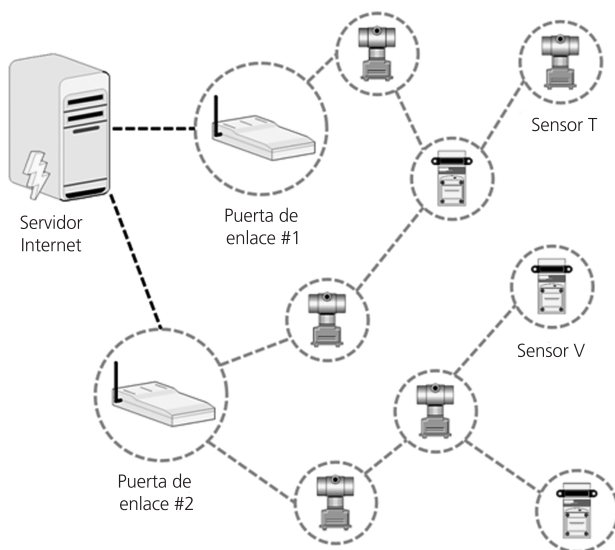
Una de las finalidades de los datos regidos por los sensores, es que sean usados para autorregular sistemas de múltiples naturalezas. Más información permite tomar mejores decisiones, mejorar la gestión, aumentar la productividad, la eficiencia, prever complicaciones, etc. Las redes de sensores consisten en varios sensores inalámbricos (desde unos pocos hasta miles) distribuidos por un espacio, que bien puede ser una ciudad, un edificio, maquinaria industrial u otro tipo de objeto, persona o animal. Estas redes de sensores funcionan de forma inteligente registrando los datos que posteriormente se envían a otros dispositivos o centrales de información, para sacar provecho de ellos.

El número y tipo de sensores que se está comercializando en la actualidad es enorme, el abaratamiento de los costes de este tipo de tecnología está dando lugar a que cada día encontremos en el mercado nuevos sensores capaces de medir un mayor número de parámetros, más precisos, más pequeños y con mejores capacidades de comunicación.

Cuanto más avanzadas sean las características técnicas y las capacidades de los sensores, estos se podrán aplicar más eficientemente en un mayor número de campos y sistemas.

Los tipos de sensores más comunes permiten medir entre otros parámetros temperatura, luz, sonido, presión, posición, vibración, parámetros médicos, radiación, ondas, elementos químicos en el ambiente, factores climáticos como la humedad, la densidad y la conductividad. Con esta pequeña lista pretendemos hacer ver que la cantidad de campos de aplicación para las redes de sensores es muy amplia.

Hay muchos factores que influyen de manera considerable en la proliferación de las redes de sensores, tipo, calidad, autonomía energética, capacidad de comunicación, tamaño, precio, etc. Los sistemas más ambiciosos de este tipo que se están planteando son redes de sensores con miles de nodos que abarcan áreas realmente extensas como ciudades, incluso países o el mundo.

Figura 3.15. Diagrama representativo de una red de sensores.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las redes de sensores inalámbricas, las más extendidas son las formadas por una combinación de sensores, ruteadores y puertas de enlace. Suele hacerse referencia a este tipo de redes con las siglas WSN (*wireless sensor network*, red de sensores inalámbricos). Los sensores que forman parte de la red se comunican de manera inalámbrica entre ellos también y con las puertas de enlace, las cuales son las encargadas de transmitir la información recogida al nodo servidor, encargado de procesar los datos. Para incrementar la distancia y la fiabilidad en las grandes redes de sensores inalámbricos suelen utilizarse un tipo de nodos llamados ruteadores. Estos dispositivos están diseñados para segmentar la red, con la idea de mejorar el tráfico, la seguridad y el control.

La batería que contiene cada sensor puede durar hasta cinco años dependiendo del tipo de sensor y su frecuencia de medición.

En ocasiones, cuando se habla de redes de sensores en la Internet de los objetos se menciona el concepto de *Smartdust* traducido como “polvo inteligente”. Este concepto fue introducido por Kristofer Pister (Universidad de California) en 2001. Se trata de un tipo de red inalámbrica de sensores y se espera que estos sensores sean de tamaños minúsculos, como un grano de arena o incluso menor, de hecho los sensores de esta red han sido denominados como “motés” que significa mota de polvo en inglés, haciendo referencia a que el tamaño de una mota de polvo sería el deseado para cada uno de estos sensores. Estos sensores estarían constantemente recopilando datos que serían comunicados vía ondas de radio de forma bidireccional. El concepto podría parecer de ciencia ficción pero lo cierto es que debido a los avances que se están realizando, cada vez está más cerca de convertirse en una realidad, salvando las diferencias en el tamaño de los sensores.

3_3_1 Aplicaciones

Potencialmente son miles las áreas de aplicación de las redes de sensores, en la actualidad ya se han aplicado con mucho éxito en varios tipos de entornos, a continuación vamos a citar sólo algunos de ellos.

Energía

Las redes de sensores ya se utilizan en varias ciudades de todo el mundo para controlar el uso eficaz de las energías, principalmente la eléctrica. En la mayoría de ciudades se malgasta mucha energía eléctrica; esta mala gestión puede evitarse con el uso de redes de sensores, con los datos obtenidos puede controlarse el gasto y estimar las necesidades de una forma mucho más precisa. Estas redes de sensores tienen otra fuente de aplicación en los procesos industriales, donde la monitorización del consumo de ciertas energías puede utilizarse para detectar malas prácticas, estimar costes, etc.

Seguridad

Los sensores permiten monitorizar parámetros tales como la radiación, la cantidad de ciertos productos químicos en el aire o la temperatura. Tienen grandes

aplicaciones en el campo de la seguridad a gran escala, donde sus mediciones se utilizan para predecir catástrofes. También es común el uso de las redes de sensores para garantizar la seguridad de ambientes locales como edificios, casas o entornos industriales. La incursión de redes de sensores en maquinaria industrial o vehículos puede servir para que estos tengan datos suficientes para realizar una autorregulación o advertencias a los usuarios sobre potenciales situaciones de peligro.

Control del medioambiente

Las redes de sensores resultan de mucha utilidad en ambientes naturales como bosques. Permiten monitorizar variables ambientales como luz, viento, precipitaciones, temperatura, humedad, presión barométrica, actividad sísmica, etc. Estas redes pueden cubrir unas áreas muy amplias y prácticamente mimetizarse con la naturaleza, sin causar ningún impacto negativo para el ecosistema. La información recogida puede ser analizada por expertos para tratar de diagnosticar y prevenir problemas o situaciones de riesgo.

Control de edificios

Los entornos inteligentes como la domótica y la inmótica (domótica en entornos industriales) combinan otros sistemas de control con la utilización de las redes de sensores para la realización de multitud de tareas como, por ejemplo, el control de la iluminación, la climatización, la detección de personas o el aprovechamiento de la energía.

Control del tráfico

Ya son varias las ciudades que a partir de la información generada en tiempo real por las redes de sensores distribuidas por toda la ciudad, son capaces de modificar el tráfico y en consecuencia reducir los atascos. Las posibilidades de las redes de sensores en el control de tráfico son muy esperanzadoras: previsión de situaciones de emergencia, reducción de accidentes, control de acceso a zonas, regulación eficiente del tráfico, gestión de aparcamientos, etc.

Procesos industriales

Dentro de los procesos de fabricación en cadena, a menudo existen complejos sistemas de control de calidad. Las redes de sensores resultan ser unos elementos muy adecuados para poder comprobar de manera automática que las condiciones del producto son óptimas en todo momento. La integración de redes durante todo el proceso de producción puede servir para controlar tanto la calidad del producto, como el rendimiento de la maquinaria que se emplean para la fabricación. La constante monitorización de ciertos parámetros de la maquinaria industrial puede ayudar a lo que se denomina como “mantenimiento predictivo”, las máquinas se revisan cuando los datos obtenidos por la monitorización prevén alguna situación de fallo.

Medicina

Es uno de los campos más prometedores de esta tecnología, se espera que la aplicación de las redes de sensores produzca grandes beneficios en el control de pacientes. En el área de la medicina, las redes de sensores se suelen integrar en el entorno del paciente (su casa, el hospital, o algún objeto médico que lleve consigo) o incluso pueden llegar a ser “implantadas” en el propio paciente, son las denominadas redes de sensores corporales (BSN, *Body Sensor Network*).

Estos sensores pueden servir para mantener monitorizadas las constantes vitales del paciente de una forma cómoda y eficaz. Se prevé que estos sistemas mejorarán el seguimiento y tratamiento clínico de los pacientes, a la vez que servirán para reducir los costes anuales del cuidado de la salud en todo el mundo, gracias a la reducción de las hospitalizaciones así como al incremento de la vida independiente de las personas que actualmente necesitan supervisión médica frecuente.

Por poner algún ejemplo del potencial de esta tecnología, en la universidad de Glasgow desarrollan un prototipo de un dispositivo del tamaño de una píldora que incluye biosensores y comunicación inalámbrica. Cuando una persona se traga la píldora, esta utiliza sus sensores para analizar ciertas condiciones del aparato digestivo. Las mediciones son enviadas en tiempo real a

un módulo externo. Los parámetros recogidos resultan muy útiles para la detección de hemorragias internas y úlceras.

Localización

Existen sistemas que permiten utilizar las redes de sensores para localizar con bastante precisión a personas u objetos dentro del área de actuación de los sensores. Un ejemplo de este tipo de sistemas es Cricket⁴, desarrollado por el MIT utiliza redes de sensores inalámbricos fijos y móviles, a través de ultrasonidos, estos sensores son capaces de determinar con exactitud la localización de las personas en interiores. Este uso de las redes de sensores es en general muy poco frecuente, pero los buenos resultados obtenidos pueden servir para potenciar un nuevo uso poco convencional en este tipo de tecnología: la localización de personas u objetos.

3_3_2 Algunas redes de sensores

Las redes de sensores más cotidianas tienen ámbitos de aplicación acotados, una máquina, un coche, una persona o, incluso, a mayor escala, un edificio, una ciudad o un sistema de negocio. A continuación vamos a introducir brevemente algunos de los sistemas de redes de sensores más interesantes desde el punto de vista de la Internet de los objetos. Se trata de sistemas muy ambiciosos que escapan de las redes de sensores más convencionales. Según las previsiones, algunos de ellos tendrán un gran impacto a nivel mundial.

Pachube

Pachube es una de las redes de sensores más abiertas y que mejor representan la idea de redes de sensores en la Internet de los objetos. Esta plataforma se nombra con frecuencia en las listas de productos más interesantes en la Internet de los objetos. Pachube pretende etiquetar sensores y compartir sus datos utilizando Internet. Cualquier persona o aplicación puede conectarse a uno de los sensores de la red (depende los permisos del sensor) y utilizar sus mediciones de forma automática utilizando una serie de llamadas vía Internet.

⁴<http://nms.lcs.mit.edu/projects/cricket>.

Figura 3.16. Sensores conectados a Pachube en la Unión Europea.



Fuente: www.pachube.com.

En Pachube son los propios usuarios los que están ayudando a crear esta red, conectando de forma desinteresada sus sensores a ella. Actualmente hay sensores que recogen muchos tipos de mediciones, Pachube los clasifica en categorías: agricultura, edificios, dispositivos, energías, entornos, transportes y otros.

Es interesante visitar la página web de Pachube⁵, ya que supone un ejemplo accesible a todos los internautas, por lo general las redes de sensores no suelen ser tan multidisciplinares ni tan abiertas.

Por otro lado colaborar con Pachube resulta muy sencillo, por ejemplo, instalando un monitorizador de energía en nuestra casa y conectándolo a su aplicación web.

Como se puede ver en la captura, en España contamos con un buen número de sensores. El Reino Unido tiene

⁵ www.pachube.com.

el honor de ser el país donde más sensores comparten sus mediciones.

Los datos de las redes de sensores Pachube son utilizados por diversas aplicaciones en todo el mundo. Como ejemplo reciente, la plataforma Pachube se ha utilizado para comunicar de forma abierta las mediciones tomadas por los contadores Geiger, que miden el nivel de radiación a raíz del incidente en la central nuclear de Fukushima. El prototipo ha sido desarrollado por tokyohackerspace, una comunidad virtual y física donde se desarrollan diferentes proyectos tecnológicos de carácter abierto.

Las redes de sensores son una forma muy eficaz de recopilar datos en tiempo real. El reto estará en el aprovechamiento que se le pueda dar a estos datos según el escenario, cómo interpretarlos y sacarles el máximo provecho posible.

CeNSE-Hewlett-Packard Labs⁶

Hewlett-Packard está fabricando una plataforma llamada CeNSE, una red de sensores que denominan Sistema Nervioso Central para la Tierra. El objetivo de este proyecto tiene una dimensión sin precedentes. La multinacional pretende crear una red mundial con billones de sensores que funcionarán como un bucle de retroalimentación de información para objetos conectados, sensores y personas.

La información obtenida por la red de sensores pretende ser muy útil para predecir catástrofes a gran escala, monitorizar la salud de la Tierra y aprovechar esta información para combatir catástrofes.

Smart Planet-IBM

IBM lleva varios años desarrollando una iniciativa llamada "Smart Planet" (planeta inteligente). Con la que según las propias palabras de la compañía plantea la construcción de un planeta más inteligente en prácticamente todos los sectores. A muy grandes rasgos, este sistema define un mundo de máquinas e infraestructuras

⁶www.hpl.hp.com/news/2009/oct-dec/cense.html

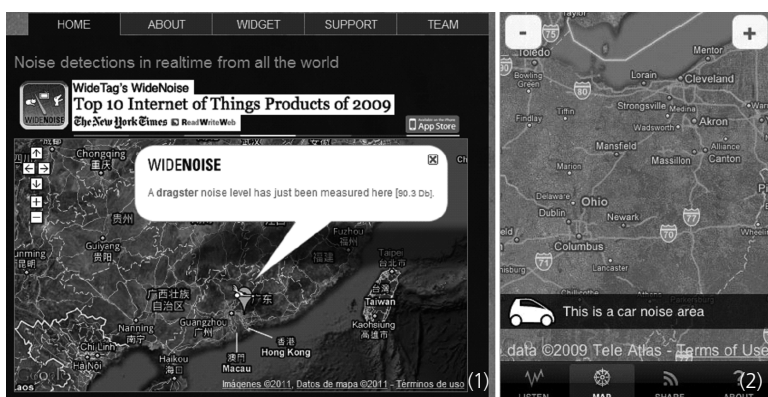
interconectadas a través de redes y sensores, con una capa de inteligencia que permitirá controlar el entorno y tomar decisiones eficaces en tiempo real.

Smart Planet planea implantarse durante la próxima década y aplicar las tecnologías de la Internet de los objetos en diversas áreas como alimentación, análisis de datos, ciudades, comercio, distribución, energía, gestión de agua, infraestructura, petróleo y gas, sanidad, telecomunicaciones y tráfico. Viendo el caso concreto de Smart Planet podemos hacernos una idea de que las expectativas de las grandes multinacionales tecnológicas por los sistemas derivados del uso de tecnologías de Internet de los objetos son altísimas.

WideNoise

Los teléfonos móviles modernos son una gran baza para la expansión de la Internet de los objetos, estos dispositivos son muy populares entre la gente y cada vez disponen de un mayor número de tipos de sensores, de luz, de sonido, de movimiento, etc. Hay aplicaciones para teléfonos móviles que hacen uso de estos sensores como WideNoise. Se trata de una aplicación que utiliza el sensor de sonido del teléfono para recoger el nivel de decibelios, utilizando esta información para mostrarla en un mapa.

Figura 3.17. (1) Aplicación web WideNoise, (2) WideNoise en un iPhone.



Fuente: www.widetag.com/widenoise.

Las muestras de sonido tomadas desde el teléfono pueden ser compartidas con la comunidad WideNoise. Las mediciones registradas se utilizan para comprobar el nivel medio de sonido de la zona en que nos encontramos, esta aplicación resulta útil para saber si un barrio es tranquilo. La red es capaz de identificar la procedencia de algunos de los sonidos característicos como, por ejemplo, el tráfico.

CitySense-Sense networks⁷

Sense Networks es una empresa que ha desarrollado varios sistemas muy interesantes relacionados con las redes de sensores. Uno de sus sistemas es CitySense que tiene como objetivo mostrar cuáles son las zonas de San Francisco donde hay una mayor actividad nocturna. Muestra esta información sobre un mapa y además se combina con servicios de otros proveedores. Esta red no utiliza sensores en el sentido estricto de la palabra sino que los nodos son personas que han activado una aplicación en su teléfono móvil (iPhone o Blackberry) el sistema CitySense utiliza las posiciones GPS que le envían los teléfonos y los taxis, en total tiene aproximadamente cuatro millones de “sensores”.

Los puntos con cierta densidad de gente se enlazan con los servicios de Yelp y Google para localizar locales que se encuentran en esas ubicaciones. Por ahora, CitySense solo funciona en la ciudad de San Francisco. Sistemas como este pueden ser de gran utilidad en el sector turístico.

3_3_3 Retos y dificultades

Las redes de sensores todavía están precisas de avances para poder integrarse de manera masiva y poder hacerlo de una forma más eficiente en un mayor número de sectores. Estos son solo algunos de los puntos donde se está tratando de mejorar esta tecnología:

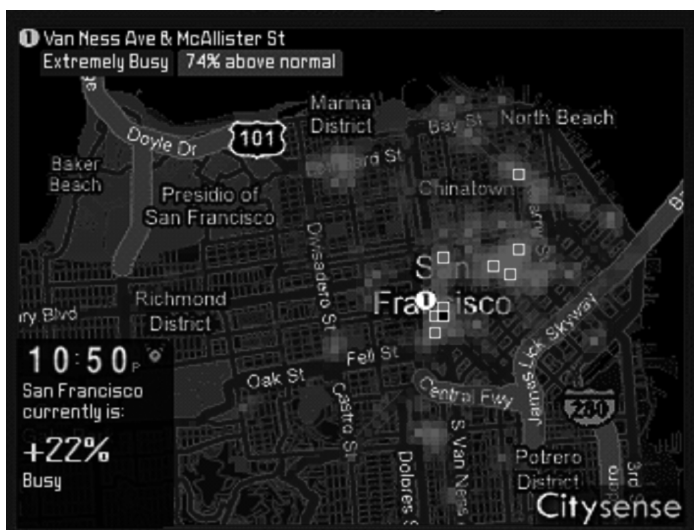
- **Reducción de tamaño.** Al reducir el tamaño los sensores podrán integrarse en el entorno y los objetos físicos de una forma menos invasiva. La reducción del tamaño favorece el crecimiento del uso de esta tecnología en muchos sectores como la medicina y

⁷ www.sensenetworks.com/citysense.php.

la industria. Por ejemplo, si en lugar de un sensor de presión sobre una pieza se pudiesen colocar diez, seguramente se podría predecir de una forma más exacta una posible rotura.

- **Ahorro de energía.** La mayor parte de los sensores inalámbricos incluyen una pequeña pila, gracias a ella el sensor se alimenta de energía, en la mayoría de los productos la pila se gasta pasados unos tres años. Los fabricantes de sensores intentan mejorar la calidad de las pilas y reducir el gasto de energía del sensor aplicando patrones de ahorro en sus sensores.
- **Reducción de costes.** La reducción de costes de esta tecnología generará un aumento significativo en su uso, sus ventajas ya han sido probadas pero su implantación y mantenimiento puede tener un coste significativo en muchos sistemas.

Figura 3.18. Mapa de la ciudad de San Francisco en el sistema CitySense.



Fuente: www.widetag.com/widenoise.

3_4 Miniaturización y nanotecnología

Se llama nanotecnología a las tecnologías y aplicaciones que usan el comportamiento peculiar que tiene la materia cuando se encuentra en estructuras muy pequeñas, a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas. A estas escalas, las leyes clásicas de la física ceden el paso a las de la física cuántica y se pueden obtener nuevos materiales con propiedades muy diferentes de las que presentan en su forma “normal” macroscópica. Así, los cambios producidos afectan a características como, por ejemplo, el color, la conductividad, la reactividad y la resistencia. La aplicación de la nanotecnología es capaz de mejorar muchos tipos de productos.

Los cambios producidos por la nanotecnología, lejos de ser futurología, ya tienen aplicaciones generales en prácticamente todos los campos. Se prevé que en unos años, los avances en el campo de la nanotecnología harán que las computadoras y demás dispositivos electrónicos dejen de utilizar el silicio como sistema para integrar los transistores y empiecen a manejarse con lo que se llama mecánica cuántica, lo que hará que utilicen transistores a escala atómica. **Algunos gigantes del mundo informático como IBM, NEC, Intel y Hewlett-Packard están invirtiendo millones de dólares al año en desarrollar esta tecnología.**

A medida que los avances técnicos permitan que los sensores y computadores tengan tamaños más reducidos, menor consumo y mejor eficiencia resultará más sencillo embeberlos en un mayor abanico de objetos físicos. Echando la vista atrás, resulta evidente la tendencia hacia la miniaturización en los sectores tecnológicos. Hace diez años, un ordenador de escritorio ni siquiera se acercaba a la potencia que tiene a día de hoy un teléfono smartphone.



4_Previsiones de crecimiento e implantación



4_1 Crecimiento

Se espera que en los próximos diez años la Internet de los objetos sufra un crecimiento exponencial. Es realmente difícil contabilizar de una forma exacta cuántos sistemas catalogados dentro de este concepto habrá en el planeta, en primer lugar porque no se tiene un conocimiento exacto de la existencia y tecnología de cada uno de ellos y en segundo porque el concepto de la Internet de los objetos en ocasiones sigue teniendo un cierto componente abstracto, por lo que el sistema podría ser o no considerado como tal.

Prácticamente la totalidad de expertos y analistas coinciden en señalar que el crecimiento de Internet de los objetos será enorme, tanto en implantación de sistemas, como en desarrollo de nuevas tecnologías y número de objetos inteligentes conectados. La opinión de los analistas suele ser bastante precisa, ya que se basan en muchos datos y tendencias de mercado.

Parece ser que la Internet de los objetos está bien encaminada y los beneficios que genera ya han sido probados en numerosos sectores. Debemos tener en cuenta que la parte más beneficiosa seguro aún está por llegar, ya que los nuevos avances se sucederán en los próximos años, suponiendo una revolución total. El abaratamiento de los costes hará posible la implantación de una manera masiva, y el desarrollo de las tecnologías permitirá crear sistemas aún más ambiciosos y nuevos tipos de objetos inteligentes conectados.

Se deben tener en cuenta las incertidumbres inherentes a las predicciones relacionadas con nuevas tecnologías. En un momento determinado, una nueva revolución tecnológica —por ejemplo, un nuevo tipo de sistema de identificación— podrían hacer que estas previsiones fuesen por otro camino totalmente distinto. No obstante, no se puede predecir si en el futuro próximo aparecerá algún tipo de objeto inteligente conectado que acelere el proceso de expansión de la Internet de los objetos. Mirando hacia otros sectores tecnológicos, la previsión de ventas de tabletas para el 2011 era realmente baja, y a raíz de la presentación del iPad, las ventas de este tipo de productos y las previsiones futuras se multiplicaron de manera espectacular.

No podemos olvidar que las previsiones son sólo previsiones y por ello no resultan siempre fiables al 100%. Para obtener algún dato más tangible sobre la tendencia de crecimiento de la Internet de los objetos, vamos a realizar una evaluación sobre cómo han crecido en el pasado y cómo se espera que lo hagan en el futuro las tecnologías que se emplean en mayor medida en la construcción de los sistemas de la Internet de los objetos. Conviene destacar que durante los pasados años se han producido unas condiciones que frenaron el crecimiento esperado en muchos sectores, debido sobre todo a la crisis financiera que ha afectado a la economía de muchos países. Muchas ciudades y empresas ven a día de hoy la inversión en este tipo de tecnología como un gasto “suprimible”.

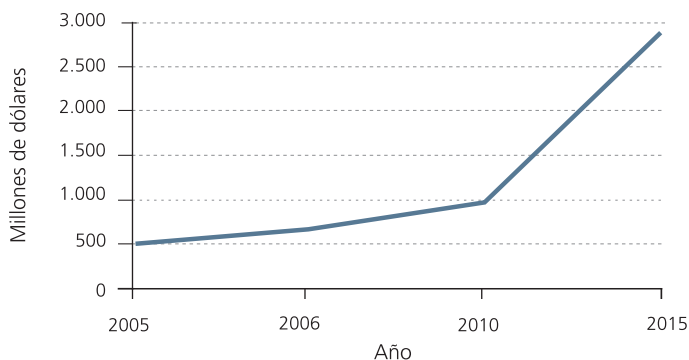
La Internet de los objetos no se aplica sin más, sino que se aplica dentro de otros sectores, por ello los problemas económicos, pueden frenar su ritmo de crecimiento esperado dentro de determinados países.

Aumento de la producción de etiquetas y sistemas RFID

El RFID es una de las tecnologías con mayor difusión dentro de los sistemas de la Internet de los objetos, cada vez se implantan un mayor número de sistemas de este tipo y sus campos de aplicación se extienden a diversos sectores. Otros factores, como la mejora en la calidad de las comunicaciones, las nuevas capacidades técnicas de las etiquetas y el abaratamiento de sus componentes están haciendo que las ventas de esta tecnología crezcan de una manera sorprendente.

Las soluciones con tecnología RFID se están utilizando en una gran variedad de industrias: alimentaria, textil, sanidad, etc. Las condiciones económicas mundiales y las necesidades empresariales han dado lugar a resultados dispares: en algunos sectores la tecnología RFID todavía se enfrenta a muchos desafíos, mientras que en otras, está totalmente asentada.

Figura 4.1. Pronóstico del crecimiento del mercado hardware y middleware del RFID en Estados Unidos.



Fuente: Elaboración propia.

También conviene destacar que los casos de uso en los que la tecnología RFID se está aplicando a la modernización de sistemas (que no tienen que ver con los usos más “comunes”) tienden a aumentar rápidamente. El crecimiento de las nuevas soluciones tiene un impacto doble, la aplicación de los sistemas RFID en nuevos sectores implicará una tendencia de crecimiento mayor y una expansión de la Internet de los objetos.

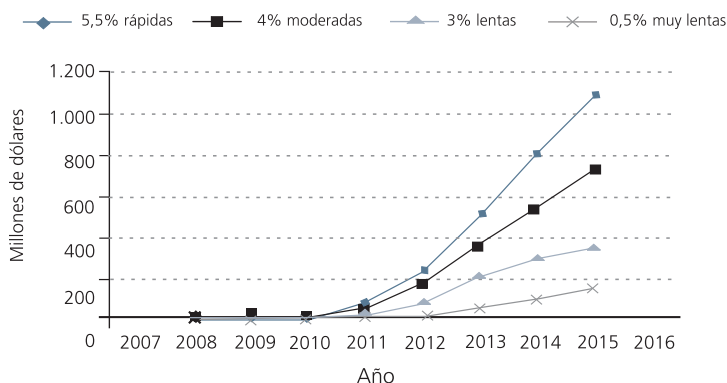
Analizar el crecimiento y las previsiones concretas para el uso de los sistemas RFID puede servir para llegar a hacerse una idea “parcial” del crecimiento que puede alcanzar la Internet de los objetos en el futuro próximo.

Crecimiento de las redes de sensores

Los sensores son cada día mejores, más pequeños, más sofisticados y más económicos. Con estas tendencias, unidas a las miles de aplicaciones prácticas que aporta su uso en diversos sectores, no es de extrañar que esta tecnología esté sufriendo una explosión de crecimiento.

En la actualidad no sólo está aumentando el número de redes, también el tamaño de las mismas. Los avances

Figura 4.2. Crecimiento de las redes inalámbricas de sensores WSN de baja potencia.



Fuente: Elaboración propia.

en esta tecnología están permitiendo crear redes sensoriales de dimensiones extraordinarias (fábricas, ciudades, incluso países o el mundo), que generarán un gran valor para muchos sectores de la sociedad y actividades empresariales.

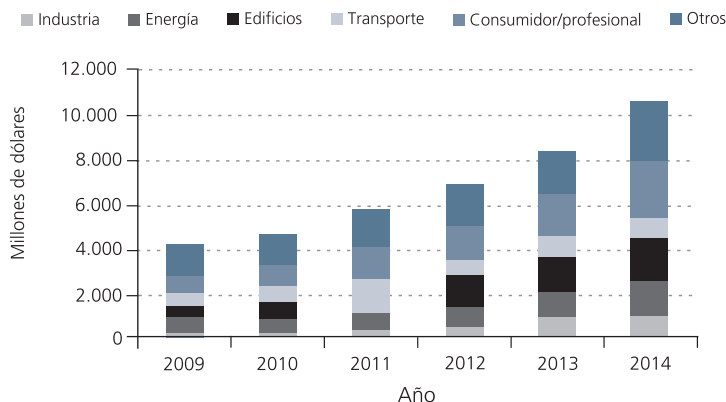
Cada vez más objetos dispondrán de su propia red de sensores como, por ejemplo, maquinaria industrial, electrodomésticos, teléfonos móviles, etc. De acuerdo con el crecimiento experimentado en los últimos años y las previsiones futuras, la inversión en redes de sensores se disparará en los próximos años.

Crecimiento en el número de dispositivos conectados

No todos los sistemas integrados en la Internet de los objetos están formados por objetos conectados a Internet, pero muchos objetos inteligentes sí que lo están, sobre todo objetos inteligentes personales de uso cotidiano.

Recientes estudios prevén que en el año 2020, los ciudadanos estadounidenses tendrán alrededor de 20 dispositivos/objetos conectados por persona

Figura 4.3. Crecimiento de los dispositivos conectados a Internet clasificados por tipos.



Fuente: Elaboración propia.

(incluyendo ordenadores, discos multimedia, lectores de libros, teléfonos, tabletas, etc.), la mayor cifra en el mundo. En el resto de países será significativamente menor. A pesar de las previsiones de crecimiento agresivo, los objetos conectados aún no están pensados para “todo el mundo”. Para ampliar su mercado, los objetos conectados todavía deben mejorar en muchos aspectos, como la facilidad de uso y el precio.

Crecimiento conjunto

Después de analizar por separado el crecimiento de dos de las principales tecnologías en las que se apoya la Internet de los objetos actual y el crecimiento de los objetos conectados, tenemos referencias suficientes para apoyar las múltiples previsiones realizadas por consultorías, gobiernos y expertos independientes, los cuales pronostican que en las próximas décadas el crecimiento de la Internet de los objetos será enorme. Lo que deriva en una tendencia de crecimiento en el número de sistemas

implantados, beneficios generados y número de sectores industriales y segmentos de nuestra sociedad que sumarán a la aplicación de estas tecnologías.

Asimismo, hay que tener en cuenta ciertos factores que pueden resultar relevantes para condicionar de un modo u otro el crecimiento de la Internet de los objetos, como por ejemplo:

- **Legislación:** determinados sistemas de la Internet de los objetos manejan datos personales de ciudadanos o se implantan bajo entornos que requieren de cierto control legal (Administración Pública, sanidad, banca, etc.). Por varios motivos, los países deben desarrollar una nueva legislación que proteja a los ciudadanos y su privacidad. En la agenda de muchos países desarrollados se encuentra establecer los límites legales a los que deben acogerse los nuevos sistemas.
- **Estandarización:** aún hace falta una adopción de estándares en muchos campos relativos a la Internet de los objetos, para que entre otras cosas los distintos sistemas puedan comunicarse y trabajar de forma conjunta. Por el momento, buena parte de los sistemas que se han desarrollado utilizan tecnologías estandarizadas, pero sus comunicaciones y procesos internos siguen haciéndose sin seguir unas normas comunes. Este es un tema importante sobre todo si en un futuro se espera que los objetos trabajen de una manera conjunta. Parece que por el momento la falta de cierta estandarización no está afectando demasiado a las perspectivas de crecimiento global de la Internet de los objetos. Sin embargo, se teme que en un futuro se puedan originar “guerras comerciales” por la adopción de los estándares propuestos por distintas empresas y fabricantes (algo que suele ocurrir con bastante frecuencia en el sector tecnológico).

4_2 Modelos de negocio

Todos los sistemas que rodean a la Internet de los objetos servirán para generar una oleada de nuevos modelos de negocio. Según los informes de varias consultoras y entidades (entre ellos la prestigiosa consulta y gestora McKinsey) con la implantación de la Internet de los

objetos surgirán nuevas oportunidades de negocio. Para simplificar las cosas, clasificaremos estos nuevos modelos en dos grandes categorías: **información y análisis y automatismo y control.**

Información y análisis

Actualmente, hay muchos datos sobre los consumidores recorriendo Internet, cuando muchos de nuestros objetos y de los que nos rodean sean capaces de recopilar datos y de conectarse a Internet, la cantidad y el tipo de datos en la red será considerablemente superior. Varios de estos datos resultarán de especial importancia para las empresas, ya que con el análisis apropiado pueden revelar patrones de comportamiento, hábitos de consumo, tendencias, etc. Varias empresas están estudiando la mejor manera de recopilar y procesar datos de los compradores y potenciales clientes.

Otras aplicaciones que entran dentro del área de información y análisis consisten en la implantación de redes de sensores en objetos, tales como maquinaria industrial, infraestructuras o incluso personas. Este tipo de negocio persigue recopilar de una forma eficiente datos en tiempo real. Normalmente, el análisis de estos datos se aplicará para diferentes propósitos dependiendo del objeto monitorizado: mejorar el rendimiento, control de recursos, control médico, etc.

Algunos modelos de negocio emplean la información recopilada por sus redes de sensores u objetos inteligentes para modificar las reglas que en la actualidad se emplean en el alquiler de bienes y el consumo de servicios. Con la información generada por monitorización constante puede realizarse un seguimiento preciso del uso del bien alquilado, permitiendo al cliente pagar por el uso que le ha dado. **Este paradigma puede marcar una tendencia en la transformación de ciertos productos en servicios.**

Las redes implantadas pueden adaptarse a muchos factores, tamaño de la red y de los sensores, características del medio, condiciones de comunicación, etc. La cantidad de parámetros que se puede monitorizar crece cada día debido a los numerosos avances tecnológicos en los sensores.

Automatismo y control

La otra gran categoría que se ha utilizado para clasificar los procesos de negocio derivados de la Internet de los objetos es el automatismo y control. La idea básica consiste en integrar sistemas inteligentes que sean capaces de gestionar de una manera más automática maquinaria industrial, procesos de producción, tareas de negocio, etc. Los sistemas en la categoría de automatismo y control se pueden, a su vez, subdividir por su objetivo; los que persiguen la **optimización de procesos** y los que se centran en la **optimización de recursos**.

- **Optimización de procesos.** La utilización de objetos inteligentes y redes de sensores puede ser un gran aliado en la optimización de los diferentes procesos que rodean a un negocio. La aplicación de estos sistemas es capaz de resultar útil tanto en la producción industrial a gran escala como en los pequeños negocios.

La comunicación entre objetos suele utilizarse para ahorrar tiempo y automatizar tareas, según el tipo de negocio esto puede repercutir en un aumento del ritmo de producción, una mayor capacidad para atender a más clientes en menos tiempo, ofrecer un mejor servicio, etc.

- **Optimización de recursos.** El mejor aprovechamiento de los recursos supone una ganancia para cualquier empresa. Varios de los sistemas reunidos en la Internet de los objetos pueden resultar de mucha utilidad para realizar una gestión de recursos más eficiente, un buen ejemplo de ello son los contadores inteligentes, que regulan de una manera inteligente el consumo eléctrico. Pero la optimización no tiene por qué limitarse sólo a recursos energéticos, existen sistemas que mejoran el control sobre las materias primas dentro de una fábrica, u objetos inteligentes que controlan el uso que se les da a los recursos de la empresa, maquinaria, vehículos, etc.

Dentro de las posibilidades ofrecidas cabe destacar; las tecnologías para la automatización de pagos y las nuevas formas de interacción con los clientes, por medio de objetos inteligentes.

4_3 Expansión

Podríamos decir que existen varios “niveles” de participación en la Internet de los objetos. No es lo mismo ser fabricante de redes de mini sensores, que desarrollar software de procesamiento de datos, pero ambas actividades tiene que ver entre sí. De una forma u otra todos los países desarrollados están “introduciéndose” en la Internet de los objetos, o puede ser que la Internet de los objetos se está introduciendo en ellos, dependiendo del punto de vista.

4_3_1 Investigación + desarrollo e implantación pública

La investigación, el desarrollo y la implantación de sistemas pertenecientes a la Internet de los objetos suelen ser de ámbito público o público-privado. Una parte considerable de estas iniciativas está relacionada con las llamadas ciudades inteligentes.

El parlamento Europeo aprobó oficialmente el desarrollo de la Internet de los objetos, fomentando el desarrollo de tecnologías con dicha resolución.

El programa marco 2010 ha financiado tres grandes proyectos relacionados con el paradigma de Internet de los objetos. Estas financiaciones también se realizan a nacional, cada año se aprueban nuevos proyectos en los que también participan empresas de ámbito privado. Ya son muchos los países europeos en los que se pueden ver ciudades que acogen proyectos de lo más innovador, los enfoques actuales están relacionados con el ahorro energético, reducción de la contaminación y la mejora de los servicios que se ofrecen a los ciudadanos, transporte, salud, etc.

Como veremos en el Capítulo 6, en nuestro país hay varios proyectos muy ambiciosos puestos en marcha que pretenden convertir a varias ciudades de nuestra geografía en ciudades inteligentes. También resulta común que algunos ayuntamientos promuevan concursos de ideas, en los que empresas, centros de innovación y universidades proponen sistemas innovadores para dotar de más inteligencia a la ciudad, los sistemas ganadores suelen ponerse en marcha como implantaciones piloto.

Las ciudades con un mayor desarrollo tecnológico se encuentran en Asia en países como Japón y Corea del Sur. A lo largo de los últimos años, se han implantando cuantiosos sistemas inteligentes, tanto en ámbitos públicos como privados, estos sistemas facilitan muchas de las tareas cotidianas de los ciudadanos, acceso al transporte, realizar pequeñas compras, reciclaje, etc.

4_3_2 Uso comercial

Nos referimos aquí a empresas que utilizan la Internet de los objetos para desarrollar sistemas que mejoren sus procesos de negocio con el fin de obtener algún beneficio. En la mayoría de las ocasiones se trata de grandes empresas o multinacionales, pero no es el único caso, cada vez aparecen más iniciativas de pequeño nivel.

Normalmente, son las empresas más punteras entre las que se encuentran las multinacionales americanas y asiáticas las que más presupuesto dedican a la investigación de nuevos sistemas tecnológicos, con la esperanza de que les sean útiles para mejorar sus procesos de negocio; mejorar la producción, optimizar la energía, controlar la distribución, evitar la falsificación, etc.

Pero contrariamente a lo que se pueda pensar, el desarrollo de un sistema enmarcado en la Internet de los objetos no tiene por qué suponer un gran desembolso de dinero. En los países desarrollados, cada día aparecen más pequeñas y medianas empresas que se embarcan en el desarrollo de sus propios sistemas inteligentes.

4_3_3 Productores de sistemas y objetos

Compañías que han incluido en sus líneas nuevos productos que por sus características técnicas son considerados como objetos inteligentes como, por ejemplo, electrodomésticos o sistemas de seguridad.

Las grandes y medianas empresas de tecnología están investigando el desarrollo de nuevos productos que incorporen inteligencia y comunicación con otros objetos. Esta tendencia aún resulta algo tímida, pero se prevé que irá cobrando fuerza en los próximos años. Pronto los principales fabricantes de electrodomésticos incluirán sistemas inteligentes en muchos de sus productos.

Pequeñas empresas y emprendedores de todo el mundo están desarrollando nuevos objetos inteligentes a pequeña escala, por el momento casi todos los objetos son de carácter social y/o entretenimiento. Algunos de estos objetos parten de muy buenas ideas, por lo que pueden tener un gran impacto comercial.

4_3_4 Productores de tecnología base

Se trata de productores de sistemas y tecnologías relacionados. Hay muchas empresas que se dedican a la producción de componentes tecnológicos y electrónicos que han optado por añadir nuevas líneas de producción, etiquetas RFID, lectores, mini computadores, sensores, etc.

La mayor parte de las “materias primas” para la construcción de sistemas, se está produciendo en Estados Unidos y China. El gobierno chino ya ha mostrado de forma firme su idea de convertirse en un referente mundial en la producción de tecnología para la Internet de los objetos. La motivación transmitida desde China por la Internet de los objetos probablemente sea la más fuerte que se haya visto hasta el momento. El Primer Ministro chino Wen Jiabao se ha referido a la Internet de los objetos como una de las áreas clave de la industria en su país, contemplando el plan del gobierno muchos aspectos de apoyo a esta nueva industria, como potenciar los nuevos talentos empresariales y emprendedores.

5_Un adelanto de la IOT: Los dispositivos móviles avanzados



5_1 ¿Qué es un smartphone?

El avance de tecnología dentro del sector de los teléfonos móviles ha hecho que estos dispositivos cada vez posean características más avanzadas. Características que los capacitan para desarrollar un mayor número de tareas: alta capacidad de computación, sensores de luz, sonido y movimiento, receptores GPS, cámaras, lectores RFID, conexión a Internet, Bluetooth, NFC, etc.

El teléfono inteligente comúnmente denominado “smartphone” se ha convertido en un fenómeno emergente tanto para uso personal como empresarial. El ahorro de energía en sus procesadores, los sistemas operativos móviles de nueva generación y la conexión a Internet de banda ancha han mejorado la productividad e impulsado la popularidad de estos dispositivos.

El smartphone resulta de la convergencia entre los teléfonos móviles y las PDA. Hay una serie de características concretas que deben estar asociadas a un teléfono móvil para que sea considerado un smartphone: alta capacidad de procesamiento, un sistema operativo con cierta potencia, (los más extendidos: Windows Mobile, Android, iPhone OS, Symbian, BlackBerry OS) y ofrecer varios mecanismos de comunicación como Bluetooth, Wi-Fi, etc. Cada generación de nuevos dispositivos móviles suele añadir nuevas características tecnológicas.

Tanto por la buena acogida de los smartphones en la sociedad como por el aumento de sus características técnicas, se ha propiciado que cada vez más este tipo de dispositivos se usen para realizar un mayor número de tareas. Muchas de estas nuevas tareas asociadas a los smartphones están directamente relacionadas con la Internet de los objetos.

5_2 Aplicaciones

Entre las capacidades más difundidas de los teléfonos móviles dentro del contexto de la Internet de los objetos se encuentran el enlace con objetos o servicios y el control o monitorización de objetos.

5_2_1 Enlace con objetos

Los dispositivos móviles pueden reconocer objetos etiquetados con códigos de barras y etiquetas RFID y el teléfono y la cámara pueden colaborar para identificar elementos sin etiquetar como a personas, lugares y demás objetos. Normalmente, la información del objeto reconocido se coteja con un servidor, de esta forma un teléfono puede dar detalles sobre el producto, incluyendo su atributos, origen, precio, garantía, opiniones, manual del usuario, cómo comprarlo o cómo reciclar.

5_2_2 Enlace con servicios

En ocasiones, se utiliza el código de barras o el reconocimiento de objetos para realizar un acceso rápido a un servicio. Por ejemplo, es común que los recursos descargables para teléfonos móviles se identifiquen con un código de barras, escaneando estos códigos con la cámara del teléfono se puede identificar un producto no físico y establecer una conexión con el servidor para iniciar su descarga. Otro tipo de ejemplo de enlace con servicios se puede encontrar en algunos restaurantes japoneses, en los cuales se pueden hacer pedidos seleccionando los objetos mostrados en un cartel con un teléfono móvil.

5_2_3 Reconocimiento de objetos

La extensión de Internet de los objetos promete un mundo más inteligente, donde hay un alto grado de interacción entre personas y objetos. Entre las formas de interacción más básicas se encuentran la solicitud de información sobre los objetos y la ejecución de acciones asociadas a los mismos. Para realizar estas acciones existen varios métodos, actualmente la gran mayoría de ellos se basan en una especie de código integrado en el objeto. Algunos de estos marcadores se pueden analizar mediante diferentes sistemas de comunicación inalámbrica, por ejemplo las etiquetas RFID o Bluetooth, otros sistemas se basan en marcadores visuales que suelen ser analizados utilizando cámaras o escáneres, por ejemplo, códigos de barras o los códigos 2D.

Figura 5.1. Un smartphone reconociendo un código QR asociado a un cubo de basura.



Fuente: Elaboración propia.

Los teléfonos móviles integran, además de cámaras, una amplia gama de canales de comunicación adicionales como Bluetooth, Wi-Fi o infrarrojos. Otros sistemas, no requieren marcadores para reconocer e identificar un objeto sino que lo hacen a través de su apariencia, es decir, utilizando el reconocimiento de objetos visuales de una imagen tomada con la cámara.

Con los sistemas de reconocimiento visual, enfocar un objeto sería suficiente para identificarlo y/o solicitar su información. Si bien esta visión aún está lejos de convertirse en realidad, los recientes avances en el campo de visión por ordenador han dado lugar a métodos que permiten reconocer ciertos tipos de objetos de manera muy fiable y utilizarlos como “enlaces” hacia la información digital. Usar estos métodos de reconocimiento de objetos aporta varias ventajas, por ejemplo ciertos tipos de objetos no son apropiados para colocar marcadores como lugares de interés turístico o grandes edificios.

Este enfoque también ofrece una serie de ventajas a la hora de reconocer un objeto, por ejemplo, podría reconocerse un monumento que está a cientos de metros de distancia pero, incluso si el objeto está cerca, los marcadores pueden ser más prácticos que un código de barras o una etiqueta RFID fijada sobre un objeto. Por ejemplo, en un museo sería difícil tener acceso a la etiqueta o al código de barras si la habitación estuviese llena de gente. Sin embargo, si se pudiese identificar el objeto mediante una foto, la identificación se podría realizar desde cualquier punto de la sala. Además el etiquetado habitual de los objetos es a menudo difícil de lograr. Un ejemplo de ello son los carteles de publicidad en exteriores. Si una empresa anunciante diseña un cartel-enlace debería instalar una etiqueta RFID o Bluetooth en cada panel de publicidad o adjuntar un código de barras a cada uno de ellos, lo que requiere un sistema normalizado y posiblemente un aumento en los costes de instalación y mantenimiento.

El reconocimiento de objetos también cuenta con algunas restricciones. Por ejemplo, en la actualidad, resulta imposible distinguir dos objetos muy similares como dos versiones ligeramente diferentes del mismo producto. Por otra parte, la indexación y la búsqueda visual eficiente entre millones de características constituye todavía un problema sin resolver.

5_2_4 Control de objetos

Los smartphones pueden ser utilizados como mandos a distancia de multitud de “objetos”. En la actualidad, muchos de estos dispositivos permiten su utilización como mandos a distancia en equipos audiovisuales o computadores. Con la evolución de la Internet de los objetos el número de objetos con dispositivos electrónicos embebidos y conectados a la red aumentará enormemente. Por lo que los teléfonos podrían convertirse en un medio para controlar la mayoría de los objetos cercanos o distantes que se encuentren conectados a la red, como las puertas, cerraduras, sistemas de seguridad, luces, aparatos o equipos de oficina.

Cada vez se están elaborando más propuestas de sistemas que permiten controlar objetos remotamente desde dispositivos móviles, una de las ventajas de este control remoto es que puede realizarse tanto de manera “cercana” como a través de Internet. Gran parte de estas propuestas se centran en entornos residenciales, permitiendo establecer conexión con la red doméstica y controlar los dispositivos que la integran desde cualquier lugar.

5_2_5 Monitorización de objetos

Con el creciente número de objetos conectados aumentan también las posibilidades de monitorización de los mismos. En la actualidad, es común que se realicen labores de monitorización desde páginas web o aplicaciones de escritorio pero **con la participación de los smartphones en estas actividades, la monitorización puede realizarse desde cualquier lugar.** El usuario puede recibir las notificaciones rápidamente mediante una aplicación específica o SMS.

Tanto desde el ámbito empresarial como desde la investigación, se están utilizando cada vez más los teléfonos móviles para tareas de monitorización de objetos y redes. Por ejemplo, dentro del ámbito de la salud, hay varios sistemas que dan soporte eficientemente a un gran rango de servicios médicos. Los sensores toman datos de multitud de parámetros médicos; estos sensores se conectan de manera inalámbrica para comunicar sus mediciones al teléfono móvil del paciente y este envía los datos recopilados al servidor. La incorporación de los teléfonos móviles para labores de monitorización en ambientes residenciales resulta muy atractiva y práctica para los usuarios.

En la actualidad, gran parte de los objetos se controlan directamente a través de infrarrojos, Bluetooth u otras tecnologías basadas en ondas de radio. Pero están surgiendo varias propuestas que se apoyan en la publicación en servidores de los controles pertenecientes a los dispositivos, es decir, conectarlos a la Internet de los objetos. Lo que permitiría el descubrimiento y la monitorización de un número ilimitado de dispositivos a través de un único dispositivo móvil, de manera sencilla y desde cualquier lugar.

5_2_6 Comercio móvil

El comercio móvil incluye una gran variedad de actividades relacionadas con transacciones monetarias que se inician o llevan a cabo a través de un teléfono móvil. Estas transacciones incluyen bienes intangibles y tangibles. Ejemplos de bienes intangibles son el software o la información entregada al propio dispositivo móvil en formato digital. Aunque aún no está totalmente extendido hay sistemas para que cierta clase de bienes tangibles puedan ser adquiridos también pagando a través del teléfono móvil, por ejemplo las máquinas expendedores de bebidas, billetes de metro, etc. Los teléfonos móviles se pueden utilizar para una amplia gama de transacciones, ya sea mediante la compra a distancia a través de la red o de manera local en un punto de venta específico.

Los mecanismos de pago utilizados por el comercio móvil son prácticamente iguales a los utilizados en un pago electrónico tradicional:

- Dinero electrónico: Digicash, Cybercoin y Netcash.
- Tarjeta de crédito/débito: es la forma más popular de pago electrónico.
- Pequeños pagos: el precio de la carga es directamente facturado al número de teléfono, normalmente estos pagos suelen hacerse para artículos de pequeño coste.
- e-Check a través de *Automated Clearing House* (ACH): este mecanismo realiza una verificación similar a un cheque de papel ordinario, la verificación activará una transferencia electrónica de fondos. Los e-Check pueden tramitarse más rápido que el papel cheque. Por lo general, implican el uso de ACH.
- Emulación de tarjeta de crédito utilizando tecnología NFC, Visa con el sistema VisaWave, MasterCard con PayPass, etc. Las transacciones con emulación de tarjeta se realizan colocando el teléfono sobre un punto de cobro y tecleando un número secreto en la pantalla del teléfono, de esta forma se verifica la identidad del usuario y se completa la operación.

Por el momento, este tipo de pagos solo están normalizados en países como Japón o Corea, pero se prevé que en los próximos años su uso se extenderá a muchos otros países, entre los que se encuentra España.

Los factores de motivación para el uso de smartphones en el comercio móvil son:

- Conveniencia, los consumidores pueden iniciar la operación en cualquier momento y lugar, según su conveniencia.
- Notificaciones vía SMS o EMS.
- Facilidad de uso, el porcentaje de gente que sabe manejar un ordenador es más reducido que el que sabe manejar un teléfono móvil.
- Ahorro de costes y acceso a mayor número de clientes potenciales. Hoy en día la mayoría de la gente dispone de un teléfono móvil que llevan siempre consigo.

5_3 Características técnicas

5_3_1 Comunicación

Los mecanismos de comunicación inalámbrica más extendidos con los que cuentan los smartphones son Wi-Fi y Bluetooth, aunque no son los únicos. Los dos son estándares de redes inalámbricas y ofrecen conectividad a través de ondas de radio. La principal diferencia entre ellos es el uso “ideal”, Bluetooth surge para sustituir los cables, mientras que la utilización más demandada del Wi-Fi, es la de proporcionar acceso inalámbrico a Internet o redes de área local.

Las características técnicas de ambos estándares los capacitan para realizar descubrimientos e interacción con objetos y servicios pero dependiendo de los objetos o servicios a los que se quiera acceder y del contexto una tecnología se podría perfilar más eficiente y adecuada que la otra.

Bluetooth

Esta tecnología posee un bajo consumo, un alcance corto y velocidades de transmisión moderadamente rápidas. Bluetooth suele utilizarse para proporcionar una conexión inalámbrica punto a punto. Esta tecnología inalámbrica puede utilizarse en cualquier lugar que tenga dos o más dispositivos compatibles. Bluetooth resulta muy útil cuando se pretende realizar una interconexión entre dos o más objetos que están cercanos y no hay

necesidad de transferir datos muy pesados, dentro del mundo de la Internet de los objetos hay muchos objetos que incorporan la tecnología Bluetooth. Esta tecnología resulta adecuada para varios tipos de comunicaciones:

- Comunicarse con objetos cercanos que no son de nuestra propiedad, comunicaciones en las que se intercambie información poco pesada, y sea lógico estar cerca del punto de suministro para consumir sus servicios, estas comunicaciones suelen tener un carácter esporádico. Por ejemplo un servidor de información de productos en un centro comercial.
- Conexiones ininterrumpidas con objetos cercanos que sean de nuestra propiedad, por ejemplo un brazalete que mide las pulsaciones podría estar sincronizado vía Bluetooth con el teléfono móvil.

Wi-Fi

Dependiendo del caso las conexiones Wi-Fi pueden establecerse hasta más de 100 metros de distancia de un nodo. Actualmente, Wi-Fi es también la comunicación base de muchos productos electrónicos y electrodomésticos, lo que permite que se incorporen a la red doméstica o proporcionarles acceso a Internet. Dentro del mundo de la Internet de los objetos hay muchos objetos que incorporan esta tecnología y resulta adecuada tanto para la interacción puntual con un objeto, como para la creación de redes en las que varios objetos necesitan comunicarse entre sí de manera continuada. Prácticamente todos los objetos que se conectan a Internet cuentan con esta tecnología, la conexión a la red de estos objetos aporta la ventaja de que puedan ser controlados o monitorizados desde fuera del hogar a través de servidores remotos.

NFC-Near Field Communication

Esta tecnología permite comunicar de manera segura dos dispositivos que están muy cerca entre sí. Las aplicaciones de NFC son muy variadas, desde hace varios años se utiliza en algunos países (principalmente Japón y Corea) para diversos fines, uno de los más populares es la utilización de los teléfonos móviles como “monederos digitales” para realizar pequeños pagos de manera sencilla en lugares como cafeterías, transporte público,

parquímetros, peajes o máquinas expendedoras. Los usuarios parecen estar de acuerdo en que este mecanismo resulta más cómodo y rápido que una tarjeta de crédito tradicional. Una de las cualidades técnicas que cabe destacar en esta tecnología es la posibilidad de leer y escribir etiquetas (similares a las RFID), permitiendo que el teléfono actúe como un identificador de objetos o servicios. La posibilidad de escribir las etiquetas habilita que la comunicación se realice en ambas direcciones, característica que ha dado lugar a diversas aplicaciones que permiten simplificar procesos cotidianos como, por ejemplo, hacer un pedido en un restaurante simplemente acercando el móvil a una póster NFC con la foto del producto deseado. Actualmente no es muy común ver esta tecnología en los teléfonos móviles europeos pero los fabricantes más importantes ya han manifestado su intención de comenzar a integrar NFC de forma habitual en sus nuevos dispositivos.

5_3_2 Cuarta generación 4G

4G son las siglas de la cuarta generación de dispositivos de telefonía móvil. Está basada en la tecnología IP y provee velocidades de acceso de 100 Megabits/segundo y 5 Gigabits/segundo, lo que supone un aumento considerable en la velocidad de transferencia de datos respecto a anteriores generaciones.

Gracias al aumento en la velocidad y calidad, los dispositivos 4G podrán soportar un mayor número de servicios, incluso aquellos que requieran de altas capacidades de transferencia de datos como por ejemplo, la banda ancha, la Televisión HDTV, etc.

5_3_3 Sistema de posicionamiento global GPS

GPS son las siglas de *Global Positioning System*, que se traduce al español como sistema de posicionamiento global. Este sistema permite determinar la posición de un objeto equipado con un chip GPS con pocos metros de error. El sistema GPS fue desarrollado y es propiedad del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Prácticamente todos los smartphones están dotados de tecnología GPS y según los estudios, uno de cada cinco usuarios utiliza con frecuencia algún tipo de servicios de localización. Tanto el número de aplicaciones que utilizan servicios de geolocalización como su cantidad de usuarios, han crecido mucho en poco tiempo y según las previsiones lo seguirán haciendo en el futuro próximo.

5_3_4 Cámara-realidad aumentada

La cámara de los teléfonos móviles ya no se utiliza solo para hacer fotos o vídeos, la realidad aumentada no es una tecnología nueva, pero ha sido durante el último año cuando las aplicaciones que utilizan esta tecnología se han hecho un merecido hueco en el mercado de las aplicaciones para teléfonos móviles.

La realidad aumentada consiste en añadir información virtual a la información real, a diferencia de la realidad virtual, la realidad aumentada no sustituye la realidad física sino que le añade más información.

La mayoría de aplicaciones que utilizan la realidad aumentada en los teléfonos móviles modifican en tiempo real la visión que se está obteniendo a través de la cámara, añadiendo nuevos textos, imágenes y objetos tridimensionales.

Según varios estudios, la realidad aumentada ofrece tecnología con un impacto muy positivo en un alto porcentaje de los usuarios, es muy intuitivo para los usuarios y genera un grado de satisfacción sorprendente.

Un ejemplo de aplicación para móviles que utiliza esta tecnología es el navegador Layar, que permite acceder a información sobre un lugar, un edificio o un monumento. Simplemente apuntándolo directamente con la cámara. La información aparece en la pantalla del teléfono móvil sobreimpresionada a la imagen que la cámara de fotos está capturando.

Esta tecnología tiene muchas áreas de aplicación como entretenimiento, simulaciones, apoyo a tareas, publicidad, turismo, arquitectura, etc.

Figura 5.2. Navegador de realidad aumentada Layar.



Fuente: www.layar.com.

5_4 Perspectivas de crecimiento

El mercado de los smartphones lleva ya varios años experimentando un fuerte crecimiento, cada año las ventas aumentan de manera considerable. No sólo aumentan las ventas sino también las características técnicas y el número de utilidades.

Los teléfonos móviles se han convertido en un elemento indispensable para la mayoría de la población, los constantes avances técnicos llevan a mejorar las características de los dispositivos cada pocos meses. Según las previsiones de varias consultoras, el año 2012 se cerrará con aproximadamente 300 millones de smartphones en el mundo, el doble de los que había hace cuatro años.

En el pasado han sido muchos los factores que han impulsado el mercado de los smartphones, como las redes sociales, los contenidos multimedia y, por supuesto, las tiendas de aplicaciones. **Estas han sido**

probablemente uno de los factores con más impacto, la mayor tienda de aplicaciones recibe una media de 13.000 nuevas cada mes, durante el 2010 las venta de aplicaciones en móviles ha generado más de 2.000 millones de dólares, lo que supone un crecimiento de más del 100% respecto al año anterior.

Parecer ser que los smartphones serán una pieza clave en el futuro de la Internet de los objetos, la aceptación masiva de esta tecnología está llevando a muchos fabricantes a apoyar sus sistemas en la utilización de smartphones. En el futuro, las funciones de estos dispositivos abarcarán decenas de nuevos tipos de tareas, que irán desde realizar pagos cotidianos hasta controlar los objetos inteligentes de nuestra casa.

5_5 El futuro del smartphone

A juzgar por lo ocurrido durante los pasados años, lo más probable es que los smartphones actuales cambien radicalmente en el futuro próximo. Puede que algunas de las predicciones sobre cómo serán estos dispositivos parezcan cosa de ciencia ficción, pero hace diez años prácticamente nadie se hubiese creído que los teléfonos móviles serían capaces hacer lo que hacen hoy en día.

- **Ordenadores de bolsillo:** los fabricantes están tendiendo a construir cada vez dispositivos más potentes, en poco tiempo serán capaces incluso de ejecutar aplicaciones de software muy complejas. Pronto la potencia de los smartphones será equiparable a la de un ordenador portátil actual.
- **Conectando dispositivos y servicios:** el intercambio de datos evolucionará hacia un intercambio más completo, que contemple aplicaciones móviles, archivos multimedia, configuraciones, etc. Los smartphones serán los clientes principales de muchos nuevos servicios específicos de contexto ubicados en la nube. Nos permitirán acceder a la información de una forma rápida y sencilla, utilizando el contexto captado por los sensores, cámaras y GPS. Por ejemplo, será posible conocer toda la información sobre un producto solamente enfocándolo con la cámara. No es que los

nuevos servicios sean innovadores ya que muchos de ellos existen en la actualidad, lo realmente sorprendente será la forma de acceder a ellos.

- **Conectado objetos:** los smartphones serán capaces de comunicarse con un gran número de objetos inteligentes de nuestro entorno. Las aplicaciones embebidas en los objetos físicos se sincronizarán fácilmente con los smartphones, permitiendo su control y la ejecución de determinadas tareas. La variedad de objetos con los que serán capaces de interactuar cubrirá una amplia gama de aspectos, que irán desde servicios públicos como los parquímetros, hasta objetos cotidianos como el televisor.
- **Más realidad aumentada:** en el futuro veremos cómo aumenta la cantidad y la calidad de aplicaciones móviles que utilizan la realidad aumentada.
- **Nuevos tipos de sensores:** además de los sensores de luz y posición se añadirán escáneres de retina y de huellas dactilares, sin duda, útiles para la verificación de usuarios. Actualmente, los smartphones pueden realizar actividades que requieren una verificación segura, como la emulación de tarjetas de crédito. Varios análisis predicen que en el futuro estos dispositivos funcionarán como “llaves” para nuestros vehículos y nuestros hogares.
- **Revolución en la imagen: mini proyectores, tecnología 3D y pantallas holográficas:** las dos primeras tendencias han empezado a dejarse ver en algunos terminales, para la última tendremos que esperar aún varios años.
- **Control por gestos y voz:** las mejoras en el control de los smartphones a través de gestos corporales y comandos de voz serán más que evidentes.

Seguramente los futuros smartphones dispondrán de más características y funcionalidades que a día de hoy resultan imposibles de predecir.

6_Ciudades inteligentes



6_1 Introducción

Con el término ciudades inteligentes del inglés “Smart Cities” nos referimos a la implantación de inteligencia distribuida y otros sistemas tecnológicos pertenecientes a la Internet de los objetos en la ciudad, de forma que las “cosas” (infraestructuras, señales, farolas, etc.) puedan actuar de un modo inteligente. Esta inteligencia no suele concebirse de un modo global, sino que suele aplicarse en sistemas reducidos dentro de la ciudad que actúan sobre campos concretos, aunque se pretende que estos sistemas sean capaces de comunicarse entre sí para lograr una mayor eficiencia.

El inicio de la transformación de ciudad tradicional a ciudad inteligente comienza con la implantación del primer sistema inteligente, lo más normal es que después le sigan más sistemas, que operen en otros ámbitos. El proceso de transformación en ciudad inteligente puede no tener final, al menos desde el punto de vista conceptual, ya que siempre podrán añadirse más sistemas que favorezcan de alguna forma alguna de las muchas actividades que se realizan en la ciudad. Además, el rápido avance en las tecnologías de la Internet de los objetos siempre está permitiendo construir nuevos tipos de sistemas más sofisticados y mejorar los ya existentes.

Los campos donde se pueden aplicar los sistemas inteligentes dentro de una ciudad son muchos: eficiencia del transporte urbano, seguridad ciudadana, gestión de tráfico, gestión de aparcamientos, cuidado de monumentos, apoyo del sector turístico, gestión de residuos, ahorro de energía, etc.

Los objetivos que se persiguen con las ciudades inteligentes son muy numerosos, pero si quisiéramos resumirlos en varias ideas generales podrían ser estas: se busca facilitar la vida de los ciudadanos, aumentar y mejorar los servicios que ofrece la ciudad y automatizar parte de los sistemas haciéndolos más eficientes.

La incorporación de sistemas inteligentes a la ciudad aporta ventajas tanto a la Administración Pública como a los ciudadanos. Desde el punto de vista de la Administración, el aumento de autonomía y eficiencia en los recursos que gestiona genera ventajas como la reducción del gasto a la vez que es capaz de ofrecer más y mejores servicios, se trata de reducir el gasto mediante la optimización. Desde el punto de vista de los ciudadanos, las ventajas dependen del tipo de los tipos de sistemas que se hayan implantado, la mayoría de ciudades comienzan por aplicar la inteligencia en los servicios más demandados por los ciudadanos para que así el impacto en la ciudad sea mayor; estos servicios suelen ser el transporte público y el tráfico. No obstante, los nuevos sistemas también serán muy útiles para otras iniciativas de mucha importancia que se quedan fuera de lo ampliamente demandado como, por ejemplo, mejoras para los colectivos reducidos, facilitar el acceso a servicios a personas con limitaciones y el cuidado del medioambiente.

6_2 Iniciativas

Hay varios sistemas en funcionamiento y prototipos implantados en ciudades a lo largo de todo el mundo que hacen que estas sean consideradas como inteligentes.

La Unión Europea lleva unos años apostando por mejorar la eficacia energética de las ciudades, el mejor aprovechamiento de las energías es una característica clave que se persigue en las ciudades inteligentes. El Plan Estratégico de Tecnología Energética contempla la inversión para convertir en ciudades inteligentes a varias ciudades europeas, la preocupación por el gasto poco eficiente de energía en las ciudades tiene mucho sentido, ya que se estima que las ciudades consumen casi la mitad de la energía eléctrica producida en el mundo. Por ello, no ha de extrañar la actual carrera de las Administraciones Públicas por convertirlas en ciudades “inteligentes” y más ecológicas.

A continuación, vamos a introducir algunas de las iniciativas de distintas clases que se están llevando a cabo en varias ciudades Españolas.

En nuestro país la implantación de ciudades inteligentes se encuentran en las primeras fases de desarrollo, pero las primeras impresiones dejan ver que los sistemas desarrollados resultan de lo más prometedor.

Málaga Smart City⁸

El proyecto Smart City de Málaga, con el que se pretende implantar un nuevo modelo de ciudad sostenible, que se exportará a otras ciudades españolas, es un proyecto de más de 30 millones de euros, pionero en nuestro país y de gran importancia a nivel mundial. Proyectos en la misma línea se han implantado en Estocolmo, Dubái, Malta, Ohio, Colorado o Chicago.

Con este proyecto se plantea un nuevo modelo de gestión energética en las ciudades, con el objetivo de conseguir un ahorro energético del 20%, una reducción de las emisiones de CO₂ de 6.000 toneladas al año y un aumento del consumo de energías renovables.

Según han estimado expertos nacionales e internacionales de los sectores TIC y energético, Málaga se convertirá en los próximos años en una ciudad pionera en ahorro de energético y un referente a nivel mundial. Este proyecto ha resultado ganador dentro de la categoría de "Utilily of the Year 2011" y "Enterprise Systems & System Integration".

El proyecto está liderado por Endesa, en colaboración con Enel, y en el que también participan otras nueve empresas (Green Power Tech, Isotrol, IBM, Sadiel, Acciona, Ingeteam, Ormazabal, Telvent y Neometrics) y centros de investigación, universidades y la Administración Pública. Además, en el uso del proyecto hay implicados: 300 clientes industriales, 900 servicios y 11.000 clientes domésticos.

Se ha elegido la ciudad de Málaga porque esta reunía todos los requisitos necesarios para llevar a cabo el proyecto con éxito: potencial de crecimiento, amplias capacidades tecnológicas, fuerte presencia de Universidad y empresas, excelentes infraestructuras eléctricas y el apoyo decidido de las Administraciones Públicas.

⁸ www.smartcitymalaga.es.

Para cumplir los objetivos se ha llevado a cabo una integración óptima de las fuentes renovables de energía en la red eléctrica, acercando la generación al consumo a través de varias iniciativas como la instalación de paneles fotovoltaicos en edificios, el uso de microgeneración eléctrica y el uso de sistemas microeólicos. El proyecto incluye la utilización de novedosos sistemas de almacenamiento energético en baterías, de manera que parte de la energía almacenada podrá ser consumida después en el alumbrado público. También se potenciará el uso de coches eléctricos, con la instalación de puntos de recarga y la implantación de una flota de vehículos.

En este proyecto todos ciudadanos tienen su parte de implicación, utilizando en sus hogares los nuevos contares inteligentes para facilitar un consumo más sostenible. Además, la instalación de sistemas inteligentes y de sistemas avanzados de telecomunicaciones y telecontrol permitirán actuar en tiempo real y de forma automática sobre la red de distribución, haciendo posible una nueva gestión de la energía y potenciando la calidad del servicio.

SmartSantander⁹

La Universidad de Cantabria y Telefónica encabezan un proyecto para convertir la ciudad de Santander en una ciudad inteligente.

SmartSantander ha sido uno de los cinco grandes proyectos integrados que ha aprobado la Comisión Europea dentro de su VII Programa Marco de Investigación, con un presupuesto de 8,6 millones de euros.

El objetivo es diseñar, desplegar y validar en la capital de Cantabria y su entorno una plataforma constituida por más de 20.000 dispositivos, entre sensores, captadores, actuadores, cámaras y terminales de móviles, capaces de ofrecer información útil a los ciudadanos. **Se basará en una implementación real de la Internet de los objetos en un entorno urbano.** El núcleo de la instalación se ubicará en la ciudad de Santander.

⁹ www.smartsantander.eu.

Uno de los principales objetivos del proyecto es el de impulsar la experimentación entre la comunidad científica, los usuarios finales y los proveedores de servicios a fin de reducir las barreras técnicas y sociales que impiden que la Internet de los objetos se convierta en una realidad cotidiana de nuestras ciudades.

El proyecto SmartSantander abordará una amplia gama de aplicaciones específicas. Las áreas de aplicación serán seleccionadas en base a su nivel de impacto potencial sobre los ciudadanos, así como para exhibir la diversidad, la dinámica y la escala. Se está pretendiendo que el proyecto resulte atractivo para todos los actores involucrados: la industria, los usuarios y demás entidades que estén dispuestas a utilizar las instalaciones experimentales para la implementación y evaluación de nuevos servicios y aplicaciones.

Los dispositivos que se desplegarán forman parte de la llamada Internet de los objetos, un espacio virtual en el que los objetos se comunican entre sí y transmiten información útil.

Utilizando la información recolectada, con esta plataforma se espera dar multitud de nuevos servicios a los ciudadanos. Aunque el proyecto todavía se encuentre en desarrollo, algunos de los servicios que se han adelantado a modo de ejemplo son información sobre el tiempo, el tráfico, transporte público, estado de las playas y el nivel de gramíneas en el aire.

Recientemente se han comenzado a instalar algunas de las primeras redes de sensores que estarán distribuidas por Santander. Los sensores se utilizarán para determinar los aparcamientos libres y ocupados, los investigadores pronto comenzarán a desarrollar aplicaciones prácticas que procesen los datos recogidos, generando servicios útiles para los ciudadanos.

Barcelona SmartCity Premio Internacional

En 2011, se ha realizado la segunda edición del concurso Barcelona SmartCity Premio Internacional. Este certamen ha sido creado para identificar soluciones o proyectos

que contribuyan claramente a la mejora de los servicios municipales para la gestión de la ciudad, con el fin de hacer de Barcelona una “ciudad inteligente”.

Barcelona SmartCity Premio Internacional está organizado por el Ayuntamiento de Barcelona con el apoyo de Barcelona Digital Centro Tecnológico. Admite proyectos que aún no estén en fase comercial y que encajen en las categorías de movilidad urbana en vehículos eléctricos, calidad ambiental y alumbrado público.

Entre otros criterios, los factores que se valoran en un proyecto, son los deseables en cualquier sistema de la Internet de los objetos que pretenda implantarse con éxito en una ciudad: la innovación, la automatización, la mejora de la eficiencia y la calidad de los servicios municipales, la cercanía a los ciudadanos y la sostenibilidad tanto medioambiental como económica de la solución propuesta.

Los proyectos ganadores realizarán un proyecto piloto durante el periodo de un año, además recibirán una subvención económica para su implantación. Concursos como este, son sin duda una excelente forma de obtener buenas ideas, a la vez que ofrece la posibilidad de desarrollar sistemas que hagan a la ciudad más inteligente.

Los sistemas finalista de la primera edición fueron:

- **SIUR (Solución Integral de Infraestructuras Urbanas)**¹⁰: Es un proyecto de innovación urbana que tiene un carácter demostrativo y dos objetivos principales: probar nuevos sistemas de alumbrado público más eficientes e integrar una serie de elementos tecnológicos y servicios, aprovechando la infraestructura que se desarrolla a su alrededor. Con este sistema se optimiza la gestión de los servicios municipales reduciendo considerablemente costes y consumos energéticos. SIUR está en constante evolución y tiene previsto continuar añadiendo nuevos servicios dentro de este proyecto como un punto de información para los ciudadanos, la gestión inteligente de aparcamientos, o la gestión del riego municipal, entre otros. Actualmente está en fase de prueba piloto y está gestionado por un consorcio público-privado formado por varias empresas y el Ayuntamiento de Barcelona.

¹⁰ www.siiur.com.

- **ZoundTracker, de Zolertia:** es un sistema de monitorización del sonido ambiental. La información recogida por sensores instalados en las farolas, se plasma en un mapa para conocer la contaminación acústica de la ciudad en tiempo real.
- **Fast Park¹¹, de Worldsensing:** esta plataforma pretende dotar de inteligencia ambiental a las infraestructuras urbanas. Una red de sensores inalámbricos informará a los ciudadanos sobre el estado general de ocupación de las zonas de aparcamiento. Además permitirá a las autoridades llevar un mayor control y conocimiento de los patrones de movilidad urbana y contaminación.

Madrid: La Ciudad de las Nuevas Tecnologías

El concurso “La Ciudad de las Nuevas Tecnologías” es convocado por el Ayuntamiento de Madrid con el fin de mejorar la ciudad e impulsar el desarrollo de los sistemas tecnológicos que propician la conversión de las ciudades en ciudades inteligentes.

La idea ganadora, además de recibir ayuda económica para contribuir a sufragar sus costes de difusión, podrá contar con el apoyo del Ayuntamiento de Madrid, que valorará sus posibilidades en términos de demanda efectiva, viabilidad real y estrategias de implantación.

Durante la pasada edición esta iniciativa recibió 53 ideas que proponían soluciones tecnológicas que abarcaban diversos sectores como tráfico, energía, comercio electrónico y turismo.

El premio recaló sobre el proyecto **Smart Street Procomún¹²** basado en el proyecto **Gran Vía Procomún¹³** desarrollado para el “Laboratorio Gran Vía” de la Fundación Telefónica. Gran Vía Procomún es un proyecto que caracteriza una zona de la ciudad como un paisaje cultural identificable con los innovadores procesos de auto organización e intercambio generados en Internet. Un paisaje común y compartido, donde cada ciudadano pueda replicar las infinitas iniciativas presentes en la red, partiendo esta vez desde el soporte físico.

¹¹ www.worldsensing.com/fastprk.

¹² <http://ecosistemaurbano.org>.

¹³ <http://ecosistemaurbano.org/granviaprocomun>.

7_Conclusiones



Llegados a este punto todo los lectores se pueden hacerse una idea sobre lo que significa el concepto de la Internet de los objetos y la enorme capacidad que ofrece tanto para crear sistemas novedosos como para optimizar los que ya existen. Para finalizar realizaremos varias reflexiones sobre diversos factores relacionados con la Internet de los objetos.

La Internet de los objetos “práctico” no es la idea original

La realidad de la Internet de los objetos aún está lejos de las ideas originales, donde se pronosticaba un ambiente en el que todos los objetos físicos de nuestro entorno estaban conectados a la red y se comunicaban unos con otros. Puede que ni siquiera haga falta llegar a esta situación, no todos los objetos tienen por qué comunicarse con todos, en la mayoría de los sistemas que se han implementado hasta hoy, los objetos inteligentes que interactúan con otros objetos lo hacen en entornos formados por pocos tipos de objetos diferentes y la mayoría de estos objetos tienen unas funciones muy específicas, es decir, pocos tipos de “conversaciones”. Aún no sabemos si en un futuro lejano llegará el día en el que un objeto pueda “hablar” con cualquier objeto.

Potencial incalculable

Con la cantidad de sistemas que se han implantado y los beneficios de sus usos queda probado que la Internet de los objetos tiene un potencial enorme. Podríamos nombrar muchos tipos de sistemas que se enmarcarían dentro del concepto de la Internet de los objetos, pero **los campos de aplicación real son prácticamente infinitos.**

Desde el punto de vista de una persona, podríamos clasificar los sistemas de la Internet de los objetos en dos grupos: los que se ven y los que no se ven.

- **Sistemas de Internet de los objetos “que se ven”:** son los formados por toda la tecnología que rodea a las personas y se utiliza principalmente para simplificar las tareas que realizamos en la vida cotidiana. Entrarían dentro de esta categoría los objetos inteligentes de nuestra casa u oficina, los sistemas integrados en las ciudades inteligentes, etc. Sabemos que estos

objetos tienen un gran potencial pero aún no hay demasiados disponibles. La tecnología ya permite la fabricación de objetos cotidianos con bastante grado de sofisticación pero quizá los fabricantes todavía tienen un cierto escepticismo y no innovan con nuevos productos por miedo al rechazo de los consumidores. Obviamente, los objetos conectados tendrían unos costes significativamente más elevados que los objetos no conectados. Según varias encuestas y estudios de marketing, un porcentaje alto de la población europea tiende a rechazar los objetos “futuristas” a diferencia de lo que ocurre en los mercados asiáticos donde esta tendencia triunfa. Esto puede deberse a que muchas personas asocian la tecnología con la complicación y el tener que aprender cosas nuevas. Es cierto que esta mentalidad está cambiando poco a poco, sobre todo en las nuevas generaciones, las cuales comienzan a utilizar dispositivos digitales desde niños. Por lo que resulta muy probable que con el paso de los años la gente esté cada vez más abierta a la utilización de objetos inteligentes.

- **Sistemas de Internet de los objetos que “no se ven”:** son todos aquellos que utilizan las empresas y entidades para objetivos propios, como por ejemplo mejorar sus líneas de producción, automatizar tareas industriales, aumentar la productividad en negocios, controlar las cadenas de suministros, aumentar la eficiencia en el uso de recursos, etc. Puede que sea la parte “que no se ve” la que está recibiendo un mayor impulso, esto es debido a que son los sistemas que generan mayores beneficios. Estos sistemas son los menos visibles, ya que las empresas no suelen ir publicando los sistemas que les sirven para generar más beneficios y en muchos casos para otorgarles ventajas frente al resto de la competencia. En la mayoría de las ocasiones, la información pública (si es que hay alguna) sobre las implantaciones de sistemas pertenecientes a la Internet de los objetos en la industria, no contiene ningún detalle significativo. Puede que si nos adentrásemos en una fábrica de un gigante tecnológico y observásemos su funcionamiento técnico veríamos que tiene una gran cantidad de objetos inteligentes conectados, redes de sensores, etc.

Crecimiento exponencial

A lo largo de este libro se han puesto ejemplos sobre varios sectores en los que la utilización de tecnologías de la Internet de los objetos se había convertido un gran aliado, servía para automatizar procesos, averiguar hábitos de consumo, mejorar la eficiencia de las tareas, etc. Debido a las ventajas que aporta la utilización de estos sistemas, el “crecimiento” se suele producir también en las empresas y ciudades que los utilizan.

Buena parte de las tecnologías que se emplean en la construcción de sistemas que entran dentro del concepto de la Internet de los objetos están experimentando una rápida evolución. El número de sistemas implantados está creciendo a un ritmo realmente alto, con pocas tecnologías se ha visto algo parecido.

Sabemos que la Internet de los objetos está ofreciendo oportunidades para la creación de nuevos tipos de negocio y también facilita métodos para modernizar parte de los modelos de negocio ya existentes. En muchos casos, las ventajas están siendo dobles; por una parte, una mayor productividad para la empresa y, por otra, una mejor experiencia por parte de los consumidores. En ocasiones, se hace referencia a la Internet de los objetos como la Internet de los nuevos modelos de negocio, como ya lo fue la web en su día. Con la entrada en escena de los objetos físicos se abre una gran variedad de posibilidades innovadoras y nuevos conceptos.

Lo más seguro es que no ocurra en un futuro inmediato, pero si en unas décadas el crecimiento exponencial de la Internet de los objetos habrá influido en multitud de aspectos de la vida cotidiana de las personas; habrá cambiado la forma de viajar, de hacer la compra, de trabajar, etc. Nos encontramos ante una de las revoluciones más grandes que la sociedad ha sufrido desde hace muchos años, si Internet ya cambió muchos aspectos de la vida de las personas —comunicaciones, relaciones, negocios, etc.—, la Internet de los objetos tendrá un impacto aún más fuerte que abarcará una gran variedad de sectores:

transporte, alimentación, comercio, energía, sanidad, infraestructura, gestión de recursos, etc.

El crecimiento del número de sistemas implantados es rápido, pero lo más probable es que todavía falten muchos años para llegar a ver un mundo donde el uso de este tipo de sistemas se haga de manera masiva, es decir, por un alto porcentaje de la población para realizar un gran número de tareas. A medida que se produzca el esperado abaratamiento de la tecnología necesaria para construir estos sistemas y la mayoría de las empresas de diversos sectores comiencen a ser conscientes de las ventajas que aportan, estaremos un paso más cerca de la gran revolución tecnológica que la Internet de los objetos supone.

Beneficios para todos

Los beneficios para sociedad dependen en gran medida de los sectores donde se apliquen los sistemas de la Internet de los objetos. Aplicándolos a sectores como el reciclaje, la prevención de desastres naturales, la sanidad, la gestión de recursos... se consiguen beneficios para el conjunto de la sociedad.

Lo bueno de esta revolución tecnológica es que a diferencia de otras, ofrece algunos aspectos positivos que serán percibidos por prácticamente todo el mundo. De una forma u otra casi todas las personas podrán beneficiarse de las mejoras en los sectores que incluyan este tipo de sistemas, ya sea implantados en su hogar, en la ciudad, en el hospital, etc.

Un aliado para proteger el medioambiente

Nuestro planeta necesita que las personas fomentemos el cambio medioambiental y por suerte, en muchas ocasiones los sistemas de la Internet de los objetos se aplican a favor del medioambiente, como consecuencia directa de la aplicación de varios de estos sistemas, se produce una reducción de la contaminación y el ahorro de energía y recursos. Esta dirección es la que llevan muchos de los sistemas implantados en las llamadas ciudades inteligentes. En varios de los proyectos que hay a día de hoy repartidos por el mundo, se ha conseguido reducir significativamente la contaminación y controlar el gasto energético.

Temas pendientes

Internet de los objetos todavía tiene varios temas pendientes, aspectos que aún tienen que ser concretados.

Las aplicaciones de la Internet de los objetos pueden abarcar diversas áreas como, por ejemplo, transporte, seguridad, sanidad, compras, seguimiento de bienes, etc. En las aplicaciones de algunas de estas áreas se maneja información de carácter privado sobre personas, información que no debería de ser compartida, ni utilizada por personal no autorizado. Internet de los objetos plantea muchos retos en el marco legal de la privacidad, ¿qué información será considerada como privada?, ¿qué mecanismos de seguridad deben utilizar los desarrolladores de sistemas para otorgarnos confianza y que podamos estar seguros de que nuestros datos personales no serán utilizados por otros?

Otra cuestión de importancia relacionada con el ámbito de la privacidad consiste en controlar el tipo de información que las empresas y entidades extraen sobre las personas. Muchas empresas están constantemente analizando los hábitos de las personas, para tratar de obtener información útil, que les sirva para potenciar sus productos o servicios. Con la Internet de los objetos las posibilidades para extraer información sobre las personas se multiplican, en un futuro hasta los detalles más mínimos podrían quedar "registrados"; cuando cogemos el autobús, qué productos compramos, qué electrodomésticos tenemos en casa, cuándo y cómo los usamos, etc. Por lo tanto, deben establecerse unas barreras legales claras, sobre la recolección y el uso de esta información.

Cuanto más servicios se trasladen a la red más precauciones de seguridad deben tomarse, ya que una mayor cantidad de información está "compartida". Actualmente circula a través de la red mucha información personal como cuentas bancarias, informes relacionados con temas de mucha importancia (renta, nacionalidad...). Dentro de unos años el nivel de información directa e indirecta sobre las personas en Internet será muchísimo mayor, ya que la misión de muchos objetos inteligentes y redes de sensores consiste en la recolección de información. También aumentará de una manera considerable el nivel de dependencia de multitud de servicios tradicionales con la red, por lo tanto, se requieren mecanismos de seguridad muy eficaces que sean capaces de prevenir los ataques de los hackers, los desastres naturales, etc.

Bibliografía



- Alexandra Institute (2011), *Inspiring the internet of things*, eBook disponible en www.alexandra.dk/uk/services/Publications/Documents/loT_Comic_Book.pdf.
- Chaouchi, H. (Ed.) (2010), *The Internet of Things: Connecting Objects*. Wiley-Blackwell.
- Global Trends (2008), "2025: a transformed world", *The Internet of things (background)*. Appendix F, SRI Consulting Business Intelligence.
- Modaresi, M. (2011), *RFID Road: Radio Waves to The Internet of Things and Human-Computer Interaction*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Van Kranenburg, R. (2007), *The Internet of Things*. Network Notebooks 02, Institute of Network Cultures, Amsterdam.
- VV. AA. (2011), *Internet de las cosas*, Novatica, 209 (enero-febrero). ATI, Barcelona.

Enlaces de interés

Engadget: www.engadget.com

Fundación telefónica:

<http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com>

IBM Smartplanet: www.ibm.com/smarterplanet/us/en

Instituto tecnológico de informática: www.iti.es

MarketingRFID: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bits-tream/2099.1/7340/1/M%C3%A1rketing%20RFID.pdf>

McKinsey: www.mckinseyquarterly.com/The_Internet_of_Things_2538

Observatorio Internet de las cosas: www.iot-spain.com

Parlamento europeo: www.europarl.europa.eu

ReadWriterWeb: www.readwriteweb.com

The Internet of things: www.theinternetofthings.eu

Thingmagic: www.thingmagic.com

Pocket Innova

Gestión de la innovación

AUTOR: Juan Vicente García Manjón
ISBN: 978-84-9745-477-3

Gestión del conocimiento

AUTOR: Monserrat Santillán de la Peña
ISBN: 978-84-9745-481-0

Web 2.0

AUTOR: José Luis Marín de la Iglesia
ISBN: 978-84-9745-483-4

Biotecnología

AUTOR: Juan P. Duque
ISBN: 978-84-9745-485-8

Proveedores de conocimiento

AUTOR: Javier González Sabater
ISBN: 978-84-9745-489-6

Hazlo distinto

AUTOR: Santiago Sousa Carreira
ISBN: 978-84-9745-484-1

El ABC de la innovación

AUTORES: Juan Vicente García Manjón y Javier Alfonso Rodríguez Escobar
ISBN: 978-84-9745-492-6

Mercado Alternativo Bursátil

AUTORES: David Carro Meana y Paula Veloso Pereira
ISBN: 978-84-9745-559-6

La actitud innovadora

AUTOR: Antonio Flores
ISBN: 978-84-9745-360-8

Business Angels

AUTORES: Pablo Martínez García y José Gabriel García Ortega
ISBN: 978-84-9745-494-0

Equipos innovadores

AUTOR: Pablo Villanueva Alonso
ISBN: 978-84-9745-558-9

Los activos intangibles y sus retos

AUTOR: Borja Barrutieta
ISBN: 978-84-9745-486-5

Fiscalidad de la I+D+i

AUTOR: Felipe Alonso Murillo
ISBN: 978-84-9745-488-9

I+D+i en Europa

AUTOR: Manon van Leeuwen
ISBN: 978-84-9745-490-2

Start-ups

AUTOR: Isidre March
ISBN: 978-84-9745-458-2

Clusters

AUTOR: Javier García Díez
ISBN: 978-84-9745-572-5

Las 3R de su negocio

AUTOR: Fernando Sáenz-Marrero
ISBN: 978-84-9745-570-2

La empresa conectada

AUTOR: David Ruiz Uceta
ISBN: 978-84-9745-561-9

i-Economía

AUTOR: Javier García, Paco Prieto y Pablo Priesca
ISBN: 978-84-9745-582-4

Eco-innovación

AUTOR: Javier Carrillo, Pablo del Río y Totti Könnölä
ISBN: 978-84-9745-576-3

Web Semántica

AUTOR: Jose Emilio Labra Gayo
ISBN: 978-84-9745-576-3

Para más información visite:
www.netbiblo.com



