Rev. Cienc. Tecnol.
Año 16 / Nº 21 / 2014 / 40-46

Internet del futuro. Desafíos y perspectivas

Future internet: challenges and issues

Trabajo de Revisión

Eduardo O. Sosa[1,*], Diego A. Godoy[2]

1- Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales; Universidad Nacional de Misiones, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina.

2- Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Universidad Gastón Dachary, Av. López y Planes 6511, Posadas, Misiones, Argentina

* E-mail: es@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen

"Internet del Futuro" es llamada a representar dentro de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en un futuro no muy lejano, una batería de conceptos y tecnologías que involucrarán a dispositivos, interfaces y software. Desde la Internet de las computadoras, pasando por la Web 2.0, la tendencia es la ubicuidad y fortalecimiento del nuevo paradigma de la computación "datacéntrica".

En el presente trabajo se analiza la evolución de las tecnologías y conceptos involucrados, fundamentalmente considerando a Internet de las Cosas (IoT), los desafíos e implicancias que conllevan el acceder a ese dominio al cual denominamos Internet del Futuro.

Se concluye que los cambios de paradigmas involucrados envuelven a la sociedad toda, debiendo atenderse los desafíos éticos y tecnológicos a nivel global. Internet de las cosas debe abocarse a mitigar los riesgos en una sociedad donde la información propia debe ser transparente para aquellos actores seleccionados y totalmente invisibles para los demás.

Palabras clave: Internet del futuro; Internet de las cosas; Redes inalámbricas; Ubicuidad; WSN; RFID.

Abstract

In the near future, within the framework of the Information and Communications Technology (ICT), the internet is intended to represent a set of concepts and technologies that will involve devices, interfaces and software. From the internet of computers, through Web 2.0, the trend is ubiquity and the strengthening of the new computing paradigm aimed at "datacentric" networks. This paper analyzes the evolution of the technologies and concepts so far involved in the development of Internet of Things (IoT); also, it analyses the challenges and implications that are in the way to deepen in the domain known as "Future Internet". A conclusion is settled that the change of paradigms involves the whole society, and they must be addressed as ethical and technological challenges worldwide. Internet of things must tackle mitigate risks in a society where its own information should be transparent to those players selected and completely invisible to others..

Keywords: Future internet; Internet of things; Wireless networks; Ubiquity; WSN; RFID.

Introducción

Nadie podía prever hace pocos años el rol que jugaría Internet en nuestros días, convirtiéndose en una de las piedras angulares de nuestra sociedad, siendo elemento fundamental de soporte en las interacciones sociales y económicas a escala global. Todo comenzó como "Internet de las computadoras", una red global de servicios -tales como la WWW- construida en las capas superiores de TCP/IP. La "Suite de Protocolos TCP/IP", comúnmente conocida como TCP/IP por sus dos principales protocolos (Transport Control Protocol e Internet Protocol), es utilizada para comunicarse a través de cualquier conjunto de redes interconectadas (1). Esta suite puede incluir otros protocolos, aplicaciones e incluso los medios de red, siendo ejemplo de ello UDP (User Datagram Protocol), ARP (Address Resolution Protocol) e ICMP (Internet Control Message Protocol), y aplicaciones como TELNET (Telecommunication Network) , FTP (File Transfer Protocol) y RPC (Remote Procedure Call). Han pasado los años y el nuevo paradigma es la "Internet de las personas", con ejemplos concretos como la web social ó Web 2.0 (2), donde el contenido es creado y utilizado por los mismos usuarios.

El término "Web 2.0" se ha convertido en soporte

natural y fundamental con referencia a los patrones de diseño y modelos de negocio referentes a tecnología de Internet y su utilización. El concepto es referenciado a Internet basada en servicios, donde los clientes colaboran y comparten información en línea, aportando así una nueva forma de interacción social. Wikipedia es uno de los mejores ejemplos de sitios web que han nacido, quién sabe si al amparo de este concepto, o como motor de él, dado que su contenido es producido, editado, organizado y traducido por los propios usuarios (3).

Una serie de conceptos y tecnologías (infraestructuras, dispositivos, software, etc.) se enlazan indefectiblemente con "Internet del Futuro" y conforman la tendencia de las Tecnologías de Información y Comunicación en los años venideros. El tema primordial a considerar es Internet de alta velocidad con acceso ubicuo. Con ello se habilitarán nuevas formas de interacción con el mundo digital. A modo de ejemplo, vale nombrar que a inicios de Octubre de 2012 los usuarios de Facebook alcanzaban los 1.000 millones de suscriptores, de los cuales 20 millones son de Argentina. Facebook es el sitio con mayor audiencia de los usuarios argentinos (4), conformando solamente el 1,7% del tráfico global a los contenidos del sitio mencionado.

En el futuro, el rol de Internet será más evidente a medida que más actividades basadas en la red lleguen, para quedarse, a nuestra vida diaria. Hoy Internet es indispensable. Los usuarios jóvenes la utilizan como bandera generacional y buscan continuamente instrumentarla de acuerdo a sus preferencias. Internet como la conocemos, un modelo de capas, permite a los usuarios innovar dentro de cada una de las capas sin intervención central, aplicando toda la inteligencia de la red en los extremos de cada enlace, y no en la red misma. Internet ha sido creada como una plataforma para innovaciones. Probablemente, Internet en el futuro poco se parecerá a la que conocemos hoy.

Si bien parece ser un término de la jerga técnica, la computación ubicua es un modelo posterior de la interacción persona-computadora de escritorio, y es un término ya utilizado por Mark Weiser en la década de 1990 (5). Esta permite acceder a nuevos contenidos; fundamentalmente aquellos generados en escenarios conformados por innovadores modelos de negocio adaptados a este nuevo paradigma.

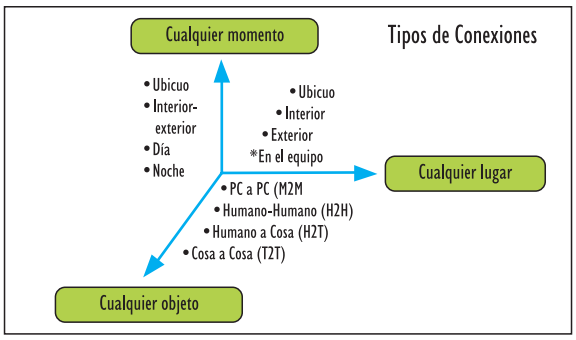
La investigación sobre "Internet del Futuro", de una manera creciente y casi exclusiva, se centra en proyectos y actividades de lo que se vino en denominar "Internet de las Cosas" (Internet of Things - IoT -) ó Internet del Mundo Real. El desarrollo y avance en estos campos se fundamenta en el incesante crecimiento del número de equipos electrónicos -notebooks, netbooks, teléfonos inteligentes, nodos sensores- que día tras día interactúan con el mundo real en los más diversos escenarios y situaciones, tales como tráfico vehicular, sitios de ocurrencia de catástrofes o cataclismos, hospitales, medio ambiente, conflictos bélicos, etc.

Las condiciones encontradas en estos entornos se ha vuelto cada vez más difícil de modelar, por lo que todo intento de simular dichos entornos con las herramientas normalmente utilizadas, concluyen casi siempre en resultados que indican una relación muy pobre y limitada del comportamiento de los algoritmos y protocolos en escenarios de la vida real. Para ello se propone en algunos entornos reemplazar las simulaciones con investigación experimental (6). De aquí que laboratorios y redes existentes representan escenarios reales, a partir de los cuales se obtienen resultados valederos de éstas investigaciones.

Internet de las Cosas

Después de la WWW (años 1990) e Internet móvil (años 2000), se presenta ahora la tercera y potencialmente más fragmentada fase de la revolución en Internet, la IoT (Internet of Things). IoT une los objetos del mundo real con el mundo virtual, para así facilitar la conectividad en cualquier momento y en cualquier lugar para cualquier cosa, no sólo considerando a las personas. Se refiere a un mundo donde los objetos físicos y los seres, los datos y los entornos virtuales; estarían todos ellos interrelacionados entre sí temporal y espacialmente.

La experimentación en la vida real ha evolucionado tan rápidamente que hoy se interactúa con el mundo físico llevando a "Internet" al escenario elegido. Esto se realiza generalmente instalando transceptores en distintos elementos de la vida cotidiana, permitiendo un nuevo modelo de comunicación, ya no solamente entre personas y cosas, sino también entre las cosas entre sí (Figura 1).



Source: ITU

Figura 1: Dimensiones de la comunicación en las TIC's (7).

De esta manera se adiciona una nueva dimensión al mundo de las comunicaciones en las TIC´s, donde al conocido modelo de Internet: "en cualquier lugar, en cualquier momento y entre todos" se ha adicionado la conectividad "entre cualquier cosa". Con ello las conexiones se multiplican exponencialmente y crean una red con una dinámica completamente nueva, lo que se ha dado en llamar Internet de las Cosas. IoT no es ni ciencia ficción ni un boom industrial, sino que se basa en sólidos avances tecnológicos y en nuevos conceptos en cuanto a ubicuidad de las redes.

La utilización del término idiomático IoT ha crecido

considerablemente, siendo punto de convergencia en conferencias, libros, revistas y programas de investigación. Debe notarse, que su utilización aún no es comparable a la importancia que revisten términos como Web 2.0; cuando se realiza una evaluación referente a búsquedas y/ó accesos a sitios específicos. Si se considera la distribución geográfica global de la importancia del término, pareciera que IoT está centrada fundamentalmente en Europa.

La idea subyacente en el concepto de IoT es que virtualmente cada "cosa" existente en el mundo físico también puede convertirse en un elemento que está conectado a Internet (8). Las "cosas" no necesariamente se convierten en computadoras, pero se pueden caracterizar como pequeños dispositivos capaces de diferentes tareas, a las que se les denominan "cosas" inteligentes. Obviamente ésta caracterización debe soportar serios cuestionamientos respecto a la necesidad que las cosas realmente deberían comportarse como computadoras para poder ser inteligentes.

Los productos inteligentes no son sinónimo de conceptos tales como computación ubicua ó inteligencia ambiental (9). Estos conceptos tienden a centrarse en describir la forma cómo los humanos interactúan con su entorno. Los elementos inteligentes no son siempre invisibles e imperceptibles (10), en realidad son actuadores no reactivos capaces de adaptarse a los cambios en su medio ambiente de manera autónoma.

Características de IoT

Internet de las Cosas no es algo nuevo (11), (12), (13). Cuando pretendemos identificar adecuadamente a IoT indefectiblemente se presenta la cuestión existencial: ¿Cuáles son las diferencias o similitudes que nos permiten diferenciar a IoT con internet tal como la conocemos?

Internet de las cosas se ha desarrollado a contracorriente de la forma usual de desarrollo de las tecnologías, donde se propone una idea y luego se genera la tecnología necesaria. IoT ha cobrado relevancia de la mano de los avances en el desarrollo y sociabilización de nuevo hardware durante la década del 2000, avanzando en la miniaturización de los dispositivos, el aumento en la capacidad de procesamiento y de transmisión, y de la mano de nuevas técnicas de ahorro energético. Ello ha conllevado asimismo que los costos de producción decrezcan continuamente a lo largo del tiempo, fundamentalmente por cuestiones de escala, hasta convertirse en asequibles por cualquier persona (14).Se diferencian claramente a las tecnologías que contribuyen al desarrollo de IoT, así como a aquellas que potencialmente le adicionarían valor al dominio, las que se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Tecnologías e Internet de las Cosas

Tecnologías que Contribuyen directamente al desarrollo de Internet de las Cosas	Tecnologías que pueden llegar a adicionar valor a Internet de las Cosas
Interfaces máquina-máquina (M2M) y protocolos de comunicación electrónica Microcontroladores Comunicación inalámbrica Tecnología RFID Tecnología de almacenamiento de energía Sensores Actuadores Software Tecnología de localización	Etiquetado Geográfico Biometría Máquinas de Visión Robótica Realidad aumentada Escenarios paralelos Telepresencia Interfaces tangibles Tecnologías limpias

Definitivamente IoT nace como consecuencia de la existencia de tecnologías disponibles en el medio, tales como la identificación por radiofrecuencia (RFID) y de las redes inalámbricas de sensores (WSN). La utilización de ambas tecnologías a lo largo del tiempo no ha sido coincidente en cuanto al dominio de aplicación de cada una de ellas.

Las WSN han sido preferidas en estudios e interacción con el ambiente y situaciones de emergencias y desastres. RFID ha sido concebida como una herramienta ligada a las cadenas de abastecimiento de diferentes productos. Las primeras hacen uso de capacidades limitadas de procesamiento, almacenamiento, transmisión y agregación de datos; tareas que son realizadas solamente en parte por RFID. Estas diferencias han conllevado consecuentemente a líneas de investigación diferentes, por más que ambas utilizan a las TIC's para interactuar con el mundo físico.

El establecimiento de una red de sensores se determina principalmente por la aplicación necesaria de la red. Normalmente las tareas comunes a la mayoría de las redes de éste tipo se encuadran en la determinación del valor de algún parámetro en un lugar geográfico determinado, detección de la ocurrencia de eventos de interés, Clasificación un objeto detectado y Monitoreo de un objeto (14).

Las etiquetas RFID son unos dispositivos pequeños, similares a una calcomanía, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona; existiendo una gran variedad de dispositivos con diferentes capacidades de cómputo y comunicación; llegando a utilizarse, como ejemplo, en hospitales mediante las cuales se indica diagnóstico y tratamiento indicado a cada uno de los pacientes (15).

Se ha verificado en diferentes trabajos que ambas tecnologías convergen en prestaciones y capacidades (14), por lo que se estima que en un futuro no muy lejano llegarán a fundirse (Figura 2).

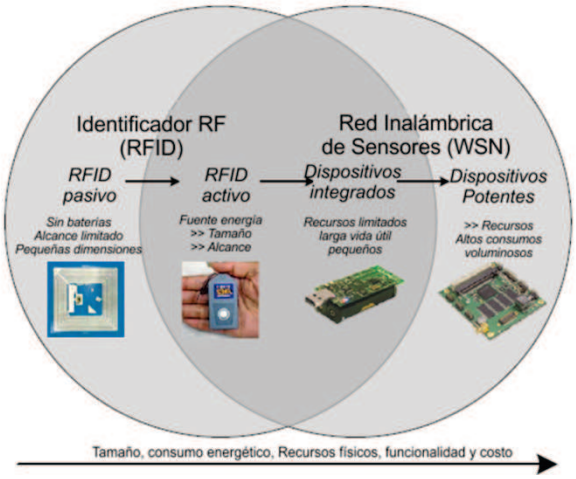


Figura 2: Convergencia de tecnologías RFID y WSN.

Infraestructura IoT

La infraestructura necesaria para soportar IoT ha ido evolucionando rápidamente los últimos años. Hoy con el advenimiento IPv6 y de la posibilidad teórica de direccionamiento de alrededor de 340 undecillones de dispositivos (2128) (16) se obtiene una inagotable capacidad de administración de dispositivos para la red soporte. El número de teléfonos móviles para fines de 2011 alcanzaron las 6.000 millones de unidades (17) convirtiéndose en la tecnología líder en inversiones en cuanto a telecomunicaciones. Debido a este inusitado desarrollo, inversiones y avances en la telefonía móvil, esta tecnología ha derramado en otras tecnologías emergentes la posibilidad de un rápido desarrollo.

Hoy, estamos viviendo un cambio en la forma de acceso a la red, desde el acceso primario por medio de PC hacia los dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, portátiles o Tabletas PC). Los dispositivos son proporcionados al usuario final con una cantidad cada vez mayor de sensores y actuadores. La combinación de estos elementos crea un entorno capaz de percibir, calcular, y por lo tanto actuar inteligentemente como parte de la red. Los diferentes objetos físicos del presente, cada vez más frecuentemente son presentados con sus tarjetas RFID o códigos de respuesta rápida (QR-Codes). Este tipo de combinaciones interconectan al mundo físico con internet, utilizando casi ineludiblemente dispositivos inteligentes.

Caracterización de IoT

La Internet del mundo real se basa en la ubicuidad de los dispositivos móviles y la proliferación de redes inalámbricas, permitiendo a todos el acceso permanente a Internet continuamente y en cualquier lugar.

El aumento de la capacidad y potencia de cómputo de los dispositivos ayudará a las personas a generar sus aplicaciones, las que serán propias para cada actividad social y cognitiva. La independencia del vínculo físico visible no importa solamente en los dispositivos de usuario, otros elementos (prendas de vestir, neumáticos, cepillos de dientes, edificios) pueden conectarse y colaborar comportándose como un elemento más de una red global de dispositivos, con conectividad a diferentes nodos a través de redes locales ó globales (8).

Si bien existen algunos experimentos embrionarios bien conocidos -Arduino, Nabaztag, Pachube, Touchatag, Thingspeak, Cosm-, el camino a recorrer es bastante largo aún. Hoy los objetos pueden intercambiar información en una “Intranet de cosas” en ambientes donde los procesos son controlados. La cuestión aún no resuelta tiene que ver con la interconexión a Internet de las Cosas, que por definición deberían ser abiertas, aleatorias y complejas.

Cabe preguntarse ahora: ¿Es IoT solamente otra cara de conceptos bien conocidos respecto a la computación inalámbrica, inteligencia ambiental, de las WSN y RFID? ¿Qué es realmente IoT? ¿Cuáles son sus principales componentes?

Entre las diferencias sustantivas con Internet, tal como la conocemos hoy, encontramos a la invisibilidad del hardware, al número de nodos participantes, la conectividad, la orientación de los servicios y la especificidad de tarea.

Por norma, el hardware destacado para IoT es considerablemente diferente a lo que estamos acostumbrados a ver en las redes contemporáneas. Esto se debe fundamentalmente a que el propósito de ambas tecnologías es completamente diferente. Mientras las terminales de Internet están normalmente establecidas por computadores personales utilizadas como estaciones de trabajo, y teléfonos móviles con una amplia gama de recursos; en el dominio de IoT las terminales de red son de tamaño insignificante, y en muchos casos incluso invisibles y de muy baja disponibilidad de recursos. Las diferencias paradigmáticas, pasan por la necesidad de las primeras (internet de hoy) de permanecer conectadas a la red de energía eléctrica, contra la necesidad de las “cosas” de funcionar durante largos períodos de tiempo antes de desaparecer o extinguirse. Comparando los procesos de transmisión y recepción, potencia de cálculo, capacidad de almacenamiento y consumo energético, los nodos IoT poseen una fracción de las capacidades de las terminales/servidores actuales.

Otra de las reglas fundamentales que se cumple en el dominio IoT, es que los dispositivos no interactúan directamente con humanos. Existen más de 4.109 teléfonos móviles inteligentes; más de mil trescientos millones de computadoras personales, cámaras de diferentes tipos, PDAs y servidores (18) que prestan servicio para que permanezcamos interconectados el 33% de las siete mil millones de personas que habitamos el planeta.

Estos números semejan ser inconmensurables, pero no son más que una fracción de la totalidad de "cosas" que se crean y fabrican todos y cada uno de los días. Consideremos solamente a aquellos productos que portan un microprocesador y que no poseen la capacidad de comunicarse, tales como lavarropas, cepillos electrónicos, heladeras y televisores. Considerando la potencialidad que a los dispositivos mencionados se adicione un transceptor; debe considerarse en todo momento que las personas no pueden pretender comunicarse con ellos directamente; y sobre todo la necesidad de la existencia de una nueva infraestructura de red que soporte todo el tráfico generado por estos dispositivos.

Las tecnologías ofrecidas al usuario de Internet como última milla, han avanzado considerablemente, posibilitando alta capacidad de tráfico, y un excelente nivel de calidad de servicios de transmisión de voz, datos, video y otros. En las acometidas domiciliarias por medios físicos como cobre y fibra óptica, un valor normal de tráfico de datos alcanza a los 5 Mbit/s. En el futuro cercano este valor alcanzará los 50-100 Mbit/s. En las redes de sensores inalámbricas -WSN- y de Identificación por Radiofrecuencia -RFID- la velocidad de transferencia es de 3 órdenes menos, rondando los 150 kbit/s.

Hoy en Internet, la gran mayoría de los servicios están orientados a los usuarios finales (e-mail, www, chat, VoIP, FTP, comercio, etc). IoT viene a definir un rango de servicios, que excluye taxativamente la posibilidad de la intervención directa del humano. En la mayoría de las aplicaciones en el dominio de IoT, los dispositivos inteligentes se comunican entre ellos de la forma M2M, aprobando la interacción con humanos solamente ante la necesidad de tomar ciertas decisiones. En este punto se debe recordar el concepto computación ubicua, entendiéndola como la integración de las TIC´s en el entorno de las personas, de forma tal que los ordenadores no se perciban como objetos físicos bien diferenciados (5).

La historia del éxito económico de Internet ha comenzado con la WWW, que ha permitido a empresas alcanzar a los clientes en forma global para así proveer y distribuir contenidos a costos muy bajos. Con la web 2.0 se ha avanzado en contenidos generados por los propios usuarios. IoT permite que el mundo físico (cosas y lugares) generen datos de manera autónoma. IoT nace para llevar la red hacia el evento, permitiendo aumentar la granularidad del acto de "sentir", adicionando millones de terminaciones nerviosas nuevas (equipos); y con ello habilitando una herramienta que permite adentrarse a un nuevo mundo de oportunidades, desafíos, como también de nuevos riesgos.

¿Es Internet de las Cosas una nueva Red?

De acuerdo a lo considerado hasta aquí se podría argumentar que IoT no es más que una nueva aplicación en Internet; con varios elementos que actualmente conocemos como servicios en Internet. Algunos autores consideran por ello que IoT es una exageración y que debería ser considerada un servicio y ser llamado "web de las cosas" (19). Se debe convenir que esta visión requiere de bloques de bajo nivel necesarios para direccionar e identificar unívocamente cada una de las cosas inteligentes, interconectándolas con los vínculos de última milla y luego con Internet. Por ello se puede contextualizar a IoT como una extensión de Internet hacia el mundo real, dado que no existe diferencia entre infraestructura y nivel de aplicación. Son fundamentales en este dominio las cuestiones relacionadas con la posibilidad de establecer inter-operatividad total entre los diferentes dispositivos, a los cuales se los vislumbra cada vez con una mayor capacidad y con ello una mejor adaptación y comportamiento autónomo; garantizando así confianza, seguridad y privacidad.

Los problemas típicos en este tipo de redes es que precisan de soluciones y desarrollos sobre la eficiencia tecnológica -energía, capacidad de cálculo y poder de procesamiento-, la cual debe trascender la pretendida escalabilidad. Tal vez pueda considerarse en este caso transformar a los objetos interconectados en actores reales de Internet, desarrollando e implementando las metodologías correspondientes.

Desafíos identificados

Las líneas de investigación establecidas en el derrotero hacia la aceptación definitiva de IoT por la industria y la sociedad consideran a los siguientes tópicos: estandarización, privacidad, autenticación, seguridad, confiabilidad, integración, coordinación y regulación.

La estandarización es un requerimiento primordial hacia la globalidad de IoT, facilitando con ello la aceptación masiva. El hecho debe permitir aceptar la tecnología de conectividad ubicua propuesta abarcando a tal cantidad de objetos sin sacrificar nada de privacidad. Cada uno de los elementos de IoT deberá ser etiquetado con el propósito de identificación y seguimiento; debiendo estar protegido contra accesos indebidos y/o intercepción de tráfico por medio de autenticación.

La comunicación "máquina a máquina -M2M-" por cable, inalámbrica ó móvil es una tecnología disponible hace ya un tiempo, que se ha popularizado con los servicios de red inalámbricos. Es la forma más popular de comunicación en Internet de las Cosas (IoT) actualmente. Debido a factores de escala y diseño, existen importantes vulnerabilidades en cuanto a seguridad que deberán ser estudiadas y subsanadas en el futuro próximo.

La confiabilidad y privacidad de la información en la red es otra de las cuestiones en juego. La confiabilidad implica autenticidad de la información en tránsito, de la identificación inequívoca de los actores en la comunicación, como también un reaseguro de la calidad de las mediciones efectuadas por los equipos desplegados.

Todo lo anterior debe ser coordinado de una manera tal que permita la utilización eficiente de la información colectada, siendo precisas para ello la colaboración y cooperación de las personas, aplicaciones, procesos y servicios a integrarse en el dominio IoT.

Las regulaciones en los diferentes escenarios es una tarea complicada toda vez que involucra a las leyes y preceptos locales, gubernamentales e internacionales. La auto-regulación es una propiedad pretendida en los dispositivos de la nueva generación por ser rentable y eficiente; pero en realidad la mayoría de los mismos no soportará esta característica.

Conclusiones

Hace un tiempo el número de dispositivos interconectados ha alcanzado al número de personas que habitamos el planeta. Estos dispositivos no se conforman exclusivamente de teléfonos inteligentes y tabletas. Existen implementaciones tan disímiles como aquellas para el control de establos atendiendo al estado de salud o alimentación de los animales, como en ambientes donde se vigila la salud humana en hospitales y/o en residencias geriátricas.

El cambio experimentado de paradigmas envuelve a la sociedad toda, debiendo atenderse los desafíos éticos y tecnológicos a nivel global. El crecimiento de la red sin ningún tipo de regulación o interferencias podría devenir en una sociedad bajo vigilancia, donde la privacidad de cada uno de los individuos se vería fuertemente amenazada por el registro de viajes, derroteros, ubicaciones y transacciones económicas. Internet de las cosas debe abocarse a mitigar los riesgos en una sociedad donde la información propia debe ser transparente para aquellos actores seleccionados y totalmente invisibles para los demás.

El desarrollo de IoT depende de la dinámica de la innovación tecnológica en campos tan diversos como los sensores inalámbricos, la nanotecnología, y el software para sistemas embebidos. Las redes serán en el futuro un negocio próspero y de bajo costo, y la dependencia de la tecnología podría convertirse en un problema serio para las generaciones por venir.

Además del enfoque en las redes; las tecnologías subyacentes tales como acceso móvil, redes inalámbricas y redes de fibra; siguen siendo los factores clave para el desarrollo de Internet en el futuro. Los principales desafíos son el soporte de aplicaciones para banda ancha móvil, manejo de escenarios, escalabilidad incluyendo soporte QoS, seguridad y confiabilidad.

Referencias

1. **Socolofsky, T. ; Kale, C.** *"Un Tutorial de TCP/IP"*. Request for Comments (RFC) 1180: Network Working Group. [Online] Enero 1991. [Visitado Diciembre 10, 2013.] http://goo.gl/btlEuB.
2. **O'Reilly, T.** *"What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software"*. Spreading the knowledge of Innovators [Online] Septiembre 6, 2005. [Visitado 06 25, 2011] http://tiny.cc/w6eetw.
3. **Serrano Cobos, J.** *"Pasado, presente y futuro de la Web 2.0 en servicios de información digital"*. [Online] Textos universitaris de biblioteconomia i documentació, Diciembre 8, 2006. [Visitado Octubre 23, 2012] http://goo.gl/1QWLx.
4. **Alexa.** *the Web Information Company. Top Sites.* [Online] Enero 2013. [Visitado Febrero 15, 2013] http://goo.gl/vBZ1X.
5. **Weiser, M.** *"The computer for the 21st century"*. [Online] sept 1991. [Visitado Octubre 12, 2011] http://goo.gl/zBIHf.
6. **CORDIS.** *Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo. Descubra la Investigación de la UE*. [Online] Enero 12, 2013. [Visitado Enero 12, 2013] http://tiny.cc/w1fetw.
7. **Tan, L.; Neng, W.** *"Future internet: The Internet of Things"*. 2010. 3º International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). Vol. 5, pp. 376-380.
8. **International Telecommunication Union.** *ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things*. [Online] noviembre 01, 2005. [Visitado Octubre 16, 2012] http://goo.gl/5jN9BC.
9. **Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG).** *"Orientations for Workprogramme 2000 and beyond"*. Chairman ISTAG. 1999.
10. **Meyer, G.; Främling, K.; Holmström, J.** *"Intelligent Products: A survey"*. 2009, Computers in Industry, Vol. 60, Nro. 3, pp. 137-148.
11. **Ashton, K.** *"That 'Internet of Things' Thing"*. RFID Journal. [Online] Junio 22, 2009. [Visitado Octubre 15, 2012] http://goo.gl/d7YAx.
12. **Gershenfeld, N.** *"When things start to think"*. 1. New York : Henry Holt, 1999.
13. **Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G.** *"The Internet of Things: A survey"*. 2010, Computer Networks, Nro. 15, Vol. 54, pp. 2787-2805. ISSN 1389-1286.
14. **Sosa, E.** *"Contribuciones al Establecimiento de una Red Global de Sensores Inalámbricos Interconectados"*. Universidad de La Plata, 2011. pp. 1-14, Tesis Doctoral.

15. **Fisher, J.; Monahan, T.** *"Tracking the social dimensions of RFID systems in hospitals"*. 2008, International Journal of Medical Informatics, Nro. 3, Vol. 77, pp. 176-183.

16. **Sailan, M.K.; Hassan, R. ; Patel, A.** *"A comparative review of IPv4 and IPv6 for research test bed"*. 2009. International Conference on Electrical Engineering and Informatics. Vol. 2, pp. 427-433.

17. **International Telecommunication Union.** *Global ICT developments*. [Online] Enero 15, 2013. [Visitado Enero 15, 2013] http://tiny.cc/ofr21w.

18. **MobiThinking.** *Mobile Marketing Tools*. [Online] Noviembre 2012. [Visitado Octubre 15, 2012] http://tiny.cc/2lr21w.

19. **Christophe, B.** *"Semantic Profiles to Model the 'Web of Things'"*. 2011. 7 International Conference on Semantics Knowledge and Grid (SKG). pp. 51-58.

Recibido: 19/03/2013
Aprobado: 24/08/2013