



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Programas de Maestría y Doctorado en Ingeniería Telemática
Seminario de Investigación

Firmware architecture to support Plug and Play sensors for IoT environment

Juan Pablo Ruiz Rosero
Estudiante de Doctorado
Abril 14 de 2015

1. Introducción

El Internet de las Cosas (IoT) es definido como: “Interconnection of **sensing and actuating devices** providing the ability to **share information** across platforms through a **unified framework**, developing a common operating picture for enabling innovative applications. This is achieved by seamless **ubiquitous sensing**, data analytics and information representation with Cloud computing as the unifying framework.” [1]

Las redes de sensores inalámbricas (WSN) dentro la IoT, ofrecen la capacidad de medir, inferir y entender las variables de ambientes urbanos, industriales, de transporte y hasta de seguridad nacional, entre otros [1]. Del mismo modo, gracias a las tecnologías inalámbricas abiertas como el Bluetooth, RFID, WiFi y las redes celulares; así como a los nodos sensores y actuadores conectados a estas redes; la IoT se encuentra al borde de transformar el actual Internet estático en un futuro Internet totalmente integrado [2].

Este auge de la IoT va de la mano con el crecimiento de dispositivos inalámbricos conectados. De acuerdo con un pronóstico de mercado actualizado de ABI Research, la base instalada de dispositivos inalámbricos conectados activos superará los 16 mil millones en 2014, un 20 % más que en 2013. Para el 2020 el número de dispositivos conectados llegará a los 40,9 mil millones [3]. De la misma manera, según IDC, el mercado mundial de soluciones de IoT crecerá de \$ 1,9 billones en 2013 a \$ 7,1 billones en 2020 [4].

La gran transformación que la IoT le dará al Internet y la fuerte inversión económica se viene ejecutando en esta área, demandan alternativas versátiles en arquitecturas firmware que permitan una reconfiguración rápida y ágil de los sensores conectados a la red. Es por esto, que el desarrollo de este tipo de arquitecturas le permitirá a la región ser líder en el desarrollo de soluciones reconfigurables para estos entornos.

2. Arquitectura dispositivos IoT

Los dispositivos IoT (ver Figura 1) constan de un microcontrolador, el cual se encarga de procesar la información de los sensores y organizarla en paquetes para ser enviada por un módulo

de transmisión inalámbrico. El sensor, es el transductor que convierte una variable física en una señal electrónica que puede ser analógica o digital. Por su parte el módem o módulo de transmisión inalámbrica, se encarga de transmitir la información a del dispositivo a Internet. Esta transmisión se puede realizar por diferentes protocolos, como lo son: WiFi, Bluetooth, ZigBee, LTE, entre otros.

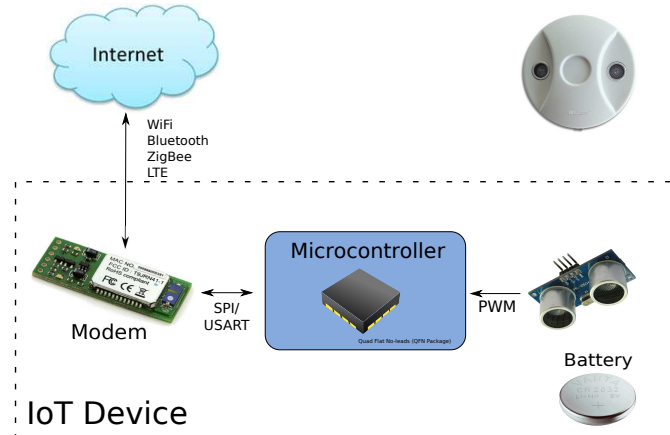


Figura 1: Arquitectura de un dispositivo IoT para parqueaderos

3. Investigación dentro del IoT

Gubbi [1], en su artículo titulado "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions (2013)" (cited by 335¹), propone algunas iniciativas en el IoT, las cuales pueden jugar un papel vital en el desarrollo rápido de estas tecnologías:

- Architecture to overall IoT
- Energy efficient sensing
- Secure reprogramable networks an privacy
- New protocols
- Participatory sensing
- Data mining
- GIS² based visualization
- Cloud computing
- International activities

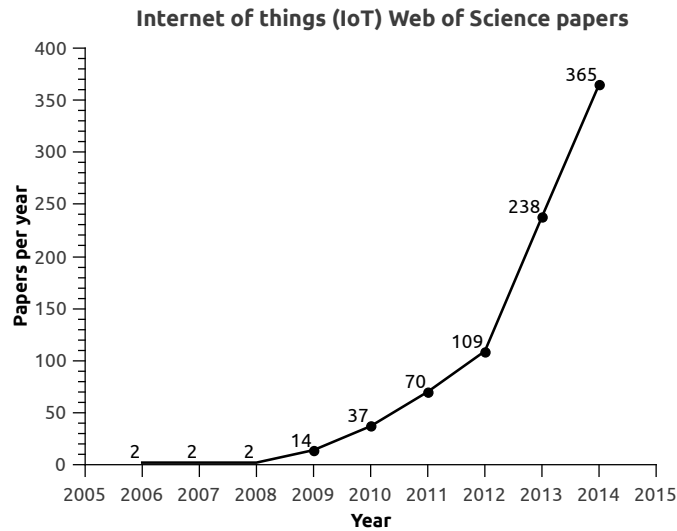


Figura 2: Crecimiento de artículos indexados sobre IoT

En donde las arquitecturas IoT, la eficiencia energética y los nuevos protocolos juegan un papel relevante dentro de este proyecto. Por su parte, se encuentra un crecimiento exponencial desde el 2006 hasta la fecha sobre artículos indexados que tratan temáticas del IoT (ver Figure 2).

Del mismo modo, existe un crecimiento de artículo indexados que tratan diversos temas sobre arquitecturas en ambientes IoT (ver Figura 3)).

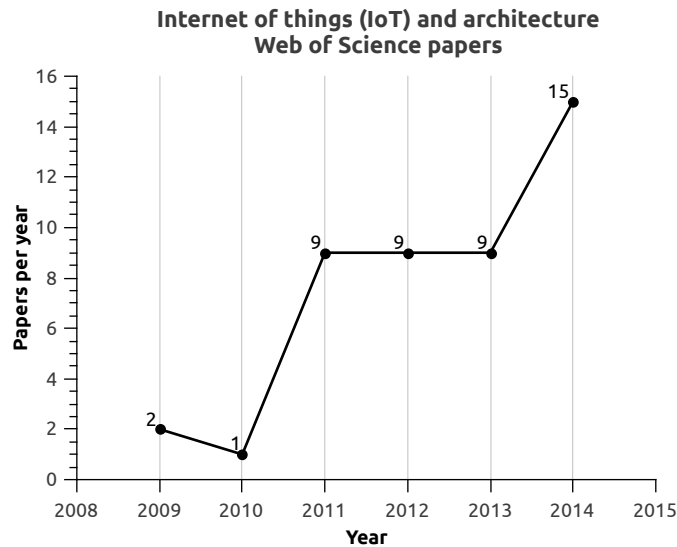


Figura 3: Artículos indexados sobre arquitecturas IoT

Sin embargo no son muchas las publicaciones indexadas que existen a la fecha sobre reconfiguración e IoT (ver Figura 4).

¹Google Scholar 2015

²Geographic Information Systems

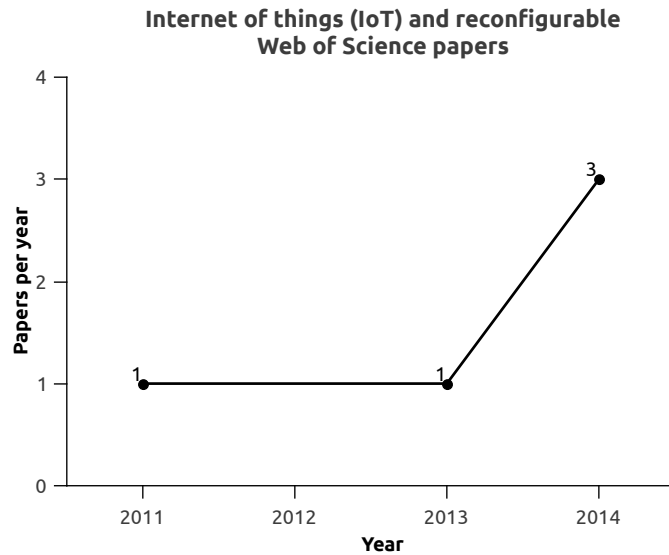


Figura 4: Artículo indexados sobre IoT y Reconfiguración

Planteamiento del problema

Hoy en día dentro de las aplicaciones del IoT, las redes de sensores inalámbricas (WSN) ofrecen la capacidad de medir, inferir y entender las variables de diversos ambientes[1]. Los sensores empleados en éstas redes entregan el resultado de la medición de las diferentes variables en salidas análogas o digitales [5]. Estas salidas son procesadas por un microcontrolador el cual se encarga de decodificarlas y multiplexarlas [6]. Dicha decodificación se realiza mediante una serie de librerías específicas, previamente cargadas en un firmware, para cada uno de los sensores utilizados.

En la actualidad es necesaria una librería específica para cada tipo y/o maraca de sensor. A pesar de que existen estándares internacionales como IEEE 1451 para conectar diferentes transductores (sensores y actuadores) bajo un mismo protocolo [7], no existe una gran cantidad de productos comerciales que se ajusten completamente a éste estándar, debido a que éste protocolo requiere un hardware más potente dentro del sensor para su implementación [8], [9]. Debido a esto, se hace necesario modificar el firmware de un microcontrolador para que éste pueda manejar un nuevo sensor, lo cual puede demandar una gran trabajo [10]. Por esta razón en ésta propuesta busca diseñar una aproximación para el desarrollo de firmware con capacidad de conectar sensores Plug and Play para entornos IoT.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Diseñar una arquitectura firmware con la capacidad de conectar sensores Plug and Play en dispositivos IoT.

4.2. Objetivos específicos

- Establecer una línea de base sobre las alternativas sensores analógicos y digitales para definir los criterios para dispositivos Plug and Play en el contexto de la IoT.
- Proponer una arquitectura de referencia para el firmware IoT con capacidades Plug and Play.
- Implementar la arquitectura propuesta para generar capacidad de Plug and Play para un conjunto de sensores analógicos y digitales en un dispositivo IoT.
- Proponer una estructura de comunicación (protocolo) que permite a las librerías la actualización en línea de en línea de actualización para los dispositivos IoT.
- Validar la arquitectura desarrollada en un entorno piloto IoT.

Bibliografía

- [1] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, and Marimuthu Palaniswami. Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7):1645–1660, 2013.
- [2] Lu Yan, Yan Zhang, Laurence T Yang, and Huansheng Ning. *The Internet of things: from RFID to the next-generation pervasive networked systems*. CRC Press, 2008.
- [3] ABIresearch. The internet of things will drive wireless connected devices to 40.9 billion in 2020. <https://www.abiresearch.com/press/the-internet-of-things-will-drive-wireless-connect>, 2014.
- [4] Carrie MacGillivray, Vernon Turner, and Denise Lund. Worldwide internet of things (iot) 2013–2020 forecast: Billions of things, trillions of dollars. IDC, <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=243661>, 2013.
- [5] J.G. Webster and H. Eren. *Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, Second Edition: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement*. Measurement, instrumentation, and sensors handbook. Taylor & Francis, 2014.
- [6] W. Dargie and C. Poellabauer. *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice*. Wireless Communications and Mobile Computing. Wiley, 2010.
- [7] E.Y. Song and K. Lee. Understanding ieee 1451-networked smart transducer interface standard - what is a smart transducer? *Instrumentation Measurement Magazine, IEEE*, 11(2):11–17, April 2008.
- [8] C Emmanouilidis, S Katsikas, and C Giordamalis. Wireless condition monitoring and maintenance management: A review and a novel application development platform. In *Proceedings of the 3rd World Congress on Engineering Asset Management and Intelligent Maintenance Systems Conference (WCEAM-IMS 2008)*, pages 27–30, 2008.
- [9] Ángel Asensio, Álvaro Marco, Rubén Blasco, and Roberto Casas. Protocol and architecture to bring things into internet of things. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2014, 2014.
- [10] A. El Kouche, H.S. Hassanein, and K. Obaia. Wsn platform plug-and-play (pnp) customization. In *Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2014 IEEE Ninth International Conference on*, pages 1–6, April 2014.