

# INTRODUCCIÓN AL INTERNET DE LAS COSAS

## INTRODUCTION OF INTERNET OF THINGS" IOT

### RESUMEN

Desde que Kevin Ashton en 1999 acuñó el término de Internet de las Cosas (Internet of Things (IoT)) en una presentación para Procter & Gamble (P&G), la IoT se afianzó como un nuevo paradigma en el escenario de las comunicaciones inalámbricas [1]. El concepto de la IoT [2][3] se generaliza alrededor de una variedad de elementos, cosas u objetos de carácter cotidiano, como etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores, actuadores, smartphones [4] y demás dispositivos móviles, los cuales son reconocibles, localizables y legibles por medio de esquemas de direccionamiento únicos capaces de interactuar unos con otros y controlables a través de internet [5] [6].

**Palabras clave:** Internet, Internet los Objetos (IoT), Redes, MDA.

### ABSTRACT

Since Kevin Ashton in 1999 coined the term Internet of Things (Internet of Things (IoT)) in a presentation to Procter & Gamble (P & G), the IoT established itself as a new paradigm in the scenario of wireless communications [1]. The concept of the IoT [2] [3] generalizes about a variety of items, things or objects of everyday nature, such as radio frequency identification tags (RFID), sensors, actuators, smartphones [4] and other mobile devices, which are recognizable, searchable and readable by addressing schemes only able to interact with each other and controllable through internet [5] [6].

**Keywords:** Internet, Internet of Things (IoT), Nets, MDA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es tal el desarrollo y la importancia que la IoT ha alcanzado, que diferentes informes la consideran como una de las tecnologías de mayor impacto a 2025 [7][8][9] y se prevé que miles de millones de elementos físicos u objetos serán equipados con diferentes tipos de sensores y actuadores conectados a internet a través de las redes de acceso heterogéneas en tiempo real, generando una gran cantidad de flujo

### José Ignacio Rodríguez Molano:

Ingeniero Industrial – Universidad Distrital – Colombia. Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones – Universidad Distrital– Colombia.

Docente – Universidad Distrital – Colombia – [jrodriguez@udistrital.edu.co](mailto:jrodriguez@udistrital.edu.co)

### Carlos Enrique Montenegro Marín:

Ingeniero de Sistemas – Universidad Distrital – Colombia. Doctor en Sistemas y Servicios Informáticos Para Internet – Universidad de Oviedo– España.

Docente – Universidad Distrital – Colombia – [cemontenegrom@udistrital.edu.co](mailto:cemontenegrom@udistrital.edu.co)

### Juan Manuel Cueva Lovelle:

Ingeniero de Minas – Universidad de Oviedo– España. Doctor en Informática – Universidad Politécnica de Madrid– España.

Director departamento de informática – Universidad de Oviedo – España – [cueva@uniovi.es](mailto:cueva@uniovi.es)

**Tipo:** Revisión de tema

**Fecha de Recepción:** 30-Abr-2014

**Fecha de Aceptación:** 24-Jun-2015

de datos[10] que deben ser almacenados, procesados y presentados en forma eficiente y fácilmente interpretable.

Es aquí donde la integración de la IoT con Cloud Computing permite que esta gran cantidad de datos puedan ser alojados en internet, permitiendo que recursos, servicios y datos estén disponibles para su uso y para la prestación de servicios [11] end-to-end para empresas y usuarios que accedan desde cualquier lugar, proporcionando la infraestructura virtual de integración para dispositivos de almacenamiento, herramientas de análisis, visualización y plataforma [1].

Actualmente, la mayoría de las conexiones a Internet en todo el mundo corresponde a dispositivos utilizados directamente por los seres humanos, tales como computadoras y teléfonos móviles. La forma principal de comunicación es un humano. En un futuro no lejano, cada objeto puede ser conectado. Las cosas pueden intercambiar información por sí mismos y el número de "cosas" conectado a internet será mucho más grande que el número de "personas"[13]. Los usuarios de internet mezclamos el mundo físico y el mundo de la información.. Estamos entrando en una nueva era de la ubicuidad, estamos entrando en la era de Internet de las cosas en que nuevas formas de comunicación entre humanos y las cosas, y las cosas entre sí, ya es una realidad. Se ha añadido una nueva dimensión al mundo de las tecnologías de información y comunicación. La Figura. 1 muestra esta nueva dimensión.

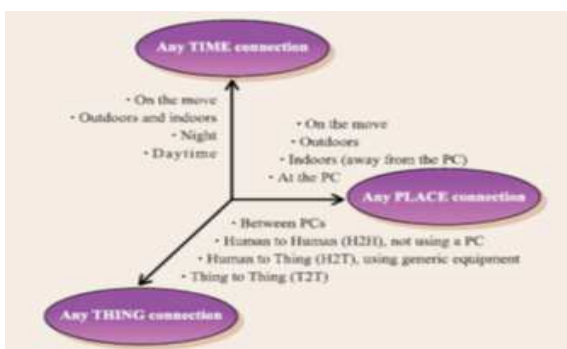


Figura 1. Adaptado de Nomura Research Institute Fuente: [14]

Principal tecnología para la Internet de las cosas

Si bien el Internet de las cosas es una revolución tecnológica que representa el futuro de la informática y las comunicaciones, su desarrollo necesita el apoyo de algunas tecnologías de innovación.

Identificación por radio frecuencia (RFID) es visto como uno de los activadores fundamentales de la Internet de las cosas. Objetos deben ser identificados así podrían estar relacionados. RFID, que utilizan ondas de radio para identificar elementos, puede proporcionar esta función [4]. A veces RFID ha sido etiquetado como un reemplazo de código de barras, pero el sistema RFID puede hacer mucho más que eso. Además para identificar elementos también puede rastrear objetos en tiempo real para obtener información importante sobre su ubicación y el estado[15].

El desarrollo de tecnología proporciona un fuerte apoyo para el Internet de las cosas. Uno de los mayores avances de la Internet de las cosas está haciendo que el mundo físico y el mundo de la información se junten es el desarrollo de la Nanotecnología con la generación de sensores miniaturizados, los cuales de recogen datos de su entorno, generando información de contexto. Así que el medio ambiente puede ser monitoreado y las cosas correspondientes pueden generar algunas respuestas si es necesario.

## 2. TENDENCIAS

Desde una perspectiva a largo plazo, la tendencia de desarrollo de la Internet de las cosas incluye tres pasos:

Inteligencia Embebida: se han integrado inteligencias que pueden llevar a cabo acciones automáticamente, por ejemplo: la etiqueta RFID incrustada en los alimentos puede grabar la información acerca de la comida y se tiene la información mediante el uso de un lector RFID; el controlador de la lavadora puede hacer que complete su trabajo automáticamente; controladores de motor y antibloqueo para automóviles; sistema de guía inercial, hardware y software de control de vuelo y otros sistemas

integrados en aviones y misiles; brazos artificiales con manos semi funcionales, etc.. Aunque todos esos dispositivos son inteligentes, se puede observar que trabajan solos y localmente, no hay nada conexión con la red[16].

**Conectividad:** conectar todos los dispositivos inteligentes. Son inteligentes porque están conectados. Las cosas pueden ser conectadas por cable o inalámbrica. En la Internet de las cosas la conexión inalámbrica es la alternativa. Con base en la infraestructura existente, existen las formas de conectar una cosa: RFID, ZigBee, WPAN, WSN, DSL, UMTS, GPRS, WiFi, WiMax, LAN, WAN, 3G, etc[17].

**Interacción.** Así que deben crearse nuevas cosas inteligentes que pueden procesar la información, auto-configurarse, auto-mantenerse y auto-repararse. Como aplicación impulsada por la Internet de las cosas, se deben crear nuevas aplicaciones de negocio que puede mejorar la innovación y el desarrollo de la Internet de las cosas[18]. La Figura 2 presenta el plan de tecnología y de desarrollo de la Internet de las cosas.

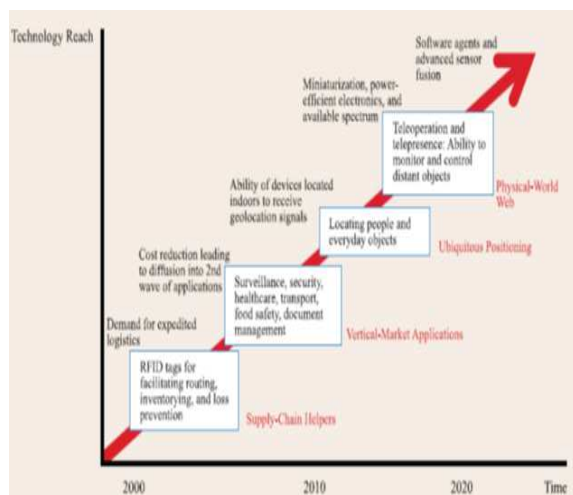


Figura 2. Plan de tecnología Internet de las Cosas

Fuente: [14]

### 3. LO BÁSICO

Desde un punto de vista técnico, Internet de

las cosas no es el resultado de una única tecnología novedosa; en cambio, varios desarrollos técnicos complementarios proporcionan capacidades que tomados juntos ayudan a cerrar la brecha entre el mundo físico y virtual. Estas capacidades incluyen:

**Comunicación y cooperación:** los objetos tienen la capacidad de red con los recursos de Internet o incluso mutuamente, para hacer uso de los datos y servicios y actualizar su estado. Tecnologías inalámbricas como GSM y UMTS, Wi-Fi, Bluetooth y otras redes inalámbricas actualmente en desarrollo, particularmente los relativos a redes inalámbricas de área Personal (WPANs), son de primordial importancia aquí.

- **Capacidad de direccionamiento:** dentro de una Internet de las cosas, objetos pueden ser localizados y dirigidos por los servicios de descubrimiento, búsqueda o nombre y por lo tanto remotamente interrogados o configurados.

- **Identificación:** los objetos son únicamente identificables. RFID, NFC (Near Field Communication) y ópticamente puede leer códigos de barras son ejemplos de tecnologías con el cual pueden identificarse incluso pasivos objetos que no tienen recursos energéticos incorporado (con la ayuda de un "mediador" como un lector de RFID o teléfono móvil) [19]. Permite la identificación de objetos vinculados a información relacionada con el objeto concreto y que puede ser obtenido desde un servidor, siempre y cuando el mediador está conectado a la red (ver Figura 3).

- **Detección:** objetos recopilar información acerca de su entorno con sensores, grabarlo, reenviarlo o reaccionar directamente a él.

- **Actuación:** objetos contienen actuadores para manipular su entorno (por ejemplo, convertir las señales eléctricas en movimiento mecánico). Estos actuadores pueden utilizarse para controlar remotamente los procesos del mundo real a través de Internet.

- **Procesamiento de información Embebida:** objetos inteligentes cuentan con una capacidad de procesador o microcontrolador, además de almacenamiento. Estos recursos pueden utilizarse, por ejemplo, para procesar e interpretar información del sensor, o para dar productos una "memoria" de cómo se han utilizado

- Localización: cosas inteligentes son conscientes de su ubicación física, o pueden ser localizadas. GPS o la red de telefonía móvil son tecnologías adecuadas para lograr esto, así como las medidas de tiempo de ultrasonido, UWB (Ultra-Wide Band), radio balizas (e. g. vecinos lectores RFID con coordenadas conocidas o estaciones base WLAN) y tecnologías ópticas.
- Interfaces de usuario: objetos inteligentes pueden comunicarse con las personas de una manera apropiada (directa o indirectamente, por ejemplo a través de un teléfono inteligente)[20].

Aplicaciones más específicas necesitan sólo un subconjunto de estas capacidades, particularmente puesto que la aplicación de todos ellos a menudo es costoso y requiere un esfuerzo técnico significativo. Aplicaciones de logística, por ejemplo, actualmente se concentran en la localización aproximada (es decir, la posición del último punto leer) y un costo relativamente bajo identificación de objetos mediante RFID o códigos de barras. Datos del sensor (por ejemplo para monitorear las cadenas cool) o procesadores embebidos están limitados a aquellas aplicaciones de logística donde dicha información es esencial como el transporte de temperatura controlada de las vacunas.

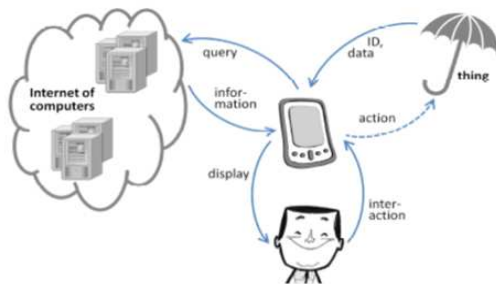


Figura 3. El teléfono inteligente como un mediador entre las personas, cosas y el Internet  
Fuente: [18].

Precursores de comunicar los objetos cotidianos ya son evidentes, particularmente en relación con RFID – por ejemplo la comunicación de corto alcance de llaves a las puertas de las habitaciones del hotel, o pases de esquí que hablan para levantar torniquetes. Escenarios más

futuristas incluyen una mesa juego inteligente, donde el curso del juego se controla mediante RFID-equipado jugando a las cartas [8]. Sin embargo, todas estas aplicaciones implican aún sistemas dedicados en un despliegue local; No hablamos de un "Internet" en el sentido de un sistema abierto, escalable y estandarizado.

Pero estos módulos de comunicaciones inalámbricas cada día son cada vez más pequeños, IPv6 está siendo utilizado cada vez más, está aumentando la capacidad de chips de memoria flash, los requisitos energéticos por instrucción de procesadores disminuye y los teléfonos móviles tienen reconocimiento de código de barras integrado, NFC y pantallas táctiles y puede asumir el papel de intermediarios entre la gente, artículos de uso diario e Internet. Todo esto contribuye a la evolución del paradigma de Internet de las cosas: desde la identificación remota de objetos y una conexión a Internet "con" las cosas, se está avanzando hacia un sistema donde los objetos inteligentes (más o menos) realmente se comunican con los usuarios de servicios de Internet e incluso entre los demás.

Estas nuevas capacidades que ofrecen las cosas abren perspectivas y posibilidades interesantes de aplicación; Pero también son acompañados por importantes requisitos relativos a la tecnología y la infraestructura subyacente. De hecho, la infraestructura para un Internet de las cosas no sólo debe ser eficiente, escalable, confiable, segura y confiable, sino también debe cumplir con las expectativas sociales y políticas generales, aplicarse ampliamente y debe tomar en cuenta consideraciones económicas.

#### 4. ARQUITECTURA

La arquitectura general utilizada para Internet de las cosas es una arquitectura de tres niveles[21][22]. En el nivel básico Internet de las cosas está desplegado de diferentes sensores, cada uno de ellos es una fuente de información, y diferentes tipos de sensores capturan diversos contenidos y formatos de información. Los Datos obtenidos del sensor están tiempo real y el sensor recoge la información sobre el entor-

no en una cierta frecuencia y sigue actualizando los datos.

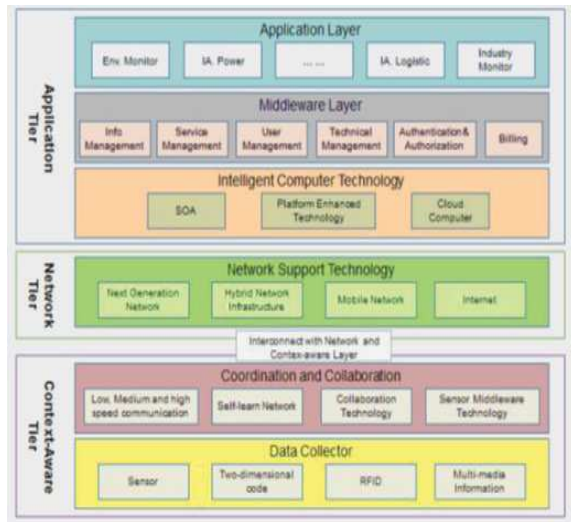


Figura 4. Arquitectura Básica de la Internet de las Cosas  
Fuente: [19].

El nivel intermedio integra varias redes cableadas e inalámbricas para transferir la información de las cosas con precisión. Regularmente se transfiere información regularmente recopilada por los sensores en Internet de las cosas por la red. El Nivel más superior de la arquitectura de muchos es el nivel de aplicación. El nivel de la aplicación consta de tres capas (capa de tecnología, capa de middleware, capa de aplicación). La capa de aplicación se compone de aplicaciones que exportan toda la funcionalidad de los sistemas para el usuario final. Esta capa explota las funcionalidades de la capa de red. El middleware es una capa de software interpuesta entre la tecnología y los niveles de aplicación. Su característica de esconder los detalles de las diferentes tecnologías es fundamental para eximir al programador de temas que no son directamente pertinentes a su enfoque, que es el desarrollo de la aplicación específica habilitada por mucha infraestructura[6]. El middleware está ganando cada vez más importancia en los últimos años debido a su importante papel en simplificar el desarrollo de nuevos servicios y la integración de las tecnologías heredadas en los nuevos.

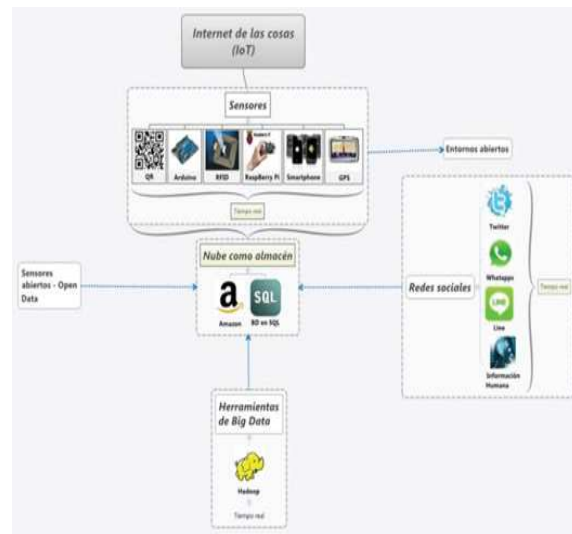


Figura 5. Arquitectura Básica de la Internet de las Cosas.

## 5. RETOS

La IoT al tener como objetivo contar con sensores u objetos dispersos para que generen información desde cualquier sitio accesible o bien en el interior de una máquina [23], requiere la interconexión de estos objetos heterogéneos a través de Internet [24][25]. Esto llevará a un futuro en el que no sólo sea usado para la comunicación entre personas, si no, entre humano y máquina, e incluso, entre diferentes máquinas (M2M) [26][13]. Por ello cobran también importancia los Smart Objects: objetos físicos con un sistema embebido que le permite procesar información y comunicarse con otros dispositivos y realizar acciones con base en una acción o evento determinado[20][27]. No obstante, todos estos sistemas complejos presentan un problema al momento de interconectar los Smart Objects debido a las diferencias entre software y hardware utilizado por cada uno en los diferentes procesos[28].

La IoT requiere reconocer los objetos inteligentes y mantener un flujo de mensajes constante entre los diferentes objetos. No obstante, cada implementación de diferentes redes de sensores puede presentar diferentes problemas y cada aplicación proporciona una solución dife-

rente. Aunque se han adelantado trabajos para una mejor interconexión en la IoT [22] y una solución en este caso es realizar una arquitectura que soporte el paso de mensajes de los diferentes tipos de dispositivo y sea capaz de responderles[1][28]. Una de las aproximaciones de este planteamiento es la arquitectura Dirigida por modelos "Model-Driven Architecture" –MDA- que es la proposición de la Object Management Group –OMG- la cual establece una serie de tecnologías a utilizar en la construcción de software bajo el esquema de la Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE)[29], con la cual se propone la creación de aplicaciones que permitan interconectar objetos heterogéneos[30], siendo estas la base en la generación de un Metamodelo que integre los elementos requeridos (sensores, Cloud y Web 2.0) para el avance de la IoT.

## Referencias

- [1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010.
- [2] A. Serbanati, C. M. Medaglia, and U. B. Ceipidor, "Building Blocks of the Internet of Things : State of the Art and Beyond," in *deploying-rfid-challenges-solutions-and-open-issues*, no. Challenges, Solutions, and Open Issues, D. C. Turcu, Ed. InTech, 2011.
- [3] CERP-IoT, *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*, no. March. European Commission - Information Society and Media DG, 2010.
- [4] Pascual Espada Jordán, "DISEÑO DE OBJETOS VIRTUALES COLABORATIVOS ORIENTADOS A SERVICIOS EN EL MARCO DE INTERNET DE LAS COSAS," Universidad de oviedo, 2012.
- [5] A. U. N. S. N, C. Sarkar, R. V. Prasad, and A. Rahim, "A Unified Semantic Knowledge Base for IoT," pp. 575–580, 2014.
- [6] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, Sep. 2013.
- [7] The US National Intelligence Council, "Disruptive Civil Technologies :Six Technologies with Potential Impacts on US Interests out to 2025," 2008.
- [8] CERP-IoT, *Internet of Things: Strategic Research Roadmap*. European Commission - Information Society and Media DG, 2009.
- [9] B. Alessandro, Hitachi Europe, and G. Horn, "Internet of Things in 2020: A ROADMAP FOR THE FUTURE," 2008.
- [10] W. CHONGGANG, D. MAHMOUD, D. MISCHA, H. R. QINGYANG, M. XUFEI, and W. HONGGANG, "Guest Editorial Special Issue on Internet of Things ( IoT ): Architecture , Protocols and Services," *IEEE Sens. J.*, vol. 13, no. 10, pp. 3505–3510, 2013.
- [11] A. R. Biswas and R. Giaffreda, "IoT and Cloud Convergence : Opportunities and Challenges," 2014 IEEE World Forum Internet Things, pp. 375–376, 2014.
- [12] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, Sep. 2013.
- [13] L. Tan, "Future internet: The Internet of Things," 2010 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng., pp. V5–376–V5–380, Aug. 2010.
- [14] International Telecommunication Union (ITU), "The Internet of Things," 2005.
- [15] C. Technologies, "FROM RFID TO THE INTERNET OF THINGS Pervasive networked systems Conference organised Society and Media , by DG Information Networks and Communication Technologies Directorate Prepared by : John Buckley," no. March, 2006.
- [16] M.-W. Ryu, "Survey on Internet of Things: Toward Case Study," *Smart Comput. Rev.*, vol. 2, no. 3, pp. 195–202, Jun. 2012.
- [17] M. Nitti, L. Atzori, and I. P. Cvijikj, "Network Navigability in the Social

- Internet of Things,” pp. 405–410, 2014.
- [18] F. Mattern and C. Floerkemeier, “From the Internet of Computers to the Internet of Things,” *Informatik-Spektrum*, vol. 33, no. 2, pp. 107–121, 2010.
- [19] Prajakta Pande and P. Anand, “Internet of Things – A Future of Internet : A Survey,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 2, no. 2, pp. 354–361, 2014.
- [20] J. Pascual Espada, O. Sanjuán Martínez, B. C. Pelayo G-Bustelo, and J. M. Cueva Lovelle, “Virtual Objects on the Internet of Things,” *Int. J. Interact. Multimed. Artif. Intell.*, vol. 1, no. 4, p. 23, 2011.
- [21] T. Yashiro, S. Kobayashi, N. Koshizuka, and K. Sakamura, “An Internet of Things (IoT) architecture for embedded appliances,” *2013 IEEE Reg. 10 Humanit. Technol. Conf.*, pp. 314–319, Aug. 2013.
- [22] C. Francois, S. Krco, and B. Pokrie, “Designing IoT Architecture ( s ) A European Perspective,” *2014 IEEE World Forum Internet Things*, pp. 79–84, 2014.
- [23] González García Cristian, “MIDGAR: Plataforma para la generación dinámica de aplicaciones distribuidas basadas en la integración de redes de sensores y dispositivos electrónicos IoT,” UNIVERSIDAD DE OVIEDO, 2013.
- [24] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, and M. Nitti, “The Social Internet of Things (SIoT) – When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization,” *Comput. Networks*, vol. 56, no. 16, pp. 3594–3608, Nov. 2012.
- [25] C. González García, B. C. Pelayo G-Bustelo, J. Pascual Espada, and G. Cueva-Fernandez, “Midgar: Generation of heterogeneous objects interconnecting applications. A Domain Specific Language proposal for Internet of Things scenarios,” *Comput. Networks*, vol. 64, pp. 143–158, May 2014.
- [26] R. Roman, J. Zhou, and J. Lopez, “On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things,” *Comput. Networks*, vol. 57, no. 10, pp. 2266–2279, Jul. 2013.
- [27] B. Xu, L. Da Xu, H. Cai, C. Xie, J. Hu, and F. Bu, “Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-based Information System for Emergency Medical Services,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 3203, no. c, pp. 1–1, 2014.
- [28] K. Gama, L. Touseau, and D. Donsez, “Combining heterogeneous service technologies for building an Internet of Things middleware,” *Comput. Commun.*, vol. 35, no. 4, pp. 405–417, Feb. 2012.
- [29] Montenegro Marín Carlos Enrique, “MODELADO ESPECIFICO DE DOMINIO PARA LA CONTRUCCION DE LEARNING OBJECTS INDEPENDIENTES DE LA PLATAFORMA,” UNIVERSIDAD DE OVIEDO, 2011.
- [30] C. Gonz and P. Espada, “Using Model-Driven Architecture Principles to Generate Applications Based on Interconnecting Smart Objects and Sensors,” in *Advances and Applications in Model-Driven Engineering*, Vicente Díaz; Juan Lovelle; B. García-Bustelo; Oscar Martinez, Ed. IGI Global., 2013, pp. 73–87.