

Despliegue de una Red LoRaWAN en la Universidad Nacional de Misiones

Eduardo O. Sosa, Milton E. Sosa, Diego A. Godoy

Secretaría de Investigación y Posgrado (SECIP). Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales; Félix de Azara 1552 - N3300LQH - Posadas

Universidad Nacional de Misiones (UNaM)

{es; mesosa; dgodoy}@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen

Existiendo en el mundo más de siete mil millones de dispositivos conectados, y un crecimiento esperado sin precedentes para los próximos años; Internet de las Cosas (IoT) es uno de los temas más candentes de la actualidad. El control de entornos físicos en un futuro próximo requiere nuevas tecnologías inalámbricas que puedan extender la vida útil de la batería y cubrir áreas extensas. LoRaWAN es una de las tecnologías más destacadas que cumplen con estos requisitos atrayendo la atención tanto de la academia como de la industria. En este trabajo se presenta el desarrollo, configuración e implementación de dos nodos LoRaWAN como puertas de enlace a los servidores de The Things Network. Este servicio es prestado a la ciudadanía de la ciudad de Posadas en forma abierta, y soportado oficialmente por la red de datos de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Dichos *gateways* son capaces de dar soporte oficial y privado a situaciones críticas, de emergencia o desastres naturales, como también a la investigación y desarrollo.

Palabras clave: Internet de las Cosas (IoT), LoRa, LoRaWAN, Redes de Sensores

Contexto

El proyecto se relaciona con otros sobre aplicaciones de conceptos de Internet de las Cosas (IoT), Internet del Futuro y sistemas inteligentes. Es el producto de desarrollos en

el marco de la Secretaría de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. En este caso el proyecto aprobado ha sido “Localización de Objetos en Internet de las Cosas”, nombrado como 16Q652-PI de grupo consolidado, habiendo sido aprobado y dado de alta por Resolución 291/18.

Se han coordinado actividades y consultas al Centro de Investigación sobre Tecnologías de la Información y Comunicación (CITIC) de la Universidad Gastón Dachary (UGD) de manera de avanzar en el tema realizando las consultas pertinentes a otros involucrados en la cuestión, considerando que es una temática considerada en esa casa de estudios.

Introducción

Las redes móviles celulares actuales se diseñaron principalmente para interacciones de tipo persona-persona y persona-máquina enfocadas en aplicaciones/servicios específicos tales como telefonía, intercambio de SMS/MMS, descargas multimedia y transmisión por secuencias. Esto no se condice con la visión y evolución de la Internet de las cosas (IoT), que requiere conectividad también para dispositivos desatendidos. Esto define de facto un nuevo paradigma de comunicación (y tráfico) que involucra poca o ninguna interacción humana, y por lo tanto, a menudo se lo conoce como comunicaciones “máquina-máquina”; ó “tipo

máquina". Considerando la necesidad de cobertura espacial, de tiempo de funcionamiento y tipos de datos a transferir, dos tecnologías cumplen con los requerimientos: Redes celulares y Redes de área amplia de baja potencia (LPWAN).

El Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) ha lanzado varias actividades para mejorar los estándares clásicos de las comunicaciones M2M, incluyendo la Cobertura Extendida-GSM (EC-GSM), la Comunicación Tipo Máquina (LTE-M) mejorada de LTE y/o la banda estrecha IoT (NB-IoT). Sin embargo, las tecnologías antes mencionadas están tomando un tiempo para la estandarización, no alcanzando aún la madurez y difusión completas. Dichos "retrasos" en el tiempo de comercialización de los estándares celulares compatibles con IoT, abrieron el camino a los operadores de redes especializados que venden conectividad IoT a través de tecnologías inalámbricas de largo alcance y baja potencia como SigFox [1] LoraWAN [2], Weightless [3]] e Ingenu [4].

LoRaWAN es un estándar inalámbrico de LoRa . La arquitectura de referencia LoRaWAN, es mostrada en la Figura 1.

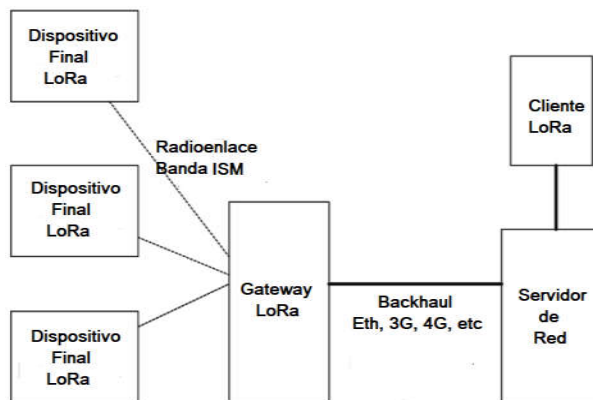


Figura 1. Arquitectura LoRaWan

Los dispositivos finales detectan y transmiten datos de campo hacia las puertas de enlace que recopilan los datos de los

nodos finales y los envían a un servidor de red donde se encuentra toda la "inteligencia" de la red. Los nodos finales no están asociados a ninguna puerta de enlace específica, sino que transmiten sus mensajes que son recibidos y reenviados por cualquier puerta de enlace a su alcance

El servidor de red se encarga de eliminar los duplicados en los mensajes de enlace ascendente, ejecutar la lógica MAC y administrar los parámetros de RF de LoRa.

LoRaWAN opera en el espectro de radio Sub-Gigahertz sin necesidad de licencia (bandas Industrial, Científica y Médica –ISM-), con frecuencias de portadora específicas para cada región del planeta. Los nodos instalados en la UNaM, han sido configurados en la banda de 915 MHz, en un todo de acuerdo a las bandas asignadas por continentes.

Para los nodos desplegados se han adoptado las frecuencias LoRaWAN para los Estados Unidos de América definiendo 64 canales de 125 kHz de 902.3 a 914.9 MHz. Ocho canales de enlace ascendente de 500 KHz en incrementos de 1,6 MHz de 903 MHz a 914 MHz. Los ocho canales de enlace descendente tienen un ancho de 500 kHz desde 923.3 MHz hasta 927.5 MHz. La potencia de salida máxima es de +30 dBm.

El corazón de LoraWAN es LoRa, una técnica de modulación patentada de espectro expandido, basada en un derivado de Chirp Spread spectrum (CSS) [5]. CSS es una técnica de espectro ensanchado que utiliza pulsos modulados en frecuencia lineal de banda ancha para codificar información, como ejemplo, una señal se transmite en ráfagas cortas, "saltando" entre frecuencias en una secuencia pseudoaleatoria

Hemos basado nuestro proyecto en LoRaWAN, debido a el rendimiento de éstas redes en términos de cobertura, latencia de extremo a extremo y tasa de extracción de datos (DER), como también del diseño de la red, y otros de configuración de la capa física que caracterizan el segmento inalámbrico (factor de expansión, tasa de codificación de protección, ancho de banda del canal, potencia emitida).

Líneas de Investigación

La investigación académica y científica sobre LoRaWAN está en su génesis y, hasta el momento, está dirigida principalmente a la evaluación del rendimiento de las capas física y de acceso al medio del estándar de referencia OSI [6].

En el seno de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales se desarrollan actividades en proyectos de investigación que presentan un ordenamiento disciplinar más acotado a procesos constitutivos del campo de la Tecnologías de la Información y Comunicaciones, con una lógica de trabajo que ha nutrido de experiencias, prácticas y saberes centrales al efecto de dar cuenta de las mejores formas de avanzar sobre temas del dominio especificado. Por ello los estamentos involucrados proponen el desarrollo de líneas de investigación que, transversalmente, den cuenta de los objetivos perseguidos originando compilación de ideas proyecto, desarrollos, captura de información, conceptualización, análisis y producción de elementos utilizables en escenarios reales, con posibilidades ciertas de extrapolación trabajos del futuro.

Hemos establecido una sucesión continua y ordenadora de actividades de estudio, reflexiones sistemáticas y creativas, tormentas de ideas y discusiones alrededor del tema Internet de las Cosas, enlazando entre si uno o varios proyectos de trabajo para así desarrollar actividades académicas e intelectuales dinámicas, en medio de búsquedas, hipótesis, logros, metas y objetivos para producir, construir y aumentar conocimientos sobre redes sub-gigahertz. De esta manera actuamos colectivamente a situaciones que demandan procesos sistemáticos fundamentalmente interdisciplinarios.

Materiales, Métodos e Implementación

Las puertas de enlace forman el puente entre los dispositivos y los servidores finales. Los dispositivos usan redes de bajo consumo como LoRaWAN para conectarse a la Puerta de enlace, mientras que la Puerta de enlace usa la red TCP/IP de la Universidad para conectarse a la Red de Cosas. Todas las puertas de enlace al alcance de un dispositivo recibirán los mensajes del dispositivo y los reenviarán al servidor. En destino, se eliminarán los mensajes duplicados y se seleccionará la mejor puerta de enlace para reenviar los mensajes en cola por el enlace descendente. Una única puerta de enlace puede servir a miles de dispositivos.

La necesidad de desplegar *gateways* en el país, es obvia toda vez que se observa la dispersión de nodos públicos accesibles a lo largo del país (Figura 2).

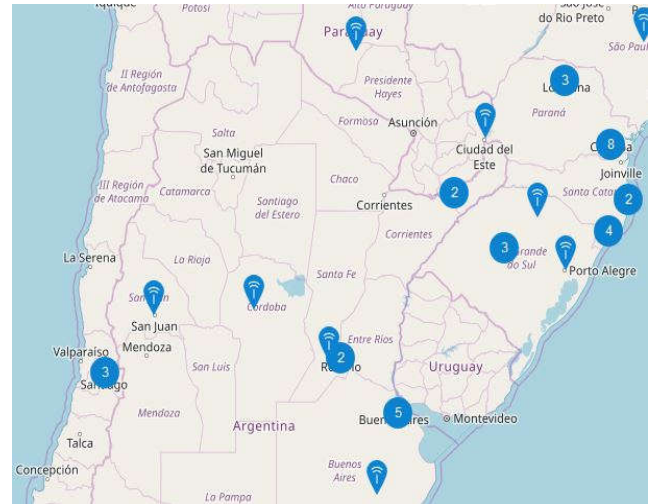


Figura 2. Nodos desplegados en el norte Argentino

Las puertas de enlace son enrutadores equipados con un concentrador LoRa, lo que les permite recibir paquetes LoRa. Normalmente se encuentran dos tipos de puertas de enlace: a) aquellas que se ejecutan en un firmware mínimo, y solo ejecutan el software de reenvío de paquetes y b) las que ejecutan un sistema operativo, para el cual el software de reenvío de paquetes se ejecuta como un programa en

segundo plano. Nuestros nodos se encuadran entre los primeros.

Como puerta de enlace LoRa hemos utilizado un módulo RAK831 [7] capaz de recibir en diferentes canales de frecuencia al mismo tiempo y de demodular la señal LoRa sin conocer el factor de propagación utilizado del nodo emisor.

Se ha utilizado un host Raspberry Pi 3 para su correcto funcionamiento, conectándose al módulo RAK831 a través de SPI¹.

En la Figura 3 puede observarse la zona abarcada por los nodos instalados en la Facultad de Ciencias Exactas tanto en la sede centro. Como en el anexo de bioquímica y farmacia.

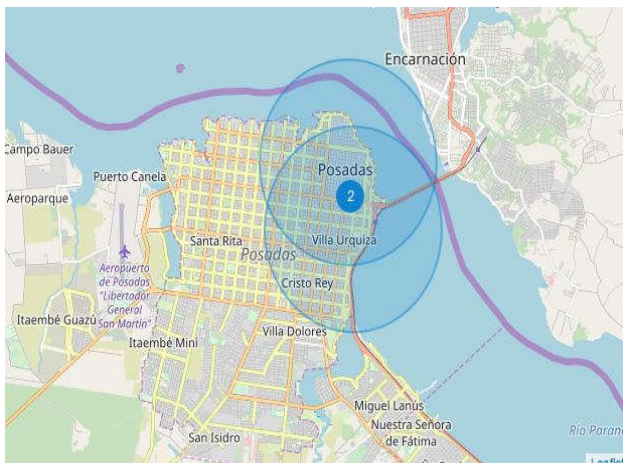


Figura 3. Zona cubierta por los nodos en la FCEQyN

Haciendo uso de las herramientas disponibles para nodos IoT, se han configurado sensores de temperatura, humedad y temperatura de en cada una de las cajas estanca, con los servicios de Thingspeak [8], Figuras 4 a, b y c.

Formación de Recursos Humanos

Los integrantes de grupo de Investigación, son investigadores formados, que forman un grupo consolidado, habiendo obtenido el primer lugar en el orden de mérito entre todos los proyectos de investigación presentados en la

Universidad Nacional de Misiones, habiendo sido evaluado externamente.

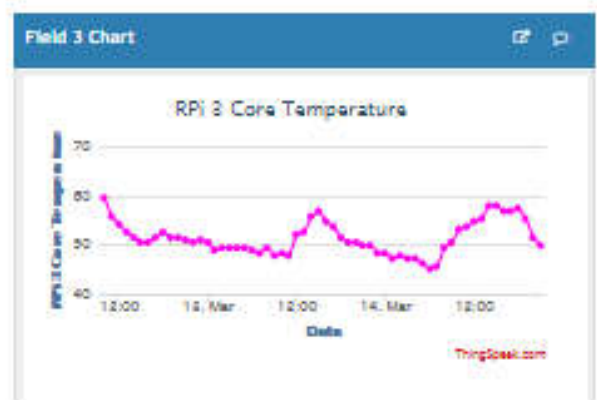
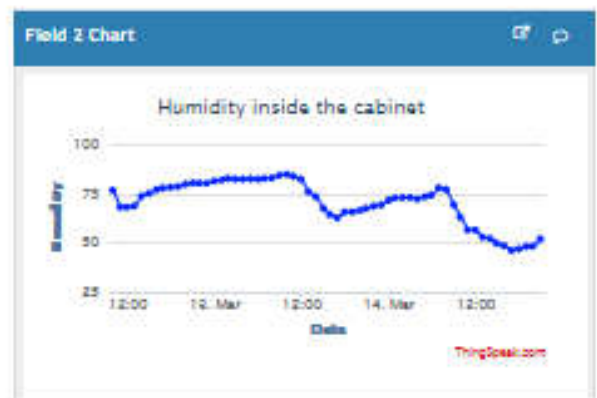
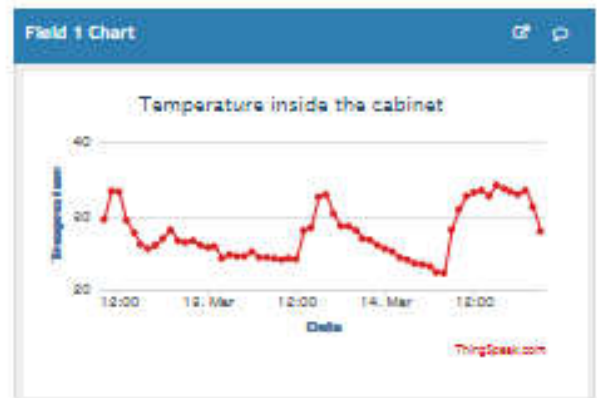


Figura 4. Parámetros físicos estancos de gateway de nodo anexo, a) temperatura, b) Humedad c) T Core Pi

¹ SPI es un acrónimo para referirse al protocolo de comunicación serial Serial Peripheral Interface

Referencias

- [1] Sigfox, "Sigfox, the world's leading IoT services provider.," 03 2019. [Online]. Available: <https://www.sigfox.com/en>.
- [2] LoRa Alliance, «What is the LoRaWAN Specification?,» Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://goo.gl/wqdAnP>.
- [3] Weightless SIG, «Weightless. Simply better.,» [En línea]. Available: <http://www.weightless.org>.
- [4] I. Inc., "IOT Connectivity that works," Marzo 2019. [Online]. Available: <https://www.ingenu.com>.
- [5] B. Reynders and S. Pollin, "Chirp spread spectrum as a modulation technique for long range communication," in *2016 Symposium on Communications and Vehicular Technologies (SCVT)*, Mons, Belgium, 2016.
- [6] International Organization for Standardization, «Estándar ISO 7498-1,» ISO/IEC, Ginebra, 1994.
- [7] Shenzhen Ruike Huilian Technology Co., Ltd., «RAK Products,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/vvwWZe>. [Último acceso: marzo 2019].
- [8] The MathWorks, Inc., «Understand Your Things,» [En línea]. Available: <https://thingspeak.com/channels/557580>. [Último acceso: Marzo 2019].