

Soluciones IoT con tecnología LoRaWAN

Javier Díaz, Laura Fava, Diego Vilches Antao, Agustín Candia
LINTI - Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas.
Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata, Calle 50 esq. 120, 2do Piso.
Tel: +54 221 4223528
{jdiaz, lfava, dvilches, acandia}@linti.unlp.edu.ar

RESUMEN

Para 2020, se espera que 50 mil millones de dispositivos (cosas) estén conectados a Internet para formar el mundo de Internet de las Cosas o IoT (Internet of Thing).. En el mundo de las redes de comunicación, se utilizan dos categorías principales de redes para IoT: redes de bajo consumo y corto alcance y redes bajo consumo y de largo alcance. Se considera que IPv6 sobre redes de área personal inalámbricas de baja potencia (6LoWPAN) es una red crucial en redes de corto alcance de baja potencia donde las motes de 6LoWPAN representarán la mayoría de las cosas de bajo alcance de baja potencia. Otras opciones no basadas en IP y de amplia difusión en el mercado incluye las tecnologías ZigBee y Z-wave, sobre todo en los entornos de domótica. Por otro lado, LoRaWAN y SigFox son dos de los principales entornos de redes y actores en redes de largo alcance y baja potencia o, a menudo, llamadas redes de área amplia de baja potencia (LPWAN) (Kashoash, H, Kemp, 2018). Aparecen en escena también, los protocolos asociados a la infraestructura de las redes celulares como el LTE-M y el NB-IOT.

Al mismo tiempo, el mundo se está urbanizando rápidamente y ello está provocando importantes cambios en nuestros estilos de vida, nuestro comportamiento social y nuestra salud. Un modelo de ciudad inteligente y sostenible deberá ofrecer soluciones integrando

nuevos dispositivos y servicios y organizando los procesos dentro de la ciudad, promoviendo el uso eficiente de los recursos y un funcionamiento armónico del desarrollo social.

Así como la ciudad, el campo también está siendo alcanzado por nuevas tecnologías afines, que permitirán un mayor y mejor control sobre los procesos productivos.

En este contexto, se plantean experiencias de innovación tanto para las grandes ciudades como para áreas suburbanas o rurales.

En este artículo se describen líneas de investigación y desarrollo que forman parte de un proyecto integral destinado a proveer soluciones tecnológicas que aporten a escenarios de smart cities, áreas rurales, marítimas o alejadas de lo urbano donde la conectividad 3G o 4G resulta ineficaz/inaccesible y se presenta a LoRaWAN como red de soporte.

Palabras claves: Internet de las Cosas (IoT), sensores, protocolos para IoT, Lora, LoRaWAN.

CONTEXTO

El Laboratorio de Investigación de Nuevas Tecnologías Informáticas LINTI de la Facultad de Informática, viene trabajando en proyectos relacionados con Internet de las Cosas en áreas como domótica, estacionamiento inteligentes, horticultura, deporte, etc., desde hace varios años.

Uno de los primeros proyecto de IoT vinculado a ciudades inteligentes es *rParking: un sistema de plazas de estacionamiento*

reservadas (Boccalari, E., González, F., 2016) actualmente en funcionamiento en la playa de estacionamiento del edificio de Rectorado de la UNLP.

También se está trabajando en proyectos vinculados a IoT y deporte donde se han diseñado y construido dispositivos basados en LEDs y sensores de proximidad para mejorar la toma de decisiones, la reacción física y cognitiva, la capacidad de atención y concentración de los jugadores. En esta línea también se han diseñado y construido dispositivos basados en GPS (Global Positioning System) y acelerómetro, para medir parámetros como máximas velocidades, impactos, distancia recorridas, etc. en situación de juego (Fava, L., Vilches Antao, D., 2018).

Asimismo se han propuesto soluciones de IoT para ayudar a personas con discapacidad como el calzado háptico, una solución tecnológica integral en forma de zapato que va acompañado por una aplicación móvil que guía a los disminuidos visuales a un destino específico en tiempo real (Berretti, F., 2014) y el desarrollo de un kit de bastón y anteojos con sensores que detectan y avisan ante objetos en espacios bajos y altos para personas ciegas.

Las líneas de trabajo que se describirán a continuación se desarrollan en el LINTI y están enmarcadas en el proyecto *Internet del futuro: Ciudades digitales inclusivas, innovadoras y sustentables, IoT, ciberseguridad y espacios de aprendizaje del futuro*, acreditado en el marco del Programa de Incentivos, bajo la dirección del Lic. Javier Díaz.

1. INTRODUCCIÓN

El término Internet de las Cosas o Internet of Things (IoT) se refiere generalmente a escenarios donde la capacidad de cómputo y la conectividad de

las redes se extienden a objetos, sensores y elementos cotidianos -no computadoras personales-, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos.

Los proyectos antes mencionados, dan cuenta del trabajo que se viene desarrollado con IoT en diferentes escenarios, mayormente utilizando wi-fi y bluetooth, sin embargo, cuando se necesitan comunicaciones sobre distancias largas esos protocolos no son adecuados. En este sentido, han surgido nuevas tecnologías que permiten comunicación eficiente en distancias muy largas, donde no existe conectividad celular (GPRs, 3G o 4G), y también en escenarios donde las capacidades de cómputo y energía del nodo sean claramente limitadas. Dentro de estas tecnologías conocidas como LPWAN tenemos LoraWAN y Sigfox. En este artículo se presentan desarrollos de proyectos que utilizan LoraWAN para brindar soluciones a problemáticas de las ciudades y al agro.

En este artículo se describen líneas de investigación y desarrollo que forman parte de un proyecto integral destinado a proveer soluciones de IoT aplicadas a diferentes contextos locales usando LORA, como protocolo comunicación de largo alcance.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Las líneas de investigación, desarrollo e innovación que se llevan a cabo en este proyecto están vinculadas al desarrollo de soluciones para ciudades inteligentes y soluciones para el agro utilizando el protocolo LoRaWAN.

Los ejes principales de I+D+i son:

- Análisis de protocolos de comunicación de largo alcance y bajo consumo. Despliegue de la red, instalación y prueba.
- Análisis de tecnologías de vanguardia para la construcción de dispositivos inteligentes para smart cities. En especial se está trabajando en la construcción de luminarias

y semáforos inteligentes para mejorar el tránsito de la ciudad.

- Diseño y construcción de dispositivos basados en sensores para el monitoreo de ganado y análisis de la salud de los animales.
- Análisis de sistemas de posicionamiento para tracking de animales: GPS y localización sin GPS usando LoRaWAN.
- Diseño e implementación de plataformas horizontales que gerencien los dispositivos mencionados, escalen en cantidad y diversidad de nodos y permitan trabajar con los datos recolectados.

3. RESULTADOS OBTENIDOS / ESPERADOS

Para la línea de IoT planteada en este artículo se ha trabajado por un lado en la red de soporte LoRaWAN y por otro en la creación de dispositivos inteligentes que serán conectados utilizando esa red y aplicaciones de gerenciamiento desarrolladas específicamente para cada tipo de dispositivo.

En cuanto a los proyectos que se están implementando podemos mencionar:

- *Iluminación inteligente*

En una primera instancia se diseñó un conjunto de dispositivos con tecnología LED, sensores de presencia, luminosidad y de calidad de aire, montados sobre una red mesh ZigBee. Equipos perimetrales que permiten dar aviso del paso de peatones y encender anticipadamente el equipo. A su vez, sensores de CO2 y material particulado, informaban en tiempo real indicadores sobre la calidad de aire. La Fig. 1 muestra el prototipo de las primeras

luminarias que sirvieron de base para las nuevas investigaciones.



Fig 1.: primer prototipo de luminarias

En el contexto de un convenio de trabajo con fabricantes de luminarias led locales, se está trabajando actualmente sobre un artefacto de alumbrado público comercial dotado con sensores para gestionar su estado usando la red LoRaWAN. Se agregaron también sensores de temperatura, humedad y material particulado.

Como resultado de este trabajo, se podrá conocer el estado de funcionamiento de las luminarias en tiempo real y poder telegestionar las mismas con acciones como encendido, apagado y dimerizado. Un despliegue de este piloto ya puede observarse en el Edificio de Modernización de la Ciudad de La Plata.

- *Tracking de Ganado*

La sensorización de animales, la recolección de datos y su análisis es otra línea de trabajo. En este marco se está desarrollando un primer prototipo de collar para monitorear el ganado, detectar enfermedades y controlar posibles epidemias.

Se propone desarrollar un kit para monitorear la salud de la vaca y su ubicación en tiempo real, esto es, sensar la temperatura corporal del animal, registrar la rumia y otros parámetros que permitan determinar la salud de los hatos y la ubicación dentro del campo.

- *Semaforización Inteligente*

En el contexto de dos trabajos finales y en cooperación con un proveedor del rubro semaforización, se lleva a cabo el desarrollo de un prototipo funcional de red de semáforos inteligentes. Se incorporan funcionalidades tales como monitoreo del estado lumínico del artefacto, sincronización de onda verde, sensores de posicionamiento e inclinación, habilitación de canales para circulación ante situaciones de emergencia, entre otras. La solución pensada de extremo a extremo, incluye el diseño de un nodo controlador, facilidades de comunicación vía LoRaWAN, monitoreo en tiempo real y herramientas de configuración y analítica. La Fig. 2 muestra el prototipo base de semáforo que se está usando en esta primera etapa.



Fig 2.: Prototipo de semáforo base

- *Sensores de calidad de aire*

Se implementó un nodo de monitoreo de calidad de aire, basado en el uso de sensores portátiles. Se analizó la performance de 3 modelos diferentes de sensores para la medición de material particulado, uno de los contaminantes primarios determinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).

Como parte del análisis exploratorio, se realizaron campañas de monitoreo en conjunto con un equipo de referencia

certificado, a fines de analizar desvíos en las mediciones y correlación entre los diferentes sensores. La tarea se desarrolló en conjunto con profesionales del ámbito de la tecnología ambiental pertenecientes a la UNLP (Candia, A. , 2018).

- *Balizamiento en Boyas*

Como parte de un proyecto que permita dar soporte a un sistema de balizamiento en Puertos, se diseñó un nodo a batería para ser instalado en el km 10.4 sobre el Río de La Plata, partido de Ensenada. El objetivo fue medir el desempeño de las comunicaciones LoRaWAN sobre espejos de agua. El resultado obtenido fue más que satisfactorio, logrando captar paquetes de la mayoría de los equipos de comunicación instalados en la ciudad de La Plata.

Finalmente, cabe destacar que para dar soporte a todos estos proyectos se desplegó una red LoRaWAN usando la infraestructura de torres de la UNLP y el backbone de fibra óptica que las conecta. La arquitectura se implementa en una topología de estrellas en la que dispositivos repetidores (gateways) retransmiten mensajes entre los dispositivos finales (sensores) y un servidor de red central

Los gateways están conectados al servidor de red a través de conexiones IP estándar y actúan simplemente convirtiendo paquetes de RF en paquetes IP y viceversa. El despliegue de gateways en las antenas seleccionadas, cubrió de forma satisfactoria el área de interés, incluso utilizando una baja densidad de equipos. La Fig. 3 ilustra los equipos desplegados y el área cubierta en las pruebas de alcance realizadas.



Fig 3.: Mapa de cobertura LoRaWAN. La Plata, Berisso y Ensenada

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo de la línea de I+D+i presentada en este artículo se encuentra formado por docentes investigadores categorizados del LINTI y alumnos avanzados de la Licenciatura en Informática, Licenciatura en Sistemas e Ingeniería en Computación perteneciente a la Facultad de Informática y a la Facultad de Ingeniería.

En relación a las tesinas de grado vinculadas con esta línea de investigación, se está dirigiendo una tesina de grado y una PPS vinculadas a semaforización inteligente. Se está comenzando con una tesina de dos alumnos de las licenciaturas para trabajar con IoT y Agro, y una tesina con IoT y seguridad. También se están ejecutando cuatro proyectos acreditados de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación vinculados a medición de calidad de aire, agro, deporte, accesibilidad y luminarias donde participan docentes del LINTI y alumnos de las distintas carreras de las facultades mencionadas.

5. REFERENCIAS

Boccalari, E., González, F. *rParking: Sistema de plazas de estacionamiento*

reservadas. Tesina de Grado accesible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59485>. Octubre, 2016.

Fava, L., Vilches Antao, D., Díaz, J., Pagano, M., Romero Dapozo, R., *Tecnología aplicada al deporte de alto rendimiento*, XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018), ISBN: 978-987-3619-27-4. Abril, 2018.

Kashoash, H, Kemp, A. *Comparison of 6LoWPAN and LPWAN for the Internet of Things*. Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering. Diciembre, 2017.

Candia, A., Luengo, M. Represa, S., Porta, A. Marrone, L. *Solutions for SmartCities: proposal of a monitoring system of air quality based on a LoRaWAN network with low-cost sensors*. ISBN: 978-1-5386-5447-7, 2018.

OMS, «Guía de calidad del aire,» 2006.

RECURSOS/DESARROLLOS EXISTENTES

Ciudades Sustentables, https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ciudad_essustentables

LORA Alliance, <https://www.lora-alliance.org>

Design Support Technical resources and documents, <https://www.semtech.com/design-support>