

**IV Workshop de Creatividad e Innovación en Informática (IV W - INF)
Aplicaciones Creativas e innovadoras en Informática**

Framework IoT para escenarios de multipropósitos. El caso de monitoreo de shelters de Fibra Óptica

Federico Aguirre; Lucas Ibañez Claudio Basilio; Sergio Gramajo
Universidad Tecnológica Nacional FRRe, Ecom, Argentina
{federodani; lucas.sebib; combasilio.claudio}@gmail.com;sergio@frre.utn.edu.ar
Internet of Things (IoT) y wearables technologies

Resumen

Las necesidades de comunicación ininterrumpida en la prestación de servicios de telecomunicaciones ya sean servicios públicos como seguridad, salud, educación o servicios comerciales e industriales impulsa a que se tomen medidas en pos de garantizar esto. Para hacer frente a esta necesidad en este trabajo de investigación y desarrollo se llevó a cabo la construcción de un framework para monitorear condiciones ambientales y de seguridad mediante sensores distribuidos en 2800 km. de fibra óptica, específicamente en shelters de acceso a cada ciudad de la provincia del Chaco. El foco de la investigación está basado en los conceptos y estándares relacionados a Internet de las Cosas (IoT) y Ciudades Inteligentes cuyo monitoreo centralizado tiene el objetivo de tomar acciones preventivas y correctivas en la red para hacer eficiente el servicio. Se muestran los resultados principales de nuestra investigación como el framework multipropósito y los módulos que lo componen.

Palabras clave: Framework IoT; Sistema Web en Tiempo Real; Monitoreo; Innovación Tecnológica

Caso de Innovación

Este desarrollo de I+D se encuentra enmarcado dentro de un convenio de transferencia tecnológica entre la UTN Facultad Regional Resistencia y la empresa de telecomunicaciones Ecom Chaco SA. Se presenta como una necesidad de solución a un problema existente en el medio y que en el futuro puede ser transferido a otras empresas de telecomunicaciones que deseen monitoerar Shelters de Fibra Óptica, Estaciones Meteorológicas u otro propósito ya que sienta las bases de crear soluciones según cualquier necesidad de IoT.

Introducción a la innovación

El aumento de la urbanización sumado al desarrollo de la tecnología y las comunicaciones ha planteado nuevas formas de generar aplicaciones en pos de mejorar los servicios en las ciudades con un impacto directo en la calidad de vida de las personas. En este escenario han surgido campos de investigación relacionados a Internet de las Cosas (IoT), ciudades inteligentes, seguridad y la gestión de las telecomunicaciones que interconectan múltiples dispositivos conectados de forma inteligente y con una interacción humana mínima [1] [2].

Por otra, parte ha ido evolucionando la interconexión de objetos cotidianos a través de las redes existentes (debido a la facilidad de acceso y bajos costos en algunos casos) lo que volvió altamente favorable la aparición de dispositivos inteligentes o dotados de diversas técnicas del campo de la inteligencia artificial o Machine Learning que ayudan a estas ciudades a ir evolucionando en soluciones más eficaces para sus ciudadanos. En este sentido, Internet of Things (IoT) fue el resultado de la

evolución de las redes convencionales que conectan millones de dispositivos, los avances tecnológicos en computación ubicua (UC), las redes inalámbricas de sensores (WSN) y las interacciones máquina a máquina (M2M) [3] [4] [5] [6]. Hoy en día existen numerosas aplicaciones de IoT como ser hogar inteligente, ciudad inteligente, almacén inteligente, salud inteligente, sistemas de seguridad urbana inteligente, etc. [7]. Las ciudades que han optado por realizar operaciones o sistemas con IoT y con la ayuda de las TIC se han ido transformando en ciudades más eficientes en varios aspectos como servicios al ciudadano, seguridad, logística, planificación de crecimiento, eficiencia energética, etc. [8] [9] [10]

Para garantizar y crear las bases de esta evolución en pos del desarrollo es necesario contar con conectividad ininterrumpida y, en el caso de que haya una interrupción, solucionar en el menor tiempo posible. Hoy la interconexión de alta velocidad entre ciudades e internet se realiza en su mayor medida a través de fibra óptica. Los servicios públicos y privados deben tener garantizada su necesidad de capacidad de conexión. En este sentido, la provincia del Chaco cuenta con una red doblemente anillada de fibra óptica con 2800 km, distribuida en 42 ciudades en donde hay diferentes shelters o nodos de interconexión, tanto interna como externa.

Como base de nuestro proyecto de I+D, se creó un framework para hacer uso de los conceptos de IoT y redes de sensores para el monitoreo continuo de shelters de fibra óptica. Esta solución permite tomar acciones correctivas y preventivas para hacer más eficiente el servicio y garantizar un “service layer agreement” acorde al que se necesita para hacer frente al desarrollo urbano. Es importante mencionar que el resultado de este trabajo se logró mediante un convenio de transferencia tecnológica entre la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia y la empresa Ecom Chaco SA propietaria de la red de fibra óptica provincial.

En los siguientes apartados vamos a revisar conceptos sobre la tecnología utilizada muy brevemente como descripción de la innovación, luego en la sección 3 mostraremos los aspectos más importantes del framework desarrollado como proceso de implementación de la innovación y, por último, expondremos una conclusión sobre los resultados obtenidos.

2. Descripción de la innovación

Una aplicación de IoT requiere de un entorno de tecnologías que van desde el hardware como sensores o dispositivos que permiten la captación de información (como la captura de datos de temperatura, humedad, etc.) o bien, que permita realizar acciones remotas (encender/apagar luces, manejar motores, etc). La conectividad juega un rol fundamental, el hardware encargado de recopilar datos requiere de un medio para el envío de los la información y a través del cual recibir las órdenes para ejecutar operaciones. Es inminente la necesidad de plataformas que integren todas estas tecnologías en pos de garantizar lo que se conoce como cadena de valor de IoT de manera que el flujo de información entre dispositivos hardware y aplicaciones sea exitoso, permitiendo soluciones escalables y cada vez más eficientes.

El IoT está introduciendo cambios favorables aportando a una nueva era de ciudades inteligentes y gobiernos inteligentes velando por la eficiencia de la sociedad y calidad de vida. Es que, en base a

estas necesidades emergentes, surge la necesidad de contar con un framework que permita hacer frente al desarrollo urbano y que permita adaptarse a los distintos entornos que se presenten.

SiMo, es un framework que nace con el objetivo de aglomerar tecnologías e infraestructura para hacer frente a soluciones para IoT, haciendo más simple y transparente su aprendizaje y puesta en marcha para los involucrados mediante el uso inteligente de la información recolectada. Esto facilita la creación de un ecosistema interconectado en donde el uso de recursos convencionales aumenta en eficiencia gracias a la aplicabilidad de la tecnología. Este framework permite la integración de múltiples dispositivos hardware y la interconexión de un gran número de sensores y actuadores para la captación de datos de acuerdo a los parámetros que mejor se ajusten a las necesidades de los usuarios y entornos de trabajo. Permite administrar, configurar, almacenar y controlar objetos (como sensores, actuadores, equipos, etc.) de manera simple y amigable para que puedan cooperar entre ellos para alcanzar objetivos en común [12].

SiMo, se encuentra dividido en dos grandes módulos: SiMoW y SiMoRa, dedicados a labores puntuales que hacen en su totalidad a la solución final.

El desarrollo de SiMo se basa en un diseño de desarrollo de software siguiendo una arquitectura de capas[12], donde tanto para el módulo SiMoRa, como SiMoW, le permite ir añadiendo nuevas funcionalidades o servicios según se necesite, para trabajar sobre diversos entornos, ofreciendo un ambiente totalmente transparente al usuario. Esto facilita la escalabilidad de cualquier proyecto inicial que se plantee como objetivo.

El módulo SiMoW (Fig.1.A), es un sistema de monitoreo web el cual presenta una interfaz amigable para la visualización de datos (tanto en tiempo real como históricos), monitoreo y configuración remota de dispositivos, equipos, sensores, alertas y notificaciones.

El módulo SiMoRa (Fig.1.B), se encarga del censado de datos, comunicación, almacenamiento y sincronización de los mismos.

Tanto SiMoW y SiMoRa están diseñados para trabajar en conjunto, como se observa en la Fig. 1. Todos los parámetros de configuración y funcionamiento de SiMoRa pueden ser seteados y consultados desde SiMoW, como así también, estado de sensores y servicios. SiMoRa está desarrollado para que envíe los datos a SiMoW. Se describen ambos módulos en los siguientes apartados.

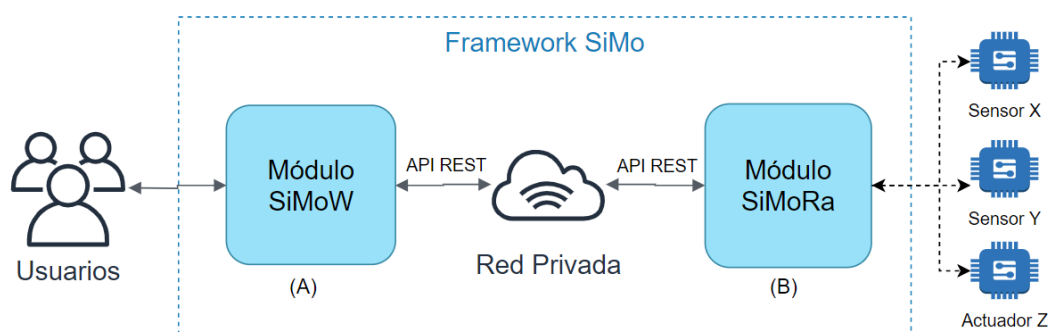


Fig. 1 Framework SiMo con módulos (A) SiMoW y (B) SiMoRa

2.1 Módulo SiMoRa

El módulo SiMoRa está montado sobre una placa Raspberry Pi, sobre el cual se ejecutan un conjunto de servicios, y se optó por Raspbian como Sistema Operativo base.

El manejo principal de los datos se lleva a cabo por los módulos desarrollados en la Raspberry Pi y por la conexión directa, y cableada, de los sensores/actuadores a los pines de la GPIO [13-14]. SiMoRa centraliza la captura, recolección y envío de datos, aunque existe la posibilidad de manejo de varios tipos de comunicación con otros dispositivos como placas Arduinos gracias el soporte de múltiples protocolos, de mensajería como MQTT.

Los Servicios se desarrollaron utilizando Python como lenguaje de desarrollo. Para el resguardo temporal de la información se utilizó SQLite como base de datos.

SiMoRa consta de 4 módulos básicos. Un módulo de **monitoreo**, encargado de la recopilación, almacenamiento y envío de datos censados. Desarrollado como una aplicación multithreading, lo que favorece la independencia en la captura de datos. Cada sensor activo se ejecuta sobre un hilo y se encarga de la recopilación de los datos de acuerdo a los parámetros con los que se configuró. Los datos capturados son enviados a un servicio REST establecido con posterioridad (via JSON), y para el cual, SiMoW cuenta con soporte a dicho servicio. SiMoRa por defecto envía los datos a SiMoW, con la posibilidad además de establecer otros servicios secundarios como adicionales. En el caso de que no se cuenta con la comunicación con este servicio debido alguna falla de conexión en la red, los datos se almacenarán hasta que la comunicación se restablezca y se puedan sincronizar dichos datos.

El segundo, módulo es una **API REST**, para el cual se utilizó el microframework de python llamado Flask, para la comunicación con SiMoW. Este permite tener el control remoto de SiMoRa gracias a la amplia variedad de microservicios desarrollados: sincronización de información de sensores (alta, baja, edición y eliminación), inicio y detención de módulos y del mismo equipo Raspberry Pi, lectura on demand de datos y la configuración de múltiples parámetros operacionales entre otros.

El tercer módulo se encarga del **manejo de cámaras**, el cual permite la administración tanto de cámaras IP como cámaras web USB para el monitoreo vía imágenes y video. Dicho servicio es provisto gracias a una librería en Python llamado Motion, que está pensado para capturar y almacenar imágenes de una o varias cámaras, con la posibilidad de detectar eventos, y mostrar las imágenes capturadas en tiempo real vía HTTP, para poder acceder a ellas remotamente a través de una URL.

Por último, un módulo encargado de manejar un **servidor MQTT** para la comunicación M2M con otros dispositivos.

En la Fig.2 podemos ver la interacción entre cada uno de estos módulos. Cada aplicación se presenta como servicios independientes que cooperan y se comunican entre sí. A su vez cada una puede ser gestionada desde SiMoW para su detención, inicio o reinicio. Todos los servicios se autoinician con el encendido de la Raspberry Pi y cuentan con un log, en donde se deja registro de cada acción que se lleva adelante.

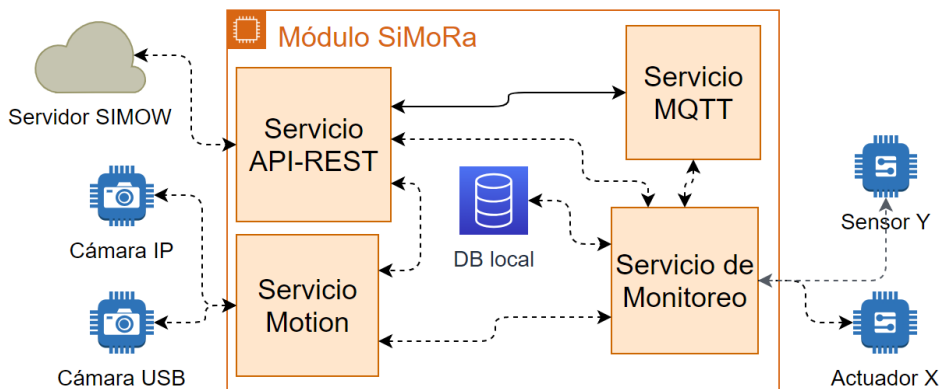


Fig.2 Módulos de SiMoRa

2.2 Módulo SiMoW

SiMoW es una plataforma Web que consta de una serie de módulos, que se puede observar en la Fig. 3, permitiéndole configurar a las necesidades del usuario y adaptarlo al ámbito en donde se utilizará.

SiMoW está desarrollado usando el framework Django de Python y en conjunto a con otras tecnologías como Nginx, Gunicorn, Redis, Supervisor, Bootstrap y MySQL como motor principal de Base de Datos, entre otras.

Algunas de las funcionalidades de SiMoW, consiste en la administración de perfiles permitiendo gestionar permisos y accesos a las distintas funcionalidades que presenta el sistema, personalizando para cada tipo de usuario las acciones que puede realizar.

La gestión de Nodos permite organizar equipos y sensores en lugares geolocalizados, permitiendo visualizar en un mapa la ubicación y el estado actual de los mismos.

Tanto para la gestión de equipos como de sensores y actuadores, requiere un conjunto de pasos fáciles e intuitivos, permitiendo al final poder visualizar su estado, operar el mismo y configurarlo a las necesidades que se tenga.

En cuanto a sensores y actuadores, se dispone de un conjunto admisible y disponible para su utilización. Además SiMoW, en conjunto con SiMoRa, están desarrollados de tal manera que a medida que se necesite añadir nuevos sensores no soportados por el sistema, se incorporen fácilmente debido a su modularidad.

Para la visualización de información se dispone de un dashboard en tiempo real en donde además se podrá llevar adelante acciones sobre actuadores (encender y apagar luces, motores, etc) y además cuenta con paneles en donde se podrá visualizar información estadística histórica, ya sea de manera gráfica para una mejor comprensión, o bien en formatos tabulares.

La información recibida por los equipos y sensores es almacenada cronológicamente según el momento en que fue obtenido dicho valor, para una posterior consulta o generación de reportes o a fines de cálculos estadísticos.

Por último, SiMoW cuenta con la posibilidad de gestionar alertas y notificaciones. A cada sensor/actuador se puede asociar alertas, permitiendo tomar cursos de acción ante la activación de

dicha alerta, como ser notificaciones en diferentes medios de comunicación. Actualmente, se cuenta con varios sistemas de mensajería como son Telegram, Email, Slack y SMS para el envío de notificaciones.

Cabe destacar, que SiMoW brinda soporte y control sobre SiMoRa, mediante la utilización del módulo de API REST, lo que facilita tanto la obtención como manipulación en forma remota del sistema.

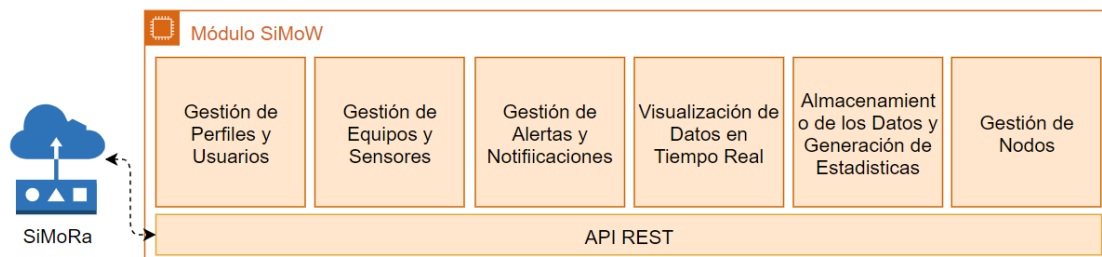


Fig. 3 Módulos de SiMoW

3. Proceso de implementación de la innovación

La empresa Ecom SA, cuenta con shelters de fibra óptica distribuidos en toda la provincia del Chaco y la Fig. 4 muestra sus ubicaciones georeferenciadas en la pantalla principal del framework para este propósito. Cada shelter cuenta con el equipamiento necesario para garantizar la conectividad del tendido de fibra óptica en toda la provincia del Chaco.

Los equipos de red, equipos de refrigeración, grupos electrógenos y bancos de baterías como mecanismos de redundancia eléctrica conforman, en mayor medida, el repertorio de equipamiento operatorio necesario para mantener funcional estos cuartos tecnológicos. Resulta de vital criticidad e importancia garantizar el funcionamiento eficiente del servicio de comunicación mediante fibra óptica, y es en pos de esto es que, también es necesario que los shelters, se encuentren en óptimas condiciones de alta disponibilidad.

Se realizó un relevamiento de la situación de cada uno de los shelters, concluyendo en la necesidad de la instalación de sensores de: temperatura, humedad, corriente eléctrica, consumo eléctrico, estado de los resguardos de backup o de contingencia en caso a posibles cortes del suministro eléctrico como ser el estado de banco de baterías o grupo electrógenos (nivel de combustible), o actuadores como encendido y apagado de luces, y otros equipos, entre otros.

La utilización del Framework SiMo, permitirá monitorear los shelters y facilitará la toma acciones correctivas, gracias a disponer de la información en tiempo real y preventivas para lograr que el servicio ofrecido sea eficiente.

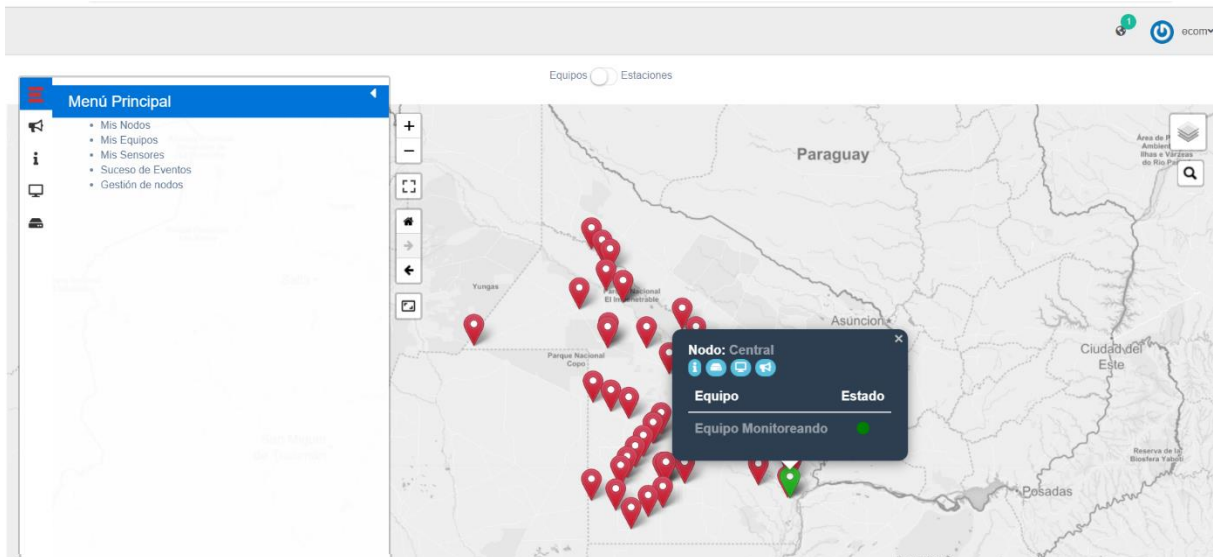


Fig.4 Ubicación de los shelters de Ecom

Conclusiones

Teniendo en cuenta que actualmente unos de los escenarios donde se está implementando dicho framework, está en proceso de despliegue en cuanto a la arquitectura propuesta. Se espera que, en el transcurso del año, se estén realizando los procesos de monitoreo de los shelters ya que el framework se encuentra operativo y es una base sólida y genérica para que pueda ser compatible con otros tipos de escenarios de IoT.

Cabe destacar que paralelamente se trabaja en la implementación del mismo dentro del contexto de monitoreo de variables climáticas, mediante el uso de estaciones meteorológicas ubicadas en la provincia del Chaco. Sumado a esto se considera incorporar analítica en base a transferencia tecnológica mencionada anteriormente.

Por último, destacar, que se encuentra trabajando en un proceso de investigación activa, para incorporar nuevas tecnologías o herramientas al framework (como ser la compatibilidad con nuevos sensores/actuadores, equipos) y además, nuevos medios de comunicación como ser LoRa y Sigfox.

Referencias

- [1] Sekhar N. Kondepudi, et. al. An overview of smart sustainable cities and the role of information and communication technologies. Set of ITU-T's Technical Reports and Specifications. 2016.
- [2] Bhagya Nathali Silva, Murad Khan, Kijun Han, Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. Sustainable Cities and Society. 38. 2018
- [3] Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2017a). Internet of things: A comprehensive review of enabling technologies, architecture, and challenges. IETE Technical Review, 1–16.

- [4] Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2017b). Big data analytics embedded smart city architecture for performance enhancement through real-time data processing and decision-making. *Wireless Communications and Mobile Computing*
- [5] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645–1660.
- [6] Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Giaffreda, R., Grindvoll, H., Eisenhauer, M., et al. (2015). Internet of things beyond the hype: Research innovation and deployment. IERC Cluster SRIA
- [7] Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K.-S. (2015). The internet of things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 3, 678–708.
- [8] Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? *City*, 12, 303–320.
- [9] Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., et al. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54, 1–16.
- [10] Kondepudi, S. (2014). Smart sustainable cities analysis of definitions. The ITU-T Focus Group for Smart Sustainable Cities
- [11] Mohanty, S. P., Choppali, U., & Kougianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5, 60–70
- [12] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- [13] Schmidt, M. (2014). *Raspberry Pi: a quick-start guide*. Pragmatic Bookshelf.
- [14] Richardson, M., & Wallace, S. (2012). *Getting started with raspberry Pi*. " O'Reilly Media, Inc."