

Salón de Clases Inteligente Eficiente Energéticamente

Diego A. Godoy^{a,1}, Hernán Bareiro^{b,1}, Fabian Favret^{c,1}, Guillermo Colloti^{d,1}, Juan Pablo Blariza^{e,1},
E. Marcelo Albornoz^{f,2}

¹Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (C.I.T.I.C.)
Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Producción-Universidad Gastón Dachary
Av. López y Planes 6519- Posadas, Misiones, Argentina. Teléfono: +54-376-4438677

1

²Instituto de Investigación en Señales e Inteligencia Computacional, Facultad de Ingeniería y Cs.
Hídricas, Universidad Nacional del Litoral - CONICET

^a diegodoy@citic.ugd.edu.ar, ^b hbareiro@citic.ugd.edu.ar, ^c efavianfavret@citic.ugd.edu.ar,
^d gcolloti@citic.ugd.edu.ar, ^e jblariza@citic.ugd.edu.ar, ^f emalbornoz@sinc.unl.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto de investigación denominado “Tecnologías para Desarrollos Sostenibles de Ciudades Inteligentes”. Particularmente en este artículo se presentan los avances realizados en relación a “La construcción de un salón de clases eficiente energéticamente”. Para ello se trabaja en el desarrollo de un prototipo que permite reducir el uso de la energía eléctrica en función de la ocupación del aula y las necesidades del docente.

Palabras claves: Internet de las Cosas, Frameworks, Eficiencia Energética.

Contexto

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Tecnologías para Desarrollos Sostenibles de Ciudades Inteligentes”, registrado actualmente en la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Universidad Gastón Dachary (UGD) con el número Código IP A10002/19 y radicado en el Centro de Investigación

en Tecnologías de la Información y Comunicaciones de dicha Universidad.

El mismo fue incorporado como proyecto aprobado en el llamado a presentación interna de la UGD de proyectos de investigación N°10 mediante la Resolución Rectoral (R.R.) 44/A/2019 y es una continuidad de los Proyectos Simulación en las TICs: Diseño de Simuladores de Procesos de Desarrollo de Software Ágiles y Redes de Sensores Inalámbricos para la Industria y la Academia. R.R. UGD N° 07/A/17 y Simulación como herramienta para la mejora de los procesos de software desarrollados con metodologías ágiles utilizando dinámica de sistemas, R.R. UGD N° 18/A/14 y R.R. UGD N° 24/A/15.

Introducción

Una institución educativa moderna, cuenta con una gran cantidad de aulas, equipadas con numerosos dispositivos de iluminación y refrigeración (aires acondicionados). “Diversos organismos, comprometidos con el uso eficiente de la energía y la conservación de nuestro medio ambiente, han reportado que los edificios son responsables por el

consumo del 40% o más de toda la energía primaria producida a nivel mundial...” [1]. De acuerdo a esto, es razonable afirmar que la energía consumida en un día de clases en horario pico es muy elevada.

En el mismo sentido, el control de temperatura (mediante el encendido, apagado y regulación en aires acondicionados) e iluminación (apagado y encendido de luces) en las aulas, se efectúe de forma manual. En instituciones como la nuestra, estas tareas están asignadas a una persona, que debe realizar las configuraciones apropiadas en cada aula.

De la misma manera, se observa que cada profesor suele tener su propio requerimiento de iluminación en aula. Por ejemplo, hay profesores que requieren la máxima iluminación posible (todas las luces del aula encendidas), mientras que otros no utilizan las luces próximas al pizarrón ya que utilizan proyectores con presentaciones y/o filmas. Respecto de la climatización, la configuración de la temperatura claramente dependerá de la cantidad de personas, de los equipos en la sala y de las condiciones climáticas del día.

Entonces, es necesario encontrar un método para hacer eficiente el consumo energético, reducir los gastos de la institución y para atenuar el impacto ambiental. Es por ello que haciendo uso de los avances tecnológicos disponibles, se propone diseñar una solución al problema mediante la utilización de un Framework de IoT presentado en [2], una aplicación Web y hardware específico [3]. Esto permitirá a cada profesor configurar de forma independiente su perfil de iluminación y temperatura para el aula que va a utilizar, el cual será aplicado de forma automática mientras se encuentre dando clases. Como trabajos relacionados se pueden ver mencionar los siguientes.

En [1] se establece una línea referida a costumbres y políticas de buen uso de la energía que no solamente promuevan el desarrollo, implementación y adaptación de software y hardware; sino que estas permitan un ahorro de dinero en la Universidad Nacional de Misiones. En [4] se describe el proceso de investigación para el desarrollo de un sistema de IoT, para promover un servicio de iluminación inteligente en un ambiente académico. El sistema orquesta una serie de sensores, sistemas de monitoreo y acciones controladas, basadas en el principio de hacer disponibles las funciones del sistema y el registro de consumo en tiempo real por medio de servicios web.

Asimismo, en [5] se propone el diseño y la implementación de un sistema automatizado inteligente para la conservación de la energía eléctrica. El mismo permite que los dispositivos eléctricos y los interruptores puedan ser controlados y monitoreados remotamente sin ninguna intervención humana.

En trabajo realizado en [6] se utiliza la tecnología basada en IoT para lograr la automatización de las aulas y propone un enfoque para controlar y manejar equipos eléctricos como ventiladores y luces basado en la presencia de personas.

Línea de Investigación

Para esta línea de investigación el objetivo principal es: determinar el Framework de IoT más adecuado en cuanto a métricas de software para diseñar una solución que contribuya a la eficiencia energética en organizaciones.

Como objetivos específicos se propusieron los siguientes: 1) Analizar bibliografía y trabajos existentes sobre IoT aplicada a la eficiencia energética. 2) Definir y aplicar un proceso de

selección de dos frameworks de IoT basado en las facilidades de implementación, seleccionados de entre cinco de los más usados. 3) Diseñar un prototipo de aplicación que contribuya a la eficiencia energética en ambientes organizacionales a implementarse en los dos frameworks seleccionados. 4) Elaborar diversos escenarios que podrían ocurrir y realizar pruebas en éstos de implementación de los prototipos con datos estáticos previamente elaborados. 5) Determinar el framework de IoT que mejor se adapte al escenario propuesto, considerando las métricas de software de los prototipos desarrollados.

Resultados

La solución tecnológica al problema tiene su núcleo en el framework de IoT, que cumple la función de efectuar la comunicación entre la aplicación web y el hardware (Figura 1) brindando un método para almacenar la información permitiendo la disponibilidad para la lectura y que pueda ser consumida en el momento requerido. Por su parte, la Aplicación Web define todo lo referido al comportamiento a seguir y luego, el hardware únicamente ejecuta las acciones ordenadas desde la Aplicación Web. Un ejemplo de su funcionamiento sería: la aplicación web lee la información del sensor de temperatura que envía el hardware, y dice en qué momento prender o apagar un aire acondicionado. Podemos establecer un esquema del sistema solución como se muestra en la Figura 1.

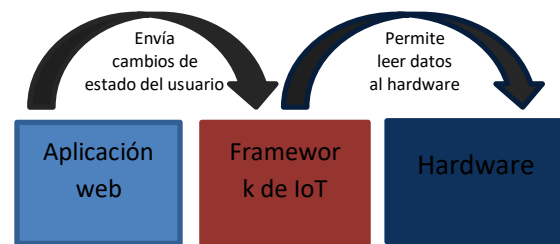


Figura 1. Esquema del prototipo

Cada flecha del gráfico anterior, representa un Request HTTP que realizan la aplicación web y el hardware respectivamente. En base a esto, tenemos cuatro situaciones:

1. por ejemplo, con el sensor La aplicación web envía datos de cambios de estados al framework de IoT. Estos cambios de estados se refieren a cambios en los perfiles según las preferencias de cada profesor. Por ejemplo, si el aire acondicionado en el aula 1, debe encenderse en determinado momento, el framework de IoT almacena estos datos, y los deja disponibles para ser consumidos. Cabe aclarar que el framework de IoT en este caso no maneja la lógica de cuándo debe encenderse un aire o no, simplemente recibe el dato, por ejemplo, "Aire1: 1", ya generado por la aplicación web, y lo deja disponible para ser consumido por quien lo requiera.
2. Los datos disponibles son consumidos por el hardware, que lee los datos mediante un Request HTTP y se limita a ejecutar la acción. Por ejemplo, si leyera que las luces del aula 1 deben estar encendidas y estas se encuentran apagadas, las encenderá.
3. Existen ciertos momentos donde el hardware precisa alimentar de información al sistema, de temperatura. En este caso, tomará la temperatura del ambiente y la enviará hacia el framework de IoT, para que ésta se encuentre disponible para quien la requiera.

4. Por último, existirán casos donde la Aplicación web requiere retroalimentarse de información del sistema, como ser cuando el hardware informa la temperatura actual de determinada aula. De esta manera, la Aplicación Web sabrá qué información producir y enviar al framework de IoT nuevamente.

A continuación se menciona la tecnología utilizada en este trabajo.

El hardware utilizado es una plataforma IoT de código abierto, el NodeMCU ESP8266 (Figura 2). Incluye el firmware que se ejecuta en el SoC (Sistema en chip) WiFi ESP8266 de Espressif Systems y el hardware que se basa en el módulo ESP-12 [7].

El ESP8266 es un chip de bajo costo WiFi con una pila TCP/IP completa y un microcontrolador. Puede ser programado utilizando el lenguaje de scripts Lua o con el IDE de Arduino en lenguaje C [8].

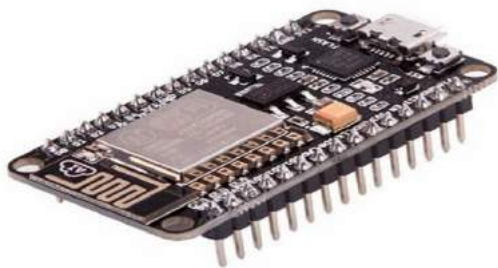


Figura 2. NodeMCU ESP8266.

Para la realización de la aplicación web se utilizaron distintos framework: Laravel, VueJs y Postman. Laravel es un framework PHP de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web mediante la arquitectura de capas. VueJs es un framework progresivo de JavaScript para crear interfaces de usuario. Es una alternativa a frameworks como Angular o React [9]. Postman es una herramienta que

permite realizar peticiones HTTP hacia cualquier API REST, ya sea de terceros o propias para ir testeando el funcionamiento de la API por medio de su interfaz gráfica. Finalmente, el Ubidots [10] es una plataforma que permite construir, desarrollar, probar, aprender y explorar el futuro de las aplicaciones y soluciones conectadas a Internet. Entre algunas características existentes, se incluyen:

- Conectar hardware a la nube de Ubidots fácilmente con más de 200 bibliotecas, SDK y tutoriales comprobados por el usuario para guiar su integración a través de HTTP, MQTT, TCP, UDP o protocolos personalizados.
- Crear una API propia y analizar los datos en una función GET o POST HTTP de Node.js en la nube que extiende su solución de conexión más allá de la arquitectura y las capacidades de Ubidots.
- Analizar datos y agregar protocolos de terceros o nubes de dispositivos como Sigfox, Particle Cloud, LoRaWan y otras.
- Ampliar el monitoreo y el análisis de datos de las aplicaciones con integraciones de API como Weather Underground, Watson de IBM, Google Locations, Zapier, etc.

El stack de servicios se puede ver en la Figura 3.

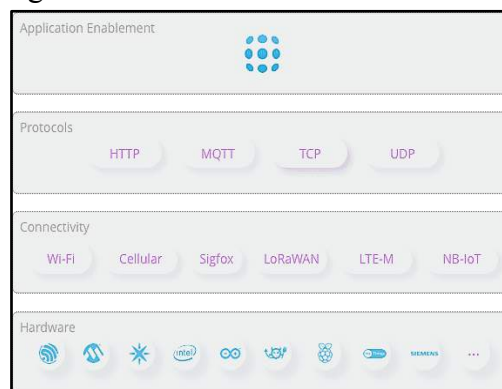


Figura 3. Stack de servicios de Ubidots

Formación de Recursos

Humanos

El equipo de trabajo se encuentra formado por cuatro investigadores, un Doctor en Tecnologías de la Información y Comunicación, un Doctor en Ingeniería; dos Doctorandos en Informática y ocho estudiantes en período de realización de trabajos finales de grado de Ingeniería en Informática de la UGD. Actualmente, el número de tesis de grado aprobadas en el contexto de este proyecto, es de tres, y otras dos en proceso de desarrollo. En la UGD se lanzando recientemente la carrera de posgrado de Especialización en Gestión de Tecnologías de la Información y Comunicación y contara en su comité académico con un doctor de Universidad Nacional del Litoral.

Bibliografía

- [1] E.O Sosa, D.A Godoy, J. Benítez, and M.E. Sosa, "Eficiencia Energética y Ambientes Inteligentes. Investigación y Desarrollo Experimental en la UNaM," Posadas, Misiones, Argentina, 2015.
- [2] Diego Alberto Godoy, Hernán Bareiro, Fabian Fabret, and et.al., "Propuesta de métricas para comparación de Frameworks IoT," in *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.*, El Calafate, 2020.
- [3] Diego Alberto Godoy, Hernán Bareiro, Fabian Fabret, and et.al., "Análisis de componente de hardware para la utilización con Frameworks de IoT," in *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.*, El

Calafate, 2020.

- [4] C.-L.Cárdenas-García,J.-A. Caicedo-Muñoz, andM.-A.Mendoza-Moreno C.-A.González-Amarillo, "Smart Lumini: A Smart Lighting System for Academic Environments Using IOT-Based Open-Source Hardware," *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 29, no. 54, 2020.
- [5] Anisha Gupta, Punit Gupta, and Jasmeet Chhabra, "IoT based power efficient system design using automation for classrooms," in *Third International Conference on Image Information Processing (ICIIP)*, Wagnaghat, India, 2015.
- [6] "An Approach Towards Building an IoT Based Smart Classroom," in *2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, Bangalore, India, R. Ani ; S. Krishna ; H. Akhil ; U Arun.
- [7] NodeMCU. (2020, Mar.) NodeMCU. [Online]. https://www.nodemcu.com/index_en.html
- [8] Germán Martín. (2019, May) NodeMCU con el IDE de Arduino. [Online]. <https://www.programarfacil.com/esp8266/como-programar-nodemcu-ide-arduino/>
- [9] Vuejs. (2020, May) Vuejs. [Online]. <https://vuejs.org/v2/guide/>
- [10] UBIDOTS. (2020, Aug.) ubidots.com. [Online]. <https://ubidots.com/docs/>