

Sistema inteligente de monitoreo de espacios de trabajo

Intelligent system for monitoring workspaces

Juan Sandoval-Sánchez, Manuel Vargas-Martínez, Georgina Castillo-Valdez,
Santiago Gómez-Carpizo

Ingeniería en Tecnologías de la Información, Universidad Politécnica de Altamira, Nuevo Libramiento Altamira KM 3, Santa Amalia,
Altamira, Tamaulipas, México, C.P. 89602

* Correo-e: manuel.vargas@upalt.edu.mx

PALABRAS CLAVE:

sensor de temperatura,
raspberry pi, Arduino,
sensor ultrasónico,
domótica, sustentable.

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados de la aplicación de un sistema de monitoreo de espacios de trabajo como un apoyo al problema de altos consumos de energía eléctrica en la Universidad Politécnica de Altamira. Este documento trata de analizar los datos obtenidos de dos sensores puestos en espacios comunes en los cuales hay circulación de personas que va desde una persona hasta máxima capacidad del espacio; por lo cual, en ausencia de éstas, no hay la necesidad de tener dispositivos encendidos. Este problema es difícil de resolver mediante un método tradicional que es el uso de termostatos, el cual es solo recomendable en los lugares donde hay equipo electrónico de uso continuo como lo son laboratorios de cómputo; ni con el uso de sensores de movimientos incorporados a las lámparas.

KEYWORDS:

temperature sensor,
raspberry pi, Arduino,
ultrasonic sensor, home
automation, sustainable

ABSTRACT

The current paper shows results of the application of a system for monitoring workspaces as a support to solve the problem of high electrical power consumptions in the Polytechnical University of Altamira. This document tries to analyze data obtained from two sensors placed in common spaces which there is circulation of people that can be from a person to maximum space capacity; therefore, in the absence of people, there is no need to have devices turned on. This problem is hard to solve through of a traditional method that is the use of thermostats, it is only recommended in places where there is electronic equipment of long-term work such as computer labs; neither using movement sensors incorporated to lamps.

Recibido: 7 de agosto de 2018 • **Aceptado:** 12 de febrero de 2020 • **Publicado en línea:** 30 de junio de 2020

1. INTRODUCCIÓN

Las instituciones educativas como las universidades se enfrentan cada mes al alto consumo de energía eléctrica en espacios comunes, en los cuales sólo se puede tener el control de la temperatura por medio de termostatos y no por medio de la contabilización del flujo de personas en éstos, dependiendo del tamaño de la universidad aumenta o disminuye la complejidad de combatir este problema.

Este artículo muestra los resultados de la aplicación de un Sistema de Monitoreo de Espacios de Trabajo a través de un servidor web instalado en un *Raspberry Pi*, que a su vez con el apoyo de la programación con *Python* y el manejo de la Base de Datos con *MySQL* ayudó a recolectar la información proporcionada por dos sensores montados en una Tarjeta Arduino. Para una universidad no es viable comprar costosos sistemas inteligentes que midan temperatura y flujo de personas, tampoco a través de un método tradicional que es el uso de termostatos o el uso de sensores de movimientos incorporados en diferentes dispositivos. En algunos casos se convierte en un verdadero problema el encendido permanente de estos elementos eléctricos, ya que al no haber personas en estos lugares no existe la necesidad del encendido de estos elementos. Se ha aplicado como primera instancia el censo de la temperatura y así como el tránsito de personas en un lugar específico, obteniendo como resultado el promedio en diferentes lapsos de tiempo en un servidor web. El presente trabajo tiene como finalidad el

apoyar al personal de mantenimiento para que controle vía remota o manual el encendido y el apagado de estos dispositivos, teniendo como trabajo futuro la automatización de los procesos control de clima e iluminación a través de nuestro servidor web con el suministro de datos que ayudará a tener una solución basada en una domótica más sustentable.

2. ANTECEDENTES

Edificios inteligentes

En los últimos años los gobiernos y las empresas se han preocupado por los problemas medioambientales generados por el consumo de energía. Múltiples áreas de la ciencia se han esforzado por utilizar de forma práctica otras fuentes de energía. Aunque hay nuevas fuentes de energía muy prometedoras, la tecnología ha avanzado para crear dispositivos que gastan menos energía. Ahorrar energía es una estrategia efectiva contra el consumo energético. En los edificios inteligentes, cada cuarto y espacio tienen un rol por jugar lo cual involucra una diversidad de sensores y actuadores para manejar iluminación interior, niveles de iluminación, características de los termostatos, infraestructura de medición avanzada / respuesta a la demanda, actividad humana y detección de incendios [1].

Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de fuente abierta basada en software y hardware de uso fácil [2]. Arduino ha sido en los últimos años un motor de cambios en la forma de aprender

electrónica. Estos cambios han impulsado el uso de Arduino como una herramienta experimental en los campos de la robótica, domótica e internet de las cosas (*IoT*). Su diversidad de sensores lo hace una herramienta cada vez más utilizada, por ejemplo, en la ciudad de Seúl, Corea se analizó durante los meses del verano la temperatura, el oxígeno presente y el pH de un punto fijo en la ciudad usando una plataforma basada en Arduino [3].

Raspberry Pi

Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito que se puede conectar en una televisión y en un teclado. Esta es una pequeña computadora la cual puede ser usada en proyectos electrónicos y para muchas actividades al igual que una computadora de escritorio [4]. Como cualquier computadora cuenta con un sistema operativo que permite instalar todo tipo de software especializado en él. Esto permite desarrollar proyecto de software de alta calidad sin limitaciones técnicas y con hardware de tamaño reducido. Un ejemplo actual del uso de *Raspberry Pi* es su aplicación en la descentralización de los servidores que proveen servicios de *IoT* en casas y edificios inteligentes para mejorar la eficiencia y seguridad de estos sistemas [5].

Sistemas inteligentes

En la actualidad el uso de sensores para el monitoreo de áreas es más frecuente. Edificios inteligentes hacen uso de sensores y equipo electrónico para medir ciertos parámetros y tomar decisiones. Por ejemplo, el contar la

cantidad de personas que se encuentran en un edificio en tiempo real puede permitir a un sistema automático o un administrador humano crear ciertas políticas. Mediante conteo de personas se puede ahorrar energía, redefinir el uso de espacios, reducir los costos de operación, entre otros beneficios. [6] señala que el conteo de personas puede ahorrar entre 10% y 15% el uso de energía en edificios. Algunas metodologías de conteo automático de personas son: visión por computadora [7], infrarrojo [8] o por ultrasonido como el presente trabajo.

3. PROBLEMA

En la Universidad Politécnica de Altamira existe la necesidad de desarrollar un sistema inteligente para la reducción del consumo de energía y de ayuda para labores de mantenimiento con el fin de convertir a la institución en una universidad sustentable y amigable con el medio ambiente.

4. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

En esta sección se describe la forma en que se construyó la plataforma inteligente integrada por los siguientes pasos:

- Elección de los componentes de la plataforma
- Ensamblaje y programación.

Elección de los componentes de la plataforma

La Universidad Politécnica de Altamira es una universidad de recursos limitados, por lo cual la plataforma utilizada fue elegida en relación a los recursos disponibles en la Universidad. El objetivo es una plataforma de bajo costo usando *open hardware* y *open software* que sea funcional. El programa de Ingeniería en

Tecnologías de la Información cuenta con equipo Arduino y Raspberry Pi usado principalmente en temas de Robótica y Sistemas Operativos respectivamente. Con el fin de reducir costos y espacio se optó por el equipo

existente. Usando Arduino como la parte que se encargaría de los sensores y Raspberry como el servidor que albergaría la solución de software. La plataforma elegida fue una combinación de Arduino, Raspberry, Raspbian, Python y PHP.

Tabla 1. Hardware utilizado en el sistema inteligente.

Hardware	Cantidad	Descripción
Arduino Uno	1	Microcontrolador ATmega328. Voltaje de entrada 7-12V. 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM). 6 entradas análogas. 32k de memoria Flash. Reloj de 16MHz de velocidad.
Raspberry Pi	1	ARM 1176JZF-S a 700 MHz (familia ARM11). Conector RCA (PAL y NTSC). HDMI (rev1.3 y 1.4). Interfaz DSI para panel LCD. 10/100 Ethernet (RJ-45) via hub. USB Voltaje 5V.
Sensor de temperatura LM35	1	El LM35 es un sensor de temperatura. Esta calibrado de fábrica con una precisión de 1 °C y es capaz de tomar lecturas entre -55 °C y 150 °C.
Sensor ultrasónico HC-SR04	1	Su rango de medición es de 2 - 400 cm y tiene una precisión de hasta 3 mm.
Cable USB B	1	Para el pase de datos de Arduino a Raspberry Pi.
Memoria SD	1	Para almacenar el Sistema Operativo.

Ensamblaje y programación

En la Figura 1 se muestra el sistema y sus componentes de hardware y software.

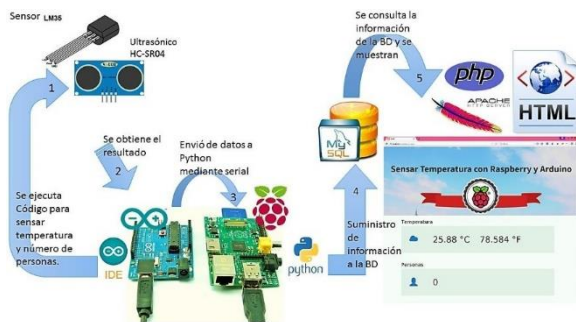


Figura 1. Diagrama del sistema inteligente de monitoreo.

El primer paso consistió en programar la tarjeta Arduino para recibir los valores registrados por los sensores de temperatura (LM35) y ultrasonido (HC-SR04). El sensor ultrasónico mediante programación se encargó del conteo de las personas que ingresaron a los laboratorios. El siguiente paso fue el envío de datos del Arduino a la tarjeta Raspberry Pi mediante puerto serie. La tarjeta Raspberry es prácticamente una microcomputadora con todo lo necesario para usarse como un servidor web. En este paso trabajando sobre el sistema operativo Raspbian la información se almacenó en el motor de base de datos

MySQL mediante el lenguaje de programación *Python*. En el último paso los datos son mostrados a través de una aplicación realizada en *PHP* en la cual se logró observar la temperatura del laboratorio y la cantidad de personas que entraron al laboratorio en tiempo real como se muestra en la Figura 2, además cuenta con un sistema de reporte por mes.

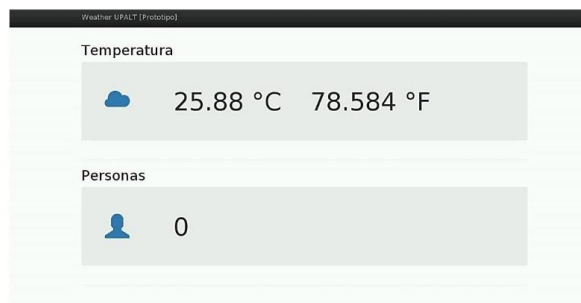


Figura 2. Aplicación escrita en PHP que muestra los datos de un laboratorio.

5. PRUEBAS Y RESULTADOS

En esta sección se describen las pruebas realizadas usando el sistema inteligente de monitoreo de espacios de trabajo.

Se realizó una prueba de funcionamiento de un mes completo en el Laboratorio de Microcomputadoras de la Universidad Politécnica de Altamira. En la Figura 3 se puede observar el reporte de temperatura del mes de octubre desglosado por día.

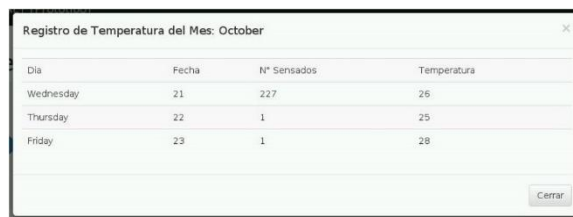


Figura 3. Registro de temperaturas del mes de octubre 2017.

En la Figura 4 se puede observar la cantidad de personas que ingresaron al Laboratorio de Redes en el mes de octubre de 2017. Este registro es útil debido a que muestra el uso real del laboratorio. Con esta información los administradores pueden tomar decisiones del mantenimiento y uso de recursos destinados al laboratorio en cuestión.

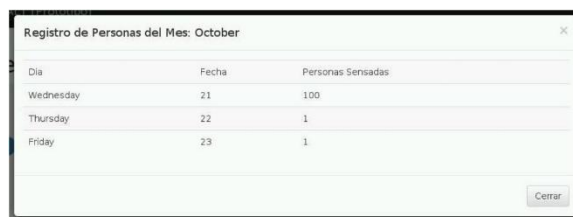


Figura 4. Registro de las personas que accedieron al laboratorio en el mes de octubre 2017.

6. CONCLUSIONES

Al término del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

Se pueden construir soluciones inteligentes enfocadas en el ahorro de energía y domótica con pocos recursos.

El sistema muestra información relevante pues describe en tiempo real y mediante reportes el uso de los laboratorios y aulas.

El gasto de energía del sistema inteligente de monitoreo es bajo por lo cual no es en sí mismo un problema para el consumo energético de la universidad.

7. TRABAJOS FUTUROS

Los siguientes trabajos futuros se estarán explorando en próximos proyectos:

Se agregará al sistema inteligente un módulo para tomar decisiones sobre el uso de clima y lámparas en laboratorios.

Se estará trabajando en sistema de apagado automático de equipo (computadoras de

laboratorios).

Se estará trabajando para el conteo de personas usando visión por computadora.

REFERENCES

- [1] Yang, H., Kim, B., Lee, J., Ahn, Y., Lee, C. Advanced wireless sensor networks for sustainable buildings using building ducts. *Sustainability*. 2018, 10(8), 1-13.
- [2] Arduino. What is Arduino?. Recuperado el 6 de agosto de 2018, de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>, 2018.
- [3] Jo, B., Baloch, Z. Internet of things-based arduino intelligent monitoring and cluster analysis of seasonal variation in physicochemical parameters of Jungnangcheon, an urban stream. *Water*. 2017, 9(3), 1-15.
- [4] Raspberry Pi Foundation. What is a Raspberry Pi?. Recuperado el 6 de agosto de 2018, de <https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#introWhatIs>, 2018.
- [5] Xu, R., Chen, Y., Blasch, E., Chen, G. BlendCAC: A smart contract enabled decentralized capability-based access control mechanism for the IoT. *Computers*. 2018, 7(39), 1-27.
- [6] Agarwal, Y., Balaji, B., Gupta, R., Lyles, J., Wei, M., Weng, T. Occupancy-driven energy management for smart building automation. In: *Proceedings of the 2nd ACM workshop on embedded sensing systems for energy-efficiency in building*. San Diego, California, 2010, 1-6.
- [7] Mavridis, N., Pierris, G., BenAbdelkader, C., Krstikj, A., Karaiskos, C. Smart buildings and the human-machine cloud. In: *Proceedings of the 8th IEEE GCC Conference and Exhibition*. Muscat, Oman, 2015, 1-6.
- [8] Kensek, K. M. Integration of Environmental Sensors with BIM: Case studies using Arduino, Dynamo, and the Revit API. *Informes de La Construcción*, 2014, 66(536), 1-9.

Acerca de los autores



Sandoval-Sánchez Juan Antonio. Obtuvo el título como Ingeniero en Sistemas Computacionales por la UAT, el grado de Maestría en Educación con especialidad en Metodología de la Docencia, por la Universidad del Golfo y el grado de Maestría en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, por la UNID. Desde 2014 es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Altamira, dentro del área de redes computacionales.



Manuel Vargas-Martínez. Obtuvo el título como Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Cd. Madero en 2006. Es Master en Ciencias de la Computación por el ITCM en 2008. En 2010 inició como profesor en el Instituto Tecnológico de en el Mante en el programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Desde 2012 es profesor de tiempo completo en la Universidad Politécnica de Altamira, parte del Cuerpo Académico de “Desarrollo y Aplicación de las Tecnologías de la información”.



Georgina Castillo-Valdez. Es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM) en 2001. Es Maestra en Ciencias en Ciencias de la Computación por el ITCM en 2006. Desde 2011 es profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Altamira en el programa académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información y actualmente estudia Doctorado en Ciencias de la Computación

en la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Sus áreas de investigación son: Optimización Inteligente de Software, Computación evolutiva (Algoritmos Heurísticos) y Soft Computing. Es integrante del cuerpo académico de “Desarrollo y Aplicación de las Tecnologías de la Información” con las líneas de investigación “Computación de Altas Prestaciones y Disponibilidad” y “Soluciones Inteligentes de Software”.



Santiago Gómez-Carpizo. Obtuvo el título como Ingeniero en Sistemas Computacionales por el ITCM, el grado de Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación por el ITCM y el grado de Maestría en Educación por la Universidad del Golfo. Desde 2007 es profesor fundador de la Universidad Politécnica de Altamira y actualmente es Coordinador del programa académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información. Realizando actividades de tutorías, asesorías, administrativas y desarrollo e investigación. Integrante del cuerpo académico UPALT-CA-9 “Desarrollo y Aplicación de las Tecnologías de la Información” con las líneas de investigación y aplicación del conocimiento de: “Computación de Altas Prestaciones y Disponibilidad” y “Soluciones Inteligentes de Software”.