



Análisis y funcionabilidad de sistemas IOT basados en prototipos y módulos comerciales

Analysis and functionality of IOT systems based on prototypes and commercial modules

Análise e funcionalidade de sistemas IOT baseados em protótipos e módulos comerciais

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Paul Bonilla Agualongo

paulbonilla@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1978-3079>

Freddy Núñez

freddynunez@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8570-2471>

Darwin Manitio Lignia

darwinmanitio@tsachila.com
<https://orcid.org/0000-0003-2452-6325>

Instituto Superior Tecnológico Tsà-Chila, Santo Domingo, Ecuador

Artículo recibido el 27 de marzo 2022 / Aceptado el 2 de abril 2022 / Publicado el 7 de mayo 2022

RESUMEN

Internet de las cosas (IOT) es una tecnología emergente con un crecimiento y un impacto muy importante para la industria en procesos de telemetría. En el presente trabajo se realizó un análisis comparativo de: arquitectura, entorno de programación, escalabilidad, seguridad y servicios disponibles en la nube, de prototipos y equipos certificados describiendo ventajas y desventajas, para lo cual se desarrollaron tres sistemas para ser evaluados y a partir de estos se identifican las problemáticas y posibles mejoras. Independientemente de las limitaciones de hardware y software, los tres sistemas registran la información de manera similar, tienen autonomía energética y respaldo de datos de manera local con dispositivos externos o incorporados, la diferencia de costo es significativa, sin embargo, en la actualidad la tecnología IOT es más accesible y con las mejoras adecuadas se puede conseguir rendimientos y vida útil similar a un sistema comercial.

Palabras clave: IOT; Estación Meteorológica; Domótica; Telemetría; Servidor Virtual

ABSTRACT

Internet of Things (IOT) is an emerging technology with a very important growth and impact for the industry in telemetry processes. In this work, a comparative analysis of: architecture, programming environment, scalability, security and services available in the cloud, prototypes and certified equipment was carried out, describing advantages and disadvantages, for which three systems were developed to be evaluated and from these the problems and possible improvements are identified. Regardless of the hardware and software limitations, the three systems record information in a similar way, have energy autonomy and data backup locally with external or built-in devices, the cost difference is significant, however, at present the IOT technology is more accessible and with appropriate improvements can achieve performance and life similar to a commercial system.

Key words: IOT; Weather Station; Domotics; Telemetry; Virtual Server

RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia emergente com um crescimento e impacto muito importante para a indústria em processos de telemetria. Neste documento, uma análise comparativa de: arquitetura, ambiente de programação, escalabilidade, segurança e serviços disponíveis na nuvem, protótipos e equipamentos certificados descrevendo vantagens e desvantagens, para os quais três sistemas foram desenvolvidos para serem avaliados e a partir destes problemas e possíveis melhorias são identificados. Independientemente das limitações de hardware e software, os três sistemas registram informações de forma semelhante, têm autonomia energética e backup de dados localmente com dispositivos externos ou embutidos, a diferença de custo é significativa, porém, atualmente a tecnologia IOT é mais acessível e com melhorias apropriadas pode alcançar desempenho e vida útil semelhantes a um sistema comercial.

Palavras-chave: IOT; Estação Meteorológica; Domótica; Telemetria; Servidor virtual

INTRODUCCIÓN

El Internet de las cosas ha revolucionado la vida como se conoce, el continuo flujo de información permite realizar un análisis de varios sistemas o procesos, por ende, mejorar la eficiencia y ahorrar recursos (Flores, y Cossio, 2021). En la actualidad existen varios dispositivos y fabricantes que desarrollan sistemas IOT, dependiendo de la seguridad, funcionalidad, calidad y escalabilidad su costo puede variar (Laverde, 2021). Ante la gran variedad de opciones es importante analizar y valorar el sistema IOT adecuado para el proceso. Se realizó un análisis comparativo entre prototipos y equipos certificados que utilizan tecnología IOT. Los sistemas certificados presentan múltiples beneficios, pero su costo puede ser muy elevado. Al desarrollar un sistema o prototipo son más económicos ya que están basados en software y hardware libre, el desarrollador puede ampliar el sistema ya que conoce la arquitectura a detalle.

MÉTODO

La investigación se desarrolló en las siguientes fases expuestas a continuación: (i) recopilación de información documental (ii) análisis del desempeño de los prototipos y equipos certificados (iii) elaboración del documento final.

En la primera fase se realizó la búsqueda y levantamiento de la información pertinente a las tecnologías utilizadas, mediante documentos digitales, artículos académicos y foros con la finalidad de poder realizar el estudio y un análisis comparativo entre

prototipos y equipos certificados que utilizan tecnología IOT para procesos de telemetría.

La segunda fase se enfocó en la evaluación del desempeño de los sistemas prototipos y equipos certificados: el primer sistema es una estación meteorológica desarrollada en la tarjeta ESP8266 con el servidor 000webhosting (Üçgün y Kaplan, 2017) el segundo sistema es un prototipo de control enfocado a domótica mediante la tarjeta ESP8266 y trabaja con Arduino Cloud (Rout y Mallic, 2018) el tercero es un sistema de telemetría para variables hidrológicas mediante equipos Campbell y la plataforma Oracle Cloud (Sakphrom y Korkua, 2019).

Se desprende un análisis en base a los siguientes indicadores: funcionalidad, costo, tecnología de transmisión, durabilidad, hardware y autonomía, a partir de estos se identifican las problemáticas y mejoras a las que están sometidos en los entornos de trabajo. En la fase final se redactó toda la información recopilada, en los diferentes apartados de este artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas IOT mostrados en el apartado anterior han sido probados por varios meses obteniendo similar funcionalidad, sin embargo, son varios parámetros específicos que definen la mejor opción al momento de realizar una implementación. A continuación, se presenta el análisis de cada plataforma en base a los siguientes parámetros: Arquitectura, entorno de programación, escalabilidad, seguridad y servidores cloud usados.

Arquitectura

La diferencia en el costo es significativa, lo anterior responde a la naturaleza de un

sistema IOT comercial (ver Tabla 1). En la actualidad, existen servicios, plataformas y hardware económicamente más accesibles.

Tabla 1. Análisis comparativo entre características físicas y costos de las plataformas IOT usadas.

Plataforma	Características	Costo
Esp8266 (prototipos)	Tiene pines digitales y analógicos, trabaja con protocolos I2C, SPI y UART. Es de software y hardware Libre.	\$10
Data logger CR1000 Campbell (Sistema Comercial)	Comunicación RS232 y un puerto de expansión para módulos de comunicación con soporte a otros protocolos como ethernet y 3G.	\$2,000

Entorno de programación

Existe una comunidad de programadores a nivel mundial que comparten sus experiencias y conocimientos que fortalecen el desarrollo de sistemas y procesos. Los entornos de programación comerciales en sus versiones demo, tienen varias limitaciones. Si se requiere

la solución a un problema específico se debe pagar por el soporte y la licencia del software (Leon et al., 2021), (Zarzosa et al., 2020). Sin embargo, las interfaces y aplicativos son más amigables y tienen menos errores al momento de compilar, algunos proporcionan asistentes de programación (ver Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de los entornos de programación usados y el soporte disponible.

Plataforma	Características	Soporte
Esp8266 (prototipos)	Se usa Arduino IDE, software libre.	Soportado por la comunidad de software libre, información abundante en foros, soporte descentralizado.
Data logger CR1000 Campbell (Sistema Comercial)	Software privativo Loggernet, programación en bloques y mediante líneas de código basado en lenguaje C.	Soportado por la empresa, muy poca información en foros. Se requieren capacitaciones especializadas por el fabricante

Escalabilidad

Los dispositivos comerciales proporcionan conexiones dedicadas y exclusivas del fabricante, los módulos de expansión son detectados automáticamente y están listos para usar con pocas líneas dedicadas. Los

protocolos de comunicación usados son privativos. Los prototipos usan protocolos de código abierto, lo que permite que sean más universales y usar dispositivos de cualquier fabricante (ver Tabla 3) (Yoppy et al., 2018).

Tabla 3. Análisis de las formas de conexión disponibles para periféricos externos.

Plataforma	Características	Protocolos de Comunicación
Esp8266 (prototipos)	Presentan sensores, actuadores y dispositivos que se comunican de forma analógica, digital y por varios protocolos de comunicación.	I2C, SPI, UART
Data logger CR1000 Campbell (Sistema Comercial)	Plug and Play con conexiones dedicadas, el periférico es detectado automáticamente y se hace uso con pocas líneas de código.	Privativos, no se tiene información del fabricante.

Seguridad

Al ser un prototipo, es necesario analizar y prevenir los diferentes elementos que pueden deteriorar al sistema (Suyetno et al., 2021). Basados en el método prueba – error, se crean protecciones que garanticen el correcto funcionamiento. Los sistemas de protección

y seguridad que ofrecen los dispositivos comerciales justifican el costo, el instalador conecta con la seguridad de que el sistema funcionará con márgenes mínimos de error (ver Tabla 4). Los acondicionamientos de señal vienen ya establecidos para las conexiones de los sensores.

Tabla 4. Análisis de seguridad y durabilidad de las plataformas analizadas.

Plataforma	Características
Esp8266 (prototipos)	El sistema está en etapa de prueba, el diseñador toma las debidas precauciones al someter el prototipo a diferentes ambientes de trabajo (prueba error)
Data logger CR1000 Campbell (Sistema Comercial)	Los dispositivos son probados bajo pruebas extremas de funcionamiento antes de salir al mercado y cumplen con normativas requeridas. Poseen diversos sistemas de seguridad y protección.

Servidores

Los dispositivos comerciales proporcionan conexiones dedicadas y exclusivas del fabricante, los módulos de expansión son detectados automáticamente y están listos para usar con pocas líneas dedicadas (Elbahri et al., 2019). Los protocolos de comunicación

usados son privativos. Oracle Cloud permite tercerizar los procesos tecnológicos y tener topologías virtuales administradas vía remota. El costo es de \$47 por instancia aproximadamente y se puede acceder a servicios de seguridad como firewalls y UTM's (ver Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de los servicios cloud usados para almacenamiento y presentación de datos.

Servidores	Características	Costo
Esp8266 (prototipos)	Arduino IOT cloud es una plataforma que permite crear proyectos IOT, con una interfaz amigable para la configuración, escritura de código, carga y visualización de información.	Arduino IOT 10\$ 000webhosting 10\$ al mes
Oracle Cloud	Plataforma de Cloud Computing que ofrece la posibilidad de emular topologías con servidores, equipos clientes, dispositivos de red, firewalls, etc. Se puede gestionar parámetros de redirección de puertos, servicios y seguridad informática. Administración vía SSH o escritorio remoto a través de una IP pública.	\$47 por instancia y por mes.

Discusión

El crecimiento exponencial de IOT obliga a los proveedores a crear o desarrollar herramientas más amigables y económicas, los prototipos pueden funcionar de forma similar a un sistema comercial, sin embargo, requiere tiempo y recursos para realizar las mejoras y las pruebas de rutina para conseguir los estándares de calidad requeridos. El principal inconveniente de IOT es la seguridad, debido a que los datos viajan a través de una red pública que de alguna forma proporciona vulnerabilidad a ataques; se pueden usar técnicas de encriptación y cifrado para mitigar este problema, pero aumenta la latencia. La adquisición de datos no puede ser en tiempo real debido a que las redes de datos transportan varios tipos de tráfico y en diferentes prioridades. La infraestructura tecnológica ya no es un limitante en la actualidad debido a que se puede virtualizar y los usuarios ya no requieren comprar equipos costosos que requieren mantenimiento y son objeto de la obsolescencia.

CONCLUSIÓN

Se analizan diferentes sistemas comerciales y de prototipado para aplicaciones IOT. Se toma en cuenta las características de hardware y software y sus posibles limitaciones. En el mercado existe una amplia gama de dispositivos y plataformas, generando una incertidumbre en la selección del equipo correcto.

Se comparó los sistemas prototipados y comerciales de acuerdo a los parámetros de: arquitectura, entornos de programación, escalabilidad, seguridad y plataformas donde se aloja el servidor encontrando que los dos cuentan con características similares que pueden ser agregadas en función a la necesidad del caso.

Los tres sistemas poseen ventajas e inconvenientes las cuales se presentan a continuación. Los sistemas prototipados ofrecen una opción flexible, de bajo costo y con abundante información por parte de la comunidad para la configuración y soporte, sin embargo, para agregarle seguridad y

confiabilidad se requiere aplicar un método de mejora continúa basado en prueba-error en la normativa. Los sistemas comerciales tienen soporte dedicado, interfaces amigables y asistentes de programación, pero son plataformas rígidas, alto costo y privativas, el administrador requiere capacitación exclusiva lo que incrementa el gasto.

REFERENCIAS

- Elbahri, F. M., Ismael Al-Sanjary, O., Ali, M. A. M., Ali Naif, Z., Ibrahim, O. A., y Mohammed, M. N. (2019). Difference Comparison of SAP, Oracle, and Microsoft Solutions Based on Cloud ERP Systems: A Review. *Proceedings - 2019 IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing and Its Applications, CSPA 2019*, 65–70. <https://doi.org/10.1109/CSPA.2019.8695976>
- Getting Started for Internet of Things with Launch Pad and ESP8266 | River Publishers books | IEEE Xplore. (n.d.). Retrieved June 5, 2022, from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9227080>
- Jeannette Alexandra Laverde Mena, E., y Carlos Guillermo Laverde Mena, S. (2021). Internet de las cosas aplicado en la agricultura ecuatoriana: Una propuesta para sistemas de riego. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(2). <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I2.2542>
- Leon, J. L., Anacona, P. I., Marcos, K. M., y Mendocilla, C. V. (2021). Design, Development and Implementation of a Low Cost Weather Station for high mountains. *Proceedings of the 2021 IEEE 28th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2021*. <https://doi.org/10.1109/INTERCON52678.2021.9532835>
- Sakphrom, S., y Korkua, S. K. (2019). Simplified Stream Discharge Estimation for Hydrological Application based on NB-IOT Deployment. *10th International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems, ICTES 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICTEMSYS.2019.8695960>
- Suyetno, A., Sudjono, I., y Yoto. (2021). Real Time Workload Data Logger at Lathe Machine with ESP8266. *7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering: Technological Breakthrough for Greater New Life, ICEEIE 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICEEIE52663.2021.9616780>
- Üçgün, H., y Kaplan, Z. K. (2017). Arduino Tabanlı Hava Tahmin İstasyonu. *2nd International Conference on Computer Science and Engineering, UBMK 2017*, 972–977. <https://doi.org/10.1109/UBMK.2017.8093397>
- Yaghmaee, M. H., y Hejazi, H. (2018). Design and Implementation of an Internet of Things Based Smart Energy Metering. *2018 6th IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering, SEGE 2018*, 191–194. <https://doi.org/10.1109/SEGE.2018.8499458>
- Yopyy, Arjadi, R. H., Candra, H., Prananto, H. D., y Wijanarko, T. A. W. (2018). RSSI Comparison of ESP8266 Modules. *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, EECCIS 2018*, 150–153. <https://doi.org/10.1109/EECCIS.2018.8692892>
- Zarzosa, M., Auccapuri, D., y Paco, J. (2020). Design and development of a multi-protocol and multi-function Datalogger for measuring hydric balance in a forest environment. *Proceedings of the 2020 IEEE Engineering International Research Conference, EIRCON 2020*. <https://doi.org/10.1109/EIRCON51178.2020.9254022>

Conflicto de Intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.