

Monitoreo y Análisis de los Patrones de Consumo de Agua en San Luis Potosí con IoT y AI

Propuesta de Tesis/Maestría en Ingeniería Electrónica
Asesor: Dr. José Martín Luna Rivera

Antecedentes

El área metropolitana de San Luis Potosí enfrenta graves problemas relacionados con el agua, que reflejan la crisis mundial del agua. A nivel mundial, el cambio climático, el crecimiento demográfico y la urbanización acelerada están poniendo una presión sin precedentes sobre los recursos hídricos [1]. En México, la escasez de agua es un problema crítico, con muchas regiones experimentando sequías severas y una gestión ineficaz de los recursos hídricos [2]. Localmente, San Luis Potosí sufre de un suministro de agua irregular y una infraestructura de distribución anticuada, lo que resulta en pérdidas significativas de agua y una distribución ineficiente [3]. Estos problemas subrayan la necesidad urgente de soluciones innovadoras para gestionar y optimizar el uso del agua en la ciudad.

El Internet de las Cosas (IoT) ha revolucionado muchos aspectos de la sociedad moderna al conectar objetos cotidianos a internet, permitiendo la recolección y análisis de datos en tiempo real [4], [5]. Esta tecnología, combinada con la inteligencia artificial (AI) [6], [7], tiene el potencial de optimizar varios sectores, incluyendo la gestión del agua. La monitorización y gestión eficiente del consumo de agua son cruciales en áreas metropolitanas para asegurar el uso sostenible de los recursos y abordar problemas como la escasez de agua y la eficiencia de la infraestructura.

Objetivo de la tesis

Implementar y evaluar un sistema práctico basado en IoT e AI para monitorear y analizar los patrones de consumo de agua en el área metropolitana de San Luis Potosí. Este sistema tiene como objetivo proporcionar información útil que facilite la toma de decisiones informadas para la conservación y gestión eficiente del agua.

Objetivos Específicos:

1. Identificar Factores Clave que Influyen en el Consumo de Agua
2. Desarrollar un Sistema de Monitoreo Basado en IoT
3. Implementar Técnicas de Análisis de Datos Basadas en AI
4. Evaluar el Rendimiento del Sistema Propuesto

Metodología

1. Revisión de la Literatura: Obtener una comprensión profunda del estado actual del conocimiento sobre el uso de tecnologías IoT e AI en la gestión del agua.

- **Actividades:**

- Revisar artículos científicos, libros, informes técnicos y estudios de casos relacionados con el monitoreo de consumo de agua mediante IoT.
- Identificar las mejores prácticas, desafíos y oportunidades en el uso de AI para analizar patrones de consumo de agua.

2. Desarrollo del Sistema: Crear una arquitectura robusta para el sistema IoT e AI que será utilizado para monitorear y analizar el consumo de agua.

- **Actividades:**

- **Selección de Sensores:** Identificar y seleccionar sensores adecuados para medir el consumo de agua, considerando factores como precisión, costo y facilidad de integración.
- **Red IoT:** Implementar sensores en red IoT existente, incluyendo la disposición estratégica de los nodos sensores y la configuración de los protocolos de comunicación (por ejemplo, LPWAN).
- **Desarrollo del Software:** Crear el software necesario para la recolección, almacenamiento y transmisión de datos. Esto incluye el uso de una plataforma en la nube para la gestión de datos.
- **Integración de AI:** Desarrollar modelos de AI para el análisis de datos, utilizando técnicas como el aprendizaje supervisado y no supervisado para identificar patrones y tendencias en el consumo de agua.

3. Recolección y Análisis de Datos: Obtener datos reales sobre el consumo de agua en diferentes zonas del área metropolitana de San Luis Potosí y analizarlos para identificar patrones significativos.

- **Actividades:**

- **Implementación de la Red de Sensores:** Desplegar los sensores en ubicaciones estratégicas dentro del área metropolitana, asegurando una cobertura representativa de diferentes tipos de usuarios (residenciales, comerciales, industriales).
- **Recolección de Datos:** Monitorizar y registrar los datos de consumo de agua durante un período definido, almacenando la información en la plataforma en la nube.

- **Preprocesamiento de Datos:** Limpiar y preparar los datos recolectados para su análisis, manejando posibles errores o inconsistencias en los datos.
 - **Análisis de Datos con AI:** Aplicar modelos de IA para identificar patrones de consumo, anomalías, y realizar predicciones sobre el uso futuro del agua.
- 4. Pruebas y Validación del Sistema:** Evaluar la eficacia y precisión del sistema desarrollado, asegurando que cumple con los objetivos del proyecto.
- **Actividades:**
 - **Pruebas de Campo:** Realizar pruebas en condiciones reales para evaluar el rendimiento del sistema en términos de precisión de los sensores, estabilidad de la red y efectividad del análisis de datos.
 - **Validación de Modelos:** Comparar las predicciones de los modelos de AI con los datos reales para evaluar su precisión y ajustar los modelos según sea necesario.
 - **Evaluación del Sistema:** Medir la eficiencia, escalabilidad y robustez del sistema, identificando áreas de mejora y optimización.
- 5. Documentación y Difusión de Resultados:** Documentar todo el proceso de desarrollo y los resultados obtenidos, y difundir el conocimiento generado.
- **Actividades:**
 - **Redacción de la Tesis:** Elaborar un documento detallado que describa la metodología, el desarrollo del sistema, los resultados obtenidos y las conclusiones del estudio.
 - **Publicación de Resultados:** Preparar artículo científico para conferencia o revista especializada, compartiendo los hallazgos con la comunidad académica y profesional.

Cursos Propuestos (3er Semestre)

Para el siguiente semestre, se propone cursar dos de las siguientes cuatro materias:

- ⇒ Comunicaciones Inalámbricas
- ⇒ Tópicos Selectos de Ingeniería Electrónica
- ⇒ Reconocimiento de Patrones
- ⇒ Modelado y Simulación en las Telecomunicaciones

Calendario de Actividades

En la Tabla 1 se presenta el cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1. Cronograma de actividades del proyecto.

Actividad	2024							2025						
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Revisión de la Literatura.														
Desarrollo del Sistema.														
Recolección de Datos.														
Desarrollo del modelo AI														
Prueba del Sistema y Análisis de Datos														
Redacción de Tesis														
Revisión y Defensa Final														

Bibliografía

- [1]. United Nations, "Water". [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/en/global-issues/water>
- [2]. CONAGUA, "Monitor de Sequía". [En línea]. Disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- [3]. El Economista, "Día cero llega a San Luis Potosí", [En línea]. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Dia-cero-llega-a-SLP-capital-del-estado-se-queda-sin-agua-20230628-0008.html>
- [4]. S. Sinche *et al.*, "A Survey of IoT Management Protocols and Frameworks," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 22, no. 2, pp. 1168-1190, Second quarter 2020, doi: 10.1109/COMST.2019.2943087.
- [5]. L. Chettri and R. Bera, "A Comprehensive Survey on Internet of Things (IoT) Toward 5G Wireless Systems," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 16-32, Jan. 2020, doi: 10.1109/JIOT.2019.2948888.
- [6]. M. A. Rahu, A. F. Chandio, K. Aurangzeb, S. Karim, M. Alhussein and M. S. Anwar, "Toward Design of Internet of Things and Machine Learning-Enabled Frameworks for Analysis and Prediction of Water Quality," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 101055-101086, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3315649.
- [7]. N. K. Velayudhan, P. Pradeep, S. N. Rao, A. R. Devidas and M. V. Ramesh, "IoT-Enabled Water Distribution Systems—A Comparative Technological Review," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 101042-101070, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3208142.