

DESARROLLO DE SENSORES POR SOFTWARE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTIAGO

Luis Fernando Amador-Castro, Martín Esteban González-López, Alejandro García-González, Misael Sebastián Gradilla-Hernández, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Laboratorio de Sostenibilidad y Cambio Climático, Zapopan, Jal., 45138, msgradilla@tec.mx.

Palabras clave: Observadores de estado, inteligencia artificial, calidad del agua

Introducción. El río Santiago, uno de los principales ríos del país, ha sufrido un alarmante proceso de degradación ambiental debido a un histórico mal manejo de fuentes puntuales y difusas de contaminación (1). Uno de los aspectos críticos para la adecuada gestión de cuerpos de agua es el monitoreo de la calidad del agua. Sin embargo, los esquemas de monitoreo tradicionales requieren personal para la recolección y el procesamiento de muestras además de instalaciones especializadas, resultando en costos elevados y frecuencias de muestreo reducidas (2). El uso de dispositivos de monitoreo automatizado permite reducir costos e incrementar la frecuencia de muestreo. No obstante, existen parámetros que no pueden medirse con sensores disponibles de forma comercial. Dicha limitación puede superarse mediante el uso de sensores por software u observadores de estado basados en inteligencia artificial. Los cuales permiten estimar las concentraciones de contaminantes que no se pueden medir con sensores físicos en función de los parámetros que sí pueden medirse físicamente. Este trabajo consistió en el desarrollo de observadores de estado que serán implementados en dispositivos de monitoreo automatizado para la determinación de la calidad del agua del río Santiago.

Metodología. Se utilizó un identificador de red neuronal diferencial como modelo basado en datos para describir las series temporales de 12 parámetros de calidad del agua del río Santiago. Los pesos que compensan la no linealidad del modelo desarrollado con el identificador de red neuronal diferencial se almacenaron y utilizaron para el diseño del sensor por software. Los datos calidad del agua utilizados para el desarrollo del modelo fueron proporcionados por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, comprendiendo el periodo de febrero de 2009 a abril de 2022. El identificador y el observador fueron desarrollados utilizando Simulink Versión 10.6 (R2022b) [MathWorks Inc., Massachusetts, Estados Unidos].

Resultados. El identificador de red neuronal diferencial permitió describir doce parámetros de calidad del agua que pueden utilizarse para calcular una versión simple del índice de calidad del agua del

Río Santiago (3). Dicha identificación se representa en la Figura 1. El observador de estado permitió estimar tres parámetros de calidad del agua con base en datos de otros nueve parámetros.

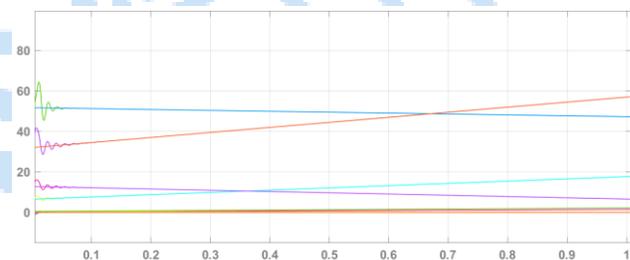


Fig. 1. Identificador desarrollado para la descripción de 12 parámetros de calidad del agua del río Santiago.

Conclusiones. El sensor por software desarrollado puede implementarse en un futuro en dispositivos de monitoreo automatizados para determinar doce parámetros de calidad del agua, permitiendo estimar el ICA del Río Santiago. Adicionalmente, el uso de un menor número de sensores en el dispositivo conlleva una menor inversión inicial.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey por el apoyo académico proporcionado. Luis Fernando Amador-Castro agradece adicionalmente a CONACyT por el apoyo becario (CVU: 104808).

Bibliografía.

1. McCulligh C. (2018). The Gray Side of Green Growth: Environmental Regulation and the Industrial Pollution of the Santiago River. En: *Social Environmental Conflicts in Mexico: Resistance to Dispossession and Alternatives from Below*. Tetreault D, McCulligh C, Lucio C. Springer International Publishing, p. 145–82.
2. Ahmed U, Mumtaz R, Anwar H, Mumtaz S, Qamar AM. (2019). Water quality monitoring: from conventional to emerging technologies. *Water Supply*. 20(1):28–45.
3. Fernández del Castillo A, Yebra-Montes C, Verduzco Garibay M, de Anda J, Garcia-Gonzalez A, Gradilla-Hernández MS. (2022) Simple Prediction of an Ecosystem-Specific Water Quality Index and the Water Quality Classification of a Highly Polluted River through Supervised Machine Learning. *Water*. 14(8):1235.