

Detección automática de temperatura a partir de la distribución modal de sensores basados en redes de periodo largo: enfoque basado en el aprendizaje profundo

Juan Soto Perdomo^{1*}, Juan Arango Moreno¹, Jorge Montoya-Cardona², Jorge Herrera-Ramírez¹,
Erick Reyes-Vera^{1†}

¹ Departamento de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín-Colombia.

² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.
*juansoto319998@correo.itm.edu.co, †erickreyes@itm.edu.co

Resumen

En los últimos años la fabricación e implementación de sensores basados en tecnología a fibra óptica ha despertado un fuerte interés en diversos sectores industriales. De allí, que en la actualidad han sido reportados sensores que permiten medir diversas variables físicas y químicas tales como temperatura, presión, cambios de concentración, aceleración entre otras [1]. Para ello, varias alternativas han sido exploradas en la literatura, sin embargo, una de las configuraciones que más ha despertado interés son los sensores basados en redes de periodo largo (LPFG, Long Period Fiber Grating) debido a que estos son fáciles de implementar, económicos y pueden ser fácilmente multiplexados, permitiendo de esta manera medir varios parámetros de forma simultánea [2]. En la mayoría de los casos la interrogación de este tipo de sensores se hace a partir de variaciones de potencia o cambios espectrales. Sin embargo, hasta donde tenemos conocimiento, a la fecha no se ha explorado la posibilidad de usar los modos excitados para predecir cambios en la variable de medida, lo que permitiría tener una nueva técnica de sensado. Esto último podría alcanzarse a partir de la combinación de estos sensores con metodologías basadas en procesamiento de señales [3] o incluso el uso de técnicas de aprendizaje profundo [4]. En este trabajo se desarrolló e implementó una red neuronal convolucional (CNN) con el fin de predecir las variaciones térmicas a partir de la distribución de los modos excitados en la LPFG. Se seleccionó este modelo de aprendizaje profundo debido a su capacidad para procesar y aprender a partir de información con dependencia espacial. Para ello, se fabricó una LPFG con un periodo de 560 μm y una longitud de 33.6 mm en una fibra óptica de pocos modos utilizando el método de grabado con láser de CO_2 . Para el entrenamiento y la validación de la arquitectura empleada en el modelo de aprendizaje profundo basado en CNN, se empleó una base de datos de las imágenes de campo cercano recolectadas experimentalmente, asociadas a los modos de propagación en la LPFG, es decir, los modos LP_{01} y LP_{11} . Dichas imágenes se adquirieron usando una cámara infrarroja, WIDY SWIR 640 VS, y un láser sintonizable con un rango de longitud de onda de 1526 nm a 1608 nm. Los resultados obtenidos muestran que el modelo de aprendizaje profundo desarrollado tiene la capacidad de predecir la temperatura medida con el sensor con una precisión del 99.5% para un rango de medida entre 26°C y 120°C.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por el Instituto Tecnológico Metropolitano a través del proyecto de investigación P20212.

Referencias

- [1] Joe, HE., Yun, H., Jo, SH. et al. Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech. 5, (2018).
- [2] M. Li, Z. Huang, Z. Liu, C. Jiang, C. Mou, and Y. Liu, J. Light. Technol., vol. 39, no. 15, (2021)
- [3] C. Zuo et al., Light Sci. Appl., vol. 11, no. 1, p. 39, (2022)
- [4] J D Arango et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 2139 012001.