

EXPERIENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS Y TÉCNICAS PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE INCENDIOS CON REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES MULTIMEDIA

Sebastián García¹, Diego Francisco Larios¹, Javier M. Mora-Merchan¹, Enrique Personal¹, Julio Barbancho¹ y Antonio Parejo¹

¹*Departamento de Tecnología Electrónica, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla*

E-mail de correspondencia: sgarcia15@us.es

RESUMEN

Los incendios plantean un grave problema no solo para los montes y bosques sino también para fauna que vive en ella. En este sentido, una política de detección temprana resulta esencial para controlar y sofocar rápidamente el incendio. Como solución para la detección temprana se plantea el uso de técnicas y algoritmos de tratamiento de imágenes basados en aprendizaje automático que puedan ser ejecutados en Redes de Sensores Multimedia (WMSN). En concreto, se plantea el despliegue de nodos capaces de capturar y procesar en local (edge computing) imágenes térmicas y/o visibles, así como información ambiental. Se han realizado pruebas de la solución propuesta durante una quema controlada junto al servicio INFOCA con resultados prometedores.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años las Redes Inalámbricas de Sensores Multimedia (WMSN por sus siglas en inglés) han ido ganado protagonismo. Estas redes, a diferencia de las convencionales, no solo son capaces de capturar datos escalares, sino que también permiten la adquisición de señales multimedia: audio y video. Desde el grupo de investigación TIC-150 de la Universidad de Sevilla, se desarrolló una propuesta de red de WMSN completa: desde el diseño hardware de los nodos, pasando por los sistemas de comunicaciones, soporte y gestión de la red hasta llegar a sistemas de supervisión (García *et al.* 2019). La red propuesta está pensada principalmente para aplicaciones de monitorización ambiental. Entre las posibles aplicaciones, una de ellas es la detección temprana de incendios forestales.

Los incendios forestales suponen un grave problema. Las políticas de prevención resultan fundamentales, pero estas no evitan al cien por cien que anualmente se sigan produciendo incendios que acaban con miles de hectáreas de terreno. Como solución, los nodos de la red planteada incorporan cámaras térmicas y visibles, así

como sensores ambientales (temperatura, velocidad y dirección de viento, humedad, lluvia, etc.) con los que se pueden plantear sistemas de detección temprana con las que avisar a los grupos de extinción para sofocar los posibles incendios.

Este trabajo cuenta la experiencia en el desarrollo de técnicas y algoritmos de visión artificial para la detección de incendios usando la red propuesta.

2. PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE

Las técnicas clásicas de detección de incendios se basan en el empleo de técnicas basadas en color y textura (Chino *et al.*, 2015; Jing Shao, Guanxiang Wang, y Wei Guo 2012). Aunque estas técnicas son ligeras y pueden ser fácilmente implementadas en los nodos, tienen un elevado número de falsos positivos. Para evitar esto, algunos algoritmos incluyen el uso de características temporo-espaciales (Yuan *et al.* 2018). El problema de estos es que, al necesitar una secuencia de imágenes, implica que el nodo tendría que despertarse en cortos periodos de tiempo para la captura de imágenes, elevando el consumo energético.

Hay que recordar que las WMSN para monitorización ambiental son sistemas auto-suficientes energéticamente, obteniendo su energía de baterías y/o paneles fotovoltaicos por lo que su energía es limitada. Por lo que, un volumen de captura de imágenes elevado no es viable ni en un enfoque de procesado edge ni en un enfoque de streaming y procesado en cloud. En el enfoque edge el consumo no sería asumible y en un enfoque cloud se saturaría el canal de comunicaciones entre nodos (García *et al.*, 2019). Las técnicas presentadas en este trabajo buscan evitar tener que usar características temporo-espaciales pero a la vez manteniendo un bajo número de falsos positivos.

3. CASO DE ESTUDIO

Gracias a la colaboración del servicio INFOCA se pudo asistir a una quema controlada en la que se pudieron poner a prueba la WMSN propuesta y algunos de los algoritmos propuestos. Se instalaron dos nodos fijos y dos móviles con los que capturar imágenes. Durante la quema se probó un algoritmo heurístico usando la imagen térmica capturada por el nodo y que se ejecuta en el mismo (enfoque edge). En la Figura 1 se puede una composición de imágenes donde se ve el nodo WMSN propuesto, así como imágenes procesadas durante la quema controlada. Los resultados del algoritmo heurístico propuesto se pueden ver en la matriz de confusión de la Figura 2.

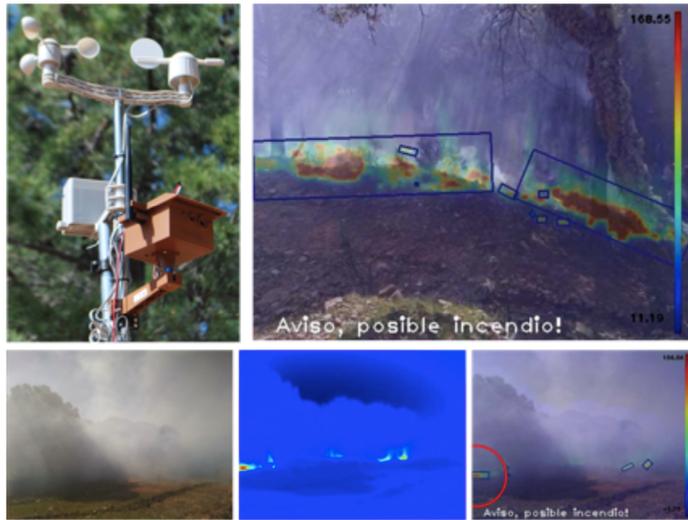


Figura 1. Composición: nodo (superior izquierda), imagen procesada (superior derecha), escena vista desde cámara visible, térmica e imagen procesada (imágenes inferiores)
Fuente: (elaboración propia).

	None	Fire		
None	1383	11	Accuracy:	0.989
Fire	17	310	F1:	0.971
			MCC:	0.965

Figura 2. Matriz de confusión y métricas del algoritmo tras la quema controlada.
Fuente: (elaboración propia).

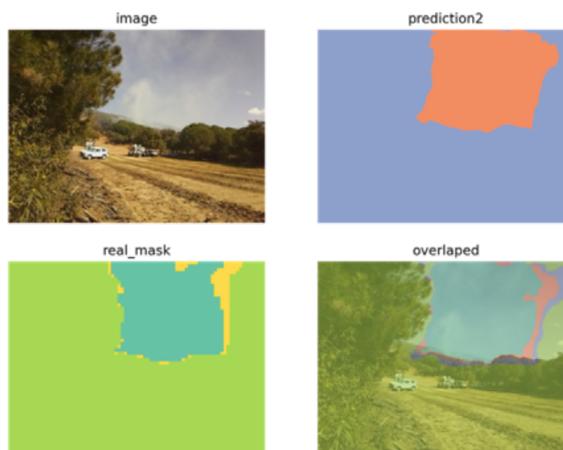


Figura 3. Segmentación de humo usando técnicas de Deep Learning.
Fuente: (elaboración propia).

Actualmente se está trabajando en la detección de humo usando técnicas de segmentación de Deep Learning basadas arquitecturas tipo U-Net. Los resultados preliminares se pueden ver en la Figura 3.

4. CONCLUSIONES

Las WMSN pueden ser una herramienta que ayude a la detección temprana de incendios. En este trabajo se cuenta la experiencia en el desarrollo de técnicas de detección usando este tipo de redes. Los experimentos efectuados en una quema controlada junto al servicio INFOCA muestran resultados prometedores para el sistema propuesto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía (AMA- YA) y al Servicio de Extinción de Incendios Forestales de Andalucía (INFOCA) por su ayuda en la toma de imágenes. A los autores también les gustaría agradecer a Julián Rodríguez Galán y a Francisco Romero Hinojosa su colaboración en el montaje y despliegue de los nodos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chino, Daniel Y. T., Letricia P. S. Avalhais, Jose F. Rodrigues, y Agma J. M. Traina.** (2015). «BoWFire: Detection of Fire in Still Images by Integrating Pixel Color and Texture Analysis». Pp. 95-102 en *2015 28th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images*.
- García, Sebastián, Diego F. Larios, Julio Barbancho, Enrique Personal, Javier M. Mora-Merchán, y Carlos León.** (2019). «Heterogeneous LoRa-Based Wireless Multimedia Sensor Network Multiprocessor Platform for Environmental Monitoring». *Sensors* 19(16):3446. doi: 10.3390/s19163446.
- Jing Shao, Guanxiang Wang, y Wei Guo.** (2012). «An image-based fire detection method using color analysis». Pp. 1008-11 en *2012 International Conference on Computer Science and Information Processing (CSIP)*.
- Yuan, Jie, Lidong Wang, Peng Wu, Chao Gao, y Lingqing Sun.** (2018). «Detection of Wildfires along Transmission Lines Using Deep Time and Space Features». *Pattern Recognition and Image Analysis* 28(4):805-12. doi: 10.1134/S1054661818040168.