

Analysis design and implementation of artificial intelligence techniques in edge computing environments

Doctorando: Daniel Hernández Vicente
Director: José María Cecilia Canales

Edge Computing es un modelo de computación emergente basado en acercar el procesamiento a los dispositivos de captura de datos en las infraestructuras IoT. Edge computing mejora, entre otras cosas, los tiempos de respuesta, ahorra anchos de banda, incrementa la seguridad de los servicios y oculta las caídas transitorias de la red. Este paradigma actúa en contraposición a la ejecución de servicios en entornos cloud y es muy útil cuando se desea desarrollar soluciones de inteligencia artificial (AI) que aborden problemas en entornos de desastres naturales, como pueden ser inundaciones, incendios u otros eventos derivados del cambio climático. La cobertura de estos escenarios puede resultar especialmente difícil debido a la escasez de infraestructuras disponibles, lo que a menudo impide un análisis de los datos en la nube y en tiempo real. Por lo tanto, es fundamental habilitar técnicas de IA que no dependan de sistemas de cómputo externos y que puedan ser embebidas en dispositivos móviles como vehículos aéreos no tripulados (VANT), para que puedan captar y procesar información para inferir posibles situaciones de emergencia y determinar así el curso de acción más adecuado de manera autónoma.

Históricamente, se hacía frente a este tipo de problemas utilizando los VANT como dispositivos de recogida de datos con el fin de, posteriormente, enviar esta información a la nube donde se dispone de servidores capacitados para analizar esta ingente cantidad de información. Este nuevo enfoque pretende realizar todo el procesamiento y la obtención de resultados en el VANT o en un dispositivo local complementario. Esta aproximación permite eliminar la dependencia de un centro de cómputo remoto que añade complejidad a la infraestructura y que no es una opción en escenarios específicos, donde las conexiones inalámbricas no cumplen los requisitos de transferencia de datos o son entornos en los que la información tiene que obtenerse en ese preciso momento, por requisitos de seguridad o inmediatez.

Esta tesis doctoral está compuesta de tres propuestas principales. En primer lugar se plantea un sistema de despegue de enjambres de VANTs basado en el algoritmo de Kuhn Munkres que resuelve el problema de asignación en tiempo polinómico. Nuestra evaluación estudia la complejidad de despegue de grandes enjambres y analiza el coste computacional y de calidad de nuestra propuesta. La segunda propuesta es la definición de una secuencia de procesamiento de imágenes de catástrofes naturales tomadas desde drones basada en Deep learning (DL). El objetivo es reducir el número de imágenes que deben procesar los servicios de emergencias en la catástrofe natural para poder tomar acciones sobre el terreno de una manera más rápida. Por último, se utiliza un conjunto de datos de imágenes obtenidas con VANTs y relativas a diferentes inundaciones, en concreto, de la DANA de 2019, cedidas por el Ayuntamiento de San Javier, ejecutando un modelo DL de segmentación semántica que determina automáticamente las regiones más afectadas por las lluvias (zonas inundadas).

Entre los resultados obtenidos se destacan los siguientes: 1- la mejora drástica del rendimiento del despegue vertical coordinado de una red de VANTs. 2- La propuesta de un modelo no supervisado para la vigilancia de zonas desconocidas representa un avance para la exploración autónoma mediante VANTs. Esto permite una visión global de una zona concreta sin realizar un estudio detallado de la misma. 3- Por último, un modelo de segmentación semántica de las zonas inundadas, desplegado para el procesamiento de imágenes en el VANTs, permite la obtención de datos de inundaciones en tiempo real (respetando la privacidad) para una reconstrucción virtual fidedigna del evento.

Esta tesis ofrece una propuesta para mejorar el despegue coordinado de drones y dotar de capacidad de procesamiento de algoritmos de deep learning a dispositivos edge, más concretamente UAVs autónomos. Servicios, como la detección de incendios, zonas inundadas y personas en peligro, serán ejemplos de la utilidad que se puede obtener. Gracias a esta investigación, será posible desarrollar servicios que permitan la coordinación de grandes conjuntos de drones y que permitan el procesamiento de imágenes sin necesidad de dispositivos adicionales. Esta flexibilidad hace que nuestro enfoque sea una apuesta de futuro y proporciona una vía de desarrollo para cualquiera que esté interesado en desplegar un sistema de vigilancia y actuación basado en drones autónomos.