Resumen

Los radares de onda milimétrica constituyen una tecnología cada vez más requerida dentro del internet de las cosas, el cual atraviesa una etapa de auge y crecimiento acelerado, con presencia en prácticamente todos los ámbitos de la vida cotidiana. Esta expansión exige dispositivos pequeños, compactos, de bajo consumo energético y respetuosos con la privacidad del usuario; características que los radares de onda milimétrica satisfacen, permiten la detección de presencia y movimiento en entornos interiores sin comprometer la privacidad de los usuarios, de modo que posteriormente ejecute acciones acordes a cada situación. Sin embargo, clasificar con precisión humanos y animales en espacios de interiores es un desafío dado que, las trayectorias múltiples y la variabilidad del movimiento biológico generan objetivos falsos que reducen la eficacia del sistema. Por tal motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo mejorar el desempeño del radar de onda milimétrica en la discriminación entre humanos y animales mediante la integración de procesamiento digital de imágenes y aprendizaje automatizado profundo. Se empleó una metodología cuantitativa y experimental, mediante un dataset propio de señales recolectadas de personas, perros y gatos en escenarios reales. Para diversificar las muestras y optimizar la calidad visual de los espectrogramas micro doppler se aplicaron técnicas de data augmentation y smoothing respectivamente antes de su ingreso a las redes neuronales. Con estas muestras se entrenaron cuatro arquitecturas de redes neuronales convolucionales, comparadas estadísticamente para identificar el modelo con mejor capacidad predictiva. Los resultados demuestran que la integración de un dataset representativo, procesamiento digital de imágenes y CNNs seleccionadas estadísticamente supera las limitaciones de los métodos tradicionales, donde alcanza una exactitud superior al 95% y con automatización de la clasificación de blancos en interiores.

Palabras clave: micro doppler, procesamiento digital de imágenes, predicción, aprendizaje automático.

Abstract

Millimeter wave radars constitute an increasingly required technology within the Internet of Things, which is undergoing a stage of accelerated growth and expansion, with a presence in virtually every area of daily life. This expansion demands devices that are small, compact, energy efficient, and respectful of user privacy, characteristics that millimeter-wave radars satisfy, enabling the detection of presence and movement in indoor environments without compromising user privacy, so that appropriate actions can subsequently be executed according to each situation. However, accurately classifying humans and animals in indoor spaces is a challenge, given that multiple trajectories and the variability of biological movement generate false targets that reduce the system's effectiveness. For this reason, the present work aimed to improve the performance of millimeter wave radar in discriminating between humans and animals through the integration of digital image processing and deep machine learning. A quantitative and experimental methodology was employed, using a proprietary dataset of signals collected from people, dogs, and cats in real world scenarios. To diversify the samples and optimize the visual quality of the micro doppler spectrograms, data augmentation and smoothing techniques were applied, respectively, prior to their input into the neural networks. With these samples, four convolutional neural network architectures were trained and statistically compared to identify the model with the best predictive capability. The results demonstrate that the integration of a representative dataset, digital image processing, and statistically selected CNNs surpasses the limitations of traditional methods, achieving an accuracy above 95% while automating target classification in indoor environments.

Keywords: micro doppler, digital image processing, prediction, machine learning.