

Detección de anomalías cardíacas mediante modelos basados en señales biomédicas

Detection of cardiac abnormalities using models based on biomedical signals

IVÁN CALZADILLAS HERNÁNDEZ^a , JOSÉ MANUEL MEJÍA MUÑOZ^{a*} 

^aMaestría en Ingeniería Eléctrica, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: jose.mejia@uacj.mx

N.º de resumen 9CP25-20	Formato Ponencia
Tema Procesamiento de señales digitales	Presentador Iván Calzadillas Hernández
Fecha de la presentación Mayo 20, 2025	Estatus Resultados preliminares

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de detección de anomalías cardíacas utilizando señales biomédicas multicanal, específicamente electrocardiograma (ECG), sismocardiograma (SCG) y girocardiograma (GCG). La metodología consistió en el preprocesamiento de las señales mediante filtrado digital y normalización, seguido de la extracción de características del dominio temporal con la biblioteca TSFEL. Para la clasificación se emplearon algoritmos tradicionales como Random Forest, Support Vector Machine (SVM) y Gradient Boosting, además de redes neuronales profundas que combinan capas convolucionales (Conv1D), unidades GRU y capas densas. El análisis se llevó a cabo en un entorno de clasificación multietiqueta, utilizando validación cruzada para evaluar la generalización de los modelos. Los resultados mostraron que el modelo Random Forest alcanzó una precisión del 93 %, seguido por Gradient Boosting con 91 % y SVM con 88 %. En redes neuronales, el mejor modelo logró un 84 %, destacando por su capacidad de aprender directamente a partir de las señales sin necesidad de la aplicación de ingeniería a las características. La selección del subconjunto de características y la arquitectura empleada fueron factores clave en el rendimiento final. Las principales limitaciones incluyeron el tamaño moderado de la base de datos y los retos asociados al manejo multietiqueta. No obstante, la integración de múltiples señales y la optimización del procesamiento de características mostraron ser útiles para mejorar el diagnóstico automático. Este estudio representa una base sólida para futuras investigaciones en sistemas inteligentes de apoyo diagnóstico en cardiología.

Palabras clave: señales biomédicas; detección cardíaca; inteligencia artificial; aprendizaje automático; clasificación de señales.

Abstract

This study addresses the development of a porous thermoplastic polyurethane (TPU) mesh system. This research aims to develop a system for the detection of cardiac abnormalities using multichannel biomedical signals, specifically electrocardiography (ECG), seismocardiography (SCG), and gyrocardiography (GCG). The methodology involved preprocessing the signals through digital filtering and normalization, followed by the extraction of temporal-domain features using the TSFEL library. Traditional machine learning classifiers such as Random Forest, Support Vector Machine (SVM), and Gradient Boosting were evaluated, alongside deep neural network architectures incorporating Conv1D layers, GRU units, and fully connected layers. The classification process was conducted in a multi-label frame-

work with cross-validation to assess model generalization. Results demonstrated that Random Forest achieved the highest performance with 93% accuracy, followed by Gradient Boosting (91%) and SVM (88%). The best-performing neural network reached 84% accuracy, showing its ability to learn from raw signal representations. The selection of features and model architecture significantly influenced classification outcomes. Despite limitations such as dataset size and the complexity of multi-label scenarios, the integration of diverse signal sources and the refinement of temporal features proved effective in enhancing automatic diagnosis. This work provides a solid foundation for future developments in intelligent systems for cardiac signal analysis.

Keywords: biomedical signals; cardiac detection; machine learning; neural networks; multi-label classification.

Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), número de beca: 1316825.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

