

Diagnóstico del estado de falla de motores eléctricos a partir del análisis de ruidos usando técnicas de Aprendizaje Profundo

PROBLEMA

El mantenimiento de equipos es fundamental para mantener operativa una industria. Para el mantenimiento predictivo generalmente se usa el registro de vibraciones. Por otro lado, el grado de falla de un equipo se correlaciona con el incremento del ruido que produce. Por tanto, el análisis de intensidad de ruido y vibraciones podría ser un método efectivo. Actualmente, con métodos de Inteligencia Artificial podemos descubrir nuevas y más económicas técnicas de diagnóstico de fallas de equipo industrial. Por ello, es importante proveer a las empresas, en particular aquellas con bajos niveles de automatización, herramientas que faciliten la detección oportuna de fallas.

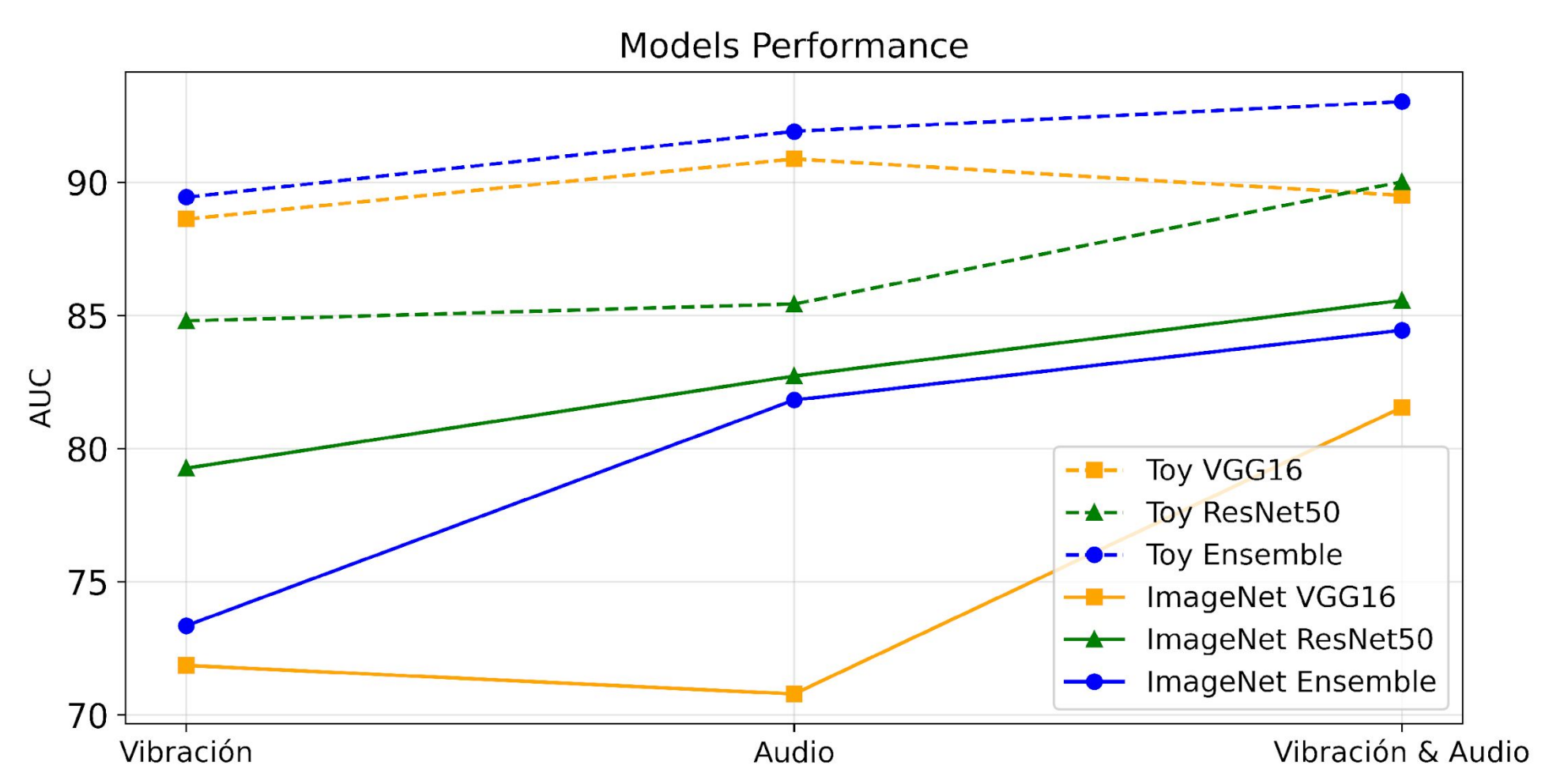
OBJETIVO GENERAL

Construir una herramienta de diagnóstico del estado de falla de un motor a partir del análisis de ondas sonoras y vibraciones, utilizando técnicas de Aprendizaje Profundo.



PROPUESTA

- Las grabaciones de sonido y vibración son convertidas a espectrogramas. Para balancear las clases se realizan técnicas de aumentación de datos. Cada conjunto de datos es pasado como entrada a dos Redes Neuronales Convolucionales (CNNs) independientes, luego los mapas de características resultantes pasan por una capa de pooling para finalmente pasar a una red tipo MLP que clasifica los audios en normal, intermedio o anómalo.
- Se utilizó un ensamblaje de CNNs a la cuales se pre-entrenó con motores del dataset ToyADMOS. Se utilizó como punto de partida para el pre-entrenamiento a las redes VGG16 y RESNET50.
- Para evitar que el modelo sufra de overfitting, hemos decidido utilizar validación cruzada K-fold.
- Se creó una página web que recibe grabaciones de sonido y vibraciones, procesa la información y retorna un valor de clasificación.

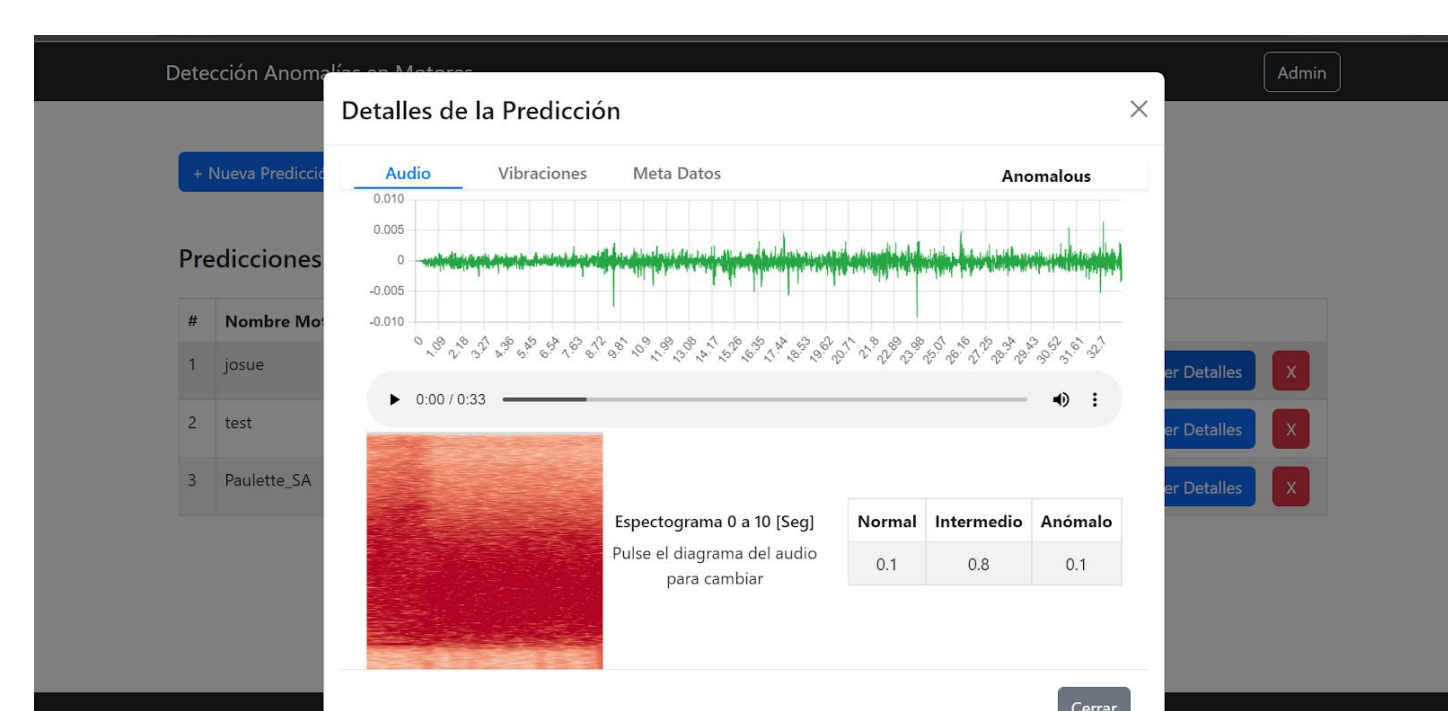
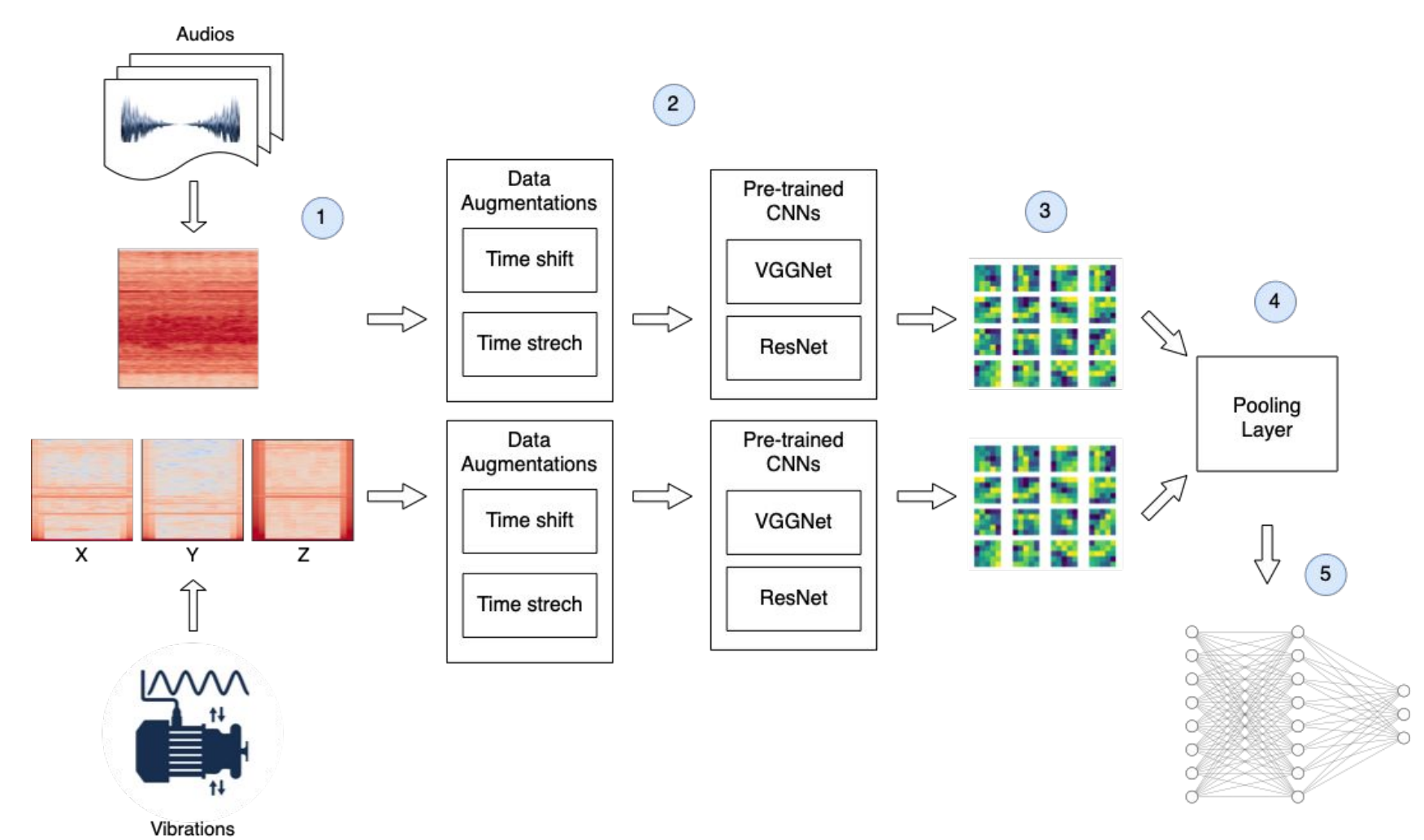


Confusion matrix vgg16

True label \ Predicted label	Anomalous	Intermediate	Normal
Anomalous	0.92	0.06	0.02
Intermediate	0.05	0.91	0.04
Normal	0.03	0.03	0.94

RESULTADOS

- La red neuronal propuesta, utilizando Transfer Learning al ensamblar dos CNNs (VGG16 y ResNet50) pre-entrenadas con el dataset de motores ToyADMOS y una MLP totalmente conectada, permite clasificar el estado de falla de motores como anómalos, estado intermedio o no anómalos con una tasa de acierto del 92%.
- Al trabajar con un dataset con clases desbalanceadas, también utilizamos la métrica AUC. La cual estuvo por encima del 93%. Por lo que tenemos la certeza de que el modelo es bueno clasificando las tres clases.



CONCLUSIONES

- El preprocesamiento de los datos es un punto clave en el desarrollo del modelo, ya que permite balancear las clases al generar más datos de la clase minoritaria y permitiendo al modelo ser más generalizable.
- Se utilizaron dos tipos de datos multimodales, al combinarlos y utilizar en conjunto el framework tipo ensemble que se propone, se ha obtenido una precisión del 93% en la clasificación del estado de falla de motores, garantizando la confiabilidad del modelo.
- El diseño modularizado y escalable de la solución permite la mejora continua del modelo sin afectar el funcionamiento de la aplicación web.
- El modelo está listo para ser utilizado en plantas industriales y puede ser utilizado en cualquier computador con conexión a internet.
- Se desarrolló un aplicativo móvil que permite capturar de forma rápida y sencilla los sonidos y vibraciones de los motores.
- Se creó una base de datos de ruido y vibraciones de motores, que sirve como punto de partida para nuevos estudios en el campo.