

Detección de Fallos Utilizando Deep Learning

Análisis de Datos de Vibraciones para un Diagnóstico Preciso de Fallos

Ávalos, Silvio
Orzusa, Emanuel
Parodi, Giulio

29 de mayo de 2024

Introducción

- Importancia de la detección de fallos en entornos industriales.
- Breve introducción al conjunto de datos: 39 escenarios con 25 pruebas cada uno, total 975 archivos CSV.

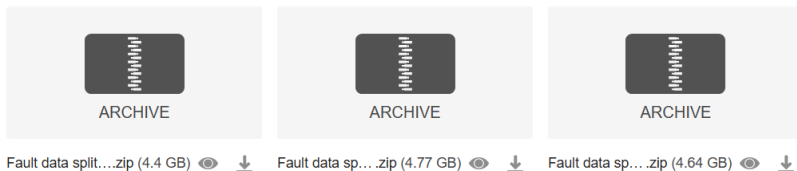


Figura: Dataset original sin descomprimir.

Planteamiento del Problema

- ▶ Descripción del problema: Detección temprana de fallos en maquinaria industrial.
- ▶ Pregunta clave: ¿Cómo podemos aprovechar el deep learning para detectar fallos con precisión en maquinaria basada en datos de vibración?



Figura: Detección temprana de fallos en máquinas rotativas mediante deep learning en un entorno industrial.

Descripción de los Datos

- Visualización de muestra de datos: cada uno de los archivos contaba con 64,000 datos tomados por un acelerómetro en un periodo de 10 segundos.

Muestra las primeras filas
data.head()

(ipython-input-3-84613e9ff034):4: DtypeWarning: Columns (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17) have mixed types. Specify dtype option on import or set low_memory=False.

data = pd.read_csv('content/drive/MyDrive/Fault data/Fault data split 25/No Fault Trial 1.csv')

	Timestamp	7/18/22 14:09	Timestamp.1	7/18/22 14:09.1	Timestamp.2	7/18/22 14:09.2	Timestamp.3	7/18/22 14:09.3	Timestamp.4	7/18/22 14:09.4	Timestamp.5	7/18/22 14:09.5	Timestamp.6	7/18/22 14:09.6	Timestamp.7	7/18/22 14:09.7	Timestamp.8	7/18/22 14:09.8	
0	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	Interval	0.00015625	
1	Channel name	Tachometer	Channel name	Motor	Channel name	Bearing 1 Z	Channel name	Bearing 1 Y	Channel name	Bearing 1 X	Channel name	Bearing 2 Z	Channel name	Bearing 2 Y	Channel name	Bearing 2 X	Channel name	Gearbox	
2	Unit	V	Unit	g	Unit	g	Unit	g	Unit	g	Unit	g	Unit	g	Unit	g	Unit	g	
3		0 - 0.862248268		0 - 0.006744791		0 - 0.001761446		0 - 0.004679333		0 - 0.013791326		0 - 0.000338325		0 - 0.022431822		0 - 0.011058366		0 - 0.008016799	
4		0.00015625	- 0.862027298	0.00015625	- 0.00433829	0.00015625	- 0.003282426	0.00015625	- 0.004456994	0.00015625	- 0.011916785	0.00015625	- 0.00992303	0.00015625	- 0.020547591	0.00015625	- 0.013693332	0.00015625	- 0.009252003

Figura: Visualización de los primeros datos de uno de los archivos originales.

Preprocesamiento de Datos

- ▶ Pasos realizados para el preprocesamiento de datos:
 - ▶ Eliminación de las tres primeras filas.
 - ▶ Eliminación de columnas innecesarias (3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17).
 - ▶ Renombrar columnas a: Tiempo, Tacómetro, Motor, Rodamiento 1 Z, Rodamiento 1 Y, Rodamiento 1 X, Rodamiento 2 Z, Rodamiento 2 Y, Rodamiento 2 X, Caja de engranajes.
- ▶ Herramientas utilizadas para el preprocesamiento.

```
df.head()
```

	Time	Tachometer	Motor	Bearing 1 Z	Bearing 1 Y	Bearing 1 X	Bearing 2 Z	Bearing 2 Y	Bearing 2 X	Gearbox
0	0	0.0013176483849999992	0.0082665870495049399	0.021089014198019798	-0.0023447754257425752	-0.015215976540000016	0.0047812919603960335	-0.024906489900990106	0.018778289811881191	0.0117598404899999979
1	0.00015625	0.0010742086099999997	0.0077682636633663177	0.014745417039603959	-0.0021224366336633667	-0.017427934330000013	0.0057829561386138553	-0.029819486198019808	0.012988346722772277	0.0097760287599999857
2	0.0003125	0.0010779520849999994	0.0039178613663366224	0.012593787594059404	-0.0067174383366336646	-0.0068180351000000153	-0.0026755413663366381	-0.02590386508910892	0.018332909574257428	0.0113106755699999984
3	0.00046875	0.0011145366654999996	0.0070648247821782084	0.015969619999999997	-0.0040864292970297037	-0.012179220930000012	0.0019246941188118746	-0.028526592435643573	0.018592714712871286	0.0125833095099999988
4	0.000625	0.0011828192049999986	0.0077682636633663177	0.01318734054454452	-0.0070138900594059412	-0.013228963610000012	0.0058200548118811854	-0.020141252891089118	0.006567448297029703	0.006182709399999986

Figura: Visualización de primeros datos de uno de los archivos optimizados.

Extracción de Características

- ▶ Explicación del proceso de extracción de características.
- ▶ Características clave consideradas para el análisis:
Características en el dominio del tiempo, características en el dominio de la frecuencia.
- ▶ Importancia de cada característica en la detección de fallos.

`df_features.head()`

	mean	std	max	min	ptp	kurtosis	skewness	rms	crest_factor	fft_mean	...	harmonic_3_amplitude	harmonic_4_amplitude	harmonic_5_amplitude	envelope_mean	envelope_std	wavelet_mean	wavelet_std	column	File	label
0	0.000018	0.000432	0.002020	-0.000791	0.003371	0.491288	0.380136	0.000674	3.737075	3.382385e-07	...	0.000518	0.000518	0.000518	0.000724	0.000342	8.358660e-09	0.000790	Tachometer	(Fault) Bearing (1) Ball & Bearing (2) Combina...	1
1	-0.001712	0.004595	0.012692	-0.019407	0.032099	-0.013154	0.008711	0.004904	3.957529	4.663922e-06	...	0.000918	0.000006	0.000343	0.000217	0.002352	8.508267e-08	0.001379	Motor	(Fault) Bearing (1) Ball & Bearing (2) Combina...	1
2	0.006132	0.005580	0.060412	-0.041679	0.102091	1.048169	-0.003990	0.008290	7.287053	1.039403e-05	...	0.006132	0.006132	0.006132	0.009382	0.004380	9.672076e-08	0.003565	Bearing 1 Z	(Fault) Bearing (1) Ball & Bearing (2) Combina...	1
3	-0.006815	0.004020	0.037157	-0.047035	0.084192	4.766746	-0.026289	0.008181	5.749631	1.212229e-05	...	0.006815	0.006815	0.006815	0.008383	0.004139	-9.416609e-08	0.004598	Bearing 1 Y	(Fault) Bearing (1) Ball & Bearing (2) Combina...	1
4	-0.015174	0.006313	0.060778	-0.076701	0.137479	6.155039	-0.001890	0.016434	4.667125	1.535959e-05	...	0.015174	0.015174	0.015174	0.016581	0.005916	8.284537e-10	0.007329	Bearing 1 X	(Fault) Bearing (1) Ball & Bearing (2) Combina...	1

Figura: Extracción de features de los 975 archivos para un régimen de 25 RPM.

Modelo Preliminar CNN

- Resumen de las capas y parámetros del modelo.

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv1d_4 (Conv1D)	(None, 98, 64)	256
max_pooling1d_4 (MaxPooling1D)	(None, 49, 64)	0
conv1d_5 (Conv1D)	(None, 47, 128)	24704
max_pooling1d_5 (MaxPooling1D)	(None, 23, 128)	0
flatten_2 (Flatten)	(None, 2944)	0
dense_4 (Dense)	(None, 100)	294500
dense_5 (Dense)	(None, 1)	101
Total params: 319561 (1.22 MB)		
Trainable params: 319561 (1.22 MB)		
Non-trainable params: 0 (0.00 Byte)		

Figura: Estructura del modelo en formato de texto

Entrenamiento y Evaluación del Modelo

- Proceso de entrenamiento: División de datos, épocas de entrenamiento, técnicas de optimización.
- Resultados preliminares y métricas de rendimiento.

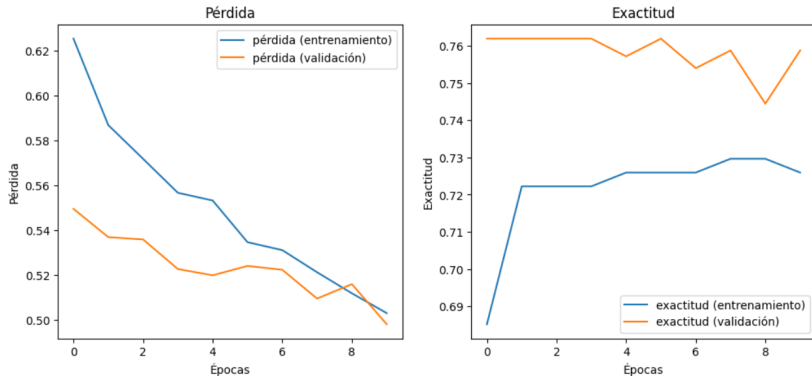


Figura: Pérdida y exactitud vs. cantidad de épocas, para los conjuntos de validación y entrenamiento.

Conclusión

- ▶ Resumen de los hallazgos.
- ▶ Eficacia del modelo preliminar.
- ▶ Trabajo futuro: Mejoras, pruebas adicionales, posible implementación.

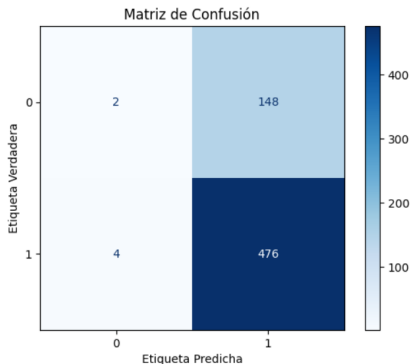


Figura: Matriz de confusión para el segundo conjunto de datos seleccionado.

Preguntas y Respuestas

- ▶ Espacio para preguntas y discusión adicional.