

Sistema para la detección de faltas basado en redes neuronales artificiales. Caso de aplicación: daños estructurales

Jeferson González, Yeiner Arias
jgonzalez@itcr.ac.cr, yarias@itcr.ac.cr

Introducción

El análisis de vibración es una técnica utilizada para el estudio de los efectos dinámicos en estructuras y la evaluación de posibles daños. Ésta se ubica dentro de la categoría de ensayos no destructivos, lo cual es un aspecto importante en estructuras de costo elevado y donde las pruebas destructivos no son una alternativa.

Las señales de vibración son procesadas mediante un algoritmo digital que permite extraer información relevante por media de la Transformada Discreta de Fourier (DFT) que es un mecanismo de análisis de frecuencia para señales no periódicas.

Una red neuronal artificial es un modelo simplificado del sistema neuronal humano. La unidad básica de una red neuronal se llama **neurona artificial**, cuya función de salida es:

$$\sum_{i=1}^N x_i w_{ji} + b \tag{1}$$

Con la correcta distribución de capas de neuronas simples, un red neuronal artificial puede utilizarse para diferentes aplicaciones como lo son la identificación de señales/funciones y la **detección de patrones**.

La detección de faltas en sistemas, en general, requiere una distribución de capas y neuronas que les permita **aprender** el comportamiento del sistema tanto en condiciones normales como en falta.

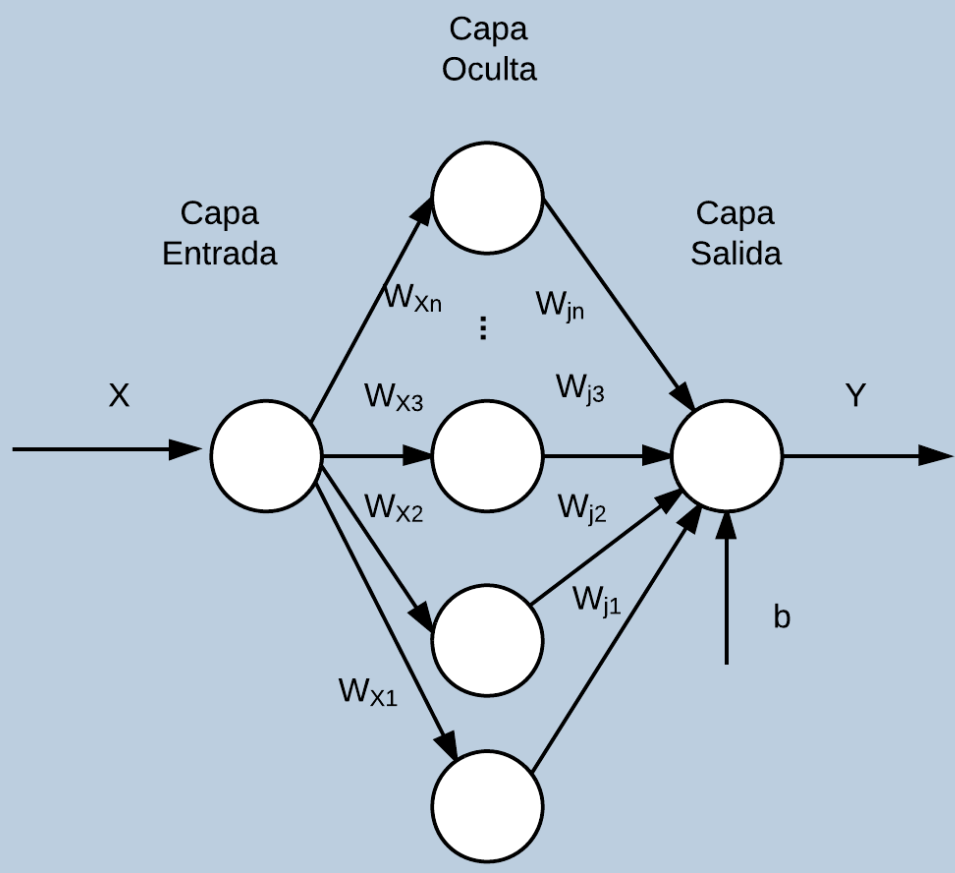


Figura 1. Arquitectura de red con una capa oculta.

Descripción del experimento

El método de análisis de vibración utilizado para este experimento fue el de desplazamiento de frecuencia, en el que la detección de los daños se realizar por medio de los cambios en las frecuencias naturales de la estructura. El método se basa en que la frecuencia de vibración es una función de la rigidez, de modo que un cambio en este parámetro causado por el deterioro de la estructura se refleja como una disminución en las frecuencias de vibración.

Componentes de Sistema

- Acelerómetro ADXL335, 330 mV/g, ±3,6 g.
- Intel Galileo, ADC AD7298 12 bits, 200 Hz.
- Filtro Digital.
- FFTW.

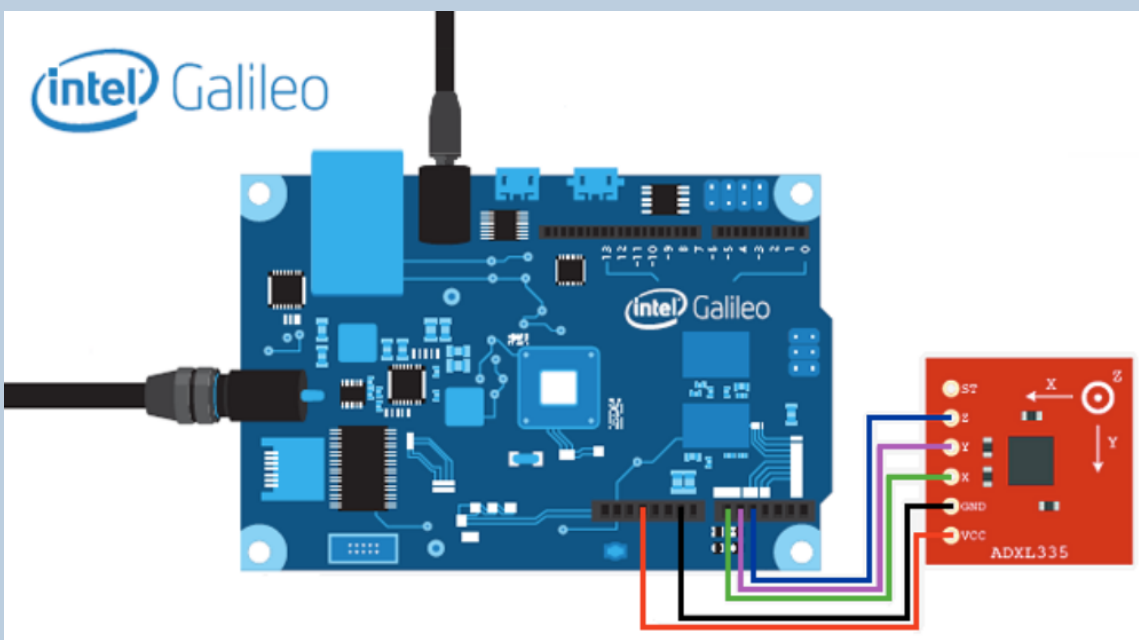


Figura 2. Placa utilizada. Intel Galileo.

Referencias

[1] V. Reyes and M. Antonio, “Algoritmo backpropagation para redes neuronales: conceptos y aplicaciones,” Instituto Politécnico Nacional,España, 2007.

[2] F. J. Carrión Viramontes, A. Lozano Guzmán, M. Fabela Gallegos, D. Vázquez Vega, and J. A. Romero Navarrete, “Evaluación de Puentes Mediante el Análisis de Vibraciones”, Publicación Técnica, n.o 132, 1999.

Transformada discreta de Fourier (DFT)

Para el caso en estudio, daños en estructuras, las mediciones de vibración en la estructura fueron procesados a través de la Transformada Discreta de Fourier, utilizando la biblioteca **FFTW**.

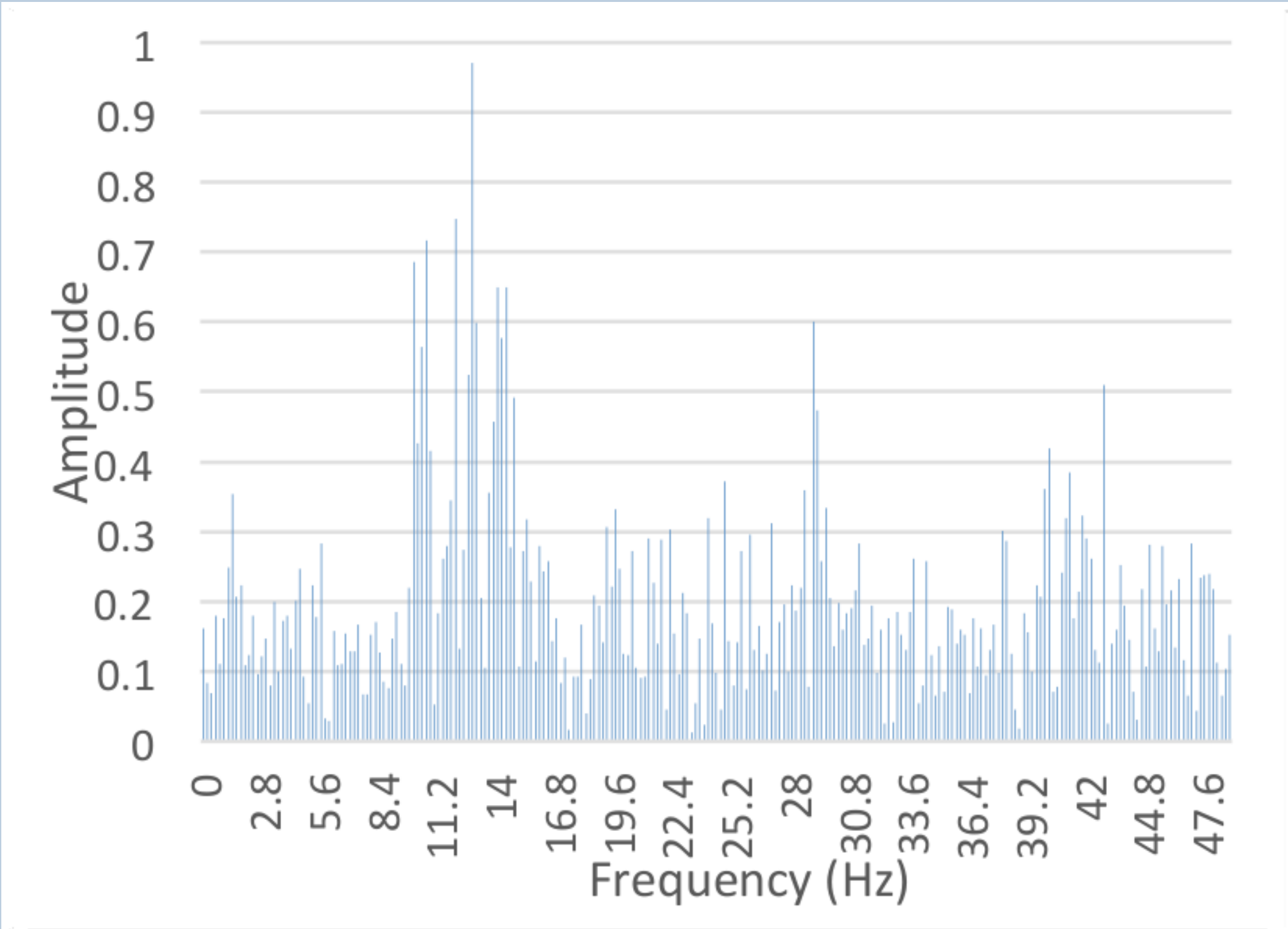


Figura 3. DFT de datos de vibración, sin filtrar.

Resultados Entrenamiento

Frecuencia (Hz)	Falta	Salida esperada	Salida Final	Predicción de Falta
13,6	0	1	0,158297	0
14,0	0	1	0,193457	0
13,6	0	1	0,158297	0
14,2	0	1	0,210621	0
17,0	0	1	0,423674	0
9,0	1	-1	-0,332459	1
11,4	1	-1	-0,055948	1
13,6	0	1	0,158297	0
13,6	0	1	0,158297	0
29,0	0	1	0,938729	0
13,6	0	1	0,158297	0
32,8	0	1	1,024909	0
17,8	0	1	0,475995	0
13,6	0	1	0,158297	0
11,4	1	-1	-0,055948	1
11,6	1	-1	-0,03496	1
9,0	1	-1	-0,332459	1
11,8	1	-1	-0,014281	1
16,4	0	1	0,382073	0
13,6	0	1	0,158297	0
9,0	1	-1	-0,332459	1
13,6	0	1	0,158297	0
11,2	1	-1	-0,077247	1
21,2	0	1	0,663058	0
14,0	0	1	0,193457	0
20,0	0	1	0,603023	0
14,0	0	1	0,193457	0
2,0	1	-1	-1,379501	1
32,0	0	1	1,00856	0
32,0	0	1	1,00856	0
32,2	0	1	1,012728	0
27,6	0	1	0,900674	0
26,0	0	1	0,852009	0
1,8	1	-1	-1,413221	1

Conclusiones

- El análisis en línea de faltas por medio de redes neuronales artificiales, bajo la técnica de DFT, permite su detección en tiempo real.
- Los resultados muestran la viabilidad de un sistema empotrado para la detección de faltas utilizando redes neuronales artificiales.
- La predicción de faltas por medio de la red fue satisfactoria para más de un 95 % de los datos, lo que demuestre su validez como método de identificación de comportamiento anormal (falta).