

Resumen

El conocimiento de los volcanes brinda información acerca de su historia eruptiva, como los estilos de erupción y eventos sísmicos presentes, esta información permite evaluar el peligro asociado a la actividad volcánica. La vigilancia y monitorización de un volcán comúnmente se lo realiza de forma visual por medio de personal capacitado en el área y observatorios vulcanológicos; por esta razón es necesario estudiar métodos que permitan identificar de una manera automática posibles erupciones volcánicas mediante esta monitorización y reconocimiento de microsismos, con el fin de anticipar eventos eruptivos devastadores para salvaguardar la mayor cantidad de vidas. En este trabajo de investigación se plantea identificar características para distinguir entre las distintas señales de microsismos entre las que constan: volcano-tectónico, largo período, tremor y tectónico. La caracterización al emplear técnicas de aprendizaje de máquina tradicional (ML, del inglés Machine Learning), selecciona las características principales de los datos recopilados. Para conseguir este objetivo se emplean dos clasificadores de aprendizaje supervisado: Árbol de Decisión (DT, del inglés Decision Tree) y Máquina de Vector Soporte. Además, se emplean los valores de energía de los coeficientes resultantes de la Transformada Wavelet (WT, del inglés Wavelet Transform) multinivel como características de entrada a los modelos de ML, donde, cada característica obedece a un rango en el dominio de la frecuencia. Como resultado se determina que la caracterización de las señales de microsismos está definida por los coeficientes wavelet de detalle $cD3$, $cD5$ y $cD7$, que corresponden al rango de frecuencias de 6.25 a 12.5 Hz, 1.56 a 3.12 Hz y 0.39 a 0.78 Hz respectivamente. Estas características surgen tras determinar los mejores resultados al utilizar una wavelet de la familia Daubechies, 10 niveles de descomposición en la WT y un clasificador DT. Para corroborar los resultados, se reentrena el modelo DT con las tres características principales del dominio de la escala y se logra obtener un 76.2% de exactitud de clasificación.

Palabras clave: Aprendizaje supervisado, microsismos, caracterización, wavelet.

Abstract

Detailed knowledge of volcanoes provides relevant information about their eruptive history, eruption styles, and seismic events, which are necessary to estimate the danger associated with volcanic activity. Traditionally, volcano surveillance and monitoring are conducted visually through volcanic observatories and trained personnel in the field. For this reason, there is a need to study methods that allow for the automatic identification of potential volcanic eruptions through the monitoring and recognition of microseisms, to anticipate potentially devastating eruptive events and thereby safeguard as many lives as possible. This research project aims to identify features for distinguishing among different types of microseismic signals, including volcano-tectonic, long period, tremor, and tectonic signals. The characterization employs feature selection techniques based on traditional machine learning theory. To achieve this goal, two supervised learning classifiers are used: Decision Tree (DT) and Support Vector Machine (SVM). Additionally, the coefficients resulting from the multi-level Wavelet Transform (WT) are used as input features for ML models, where each feature corresponds to a frequency domain range.

As a result, it is determined that the characterization of microseismic signals is defined by the wavelet coefficients $cD3$, $cD5$, and $cD7$, which correspond to frequency ranges of 12.5 to 25 Hz, 3.12 to 6.25 Hz, and 0.78 to 1.56 Hz respectively. These features emerge after obtaining the best results using a Daubechies wavelet, 10 levels of decomposition in the WT, and a DT classifier. To validate the results, the DT model is retrained with the three main scale domain features, achieving a 76.2% accuracy metric in classification.

Keywords: Supervised learning, microseisms, characterization, wavelet transform.