

Resumen

El estudio sismológico ha proporcionado información sumamente valiosa acerca del comportamiento de distintos volcanes, lo cual ha posibilitado llevar a cabo un análisis exhaustivo de su actividad volcánica. La monitorización constante de estos volcanes ayuda a realizar estimaciones de eventos futuros, lo que ha impulsado al desarrollo de métodos automáticos para reconocer microsismos, los cuales son esenciales para la emisión de alertas tempranas, contribuyendo así a la protección de vidas.

En este contexto, se plantea implementar algoritmos inteligentes basados en la teoría de Aprendizaje de Máquina (ML, del inglés *Machine Learning*) tradicional para la clasificación de los microsismos del volcán Llaima, centrándonos en cuatro señales de microsismos como: Volcano Tectónicos, Largo Período, Tremor y Tectónico. La propuesta presenta tres algoritmos de aprendizaje supervisado como: Árbol de Decisión (DT, del inglés *Decision Tree*), k -Vecinos más Cercanos (k -NN, del inglés *k-Nearest Neighbors*) y Máquina de Vectores de Soporte (SVM, del inglés *Support Vector Machine*). Por último, presentamos un algoritmo de votación que opera entre los algoritmos de ML mencionados. Para evaluar el desempeño de estos algoritmos se consideran métricas como Exactitud, Precisión, Sensibilidad, Especificidad y la tasa de error balanceado (BER, del inglés *Balance Error Rate*). Los resultados obtenidos al evaluar el sistema de clasificación propuesto presentan una Exactitud de 92% para DT, 94% para k -NN, 96% para SVM y 96% al aplicar el enfoque de votación y un BER de 0.05, 0.04, 0.03 y 0.03 respectivamente.

Palabras clave: Aprendizaje supervisado, Llaima, clasificación, microsismos, características espectrales.

Abstract

The seismological study has provided extremely valuable information about the behavior of different volcanoes, which has made it possible to carry out an exhaustive analysis of their volcanic activity. The constant monitoring of these volcanoes helps to estimate future events, which has led to the development of automatic methods for recognizing micro-earthquakes, which are essential for the issuance of early warnings, thus contributing to the protection of lives.

In this context, it is proposed to implement intelligent algorithms based on traditional Machine Learning (ML) theory for the classification of the Llaima volcano micro-earthquakes, focusing on four micro-earthquake signals such as: Volcano Tectonic, Long Period, Tremor and Tectonic. The proposal presents three supervised learning algorithms such as: Decision Tree (DT), k -Nearest Neighbors (k -NN) and Support Vector Machine (SVM). Finally, we present a voting algorithm that operates between the aforementioned ML algorithms. To evaluate the performance of these algorithms, metrics such as Accuracy, Sensitivity, Specificity and the Balanced Error Rate (BER) are considered. The results obtained when evaluating the proposed classification system show an Accuracy of 92% for DT, 94% for k -NN, 96% for SVM and 96% when applying the voting approach and a BER of 0.05, 0.04, 0.03 and 0.03 respectively.

Key words: Supervised learning, Llaima, classification, microseismic, spectral characteristics.