

RESUMEN

Vivimos en un mundo continuamente cambiante, donde se genera una variedad de fenómenos físicos naturales. Muchos de estos fenómenos físicos han sido monitorizados constantemente por el peligro latente que generan. Los volcanes son un claro ejemplo de un fenómeno natural que puede traer consecuencias catastróficas si entra en etapa eruptiva. En este contexto, el Ecuador posee uno de los volcanes más activos del mundo, lo que genera la necesidad de monitorizar y recopilar información por expertos en geofísica, los cuales están interesados en entender el comportamiento de dicho fenómeno, por estas razones generan la necesidad de estudiar métodos que permitan identificar posibles erupciones mediante la monitorización y detección de la actividad microsísmica de un volcán, con el fin de salvaguardar vidas y pérdidas materiales. En este proyecto se desarrolló un sistema de reconocimiento automático de microterremotos en tiempo real del volcán Cotopaxi al aplicar técnicas de aprendizaje supervisado. El modelo de reconocimiento es obtenido aplicando modelos de aprendizaje supervisado k-Vecinos Cercanos (kNN), Máquina de Vectores Soporte (SVM) y Árboles de Decisión (DT) a características de tiempo, frecuencia y escala, aplicados a los datos proporcionados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional con la actividad sísmica presentada del volcán Cotopaxi en los años 2012, 2013 y 2014. El sistema de reconocimiento está constituido por una etapa de detección y clasificación, para lo cual se realizan procesos de segmentación de la señal en ventanas, etiquetamiento, extracción de características, selección de características y obtención de modelos unificados en un sistema de votación. Para las etapas de detección y clasificación de microterremotos presentaron resultados en términos de exactitud, precisión, sensibilidad, especificidad y tasa de error de balanceo (BER, del inglés *Balanced Error Rate*), para la detección el algoritmo kNN alcanzó porcentajes del 98.15 %, 95.20 % y 0.017 para la exactitud, precisión y BER, respectivamente, mientras que en la clasificación el algoritmo SVM alcanzó porcentajes del 94.49 %, 60.42 % y 0.16 para la exactitud, precisión y BER respectivamente.

PALABRAS CLAVES:

- **ACTIVIDAD MICROSÍSMICA**
- **MONITORIZACIÓN VOLCÁNICA**
- **EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS**
- **APRENDIZAJE SUPERVISADO**
- **SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS**

ABSTRACT

We live in a continuously changing world, where a variety of natural physical phenomena are generated. Many of these physical phenomena have been constantly monitored for the latent danger they generate. Volcanoes are a clear example of a natural phenomenon that can have catastrophic consequences if it erupts. In this context, Ecuador has one of the most active volcanoes in the world, which generates the need to monitor and collect information by experts in geophysics, who are interested in understanding the behavior of this phenomenon, for these reasons generate the need to study methods to identify possible eruptions by monitoring and detecting the microseismic activity of a volcano, in order to safeguard lives and material losses. In this project, an automatic real-time micro-earthquake recognition system for the Cotopaxi volcano was developed by applying supervised learning techniques. The recognition model is obtained by applying supervised learning models k-Nearest Neighbors (kNN), Support Vector Machine (SVM) and Decision Trees (DT) to time, frequency and scale features, applied to the data provided by the Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional with the seismic activity presented Cotopaxi volcano in the years 2012, 2013 and 2014. The recognition system is constituted by a detection and classification stage, for which signal segmentation processes are performed in windows, labeling, feature extraction, feature selection and obtaining unified models in a voting system. For the stages of detection and classification of micro-earthquakes presented results in terms of accuracy, precision, sensitivity, specificity and Balanced Error Rate (BER), for detection the kNN algorithm reached percentages of 98.15 %, 95.20 % and 0.017 for accuracy, precision and BER, respectively, while in classification the SVM algorithm reached percentages of 94.49 %, 60.42 % and 0.16 for accuracy, precision and BER respectively.

KEYWORDS:

- **MICROSEISMIC ACTIVITY**
- **VOLCANIC MONITORING**
- **FEATURE EXTRACTION**
- **SUPERVISED LEARNING**
- **FEATURE SELECTION**