

深層学習による桜島噴火予測

Deep Learning Approaches for Eruption Prediction of Sakurajima

村田剛志*

東京工業大学 情報理工学院 情報工学系

Department of Computer Science, School of Computing, Tokyo Institute of Technology

Abstract: In this research, we take advantages of deep learning into time series data and apply this technique to sensor data acquired from volcanic monitors. We focus on two problems: (1) volcanic eruption classification and (2) early prediction of volcanic eruption. The goal of (1) is to recognize the current status of the volcano, while the goal of (2) is to predict the future eruption by detecting the time series prior to the eruption which is the early signal of the upcoming eruption. For (1), the proposed method VolNet based on convolutional neural network achieves an average F-score of 90%. For (2), the proposed method based on Stacked 2-Layer LSTM achieves promising results of 66% accuracy. And the accuracy of 4-stage warning system is 51% in the critical stage. We demonstrate the effectiveness of our methods with the largest and the most comprehensive set of volcano sensor time series data.

1 研究の概要

日本は世界有数の火山国であり、世界の活火山の約7%が存在する。火山の噴火は時として甚大な人的・物的被害を及ぼすものであり、2014年の御嶽山や2018年の草津白根山での火山災害は記憶に新しい。火山活動を正確に把握して必要な対応を取ることは、周辺地域の多くの人々にとっての重大な関心事である。

噴火予測などの火山の研究は、これまでは火山物理学からのアプローチが主であったが、火山周辺に設置された伸縮計や地震計などから観測される時系列データを用いた情報学的なアプローチによって、新たな展開の可能性が見えてくると期待される。

火山の観測装置から得られる時系列データは噴火と大きな関係があるが、一般にデータは複雑で、専門家にとっても分析は容易ではない。我々は火山噴火分類と火山噴火予測の二つの問題に注目した(図1)。前者の目標は、100分間の時系列データからその100分間に火山が噴火するか否かを分類することであり、また後者の目標は、100分間の時系列データから兆候を認識してその直後の60分間に火山が噴火するか否かを予測することである。

前者については、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を時系列データに対して適用するVolNetを提案した。実際のデータを用いて火山噴火分類を行ったところ、F-scoreで90%程度の精度を達成した[1][4]。

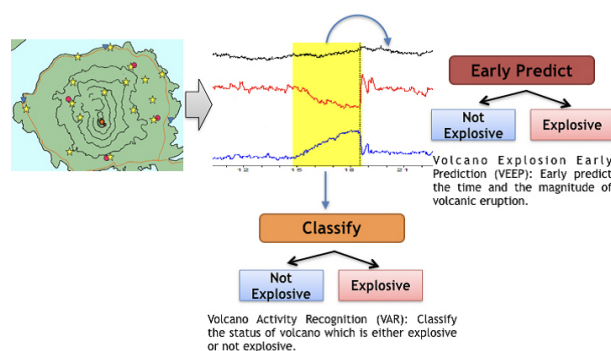


図1: 火山噴火分類(下)と火山噴火予測(右)

また後者については、時系列データにおける時間変化を検出するためにStacked 2-Layer LSTMを用いて実験を行った結果、噴火・非噴火の2クラス平均のF値による精度で66.1%であった。また、与えられた時系列データを“Non-eruption”, “May-eruption”, “Warning”, “Critical”の4つに分類する警告システムを構築したところ、“Critical”に分類された時系列データで噴火が起こったものの割合は51.9%であった[5]。

我々は京都大学防災研究所附属火山活動研究センター長の井口正人教授の協力のもと、火山に関する最大級の規模と質の時系列データを用いた実験によって、提案手法の有効性を示した。また国内および海外での火山噴火のニュースが多い昨今において、AIを用いて噴火を予測するというテーマは社会的にも関心を集め、日本経済新聞での記事[9]、NHK鹿児島でのローカル

*連絡先: 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 W8-59
E-mail: murata@c.titech.ac.jp
http://www.net.c.titech.ac.jp/

ニュース [8]、南日本新聞での記事 [7]、月刊誌 (みずほ総合研究所「Fole」) での記事 [6] など、多くのメディアで取り上げていただいた。

時系列データへの深層学習の適用例として、スタンフォード大学においては心電図の時系列データをもとにした不整脈の診断に 34 層の畳み込みニューラルネットワークを利用することで、心臓専門医より高い精度での診断に成功したことが報告されている [2]。

機械学習を用いた火山活動の分析の例として、Malfante らの研究がある [3]。これはペルーのウピナス火山の 6 年分のデータを対象とし、バリエーションの大きい火山性地震を SVM を用いてタイプ毎に分類するものである。

2 今後に向けて

我々が行った桜島噴火予測は、100 分間の時系列データを観測してその直後の 60 分間に噴火するか否かを予測するものである。桜島の人口が 4,000 人程度であることを考えると、この予測をもとに住民が避難を行うのは現実的ではない。

その一方で、周辺住民にとって桜島の噴火は、図 2 のイラストにもあるように、洗濯物を外に干すかどうかを決める上で、毎日の天気予報と同じくらい身近で重要な情報である。気象庁は、噴火が発生したらという条件つきで、火山周辺の風向をもとに、どの地域に降灰するかを予報している。これと精度の高い火山噴火予測とを組み合わせることによって、周辺住民に対して有益な情報にすることが期待できる。

桜島噴火 AI で予測



東工大・京大研究チーム
 人工知能(AI)で桜島の噴火を予測する研究として有益な生活情報に、東京大学、鹿島市で5日から情報学と京大、開かれた人工知能火山活動予測の研究会で6日、気象庁の降灰予報などと組み合わせられ、桜島の観測坑道2

8年分のデータ活用

4段階解析的中率は51.9%

009~16年の8年間に得られた地震動データを使用、AIは噴火面に見られる特徴を学習し、直前100分間のデータを基に噴火の有無を予測する。AIが「噴火する」と予測し、かつその噴火の有無が一致する割合は39.5%だった。さらに、「噴火の可能性を「危険」「警戒」と「注意」「非噴火」の4段階に分けて予測すると、可能性が最も高い「危険」を選んだケースでは、的中率は51.9%だった。火山観測とAIを結びつけた研究事例は少なく、村田准教授は「AIは観測データが持つ、ほかの手法で取り入れにくい特徴を改善したい」と話した。(産経通信)

図 2: 南日本新聞 2018 年 6 月 7 日第 1 面の記事 [7]

また、時系列データの分類や予測は、それ自体が非常に興味深いトピックである。火山の噴火予測だけで

なく、自然科学のさまざまな分野における観測データの分析や、計測機器の故障診断、経済データの分析など、幅広い応用が期待できる。

謝辞

火山データをご提供いただいた国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所に感謝致します。

参考文献

- [1] Le H. V., Murata T., Iguchi M., “Deep Modular Multimodal Fusion on Multiple Sensors for Volcano Activity Recognition”, Proceedings of ECML-PKDD 2018, 16 pages, September, (2018).
- [2] Rajpurkar P., Hannun A. Y., Haghpanahi M., Bourn C., Ng A. Y., “Cardiologist-Level Arrhythmia Detection with Convolutional Neural Networks”, arXiv:1707.01836, 9 pages, (2017).
- [3] Malfante M., Mura M. D., Metaxian J. -P., Mars J. I., Macedo O., Inza A., “Machine Learning for Volcano-Seismic Signals: Challenges and Perspectives”, IEEE Signal Processing Magazine, Vol.35, Issue.2, pp.20-30, (2018).
- [4] 村田剛志, Hiep Vinh Le, 井口正人, “深層学習による火山活動認識”, 第 112 回人工知能学会知識ベースシステム研究会, SIG-KBS-B508, pp.38-45, 2017 年 11 月.
- [5] 村田剛志, ヒープレ, 井口正人, “Stacked Recurrent Neural Network による桜島噴火予測”, 2018 年度 (第 32 回) 人工知能学会全国大会, 2A1-02, 4 pages, 2018 年 6 月.
- [6] 「AI で取り組む『桜島の噴火予測』」, みずほ総合研究所「Fole」(月刊誌) p.16, 2018 年 10 月号.
- [7] 「桜島噴火を AI で予測 4段階解析、的中率は 51.9% 東工大・京大研究チーム」, 南日本新聞 2018 年 6 月 7 日第 1 面.
- [8] 「AI で桜島の噴火予測 研究発表」, NHK 鹿児島 2018 年 6 月 6 日ニュース枠 (12 時 15 分、18 時 10 分).
- [9] 「東工大・京大、AI で火山活動分析 噴火予測めざす」, 日本経済新聞 2018 年 1 月 15 日第 9 面.