

機械学習モデルを用いた EEW 運用観測点の抑止・再開の自動化

下條賢悟 1

1. 気象庁地震火山部地震火山技術・調査課

1. はじめに

気象庁の緊急地震速報処理(以下、EEW)で用いられる震源決定手法である IPF 法(溜瀧・他(2014))では、気象庁の多機能型観測点による検知網や防災科学技術研究所(NIED)の S-net、KiK-net、海洋研究開発機構(JAMSTEC)の DONET の観測点が、活用観測点として運用されている。これらの観測点でトリガを検知する毎に、単独観測点処理により地震検知・ノイズ識別・最大振幅検出・地震諸元推定などの情報をまとめた「A 電文」を作成し、迅速な EEW に役立てられている。入電する A 電文数の著しい増加、もしくは振幅が過大と判断される A 電文が入電した場合、現業者は、その都度、該当する観測点波形を確認し、必要であれば手動で活用抑止作業を行う。一方、NIED が展開する Hi-net の全観測点についても、令和5年度10月より、A 電文を作成して IPF 法に活用されている。従来的に EEW に使用していた観測点数が約 900 個に対し、2024 年 1 月現在、Hi-net の観測点数は 747 点と、合わせて倍近い観測点を現在活用している。そこで、現業者の負担軽減を目的に、自動での Hi-net 観測点制御のためのプログラム(MASC…Machine-learning Auto Station Controller)を実装し、実用性の検証を行った。

2. MASC の概要

MASC で行う波形の正常・異常の判定には 2 種類存在する。一つは、トリガ入電後にトリガ前後の波形を機械学習モデルで推論し、正常な地震波形かそれ以外のシグナル(以下、「非地震」)かを判別するものである(以下、トリガ時チェックと呼称する)。昨年度の研究集会において紹介した、9 成分 20 秒間(正常・異常の判定を行う目標の観測点とその近傍 2 観測点)の速度波形を推論するモデルを、トリガ時チェックに利用する。これは、任意の波形を与えた時に、正常/非地震の各確率を算出し、一番高い確率のカテゴリーに分類する(Ross et al., 2018b による Generalized Phase Detection (GPD)に準拠した)モデルであり、人為的な振動ノイズから機器障害によるノイズまで、トリガを入電するシグナルを幅広く検知する狙いがある。他方、トリガ点以外の短時間の観測点波形(3 成分 8 秒間)を一定数取得し、簡便的に各特徴量を算出する機構(定時チェック)も取り入れている。これにより、機器障害が疑われる観測点を事前に把握し、機器障害に伴うノイズ由来のトリガや震源計算の誤りなどを予防することが期待される。今回は 9 種類の特徴量(各成分のカウント値の絶対平均や各成分同士の比、平均値除去後の実効値と各成分同士の比など)を抽出し、定常波形のオフセットや感度が通常と乖離する観測点の検知に利用した。

3. MASC の実データへの適用

2023/4~2023/9 月までの間、Hi-net 観測点の波形を用いて A 電文トリガデータをリアルタイムで作成する試験(ヒートラン)が行われ、同期間中に MASC のヒートランも行った。引き続き、2023/10 月より本番系での運用と相成った。地震波形を学習した深層学習モデルを利用したシステムが本運用として稼働するのは、気象庁地震火山部としては初である。本発表では、本運用の期間(2023/10~2024/1/9)の MASC の適用結果と、ヒートラン期間および本番系での運用期間中の波形データを用いた再学習についての検討について紹介する。