Deep learning model for spatial interpolation of real-time seismic intensity

Ryota Otake^{1,2}, Jun Kurima², *Hiroyuki Goto², Sumio Sawada²

1. OC Global, 2. Kyoto University

地震直後,あるいは発生後即時に震度の空間分布を把握することは,緊急対応において非常に重要である.本研究は,機械学習の一種である深層学習を利用して,ある地点における震度を周辺の地震記録から予測することを試みた.周辺と対象地点におけるリアルタイム震度をそれぞれ入力データ・出力データとし,ここでは地盤情報等は考慮しない.この問題設定は,ある地域に地震計を一定期間敷設して記録を収集し,観測終了後に周辺にある常設観測点から震度を予測する方法を想定しているが,即時予測が可能であれば緊急地震速報への応用も期待できる.

深層学習モデルは,因果関係を持つ系列データに高い有効性を持つLong Short-Term Memoryを用いて構成した.対象地点としてK-NET MYG006(Area A),KiK-net IBRH12(Area B)をそれぞれ選定し,周辺にある K-NET/KiK-net 4観測点のリアルタイム震度を入力データに,対象地点のリアルタイム震度を出力データとしてモデルを訓練させた.なお,利用できる記録のうち70%を訓練データに,残り30%を検証データに用いている.Area A,Area Bそれぞれに対して得られた深層学習モデル(case 1,case 2)は,距離加重平均値(weighted average)や最近傍観測点の値を採用した場合(nearest record)に比べて,二乗誤差(MSE)の意味で精度が高い.地震記録を直接学習させているため,地盤増幅(サイト特性)の影響を自然に取り込めていると考えられる.

また、Area Bを対象に緊急地震速報を想定した深層学習(case 3)を試みた. 訓練データとして与える出力データをステップ関数とし、リアルタイム震度の最大値をステップ値に、周辺でのリアルタイム震度値が0を超えた時刻をステップ時刻とする. これにより、周辺で有意な震動が検出された場合に対象地点の震度を予測するという問題設定となる. 深層学習による推定精度は、case 2の距離加重平均値より低いがこれは即時予測という問題設定の難しさに起因するものと考えられる. 猶予時間(warning time)と精度とのトレードオフで見れば、深層学習は地盤増幅や距離減衰といった地震動の性質を自然に取り込めるため、周辺で計測された最大震度値を採用する方法より精度が高いことがわかった.



