

地震前兆検出のための環境電磁波の自動ラベリングと複数地点への適用による汎用性の検証

曾我 昌士[†] 酒向 慎司[†] 北村 正[†]

[†] 名古屋工業大学大学院 情報工学専攻

1 はじめに

地震被害を軽減するには発生時期を事前に把握することも重要である。地震直前の2週間以内に環境電磁波の異常放射が観測されることが知られているため、これを検出して地震の発生を予測する研究が行われている。

環境電磁波は、1日周期で放射レベルが変動する定常状態、地震に起因する異常(地震前兆)、その他の要因による異常(異常)が重畳した信号が観察される。これらの特徴を隠れマルコフモデル(HMM)や混合ガウスモデル(GMM)でモデル化し、地震前兆を検出する方法が提案されている[1]。しかし、従来法では異常・地震前兆のモデル学習に必要なデータを視察でラベリングするため、大量の観測データを用いるにはラベリングの自動化が望まれる。また、地域によって観測データの量や地震発生数に差があり、地震GMMが十分に学習できない地域もある。これは、学習データが豊富な地域で作成された統計モデルを代用できれば、検出を行えると考えられる。

そこで本研究では、統計モデルと地震の発生情報を用いて観測データのラベリングを自動化する。そして、地点毎に地震前兆検出を行い、自動ラベリングの汎用性を検証し、作成された統計モデルを他地点で代用して、特定地点で作成された統計モデルの汎用性を検証する。

2 環境電磁波からの地震前兆検出手法

2.1 HMMを用いた一日単位での分類

環境電磁波の日周期性に着目したモデルとして、1日当たり24フレームの特徴量を抽出して1日分の特徴ベクトル系列を作成し、HMMを学習する。本研究では定常、地震前兆、その他の異常の3種類の状態をモデル化する。この3種類のHMMを用いて、未知データに対する尤度を計算し、最も高い尤度を示すクラスに分類する。

2.2 観測データの自動ラベリング

モデル学習に必要な大量のデータを視察によってラベリングすることは困難である。そこで、地震前兆が地震直前の2週間以内に発生するという知見より、過去の地震情報を元に観測データにラベリングを行う。

地震直前の2週間以内か否かで定常・地震前兆・異常を含むデータ群Aと、定常・異常を含むデータ群Bに分類できる。大部分が定常のデータ群Bで定常HMMを近似し、初期モデルとする。このモデルに対するデータ群Bの波形の尤度を閾値処理することで異常判別し、結果に応じて定常・異常のラベルを付ける。これらで学習したHMMで残りのデータにも同様にラベルを付ける。

2.3 GMMを用いたフレーム単位での検出

HMMでは1日単位での検出を行うが、地震前兆の継続時間は不定である。検出の単位を長く取ると特徴は平

表1 検出実験で用いる環境電磁波の詳細

観測地点	宮城県, 青森県, 神奈川県, 山梨県
テストデータ	2008年
学習データ	2002-2013年(2008年除く)

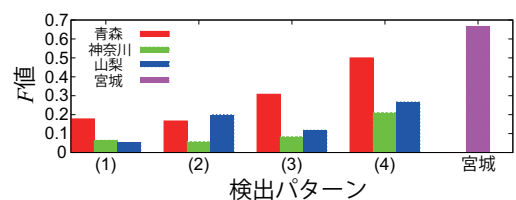


図1 2008年の各パターンと宮城県若柳での実験結果

滑化されてしまうため、より短い単位での検出が望ましい。そこで、HMMによって検出されたものから、GMMによってフレーム単位で検出を行う。GMMでの学習・検出はHMMでの学習・検出と同様の方法で行う。

3 評価実験

表1に示す条件で各地点の統計モデルを学習し、観測データが豊富な宮城県のモデルを他地点で(1)全て、(2)定常と異常のみ、(3)定常のみ、代用して特定地点でのモデルの汎用性、また(4)代用せず、自動ラベリングの汎用性を検証する。なお、自動ラベリングの閾値は宮城県の観測データを用いて手動で設定した。

マグニチュード5以上かつ、検出を行う観測地点との距離が200km以内の地震を予測の対象とし、地震直前の2週間以内に地震前兆が検出された場合、予測が成功したと考え、その検出を正解とする。地震予測の評価には適合率・再現率共に重要であるため、F値を求める。

4 結果と考察

結果を図1に示す。紫は学習・検出共に宮城県である。F値は観測地点毎に差があり、現状の閾値では自動ラベリングの汎用性があるとは言えない。ただし、検出を行った地点で学習したモデルを使うほど上昇し、青森>山梨>神奈川となる傾向が見られる。このことから、学習・テスト地点は一致することが望ましいが、観測地点間の距離が近ければモデルの代用が可能と考えられる。

5 むすび

本論文では、ラベル付きデータの確保が容易ではないという問題に対して、地震の発生情報を用いて観測データを自動的にラベリングする枠組みを提案した。今後の課題として、観測地域に適した自動ラベリングの閾値の設定方法の検討等があげられる。

参考文献

- [1] 中村ら, “HMMによる環境電磁波の異常検知と地震前兆信号の判別,” 2013 信学全大, 情報・システム講演論文集2, no.D-12-9, p.102, Mar. 2013.