

パターン認識を応用した自動地震識別法（適用例）

Method of event discrimination with pattern matching (application)

東田 進也[1], 大竹 和生[2]

Shin'ya Tsukada[1], Kazuo Ohtake[2]

[1] 気象庁・地震火山部, [2] 気象庁

[1] Seismological and Volcanological Dep., J.M.A., [2] JMA

我々は地震の識別をより正確に行い、自動検測・震源決定の信頼性を向上させることを目的として「パターン認識を応用した自動地震識別」という新たな手法を提案した。今回は本アルゴリズムを実際に動作させる際に行ったパラメータのチューニングと、その適用結果について述べる。

1. はじめに

我々は地震の識別をより正確に行い、自動検測・震源決定の信頼性を向上させることを目的として「パターン認識を応用した自動地震識別」という新たな手法を提案した(東田, 1998)。この手法は従来から用いられているグループトリガ識別法と比較して地震波動場の伝播理論が暗黙の了解として処理に含まれていること、準リアルタイム(メモリ上に波形データがセットされてから数秒~30秒後)で地震識別(=初期震源決定処理)が終了すること、ノイズによるミストリガが軽減できること、観測点数が増えれば増えるほど識別可能な地震のマグニチュードの下限が小さくなり、識別精度が良くなる等の特徴がある。今回は本アルゴリズムを実際に動作させる際に行ったパラメータのチューニングと、その適用結果について述べる。

2. パラメータチューニングについて

本手法は、各観測点毎に振幅がある基準値を越えた場合に「1」、そうでない場合に「0」とするビットパターンを1秒毎に作成し、あらかじめ用意した仮想震源からの理論到着時に基づいて作成したモデルビットパターンと比較する。その結果、合致度の高いモデルビットパターンの震源位置で地震が発生したと識別するものである。

この手法において、識別成績を左右するパラメータとしては次のようなものがある。

(1) STA(短時間平均値)およびLTA(長時間平均値)の時定数

これは地震波形上の振幅値の変化がどれだけ鋭く、またどれだけの間、平均値に反映するかを決める量である。

(2) STA/LTA からビットを「1」にするか「0」にするかを決める閾値

個々の観測点でトリガをかける閾値である。閾値を大きくすればノイズには強くなるがマグニチュードの小さな地震は識別しにくくなり、閾値を小さくすればその逆になるというトレードオフの関係にある。

(3) 観測されたビットパターンとモデルビットパターンの比較秒数

識別できる地震の大きさの下限を規定する。比較秒数を長くすればマグニチュードの大きな地震や観測網から遠い地震の識別は確実性が増すが、地震動が数秒でおさまってしまうような小さな地震の識別が困難になる。

(4) ビットパターンを比較する際の重みの与え方

観測されたビットパターンとモデルビットパターンの比較を行う際、「1-1」「0-0」「1-0」「0-1」の場合にどのようなスコアを与えるかで識別の成功率が変化する。

(5) S波到着時の情報を用いるか否か

P波の振幅が十分でない場合でもS波の振幅は十分得られる場合が多い。またP波の振幅が期待通りに現れればほぼ確実にS波の理論到着時刻付近では地震動が継続しているし、さらに大きな振幅が期待される。そこでS波の理論到着時刻にあわせてスコアに重みをつけることを試みた。

(6) S波到着時の情報の重みの与え方

一般にP波の到着時刻よりもS波の到着時刻は揺らぐ。そのため(5)で行った重み付けの範囲に幅を与えた。

これらのパラメータについて適切な値を、任意に選んだ24時間分の波形データを繰り返し用いて探索した。

3. 結果と課題

パラメータチューニングの結果求められた最適と考えられるパラメータを用いて、我々は実時間での識別を連続的に行っている。今のところ陸域ではM1.5~2.0以上、海域ではM3.0以上の地震についてはほぼ識別が可能となっている。

本手法は、地震波が理論走時と異なる様相で伝播したり減衰したりする領域や観測網縁辺部で発生する地震の識別は本質的に困難である。また、一部のテレメータ障害や地震計不良が他地域の処理に影響を及ぼしやすい点や、大地震後のコーダ部分や複数地震の適切

な処理に関しては今後の課題である。