

平成 21 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

石井（克）研究室	氏 名	上 田 一 康
卒業研究題目	遺伝的アルゴリズムを用いた弾性波動場のパラメータ推定	
<p>地下構造解析、地下資源探索、原子炉等の大型構造物健全性解析などの分野では内部構造や物性パラメータを観測データから逆解析によって推定したいという要求がある。特に近年、刷新的技術開発により非常に精密な変位の時間変化の観測データが得られるようになった。しかし、このデータは複雑であるため逆解析を行うのは容易ではなく、確立した手法も存在しない。そこで、本研究では弾性波動場の観測データを逆解析する手法として遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて、弾性波動場のパラメータ推定に対する GA の有効性を調べた。本研究では、基本的な問題として構造が既知で物性値が 2 点で不連続となる 1 次元弾性波動場の物性パラメータ推定を考える。</p> <p>GA は非線形な最適化問題を解くのに有効なメタ探索アルゴリズムである。GA は生物の進化をモデル化したアルゴリズムで、目的関数を用いて 1 つの世代で複数の個体を評価し、選択や交叉、突然変異といった遺伝的操作を繰り返し行うことで最適化を行う。そのため、目的関数が非線形で多峰性を持つ場合にも効率よく探索を行うことができる、1 つの世代に複数の個体を持つので第 2、第 3 の解の候補も一度で探索が可能であるなどの利点があり、汎用性が高い。</p> <p>具体的には以下のようにして GA を用いたパラメータ推定を行う。求めるパラメータは、弾性波動場の密度と弾性係数から定義されるパラメータ s と z および減衰係数である p とする。本研究では、s と z については弾性波動場内で 2 点の不連続点を持ち、周期的境界条件を仮定する。このため、s と z に関して s_1, s_2, z_1, z_2 の 4 個のパラメータを持つ。さらに、減衰係数は弾性波動場全体で均一としたのでパラメータ p は 1 個である。したがって、合計 5 個のパラメータを推定した。GA において集団内の個体から得られるパラメータを用いて、既存の弾性波動場順問題計算プログラムによりスペクトルデータを得る。そのデータと弾性波動場の観測データを比較して最適化を行い、弾性波動場のパラメータ推定を行う。ただし、GA の性能を調べるために、観測データは実データではなく、あらかじめ設定したパラメータを用いて計算した値を観測データとする。</p> <p>最適化には弾性波動場の固有角周波数のスペクトルデータと複数の観測点での各固有角周波数に対する変位の振幅を入力として用いた。観測データと GA の個体からの計算結果との残差二乗和をとり、その逆数を目的関数とした。このとき、固有角周波数に関する目的関数を f_w、変位の振幅に関する目的関数を f_u と定義した。</p> <p>結果は以下のようにまとめられる。まず、目的関数の性質を見るために、f_w と f_u の 2 つの目的関数の 1 つだけを用いた場合についての結果を評価した。このことより、f_w は s_1, s_2 および p と、f_u は z_1, z_2 と依存関係があることを確認した。次に、$f = f_w \times f_u$ として新たな目的関数 f を定義し、f を用いて単一目的 GA で 5 個の物性パラメータの推定を行った。その結果、十分な早さで目的関数を最適化できることがわかった。また、推定したパラメータと観測データの値を比較したところ、いずれのパラメータも今回設計した GA の精度である 6 桁の精度を持つことが確かめられた。以上の結果から、簡単な弾性波動場のパラメータを推定する手法として GA を用いることは有用であることがわかった。</p> <p>今後は、GA の個体のエンコーディングの方法を改良する、多目的 GA を用いる、並列実行可能な GA を用いるなどの手法を用いることで、より複雑な場合でのパラメータ推定を行い GA の有効性を調べる予定である。</p>		