

1. はじめに

最適化問題の解法として、アニーリング法、タブー、遺伝的アルゴリズム(以下GAと表す)などメタヒューリスティクスと呼ばれる手法が着目されている¹⁾。これらの手法は、厳密解を求めることが実際上不可能となる大規模な組合せ問題などで威力を発揮する。しかし、通常の最適化問題にも適用は可能であり、むしろ大域探索型であるこれらの手法は、多峰性問題となる事が多い非線形最適化問題に適しているといえる。

本研究では動的な構造パラメータの同定問題にGAを適用し、その性質に関する若干の検討を行った。メタ解法に万能な手法が無い事は既に指摘され²⁾、問題毎に適切な手法を模索する必要があると言われて³⁾。また、定式化が容易な反面、順方向の解析を数多く行う必要がある事から、計算時間の面で勾配法より不利である。そのような中で、構造同定問題にGAを用いるメリットの有無を見極めたいと考えている。

2. 動的な同定問題への遺伝的アルゴリズムの適用

本研究の問題設定では、せん断型多自由度系の加速度応答から剛性と減衰係数を同定することを考える。定式化は周波数領域で行い、次式のような残差二乗和で表現された評価関数の逆数をGAの適応度とした。

$$J_1 = \sum_i \sum_{j=1}^{N_f} w_i(\omega_j) \{ |R_i(\omega_j)| - |H_i(\omega_j)| \}^2, \quad (i \in A) \quad (1)$$

$$J_2 = \sum_i \sum_{j=1}^{N_f} w_i(\omega_j) \{ \ln |R_i(\omega_j)| - \ln |H_i(\omega_j)| \}^2, \quad (i \in A) \quad (2)$$

ここで、 $R_i(\omega_j)$: 観測記録のフーリエスペクトル比、 $H_i(\omega_j)$: 理論伝達関数、 $w_i(\omega_j)$: 重み係数、 A : スペクトル比および伝達関数の組合せの集合をそれぞれ表している。式(1)を真数型、式(2)を対数型と称す。

パラメータ同定では、未知パラメータをバイナリー変数で表現した。従って、未知パラメータの真値が或る範囲内に存在することを前提として、その範囲を線列長に応じた離散量に分割し、その組合せ最適解を探索する手法を用いた。

3. 数値シミュレーションによる適用性の検討

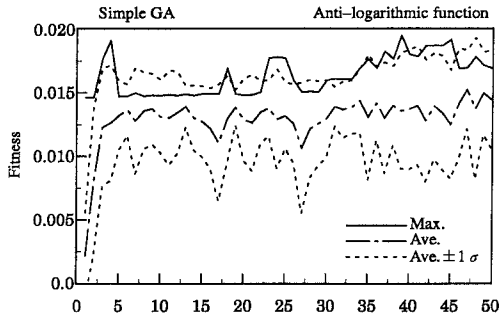
GAの解析条件は、個体数:20, 線列長:12bit, 交叉率:0.5, 突然変異率:0.1, 総世代数:50とし、シンプルGAとエリート戦略を用いた場合の2種類の解析を行った。尚、淘汰はルーレット戦略、交叉は一点交叉、突然変異にはビット反転方式を採用した。解析対象は2自由度系の質点モデルとし、各質点の剛性と減衰係数を未知パラメータとした。

図-1に各世代の適応度の推移を示す。シンプルGAで真数型の適応関数を用いた場合以外では、30~35世代で急激に適応度が上昇していることが分かる。この時、真数型のシンプルGAでは真値に近い解は得られなかった。また、エリート戦略を用いる事により高い適応度の解が得られる事が分かる。次に、エリート戦略を取り入れたGAで剛性($k1, k2$)のみを同定した時の各個体の分布を図-2に示す。ここで、コンターは適応度の等値線を表している。また、各コンターにおける楕円の中心が真値を表している。初期状態では均一に分布していた個体が、50世代目には特定の値に収束している。対数型では、最良個体のみならず、殆どの個体が真値に収束している。一方、真数型では真値からかけ離れた値に収束している。この様に適応度関数の設定法により、解の精度が影響される事が分かる。但し、個体数を増加させれば関数型に関係無く真値に収束する確率は高くなるが、計算時間が増大してしまうデメリットを伴う。

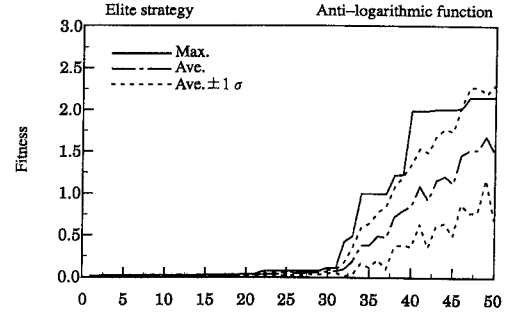
参考文献 1)茨城俊秀:組合せ最適化とスケジューリング問題:新解法とその動向, 計測と制御, 第34巻, 第5号, pp.340-346, 1995年5月。2)久保幹雄:Genetic Local Search and Life Span Method, 計測と制御, 第34巻, 第5号, pp.353-357, 1995年5月。3)北野宏明 編:遺伝的アルゴリズム, 産業図書, 1995年4月。

キーワード:遺伝的アルゴリズム、構造同定、評価関数

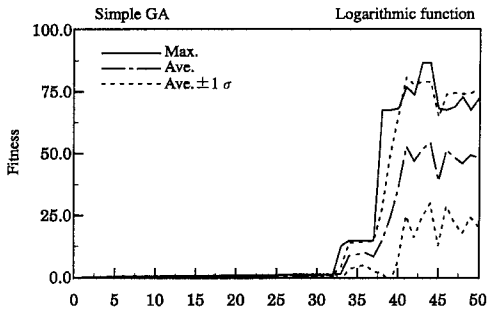
連絡先:東電設計(株)地震技術部(〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL.03-5818-7792 FAX.03-5818-7608)



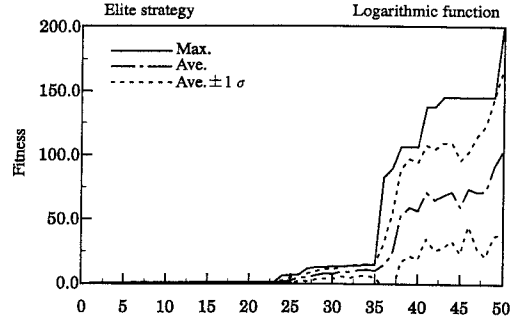
(1) シンプル GA (真数型) Generation



(3) エリート戦略 (真数型) Generation

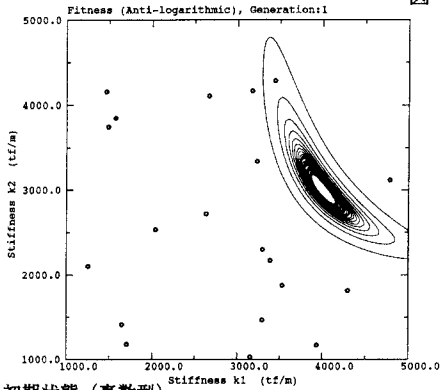


(2) シンプル GA (対数型) Generation

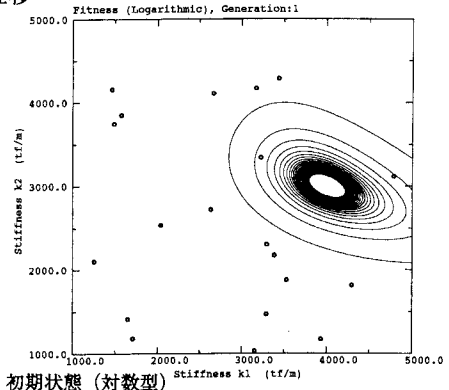


(4) エリート戦略 (対数型) Generation

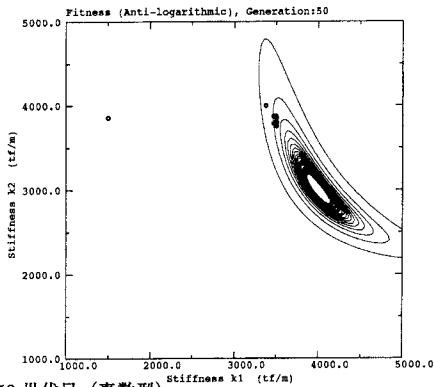
図-1 適応度の推移



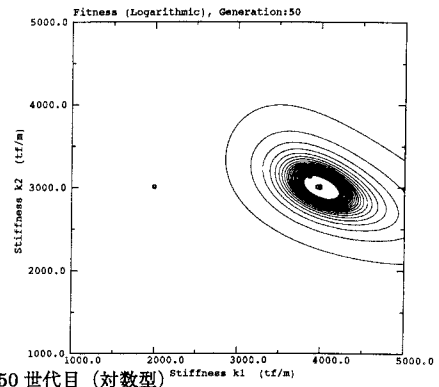
(1) 初期状態 (真数型)



(3) 初期状態 (対数型)



(2) 50 世代目 (真数型)



(4) 50 世代目 (対数型)

図-2 各個体の分布状況