

NN を用いた GA による水質モデルの検定に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○末松加奈
長崎大学工学部 正会員 西田 渉

長崎大学大学院 学生会員 松田良寛
長崎大学工学部 フェロー 野口正人

1. はじめに

数値モデルを使って水質変化の予測・評価を精度良く行うには、水域での物質の循環過程を妥当にモデル化するとともに、モデルパラメータを適切に設定する必要がある。著者らは、後者について、大域的最適化手法の一つである遺伝的アルゴリズム(GA)を用いたパラメータ推定を行ってきた。本研究では、GA の処理プロセスにニューラルネットワーク(NN)を導入することで、探索精度の向上と探索手続きの効率化を図ることとした。

2. 計算手続きの概要と計算条件

GA は、基本的に淘汰、交叉といった遺伝オペレータのみで構成される(モデル1とする)のに対し、本研究で作成した処理プロセスでは、NN による個体の適合度評価が図-1のように導入されている(モデル2とする)。すなわち、NN による適合度の評価は、設定された世代交替時に行われ、NN で適合度の高い個体を新たに生成することとした。ここで、NN による具体的な処理については、個体群から適合度の高い複数の個体を抽出し、個体の適合度が向上する方向にパラメータの値を変えることで、新たな個体を生成させている。これで得られた個体は、遺伝処理後の個体の内、NN で適合度が低いと予測されたものと交換することとした。なお、NN の入力データとしては、個体が有するパラメータ値を与え、各々の適合度を出力している。

NN には階層型 NN を採用しており、中間層を一つとする 3 層型としている。ニューロンは、入力層に 14 個、中間層に 13 個、出力層に 1 個を配置した。各学習段階での学習回数は 3 万回とした。NN を用いた個体の探索は、20 世代の更新毎に行い、総個体数の 3 割を交換するものとした。また、GA における計算条件については表-1 に示すとおりである。

上述の GA で検定対象とした水質モデルは、リンの循環型モデルであり¹⁾、実際には諫早湾調整池のリン(無機態: IP, 有機態: OP)の変化をシミュレーションしている。この水質モデルに含まれるパラメータの数は 14 個である。計算値と比較される観測値は、調整池のほぼ中央部の値であり、1997 年 4 月から 2002 年 4 月までの期間に計測された IP と OP の結果とし、それぞれ 253 個である。

3. 結果と考察

まず、個体の適合度の評価回数に対する適合度(SE)の変化を示すと、図-2 とおりである。この図に示されたモデル 2 の計算結果に着目すると、計算開始の直後においては、SE は上下に大きく変動しているが、計算が進むにつれて、各個体の SE は高い値へと収束していることがわかる。ここには、モデル 1 で求めた全体的な結果は示していないが、モデル 2 と同様の変化が現れており、いずれのモデルにおいても GA の遺伝オペレータによる個体の探索処理が適切に行われたものと考えられる。

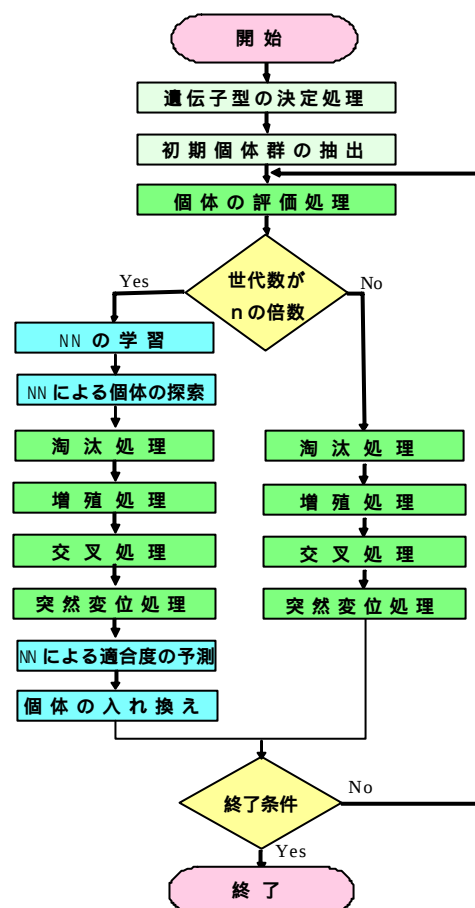


図-1 NN を導入した処理プロセス

表-1 GA に関する計算条件

初期抽出個体数	200個体
選択方法	ルーレット選択とエリート保存選択の併用
エリート保存確率	0.1
交叉点	一点交叉
交叉確率	0.7
突然変異確率	0.02
最大世代数	500世代

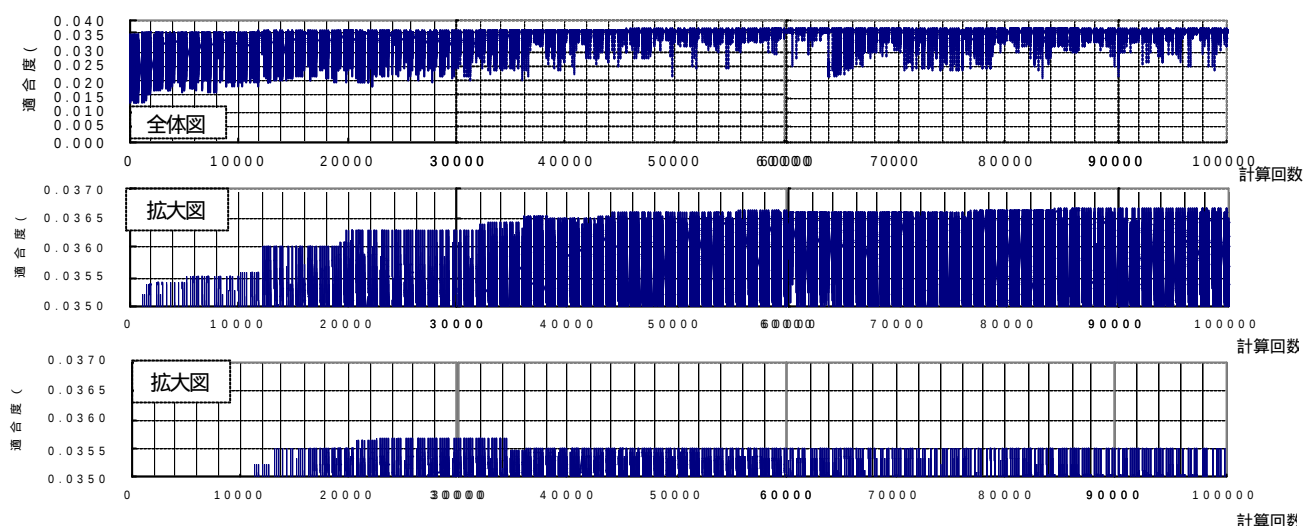


図-2 適合度の計算回数による変化

(上：モデル2，中：モデル2の拡大図，下：モデル1の拡大図)

つぎに、モデル1とモデル2の適合度の変化について詳細に比較する。モデル2の結果では、計算開始直後において、NNによる個体の交換がなされた時に高い適合度をもつ個体が発生しており、NNによって個体の探索が効率的に行われたものと思われる。こうして得られた個体と同程度の適合性を持つ個体が、その後数世代にわたって存在し続けていることから、GAのみでは得ることができなかった遺伝子情報がNNによって発生していると考えられる。個体の適合度については、モデル1に比べて、モデル2の方で高い値が得られており、計算精度の向上が示されている。ただし、探索手続きの効率については、計算回数が5万回以降になると、例えば、図-3に示されるように、NNを用いた解の探索が良好に行われず現象も発生している。これは、計算の進行に伴い、学習に用いた個体の性質が様になってくることで、設定した条件での十分な学習が困難になり、その結果として、NNの予測精度が低下したことが原因の一つと考えられる。そのため、NNによる個体の探索が何世代まで有効であるのかといった検討を今後行う必要があると考えている。

最後に、二つのモデルから得られたパラメータの値を用いて計算されたIPとOPの計算結果を示すと、図-4のとおりである。IPについては、両モデルともに計算値が観測値とほぼ同様の推移を示しており、パラメータの推定が妥当に進められたと考えられる。しかし、OPに関しては、いずれの結果においても計算値と観測値の差が大きい期間がいくつかあり、IPに比べて予測精度が低いようである。これは、IPとOPとの誤差を同時に評価したことで、OPの誤差が全体的な適合度の評価に反映されなかったことが原因として考えられる。

4. おわりに

本研究では、NNのGAへの導入を試みた。その結果、探索精度の向上と探索手続きの効率化がある程度達成されたと考えている。今後は、さらなる予測精度の向上を目指し、NNの予測精度が十分に得られる計算回数の検討などを行いたい。併せて水質モデルの精緻化についても引き続き検討をしたいと考えている。

参考文献)1) 松田良寛, 西田渉, 野口正人, 松下紘資, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, PP. B-482, B-483(2004.3)

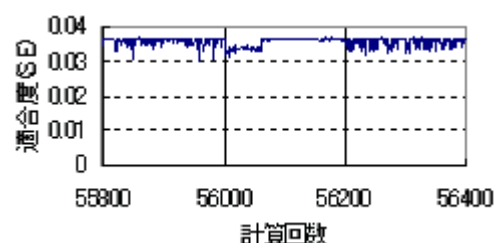


図-3 探索直後の適合度の変化

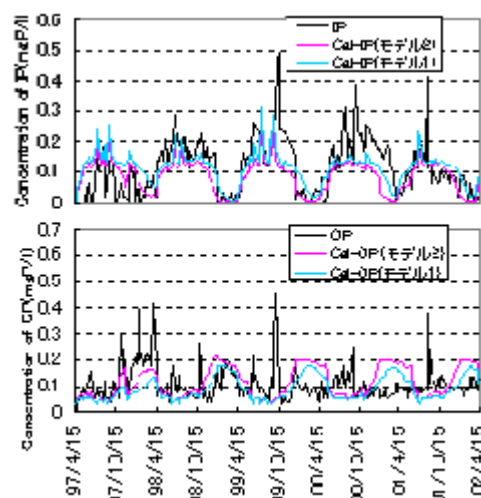


図-4 観測値と計算値の比較

(上：IP，下：OP)