

II-388 降雨擾乱のカオス性を考慮したレーダ雨量予測

岐阜大学工学部 小尻 利治

N T T

○秋山 義弘

1 はじめに

本研究では、レーダ雨量計の情報を用いて、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム (GA) などによる降雨場の予測と、さらに、降雨現象の発達・衰弱過程にカオス理論を導入して降雨量予測を行うものである。ニューラルネットワークで降雨現象の全体の流れを把握し、詳細な部分をカオス理論を導入して予測精度の向上を図ろうとするものである。

2 降雨の発達・衰弱へのカオス理論の適用

具体的には、ニューラルネットワークにおける予測モデルからの誤差項の時系列データに、以下のような手順でカオス理論を適用することを試みる。

i) 予測誤差の算出

GAによって構造決定された降雨エコー予測のニューラルネットワークより求めた予測値と観測値との誤差を算出する。

ii) 自己相関係数の算定

本研究では、カオス性の検証にあたり、自己相関係数が遅れ時間の増大とともに0に収束するという条件を採用する。

ii) 遅れ時間の決定

i) においてカオス性がみられれば、自己相関係数が最初に0となる時刻を遅れ時間と設定する。

iii) 相関次元の算出

iv) における埋め込みを行う際にいくらの次元に埋め込んだらよいかをこの相関次元を求めることにより決定する。

iv) 埋め込み

GAによって構造決定されたネットワーク

のモデルを用いた予測値と観測値との誤差項の時系列データの前半部分を既知の初期値として、Takens の埋め込み定理により iii) で決定された相関次元より求めた n 次元再構成状態空間に埋め込む。

v) 局所再構成 (予測)

iii) で埋め込んだ最新のデータベクトルより s ステップ先の時系列データを予測する。

3 GA のパラメータ推定とニューラルネットワークの構造決定

GAによりニューラルネットワークの入力層と中間層のユニット数の決定を行う。

次に、推定された個体総数、交差率、突然変異率を用いてニューラルネットワークの構造決定にGAを適用するわけであるが、まず、初期生物集団を発生させ、それぞれの個体に対してバックプロパゲーションを用いてネットワークの学習を行い、適応度の算出をする。つづいて、その生物集団に対して遺伝的演算を行う。遺伝的演算により交差、突然変異により、新たなる遺伝子型が生成されたとき、その個体に対してネットワークの学習を行う。また、遺伝的演算によっても遺伝子型の変更しなかった個体についてはネットワークの結合係数も前世代のまま保持することとする。このことによって、ネットワークの結合係数も遺伝子型の一部といえる。生成された生物集団が終了条件を満たしていれば、そこでGAの操作を打ち切り、そうでなければ、適応度の算出に戻り操作を繰り返す。

4 適用と考察

2次元平面内のデータは、レーダビームの仰角を一定値に固定して得られる情報であるので、降雨エコーの予測を行う前に、2次元レーダデータの基準面への変換を行う。

その後、降雨エコーの予測を行うわけであるが、雨域の移動速度ベクトルをオプティカルフローによって推定する。求められた移動速度ベクトルと前時刻と現在の降雨エコーを入力とし、次時刻の降雨エコーを出力とするリカレント型のニューラルネットワーク用い、ネットワークの構造決定にはGAを用いた。ここでは、揖斐川水系根尾川流域を対象とし、東西方向27km、南北方向33kmにおけるレーダデータメッシュ数9×11の合計99メッシュの領域を設定し、降雨エコーの予測を行った。

平成6年9月29日～30日の台風26号のデータを用いて行った降雨エコーの予測結果を図1に示す。

降雨エコーの予測結果より、予測降雨量を求める。ここでもリカレント型のニューラルネットワークを用い、ネットワークの構造決定にはGAを用いた。また、降雨量の予測は、降雨エコー予測の対象領域に含まれる根尾川流域の地上雨量観測地点の5地点（上大須、黒津、根尾、金原、山口）とした。

カオス理論を適用した降雨量予測手法は、以下の2通りである。すなわち、

- i) ニューラルネットワークにおける降雨エコーの予測結果と観測値との誤差項の時系列データにカオス理論を適用し、得られた値をそのまま降雨量予測のネットワークモデルに入力する方法
- ii) 降雨量予測までニューラルネットワークで出力し、その予測値と観測値との誤差項の時系列データにカオス理論を適用する方法

図2に1時間先の地上雨量においてカオス理論を適用した予測結果を示す。方法は、ii)を使っている。

5 おわりに

本研究より得られた成果をまとめると以下のようになる。

- i) 降雨エコー予測に際して、降雨場の発達・衰弱過程にカオス理論を適用した。ニューラルネットワークのみの予測モデルでは、表

現出来ていなかった降雨エコーの減衰効果が3時間先の予測画面にも表現されており、カオス性の導入に効果があったと思われる。

- ii) 降雨量予測では、ニューラルネットワークによる予測モデルのみの方が3時間先までならカオス性を考慮するモデルより良い傾向を与えている。しかし、雨の急激な変化に対してはカオス性を考慮したモデルの方がニューラルネットワークのみのモデルより反応性が高いことが分かった。

[参考文献]

- 1) 安居院猛, 長尾智晴 共著: ジェネティクアルゴリズム, pp. 67-81.
- 2) 合原一幸, 五百旗頭正: カオス応用システム, pp. 1-15, 117-137.

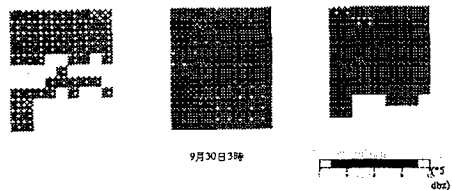


図1 1時間先の降雨エコー予測の結果
左：観測値 中：予測値 右：予測値
(ニューロ) (カオス)

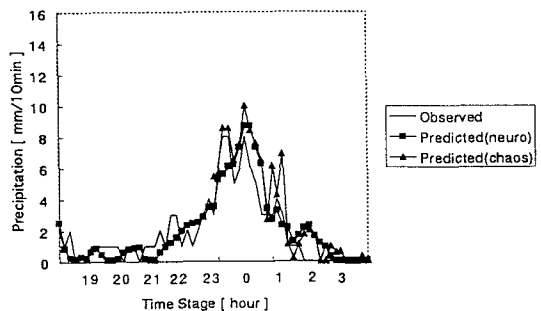


図2 1時間先の山口の降雨量予測の結果
(降雨量にカオス適用)

キーワード：カオス、GA