

ニューラルネットワークによる レーダ雨量予測モデルの決定とその誤差評価

岐阜大学工学部 正会員 小尻 利治
岐阜大学大学院 学生員 秋山 義弘
岐阜大学工学部 学生員 松浦 寿光

1 はじめに

近年、気候の変動によって洪水や渇水の起こる割合が増加し、日本各地で大きな被害を受けている。そのため、流出現象のインプットとなる降水予測が重要な問題になってきた。本研究では、2次元レーダ雨量計の情報を用いて、人工知能技術を活かした降水予測を行うものである。すなわち、ニューロ・GA（遺伝アルゴリズム）を導入した降水予測を構築するものである。さらに、最適なGAのパラメータを推定し、モデルの決定を行うものである。

2 モデルの概要

本研究では、NIモデル¹⁾とNAモデル²⁾の2つのモデルを使って展開する。

2.1 NIモデルの概要

2.1.1 地上雨量の推定

2次元レーダ情報を地上雨量に変換するときにはレーダ定数 B 、 β を固定し、補正係数 f を設定して、地上雨量を次式のように表す。

$$Z = fBR^\beta \quad (1)$$

Z : レーダ反射因子 f : 補正係数
 B : レーダ定数 β : レーダ定数
 R : 地上雨量

この補正係数 f をリカレント型ニューラルネットワークで推定する。入力には、現時刻と前時刻のエコーデータ、地上雨量、標高データ、レーダサイトからの距離を用い、ニューラルネットワークの中間層の構造決定にはGAを用いる。レーダ情報より地上雨量を各メッシュ、時間毎に推定する。

2.1.2 降水予測

推定された地上雨量をもとにリカレント型ニューラルネットワークを構成し降水予測を行う。入力には、現在と前時刻の対象流域降水量とその周辺8メッシュにおける平均降水量とし、ニューラルネットワークの中間層の構造決定にGAを用いる。出力値は流域を4等分した4つのメッシュの流域内小流

域予測降水量と対象流域内予測総雨量の5つで表わされる（図1）。

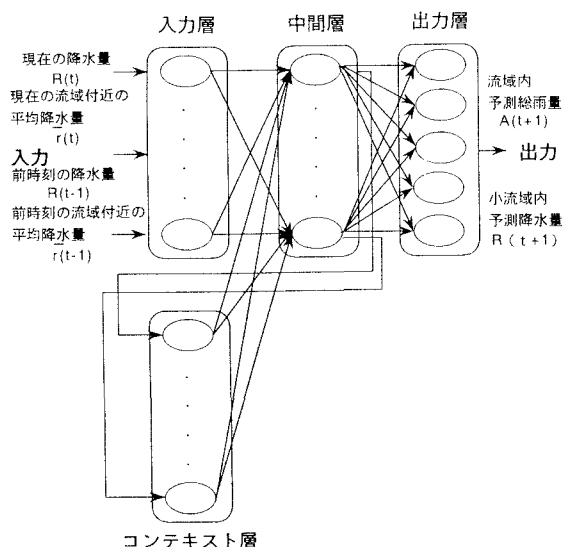


図1 NIモデルによる降水予測

2.2 NAモデルの概要

2.2.1 降雨エコーの予測

2次元レーダ情報は、レーダビームの仰角をある一定値に固定して得られる情報であることが多く、そのため観測される現象の高度がレーダサイトの距離によって異なっている、そこでレーダ情報のある一定の高度をもつ基準面に変換する。基準面へのデータ変換にはパーセプトロン型ニューラルネットワークを構成する。入力には、該当メッシュと隣接する8つのメッシュの2次元レーダエコーとレーダサイトからの距離とする。降雨エコー予測にもパーセプトロン型ニューラルネットワークを構成する。入力には、現時刻と前時刻、さらに前々時刻の降雨エコーと東西、南北の移動速度ベクトルを用い、ニューラルネットワークの入力層と中間層の構造決定にGAを用いる。

2.2.2 降水予測

予測された降雨エコーを用いて降水予測を行う。降水予測にはパーセプトロン型ニューラルネットワークを構成する。入力には、前時刻と現時刻の降雨エコーと予測された降雨エコー、標高データ、前時刻のレーダ定数 B とし、入力層と中間層の構造決定にGAを用いる。出力値は各地点毎の降水予測で表わされる(図2)。

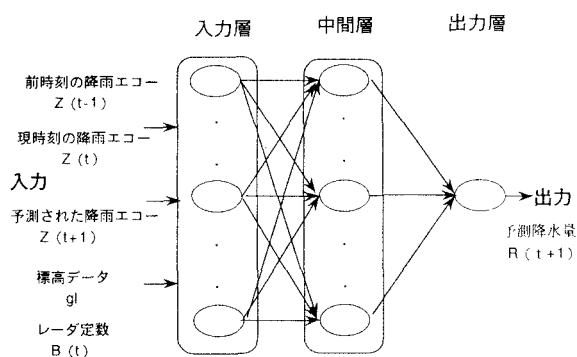


図2 NAモデルによる降水予測

3 GAによる構造決定

3.1 GAの概要

ニューラルネットワークのユニットの数の最適化を行う方法としてGAを用いる。入力層と中間層の各ユニットを0と1のビット列で表わし、それを個体の遺伝子型とする。ここで遺伝子型のビットが0であればそのユニットは不必要なものとされ、1であれば必要なものとされる。ここでは、各個体が表すニューラルネットワークの構造に対して、バックプロパゲーション法により学習を行う。決定された結合荷重は各個体の遺伝子系と同様に次世代において、交差や突然変異といった操作がなされない限り保存されるものとする。また、適応度は出力値と教師信号の誤差が少ないものほど高くなるように定義する。

3.2 GAのパラメータ決定

GAにおけるパラメータ決定には明確な手法がないので、本研究では最急降下法概念を用いてパラメータの最適化を行う。GAのパラメータとして、(i) 初期集団数 (ii) 交差率 (iii) 突然変異率がある。これらを3変数 $X=[x_1, x_2, x_3]$ として次のようにして解を求める。

(a) ある初期値 x_0 より相関係数を適合度として評価し最適値を算定する。

(b) 乱数を用いて別の初期値 x_0 を求め(a)での解を求める。

(c) (b)を繰り返して行い、解の値が収束した時点を終極解とする。

4 誤差評価

NIモデルとNAモデルを使って出てきた降水予測の結果に対し誤差評価を行う。具体的には、 $R_t(\tau)$ をレーダ情報より予測した降水量、 $R_g(\tau)$ を観測された地上雨量、 $\overline{R_r}(\tau)$ をレーダ情報より予測した降水量の平均値、 $\overline{R_g}(\tau)$ を観測された地上雨量の平均値、 M はデータの個数として、次の3つの式を用いて各地点ごとに誤差評価する。NIモデルではメッシュごとの降水量が予測されるので、NAモデルでの予測地点に対応する降水量を用いて解析する。

i) 相関係数(ρ)

$$\rho = \frac{\sum (R_t(\tau) - \overline{R_r}(\tau)) \cdot (R_g(\tau) - \overline{R_g}(\tau))}{\sqrt{\sum (R_t(\tau) - \overline{R_r}(\tau))^2 \cdot \sum (R_g(\tau) - \overline{R_g}(\tau))^2}}$$

ii) 二乗平均誤差(Me)

$$Me = \sqrt{\frac{1}{M} \sum (R_t(\tau) - R_g(\tau))^2}$$

iii) 相対誤差(Re)

$$Re = \frac{1}{M} \sum \frac{|R_t(\tau) - R_g(\tau)|}{R_t(\tau)} \times 100$$

5 終わりに

以上、2つのモデルで降水予測とその誤差を解析した結果をもとにレーダ雨量モデルの決定を行う。結果と考察については講演時に述べる

[参考文献]

- 1) 西村聡、小尻利治：NN・GAによる降雨・流出予測、水文・水資源学会研究発表会要旨集、(1995) pp.144-145
- 2) 長縄清貴、小尻利治：ニューラルネットワークによるレーダ雨量計での降雨予測に関する研究、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第2部(A)、(1995) pp.36-37
- 3) 安居院猛、長尾智晴：ジェネティックアルゴリズム、照晃堂(1993) pp.1-15, 67-76