

II-25

ニューロンモデルを用いた
気象衛星ひまわりの雲画像解析

室蘭工業大学大学院 学生員 井形 淳
室蘭工業大学工学部 正 員 藤間 聡

1. はじめに

近年、降雨の予測には、気象衛星や気象レーダーを利用したりリモートセンシング技術が多用されている。これらの方法は寒冷前線通過による積乱雲の発達を観測することができ、集中豪雨などの中規模気象現象の予測に優れている。このような予測を行うためには膨大な気象情報量进行处理する必要があり、中規模容量の計算機で処理することは不可能である。本研究では衛星画像で得られる雲のパターンをそのまま取り込み、その変化を神経細胞を模したニューラルネットワークに記憶させることにより、複雑な雲の変化をより少ない情報でパターン化することを目的としている。

2. 研究内容

室蘭工業大学地域共同研究開発センターでは、気象衛星ひまわりの画像受信装置を設置し、1991年7月からデータ収集を継続している。これにより距離分解能5 km、64階調のピクセルを全体で800×800ピクセルで構成した気象衛星ひまわりの赤外、可視画像データを得ることができる。

本研究では全体画像のうち、北海道有数の豪雨地帯である胆振地方西部の60km×60kmの領域を対象に、寒冷前線通過に伴う豪雨域を推定するため、雲の変化をパターン化した。データは1992年5月から9月にかけて北海道を通過した寒冷前線について、対象地域のひまわり可視画像を用いた。これは可視画像が雲の密度を表し、階調度が高い地域が降雨域に近いことから、可視画像のみを用いている。なお可視画像は時間的に反射率が変化するため、太陽高度によって補正した階調をデータとして用いた。

可視階調データには地形などによる雲の変化のパターンが含まれており、これをニューラルネットワークに記憶させ、過去の事例に類似したパターンを記憶から取り出して予測を行う。ニューラルネットワークは図-1に示す3層型を用いる。これに入力用と教師用に予測時刻の実際の画像（図-2 a）を用意し、この入出力用画像の組を記憶させたい一つのパターンとして、複数のパターンを1つのネットワークに記憶させる。

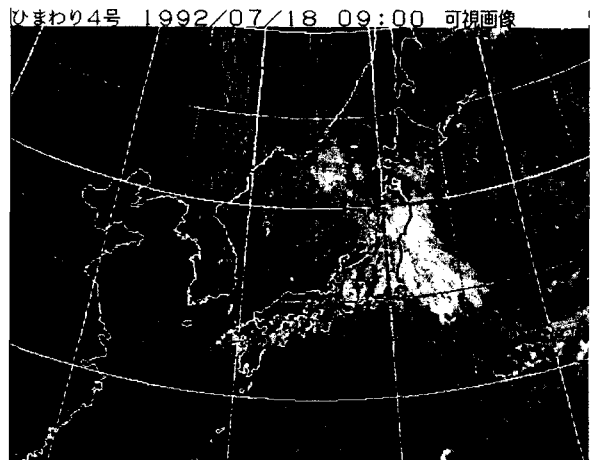


写真1 ひまわり赤外画像

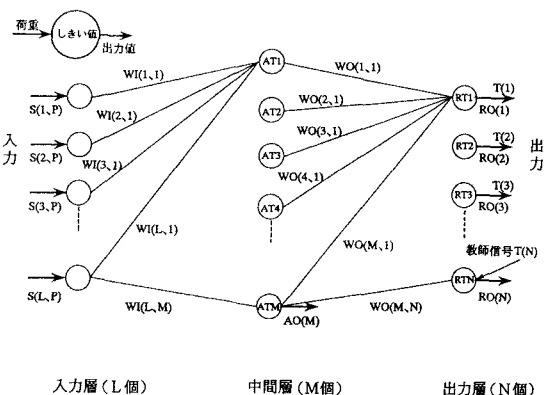


図-1 ニューラルネットワーク

入力層には 144個の可視階調を反射率により10段階に分類し、0～1の値に変換して与える。層を構成する全素子是他層の全素子と結合され、全結合に荷重Wが設定されている。また第2層以降の全素子に閾値 θ が設定され、式(1)から一つの素子に伝達される全情報量 x を求める。また式(2)のシグモイド関数から次層に伝達される出力を求める。次層でも同様にして、最終的な出力値144個を求める。この出力値の組が教師用の値に一致す

$$x = \sum W \cdot S + \theta \quad \cdots \cdots (1)$$

$$f(x) = 1 / \{1 + \exp(-x/u)\} \quad \cdots \cdots (2)$$

るよう、バックプロパゲーション則を用いて学習する。

学習を行ったネットワークは入力に対して正しい出力をするようになり、入力した画像に最も近いパターンを予測値として出力する。このような予測例の一つとしてリードタイム2時間の予測結果を図2-bに示す。図2-aの実際に出力すべき画像と比較して、雲の形と階調度をほぼ正しく予測している。

降雨域のパターン化に伴い、予測降雨域の信頼性を検討する必要がある。ここではフラクタルを用いて雲の発達、衰退過程を調査した。雲の動きは乱流の拡散現象と考えられるので、リチャードソンの4/3乗則より雲の面積は直径の4/3乗に比例すると推察される。

また実際の雲の面積と周辺長の関係について、ひまわり赤外画像の階調度45以上の雲を172事例調査し、図-3の結果を得た。これに対し最小自乗法を用いて求めた直線から、フラクタル次元 $D=1.32$ が得られた。このように雲面積と周辺長には上記の関係が存在することが明確になり、また予測した画像がこの関係を満たせば、実際の現象に則り、正しいものであることを確認できる。

3. まとめ

以上のようにニューラルネットワークを用い、少ないデータでの雲のパターン化が可能なが分かった。これらを用いた予測は、風などの他の気象情報を全く用いていないので十分とは言えないが、変化が急激でなければ、ある程度予測ができることが確認できた。

使用した可視画像は観測が日中に限られ、現在数量に限度があるため、予測に十分なパターンを用意できなかった。また、ひまわり画像の距離分解能が5 kmであることから雲の発達過程の観測には不十分で、今後気象レーダーの情報を用いた予測を行う予定である。

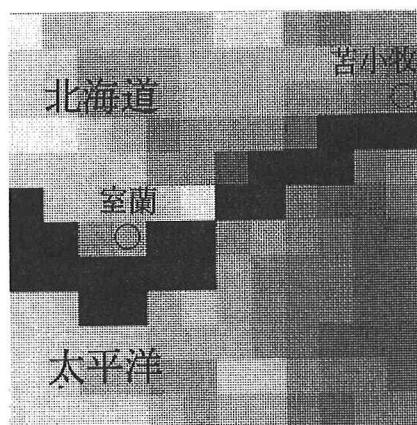


図-2 a 教師用画像

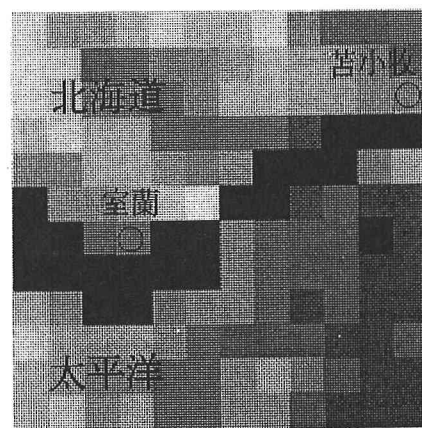


図-2 b 予測画像

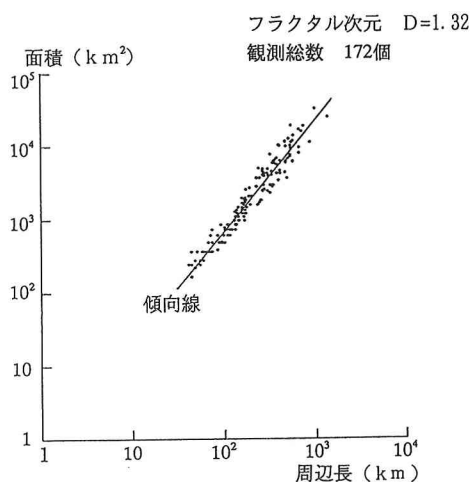


図-3 フラクタル図