

時空間速度場の分割に基づく降水予測*

2P-3

大塚 和弘† 堀越 力† 鈴木 智†

NTT ヒューマンインタフェース研究所†

1 はじめに

近年の計算機技術や気象学の発達に伴い、2,3日先までの全国規模の気象予測の精度は向上している。一方、集中豪雨・豪雪、雷雨などの局所的(数km²~数100km²)で激しい降水現象は、観測的にも物理的にも未解明な点が多く、十分な予測が困難である。しかし、現在、防災や各種産業の効率、経済性の向上のため、1時間~3時間先までの空間・時間解像度の高い降水予測が重要な課題となっている。

これまで、このような予測のために、気象レーダ画像を用いた手法が提案されているが[1][2][3]、実用上その予測精度には問題があった。そこで、本稿ではエコーパターンの局所的、大局的な動きの性質の違いに着目し、エコーの速度場の分割に基づく予測手法を提案し、実験により予測精度の向上を確認したのでその旨を報告する。

2 気象レーダ画像の性質

本研究では、降水の予測を気象レーダ画像からの映像予測として捉える。気象レーダは、降水の平面分布とその強度に関する情報を時系列画像として提供する装置である。気象レーダ画像中の画素の濃度値が対応する地点での降水量として近似できるため、画像中のエコーパターンの動きを予測することで降水の予測が可能となる。

気象レーダ画像中のエコーパターンは、決まった形を持たず、変形、生成・消滅を絶えず繰り返しており、画像解析の分野では、殆んど扱われていなかった対象である。その典型例を図1(a)に示す。この例では、粒状のエコー(これを「エコーセル」と呼ぶ)が多数、群を成して、ある範囲(これを「降水域」と呼ぶ)に分布している。その動きは、図1(b)のようにエコーセルは左上→右下にほぼ一様に流れているが、エコーセルが左上で発生、右下で消滅を繰り返すことにより、降水域自身は移動せず停滞する。このように、エコーパターンには、局所的なエコーセルの動きと、大局的な降水域の動きという2つの異なる動きが存在するという性質がある。

従来、気象レーダ画像の時刻の異なる2フレーム間において、相互相関係数を用いたマッチングから画像全体の移動速度を求め、予測を行なう手法が提案されている[1]。しかし、広範囲の画像濃度値のマッチングをとるた

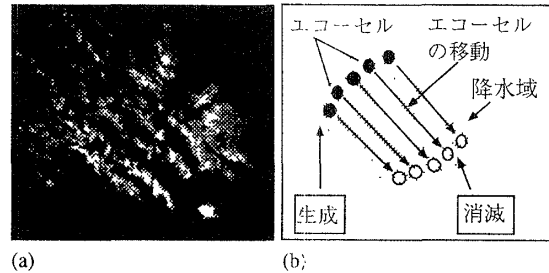


図1: (a) 気象レーダ画像の一例(札幌市上空, 1993年1月8日17時55分)。 (b) レーダエコーの動きの様子。

め、局所・大局的な動きを混同してしまい、正確な予測ができない。また、一度に動きの異なる複数の降水域が存在する場合もあるが、この従来法では降水域毎に独立に対応できないため、精度が低下するという問題もある。

3 提案する予測方法

本研究では、気象レーダエコーパターンの局所的・大局的な動きを分離して得るために、局所的な速度場が均質な領域を一つの降水域と仮定し、速度場の分割によって降水域を抽出し、その移動速度の推定を行ない、外挿により予測画像を生成するという予測手法を提案する。我々はこれを「時空間速度セグメント法」と名付ける。以下では、その処理を図2を参照し解説する。使用したレーダ画像は、1画素が1kmに相当し、5分毎に測定される256階調の濃淡画像である。図2には、180×180画素の領域を表示している。

3.1 速度場の計算

予測開始時刻の直近の数フレーム(図2(a))を入力し、方形の小領域にブロック化する。各々のブロックについてフレーム間の局所的なマッチングにより速度ベクトルを計算する。入力された隣接する複数のフレーム間について行ない、時空間の速度場を得る。従来法[1]と異なり、局所的にマッチングを行なうため、ほぼエコーセルの速度を得ることができる。得られた速度場の例を図2(b)に示す。

3.2 降水域の抽出

時間的、空間的に隣接したブロック間で速度ベクトルの類似度を計算し、類似する速度を持つブロックを順次統合していき、時空間的な広がりをもつ降水域を抽出する。ここで、2つの速度ベクトルの類似度として、ベクトルの長さの平均とその差分ベクトルの長さとの比を利

*Precipitation Forecasting Based on Segmentation of Spatiotemporal Velocity Field

†Kazuhiro OTSUKA, Tsutomu HORIKOSHI, and Satoshi SUZUKI

‡NTT Human Interface Laboratories

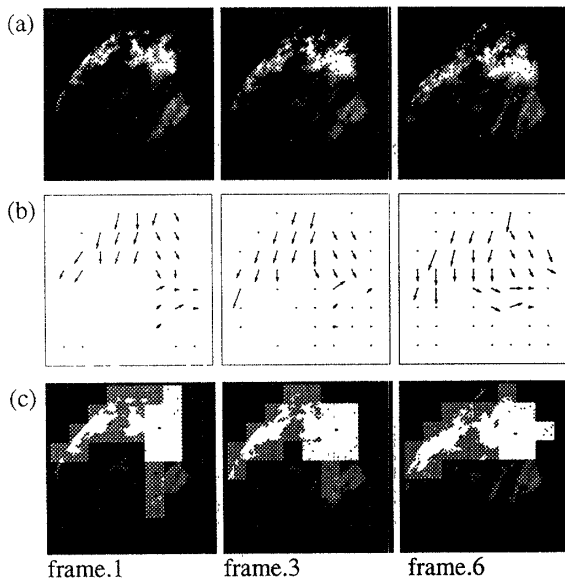


図 2: 提案法の処理例。(a) 入力画像, (b) 速度場, (c) 抽出された降水域。

用し, しきい値を与え類似, 非類似を判定する。生成や消滅などの不安定要素は, 周囲とは異なった方向, 長さのベクトルとして現れるため, これを除いた安定した降水域のみが抽出できる。速度が滑らかに変化する領域は, 一つの降水域とみなされる。図 2(c) の例では, 抽出された合計 4 つの降水域を濃淡値の違いで示す。

3.3 降水域の移動速度の推定

抽出された各々の降水域について, 各フレームでの重心を求め, そのフレーム間での変位に基づき降水域の移動速度を求める。重心の変位は, 降水域の移動以外に, エコーの変形, 生成・消滅等の影響も受ける。そこで, 降水域を, それぞれの重心の変位量に基づいて, 移動性, 停滞性という 2 つのタイプに分け, 生成・消滅等の影響が大きい停滞性の場合には移動速度を 0 とする。

3.4 予測画像の生成

各降水域の推定移動速度を用い, その部分画像を外挿(平行移動)させ, 予測画像を生成する。図 3(a) に 1, 2, 3 時間後を予測した予測画像, 図 3(b) には対応する時刻の実画像, 3(c) には的中領域を示す。左右の 2 つの降水域が異なる速度で移動することで, 実際のレーダエコーに位置と形状が近い予測がなされていることがわかる。

4 評価実験

本手法の有効性を評価するために, 冬期の札幌市周辺を対象とした実験の評価結果を図 4 に示す。評価尺度は, 的中面積の比率に関する CSI[3] を用いた。図 4 の横軸は予測先行時間である。図 4 より提案法はニューロ手法より全ての予測先行時間でニューロ手法 [2] を上回っており, 30 分後以降で相互相関手法 [1] より精度が向上したことを確認した。

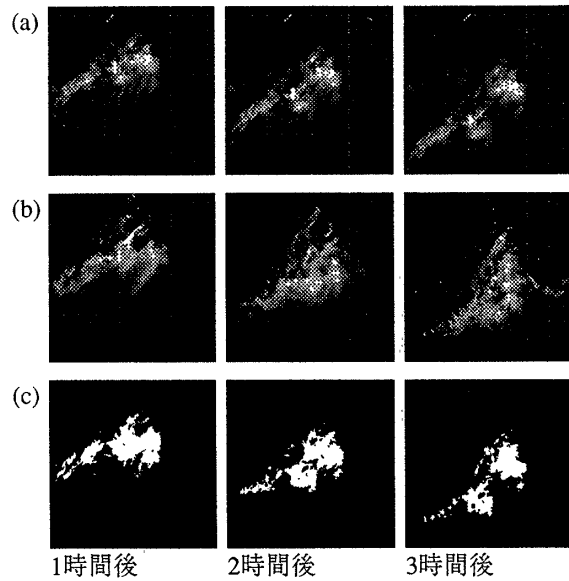


図 3: 提案法の予測例。(a) 予測画像, (b) 実画像, (c) 的中領域。

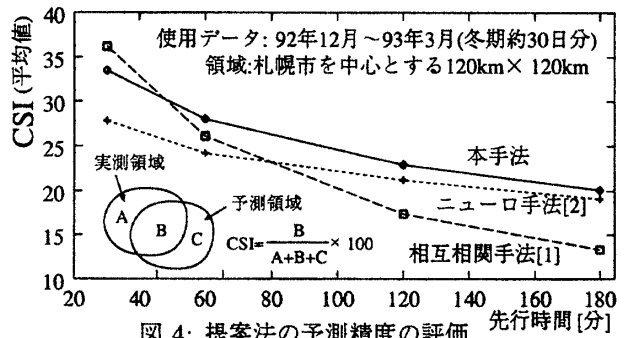


図 4: 提案法の予測精度の評価。先行時間 [分]

5 おわりに

気象レーダ画像を用いた降水の短時間予測の手法として, 時空間速度セグメント法を提案した。本手法によって, 複数の降水域から移動速度を独立に推定でき, 実験により予測精度の向上を確認した。今後, より正確かつ安定な降水域の移動速度の推定や, 降水域の発達, 衰退や速度変化の予測を課題とする。

謝辞

本研究の機会を与えていただいた映像処理研究部 徳永幸生部長, 並びに熱心に御討論頂いた(株)札幌総合情報センター 藤井雅晴 予報官に感謝いたします。

参考文献

- [1] 遊馬芳雄, 菊池勝弘, 今久, “簡易気象レーダによるエコーの移動速度について”, 北海道大学地球物理学研究報告, Vol. 44, October, pp.35-51, 1984.
- [2] K. Ochiai, et al., “Snowfall and rainfall forecasting from weather radar images with artificial neural networks”, ICNN (Perth), Vol.II, pp.1182-1187, 1995.
- [3] K. A. Browning, et al., “On the forecasting of frontal rain using a weather radar network”, Monthly Weather Review, Vol.110, pp.534-552, 1982.