

II-113 FUZZY関係を用いた天気図のパターン認識に関する研究

北海道 大学 正員 藤田 睦博
日本道路公団 正員 ○ 今井 恵史

1 はじめに Zadehによって提案されたfuzzy集合は、現在非常に多くの分野で応用研究がなされている。

fuzzy理論の応用は、人間のもっている柔軟な思考・判断過程をモデル化しようとするところに特徴がある。したがって、文字や図形のパターン認識の分野への応用が、今後益々期待されている。

本論文は、上述したfuzzy理論の特徴を利用して天気図の気圧配置パターンの分類を試みたものである。気象学への応用としては、Cao¹⁾らの研究があるが、1次元解析が主で平面上で図形の解析には至っていない。本論文は、二次元、三次元での解析を試みたものである。

2 基礎理論(fuzzy関係) 一般的なfuzzy理論に関しては文献(2)等を考慮してもらうことにして、ここでは以後の説明に必要な事項のみについて述べる。

fuzzy関係とは「AとBはよく似ている」、「AとBはほぼ等しい」というようなあいまいな関係を、関連の程度にメンバシップグレードを用いることによって表現したものである。

R を $X \times X$ におけるfuzzy関係としその類似関係を論じるとき、次の3条件を考慮する必要がある。

$$(1) \text{ 反射的 } \mu_R(x, x) = 1 \quad (2.1)$$

$$(2) \text{ 対称的 } \mu_R(x, y) = \mu_R(y, x) \quad (2.2)$$

$$(3) \text{ 推移的 } \mu_R(x, z) \geq \bigvee_y \{ \mu_R(x, y) \wedge \mu_R(y, z) \} \quad (2.3)$$

(1)の条件は同じものを比較したときのグレードは1になることを示す。(2)の条件はグレードが比較の順番によらないことを示す。(3)の条件は、例えばAとB、AとCの類似関係グレードがある値(α)以上なら必然的にBとCのグレードも α 以上であることを示す。つまりAとB、AとCが似ているならBとCも似ていることを意味する。

類似関係はクラスタリングを行うときに必要なものであるが、一般に得られたデータは推移的条件を満たさない場合が多い。そこで、推移的条件を満たすためにデータの修正が必要になってくる。このような修正をtransitive closureという。一般的にtransitive closureといわれるのは、次の式によって定義されて

いる。

$$R = R \vee R^2 \vee \cdots = \bigvee_{h=1}^{\infty} R^h \quad (2.4)$$

ここに $R^h = R \cdot R^{h-1}$

$$R \cdot R = \bigvee_k (R(I, k) \wedge R(k, J))$$

また、他の重要な概念としてレベル関係がある。これは次の式で定義される非fuzzy関係である。

$$R = \{ (x, y) \mid \mu_R(x, y) \geq \alpha \} \quad (2.5)$$

ここで重要なのは、類似関係のレベル関係はすべて同値関係となっていることである。これによりRの要素を各レベル関係ごとに分類することができる。

3 パターン認識³⁾ fuzzy関係を用いたパターン認識の主な手順を以下に記す。

1. パターン間のfuzzy関係グレードを与える
2. 得られたデータが類似関係を満足するようにデータを修正する
3. 各 α のレベル関係を作り、要素を分類する
4. 目的に合った分類を選ぶ

fuzzy理論では、グレードの与え方が問題になる。

本研究では、「似ている」というfuzzy関係を用いるが、この定義は非常にあいまいなものである。そこで本研究の目的は天気図の気圧配置パターンの分類であることを考え、「似ている」のグレードを次の考えによって決めた。

比べる図形同士から、ある範囲を取り出し重ね合わせる。このとき重なり合う部分の面積の図形全体の面積における割合が最大になるようにし、この割合を「図形間の形の違い」を表すグレードと考え、さらに重ね合わせるために動かし距離に応じてそのグレードを補正した。この補正を「位置のずれ」を表すグレードとした。天気図は線図なのでこの計算を行うために、パターンを(100, 100)のメッシュに分け図形の一部分がメッシュ内に在るか否かによりそのメッシュに1, 0を対応させ全体として(100, 100)行列とした。そして面積の代わりとして1の数を対応させた。これ以降の計算では5メッシュ四方の範囲を取り出し、「位置のずれ」の補正としては、1~6メッシュのずれに対してはそれぞれ0.95~0.7の値を乗じて補正しこれ以降は0

とした。

4 天気図への応用 天気図へ応用するにあたって、実際には高気圧、低気圧、台風、前線等を考慮しなければならない。ここでは研究の第一段階として気圧線のみに注目し、6-7月の天気図数例に対して計算し、クラスタリングを行った。図-4.1に天気図を、表-4.1に結果を示す。この結果をみると、確かに③、④の太平洋高気圧の張り出し方など似ているように思われる。そこで、次に天気図間の気圧差を考慮してみた。ここでは単に比較の対象としている二つの天気図の平均気圧の差の大小の程度をグレードによって表現した。この結果を表-4.2に示す。以上、ここでは数例の気圧配置のみの天気図のパターン認識であるが、良好な結果が得られている。

5 おわりに この研究における最大の問題は、「似ている」というfuzzy関係をどの様に形式化するかであった。これはグレードに変化を与える要因として

1) 図形の位置のずれ

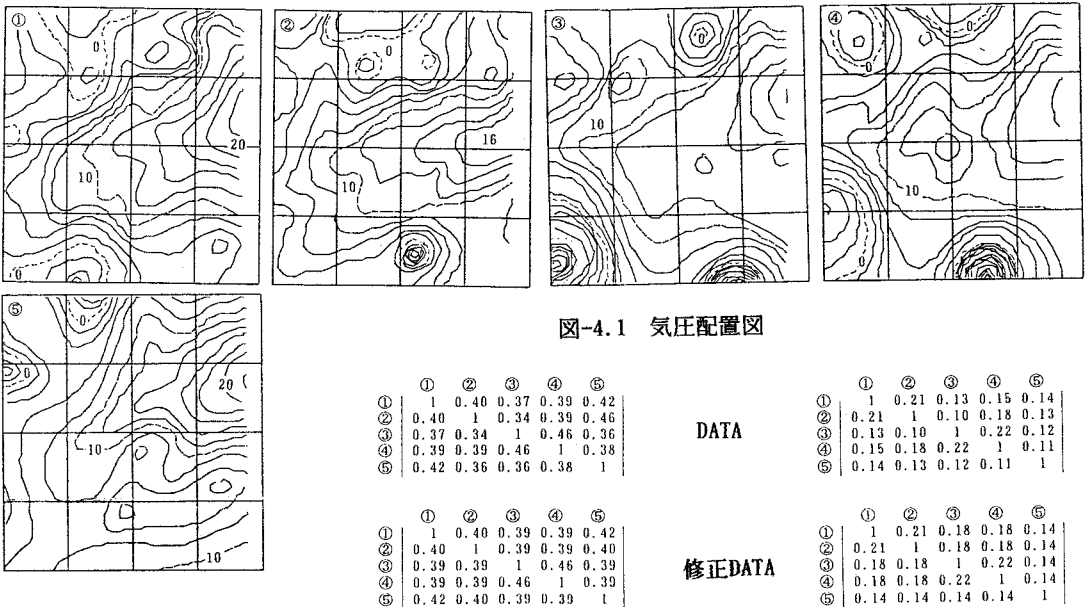
2) 図形の形の違い

の二つを考慮することにより解決できた。

以上のことより、fuzzy関係を用いたパターン認識は、fuzzy関係さうまく定式化できれば良好な結果を得ることができることがわかった。本研究は天気図のパターン認識に関して未だ初歩的な段階にあるもので、今後の研究を要する。

参考文献

- 1) Cao, H. G. Chen: Some Applications of Fuzzy sets to Meteorological Forecasting, Fuzzy Set and Systems, 11, pp161-177, 1983
- 2) 水本雅晴: ファジィ理論とその応用、サイエンス社
- 3) 藤田睦博、今井恵史: FUZZY関係を用いた天気図のパターン認識に関する研究、論文報告集 第46号、社団法人 土木学会北海道支部、1990



ここで、天気図は日本の上空で、

北緯約35-50度、東経約110-150度 $\alpha = 0.46$ ① ② ③ ④ ⑤

付近のものを使用しており、見や $\alpha = 0.42$ ① ⑤ ② ③ ④

すくするためにメッシュをいれた。

$\alpha = 0.40$ ① ② ⑤ ③ ④

① ② ③ ④ ⑤

表-4.1 平面的比較による分類結果

$\alpha = 0.22$ ① ② ③ ④ ⑤

$\alpha = 0.21$ ① ② ③ ④ ⑤

$\alpha = 0.18$ ① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

表-4.2 立面的比較による分類結果