

気象図自動処理システムの構成

吉田雄二 (名古屋大学 大型計算機センター)
福村晃夫 (名古屋大学 工学部)

§1. ま え が き

画像データの集合により構成されるデータ・バンク・システムの形成は重要な問題で、必要性、緊急性が共に高い。この種のシステムの構成には種々の画像処理アルゴリズムの開発と応用が必要である。我々は主に線図形により構成される画像として気象図を対象とする画像データの入力と構造化のためのシステムの構成について研究中である。気象図中には種々の線図形が含まれていて、これらを如何に抽出し処理するかは画像処理の立場からも極めて興味深い。本講では、我々が構成しようとしている気象図自動処理システムと、その中で行われている種々の画像処理アルゴリズムおよびそれらの実際の気象図への適用結果について明らかにする。

以下、本講では初めに気象図データの性質、処理の問題点、使用しているハードウェア・システムの構成について述べる。次に、これまでに実現されている気象図中のしじじの図形の処理手順について実験結果と併せて述べる。最後に、今後残された問題点とそれらの解決の見通し等について明らかにする。

§2. 気象図とその処理

我々は実際の処理対象として新聞に掲載されている天気図を用いている。図1はその例である。この図から知られるように、天気図中には等圧線、地形線、緯線、経線、前線などのいわゆる線の他に、各種の記号(天気、風力、矢印)、数字、漢字などが含まれていて、そのほとんどが従来線図形として扱われているものである。本研究の目的を遂行するためには次に掲げる幾つかの処理が必要である。なお、ここでいう処理とは天気図をスキャナでサンプリングして得られる観測画像に対する処理を意味する。

- (1) 濃度レベルの補正
- (2) 位置ずれの補正
- (3) 不変成分(地形図、緯線、経線)等の抽出
- (4) 可変成分(等圧線等)の抽出
- (5) 各種記号の抽出
- (6) 文字情報の抽出
- (7) 気象に関するデータの組織化
(各種データ構造による表現)

以下ではこれらの内で既に一応の成果が得られているものについて報告する。

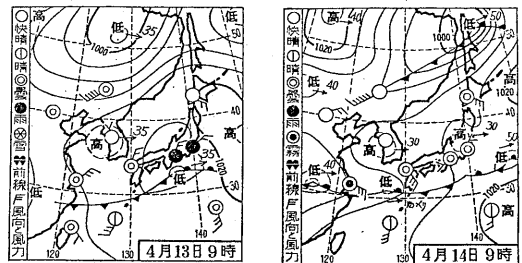


図1. 天気図の例.

2. 1. 画像処理用ハードウェア・システム

図2に本研究に使用している画像処理システムのハードウェア構成を示す。FSS (フライングスポットスキャナ) の性能は次のようである。
 最大画面寸法: $72\text{mm} \times 72\text{mm}$
 サンプルングピッチ: $72\mu\text{m}$
 サンプルングレベル: 256レベル
 サンプルング速度: $127\mu\text{s}/\text{pixel}$

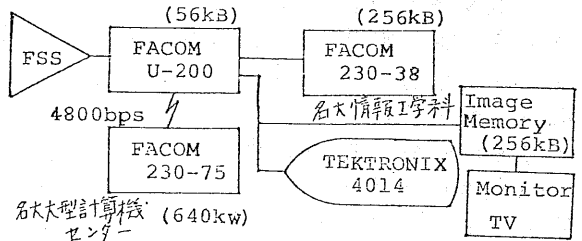


図2. 画像処理用ハードウェアシステム

現在実験に使用されているデータは52年4月の朝日新聞朝刊に掲載された29枚の天気図の中央部を 500×500 のサイズでサンプルングしたものである。

2. 2. サンプルングされた天気図の性質

表1にサンプルングされた天気図の濃度値の最大値, 最小値を示す。一方, 図3は濃度値のヒストグラムの一例ではっきりとした2峰性を示す。大きなピークは背景雑音 (白地部分), 小さなピークは線図形部分に対応する。線図形の全画像の面積に対する割合が極めて小さいことが分る。

一方, サンプルングされた画像はサンプルング時の原図の位置設定のバラツキから画像間の位置ずれを生ずる。ここではこの位置ずれを画像間の相関を用いて検出し補正した。具体的には次の手順によった。

〔手順1〕図形中の背景部分の変動の影響を避けるため図形全体に閾値操作を施す。即ち, $f(x, y)$ を原画像とするとき,

$$f'(x, y) = \begin{cases} d_0 - f(x, y) & : f(x, y) < d_0 \\ 0 & : f(x, y) \geq d_0 \end{cases}$$

により得られる画像 $f'(x, y)$ を次の手順で用いる。 $f'(x, y)$ は黒地部分の濃度が高くなるように濃度レベルが反転されている。 d_0 は経験的に設定したが, 例えば文献(1)の方法によることも考えられる。

〔手順2〕 $g'(x, y)$ を特定の画像中から抽出した部分画像に手順1を適用して得られた画像とする。 $g'(x, y)$ をテンプレートとし, $f'(x, y)$ 中よりこれに最もよく適合する部分を相関法により決定する。即ち

$$R(\xi, \eta) = \sum_x \sum_y g'(x, y) f'(x - \xi, y - \eta)$$

を最大にする (ξ, η) を求めこれを $f'(x, y)$ の位置ずれの補正值とする。 □

$g'(x, y)$ としては実際には北海道付近の 88×86 の部分画像を用いた。

表1に標本化画像での (ξ, η) の値の例を示す。これから知られるように位置ずれは後の処理に重大な影響を及ぼすほどのものではないが現在使用されているデータは全て補正が適用されている。

表1. 標本化画像の濃度範囲と位置ずれ

データ番号	最大濃度	最小濃度	ξ	η	データ番号	最大濃度	最小濃度	ξ	η	データ番号	最大濃度	最小濃度	ξ	η
1	209	0	1	1	4	216	7	0	-1	7	221	0	0	3
2	237	0	-5	1	5	229	0	3	-2	8	212	16	-2	2
3	198	0	-1	0	6	225	4	0	1	9	239	13	0	0

2.3. 天気図中のパターンの分類

天気図中に存在するパターンは、図中における位置、おび形状により表2のように分類される。以下ではパターン1, 2は図中の位置が一定なので不変成分, パターン3, 4は位置が変化するので可変成分と呼ぶ。これらのパターンの識別は自由度の少ないパターンほど識別が容易と考えられるので, パターン1, パターン2, パターン3, パターン4の順に処理するようにシステムを構成する。

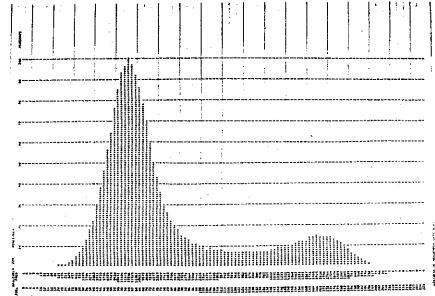


図3. 天気図の濃度ヒストグラム

表2. 天気図中のパターン

位置形状	不変	可変
不変	(パターン1) 緯線, 経線 地形線	(パターン3) 漢字, 数字
可変	(パターン2) 天気記号 風力記号	(パターン4) 等圧線 前線

3. 不変成分の抽出

地形線, 経線, 緯線は天気図中で位置, 形状とも一定で最も抽出が容易と考えられる。この内経緯線は原図形でほぼ直線に近い長い線を一定間隔で切断したものと考えられるが, 入力画像中では形状が不安定な小規模塊状図形群として現れるため, 各々の塊状図形を長さや傾きをもった線状セグメントに変換しそれらを直線的に結合するという問題に置き換える。3.1ではこの方法について述べる。

一方, 地形線については画像中の不変成分, 可変成分, 背景雑音の濃度レベルの分布についてのモデルを導入し, これを統計的に解析することで不変成分と可変成分とを分離する手法を導く。3.2ではこの方法について述べる。

この手法によって得られる不変成分のテンプレートを用いて入力画像から不変成分を消去すると可変成分の交差部分では可変成分を構成する線を切断してしまうので後処理として切断部分の復元が必要となる。3.3ではこの方法について述べる。

3.1. 経線・緯線の抽出

経緯線は天気図中で矩形の塊状図形群がほぼ直線的に分布したものと考えられる。そこで矩形図形を長さや傾きをもった線セグメント(以下単にセグメントと呼ぶ)で表現し任意の2つのセグメントを直線性に関する条件をもとに結合する。画像中で可能な限りこの操作を繰返し, ほぼ直線的な長いセグメントを作り経緯線の推定とする。

3.1.1 塊状図形の選別とセグメント表現

経緯線を構成すると思われる塊状図形を選別する。選別は図4に示すような図形の面積, 高さ, 幅がある範囲にあるという条件を用いて行う。次に選別された塊状図形のそれぞれを細線化し得られた線図形中で互いの距離が最大であった端点を両端とする線分をその図形が表わすセグメントとする。

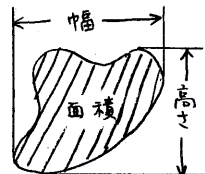


図4. 塊状図形の特徴量

3.1.2 セグメント対の結合

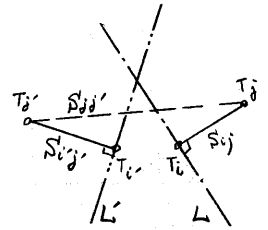
各セグメントの端点を T_1, T_2, \dots で表わし T_i, T_j を端点とするセグメントを S_{ij} で表わす。2つのセグメント S_{ij} と $S_{i'j'}$ が経緯線上で隣合うとして結合するための判定条件を次のように定める。($S_{ij}, S_{i'j'}$ は $T_i, T_{i'}$ で互いの距離が最小

であるとし、 T_i, T_j それぞれ $S_{ij}, S_{ij'}$ に垂直な直線を L, L' で表わす。(図5参照)

[条件1] T_i と T_j が互いに L の反対側にあり、 T_i と T_j が互いに L' の反対側にある。

[条件2] $\overline{T_i T_j} \leq C * \overline{T_i T_j}$ 又は $\overline{T_i T_i'} \leq C * \overline{T_i T_j'}$

[条件3] $|\angle T_i T_j - \angle T_i T_i'| \leq \delta\theta$ かつ
 $|\angle T_i T_j' - \angle T_i T_i'| \leq \delta\theta$



ここに、 $\overline{T_i T_j}$ は $T_i T_j$ 間の距離を表わし、 $\angle T_i T_j$ は $T_i T_j$ が水平線となす角を表わす。また、 $C, \delta\theta$ はいずれもパラメータで、距離、角度に関する結合の許容範囲を定める。セグメント S_{ij} と $S_{ij'}$ は上記の3つの条件を全て満足する時に結合され新しいセグメント $S_{ijj'}$ により表わされる。

図5. セグメントの結合

画像中のすべてのセグメントの集合が与えられると、上述の条件を満たすセグメント対の中で互いの距離が最も近いものから順に結合を進め、条件を満たす対がなくなった時に結合操作は終了する。結合操作の初期の段階では条件を満たす相手のなかったセグメントでも、他のセグメント対の結合操作により得られた新しいセグメント(より長いセグメント)との結合が可能になる場合がある。この性質によりかなり距離的に離れたセグメントでも結合が可能になる。

3.1.3 実験結果

図6に実際の天気図に上述の手法を適用した結果を示す。この例では $C, \delta\theta$ の値はそれぞれ $3.0, \pi/10$ とした。 $C, \delta\theta$ の値はいずれも経験的に定めたが、特に緯線の場合にはもとの塊状図形のひずみが大きいために対応するセグメントの角度が大きくなり、 $\delta\theta$ の値の設定を困難にした。

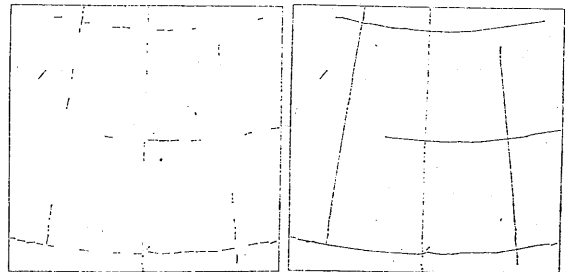


図6. 緯線, 経線の抽出実験の結果

3.2 地形線の抽出

ここでは不変成分が天気図中で位置、形状とも一定であるという特徴にもとづいて不変成分と可変成分とを分離する手法を示す。

不変成分は画像中でほぼ一定の位置にあり、一方可変成分は画像中でその位置が一様分布すると仮定する。このような仮定のもとでは不変成分の抽出は十分多いデータを重畳して得られる図形に対する閾値操作で抽出されると考えられる。一方、可変成分は不変成分を取り除いた残りの図形に対してその濃度値に適した閾値操作で抽出される。従ってこれらの2つの成分の抽出問題はそれぞれの閾値の決定問題となる。以下ではこのことを線図形の濃度分布についてモデルを設定して考察する。

(1) 線図形モデル

観測される線図形は不変成分, 可変成分, 背景成分(以下ではこれらをそれぞれ CONSTANT 成分, CONTOUR 成分, BACKGROUND 成分と呼ぶ)の3つの重畳として与えられる。簡単のため CONSTANT 成分,

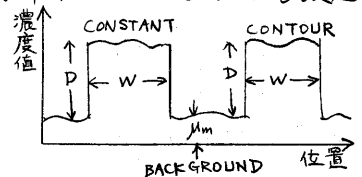


図7. 線図形のモデル

CONTOUR成分はそれぞれ1個で、互いに平行でかつ断面が共に方形でその中心がそれぞれの確率分布に従って変動すると仮定する。図7はこのモデルによる線図形の断面を示している。以下では1枚の線図形の場合、複数の線図形を重ね合わせた場合について、それぞれの断面で濃度分布の確率的性質を論じる。

初めに各成分の性質を次のように規定する。

- (a) CONSTANT成分：断面が高さD、線中Wの方形で、画面上での位置ずれは $N(\mu_x, \sigma_x^2)$ に従う。この分布を $g_1(x)$ と書く。
- (b) CONTOUR成分：断面が高さD、線中Wの方形で、位置ずれは画面上で一様分布する。この分布を $g_2(x)$ と書く。
- (c) BACKGROUND成分：画面上の任意の点での濃度値は位置に無関係に、 $N(\mu_m, \sigma_m^2)$ に従う。

以下ではn枚のデータの重畳によってできたデータをn-pile dataと呼ぶ。CONSTANT成分、CONTOUR成分については以下のように定式化される。

i) 1-pile dataの場合：位置xで濃度値がDとなる確率は、

$$q_x^{(i)} = \sum_{x-w/2}^{x+w/2} g_i(z) \quad (i=1, 2)$$

ii) N-pile dataの場合：位置xで濃度値がkDとなる確率は、

$$Q_x^{(i)}[y=kD] = N C_k \cdot q_x^{(i)} \cdot (1 - q_x^{(i)})^{N-k}$$

BACKGROUND成分については以下のように定式化される。

i) 1-pile dataの場合：位置xでの濃度値の分布は、

$$q_x^{(3)} = N(\mu_m, \sigma_m^2)$$

ii) N-pile dataの場合：位置xでの濃度値の分布は、

$$Q_x^{(3)}[y] = N(N\mu_m, N\sigma_m^2)$$

N-pile dataの画面上の点x ($1 \leq x \leq M$) が地形線に属していると仮定した時濃度値がyとなる確率は、

$$P_x[y] = \sum_{u=0}^y Q_x^{(1)}(u) \sum_{v=0}^{y-u} Q_x^{(2)}(v) Q_x^{(3)}(y-u-v) \quad (1)$$

一方、xが地形線に属していないと仮定した時は、

$$\bar{P}_x[y] = \sum_{u=0}^y Q_x^{(1)}(u) Q_x^{(3)}(y-u) \quad (2)$$

となる。CONSTANT成分のみを重ねた場合の濃度ピークは中心位置 μ_x にあるのでN-pile dataのピーク点の位置をCONSTANT成分の中心位置の候補点とする。(1), (2) 式に $x = \mu_x$ を代入して、

$$P_{\mu_x}(y^*) = \bar{P}_{\mu_x}(y^*)$$

となる濃度値 y^* を各ピーク点における閾値として採用する。各ピーク点で、 $y \geq y^*$ ならばその点をCONSTANT成分の中心位置とみなし両側1/2ずつを線中とする。こうして抽出した地形線を天気図から消去する。

(2) 実験結果

上述の方法にもとづく閾値処理を天気図の両軸方向に対して適用した結果を図8に示す。図から不変成分の抽出についてはほぼ満足の結果が得られていることが知られる。この処理の結果、実際にはつながらなかった不変成分以外の図形が切断されることがしばしば起る。この切断部分の復元については次節で述べる。

3.3. 線図形の切断部分の復元

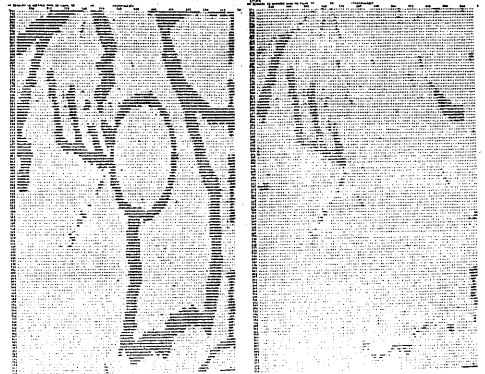
前節で述べた方法により不変成分を消去すると不変成分と可変成分の交差部において可変成分が切断されるという副作用を生じる。ここでは部分的に切断された線図形をもつ天気図を不変成分の消去によって生じる切断の性質にもとづいて復元する。

初めに入力天気図を細線化し、前節の方法により得られている不変成分テンプレートを用いて不変成分に対応する線を消去する。次に不変成分を消去した図形ともとの図形とを比較して切断によって生じた線図形の端点の集合を求める。最後に、端点の集合の中から接続すべき端点の対を決定して接続する。図9にもとの線図形と復元に至る前の処理で求めた端点の例を示す。

接続の候補対は不変成分テンプレート内で決められた距離以内で互いに到達可能か否かにより決定する。ここで端点間の距離とは、それらを結ぶ線図形上のパスの長さである。また、連結性としては δ -連結のみを考える。この方法では距離 k 以内にある端点の対が不変成分テンプレートの周囲に見つかれば復元するがそのような端点の対が見つからない場合には復元不可能となる。しかし、実際には対となる端点を残して切断が行われる場合と、単独の端点のみを残して切断される場合とがある。

この欠点を除去するために不変成分テンプレート内で端点から距離 k 以内で途切れる線も復元の対象とするように上記の方法を改良する。ただし、この改良により得られるパスは必ずしも端点の間を結ぶ線ではないので不変成分の一部や雑音成分を誤って復元する可能性がある。

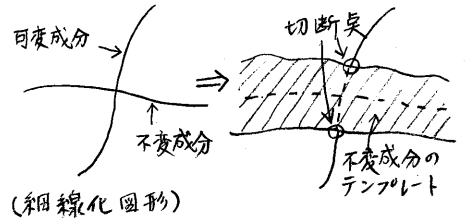
図10に、天気図(一部)に対して初めの方法を適用した結果を示す。一方図11は改良された方法を適用した結果である。これらの図から改良された方法により切断部分が詳しく復元されているが同時に不変成分が部分的に復元されていることがわかる。



(a) 原画像 (b) 不変成分除去後

図8. 不変成分の除去

これらをもとの線図形にもとづいて前の処理で求めた端点の例を示す。



(細線化図形)

図9. 可変成分の切断点

図9. 可変成分の切断点。実際には対となる端点を残して切断が行われる場合と、単独の端点のみを残して切断される場合とがある。

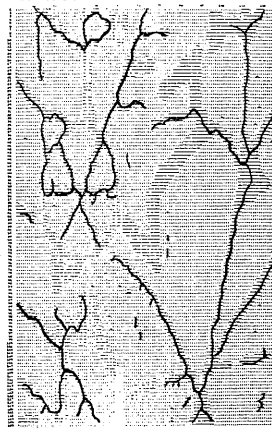


図10. 初めの方法による復元

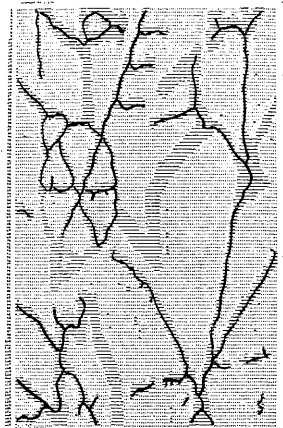


図11. 改良後方法による復元

§4. 漢字の高速抽出

画像中から特定の図形と類似な図形を抽出するための一般的な手法としてテンプレート・マッチング法がある。この方法は画像が大きい場合にはかなりの処理時間を必要とする。Barner等⁽²⁾は画像間の類似基準として画素ごとの濃度差の絶対値にもとづく方法を提案した。この方法はSequential Similarity Detection Algorithm (以下SSDA法と略す)と呼ばれ、画像全域にテンプレート・マッチング法を適用する場合に比べて大幅に計算時間が短縮できることが知られた。

天気図から漢字('高', '低'等)を抽出しようとする場合、天気図の寸法がかなり大きいためSSDA法をもつてしてもかなりの処理時間を必要とする。

これに対して、我々は天気図における漢字のように、画像全体の平均濃度と、テンプレート平均濃度との間にある程度の開きがある場合に、この性質を利用してあらかじめ対象画像の存在すると考えられる領域を求め、この領域に対してのみSSDA法を適用するようにすることで処理時間をさらに短縮する方法を開発した。以下でこの方法の概略を述べる。(詳細は文献(3)に述べられている。)

4.1. 候補領域の抽出

原画像を $O(x, y)$, テンプレートを $T(x, y)$ とし、それぞれ寸法 $l \times l$, および $m \times m$ の2値画像とする。また座標の原点を $O(x, y)$ の左上隅の位置にとる。初めに幾つかの定義を与える。

(定義1) 原点を基準として原画像 $O(x, y)$ を x, y 軸方向にそれぞれ m/n の大きさに分割する。 $(m/n) \times (m/n)$ の画像を単位画像, n を分割パラメータと呼ぶ。

以下では簡単のため n は m の約数であるとする。

(定義2) 原点を基準として x, y 軸方向に n 個ずつ m/n 個の単位画像を取り出した画像を部分画像という。 x 軸方向に i 番目, y 軸方向に j 番目にある部分画像を $S_{ij}(x, y)$ で表わす。原画像上での $S_{ij}(x, y)$ の左上隅の座標は $[m(i-1)/n+1, m(j-1)/n+1]$ である。

以上の定義で与えられた画像を図12に示す。

$S_{ij}(x, y)$ および $T(x, y)$ の1画素の和をそれぞれ $I(S_{ij}), I(T)$ で表わす。このとき次の性質が成り立つ。

(性質1) 原画像 $O(x, y)$ 中に対象画像 $T^*(x, y)$ が存在すれば,

$$(I(T) - K) \cdot \left\{ \frac{(2n-1)^2}{2n} \right\} \leq I(S_{ij}) \leq I(T) + K \quad (1)$$

を満足する部分画像 $S_{ij}(x, y)$ が存在する。ここで K は雑音の影響を表わすパラメータである。

式(1)の上界および下界をそれぞれ t_u, t_l と記す。 t_u, t_l は $T^*(x, y)$ がそれぞれ、 n 度部分画像を構成する場合、および部分画像から m/n ずつ両軸方向にずれている場合に実現される。

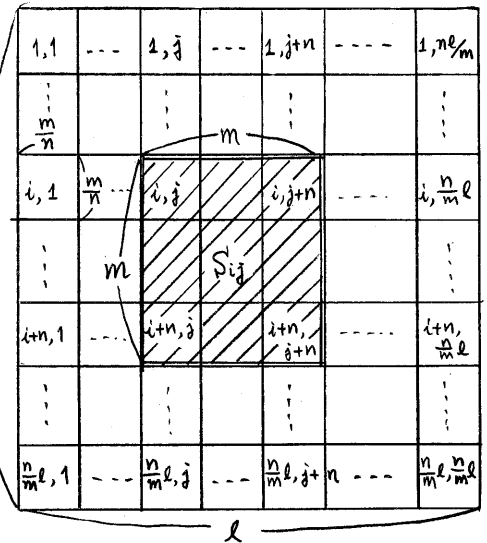


図12 原画像, 単位画像, 部分画像

性質1の条件を満足する $S_{ij}(x, y)$ を $S_{ij}^*(x, y)$ と表わす。 $S_{ij}^*(x, y)$ が $T^*(x, y)$ の一部を含むときには $S_{ij}^*(x, y)$ をそのまわりに x, y 軸方向にそれぞれ $m/2n$ だけ拡大した画像を考へれば $T^*(x, y)$ はその中に完全に含まれる。このことから次の性質が導かれる。

(性質2) 式(1)を満足する部分画像 $S_{ij}^*(x, y)$ を左上隅の座標 $[m(i^* - \frac{1}{2})/n + 1, m(j^* - \frac{1}{2})/n + 1]$, 寸法 $[m + m/n] \times [m + m/n]$ の画像に拡大すれば対象画像 $T^*(x, y)$ を完全な形で含むことが出来る。

(定義3) 式(1)を満足する $S_{ij}^*(x, y)$ に対して、性質2で述べた画像の拡大を行なつて得られる領域を候補領域と呼び $C_{ij}(x, y)$ で表わす。

$C_{ij}(x, y)$ はその中に $T^*(x, y)$ を含むための必要条件を満足しているに過ぎない。真に $C_{ij}(x, y)$ が $T^*(x, y)$ を含むか否かを決定するためには、 $C_{ij}(x, y)$ に対して更に何等かの方法により $C_{ij}(x, y)$ 中に $T^*(x, y)$ が存在するかどうかを判定する必要がある。ここではその手段として SSDA法を用いる。

4.2. 抽出アルゴリズム

上述の考え方にもとづくアルゴリズムを構成する。初めにアルゴリズムの効率を向上するために実際にSSDA法を適用する対象となる候補領域を削減する方法を明らかにする。

一般に、原画像中の対象画像の近傍には候補領域が集中する可能性がある。このことは $C_{ij}(x, y)$ から $T^*(x, y)$ が抽出された場合、その近傍の $C_{ij}(x, y)$ に対してSSDA法を適用する必要がない可能性があることを意味する。 $T^*(x, y)$ の左上隅の座標を (i_T^*, j_T^*) とすると次の性質が成り立つ。

(性質3) ある候補領域 $C_{ij}(x, y)$ から対象画像 $T^*(x, y)$ が抽出された場合、原画像上での左上隅の座標 (x, y) が次の関係を満足する候補領域 $C_{ij}(x, y)$ についてはSSDA法の適用を削除することができる。すなわち、

$$i_T^* - m \leq x \leq i_T^* + m, \quad j_T^* - m \leq y \leq j_T^* + m \quad (2)$$

以上の性質1, 2, 3を用いてアルゴリズムが次のように構成される。

[アルゴリズム]

入力: 原画像 $\theta(x, y)$, テンプレート $T(x, y)$, 分割パラメータ n .

出力: 対象画像 $T^*(x, y)$ の左上隅の座標 (i_T^*, j_T^*)

手順:

Step 1. $\theta(x, y)$, $T(x, y)$ を適当な閾値で2値画像に変換する。

Step 2. $\theta(x, y)$ 中のすべての $S_{ij}(x, y)$ について $I(S_{ij})$ を求める。

Step 3. 式(1)を満足するすべての $S_{ij}^*(x, y)$ に対応する $C_{ij}(x, y)$ と $I(S_{ij}^*)$ の組を求め、これらをリストにする。このリストを L で表わす。

Step 4. L の内容を $I(S_{ij}^*)$ の大小順に並ぶかえる。

Step 5. L が空リストなら停止。

Step 6. L から先頭の要素をとり出し、これを $C_{ij}^+(x, y)$, $I(S_{ij}^+)$ とする。
 $C_{ij}^+(x, y)$ にSSDA法を適用する。

Step 7. $C_{ij}^+(x, y)$ 中から $T^*(x, y)$ が抽出された場合には L から式(2)を満たす要素をすべて削除する。

なお, Step 1の閾値はここでは文献(1)の方法を用いた。

4.3 実験例

ここで述べた方法を気象図データから漢字を抽出する問題に適用した。気象図データ、高および低のテンプレートについて、寸法および2値画像に変換したときの1-画素の占める割合を表3に示す。表から本方法が有効に適用されることが期待される。

表3. 画像の特徴

画像	寸法	1-画素の割合(%)
天気図	500×500	19.2
'高'	34×32	62.2
'低'	32×32	58.6

漢字の抽出自体は天気図の縁に部分的に現れるものを除けば全て問題なく行われている。

一方、図13は分割パラメータ n の値を変化させた時の本方法の適用時間の変化を示している。この図から知られるように、分割パラメータの値により計算時間は変化するが、データ1について $n=16$ のとき計算時間は最小となり、このときの計算時間は約14.9秒であった。一方、同じデータの全域に対してSSDA法を適用した時の計算時間は約78秒であり本方法が5~6倍優れていることが知られた。

5. その他の処理

5.1. 等圧線の構造記述

等圧線の構造は気象上の重要な特徴である。天気図中から等圧線を抽出することはまだ行っていないが、一般的に等高線図の構造を樹状記述する方法を開発した。またこの記述からさらに等高線図の大局的構造を記号列表現する方法を開発した。さらにこれらの方法を実際の天気図の等圧線図に適用し、記述方法の検討、等圧線図のもつしやじゆの性質について検討した。これらの結果については文献(4)に報告されているのでここでは省略する。

5.2. 風力記号及び天気記号の認識

これらはいずれもほぼ一定の位置に現れる。

風力記号については天気記号の存在する位置で天気記号より少し大き目の円形の領域に、外側から接する線図形をその候補とする。次に、いくつかの候補について風力記号特有の図形的性質にもとづく判定条件を適用して真の風力記号を決定する。判定条件としては図14に示すパラメータ l_1, l_2, θ を用いて構成される条件を用いる。4枚の天気図に含まれる28個の記号について本方法を適用した所20個が正しく識別された。

一方、天気記号は初めに中心位置を出来るだけ詳しく推定し、次に記号の類別を行う。記号の類別は実際の図形にバラツキが多く、図14風力記号の単純なテンプレート・マッチングでは必ずしもうまくいかない。そこで、記号を中心から等間隔に同心円で区切った時の各環状領域での1-画素の割合を特徴量として識別手順を構成する。

このような考え方にもとづき構成された識別方法を実際に天気図から抽出した224個の記号に適用した所100%の識別率を得た。

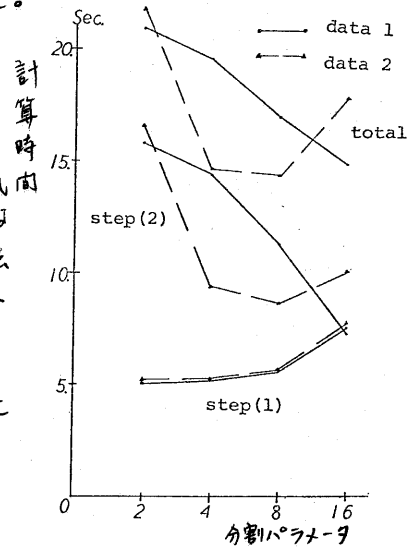
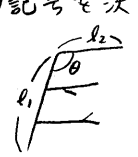


図13. 分割パラメータと計算時間



なおここに述べた記号の識別法についての詳細は別の機会に報告する予定である。(文献(5))

§6. あとがき

天気図の個々の要素についてはそれぞれに一応満足ゆく処理手順を得ることが出来た。前線の識別, 等圧線の抽出と構造化, 数字, 矢印等の記号の識別はいずれも今後の課題である。また, 個々の識別手順を組織化して一つの系統化されたシステムとして構成することも今後の課題である。

謝辞 日頃御指導戴く本学。本多波雄教授に深謝します。また, 日頃熱心に御討論して下さいる本多・福村研究室の皆様には謝意を表す。

なお, 本稿の§3, および§4の成果はそれぞれ本学情報工学専攻の博士課程前期課程修了生大野哲也君(現在トヨタ自工), および林秀行君(現在名古屋鉄道)によるものであるのをごここに明記する。

参考文献

- (1) 大津: 濃度分布からの閾値決定法, 信学情報部門全大, 145 (昭52.8)
- (2) Barner and Silverman: A class of algorithm for fast digital image registration, *IEE Trans. on Compt.*, C-21, 1972, p.p. 176-186
- (3) 林, 吉田, 福村: 高速テンプレート・マッチング法と気象図への応用, 信学技法, PRL 78-90 (昭54.3)
- (4) D. Y. Montuno, 吉田, 福村: 等高線図の記述とその天気図への応用, 信学技法, PRL 79-7 (昭54.5)
- (5) 後藤, 吉田, 福村: 天気図中の記号の認識, 情報処理学会全国大会発表予定, (昭54.7)
- (6) 大島, 吉田, 福村: 天気図中における不変成分の除去の一方法, 信学技法, PRL 78-89 (昭54.3)