

自己相関関数を用いた地図記号認識

2F-8

山口俊夫 松本みどり 木下順二 青木禎
東京女子医科大学物理学教室

1. はじめに

地図から切り出したパターンをニューラルネットワークで認識する際に、切り出し区画中の位置が学習パターンと異なることが認識を誤らせる原因となる。位置のずれによる影響をなくするためにはパターンの相対的な位置情報のみを抽出する必要がある。本研究では、空間的な自己相関関数を用いた認識法について考察する。

2. 認識パターン

1:25,000地形図を解像度 $50\mu\text{m}$ ・白黒2階調で取り込んだ地図データの 4×4 ピクセルを1ピクセルにまとめることにより解像度 $200\mu\text{m}$ ・17階調のデータを作成する。このデータから縦・横に8ピクセルずつシフトしながら 16×16 ピクセルのパターンを次々に切り出していく。この中で中央の 8×8 ピクセルが白地であるものは認識処理から除外する。なお、認識する地図記号としては郵便局や病院などのような形・大きさ・向きが一定のもの40個を対象にした。

3. パターンの自己相関関数

16×16 ピクセルのパターン中の各ピクセルの位置を (i, j) 、そのピクセル値を $f(i, j)$ とする。ここで、 $f(i, j)$ は0から16までの整数値をとる。このパターンの自己相関関数は、次の式で与えられる。

$$G(m, n) = \frac{1}{(16 - |m|)(16 - |n|)} \sum_i \sum_j f(i, j) f(i + m, j + n)$$

さらに次のように $G(0, 0)$ で割って規格化しておく。

$$g(m, n) = \frac{G(m, n)}{G(0, 0)}$$

こうして求められた自己相関関数は一つの黒い点からどれだけ離れたところに別の黒い点が現われやすいかという傾向を表す。パターンの大きさは 16×16 ピクセルなので、 $-15 \leq m \leq 15$ 、 $-15 \leq n \leq 15$ の範囲の自己相関関数が得られる。実際には、自己相関関数の対称性、および、地図上の隣接するパターンの影響を考慮して、 $0 \leq m \leq 7$ 、 $-7 \leq n \leq 7$ の範囲、すなわち、 8×15 の大きさの自己相関関数を判定処理に用いる。図1に自己相関関数の例を白黒の濃淡で示す。

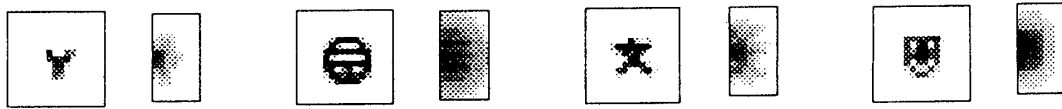


図 1: 凡例記号パターンとその自己相関関数の例 (消防署、郵便局、小・中学校、病院)

4. パターンの判定法

凡例記号のパターンと認識対象のパターンとの類似度を評価するために、両者の自己相関関数の間にどれだけの差があるかを求める。認識対象パターン $g(m, n)$ と k 番目の凡例パターン $g_k^{\text{Hanrei}}(m, n)$ との差分 d_k を次のように定義する。

$$d_k = \frac{1}{120} \sqrt{\sum_m \sum_n (g(m, n) - g_k^{\text{Hanrei}}(m, n))^2}$$

認識対象パターンが小さい場合には、パターンの形状によらず小さな凡例パターンとの差分が小さくなる傾向にある。そこで、分母の 120 の代わりに

$$\sum_{m=0}^7 \sum_{n=-7}^7 g_k^{\text{Hanrei}}(m, n)$$

を使った規格化差分 d_k^{Norm} も求めることにする。

このほか、ニューラルネットワークによる評価も行った。入力層、隠れ層、出力層にそれぞれ 120 個、60 個、40 個のニューロンをもつ誤差逆伝搬法による多層ネットワークを用いた。凡例パターンの学習では正しい記号番号のニューロンに 1、それ以外のニューロンに 0 という教師信号を与えた。

結局、各々のパターンについて上述の差分 d_k 、規格化差分 d_k^{Norm} 、ニューラルネットワークの出力値 Z_k の 3 種の評価値を得るわけである。 d_k および d_k^{Norm} は小さいものほど、 Z_k は大きいものほどそのパターンが k 番目の凡例記号に対応する可能性が高いと判定される。

5. 結果

地図から切り出したパターン 847 個について自己相関関数を計算し、凡例パターンに対する差分を求めた。これらのパターンは地図記号 131 個と注記などの非記号 716 個で構成されている。

すべてのパターンについて 3 種類の評価値を求めたところ、記号の判定にいずれか 1 種類の評価値を用いるだけでは不十分であるが、3 種類を総合的に利用することにより認識率がかなり改善されることが分かった。

具体的には、「3 種類の評価値の第一候補が一致し、かつ、 $d_k < 0.0095$ 、 $d_k^{\text{Norm}} < 0.65$ 、 $Z_k > 0.5$ である場合にはそのパターンを記号 k とする」という判定条件を用いたところ、地図記号のうち正しく判定されたものは 92 個 (70%)、他の記号に誤認されたもの 4 個 (3%)、非記号なのに記号だと判定されたものは 24 個 (3%) であった。正しく認識できなかった記号パターンは、他の文字や記号などのノイズを含んだものと、解像度の粗化・階調の多値化による変形の影響を受けたものであった。

6. まとめ

自己相関関数を用いることによりパターン位置のずれによる認識誤りをなくすことができた。この方法は広い地図の中から記号のパターンを拾い上げるための前処理段階として用いるのが有効であると考えられる。このときには記号の認識漏れを少なくするように判定条件を緩めるのがよい。また、粗化・多値化法の改良や、パターンの切り出しサイズの最適化などにより認識率の向上が期待できる。