

画像処理システムに要求される処理コストに関する考察

3M-7

倉持 裕                      新上 和正  
 (株)ATR環境適応通信研究所

1. はじめに

画像の特徴空間写像[1][2]による画像分類に関する研究がされている。そこでは、分類にあたってどのような特徴を用いることが妥当であるかを考える必要がある。その選定には、特徴の妥当さや必要な特徴数と同時に、1特徴あたりの処理コストも重要な要素と考える。そこで、画像の局所特徴を抽出し判断を行うシステムを構築するにあたって、判断時間をコストとする観点で、そのシステムの置かれた状況によって求められる性能（精度・時間など）から処理数の削減の可能性について考察した。本報告は、特徴画素比較における整合画素数を判断時間に比例するコストと考えた場合についての一検討である。また、特徴量を伝送すると仮定した場合には、伝送コストの削減と考えることも出来る。

2. 検討モデル

古典的手法のテンプレートマッチング[3]で、用意されたテンプレートを構成するパターン集合と全く同一の集合のなかから入力パターンが与えられるとき、識別に必要な局所特徴を示す画素数は最小で済むことは容易に想像される。実際には、入力の統合によるテンプレートに冗長性があるとしても、この冗長性が現実の未知入力に対しては重要な役割を果たしている。ここでは、特徴を分類することを考え、何らかの方法で抽出された局所特徴を示す既知のパターン集合のみから入力を与えられる場合の整合画素選択の簡単な例を用いて考察する。

Fig.1 に示す 4×4 画素で構成される 8 パターンを対象とし、パターン集合 S1, S2 の 2 つのカテゴリに分類することを考える。S1 は横線、S2 は縦線を識別すると簡易的に考える。この場合、入力がこ

の 8 パターンしかないと仮定すれば、全ての画素の整合を見る必要はない。例えば、Fig.2 の斜線の 6 画素の状態の組合わせで 8 パターンの識別がつく。これは、論理回路圧縮のような手法で求められる。

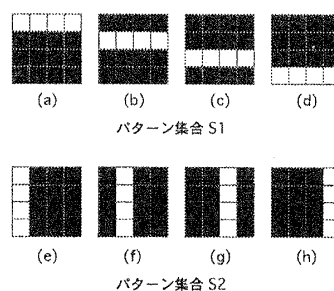


Fig.1

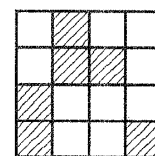


Fig.2

同様に、Fig.2 のような機能を実現するものとして、Fig.3 のような基本的な構成のニューラルネットワークを考える。以下、このモデルを用いて検討する。

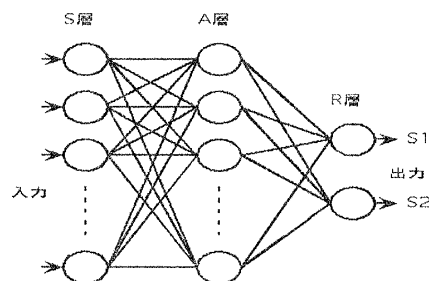


Fig.3

3. 基本的な考え方

整合画素数の削減をどこまで許容するかは、削減数と誤りパターン数の関係を求めればよい。最も単純な方法は、全ての組合わせの削減状態を調べることである。今回のモデルでは、組合わせ数が現実的な数であることから、全数検査をした例を示す。

3.1 画素削減数と許容エラー

Fig.3 のネットワークに Fig.1 のパターンを BP 学習させた後、特定の S 層ユニットを削除した場合の誤認識パターン数を求めたものが、Fig.4 である。Fig.4 でマスク画素数としているものは、削除した S 層のユニット数を表している。ただし、マ

スク画素数は同じであっても、マスクする画素位置により誤認識数は異なるため、全ての組み合わせの中で最小の誤認識数を求めプロットしている。Fig.2のパターンでは、10画素の削減が可能となっているが、Fig.3のネットワークでは、9画素まで削減できていることが分る。ここで考慮すべきは、10画素以上削減した場合である。

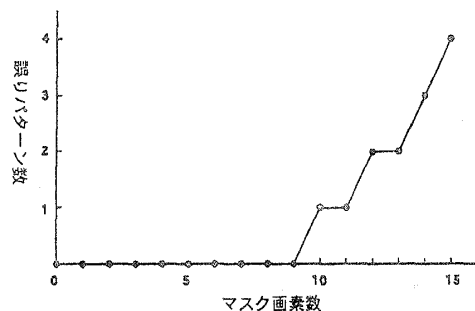


Fig.4

仮に、システムが1誤りを許すのであれば、このシステムでは、11画素(69%)まで削減可能であるといえる。

### 3.2 画素削減数とノイズ

ここで、ノイズによる誤りについて考慮すると、ニューラルネットのように非線形な写像の場合、ノイズによる正解率への影響は単純でないように考えられる。このことは、削減画素の選択法によっては、ノイズにより正解率がパターンによって大きく分散する恐れがあり、ノイズ耐性を考慮した画素削減法の必要性も発生する。場合によっては、冗長な画素を付け加えることで、ノイズ耐性の調整が必要となることも考えられる。Fig.5は、先のニューラルネットで、画素の削減がない場合と、元のパターンを間違えることなく認識できる削減数9と、1誤りを許容する場合の削減数11について、画素あたりの誤り率 $P = 0.1$ として発生させたノイズを含むパターン(各パターンにつき1000枚作成)の正解率である。図から、画素削減によりパターンごとの正解率の分散が大きくなっていることが分る。ただし、削減によりノイズの影響を受け難くなったためと思われる全体的な正解率の上昇も伺える。

以上のように画素削減においては、そのシステムに許容されるエラーと、削減時のノイズにより発生

するエラー率を考慮して、削減可能数を求める必要がある。ただし、これらは教師データ内での要求であり、そもそも、未知入力がある場合にはどの程度の誤認識が存在するかとは別である。

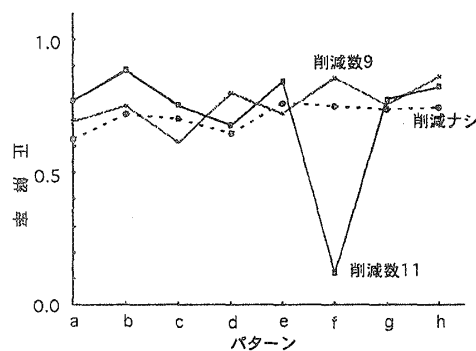


Fig.5

### 4. おわりに

今回、画素削減数と誤りパターン数との関係を求めることで、必要に応じた削減数を決定する手法を検討した。ただし、今回のモデルのように単純なものでない場合は、その関係を求めることは容易ではない。例えば、組合せ最適化問題の手法を用いることも考えられる。その結果として、入力の誤差に対する制限や識別の精度にある程度の猶予を規定することで、識別に必要な比較数の削減が見込める。このことは、判断時間の短縮へと繋がる(ただし、今回の例に用いたニューラルネットワークのモデルの場合には、並列性も考慮する必要がある)。要求される精度は、判断を求められる環境によって異なるものであり、時間変化することも考えられる。その評価すべきポイントは、計算時間と判断精度によって構成されるコスト関数であり、その要求がどちらを重視するかによってシステムに求められる構造がおのずと決定されることが望ましい。今後この点について検討を進めて行く予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 鶴見他: "ニューラルネットワークの恒等写像学習を用いた感性空間の構築", 情報処理学会第57回全国大会, p2-120 (1998).
- 2) 水野他: "エッジ方向特徴量による画像検索", 電子情報通信学会技術報告, OFS98-36 (1998).
- 3) 飯島泰蔵: "パターン認識", コロナ社 (1973).