

ウェーブレット変換を用いた顔の特徴抽出とその顔検出高度化への応用 Facial Characteristics Extraction Using Wavelet Transform And Its Application To Face Detection

1-31 徳永 浩成† 黄 琳琳† 清水 昭伸† 萩原 義裕† 小畑 秀文†
Hironari Tokunaga Lin-Lin Huang Akinobu Shimizu Yoshihiro Hagihara Hidefumi Kobatake

1. はじめに

顔の検出・認識システムは、ATM やコンピュータへのアクセス認証、立ち入りが制限されたエリアへの立ち入り許可などへの応用が考えられている[1]。既に実際に使われている例も幾つかあるが、このシステムにおいては、画像からいかに顔を安定かつ正確に得ることができるかが重要となる。

これまで、本研究室で開発された顔検出システム[2]は、文献[3]で提案された多層ニューラルネットワーク(NN)を用いたシステムと同等の高い検出率を持ち、より実装が簡単かつ処理が高速であるという長所があった。しかし、顔以外の拾いすぎ (FP) がやや多いという短所があった。

本論文では、従来の顔検出システム[2]で検出した顔の候補を再判定し、FP を削減することで性能の高度化を計る。

2. 従来の顔検出システム[2]

従来の顔検出システム[2]の処理の流れを Fig.1 に示す。

まず、検出対象となる原画像のスケールを 10 段階に変えながら、それぞれをシステムに入力する。次に、入力された画像内を 20×20 pixel のウィンドウを走査させ、ウィンドウ内の画像を 4 角を除いた 368 pixel の各濃度値を軸とした特徴空間に写像し、PCA (Principal Component Analysis) によって、主成分を特徴として抽出する。さらに、抽出された特徴を 2 次の PNN (Polynomial Neural Network) に入力することで、ウィンドウ内の画像が顔であるかどうかを判別する。なお、顔と判定されたウィンドウが原画像上でオーバーラップした場合は、PNN の出力が最も高いものを顔候補とする。

3. 提案する顔候補再判定システム

検出された顔候補に対して、本研究ではそれらが本当に顔であるかどうかを再判定する。従来の顔検出システムは PCA を用いて顔の特徴を抽出しているため、顔の特徴の位置情報は積極的に用いていない。そこで、提案する再判定システムではウェーブレット変換を用いて顔の特徴抽出を行ない、目・鼻・口などの特徴的な部位の濃度値の周波数特徴を、各特徴の位置情報を保存しつつ解析する (Fig.2 参照)。従って PCA の特徴とは性質の異なる特徴を抽出することが出来るので、従来の顔検出システムで検出した顔候補点の中から FP のみを削減することが期待できる。

Fig.3 に、顔の特徴をウェーブレット変換によって抽出した例を示す。どちらの例も、マザーウェーブレットは Haar を用いた。同図(b)は、連続ウェーブレット変換の係数、(c)は離散ウェーブレット変換の係数で、それぞれ水平高周波成分を抽出している。目・鼻・口のあたりに水平高周波成分が抽出されているのがわかる。ウェーブレット係数画

像の各行をつなげて作ったベクトルを 2 次の PNN に入力することによって、顔候補が顔であるかどうかを再判定する。

なお、従来とは異なる特徴を抽出しているため、必ずしも従来顔候補とした部分がこの再判定システムでも極大値になるとは限らない。そこで、従来の顔候補の周辺を探索し、出力極大値をその顔候補の再判定後の出力とする。

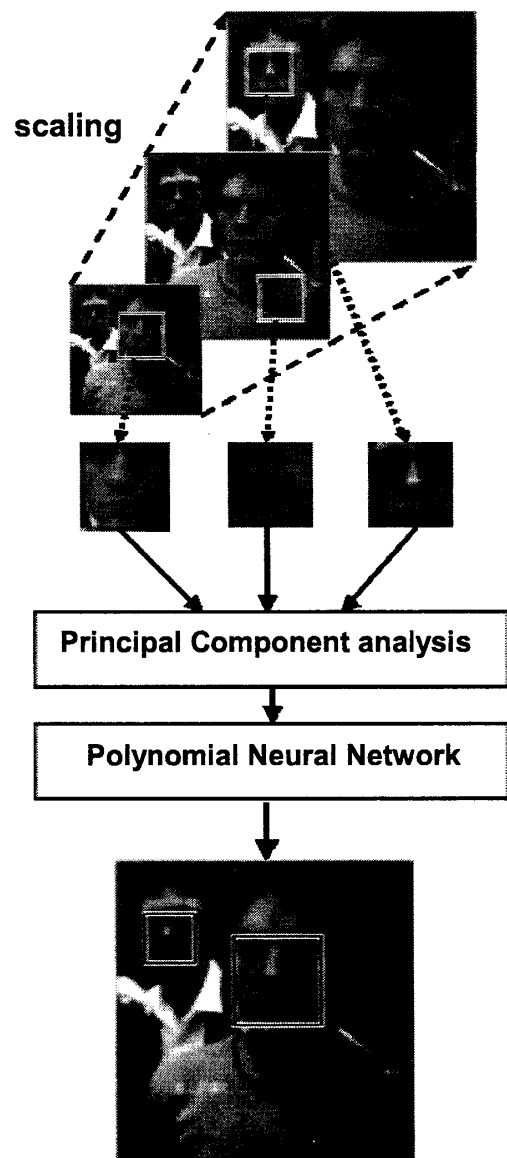


Fig.1 従来の顔検出システムの処理の流れと処理例

†東京農工大学大学院 生物システム応用科学研究所

output of the previous system



face candidates



re-decision system

Wavelet Transform

transformed images



Polynomial Neural Network

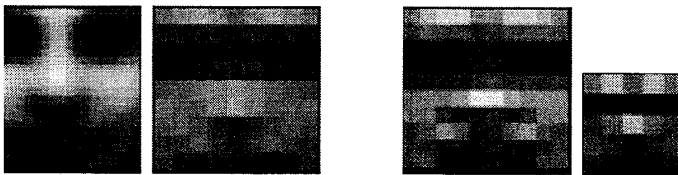
result of decision



output of the proposed system



Fig.2 顔再判定システムの処理の流れと処理例



顔画像 (b)連続ウェーブレット係数 (c)離散ウェーブレット係数1回と2回
Fig.3 顔画像とそのウェーブレット係数

4. 実験

ウェーブレット変換を用いた顔再判定システムの有効性を検証するために以下の実験を行った。実験試料は、CMUのデータセット[4]の中で複雑な背景の中に複数の顔を含む画像 109 枚を用いた。なお画像の大きさは 60×75pixel～

1280×1024pixel であり、この中には合計で 487 個の顔が存在する。この実験試料に対し、従来のシステムでは、顔を顔と正しく判定したもの (TP) が 400 (検出率 82.1%)、拾いすぎ (FP) が 231 となったが、これらに対して、提案する顔候補再判定システムを用いて再判定を行った。

なお、PNN の学習は、CMU のデータセットの中で上で用いなかった画像から顔 29900 個、背景 35501 個を切り出し、最急降下法を用いてウェーブレット係数毎に行った。

Fig.4 に、横軸を FP 数、縦軸を検出率とし、PNN の出力に対する閾値を変化させて描いた ROC 曲線を示す。ここで Feature81 は連続ウェーブレット係数、Feature100 は離散ウェーブレット係数 1 回、Feature125 は離散ウェーブレット係数 1 回+2 回をそれぞれ特徴量とした場合である。ここでは、TP をなるべく減らさずに、FP をどれだけ減らせるかが問題となるので、検出率が 1%減少した時、すなわち検出率 81.3%の時に注目する (拡大図中の破線参照)。この線上で比較すると、Feature125 が最も FP を削減していることがわかり、33%の FP が削減されていた。従って、Feature125 が最も効率よく FP を削減出来ると言える。

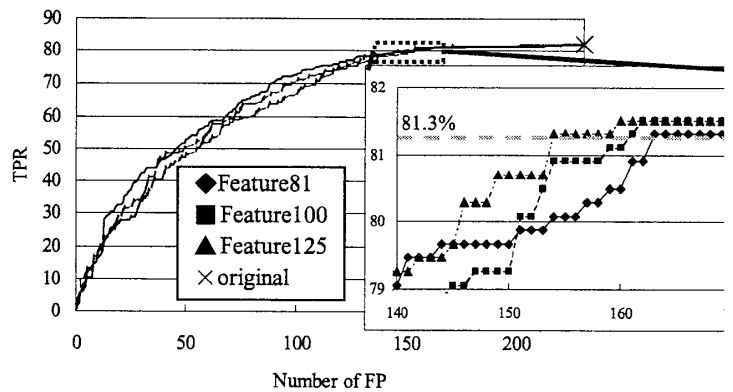


Fig.4 ROC 曲線 (判別に用いた特徴量別)

5. まとめ

本論文では、ウェーブレット変換による顔の特徴抽出と、その特徴を用いた顔候補再判定システムを提案した。従来の顔検出システム[2]では FP の多さが問題であったが、この再判定システムによって、検出率は 0.8%低下するが、FP を 33% (77 個) も削減することが出来た。これは、PCA によって損なわれた顔の各パーツの位置情報を、ウェーブレット変換によって抽出された顔の特徴が補うことで、顔検出が高度化されたことを示している。今後の課題としては、更に分類能力の高い相補的な特徴量の組み合わせを探し、その特徴量を用いたシステムを開発することである。

参考文献

- [1]A. V. Nefian and M. H. Hayes, "Face detection and recognition using Hidden Markov Models", in International Conference on Image Processing, vol.1, pp. 141-145, October 1998.
- [2]L.-L. Huang, et al., "FACE DETECTION FROM CLUTTERED IMAGES USING A POLYNOMIAL NEURAL NETWORK", ICIP'2001.
- [3]H. A. Rowley, T. Kanade, "Neural network-based face detection", IEEE Trans. PAMI, Vol.20, No.1, pp23-38, 1998.
- [4]http://vasc.ri.cmu.edu/idb/html/face/frontal_images/index.html