

要旨

マン・マシン・インターフェイスなどの実現のために人間の顔情報は大きな役割を果たすと考えられている。そのためには顔による個人識別が不可欠であり、その実現のためには、画像中の顔領域の検出と個人識別の2つの処理を続けて行う必要があるが、前者を扱う研究は少ない。本研究では、画像をモザイク化して顔の大局的な特徴を捉えることによる画像中の顔検出を目的とする。

1 はじめに

顔検出検出手法として、

①色情報を用いた手法、②形状特徴を利用する手法、③パターンを利用する手法、等がある。このうち①は顔の向きによらず顔を検出することが可能ではあるが、色情報のうち彩度・明度は照明条件により大きな影響を受け、②では照明による影や焦点ぼけ等の影響でエッジをロバストに抽出することは困難である。そこで、本研究では画像をモザイク化し、顔をモザイクパターンとして捉え、パターンマッチングにより顔領域検出を提案し、実験により提案方法の有効性を検証する。顔をパターンとして捉えることで、個人的特徴に左右されにくい、ノイズに強い、焦点ぼけに強い、表情の変化に強い、といった利点があると考えられる。

2 モザイクを用いた標準顔パターン

未知の画像から顔を検出するためには、標準顔パターン(どのような顔も包含する顔パターン)を定めておく必要がある。本研究においては標準顔パターン作成のための領域を Fig.1 に示すような領域(目を基準に縦:横=5:6)に定めた。なおこの領域を決定するにあたっては、予備実験を行い、領域が次の条件を満たすようにした。

- ・濃淡値が大きく変化する恐れのある髪・背景を含まない
- ・顔を認識する上で重要な顔部品の目・口を含む
- ・領域は目を基準に(個人識別に迅速に移れるように)

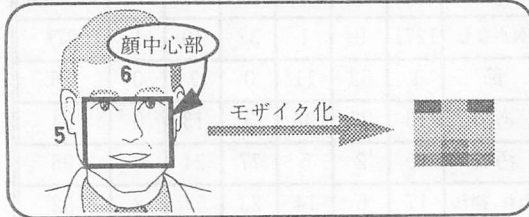


Fig.1 顔中心部とモザイク化

こうして決定された顔中心部領域を、多数の画像からマニュアルで切り出したものをモザイク化し、各モザイク領域ごとの平均値を使って、標準顔パターンを1つ作成する。なお、撮像条件の違いをできるだけ小さく抑えるために、

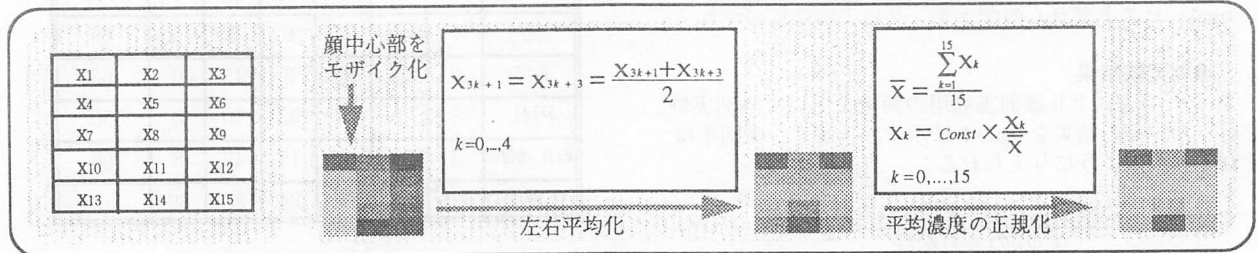


Fig.2 モザイク化の流れ

モザイク化の過程で Fig.2 に示す、左右平均化、濃度の正規化処理を行う。

3 顔検出の判断

未知の画像中の任意の大きさの顔領域の検出の流れを Fig.3 に示す。

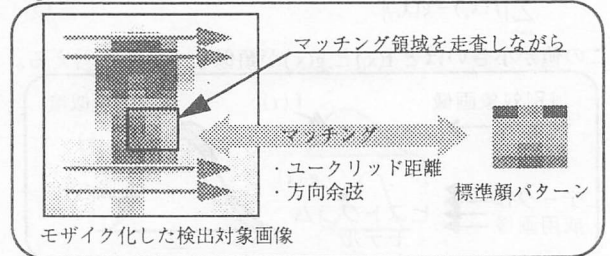


Fig.3 顔検出の流れ

顔の有無の判断には、モザイク各領域の濃度値を要素としたベクトル間の「ユークリッド距離」「方向余弦」を用いて行う。入力パターンが標準パターンのカテゴリに属するかどうかの判断は、予備実験で求められた閾値を用いる。距離の閾値、方向余弦の閾値をそれぞれ  $\epsilon_d^0$ 、 $\epsilon_c^0$  とすると、距離では(1)式、方向余弦では(2)式を満たせば、顔領域が存在すると判断する。

$$\left\{ \begin{aligned} \epsilon_d &= \left\{ \sum_{i=1}^{15} (p_i - x_i)^2 \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (1) \\ \epsilon_d &< \epsilon_d^0 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \epsilon_c &= \frac{(P, X)}{\|P\| \|X\|} \dots\dots\dots (2) \\ \epsilon_c &< \epsilon_c^0 \end{aligned} \right.$$

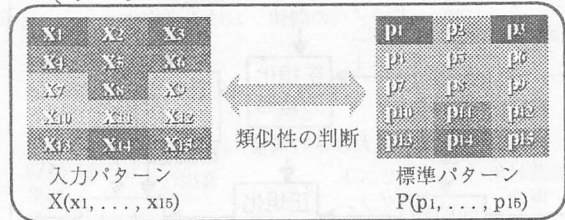


Fig.4 入力パターンと標準パターン

しかし、検出対象画像全体をモザイク化し、画像を走査しながらマッチングを行う際、マッチングを行う領域においても Fig.2 に示すような左右平均化、濃度の正規化を行っているため、顔領域以外の領域が、顔領域と似たパターンや濃度値となり、誤検出が増加する恐れがある。そのため、モザイク矩形領域各々が取り得る濃度値の範囲、モザイク矩形領域間の濃淡変化量も付加的情報として用いる。

#### 4 顔検出実験

##### 4.1 用いた画像

標準顔パターンの作成や顔検出実験に用いた画像は、画像サイズ、顔領域のサイズ、照明条件、表情変化は共に不定の 256 階調の濃淡画像で、スキャナー、ビデオカメラで入力したものであり、標準顔パターン作成に 120 枚、検出実験に 30 枚の画像を用いた。

##### 4.2 実験の手法

顔の大小の変化には、モザイク矩形領域のサイズを変化させることで対応できるが、今回は顔領域のサイズをマニュアルで入力することによって顔の大小に対応する。

##### 4.3 実験結果の見方

顔検出実験を行うと、条件を満たす領域が多数検出され、それらの領域の多くは、ある位置にまとまって存在することが多い。そこで見易さのため、検出された領域を矩形で囲むのではなく、Fig.5 に示すように、検出された領域の左上端に点を打つことで表現する。(実際には黒い点)

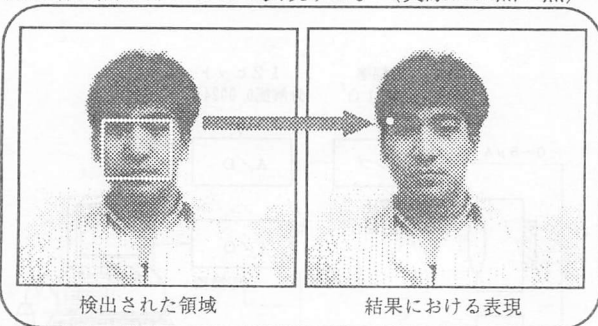


Fig.5 検出結果の表現

##### 4.4 実験結果

実験結果をまとめたものを表.1、実験結果の例を Fig.6 に示す。

表.1

顔検出を行った画像の枚数	30
画像中の顔領域の数	35
検出された領域の総数	158
顔領域未検出の数	0
誤検出の数	123
正解率	22.2%
検出率	100%

なお正解率、検出率は次式により求めた。

$$\text{正解率} = \frac{\text{検出された顔領域の数}}{\text{検出された領域の数}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{検出率} = \frac{\text{検出された顔領域の数}}{\text{実際の顔領域の数}} \dots\dots\dots (4)$$

#### 4.5 追加実験

実験の結果、顔領域は 100%検出することで一応の目的は達成できたが、検出された領域のうち、本当に顔であった領域が 22.2%という低い値であった。

この問題に対して、考えられる解決策として、検出してきた領域内をさらに細かい解像度で検査することを考え、実験を行ってみた。

解像度を細かく（顔領域を縦横 5×6、30 個のモザイクに分割）した時の標準顔パターンを作成した結果、それぞれのモザイク矩形領域における濃度値の偏差が大きくなってしまった。そのため、条件の緩い閾値となり、結果として誤検出箇所を減らすまでには至らなかった。

#### 5 おわりに

本研究の結論は以下の通りである。

- 1.モザイクを用いて標準的な顔パターンを作成し、パターンマッチングを行うことで濃淡画像から顔領域を検出する手法を提案した。
- 2.提案した手法を顔画像を含む実画像に適用し、
  - ・顔領域の検出漏れはない
  - ・複雑な背景を持つ画像の場合、誤検出が増加するという結果が得られた。
- 3.本手法では、モザイク化によりノイズ、焦点ぼけの影響は軽減できる。さらに従来、照明条件の影響を取り除くことはあまり考慮されていなかったが、顔の対象性を利用し、照明条件の制限を不十分ではあるが軽減できた。

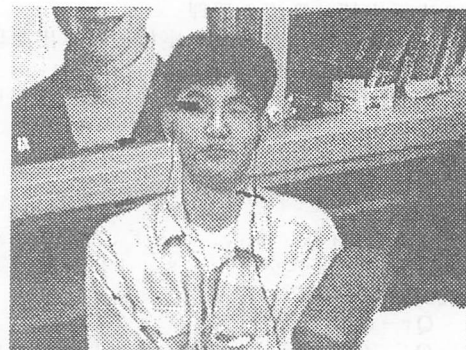


Fig.6 顔検出結果

#### 参考文献

- [1]小杉信：“個人識別のための多重ピラミッドを用いたシーン中の顔の探索・位置決め”、信学論(D-II)Vol.J77-D-II、No.4、pp672-681(1994)