

ガボールウェーブレットに基づく画像からのレイアウト情報の獲得*

牧 美照[†] 高野 茂^{††} 新島 耕一^{††}[†]九州大学大学院システム情報科学府 ^{††}九州大学大学院システム情報科学府

1 はじめに

デジタル機器の急速な発展により、Web 上には膨大な量のデジタル画像が氾濫している。このような画像を集めて、ひとつの巨大な画像データベースとして捉えると、どこにどのような画像があるかを高速に検索することが非常に重要になる。

このような背景をもとに、本稿では、人物の顔を含む画像から、レイアウト情報を自動的に獲得する手法を提案する。まず画像中の顔領域を抽出するために、ユーザーが明示的に与える訓練画像内の目、鼻、口などに相当する各特徴点に対してガボールウェーブレット変換を施す。各特徴点における振幅および位相のパラメータに対応した高周波成分の組は Jet とよばれ、Jet を用いて顔の特徴を表すグラフを構成することができる [1]。本稿では、訓練画像から構成されたグラフを未知画像に適用することにより、その画像内の顔領域を抽出し、グラフがもつ顔の大きさや向きなどの情報と合わせて、未知画像のレイアウト情報を獲得する。

2 ガボールウェーブレット変換

画像 $I(x)$, $x = (x, y)$ に対するガボールウェーブレット変換は次のように書ける。

$$J_j(x) = \int I(x') \psi_j(x - x') d^2 x'. \quad (1)$$

ただし、ガボールカーネル $\psi_j(x)$ は、

$$\psi_j(x) = \frac{|k_j|}{2\sigma^2} e^{\frac{|k_j|^2 |x|^2}{2\sigma^2}} \left[e^{i k_j x} - e^{-\frac{\sigma^2}{2}} \right].$$

である。ここでは、 $\sigma = 2\pi$ を選ぶ。ベクトル k_j は、 $j = \mu + 8\nu$ として、次のような周波数と回転の成分をもつ。

$$k_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2^{-\frac{\nu+2}{2}} \pi \cos\left(\mu \frac{\pi}{8}\right) \\ 2^{-\frac{\nu+2}{2}} \pi \sin\left(\mu \frac{\pi}{8}\right) \end{pmatrix},$$

ガボールカーネルは、パラメータ ν と μ を変化させると、図 1 のような形をしている。

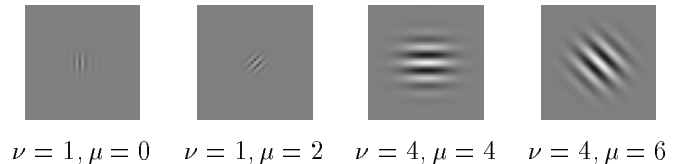


図 1: ガボールカーネル

ガボールウェーブレット変換は、複素ウェーブレット変換であるため、(1) は複素数値として計算される。したがって、大きさ a と位相 ϕ のパラメータを用いると (1) は次のように書ける。

$$J_j = a_j \exp(i\phi_j). \quad (2)$$

ここで、(2) は Jet とよばれ、 ν と μ をいろいろと変えることにより様々な成分を計算することができる。本稿では、ひとつの点に対して、 $\nu = 0, \dots, 4, \mu = 0, \dots, 7$ のように動かして、Jet の組を計算する。

Jet 間の類似度を計算するために、まず、Jet の大きさに基づく照合尺度を次のように定義する。

$$S_a(J, J') = \frac{\sum_j a_j a'_j}{\sqrt{\sum_j a_j^2 \sum_j a'^2_j}}. \quad (3)$$

また、照合尺度 (3) に対して、位相情報を考慮した照合尺度を

$$S_\phi(J, J') = \frac{\sum_j a_j a'_j \cos(\phi_j - \phi'_j - d k_j)}{\sqrt{\sum_j a_j^2 \sum_j a'^2_j}} \quad (4)$$

のように定義する。ベクトル d は、画像の位置ずれを表しており、次式により推定することができる。

$$d(J, J') = \frac{1}{\Gamma_{xx}\Gamma_{yy} - \Gamma_{xy}\Gamma_{yx}} \begin{pmatrix} \Gamma_{yy} & -\Gamma_{yx} \\ -\Gamma_{xy} & \Gamma_{xx} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Phi_x \\ \Phi_y \end{pmatrix}.$$

ここで Φ_x と Γ_{xy} は、それぞれ以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \Phi_x &= \sum_j a_j a'_j k_{jx} (\phi_j - \phi'_j), \\ \Gamma_{xy} &= \sum_j a_j a'_j k_{jx} k_{jy}. \end{aligned}$$

Extraction of layout information based on Gabor wavelet *

[†] Yoshiteru Maki

[†] Shigeru Takano

[†] Koichi Nijima

Department of Informatics, Kyushu University ([†])

3 画像のレイアウト情報

3.1 顔領域の検出

まず、訓練画像から手動で特徴点を抽出し、各点における Jet の組を計算する。各特徴点の位置と計算された Jet の組の集合を、モデルグラフとしてデータベースに登録する。

次に登録したモデルグラフを用いて、未知の入力画像から顔領域を検出する。入力画像の全ての点に対して Jet の組を計算し、照合尺度 (3) を用いて、登録しているモデルグラフとグラフマッチングを行う。ここで、高速に顔領域を検出するために、まず鼻におけるノードの照合を行い、高い類似度を示した領域にのみ、残りのグラフノードを使ってグラフマッチングを行う。

以上の操作により、入力画像内の顔を含む領域を検出することができるが、顔を含まないノイズ領域を検出する場合がある。そこで、本稿では、検出された領域に対して、位相情報を考慮した照合尺度 (4) によるグラフマッチングを行う。照合尺度 (4) は、画像の位置ずれの推定を行うため、より高精度に顔領域を検出することができる。

3.2 レイアウト情報の獲得

前節の顔領域検出法を用いて、データベースにある画像の顔領域をすべて検出する。その際、各画像に対して検出された顔領域の個数、大きさ、向き、位置に基づくレイアウト情報を獲得できる。このようにして全てのデータベース画像のレイアウト情報を自動的に獲得することにより、レイアウトに基づく類似画像検索システムを構築することが可能となる。

4 シミュレーション

シミュレーションでは、提案する手法を用いてレイアウトが異なるスナップ写真から、正しいレイアウト情報を得ることができるかを検証した。まず、訓練画像に対して図 2 に示すようなモデルグラフを作成した。次に、作成したモデルグラフを用いて、訓練画像とは



図 2: モデルグラフ

違う人物が写ったスナップ写真 (図 3) に対して、レイアウト情報の獲得を行った。その結果を図 4 に示す。



図 3: スナップ写真



図 4: レイアウト情報の獲得

5 まとめ

本稿では、ガボールウェーブレットに基づく画像からのレイアウト情報の獲得法を提案した。照合尺度に対して位相情報を考慮することにより、顔領域の誤検出を防ぐことができた。今後の課題は、ガボールウェーブレットに代わる新しい特徴抽出法を開発し、より高速な照合アルゴリズムを実現することである。

参考文献

- [1] L. Wiskott, J.M. Fellous, N. Krüger, and C. von der Malsburg, Face recognition by elastic bunch graph matching, IEEE Transactions on PAMI, Vol. 19 No.7, pp.775-779, 1997.