

## 方向性を持つ類似 Haar フィルタによる物体検出

東島 由佳<sup>†</sup>, 高野 茂<sup>††</sup>, 新島 耕一<sup>††</sup>

<sup>†</sup>九州大学理学部物理学情報理学コース

<sup>††</sup>九州大学大学院システム情報科学研究院

### 1 はじめに

Web カメラを用いたセキュリティや個人認証, ならびに, Mpeg-7 におけるシーン検索などでは, 画像からの高速な物体検出技術は必要不可欠である。最近, 類似 Haar フィルタに基づく顔画像の検出技術が開発されている [1, 2]。この手法は膨大な類似 Haar フィルタの中から顔画像の特徴を捉えるフィルタを, 機械学習のひとつであるブースティングアルゴリズムにより見つけ出す方法であるが, 繰り返し学習に時間がかかる問題がある。

本研究では, 方向性を持つ類似 Haar フィルタに基づく画像からの物体検出法を提案する。これは学習を必要としない高速な物体検出法である。提案手法では, 質問画像をブロックに分割して, 各ブロックにおけるエッジ成分の方向を計算し, その方向に応じた類似 Haar フィルタを自動的に選択する。この選択は学習を必要としないため, 提示された質問画像の特徴を捉えるフィルタを高速に決定することができる。こうして選択された類似 Haar フィルタを参照画像に適用し, 質問画像の特徴に最も類似する領域を物体として検出する。

### 2 類似 Haar フィルタ

本研究では, 類似 Haar フィルタとして, 方向性を持つ 8 種類のフィルタ [1] を使用する (図 1)。類

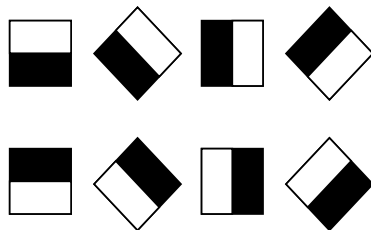


図 1: 種々の類似 Haar フィルタ

似 Haar フィルタを画像に適用する方法は次の通りである。原画像を  $A(i, j)$  で表す。このとき, 原画

像の  $(i, j)$  における画素値の累積和  $I(i, j)$  は

$$I(i, j) = \sum_{i' \leq i, j' \leq j} A(i', j')$$

で表され, これを用いると画像中の任意の長方形  $r_k$  の和  $R(r_k)$  は容易に計算できる [1]。原画像をある大きさのブロックに分割し, 各ブロック毎に類似 Haar フィルタを適用する。論文 [1] では, 図 1 に示す類似 Haar フィルタの白黒二つの長方形を取り囲む領域を  $r_0$  とし, 黒い長方形の部分  $r_1$  とし, 分割されたブロックの類似 Haar フィルタによる特徴量を次の式によって計算している。

$$f = \omega_0 \cdot R(r_0) + \omega_1 \cdot R(r_1). \quad (1)$$

ただし, 重み  $\omega_0$  と  $\omega_1$  は次のように選ぶ。

$$\omega_0 = -1, \quad \omega_1 = \frac{\text{Area}(r_0)}{\text{Area}(r_1)}.$$

### 3 画像からの特徴抽出

#### 3.1 フィルタの選択

本節では, 分割されたブロックに適用する類似 Haar フィルタを, そのブロックにおけるエッジの方向に基づいて選択する。まず, 各ブロック  $B(x, y)$  において, 水平方向と垂直方向の Sobel フィルタ

$$S_h = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, S_v = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

を用いて微分画像  $D_x(x, y)$  と  $D_y(x, y)$  を次のように計算する。

$$D_x(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 S_h(i, j) \cdot B(x+i, y+j),$$

$$D_y(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 S_v(i, j) \cdot B(x+i, y+j).$$

ただし,  $S_h(i, j)$  と  $S_v(i, j)$  は, それぞれ,  $S_h$  と  $S_v$  の  $(i, j)$  成分を表す。これにより, ブロック内の各

$(x, y)$  における角度  $\theta(x, y) = D_y(x, y)/D_x(x, y)$  が計算できる。さらに、計算された  $\theta(x, y)$  を 8 方向に正規化し、ブロック内で最も多く出現する角度を求めて、それに対応する類似 Haar フィルタを、そのブロックの特徴を抽出するフィルタとして選択する。

### 3.2 フィルタの連結

前節の方法により、画像に対して類似 Haar フィルタ群を作成することができる。しかしながら、縦横同じフィルタが連続して現れる場所がでてくる。その様子を図 2 に示している。図 2(b) を見ると、確かに同じフィルタが連続して現れている。提案手法では、このような場所における特徴量 (1) の計算を簡素化するために、縦横に同じフィルタがある場合は連結して計算を行う。連結されたフィルタは、それぞれ縦長、横長の長方形のフィルタとなる (図 2(c))。

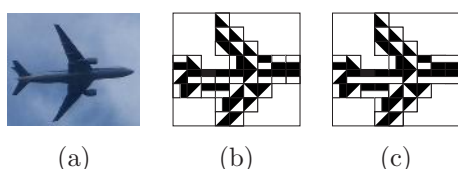


図 2: (a): 原画像, (b): 連結前, (c): 連結後

### 3.3 物体検出アルゴリズム

質問画像の縦横の分割数、各類似 Haar フィルタの方向と連結数、各ブロックにおける特徴量 (1) から物体の特徴ベクトルを作成する。提案する物体検出法は、この特徴ベクトルに最も類似する特徴をもつ領域を、参照画像の中からテンプレートマッチング法により見つけ出すアルゴリズムである。このアルゴリズムを用いると、参照画像の分割幅を調整することにより、物体の拡大縮小に対して頑健な検出を行うことができる。

## 4 シミュレーション

実験では、画像サイズ  $320 \times 240$  の参照画像の中から、画像サイズ  $88 \times 88$  の質問画像 (図 3) の物体の検出を行った。質問画像は  $8 \times 8$  のブロックに分割し、各ブロックの特徴を捉える類似 Haar フィルタを図 4 のように自動的に選択し、物体の特徴ベクトルを計算した。図 5 は、参照画像の中から物体

の特徴に類似する領域を、テンプレートマッチングにより探し出した結果を表す。その際、頑健な検出を行うために、参照画像の分割幅は、質問画像の分割幅の大きさの 0.5 倍から 2 倍の間で変化させた。図 5 が示すように、提案手法による物体検出がうまくいっていることがわかる。



図 3: 質問画像



図 4: 特徴画像

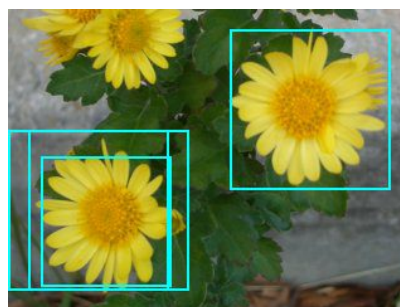


図 5: 検出結果

## 5 まとめと今後の課題

本研究では、方向性を持つ類似 Haar フィルタを用いた物体検出アルゴリズムを提案した。このアルゴリズムは、提示された物体の特徴を捉える類似 Haar フィルタをその物体のエッジの方向に基づいて瞬時に選択し、それらを参照画像に適用することにより効率よく物体を検出する。今後の課題は、拡大、縮小画像に対する精度の向上と、回転した物体でも検出できる手法を考案することである。

### 参考文献

- [1] Lienhart, R. and Maydt, J., An extended set of haar-like features for rapid object detection. Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 1, pp.900 - 903, 2002.
- [2] Viola, P. and Jones, M., Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. Proceedings of IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1, pp.511 - 518, 2001.