

I_007

ラプラシアンフィルタを用いた照明変動に頑健な顔検出 Robust Face Detection under Bad Illumination Condition using Laplacian Filter

枝澤 一寛†
Kazuhiro Edazawa

羽島 一夫†
Kazuo Hashima

松下 雅仁†
Masahito Matsushita

笹川 耕一†
Koichi Sasakawa

1. はじめに

近年セキュリティの分野で生体認証が注目されている。生体認証は、指紋、顔、虹彩、声紋、静脈などがあるが、顔は非接触でユーザの負担が少なく使い勝手が良いという特徴がある。顔認証を行なうためには入力画像から顔領域を抽出する顔検出の処理が必要である。顔検出における主な問題点は、顔の向き、照明変動、マスクやサングラスなどによる顔の隠蔽などがある。この中で照明変動は環境に依存するため、顔認証装置の、実運用時における装置設置上の、大きな問題になりうることから優先して解決が望まれる。一般に、照明変動の影響を避けるためには、補助照明を用いるなどの対策がとられるが、我々は補助照明を用いずに、アルゴリズムの改良による照明変動への対策を提案する。

照明変動を考慮した顔検出の研究としては、肌色モデルを逐次的に更新して肌色情報から顔検出を行うもの、対象画像から照明照射方向を推定し照明の影響をキャンセルする方法、サポートベクターマシンやニューラルネットワークで識別処理をするもの、などがある。肌色モデルを用いるものは肌色モデルのモデル化精度の問題がある。様々な照明変動の学習データを用意し学習を行うものは、全ての照明変動を用意することは不可能に近く現実的ではない。照明方向を推定する方法は照明方向の推定精度の問題が残る。サポートベクターマシンやニューラルネットワークを用いる手法は識別に時間がかかるという問題がある。

AdaBoostを用いた顔検出アルゴリズム[1]は、2値の矩形フィルタであるレクタングルフィルタを用い、積分画像を用いているため特徴量の計算が高速であるという特徴を持つ。本手法はこのAdaBoostを用いた顔検出アルゴリズムにおいて、ラプラシアンフィルタを適用した画像を用いた検出手法を導入し、照明変動の大きい画像を用いて本手法の評価を行った。

2. ラプラシアンフィルタ画像を用いた顔検出アルゴリズム

高速で高精度な顔検出手法としてAdaBoostを用いた顔検出アルゴリズムがある[1]。この手法は2値の矩形フィルタであるレクタングルフィルタで特徴抽出を行い、AdaBoostの枠組みで識別器を構築している。この顔検出手法を用いると、図1左のような画像では問題なく検出を行うことができるが、図1右に示すような画像では検出に失敗する。これらの失敗画像を調べると、通常画像と照明条件が異なることがわかった。図1右のような照明条件の異なる画像でも検出を可能とするために、このような画像から照明の影響の除去を行うことを考える。照

明の影響を除去する手法として、画像のエッジ部分を抽出するラプラシアンフィルタがある。



図1. 通常画像(左)と検出失敗画像(右)

ラプラシアンフィルタはエッジを抽出するフィルタであり、画像の低周波成分を除去することでエッジ部分を抽出し、照明変動を除去した画像を得ることが出来る(図2)。本手法は、顔・非顔を識別可能なAdaBoostを用いた識別器構築手法と、照明変動を除去するラプラシアンフィルタを用いた手法とを組み合わせる枠組みを提案する。

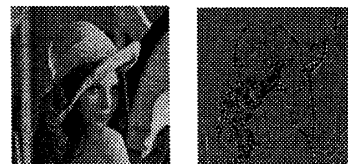


図2. ラプラシアンフィルタの適用例

図3,4に本手法の概要を示す。図3下段の画像のような照明の影響が大きいような場合、元の画像のままでは顔検出に失敗する。そこでラプラシアンフィルタによってエッジ画像にすることによって画像の低周波成分を除去し照明の影響を軽減して検出処理を行う。その際、元の通常画像で学習した識別器ではエッジ画像で検出ができないので、識別器の学習もエッジ画像を用いて行う学習画像にエッジ画像を用いることでエッジ画像中から顔の検出が可能となる(図4)。

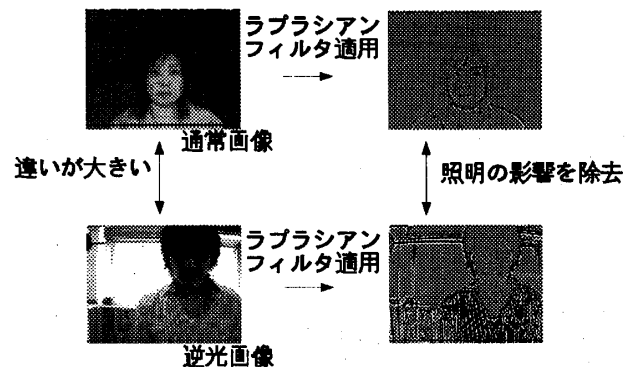


図3. 本手法の概要

†三菱電機株式会社 先端技術総合研究所

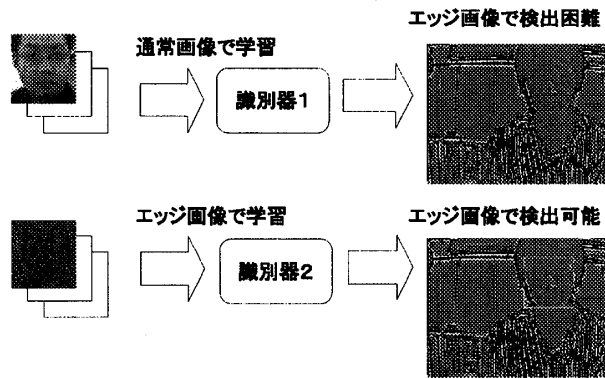


図4. エッジ画像を用いた学習と検出

3. 実験とその結果

学習画像は、24×24 ピクセルの顔・非顔画像それぞれ100枚。レクタングルフィルタは図5に示す5種類をさまざまな位置、大きさのフィルタを生成し約9万個を用い、またラプラシアンフィルタは図6に示すフィルタを用いた。ここで、レクタングルフィルタは図5の白色の領域の画素値の和から黒色の領域の画素値の和を引いた値を出力するものである。

ラプラシアンフィルタで学習画像をエッジ画像にし、エッジ画像を識別器の教示することで学習を行った。学習結果の識別器を用いて、エッジ画像を用いない従来手法と本手法で検出性能の評価を行った。評価に用いた画像は、照明条件の良好な通常画像(HOIP 画像[2])と図1の下段に示したような照明変動画像(逆光画像を中心に採取)である。

表1に実験結果を示す。本手法を適用したところ照明変動画像において検出率が約60%向上した。



図5. レクタングルフィルタ

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

図6. ラプラシアンフィルタ

表1. 通常画像と照明変動画像における検出率

	通常画像 (300枚)	照明変動画像 (290枚)
従来手法	100%	34.1%
本手法	97.3%	94.8%

4. 考察

エッジ画像を用いることで照明変動に影響されない顔検出が可能となり、逆光画像での検出率の向上が確認できたが、通常画像で検出率が下がっている。これは、図7のように、エッジ画像にしたときに周波数の小さい輝度成分を除去しているため、元の画像と比べると、顔のな

だらかな形状変化による陰影がなくなっている。そのため各画素値の階調が減ることで特徴量の情報が減り、AdaBoostの学習による識別器の精度が下がっているのだと思われる。



図7. 通常画像(左)とエッジ画像(右)

これを解決するには、学習時間は増えるかもしれないが学習画像のサイズを大きくすることや、特徴量を抽出するレクタングルフィルタの種類を増やすことなどにより識別精度を上げることで対応できるかもしれない。今後はそのような評価も必要であると考えられる。

5. おわりに

顔検出において、照明条件によっては検出が困難な場合があった。そこでラプラシアンフィルタを用いた学習と検出を行うことにより、逆光画像を例にとり、従来手法と比べて約60%検出率が向上することを確認した。今後は測光や顔領域の照かりなどの逆光以外の照明変動がある画像でも、検出率の高い手法を検討する予定である。

参考文献

- [1] Paul Viola and Michael Jones. Robust real-time object detection. In *ICCV*, 2001.
- [2] 岐阜県地域結集型共同研究事業 Human and Object Interaction Processing: <http://www.hoip.jp>