

論文内容要旨 (和文)

平成 19 年度入学 博士後期課程

専攻名 システム情報工学専攻

氏 名 朱 洪錦



論 文 題 目 局所自己相関画像を用いるAdaBoostアルゴリズムによる顔検出に関する研究

画像の中から人物の顔を検出する技術は、監視システムや人間とコンピュータのインタフェースなどの広い用途において重要な基盤技術である。特に、照明変動やノイズなどに左右されない頑健性、かつ携帯電話など計算能力が低い環境でも利用可能な方法が求められている。ViolaとJonesは、特徴量を高速演算する方法を提案し、更に、AdaBoostアルゴリズムを導入して、識別に有効なHaar-like特徴を選択することにより、高速かつ高精度な識別器を学習する方法を提案している。本論文では、その前処理として、入力画像を、照明変動に強い局所自己相関(Local AutoCorrelation : LAC)画像に変換する新しい手法を提案する。

AdaBoostは、単純な識別関数を複数組み合わせることによって精度の高い識別関数を構成するBoosting法の中でも顕著な性能を示す手法である。AdaBoostでは、毎回の繰り返しごとにデータに付けられた重みにしたがって学習データのリサンプリングを行う。リサンプリングした学習データを使って学習し、得られた識別関数の精度によって識別関数に重みを与え、各データの重みを変更する。変更された重みを用いて、再びデータのリサンプリングから繰り返す。最終的な識別関数は、それまでに得られた識別関数の重み付き多数決となる。

水平・垂直方向の照明のモデル化では、正面からの照明による画像から、顔の水平位置によって明るさが線形に変化するよう、人工的に照明のモデル画像を作成する。また、ダイナミックレンジ調整のため、標準的な濃度変換式を用いて濃度補正を行う。なお、垂直方向からの照明についても同様にモデル化することができる。

局所自己相関は自己相関関数を拡張したものである。そもそも画像処理における自己相関関数は、画像全体の複雑さを評価するもので、1枚の画像に対して自己相関係数の値は1つのみである。それに対し局所自己相関は、注目領域とその近傍の領域の局所的な相関を評価するもので、本提案手法は1画素ごとに近傍の画素を用いて局所的な自己相関係数の値を求め、これをLAC値として画像化する。例えば、マスクサイズが2、移動量が1で、注目画素の輝度値をB、その近傍の画素の輝度値をそれぞれAとCとする時、注目画素BのLAC値は $\frac{(A \cdot B + B \cdot C)/2}{(A^2 + B^2 + C^2)/3}$ により求められる。1画素ごとにLAC値を計算し、最大値と最小値を求め、ダイナミックレンジ変換を行うことでLAC画像が作成される。輝度が急激に変化する領域ではLAC値は小さく(すなわち相関が低い) LAC画像の画素値は低い。逆に輝度が滑らかに変化する領域ではLAC値はほぼ1に近い値をとり(すなわち相関が高い) LAC画像の画素値は高い。

LAC変換が、局所的かつ線形な照明変動に頑健であることを示した。一般に画素 $f(x)$ の近傍の画素の輝度値は非常に似ている。また、線形な変化を近似する係数 k は画素値 $f(x)$ よりとても小さい。局所的に線形な変化をする照明モデル画像にLACを適用し、LACの特性を分析する。注目画素の輝度値をBとすると、その近傍の画素A、Cの輝度値はそれぞれ $B-k$ と $B+k$ と近似できる。注目画素BのLAC値は $1 - O(\Delta^2)$ になり、 $\Delta = k / f(x) \ll 1$ であることより、LAC変換は局所的に線形な

変化を低減させる効果があることが理論的に示される。

LACの周波数特性についても分析した。具体的には3セットのSineカーブを準備し、1セットあたり15種類の周波数画像を準備した。入力SineカーブにLACを適用し、PSNRと呼ばれる入力信号と出力信号の比を求める定義を用いて定量的に評価した。基本的には、滑らかに変化する低周波信号においては高い相関値を出力し、急激な変化をする高周波信号においては低い相関値を出力するローパスフィルタの特性を有している。

局所自己相関(LAC)画像の効果を確かめるため、AdaBoost アルゴリズムに基づく顔検出に適用した。ここでは、MIT CBCL顔データベースを用いて学習し、これとは独立なCMU PIE顔画像データベースに対して分類実験を行う。CMU PIEデータベースは、68人に対して22の異なった方向の照明を受けた正面顔画像を含んでいる。この結果、LAC変換を行わない場合と比較して、LAC変換を適用すると認識率を約4.7%改善できることを確認できた。

以上のように、本論文で提案したLAC変換が、AdaBoost アルゴリズムに基づく顔検出において、照明方向の変化に頑健性を持つことを確認した。

(注) ① タイプ、ワープロ等を用いてください。10pt 2,000字程度(2頁以内)とします。

② 論文題目が英文の場合は、題目の下に和訳を()を付して併記してください。

論文内容要旨 (英文)

平成 19 年度入学 大学院博士後期課程

システム情報工学 専攻

学生番号 07522305

氏名 朱 洪錦



論文題目 Face Detection Based on AdaBoost Algorithm using Local AutoCorrelation Image Conversion

Face detection is a basic and important technology in monitoring systems as interface between human and computers. And it has received extensive attention with increasing demands in locating face correctly. Such a method is desired, if it is robust to changes in illumination condition, and also can be used even in the system with low calculation ability such as cellular phones. AdaBoost algorithm is a good candidate, because it provides a good detection capability. Variable illumination is one of the most important problems and has received significant attention in the last decade. In order to cope with the difficulty, this paper presents a novel normalization method, Local Autocorrelation (LAC) method, to cancel or reduce the variation followed by its application to human face detection based on AdaBoost algorithm. Local AutoCorrelation is a local approximation of autocorrelation function. Local AutoCorrelation value is produced on a pixel-by-pixel basis, while the calculation is done over a block of pixels. LAC images are obtained by normalization equation, after detecting maximum value and minimum value. For lowest correlation, the LAC value tends to be very small resulting in a very low LAC image intensity. Low intensity corresponds to a dark pixel. Reversely, very high correlation produces a large LAC value close to 1, resulting in a bright pixel. Pixel values of nearby pixels are very much similar to each other, and difference between two contiguous pixels corresponding to linear changes is much smaller than pixel values. So possible influence due to the locally linear change is reduced effectively by LAC. LAC is applied to face detection based on AdaBoost algorithm in order to verify the effect of LAC. Experiments on CMU PIE database have shown that the LAC improves face detection performance under varying illumination conditions by up to 4.7% when combined with normalization. The proposed LAC has proven to be robust to non-uniform illumination variation in images.

(12pt シングルスペース 300 語程度)