形状と色の類似特徴を用いた共起確率特徴量による人検出

EP07053 後藤 雄飛　　指導教授：藤吉弘亘

1. はじめに

従来の人検出法では，形状特徴を捉える HOG 特徴量が多く利用されている．近年では，色の類似性に着目した CSS 特徴量が提案され，性質の異なる特徴量を併用することで，検出性能が向上することが報告されている．本研究では, 共起表現により HOG 特徴量と CSS 特徴量の関係性を捉えることで，人検出性能の高精度化を目的する．

2. 形状と色の類似特徴による共起確率特徴量

提案手法は，形状を捉える HOG 特徴量と色の類似性を捉える CSS 特徴量 [1] から，共起確率特徴量 [2] を生成し，Boosting を用いて人検出器を学習する．2 つの特徴量から共起確率特徴量を生成することにより，形状と色情報の関係性を捉えることができる．

2.1. 形状特徴:HOG

Histograms of Oriented Gradients(HOG) 特徴量は，物体の形状を捉える特徴量である．HOG 特徴量を算出するためには，8×8 ピクセルで構成された局所領域 (セル) 内における勾配強度と勾配方向を用いてヒストグラム化する．さらに，2×2 セルのブロックごとで正規化することで，照明変化や幾何学的変化に頑健な特徴量となる．

2.2. 色の類似特徴:CSS

Color Self-Similarity(CSS) 特徴量は，同一物体における色の類似性を捉える特徴量である．図 1(a) に CSS 特徴量の算出の流れを，図 1(b) に CSS 特徴量の可視化例を示す．CSS 特徴量を算出するためには，8×8 ピクセルで構成されたセル内から，HSV 表色系を用いた色ヒストグラムを作成する．次に，2 つのセルの色ヒストグラムの類似度をユークリッド距離から算出する．図 1(b) に示すセルに着目したときの CSS 特徴量は，衣類などの同一領域は高い値となり，背景などの非同一領域は低い値となる．

図 1：CSS 特徴量

2.3. 共起確率特徴量

提案手法では，HOG 特徴量と CSS 特徴量の共起表現を実現するために，Real AdaBoost を用いて共起確率特徴量を生成する．生成方法は，図 2 に示すように，(1) 入力画像から HOG 特徴量 x_1，CSS 特徴量 x_2 を抽出し，(2) それぞれ弱識別器の出力値 $h(x_1)$，$h(x_2)$ を算出する．(3) 弱識別器の出力値 $h(x_1)$，$h(x_2)$ の和と積を算出することにより共起確率特徴量を生成する．提案手法では，特徴プールに HOG 特徴量と CSS 特徴量が存在するため，同一の特徴量同士も選択される．

共起確率特徴量は，弱識別器の出力値の和を特徴量とすることにより，2 つの特徴量を総合的に捉える特徴量となる．また，弱識別器の出力値の積を特徴量とすることにより，2 つの特徴量の共に有効な情報を捉える特徴量となる．このように，HOG 特徴量と CSS 特徴量の共起を表現することにより，性質の異なる 2 つの特徴量の様々な関係性を表現するため，高精度な検出が期待できる．

図 2：共起確率特徴量

3. 評価実験

提案手法の有効性を示すために，評価実験を行う．

3.1. 実験概要

実験は，HOG 特徴量 (HOG)，CSS 特徴量 (CSS)，HOG 特徴量と CSS 特徴量の併用 (HOG+CSS)，提案手法を比較する．実験には，INRIA Person Dataset を用いる．学習サンプルとして，検出対象 (ポジティブサンプル)2,416 枚，非検出対象 (ネガティブサンプル)13,161 枚．評価サンプルとして，ポジティブサンプル 1,126 枚，ネガティブサンプル 9,060 枚を用いる．評価には DET カーブを用いる．DET カーブは，横軸に誤検出率，縦軸に未検出率を示し，原点に近いほど精度が良いことを表す．

3.2. 実験結果

識別結果の DET カーブを図 3(a) に示す．HOG+CSS は，HOG，CSS の単一の特徴量と比較すると，誤検出率 1% の場合において約 5 ～ 6% 検出精度が向上している．単一の特徴量に比べて，2 つの特徴量を併用して使用すると有効であることがわかる．次に，HOG+CSS と提案手法を比較すると，提案手法は約 1.5% 検出精度が向上した．これにより，提案手法は 2 つの特徴量の関係性を効果的に捉えることができたといえる．

図 3：実験結果と強識別器の出力値

3.3. 考察

各サンプルにおける強識別器の出力値の分布は，ポジティブとネガティブのクラス間の重なりが少なく，クラス間分散が大きいほど人検出の精度が良い．図 3(b) に，提案手法と HOG+CSS の各サンプルにおける強識別器の出力値の分布を示す．横軸に提案手法の強識別器の出力値，縦軸に HOG+CSS の強識別器の出力値を示し，対角線上 (緑線) にサンプルが分布すると出力値が同等であることを表す．図 3(b) より，提案手法はポジティブサンプルの 89% が青色の領域に分布し，ネガティブサンプルの 96% が赤色の領域に分布していることがわかる．これにより，提案手法は HOG+CSS と比較し，各サンプルがより正解クラスらしい出力値となることを確認した．さらに，HOG+CSS のクラス間分散は 62.1 なのに対し，提案手法は 102.6 と大きくなっていることがわかる．以上より，提案手法では共起表現によりクラス間の分離能力が向上したといえる．

4. おわりに

本研究では，形状と色の類似特徴を用いた共起確率特徴量による人検出法を提案し，高精度な検出を実現した．今後は，人の色の類似領域を適応的に捉える特徴量を作成し，さらに高精度な人検出を可能にすることを目的とする．

参考文献

[1] S. Walk and N. Majer “ New Features and Insights for Pedestrian Detection ”, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2010.

[2] 山内悠嗣，山下隆義，藤吉弘亘, “ Boosting に基づく特徴量の共起表現による人検出 ”, 信学論 (D-II)，vol.J92-D-II，no.8，pp.1125-1134，2009.