

カメラ映像による運搬物のゲート通過の検知

川口 翼 田村 悠貴

日本工業大学工学部情報工学科

1. はじめに

ある種の施設や航空機などではセキュリティ上、荷物の持込が制限され、危険物持ち込みへの対応が重視されている。現時点において荷物の持込のチェックおよび荷物の特定には、RFID などの事前準備が必要であったり、人が判断する必要がある。本論文では、安価な固定カメラ映像を通して、物品の特定を試みる。

取得した映像から荷物を検出する手法として、haar-like 特徴 (図 1) を用いたブースティングを用いる。セキュリティ上警戒されうる荷物の代表としてペットボトルを学習させ、実験によって有用性についての評価と考察を行う。



図 1 haar-like 特徴

2. 手法

ペットボトルを検出するため、ブースティングで学習を行い、それにより作成した識別器を用いてペットボトルの検出を行う。

本論文ではカスケード型識別器を作成し、荷物の検出を行う。学習アルゴリズムは AdaBoost ベース、特徴には haar-like を用いる。学習に時間がかかるため、検出する荷物は 500ml ペットボトルのみに限定した。向きの違いや距離による見掛け上の形状変化に強い検出が可能になるのではないかと考えた。

2.1 学習用画像の用意

識別器の学習用に、検出対象が写った正解画像と非検出対象のみの不正解画像を学習用画像として用意する。

正解画像の撮影は、三脚にデジタルカメラを取り付けて行った。撮影条件は、ペットボトルの中心からカメラのレンズまでの距離を 40cm とし、ペットボトルの中心が画像の中心になるように調整する。撮影するペットボトルは 6 種類を用意し、各ペットボトルに対して仰角と回転角を 10 度毎に変更し撮影した。

不正解画像はインターネットから風景画などを無作為に選んだ。

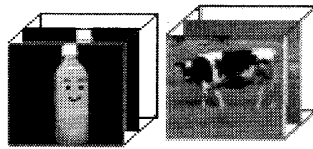


図 2 正解画像と不正解画像例

用意した画像は 13000 枚、その内正解画像は 10000、不正解画像は 3000 である。用意した正解・不正解画像は、学習用画像としての利便性を考え 48×48 画素の画像に縮小する。

2.2 学習

前述した学習用画像と、その正解・不正解の情報を記したテキストを学習用データとして用意し、そのデータを元に学習を行う。学習に使用したアルゴリズムは AdaBoost の変種である Gentle AdaBoost である。画像の選別や条件の調整は検出精度に密接な関係を持つため、精度の向上を目指して何度も調整を行った。

学習によって作成したカスケード型識別器を用いてペットボトルの検出を行う。

3. 実験

3.1 実験方法

検出率に関係するいくつか撮影条件を設定し、その条件ごとに画像を分類して検出率に対する重要度を調べる。サンプル画像はネットワークカメラを用い、エレベータ前と研究室入口で撮影した。

画像を背景差分法によるマスク処理で歩行者を抽出し、学習した識別器を用いて対象(ペットボトル)を検出させる。

3.2 実験結果

撮影位置(歩行者の向き)・撮影場所の照明明度・対象のサイズが検出に影響を与え、各要素の条件を変え、それぞれ検出率を調べた。画像のサイズは 320×240 ピクセル、撮影場所はぶれが検出に影響を与えることを考えて、歩行者が静止するエレベータ前に設置して秒間 4 枚の速度で撮影した。

(1) 歩行者の向き

向きによるペットボトル検出の結果とを表 1 に、1 フレームの画像から検出を行った画像を図 3 に示す。太線の矩形は実際にプログラムが検出した正解の領域、細線の矩形はペットボトルが存在しないにも関わらずプログラムが検出した誤検出の領域である。

表 1 歩行者の向きによる検出の結果

	撮影枚数	正解数	誤検出数
正面	30	28	132
横	30	29	131
斜め前	30	30	98
後ろ	30	30	180

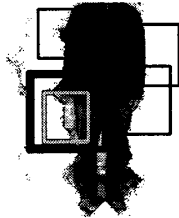


図 3 検出結果

歩行者の向きに関して、検出精度に大きな偏りは見られなかったが、背景差分法によるマスク処理を行った際に、抽出領域が多くなり結果として誤り検出が多くなった。

(2) 撮影場所の照明明度

検出率 80%以上のシーンと検出率 30%以下のシーンで、撮影時の画像全体における各画素の明度を CIEL*a*b 表色系で割合を調べた。

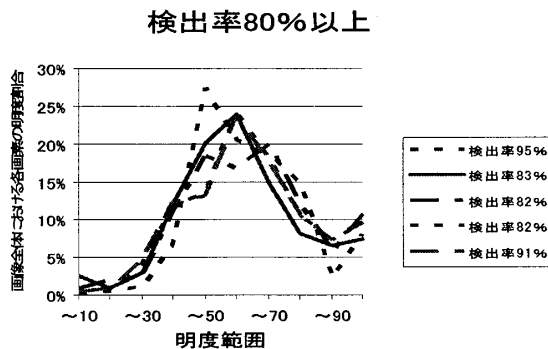


図 4 検出率 80%以上のシーンの明度

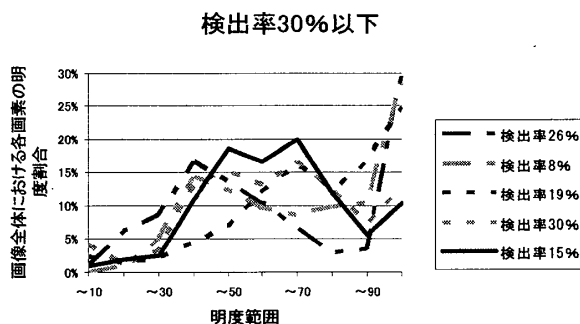


図 5 検出率 30%以下のシーンの明度

検出率 80%以上のものは、明度 50~60 程度の画素の割合が高く、極端な明度差はあまり見られない。

検出率 30%以下のものは、各画素の明度にばらつきがあり、明度 90 以上が画像全体の 3 割を占める場合が多かった。主に逆光状態や、昼間に照明を点けた場合がそれに当たる。

検出率の低い画像に明度補正をかけ、全体の明度を下げた状態で検出を行った結果、誤検出は減ったが検出率は変化しなかった。

明度を上げて検出を行うと正解率は下がった。屋外などの明度が高くなりやすく、時間によって明度に変化する場所は精度が下がると考えられる。

(3) 対象物のサイズ

画像を加工して対象を段階的に隠した状態で検出をするか実験した。結果、対象の 6 割が隠れている状態でも検出したが、画像の対象サイズの縦若しくは横の幅が 120 ピクセルを越えると検出をしなくなった。ペットボトルを 120 ピクセル以内に納める場合、最低でも 1m 以上の距離が必要だった。

(1)~(3)の各要素について検証を行った結果、実際にこれらの手法を用いてペットボトルの検出を行う場合、明度変化がの少ない屋内において、静止した状態の歩行者を横から撮影した状態が検出に適した環境であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、学習による特徴量算出によってネットワークカメラを通し、特定の範囲内に映った歩行者の持つペットボトルを検出する実験を行った。

学習用に収集した画像は無作為に抽出したため、不相当として除外されることがあり、また似通った画像も含まれたために識別器の性能は決して高くないと言える。性能評価を繰り返し、誤検出された画像を含んだ学習を行うことで、識別器の性能が上がると考えられる。

参考文献

[1] Paul Viola and Michael J. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", IEEE CVPR, 2001.