

# 万引き防犯支援システムに関する研究

胡 洪武 指導教員：何 立風

## 1 はじめに

コンビニやスーパーのような小売店のほとんどは録画できる防犯カメラを設置しているが、すべての映像を確認する作業は非常に時間がかかる。また、録画映像から不審者を発見しても、すでに手遅れな状態であるため、万引きの防止には十分ではない。そのため、万引きの可能性のある状況が発生した場合、その画面を参考情報として管理者に知らせるようなシステムが求められる。

本研究は取られた商品を追跡し、商品の行方より、万引き状況を判断する。移動物体追跡のアルゴリズムは数多く提案されているが、現在注目されている追跡手法に camshift アルゴリズムがあげられる。この手法は追跡ウィンド内で色分布を計算し、この分布を利用して追跡ウィンドウのサイズ調整しながら、追跡ウィンドウを移動させる手法であり、処理スピードが速く、形状変化と部分遮蔽に強固であるといった多くの利点を持つ。しかし色確率分布を利用しているため、目的物体と背景の色が似ていると、追跡に失敗してしまう。

そのため、探索エリアに候補窓N個をランダム分布に置き、候補窓内に目的物体の色の種類と合う色の種類の数(多様度)を求め、多様度が最大の各候補窓のヒストグラムの期待値と目的物体のヒストグラムの期待値の差で、制限ウィンドを作る。CAMSHIFT 法で目的物体の位置を推測する時、背景に影響された時、制限ウィンドで制限する。

## 2 処理の流れ

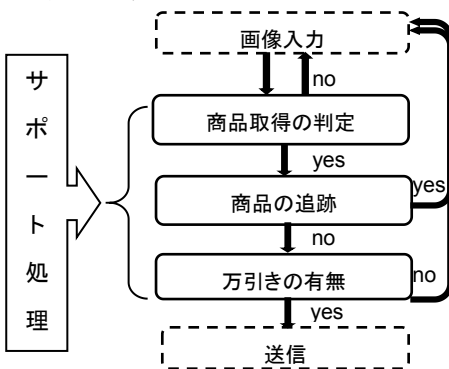


図1 処理の流れ

防犯カメラから画像を取得する。取得した画像を背景差分し、その対象に対して肌色抽出し、ラベリングする。商品を取る時は、手を出すため、ある肌色ブロックは体から離れるので、このブロックは商品を取ろうとする手と判定する。差分画像中で手の周辺に急激なデータ変動があった場合、商品を取った可能性があるとして判断する。

商品の置き場は決まっているので、事前に各商品置き場を登録し、各エリアに対応する商品画像を用意する。商品

が取られた可能性があるとき、商品画像を提供する商品色情報で追跡する。追跡開始から、すぐ商品追跡を失敗したら、商品が取られていないと判断する。

商品が消えたときの場所と買い物カゴの距離と角度を計算し、その値でカゴに入れたかどうかの判断が行う。盗難の可能性のある場合、そのシーンを管理者に送信する。

## 3 追跡

### 3.1 CAMSHIFT アルゴリズムの問題点

CAMSHIFT アルゴリズムは色情報の確率分布図で目的物体の位置を推測するアルゴリズムである。

確率分布図は目的物体画像に対して、h s v 色情報ヒストグラムとし、各色の占める割合により、探索エリアに重みをつける。

例えば、目的物体はA、B、C、D色が含まれている。割合は2、5、2、1である。

A*2	B*5
C*2	D*1

図2 目的物体の各色の割合

もし探索エリアの色分布が図3のように示されれば、確率分布図は図4のようになる。

T	Y	I	E	K	S
Z	G	G	O	M	K
A	B	B	B	B	B
C	B	B	B	B	B
C	D	B	B	B	B

図3 探索エリア色分布

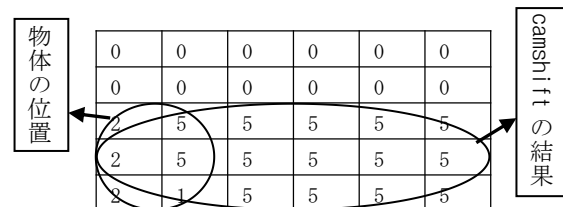


図4 重み付確率分布図

camshift より、図4の大きな楕円は物体の位置である。しかし、目的物体の周辺に物体の色分布(ABCD色の分布)がある時、camshift は正確に推測できない。

### 3.2 改良提案

探索エリアに候補窓N個をランダム分布に置き、各候補窓の目的物体色多様度により、物体大体の位置を推測する。

	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0	0
	2	5	5	5	5	5
B	2	5	5	5	5	5
	2	1	5	5	5	5

図 5 候補窓置きの重み付確率分布図

図 5 に示す通り、B 候補窓の多様度は 3 であり、A 候補窓の多様度は 1 である。このことから、B 候補窓の方が目的物体までの位置が近いことがわかる。

高い色識別能力を得るため、各多様度最大値を持つ候補窓に重みをつける。候補窓内の各色の占め割合は目的物体の各色の占め割合と近ければ、この候補窓と目的物体の照合がいいと考えられる。色比例の違い程度で目標まで距離を表す。

ここでヒストグラムの期待値で色比例の違い程度を表す。色多様度最大値の候補窓のヒストグラムの期待値と目標のヒストグラムの期待値の差で各候補窓に重みを付ける。ただし、差が小さいほど、目標に近い。目標に近いほど、重みが高くなるため、期待値の差を逆数にする。

目的物体の位置計算方法は下の三つのステップで計算する。

①. ヒストグラムの期待値を計算する。ヒストグラムのビンの数  $k$ 、各ビンの画素数は  $m_i$  が与えられると、期待値  $E$  は下のように計算できる。

$$E = \left( \sum_{i=0}^{k-1} i * m_i \right) / \left( \sum_{i=0}^{k-1} m_i \right) \quad (1)$$

②. 重みを計算する。各多様度最大の候補窓のヒストグラムの期待値を  $E_n$ 、目的物体の色ヒストグラムの期待値を  $E_o$  とすると、重み  $Q_n$  は下のように示す。

$$Q_n = \frac{1}{|E_o - E_n|} \quad (2)$$

③. 目的物体位置の座標を求める。各多様度最大値の候補窓の座標を  $Q_n(x_n, y_n)$  とする。多様度最大値の候補窓の数は  $M$  個がある ( $M \leq N$ )。目的物体の位置座標  $Q_o(x_o, y_o)$  は下のように示す。

$$x_o = \left( \sum_{n=1}^M Q_n * x_n \right) / \sum_{n=1}^M Q_n \quad (3)$$

$$y_o = \left( \sum_{n=1}^M Q_n * y_n \right) / \sum_{n=1}^M Q_n \quad (4)$$

## 4 実験

### 4.1 改良前後の効果実験

sony の PJ630 ビデオカメラを使い、研究室で青い服を着装する。青い箱のお菓子を青い服のエリアに通る。未改良の実験は `opencv` の `cvCamshift` 関数を使い、改良前後の手法比較実験が行った。

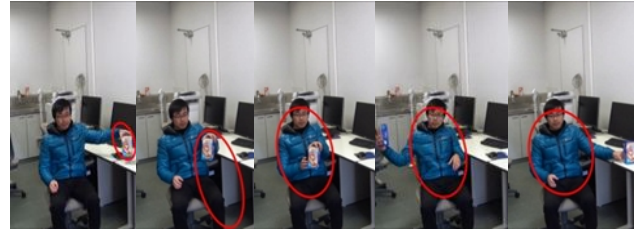


図 6 未改良の結果



図 7 改良後の結果

### 4.2 システム性能実験

システム性能実験は研究室で 16 個の商品で模擬実験を行った。コンビニで 11 個の商品で現場実験を行った。結果は下の表のように示された。二回の実験を合わせて正解率 78.4% であった。

表 1 模擬実験結果

		設定	誤検知
模擬実験	商品を取る	16	1
	正常	12	2
	盗難	4	2
現場実験	商品を取る	11	0
	正常	10	4
	盗難	1	0

## 5 まとめ

本研究では商品の行方で盗難を判断するシステムを提案し、自動的にリアルタイムで万引き状況を検出できることが確かめられた。また、重み付き多様度を用いた CAMSHIFT 追跡を提案し、色近い背景の影響に頑強な効果が確かめられた。今後の研究方向は遮蔽が減らすため、複数のカメラを用いてシステムを構築する。

### 参考文献

- [1]大島直也, 齊藤剛史, 小西亮介. オプティカルフロー分布を利用した Mean Shift 法による追跡、電子情報通信学会信学技報 Vol. 105 No. 534, 電子情報通信学会信学技報 Vol. 105 No. 536、2006-01-13
- [2]田中 良平, 山内仁, 金川明弘. 色分布を用いた動的輪郭モデルによる実時間移動体追跡情報科学技術フォーラム講演論文集 7(3), 293-294, 2008-08-20
- [3]Gary Bradski, Adrian Kaehler (September 2008). 「Learning OpenCV」 O'Reilly Media .Pages:580