

H-020

排他的ブロックマッチングによる移動カメラ映像中の目標物の探索 An Object Search Method from Motion Camera Scene based on the Exclusive Block Matching

李竹[†] 藪田顕一[†] 北澤仁志[†]
Zhu LI[†] Kenichi YABUTA[†] and Hitoshi KITAZAWA[†]

1. はじめに

移動カメラ映像中から移動物体あるいは特定の目標物を探索する技術は ITS やロボットビジョンに不可欠な技術であり、多くの研究が行なわれている。Mean-shift 法は目標領域中の HSV のヒストグラムを利用する方法であり、移動カメラにも対応可能であるが、オクルージョンに対応できない、細部の対応が分からない、任意の形状に対応できないという問題点がある。[2]

本報告ではテンプレートと現フレームをブロックに分割し、ブロック間の排他的マッチングにより、最適対応を求める方法を提案する。また、部分的なオクルージョンと輝度変動に対応する手法を示す。

2. 排他的ブロックマッチング

2.1 現フレームとテンプレートの排他的マッチング

排他的ブロックマッチングの基本的な原理を説明する。まず、図1に示すように、現フレームとテンプレートを同じ大きさのブロックで分割する。ブロックの大きさを $n \times n$ ピクセル、テンプレートと現フレームの幅、高さをそれぞれ (k, j) , (w, h) とするとブロック数はそれぞれ $k/n \times j/n = M$ および $w/n \times h/n = N$ となる。一般にブロックマッチングでは最も類似したブロック同士が対応すると推定するため、複数のブロックが重なったり、接近しすぎる場合がある。提案手法ではこれを避けるため、対応は排他的であるとす。

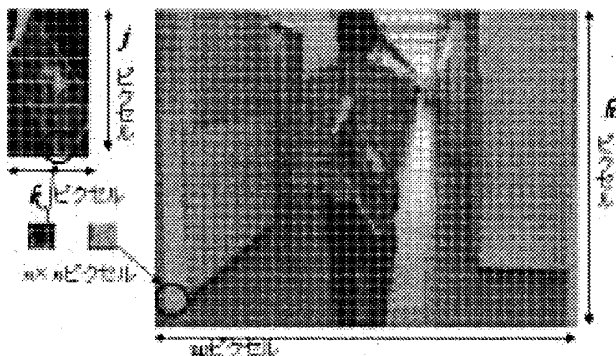


図1: 画像のブロック分割

2.2 1次割当問題

図2に示すように、テンプレートのブロックと現フレームのブロックとの類似度(実際には相違度、距離)を $M \times N$ の行列に表す。テンプレートと現フレームのブロックが1対1に対応とした場合は合計コストを最小化する対応は1次割当問題として解くことができる。

ただし、目標物が画面に入っていない時やオクルージョンが発生した時など、テンプレートのブロックの一部に対応するブロックが現フレーム中に存在しない場合もある。その問題のため、図2に示すようにテンプレートの消滅に対応する行列を追加する。この行列はテンプレートが現フレーム中のどのブロックとも類似しないときに選択される固定値である。

		現フレーム					消滅						
		1	2	3	4	N	1	2	3	4	...	M
テンプレート	1												
	2		X										
	3				X								
	4						X			X			
	...												X
M					X			X					

図2: 1次割当問題の行列

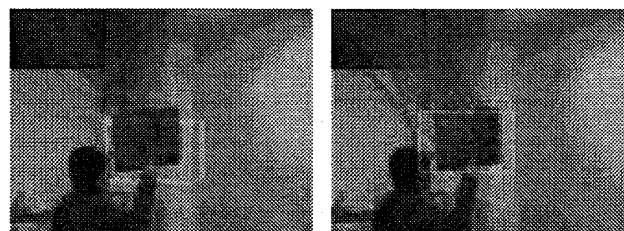
2.3 類似度の計算

本研究では Bhattacharyya 距離で HSV のヒストグラムを比較する手法を用いた。H, S, V はそれぞれ 10 レベルとし、式(1), (2)により2つのヒストグラム p, q 間の距離 d を計算する。[3]

$$\rho[p, q] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p^{(u)} q^{(u)}} \quad (1)$$

$$d = \sqrt{1 - \rho[p, q]} \quad (2)$$

2.4 照明変動への対応手法



(a) テクスチャ特徴加算なし (b) テクスチャ特徴加算

図3: テクスチャ特徴加算の効果

照明変動へのロバスト性を上げるため、照明条件が異なっても変化しない特徴量を加算する。影または照明変動の部分では明るさは違ってもテクスチャは同じである。本研究ではテクスチャの特徴値のひとつであるヒストグラムの分散を用いた。図3にテクスチャ特徴量の加算の効果を示

[†] 東京農工大学大学院工学府
Tokyo University of Agriculture and Technology

す。実験結果では、各図の左上にテンプレートを置き、赤線でブロック間の対応を示している。

2.5 平均移動ベクトルによる形状の保存

照明変動や角度による見え方の違いが発生しても正しい対応を維持するため、形状が急激に変化しないという制約を考慮する必要がある。しかし、ブロックの相対位置の制約は2次割当問題となり容易に解けないため、ここでは個々のブロックの移動ベクトルを平均移動ベクトルに近付けることにより形状変化を抑える方法を用いた。

物体形状は急激には変化しないと仮定し、各ブロックの移動ベクトルが平均移動ベクトルに近づくようにコストを調節した。具体的には1回目のマッチングで各ブロックの平均移動ベクトルを求め、ここからの変位に比例したペナルティをコスト値に加えて2回目のマッチングを行った。



(a)1回目の対応結果 (b)2回目の対応結果

図4：形状の保存

2.6 処理のフロー

提案手法の処理フローを図5に示す。

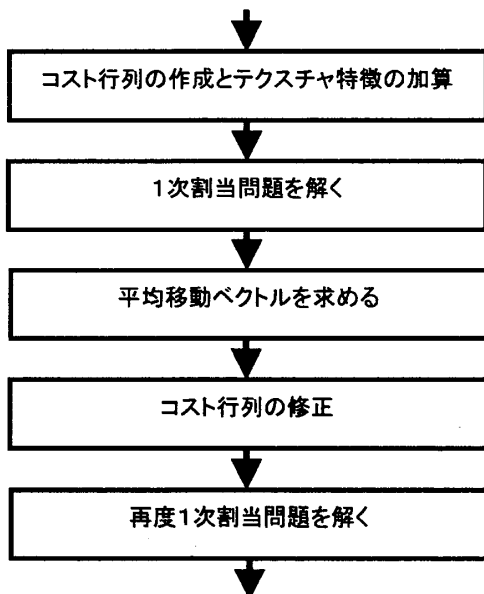


図5：提案手法のフロー

3. 実験結果と考察

3.1 屋外移動カメラの実験結果

図6は人物が緑のかばんを持って歩いているデータの実験である。カメラはかばんを追って撮影している。図6に示すように、正確な追跡が実現でき、部分的なオクルージョンが発生しても続けて追跡している。

図6：屋外移動カメラの実験結果



3.2 屋内移動カメラの実験結果1

図7は赤いポスターを追跡した例である。オクルージョンの発生と同時にポスターと似た色の服を着た人物が入ってきたシーンではブロックが混合してしまい、正しい追跡はできなかった。

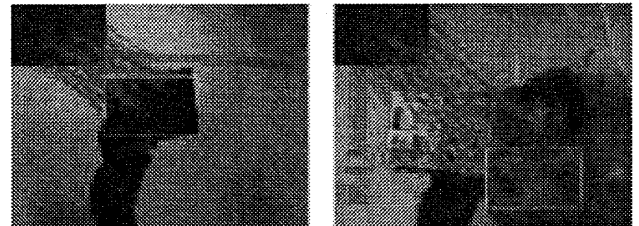


図7：屋内移動カメラの実験結果1

3.3 屋内移動カメラの実験2

図8はかばんを背負った人物を追跡しながら撮影した例である。図8に示すように、正確な追跡が実現できている。また、目標物の向きが変わっても追跡できている。しかし、ブロック分割の境界の変動のため、目標物より背景の方が類似度が大きくなるブロックもある。

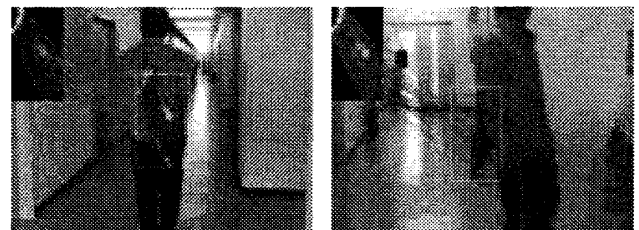


図8：屋内移動カメラの実験結果2

4. まとめ

排他的ブロックマッチングに基づく目標物の探索と追跡手法を提案した。ほぼ正しく追跡ができ、手法の妥当性、有効性を示した。ただし、色情報だけでは物体の追跡は不安定である。形状保存条件を含めた2次割当問題としての解法が今後の課題である。

参考文献

- [1]北澤仁志, 李竹, 藪田顕一, “排他的ブロックマッチングによる移動物体の抽出と追跡”, 信学技報, IE2008-9(2008)
- [2]D. Comaniciu, P. Meer, “A Robust Approach Toward Feature Space Analysis”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 5, pp. 603-619, May, 2002
- [3]P. Perez, C. Hue, J. Vermaak, and M. Gangnet “Color-Based Probabilistic Tracking”, ECCV 2002, LNCS 2350, pp. 661-675, 2002.