

superpixel を用いた背景の変動に頑健な移動物体領域抽出手法

笠原 優也^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

近年、人物や車両の集計・追跡等を目的とした映像による自動モニタリングシステムの開発が進められている。このシステムを実現するためには、映像から人物や車両等の移動物体を抽出する必要がある。そのための手法として背景差分が広く用いられている [1]。背景差分は、入力画像と背景モデルを比較し、異なる箇所を移動物体領域（前景領域）として抽出するものであり、未知の対象を抽出可能という利点を持つ。しかし、この方法には、木の揺れや噴水のように背景自体が変動する場合、変動する背景領域を誤って抽出してしまうことで、領域抽出精度が大きく低下するという問題がある [2]。

この問題に対し、筆者らは過去の入力画像（参照画像）の集合を背景モデルとして扱い、入力画像と比較を行うことで背景の変動へ対応する手法を提案している [3]。また、この手法では、注目画素の周囲の画素を考慮した、矩形のブロック単位で比較を行い、その結果に基づき、注目画素が前景であるか背景であるかを判定することで、抽出精度向上を可能とした。これに対し、本稿では、ブロック単位の比較と画素毎の判定ではなく、superpixel 単位で比較と判定を行うことにより、抽出精度の改善と処理の高速化を図る新たな手法を提案する。

2 関連研究

樹木の揺れや噴水等によって映像中の背景自体が変動する場合には、背景の小さな変動が繰り返されるという特徴がある。このような変動に対しては、背景領域の各画素が複数の値を往き来することに着目し、画素毎に複数の値を保持した背景モデルを用いることで対応が図られている [4]。一方、背景差分における入力画像と背景モデルの比較を安定させるために、画素単位で両者を比較せず、注目画素の周囲の画素を考慮した、ブロック単位で比較を行う手法が提案されている [1]。この手法では、入力画像の各箇所の状態に応じてブロックサイズを適切に制御した場合、抽出精度のさらなる向上が期待できる。しかし、画素毎に複数の値を保持した背景モデルに、このアプローチを導入する場合、異なるブロックサイズに対して、背景モデルを各々作成・更新する必要があるため、その効率的な実現が難しい。

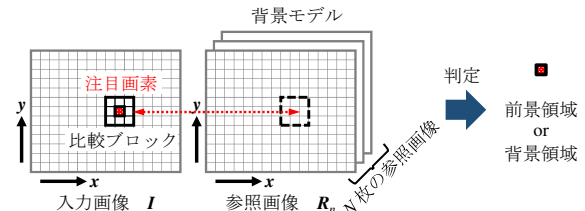


図1 ブロック単位での比較・画素毎の判定 [3]

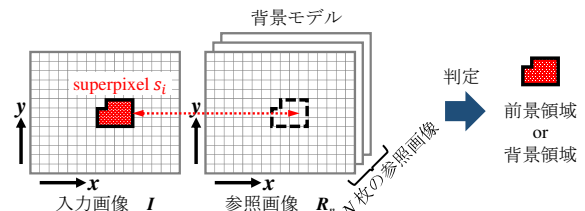


図2 superpixel 単位での比較・判定（提案手法）

先行研究 [3] の背景差分手法は、過去の入力画像の集合を背景モデルとして用いることで、背景モデルの各画素が複数の値を保持しつつ、ブロックサイズを適切に制御することを可能にした (図 1)。しかし、この手法では、比較をブロック単位で行っている一方で、前景か背景かの判定を画素毎に行っているため、全体の処理量が増加している。また、移動物体領域の境界にブロックが重ならないようにサイズを制御しているため、領域境界付近では、ブロックサイズが小さくなり、判定の安定性が低下する。

3 提案

提案手法では、入力画像の比較箇所には依らない安定した比較と効率的な判定を実現するために、先行研究 [3] の比較方法を改良する。具体的には、図 2 に示すように、輝度や色などの性質が似た画素を複数まとめた小領域 (superpixel) [5] に入力画像を分割し、過去の入力画像から構成される背景モデルとの比較、および前景か背景かの判定を superpixel 単位で行う。

3.1 全体の処理の流れ

まず、背景モデルとして事前に N 枚の入力画像を保持し、これを参照画像 $R_n (n = 1, 2, \dots, N)$ の初期集合とする。以降、入力画像 I が新たに C フレーム入力される度に、 R_n の一枚をランダムに選択して I と入れ替え、背景モデルを更新する。

Robust Region Extraction of Moving Objects in Dynamic Background Using Superpixels

Yuya KASAHARA^{†1}, Toru ABE^{†1,†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†2}^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University^{†2} Cyberscience Center, Tohoku University

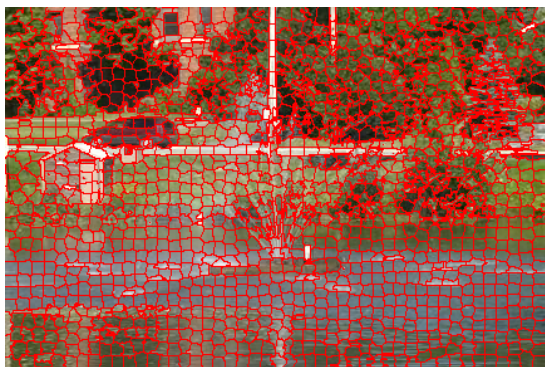


図3 SLICを用いて画像をsuperpixelに分割した例

新たに入力画像 I を取得すると、その画像をsuperpixelに分割する。次に、superpixel s_i 内の各画素と参照画像 R_n において対応する各画素の差分を計算し、その平均値と閾値 T_I を比較する。この処理を全ての参照画像に対して実行し、平均値が閾値 T_I を越えた R_n の枚数と閾値 $T_R (= \alpha \cdot N)$ の比較を行う。閾値 T_I を越えた R_n の枚数が T_R より大きくなる場合、 s_i を前景領域として判定し、閾値 T_R 以下となる場合、背景領域として判定する。

3.2 superpixel への入力画像の分割

提案手法では、入力画像をsuperpixelに分割する必要がある。superpixelに分割する方法の1つに、k平均法によるクラスタリングアルゴリズムを応用したSLIC [5]がある。SLICを用いて画像をsuperpixelに分割した例を図3に示す。提案手法におけるsuperpixelの分割ではこの方法を利用する。SLICは、生成するsuperpixelの数 k とsuperpixelの形状の複雑さ m を調節できるという特徴がある。

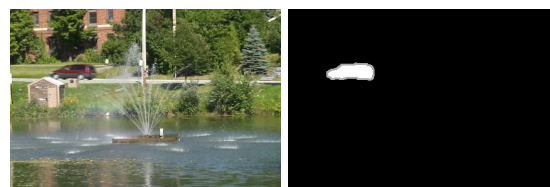
4 評価

提案手法の有効性を評価するため、実験用計算機(Windows7 Pro, Core i7 3.60GHz, 8GB)上にプログラムを実装し、移動物体領域の抽出実験を行った。判定に関わる各パラメータは、予備実験により決定した値を用いた($N = 30$, $C = 50$, $T_I = 40$, $\alpha = 0.1$, $k = 1500$, $m = 40$)。入力動画として、噴水の後ろを車両が通過する映像 [6] (432×288 画素, 1499 フレーム, 正解データ付き)を用い、抽出結果に対する適合率, 再現率, F 値と処理時間(ms/frame)を求めた。

先行研究 [3] を比較対象とした実験結果と抽出結果をそれぞれ表1, 図4に示す。表1から、提案手法がより短い時間で、従来手法と同等の抽出精度を得られていることが分かる。また、図4から、提案手法が従来手法に比べて移動物体の領域境界を明瞭に抽出できていることが確認できた。これらの結果から、背景の変動を含む動画に対する提案手法の有効性を確認することができた。

表1 実験結果

	適合率	再現率	F 値	処理時間
先行研究 [3]	0.80	0.89	0.84	105ms/frame
提案手法	0.92	0.80	0.85	62.4ms/frame



入力画像

正解データ



先行研究 [3]

提案手法

図4 抽出結果

5 おわりに

本稿では、superpixelを用いた移動物体領域抽出手法を提案し、背景の変動を含む映像に対して有効であることを示した。今後は、閾値 T_I の動的制御を検討し、更なる精度向上を図り、様々な状況の映像を用いた評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] T. Bouwmans et al.: Background modeling using mixture of gaussians for foreground detection-a survey, *Recent Pat. Comput. Sci.*, Vol. 1, No. 3, pp. 219–237 (2008).
- [2] K. Toyama et al.: Wallflower: Principles and practice of background maintenance, *Proc. 7th IEEE Int. Conf. Comput. Vision.*, Vol. 1, pp. 255–261 (1999).
- [3] M. Shun et al.: Robust Region Extraction of Moving Objects in Dynamic Background, *Proc. 23th Int. Conf. Pattern Recognit.*, pp. 1972–1977 (2016).
- [4] C. Stauffer et al.: Adaptive background mixture models for real-time tracking, *Proc. IEEE Comput. Society Conf. Comput. Vision Pattern Recognit.*, Vol. 2 (1999).
- [5] R. Achanta et al.: SLIC superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, Vol. 34, No. 11, pp. 2274–2282 (2012).
- [6] Y. Wang et al.: CDnet 2014: an expanded change detection benchmark dataset, *Proc. IEEE Conf. Comput. Vision Pattern Recognit. Workshops*, pp. 387–394 (2014).