

複数の参照画像を用いた 背景変動に頑健な対象領域抽出手法

野崎 裕樹^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}

^{†1} 東北大学工学部情報知能システム総合学科

^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター／大学院情報科学研究科

1 はじめに

人物や車両などの移動している対象の領域を映像から抽出する手法として背景差分が広く用いられている。背景差分は、背景画像（モデル）と入力画像を比較し、異なる箇所を対象領域として抽出するものであり、未知の対象や一時停止した対象へも対応可能という利点を持つ。しかし、対象の移動以外の要因で入力画像の見かけが変動する場合、対象領域の抽出精度が低下するという問題がある [1]。

この問題に対し筆者らは、過去の入力画像（参照画像）複数枚を背景モデルとして用いる背景差分手法を提案している [2]。この手法は、天候の変化や時刻の経過に伴い入力画像の見かけが緩やかに変動する場合や、草木の揺れや水面のさざ波などにより背景の見かけが小刻みに繰り返し変動する場合でも、対象領域の正確な抽出が可能となっている。しかしながらこの手法では、カメラの自動露出補正等の入力画像の明るさの急激な変動や、物体の影等の明るさの不規則な変動については考慮されていないため、このような変動を含む映像に対しては、対象領域の安定した抽出が困難な場合が生じる。

そこで本稿では、先行研究 [2] の背景差分手法において、明るさを正規化した画素値を入力画像と背景モデルの比較に利用することで、入力画像の明るさが急激に変動する場合や不規則に変動する場合でも対象領域の頑健な抽出を可能とする新たな手法を提案する。

2 関連研究

2.1 複数の参照画像を用いた背景差分手法

先行研究 [2] の背景差分手法は、複数枚の参照画像を背景モデルとして用い、図 1 に示すように、入力画像の各画素について各参照画像の対応する画素と画素値の比較を行う。この手法では、入力画像の画素値との差が閾値以上となる参照画像が一定枚数以上の場合に、その画素は背景とは異なると判断し、対象領域として抽出することで、背景の見かけの変動が小刻みに繰り返される映像への対応を



図1 先行研究の手法の概要

可能にし、新たな入力画像を参照画像と順次入れ替えることで、見かけが緩やかに変動する映像への対応を可能としている。また、入力画像と参照画像の比較をブロック単位で行うことにより、対象領域抽出の安定性の向上を図っている。

しかしこの手法では、入力画像の明るさの急激な変動や不規則な変動については考慮されておらず、さらに、参照画像と比較を行う際のブロックサイズや閾値が入力画像の画素値に基づき決定されているため、これらの変動を含む映像に対しては、対象領域抽出精度が大きく低下する場合がある。

2.2 入力画像の明るさの変動への対応

明るさが変動する入力画像へ背景差分を対応させるため、Luv 表色系など、輝度情報が色情報と分離された色空間を利用し、輝度情報を除いて入力画像と背景モデルを比較する手法 [3] が提案されている。この手法では、輝度情報を比較に用いないため、対象と背景が輝度のみで区別されるような場合に対象領域の正確な抽出が困難となる。また、対象領域の抽出精度の低下を防ぐため、入力画像の各画素で影の有無を判定し、影と判定された箇所でのみ、背景モデルとの比較に輝度情報を用いない手法 [4] も提案されている。しかしこの手法では、カメラの自動露出補正等により入力画像全体で明るさが急激に変動した場合への対応が困難となる。

3 提案手法

提案手法では、明るさが急激に変動したり不規則に変動する入力画像へ対応するため、明るさを正規化した画素値を利用する。その際、対象と背景が輝度のみで区別されるような場合に対象領域の抽出精度が低下することを防ぐため、元の画素値と明るさを正規化した画素値の線形和に基づき、入力画像と参照画像の比較を行う。

3.1 輝度値の正規化

入力画像の各画素ごとに以下の処理を行う。

$$I' = \frac{255}{B+G+R} \times I = \frac{255}{B+G+R} \times (B, G, R) \quad (1)$$

A target region extraction method robust to background fluctuations by using multiple reference images

Yuuki NOZAKI^{†1}, Toru ABE^{†1,†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†2}

^{†1}Department of Information and Intelligent Systems, School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Cyberscience Center / Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

ここで、画像の各画素の画素値を $I = (B, G, R)$ で表し、画素値の各成分は $0 \leq B, G, R \leq 255$ であるとする。元の画素値 I に対し、式 (1) で明るさを正規化した画素値 I' を求める。これにより得られる I' は、画素の色情報が保存されたまま明るさが正規化されており、画像中での明るさの変動の影響を受け難い値となっている。

3.2 輝度値の調整

明るさを正規化した画素値 I' に基づき入力画像と参照画像を比較すれば、入力画像の明るさの変動に頑健な背景差分を実現できる。しかし、対象と背景が主に輝度のみで区別されるような場合は、 I' に基づく比較により領域抽出精度の低下を生じる。これを防ぐために、提案手法では、元の画素値 I と正規化した画素値 I' の線形和 I'' を式 (2) で求め、入力画像と参照画像の比較を I'' に基づき行う。

$$I'' = \alpha I + (1 - \alpha)I' \quad (2)$$

ここで、 α は、 I に対する重みを表し、値が小さいほど画像中での明るさの変動の影響を受け難くなる。したがって、入力画像での明るさの変動が多い映像では α を小さな値にするなど、予想される映像の状況に応じ α の値を適切に設定することで、明るさが変動する場合の抽出精度の向上と、輝度で主に区別される対象領域抽出精度低下の抑制が期待できる。

図 2 に、元の画素値 I 、正規化した画素値 I' 、および両者の線形和 I'' の画像例を示す。

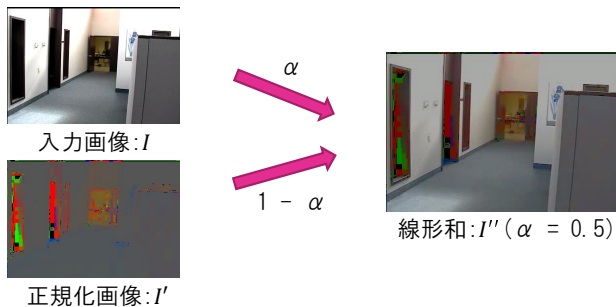


図 2 元の画素値 I と正規化した画素値 I' の線形和 I''

4 評価実験

提案手法の有効性を検証するため、PC (Windows7 Pro, Core i7 3.60GHz, 8GB) 上に試作プログラムを実装し、対象領域抽出実験を行った。提案手法中、元の画素値に対する重みは、予備実験の結果から $\alpha = 0.2$ に設定した。入力には [5] で公開されている映像 (対象領域の正解付き) 2 種類を用いた。映像 A (352×240 画素, 7400 フレーム) では、室内に射し込む自然光の急な変化、および人物の影による明るさの変化が生じている。映像 B (352×240 画素, 2500 フレーム) では、自動露出補正による入力画像全体での明るさの変動が生じている。

提案手法による抽出結果と、先行研究 [2] の手法、および既存手法 [6] による抽出結果の例を図 3 に、各手法の抽出精度 (全フレームでの F 値の平均) を表 1 に示す。なお、既存手法 [6] については、[7]

で公開されているプログラムを用いた。

提案手法では、先行研究の手法や既存手法よりも高い抽出精度が得られており、この結果は、入力画像の明るさの変動に対する提案手法の有効性を示すものである。また、画素値の明るさの正規化に要する処理時間は全体の処理時間の 1% 程度である。

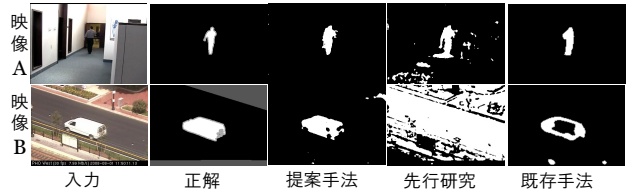


図 3 抽出結果の例

表 1 精度の比較

	提案手法	先行研究 [2]	既存手法 [6]
映像 A	0.838	0.791	0.750
映像 B	0.730	0.600	0.619

5 おわりに

本稿では、入力画像の明るさが変動する場合でも対象領域の頑健な抽出を実現する新たな手法を提案し、実験によりその有効性を示した。

今後、輝度値の線形和を求める際の重み α を動的に制御する手法や、背景差分における他の課題 (画面の揺れなど) への対応手法の検討を進め、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] K. toyama et al.: Wallflower: principles and practice of background maintenance, Proc. Int. Conf. Comput. Vision, vol.1, pp.255–261 (1999).
- [2] 森瞬 他: 画像の集合を用いた背景差分に基づく対象領域抽出手法, 第 77 回全国大会講演論文集, pp.7–9 (2015).
- [3] B. Jiayong et al.: A novel vehicle' s shadow detection and removal algorithm, Proc. Int. Conf. Consum. Electron. comun. Networks, pp.822–826 (2012).
- [4] S. Xuechua et al. : Shadow Removal of Vehicle in a Video System Based on RGB Chroma Model, Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Software. Eng., vol.1, pp.977–980 (2008).
- [5] ChangeDetection.NET, available from <http://changedetection.net/> (accessed 2015-11-01).
- [6] S. Noh et al.: A new framework for background subtraction using multiple cues, Proc. ACCV, pp.493–506 (2012).
- [7] A Background Subtraction Library, available from <https://github.com/andreusobral/bgslibrary/> (accessed 2015-10-12).