

# 合成背景画像を用いた照明変化に頑健かつ低負荷な背景差分手法

新井 士人<sup>†</sup> 榎本 嵩久<sup>†</sup> 服部 亮史<sup>†</sup> 西辻 崇<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>三菱電機(株) 情報総合研究所 <sup>‡</sup>首都大学東京 システムデザイン学部

## 1. はじめに

背景差分による前景抽出技術は映像解析の重要な要素技術の1つであり応用範囲は広い。特に固定カメラを用いた映像監視とは親和性が高く、物体追跡や認識の前処理として使われる。背景差分は多くの手法が提案されているが未だ課題が残っており、その中でも最も重要な課題の1つが照明条件の変動への対応である。一般に、日光などによって照明条件が大幅に変動する環境では前景の抽出が困難であり、特に強い日照が存在するシーンでは、路面の照り返しや影が発生している画像領域で誤抽出が多発する。照明条件の変化に頑健な背景差分として多くの手法[1]-[4]が提案されているが、多様な照明条件に対応するために、処理負荷が高くなってしまいう傾向がある。そこで本研究では、低処理負荷でありながら照明条件の変動に頑健な背景差分法を提案する。

## 2. 提案手法

既存手法の処理負荷が高い原因は、動的に背景モデル(画像)を更新しているためである。起こりうる照明条件を網羅する背景モデルを事前に用意できれば、背景モデルの更新は不要であり、処理負荷を低減することができる。しかし画像上の日向や影の位置といった照明条件は時刻などによって大きく異なるため、すべての照明条件を網羅する背景モデルを事前に準備することは容易ではない。

そこで本研究では、事前に取得した画像群から全画素が等しい照明条件となるように合成した汎用的な背景画像を、照明条件ごとに用意し、背景モデルの更新を行わない最もシンプルな手法の1つである固定背景画像を用いた背景差分と組み合わせることで、照明条件の変化に頑健かつ低処理負荷な背景差分法を実現する。ここで用意する背景画像は、日照状態を模したハイライト背景、影状態を模したシャドウ背景、平均

的な状態を模したアベレージ背景の3種類とする。ハイライト背景とシャドウ背景を使用することで、前景の誤抽出が発生しやすい日向や影に属する画像領域での誤抽出を抑制することができる。図1、図2に提案手法の概要を示す。

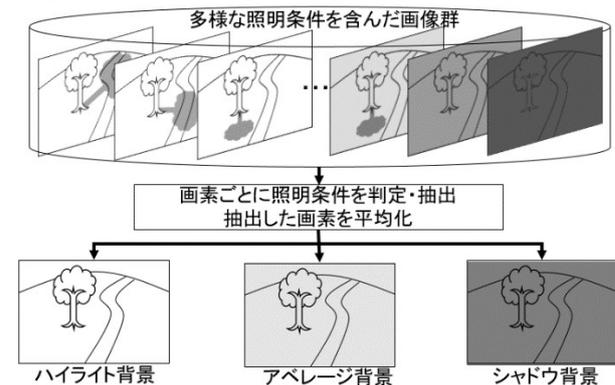


図1 提案手法概要(背景画像生成処理)

図1に背景画像の生成方法を示す。事前に取得した様々な照明条件を含む画像群から日照や影の画素を判別・抽出し、平均値をとることで均質な照明条件を再現した背景画像を生成する。画素ごとの日照条件は、各画素のHSV色空間上における明度が一定値以上であれば日照状態、一定値以下であれば影状態、それ以外では平均状態と判別する。

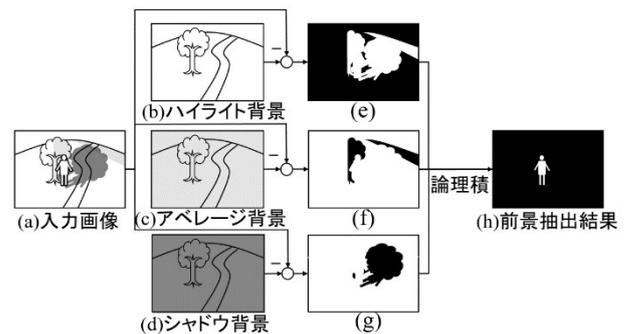


図2 提案手法概要(背景差分処理)

次に、生成した各背景画像を利用した前景抽出方法について図2に示す。図2(a)に示す入力画像に対し、事前に用意した図2(b)(c)(d)に示す背景画像を用いて背景差分を行う。なお背景差分処理として、背景画像と入力画像で画素ごとの差分をとり、差分の絶対値をある閾値で2値化するシンプルな手法を利用することで、低処理負荷な処理が可能となる。図2(b)に示すハイ

Low-load Background Subtraction Method Robust to Illumination Changes Using Synthesized Background Images.

<sup>†</sup>Akito Arai, Takahisa Enomoto, Ryoji Hattori, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric co.Ltd

<sup>‡</sup>Takashi Nishitsuji, Faculty of Systems Design, Tokyo Metropolitan University.

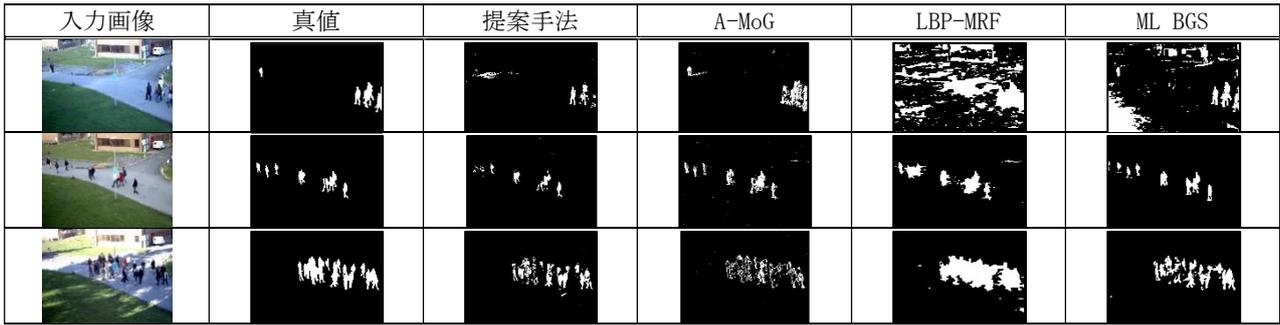


図3 前景抽出結果例（上段から照度が低いシーン，平均的な照度のシーン，部分的な日照があるシーン）

ライト背景を使用した背景差分では，図 2(e)のように日照状態に属する画素を前景から除外した画像が得られる．同様に図 2(d)に示すシャドウ背景を用いた背景差分では，図 2(g)のように影に属する画素を前景から除去した画像を得られる．これら2種類の背景差分に加え，アベレージ背景である図 2(c)を使用した背景差分を実施し，それぞれの背景差分結果から得られた前景画像である図 2(e) (f) (g)の論理積を求めることで，誤抽出の原因となりやすい日向と影部分を除去した前景画像である図 2(h)を得る．

### 3. 実験結果

提案手法の有効性を確認するために，日照条件が変化する屋外の画像群[5]に対し実験を行った．従来手法である A-MoG[1]，LBP-MRF[2]，Multi-Layer BGS[3]（便宜上 ML BGS と略す）を比較対象として，前景抽出精度と処理速度について検証した．図 3 に前景抽出の結果例，表 1 に前景抽出の精度，表 2 に処理速度を示す．なお評価対象は[5]のうち照明条件の異なる画像 25 枚である．評価に使用した計算機の OS は Windows7 pro 64bit，CPU は Intel Core i5(3.2GHz)である．

表 1 前景抽出の精度

	提案手法	A-MoG	LBP_MRF	ML BGS
適合率	0.93	0.76	0.48	0.79
再現率	0.63	0.62	0.96	0.89
F 値	0.75	0.68	0.64	0.84

表 1 前景抽出の精度のとおり，誤抽出と抽出漏れのバランスを示す適合率と再現率の調和平均で計算される F 値は ML BGS が最も高い．一方，提案手法は ML BGS に次ぐ F 値となっているだけでなく，誤抽出の少なさを示す適合率は他の手法に比べ大幅に高い．これは提案手法が多様な照明条件であっても誤抽出が少なく高い精度で前景が抽出できていることを示している．

次に表 2 に，代表的な照明条件 3 シーンにおける前景抽出結果を示す．具体的には上段から順

に照度が低いシーン，平均的なシーン，部分的な日照のあるシーンである．LBP-MLF，ML BGS は照度が低いシーンで大幅に誤抽出しており，A-MoG は日照があるシーンで抽出漏れをしている．一方で提案手法ではやや抽出漏れがみられるものの，どの日照条件であっても同じように前景抽出ができています．

処理速度の点では，表 2 のとおり提案手法が最も高速であり，F 値が最も高かった ML BGS と比べると 15 分の 1 程度である．

表 2 処理時間の計測結果

手法	提案手法	A-MoG	LBP-MRF	ML BGS
処理時間	11 ms	12 ms	186 ms	168 ms

これらの検証結果より，提案手法は多様な照明条件下でも高精度を実現しながら，低処理負荷で実行できることを確認した．

### 4. おわりに

本稿では照度変化に頑健で低処理負荷である背景差分法を提案した．実験により多様な照明条件への頑健性と処理速度の観点から提案手法が他の手法よりも優れていることを確認した．

### 参考文献

- [1] Z. Zivkovic: Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction. Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Conference on Pattern Recognition, 2, 28/31 (2004)
- [2] C. Kertesz and V. Oy: Texture-Based Foreground Detection, International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, 4-4, 52/61(2011)
- [3] J. Yao and J. Odobez: Multi-Layer Background Subtraction Based on Color and Texture, 2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1/8, (2007)
- [4] W. Kim and C. Jung: Illumination-Invariant Background Subtraction: Comparative Review, Models, and Prospects, IEEE Access 5, 8369/8384 (2017)
- [5] J. Ferryman and A. Shahrokni: PETS2009: Dataset and Challenge, 2009 IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance, 1/9 (2009)