

可視画像・熱画像対に基づく一時的な影の除去

藤田 和也 松岡 諒 岡部 孝弘

九州工業大学情報工学部

1 はじめに

写真を撮影する際に、撮影者などの影が被写体やシーンに映り込む事がある。このような影は自然な風景には存在せず、写真に映り込むことはあまり好ましくない場合が多い。そのため、本稿では撮影者などの影を除去する手法を提案する。

本手法では影を、撮影者などに遮られてできる一時的な影と、建物などに遮られてできる継続的な影に分けて考える。影の検出及び除去は画像処理分野において重要な課題の1つであり、明るさだけでなく色に基づく手法も提案されている[1, 2]。一時的な影も継続的な影も明るさと色に違いはないために、これらの手法では、一時的な影の検出・除去が困難である。

そこで本研究では、可視画像に加えて熱画像を用いることで影を識別する手法を提案する。提案手法では建造物などに起因する継続的な影の領域では温度が低いこと、および、撮影者などに起因する一時的な影の領域では温度が高いことに着目し、可視画像に加えて熱画像を補助情報として用いることで、一時的な影の検出と除去を実現する。具体的には、可視画像と熱画像の各々から得られる手掛かりを統合することで一時的な影領域の候補領域を推定し、これらから求めた初期ラベルを用いて領域分割を行うことで一時的な影を検出及び除去する。

実画像を用いた実験を行い、提案手法の有効性を示す。特に、提案手法により、可視画像のみでは不可能な継続的な影と一時的な影の識別が可能になることを示す。

2 提案手法

2.1 概要

提案手法の処理手順を図1に示す。本手法では、一時的な影領域は、可視画像で影らしくて熱画像で温度が高い領域であるという考えに基づいて、領域分割を行うことで一時的な影のみを除去する。領域分割の際には、前景（一時的な影領域）と背景（その他の領域）の一部を指定する必要がある。そのため、可視画像で影らしくかつ熱画像で温度が高い領域は前景、可視画像で影らしくかつ熱画像で温度が低い領域と可視画像で影らしくない領域は背景として初期ラベルを求める。求めた初期ラベルを用いてグラフカットの枠組みで領域分割を行い、一時的な影領域のマスク画像を取得する。マスク画像を用いて可視画像と全影除去画像を合成することで、一時的な影のみを除去した画像を生成する。

2.2 実装

まず、Yuら[2]の手法に基づいて可視画像から輝度画像と全影除去画像を作成する。次に、輝度画像と熱画像を用いて、前景と背景の初期ラベルを求める。具体的には、Otsuの閾値を用いて、輝度画像と熱画像の各々を2値化する。このとき、画素値の小さいクラスが影候補領域である。従って、輝度画像では影候補領域であるが熱画像では温度が高い領域を前景領域とする。一方、可視画像で影候補領域で熱画像で温度が低い領域と可視画像で影らしくない領域を背景領域とする。取得した領域のうち最も大きい領域を細線化することで初期ラベルを求める。

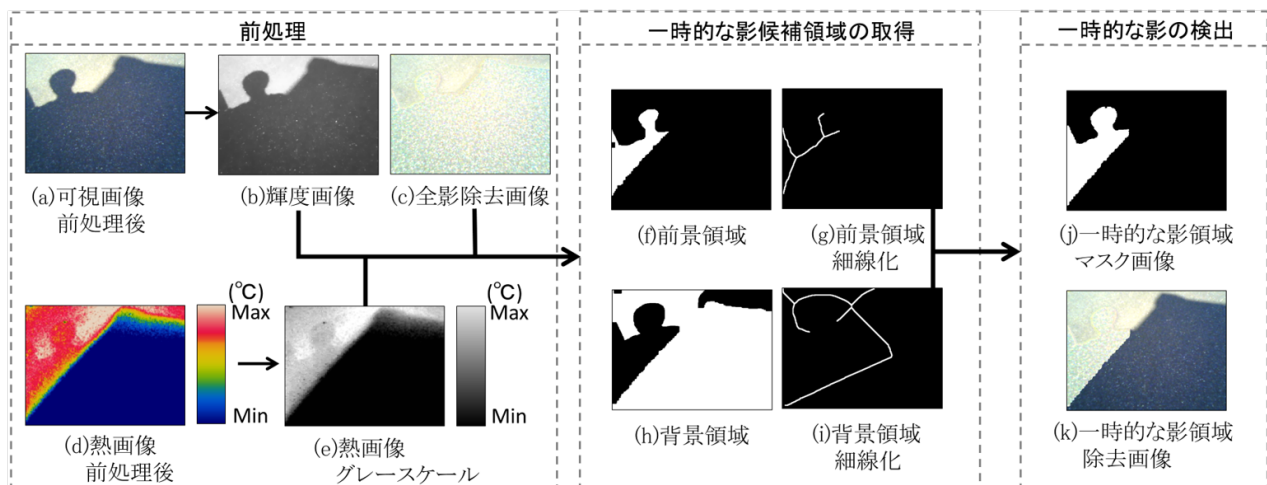


図1: 処理手順

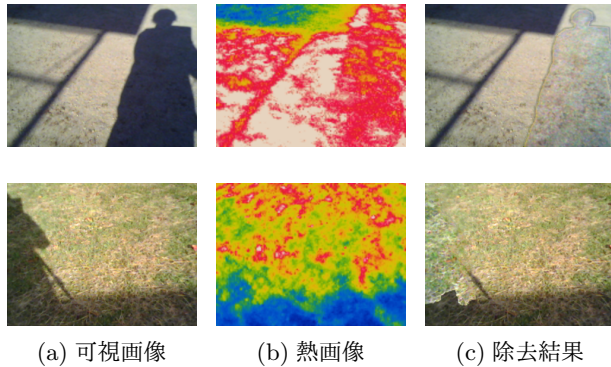


図 2: 入力画像と一時的な影を除去した結果画像

最後に、グラフカットの枠組みで領域分割を行うことで一時的な影領域を検出する。今回は、領域分割手法に LazySnapping [3] を用いる。色情報だけでなく温度情報にも基づいて領域分割するために、可視画像の RGB に温度画像を追加した 4 バンドの画像を入力とする。前景・背景領域の選択には、初期ラベルを用いる。

3 実験

3.1 一時的な影の検出・除去

提案手法の有効性を示すために、実画像を用いた実験を行った。撮影者の影の映り込みを一時的な影として扱い、その除去を本実験の目的とする。可視画像と熱画像の撮影には Optics 社の PI200 を用いた。このカメラは視点がわずかに異なるため、撮影画像にホモグラフィやバイリニア変換を用いて前処理を施し、同サイズ同画角の画像を入力画像として用意した。その結果を図 1 (a) から (e) に示す。また、輝度画像と熱画像を用いて推定した、前景領域と背景領域、およびそれらを細線化したものを図 1 (f) から (i) に示す。次に、図 1 (g), (i) を初期ラベルとした領域分割により推定したマスク画像を図 1 (j) に示す。最後に、このマスク画像と図 1 (a), (c) を用いて一時的な影を除去した結果を図 1 (k) に示す。

図 1 (j), (k) と図 1 (a) を比較すると、可視画像のみでは全部の影が除去されてしまっているのに対し、一時的な影領域の検出と除去ができていることが確認できる。一方で、影を除去した部分は半影領域も除去されてしまっていることが分かる。その他のシーンでも同様の結果が得られている (図 2)。

3.2 時間経過による一時的な影領域の検出精度

本手法では、一時的な影の判別に熱画像を用いており、撮影までの間にある程度時間が経過すると、一時的な影領域の温度が低下しその検出が困難となると考えられる。そこで、5 分間にわたり 1 秒間隔で撮影した画像群を用いて一時的な影領域の検出を行い、時間経過による検出精度変化の検証実験を行った。

背景がアスファルトの場合の実験結果から求めた適合率 (赤線) と再現率 (青線) を図 3 に、検出結果の一例を図 4 に示す。図 3 より、適合率は常

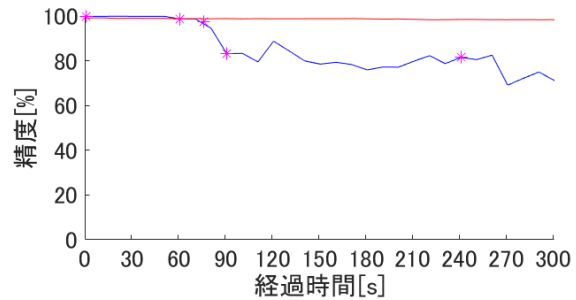


図 3: 時間経過による検出精度の変化

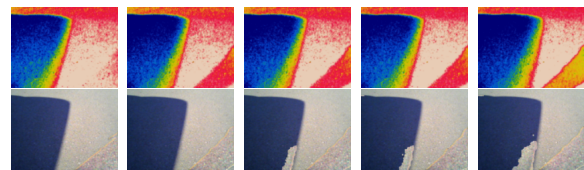


図 4: 時間経過による熱画像と除去結果の変化

に 95 % を超えているが、再現率は時間経過とともに低下し最終的に 69 % となった。また図 4 から、60 秒経過時点では検出結果に影響を及ぼしていないが、75 秒時点で継続的な影の一部も除去され始め、時間経過に従って影響が増大している事が確認できる。一方、背景が砂の場合でも検証を行ったところ適合率、再現率ともに 98 % を超え 5 分経過後でも検出結果に影響を及ぼさなかった。

これらの結果から、5 分程度の時間経過に伴う温度変化では、適合率はほとんど変わらず、一方で、再現率は下がる傾向にあり、また、その影響は背景の素材に依存することがわかる。

4 まとめ

本稿では、可視画像・熱画像対を用いた一時的な影の検出及び除去方法を提案した。具体的には、可視画像と熱画像の各々から得られる手掛かりを統合し、それを基にグラフカットによる領域分割を行い一時的な影領域を検出した。また、時間経過による一時的な影領域の検出精度変化の検証実験を行い、提案手法の性能を定量的に評価した。一時的な影と継続的な影が接している場合の除去方法や、より自然なシーンへの対応は今後の課題である。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18H05011 および JP17H01766 の助成を受けた。

参考文献

- [1] G. Finlayson, M. Drew, and C. Lu, "Entropy Minimization for Shadow Removal", IJCV, Vol.85, No.1, pp.35-57, 2009.
- [2] X. Yu, G. Li, Z. Ying, and X. Guo, "A New Shadow Removal Method Using Color-Lines", In Proc. CAIP2017, pp.307-319, 2017.
- [3] Y. Li, J. Sun, C.-K. Tang, H.-Y. Shum, "Lazy Snapping", ACM Trans. Graphics, Vol.23, Issue3, pp.303-308, 2004.