

ステレオ画像を用いたガラス越し遠景夜景画像からの 夜景と映り込みの分離

鶴見 文哉[†] 山下 淳[†] 金子 透[†]

[†] 静岡大学工学部 〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†] {f0130041, tayamas, tmtkane }@ipc.shizuoka.ac.jp

あらまし 展望台や高層ビルから撮影を行う場合、室内からガラス越しにしか撮影できないことがある。ガラス越しに撮影したカメラ画像には、周囲の物体等がガラス面に映り込むという問題が起こる。そこで本論文ではステレオカメラを用いて、夜景と映り込みを分離する手法を提案する。撮影された画像中で、夜景は遠景であると考えられる。そこで、遠景の夜景には視差がなく近景の映り込みにのみ視差が生じることを利用し、ステレオ画像でエッジの位置が共通の部分の夜景、それ以外を映り込みと判断する。夜景のエッジから夜景領域を求め、夜景と映り込みを分離する。実験により、本手法が映り込みと夜景の分離に有効であることを示す。

キーワード 画像分離, ステレオ, 映り込み, 夜景画像

Separation of Night Scene and Reflection Effects from Nightscape Stereo Image of Distant View

Fumiya TSURUMI[†] Atsushi YAMASHITA[†] and Toru KANEKO[†]

[†] Faculty of Engineering, Shizuoka University 3-5-1 Johoku, Naka-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka, 432-8561 Japan

E-mail: [†] {f0130041, tayamas, tmtkane }@ipc.shizuoka.ac.jp

Abstract Camera images taken through window glass sometimes have a problem of reflection on the glass surface. This phenomenon is conspicuous in night scene. This paper proposes a method for separation of night scene and reflection using stereo vision. The method determines the area of the night scene using the fact that the disparity appears only in the reflection. Experimental results showed the effectiveness of the proposed method.

Keyword Image Separation, Stereo, Reflection, Nightscape Image

1. 序論

ガラス越しに撮影したカメラ画像には、映り込みが発生するという問題が起こる。映り込みとは、ガラスが完全な透明物体ではなく表面で反射するために、周囲の物体や人が映る現象のことである。身の周りにある映り込みには、ビルの窓ガラスや街のショーウィンドウ、夜間の車・電車・バスの窓ガラスなどで車内の物体や人が映り込み、窓ガラスの向こう側の景色と混ざり合うなどがある（図1）。

展望台や高層ビルなどではきれいな夜景を楽しむことができるが、このような場所は室内からガラス越しにしか夜景の撮影を行えない場合がある。ガラス越しにカメラで夜景を撮影する際、室内と外の明暗差が大きい。そのため、映り込みがはっきりと現れてしまうことが問題となる。このような場合は映り込みを防ぎ、本来撮影したい夜景のみ撮影することは困難である。そこで、ガラス越しに撮影された画像から、映り込みと夜景を分離し、きれいな夜景画像を求める手法が必要となる。

映り込みの除去に関する従来研究に、偏光フィルタを利用したものがある[1-4]。この手法はガラスの表面で反射する映り込みが偏光する性質を利用したもので、カメラに取り付けた偏光フィルタを回転させながら映り込みの強さの異なる複数枚の画像を取得して除去を行う。他には絞り調節やフォーカス調節によって生じる焦点ぼけの変化を利用した手法[5]や、独立成分分析を利用した手法[6,7]がある。しかし、これらの手法では偏光フィルタが必要であることや、画像を多数枚撮影する必要があるという問題がある。



(a) 窓ガラス



(b) ショーウィンドウ

図1 映り込みの例

また、我々は平行ステレオ画像を用いて夜景から映り込みを除去する手法[8,9]を提案した。この手法はステレオカメラを用いて1度の撮影で2枚の異なる画像を撮影する。そして映り込みの撮影される位置の違い（視差）を利用することで映り込みの除去を行う手法である。しかしこの手法では、映り込みがガラスと平行な平面でなければ除去することができない。また、映り込みを除去するためには、撮影画像中に映り込みが存在しない部分が必要になるという問題もある。

そこで本論文では、ステレオ画像にエッジ検出を行い、夜景の領域を求めることで、映り込みが立体的な場合や画像全体に映り込みが発生した場合にも対応した夜景と映り込みの分離手法を提案する。この手法は撮影された画像の各画素を、夜景に属す画素と映り込みに属す画素に分類するため、夜景に属す画素の中で夜景と映り込みが混ざり合っている場合、映り込みの影響を取り除くことはできない。

2. 画像取得

本手法では以下の条件で撮影を行う。2台の同種類のカメラを用いてステレオ画像を撮影する。撮影する2台のカメラはアームを用いて1つの三脚に高さを変えて、互いの光軸が平行になるように設置し、焦点距離、ホワイトバランス、露出時間などの設定を同じにする。左右でカメラの高さを変える理由は3章で示す。また、映り込みが映るガラス面は完全な平面であり、その厚みも無視できるものとする。

また、取得された画像において夜景は遠方にあるとする。遠方にある場合夜景の視差は非常に小さく、ゼロであるとみなすことができる。一方、映り込みは室内物体が映りこむため夜景に比べて距離が近く、視差がある。そのため、撮影されたステレオ画像では夜景の視差は無く映り込みのみ視差が存在する。撮影画像の模式例を図2に示す。小さい四角が夜景を表し、撮影画像全体に廊下とドアが映り込んでいる。

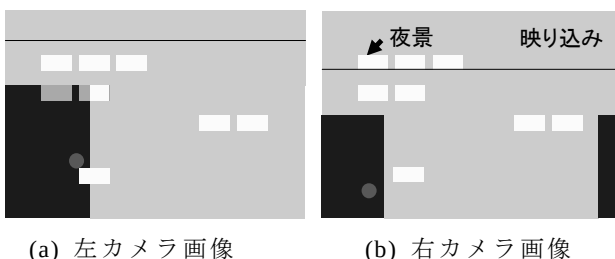


図2 撮影画像

3. 夜景と映り込みの分離

夜景と映り込みの分離の手順を以下に示す。

1. 撮影画像から夜景のエッジを求める。
2. 夜景のエッジから夜景の領域を求める。

3. 求めた夜景の領域に、対応した位置の撮影画像の画素値を与える。

それぞれの分離の手順を詳しく説明する。まず撮影したステレオ画像のエッジ検出を行い、エッジ画像を作成する。図2の例に対するエッジ画像を図3に示す。そして作成した2枚のエッジ画像から、左右のエッジ画像で共通するエッジを求める。撮影画像中で夜景に視差は無く映り込みのみ視差があるという性質から、左右のエッジ画像で共通するエッジは夜景のエッジであると考えられる。今後、共通のエッジを夜景のエッジと呼ぶ。図3の夜景のエッジ画像を図4に示す。なお、水平な映り込みが存在する場合は、平行ステレオで撮影を行うと図5のようなエッジが検出される。図5の2枚の画像から夜景のエッジを求めたものを図6に示す。映り込みのエッジに共通の部分が現れ、夜景のみのエッジを求めることができない。そこで本手法では、画像取得で示したように左右カメラで高さを変えることで、この問題を解決している。

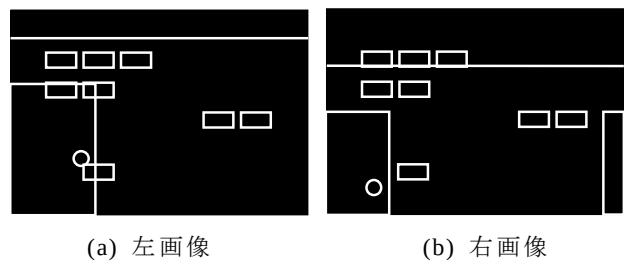


図3 エッジ画像

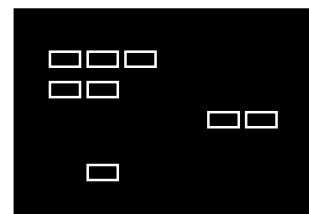


図4 夜景のエッジ

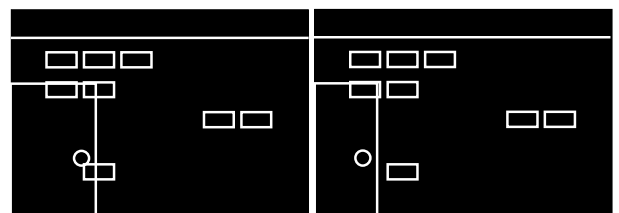


図5 エッジ画像（平行ステレオ）

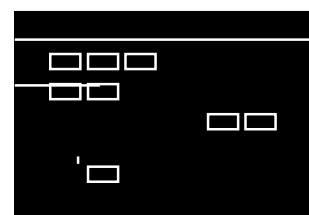


図6 夜景のエッジ（平行ステレオ）

次に夜景のエッジから夜景の領域を求める．夜景の領域とは，夜景のエッジに囲まれた，夜景として特徴的な部分を指す．夜景の領域を求めるときは，画像を左右方向，または上下方向の 1 ラインずつ分けて考える．左右方向を例として説明する．

夜景のエッジから夜景の領域を求めるためには，エッジの左右でどちらが夜景なのか判断する必要がある．ここで，夜景として特徴的な部分は明るいことに注目する．また，映り込みと夜景が混ざり合っている部分も，夜景と映り込みの画素値が足し合わされているため，映り込みのみの部分と比べ明るくなる．そのため，エッジの左右の位置に対応する撮影画像の画素の輝度値を比較し，輝度値が大きいほうを夜景の領域と考える．

処理の手順としては，画像中の 1 ラインをスキャンする．注目画素がエッジのとき，その左右と対応した位置の撮影画像の輝度値を比較する．輝度値が大きい方向の次のエッジまでの領域を夜景の領域とする．この処理を画像全体に行うことで領域を求める．上下方向でも同様の処理を行い，領域画像を作成する．最後に，左右方向で求めた領域と上下方向で求めた領域を足し合わせたものを夜景領域とする．また，左右の撮影画像で映り込みの位置が違うことにより，夜景領域がわずかに変わることがあるため，左カメラ画像の夜景領域と右カメラ画像の夜景領域を作成する．行う処理は左右で変わらないため，以降では左カメラ画像の場合のみ例として示す．夜景領域の例を図 7 に示す．

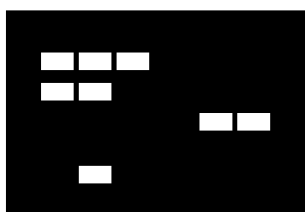


図 7 夜景領域

最後に求めた夜景領域と対応する位置の撮影画像の画素値を与え，それ以外を黒画素にした夜景画像を作成する．そして，夜景領域を黒画素にして，それ以外の場所の画素値を撮影画像から与えた画像を，映り込み画像とする．夜景画像の例を図 8 に，映り込み画像の例を図 9 に示す．

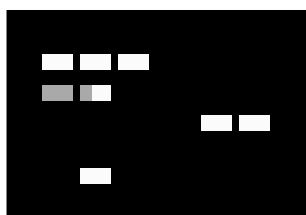


図 8 夜景画像

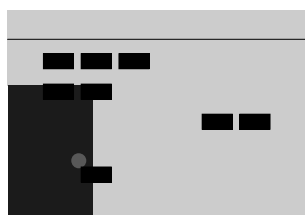


図 9 映り込み画像

4. 実験

本手法の有効性を確認するために実験を行った．カメラは Nikon 社製の D700 を使用し，画像サイズは 4256×2832 pixel，ISO 感度は 200，露出時間は 3 秒，F 値は 8 で撮影を行った．

撮影したステレオ画像を図 10, 11 に示す．そしてステレオ画像のエッジ画像を図 12, 13 に，夜景のエッジ画像を図 14 に示す．図 12, 13 で画像の左上に検出された映り込みのエッジが図 14 では大きく減少している．以降では左カメラ画像の処理結果のみ図で示す．夜景のエッジ画像から求めた夜景の領域を図 15 に，分離結果の映り込み画像と夜景画像を図 16, 17 に示す．



図 10 左カメラ画像



図 11 右カメラ画像



図 12 左カメラ画像のエッジ



図 13 右カメラ画像のエッジ



図 14 夜景のエッジ



図 15 左カメラ画像の夜景領域

提案手法で作成した夜景画像と比較するために、同じ位置で窓ガラスを開けて撮影した画像を図 18 に示す。これは映り込みがなく真値と呼べる夜景画像である。提案手法の夜景画像と真値を比較しても、提案手法が夜景の特徴的な部分を取り出すことができていていることがわかる。

5. 結論

ガラス越しに遠景夜景を撮影した 2 枚のステレオ画像から、映り込みのみ視差があることを利用して、夜景と映り込みを分離する手法を提案した。

今後の課題としては、現在は夜景の領域を求め、撮影画像から画素値を与えているが、夜景の領域の中で夜景と映り込みが混ざり合っている場合、映り込みの影響を取り除くことができていないことが挙げられる。

文 献

- [1] Alexander M. Bronstein, Michael M. Bronstein, Michael Zibulevsky and Yehoshua Y. Zeevi: "Blind Separation of Reflections Using Sparse ICA", Proceedings of the 4th Symposium on Independent Component Analysis and Blind Single Separation, pp.227-232, 2003.
- [2] Yoav Y. Schechner, Joseph Shamir and Nahum Kiryati: "Polarization-based Decorrelation of Transparent Layers: The Inclination Angle of an Invisible Surface", Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Computer Vision, Vol.2, pp.814-819, 1999.
- [3] 岩瀬正樹, 山村毅, 田中敏光, 大西昇: "映り込み分離カメラシステム", 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J81-D, No. 6, pp.1224-1232, 1998.



図 16 映り込み画像



図 17 夜景画像



図 18 夜景の真値

- [4] Noboru Ohnishi, Kenji Kumaki, Tsuyoshi Yamamura and Toshimitsu Tanaka: "Separating Real and Virtual Objects From Their Overlapping Images", Proceedings of the 4th European Conference on Computer Vision, Vol.2, pp.636-646, 1996.
- [5] Yoav Y. Schechner, Nahum Kiryati and Ronen Basri, "Separation of Transparent Layers Using Focus", International Journal of Computer Vision, Vol. 39, No.1, pp.25-39, 2000.
- [6] Hany Farid and Edward H. Adelson: "Separating Reflections from Images Using Independent Components Analysis", Journal of the Optical Society of America A, Vol.16, No.9, pp.2136-2145, 1990.
- [7] Hany Farid and Edward H. Adelson: "Separating Reflections and Lighting Using Independent Components Analysis", Proceedings of the 1990 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol.1, pp.262-267, 1999.
- [8] 油井広明, 山下淳, 金子透: "平行ステレオ画像を用いたガラス越し遠景夜景画像からの映り込み除去", 映像情報メディア学会技術報告, Vol.35, No.8, pp.127-130, 2011.
- [9] 鶴見文哉, 山下淳, 金子透: "ステレオ画像を用いたガラス越し遠景夜景画像からの映り込み除去に関する検討", 画像の認識・理解シンポジウム 2011 (MIRU2011) 論文集, pp.942-947, 2011.