

K-047

## 映像合成手法 IR マットの高精度化 Improvement of an Image Compositing Method Using Near-Infrared.

三ッ峰 秀樹 山内 結子 深谷 崇史 大久保 英彦 井上 誠喜  
Hideki Mitsumine Yuko Yamanouchi Takashi Fukaya Hidehiko Okubo Seiki Inoue

### 1. はじめに

近年、映像合成は映画、テレビなどの映像制作になくてはならない技術となっている。特に実写映像と CG 映像の合成は、実際に撮影することが困難なシーンを制作できるなど、そのメリットは多い。しかし、従来の映像合成手法であるクロマキー合成手法には、被写体の色や照明条件に拘束条件があることから、演出の自由度が制限されるなどの課題があり、改善が望まれている。

これらの問題を解決するため、我々は、新しい映像合成手法として赤外線と再帰性反射材を利用した IR マットを提案している。この IR マットは可視光カメラと赤外カメラを同軸に設置し、赤外映像を用いて可視光映像より被写体領域を抽出し合成に利用する。これまで、IR マットは光学系の設置誤差やズームレンズで生じる倍率色収差から成品質に影響を与える問題があった。

今回、これらの誤差を軽減するための補正手法を提案するとともに、提案手法に基づく実験により良好な結果が得られたので、ここに報告する。

### 2. 従来手法の問題点

放送局ではクロマキー映像合成手法が一般的に用いられる。このクロマキー映像合成手法は、被写体背景に均一色のスクリーンを配置し、撮影映像の各画素の色情報から被写体領域か背景領域かを判定する。この原理から背景スクリーンが均一に照明される必要があり、被写体側への照明設定に制限を与える。このことは合成対象となる背景映像と照明条件を整合させることを困難とし、違和感を生じさせる場合がある。また、背景スクリーンと同色の被写体を用いることが出来ないといった問題もある。

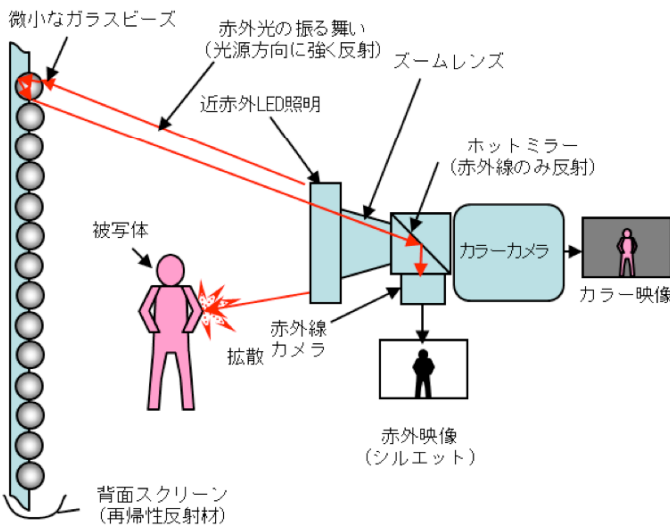


図1 IR マットの原理

NHK 放送技術研究所, NHK Science & Technology Research Laboratories

### 3. 原理

#### 3.1 IR マット

図1に IR マットの原理<sup>[1]</sup>を示す。図1中の再帰性反射材は、片側表面に極小のガラスビーズが塗布されており、光源から入射した光線を光源側に強く反射する性質を持つ。一方、被写体に入射した光線は拡散される。したがって、光源位置がカメラのレンズ主点位置となる同軸照明を用いて撮影した場合、被写体のシルエット映像を取得できる。このシルエット映像を被写体/背景領域の判定に利用することで、被写体領域を抽出できる。

ここで、同軸照明に可視光を利用した場合、クロマキー合成手法と同様の問題が生じる。そこで、本手法では同軸照明を不可視光である近赤外光源とし、赤外カメラにより撮影することで、拘束条件のない被写体領域抽出を可能としている。また、映像合成にはカラー映像を同時に取得する必要がある。そのために図1に示すようにズームレンズ後段に可視域の光線を透過し近赤外域の光線を反射するホットミラーを設け、赤外カメラとカラーカメラが共役な位置関係となるように配置した。これらにより得られた赤外シルエット映像を利用し、カラー映像から被写体領域を抽出し、別途 CG など生成した背景映像に嵌め込み合成する。試作した光学系では、同軸照明として、赤外線カメラのレンズ周りに中心波長 760nm の近赤外 LED を円形に配置した。この配置は厳密には同軸照明とはならないが、撮影光学系のサイズに対し、被写体や再帰性反射材までの距離が十分長いので、近似的に同軸照明と見なせる。図2に試作した撮影装置の写真を示す。

#### 3.2 色収差のキャリブレーション

可視域、近赤外域にわたり低分散のズームレンズを新規に設計・製作することはコスト的に現実的ではない。

IR マットでは可視域で低分散である通常の放送用レン



図2 IR マット 撮像装置

ズを改修し用いている。したがって、ズーム量に依存し、可視・赤外映像上の被写体位置に倍率色収差によるズレ<sup>[2]</sup>が生じ、絵柄によっては、このズレが違和感を生じる。さらに、このズレは倍率色収差の他に、図2から明らかのように、レンズマウントの遊びに起因するレンズ取り付け時の中心光軸のズレも含まれると考えられる。

そこで、あらかじめ画像全域のズレ量とズーム量の関係をズレの要因を基に定式化し、最適化により未知数をあらかじめ算出しておく、これを用い撮影後に補正する。ズレ量とズーム量の関係は前述のズレの要因の仮定から式1の様近似式として定式化した。

$$\begin{pmatrix} i_x \\ i_y \end{pmatrix} = s \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_u \\ i_v \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} o_u \\ o_v \end{pmatrix} \quad (式1)$$

ここで、 $(i_x, i_y)$ 、 $(i_u, i_v)$ はそれぞれ赤外面像の撮影画像の座標と補正画像の座標、 $\theta$ は回転量である。また、 $s$ 、 $(o_u, o_v)$ はそれぞれスケール量とシフト量で、これらはズーム量に関する2次関数としている。したがってキャリブレーションで推定する未知数は $\theta$ と、 $s, o_u, o_v$ それぞれにかかる3個ずつの係数の計10個となる。

事前キャリブレーションの手順は以下の通りである。

- 1.ズーム量を変更しチェッカーボードを撮影
- 2.チェッカーボードのコーナー座標を検出
- 3.赤外・可視のコーナー座標とズーム量を式1に当て嵌め、位置誤差の総和が最小となるようマーカート法により最適化する

ここで、ズーム量についてはズームリングに取り付けたロータリーエンコーダにより機械的に計測し用いた。また、収差およびレンズ取り付け誤差によるズレの補正は前述の手法により求めた係数とズーム量を用い、撮影した赤外映像を補正座標に投影することにより行った。

## 4. 実験結果

### 4.1 キャリブレーション結果

図3に最適化後の係数を用い補正したコーナー座標のズレ量と、補正前のズレ量に示す。この図から補正後は、1画素程度の誤差に収まっていることが確認できる。

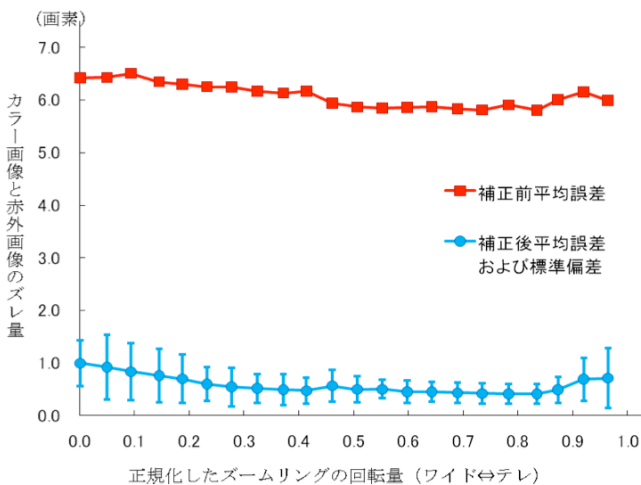
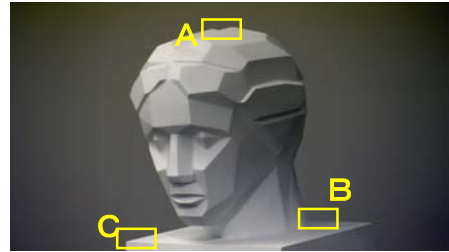


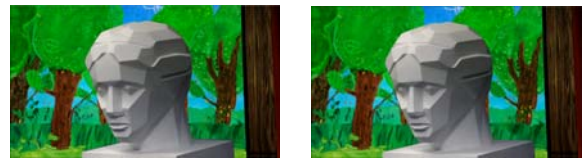
図3 チェッカーボードのコーナー位置補正結果

### 4.2 収差補正による映像合成結果

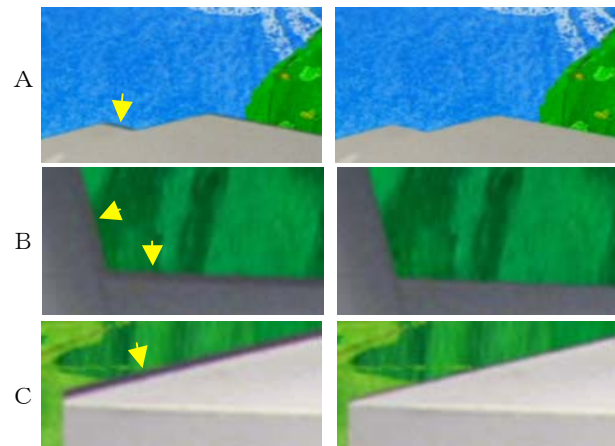
図4に合成前のカラー画像および提案手法を用いて収差補正を行った赤外映像を用いて映像合成した結果を示す。この結果から本手法によりズレが低減され良好に合成出来ていることが確認できる。



(a) 撮影したカラーカメラの映像



(b) 合成結果・全体 (左:補正なし, 右:補正あり)



(c) 合成結果・一部拡大 (左:補正なし, 右:補正あり)  
各拡大領域の位置については(a)に枠として図示

図4 提案手法による映像合成結果

## 5. まとめ

今回、赤外線を利用した映像合成手法IRマットにおけるレンズの取り付け精度、色収差に起因するカラー画像・赤外面像のズレ量をズーム量の関数と仮定し、最適化により未知係数を求め補正する手法を提案した。実験の結果から、本手法によりズレ量を1画素程度に低減できることが分かった。しかしながら、キャリブレーション作業は、ズーム量を変更しつつ校正パターンの映像を大量に撮影する必要があるため煩雑である。今後は、補正精度を維持しながら、キャリブレーション作業の省力化を行い、IRマットの広範なシーンでの利用を目指す。

### 参考文献

- [1]三ツ峰他, “照明を考慮した映像合成手法～ IR マット～”, 2008年信学総大, D-11-103, p.103(2008).
- [2]大島 (編著), “TV Optics II”, pp. 27-28(2008).