

## 偏光を用いた多視点撮影による自由視点画像生成の高画質化の検討

宮脇 志歩\* 黒木 帝聡† 花光 宣尚† 小池 崇文\*  
 \* 法政大学情報科学部 †Enhance, incorporated

## 1. はじめに

近年、スポーツ観戦やコンサート等、様々な場面で自由視点画像に触れる機会が増えてきている。自由視点画像生成には、通常、拡散反射仮定をする。そのため、鏡面反射成分は画質劣化の原因となる。

本研究では、偏光フィルタを装着したカメラやライトを用いて撮影した多視点画像を使用して自由視点画像を生成することで、自由視点画像の高画質化が可能か検討する。提案手法では、まず、偏光板を用いて、拡散反射成分と鏡面反射成分を光学的に分離して撮影する。続いて、分離した各画像から、それぞれ自由視点画像を生成して両者を合成し、自由視点画像を生成する。本検討では、拡散反射成分のみの多視点画像と、鏡面反射成分も含んだ多視点画像の各々から生成した自由視点画像の比較を行った。偏光を用いて撮影することで、拡散反射成分と鏡面反射成分を分離する。分離した画像から、それぞれ自由視点画像を生成して両者を合成し、自由視点画像を生成する方法を提案する。

## 2. 関連研究

偏光を用いて撮影した画像を使用して、物体の形状を取得する研究は多数行われている。Rivireらは、偏光を使い撮影した画像から、顔の形状や皮膚の反射特性を取得するシステムを提案した [1]。このシステムは、画像から顔の形状を取得する従来の方法より、参照画像を忠実に再現した顔の形状を取得することを可能にした。

そこで本研究では、自由視点画像生成に偏光によって拡散反射成分を鏡面反射成分を分離した画像を使用する。これによって、自由視点画像の画質向上につながると考える。

## 3. 準備

古賀らは、鏡面反射成分を含む写真と含まない写真を同時に得る方法として、完全無反射撮影技法を提案した [2]。この撮影方法に使用する装置は、直線偏光フィルタ付きカメラ、直線偏光フィルタ付き LED ライト、減光フィルタ付き LED ライトで構成される。カメラを被写体の正面に配置し、12 台の直線偏光フィルタ付きライトと、12 台の減光フィルタ付きライトをカメラの左右に交互に配置する。偏光フィルタ付きライトのみ点灯している状態と、減光フィルタ付きライトのみ点灯している状態で撮影する。直線偏光フィルタを使用することで、ライトからでる光を直線偏光にすることができる。ライティングした被写体に当たり跳ね返ってきた直線偏光を、カメラに付けた直線偏光フィルタで除去する。これにより、鏡面反射成分が気にならない程度に反射を抑えた写真を撮影することができる。また、減光フィルタを使用してライトからでる光量を抑えた状態で、鏡面反射成分も含んだ写真を撮影する。これにより、鏡面反射成分を含む写真の明るさを、鏡面反射成分を含まない画像と揃えることができる。

A First Study on Improvement of Image Quality in Free Viewpoint Images by Multi-View Shots Using Polarization

\*Shiho Miyawaki and Takafumi Koike

Faculty of Computer and Information Sciences, Hosei University

†Tadatoshi Kurogi and Nobuhisa Hanamitsu, Enhance, incorporated

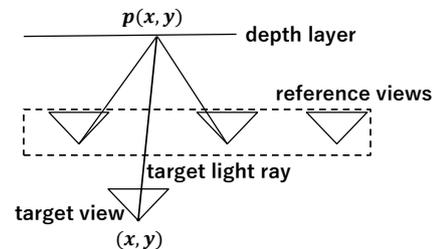


図 1: 補間画像の生成方法

## 4. 提案手法

本研究では、まず偏光フィルタを付けたライトやカメラを用いた撮影環境を構築し、被写体の撮影を行う。この撮影で、鏡面反射成分を含む画像群と含まない画像群を取得する。次に、自由視点画像生成のため、取得した画像群から、2 台の隣り合ったカメラの間から撮影したような画像を生成する。この時生成した画像を、補間画像とする。生成した補間画像と実際に撮影した写真の比較を行う。最後に、撮影した 2 種類の画像を用いて、拡散反射成分と鏡面反射成分を分離する。分離した画像を用いて 2 種類の自由視点画像を作成し、合成する。

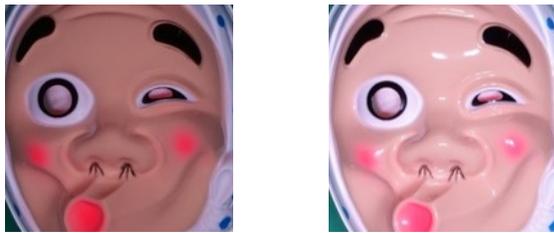
## 4.1. 撮影方法の検討

3 節の撮影方法を基に、自由視点画像生成に使用する鏡面反射成分を含む多視点画像と含まない多視点画像の撮影方法を提案する。まず、偏光フィルタを付けた LED ライトを用意し、被写体の正面に配置する。カメラアレイは、偏光フィルタを簡単に着脱できるように固定し、中心が被写体の正面になるように配置する。全ての機材に偏光フィルタが付いている状態で撮影した後、カメラアレイの偏光フィルタを外し、もう一度撮影する。

## 4.2. 補間画像の生成

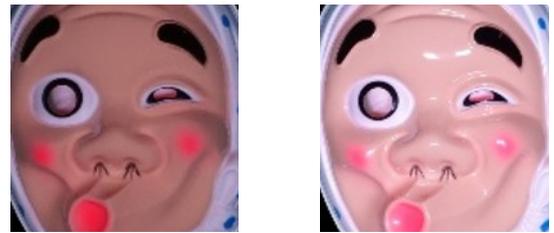
撮影した画像群から、以下に示した手順に基づいて補間画像 (target view) を生成する。なお、図 1 は各変数の位置関係を示したものである。

- 1) カメラ複数台を一次元アレイ上に配置して、入力画像 (reference view) を取得する
- 2) 画像合成の depth layer は reference view に平行な 1 層とする
- 3) target view の画素の位置  $(x, y)$  を通過する光線を target light ray とし、target light ray と depth layer との交点を  $P(x, y)$  とする
- 4) target light ray の近傍にある 2 つの reference view において、 $P(x, y)$  を射影した画素を target light ray との位置に応じて重み付け線形合成することで target view を生成する



(a) 鏡面反射成分無し (b) 鏡面反射成分有り

図 2: 偏光フィルタを使用して撮影した画像



(a) 鏡面反射成分無し (b) 鏡面反射成分有り

図 3: 補間画像

### 4.3. 差分画像の作成・合成

2種類の画像を用いて、拡散反射成分と鏡面反射成分を分離する。同じ環境下で撮影した鏡面反射成分を含む画像と含まない画像の差分を抽出した画像を作成する。鏡面反射成分を含む画像の任意の位置にある画素の色を  $M$ 、鏡面反射成分を含まない画像の同じ位置にある画素の色を  $I$  とし、この差分画像の画素  $E$  を次の式で求める。

$$E = |M - I| \quad (1)$$

この差分画像を鏡面反射成分として、鏡面反射成分を含まない画像に合成する。

## 5. 実験

### 5.1. 撮影環境の構築・撮影

4.1節で提案したものを基に、撮影環境の構築を行った。今回使用したライトは、高輝度LEDが160個付いたビデオライト2台である。ライトの大きさに切った偏光フィルタを、これら2台のライト両方に貼り付けている。また、使用したカメラは、広角レンズを備えたコンパクトデジタルカメラで、1台の大きさは、横60mm、縦40mmとなっている。カメラアレイは、このカメラを横一列に10台配置したものである。そのため、カメラアレイの大きさは、横600mm、縦40mmとなる。これに合わせて切った偏光フィルタを用意し、カメラアレイに貼り付けている。

カメラアレイに偏光フィルタを付けた状態で撮影した後、偏光フィルタを外してもう一度撮影した。二度の撮影でそれぞれ得た多視点画像の内一枚を図2に示す。図2aのように、鏡面反射成分が気にならない程度に反射を抑えた多視点画像を撮影することができた。

### 5.2. 補間画像の生成

4.2節で述べた手順で、鏡面反射成分を含まない画像群と含む画像群からそれぞれ生成した補間画像を図3に示す。また、補間画像から作成した鏡面反射成分を含まない自由視点画像の一部を図4に示す。

生成した画像の画質評価を行うため、図2aと図3a、図2bと図3bのPeak Signal-to-Noise Ratio(以下、PSNR)を求めた。鏡面反射成分を含まない画像のPSNRが30.32となったのに対し、鏡面反射成分を含む画像のPSNRは28.71となった。PSNRの値が小さいほど、画像が劣化していることになる。そのため、鏡面反射成分を含む画像群から生成した補間画像の方が、より画像が劣化しているという結果となった。これは、補間画像の生成方法が、使用する画像に含まれる反射成分が拡散反射成分のみであることを仮定しているからだと考えられる。この結果から、自由視点画像生成において、鏡面反射成分と拡散反射成分を分離した画像を使用することで、自由視点画像の画質向上に繋がると分かった。

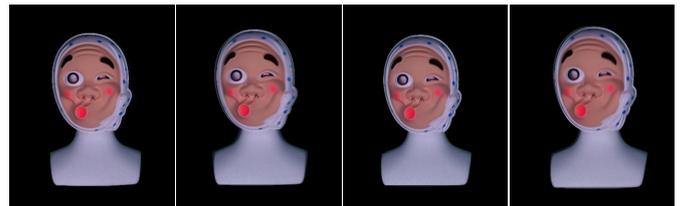


図 4: 鏡面反射成分を含まない自由視点画像

### 5.3. 差分画像の生成・合成

4.3節で述べたように、撮影で得た2種類の画像を用いて差分画像を生成し、鏡面反射成分を含まない画像に合成する。合成画像と撮影した鏡面反射成分を含む画像を比較したものを図5に示す。図5aを見ると、図5bと同じ箇所が明るくなっていることがわかる。



(a) 合成画像 (b) 鏡面反射成分を含む画像

図 5: 合成画像と鏡面反射成分を含む画像の比較

## 6. 結論

本研究では、自由視点画像生成に偏光を用いて撮影した多視点画像を使用することで、自由視点画像の高画質性を検討した。実験により、鏡面反射成分は自由視点画像作成時に画質劣化を引き起こすことを示した。また、偏光を用いて画像を撮影することによって、画像から鏡面反射成分を分離し、鏡面反射成分を含まない画像に合成した。

### 参考文献

- [1] Jérémy Riviere, et al. "Single-Shot High-Quality Facial Geometry and Skin Appearance Capture". *ACM Trans. Graph.*, Vol. 39, No. 4, July 2020.
- [2] "CEDEC + KYUSHU 2017 開催, VFX の知見から現れた無反射テクスチャ撮影の技法とは". <https://jp.gamesindustry.biz/article/1710/17103001/>. 2020年11月11日確認.