

令和元年6月28日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00279

研究課題名(和文) 実シーンのライトフィールドと仮想物体とのCG画像合成に関する研究

研究課題名(英文) A study on image synthesis of light fields and virtual objects

研究代表者

馬場 雅志 (BABA, MASASHI)

広島市立大学・情報科学研究科・講師

研究者番号：30281281

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：1つ目の研究は、撮影された画像を光源とみなしてフォトリアルなCG合成を行うイメージベースライティングに関する研究である。晴天の屋外で撮影された画像は、太陽の輝度が非常に高く撮影時に輝度飽和を起こすため、太陽やその周辺の輝度を正確に取得することは難しい。そこで、太陽とその周辺の天空をそれぞれ放射基底関数で表現する手法を提案した。

2つ目の研究は、効率的なライトフィールドの取得に関する研究である。全方位カメラの位置を変えて撮影した複数の全方位画像から画像の撮影位置を復元し、球面状のライトフィールドを構築することで、撮影されていない任意視点での全方位画像を生成する手法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

撮影後のピント合わせ(リフォーカス)を行うことができるライトフィールドカメラが近年注目を集めている。しかし、ライトフィールドカメラでは実物体のライトフィールドを撮影するのみであり、またそのようなカメラで取得されたライトフィールドから画像を作成するライトフィールドレンダリングでは画像生成の対象は実物体のみである。そこで、本研究では実シーンのライトフィールドとCGの仮想物体との合成に関する研究を行った。具体的には、(1)実シーンのライトフィールドを光源と考えたフォトリアルなCG画像合成に関する研究、(2)実シーンのライトフィールドを効率的に取得するためのキャプチャリング手法の開発を行った。

研究成果の概要(英文)：The first study is a study on image-based lighting that performs photo-realistic CG synthesis by regarding a captured image as a light source. Images taken outdoors on a clear day have a very high intensity of the sun and cause saturation, so it is difficult to accurately obtain the intensity of the sun and its surroundings. Therefore, we proposed a method to represent the sun and the sky around it with radial basis functions.

The second study is about the efficient acquisition of light fields. A method of generating omni-directional images from arbitrary viewpoints is proposed. We reconstructed the shooting position of an image from a plurality of omni-directional images captured by changing the camera position and constructed a spherical light field.

研究分野：コンピュータグラフィック

キーワード：イメージベースレンダリング イメージベースライティング ライトフィールドレンダリング 全方位カメラ バーチャルリアリティ コンピュータグラフィックス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ライトフィールド(光線空間)とは、実シーン中を飛び交う光線情報のことである。近年では、撮影後のピント合わせ(リフォーカス)を行うことができるライトフィールドカメラが一般消費者向けに発売されて注目を集めている。一方、研究段階では、多数のカメラをアレイ状に配置するものや、通常のレンズと撮像素子の間にマイクロレンズアレイを配置したもの、鏡面球を利用したものなど多数のライトフィールドカメラが提案されている。しかし、これらのライトフィールドを用いた画像生成の対象は実物体であり、CGとの合成についてはほとんど議論されていない。本研究では、実シーンのライトフィールドとCGの仮想物体との合成に関する研究を行う。

### 2. 研究の目的

本研究では、実シーンのライトフィールドとCGの仮想物体との合成に関して、

- (1)CGの仮想物体と実物体を合成したライトフィールドの作成と表示方法の検討、
- (2)実シーンのライトフィールドを光源と考えたフォトリアルなCG画像合成に関する研究、
- (3)実シーンのライトフィールドを効率的に取得するためのキャプチャリング手法の開発、  
などを行う。

### 3. 研究の方法

実シーンのライトフィールドを光源と考えたフォトリアルなCG画像合成に関する研究では、実シーンのライトフィールドを取得するために全方位カメラを使用する。晴天の屋外で撮影された画像は、太陽の輝度が非常に高く撮影時に輝度飽和を起こすため、太陽やその周辺の輝度を正確に取得することは難しい。そこで、太陽とその周辺の天空をそれぞれ放射基底関数で表現し、その関数に基づき輝度飽和のないHDR光源環境画像を作成する。そのHDR光源環境画像を用いてレンダリングし、実写画像中における太陽の影を忠実に再現できることを確認する。

実シーンのライトフィールドを効率的に取得するためのキャプチャリング手法の開発に関しては、全方位カメラの位置を変えて撮影した複数の全方位画像から球面状のライトフィールドを構築し、構築したライトフィールドを使って任意視点の画像を生成する。このとき、全方位画像を撮影したカメラの位置は、Shape from Motion (SfM)を用いて復元する。カメラ位置を推定した結果とマーカを使用してカメラ位置を決定した結果を比較して評価を行う。

### 4. 研究成果

実シーンのライトフィールドを光源と考えたフォトリアルなCG画像合成に関する研究では、高輝度な太陽まで正確にキャプチャされたHDR画像を用いて、提案手法の有効性を確認した。太陽と太陽周辺天空とをそれぞれ放射基底関数で近似することにより、実データと同等なCG画像を生成できることを確認した。また、簡易全方位カメラで撮影した画像に対しても、2つの放射基底関数の和で表現することで精度よく近似することができ、実画像とCG合成画像の影のつき方を比較して同等であることを確認した。

実シーンのライトフィールドを効率的に取得するためのキャプチャリング手法の開発に関しては、全方位画像から直接 SfM を使用することができないため、キューブマップ形式の画像を作成し SfM で 6 方向のカメラ位置を推定した後、6 方向を統合してカメラ位置を決定した。撮影した全方位画像の各画素に対して、球の中心から各画素の方向に向かう光線を考え、光線と球との 2 交点を記憶しておくことにより、すべての撮影画像から 1 つの球面状ライトフィールドを構築した。画像生成時には、構築したライトフィールドから各画素方向の光線を取り出すことによって、任意視点での全方位画像の生成を行うことができる。ライトフィールドレンダリングによって作成した画像とカメラで撮影した全方位画像を比較し、画像中にアーチファクトが確認できるがほぼ同等な画像を生成できていることを確認した。また、マーカを使用してカメラ位置を推定した結果と比較し、提案手法の方が実画像との差分が少ないことを確認した。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

- 山本弥大, 古川亮, 宮崎大輔, 馬場雅志, 日浦慎作, 太陽の方向と実物の見えの解析に基づく重畳 CG の色味補正, 第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 13D-1, 2018.
- Daito Kakeya, Masashi Baba and Shinsaku Hiura, Generation of Omni-directional HDR Light-Probe Images Based on the Intensity Distribution Model Around the Sun, SIGGRAPH2017 posters, 2 pages, 2017.
- 山本 拓弥, 馬場 雅志, 日浦 慎作, 球面状ライトフィールドを用いた任意視点全方位画像の生成, MIRU2017 画像の認識・理解シンポジウム
- 中野 裕太, 多田野 司, 古川 亮, 馬場 雅志, 宮崎 大輔, 日浦 慎作, 川崎 洋, 焦点調節可能な複数レイヤディスプレイにおける光線空間近似精度の検討, MIRU2017 画像の認識・理解シンポジウム
- 掛谷 大登, 馬場 雅志, 日浦 慎作, 太陽周辺の輝度分布モデルを用いた HDR 光源環境画像の生成, Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2017.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6 . 研究組織

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。