

## 研究速報

### カメラと鏡を用いた多点光線取得システム

深見 遼<sup>†</sup> (学生員) 福嶋 慶繁<sup>††</sup> (正員)

圓道 知博<sup>†</sup> (正員)

メヒルダド パナヒブル テヘラニ<sup>†</sup> (正員)

藤井 俊彰<sup>†††</sup> (正員) 谷本 正幸<sup>†</sup> (正員:フェロー)

Multi-View Ray Acquisition System Using Camera and Mirror

Ryo FUKAMI<sup>†</sup>, Student Member, Norishige FUKUSHIMA<sup>††</sup>,

Tomohiro YENDO<sup>†</sup>, Mehrdad PANAHPOUR TEHRANI<sup>†</sup>,

Toshiaki FUJII<sup>†††</sup>, Members,

and Masayuki TANIMOTO<sup>†</sup>, Fellow

<sup>†</sup>名古屋大学大学院工学研究科, 名古屋市

Graduate School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, 464-8601 Japan

<sup>††</sup>名古屋工業大学大学院工学研究科, 名古屋市

Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya-shi, 466-8555 Japan

<sup>†††</sup>東京工業大学大学院理工学研究科, 東京都

Graduate School of Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550 Japan

あらまし 三次元情報を利用する機会の増加に伴い、これらを効率的に記録する手法が必要とされてきている。一般的にはカメラを多数配置して取得するが、大きな物理コストがかかる [1]。そこで複数のカメラと鏡を用いた、効率的な被写体の三次元情報取得系を提案する。

キーワード 全周囲画像, 取得系, 平面鏡, 自由視点, ステレオカメラ

#### 1. ま え が き

自由な視点位置の映像を表現するためには、多視点から撮影された画像とその画像が撮影された位置と向きの情報をもとに、自由視点画像を生成する必要がある。しかし、カメラ数が多ければ生成できる映像の視聴範囲も広がるが、それぞれのカメラの位置と向きを合わせるには大きなコストがかかる。そのため、被写体を回転させてカメラ1台で全周囲情報を取得する手法が一般的に用いられるが、この手法は静止シーンのみでしか用いることができない。そこで、本研究ではカメラ台数を削減し、平面鏡を被写体の背部に配置することで効率的に被写体の全周囲情報を取得し、自由視点映像を生成する。

#### 2. 提案手法

本研究では、多数のカメラを用いる方式や回転台を用いた方式に代わるものとして「カメラと鏡を用いた取得系」を提案する。本提案方式の特長は以下のとおりである。

- P1. 動物体の撮影が可能
- P2. 各画像の撮影タイミングの同期が可能
- P3. 各画像の露光時間, 色のばらつき, ホワイトバランス, などの調整が不要
- P4. 低コストで実現が可能

一方、従来の多数のカメラを用いる方式や回転台の方式と比較した場合、以下のような欠点が挙げられる。

- N1. 空間的に分割して取得するため、一つの画像当りの解像度が低下
- N2. 撮影物体と同等の大きさの鏡が必要

また鏡を介して得られる虚像と、カメラで直接撮影できる実像とが、重ならないという要件も必要となる。

多数のカメラを用いる方式は、上記 P1 が特長であり、N1 や N2 の問題はないものの、P2, P3, P4 の実現が非常に困難である。一方の回転テーブルを用いた方式は、単一のカメラを用いることから、P2, P3, P4 の特長を有し、N1, N2 の問題もないが、P1 の静止画しか撮影できないのが問題となる。

このように提案方式は、撮影したい物体の大きさ、必要な解像度等を勘案して、従来法と相補的に用いることができるものである。ある対象物の多視点動画像を取得したい場合、対象物の大きさと同等の鏡が利用でき、かつ空間分割による解像度低下が許容範囲以内である場合に効果的に利用することができる。近年は非常に高解像度のカメラ (4K, 8K) が利用できる環境が整いつつあり、手軽に多視点動画像を撮影したいという状況下では有効に使えることが期待される。

今回提案する取得系は図1に示すように、光軸並行なステレオカメラと2枚の平面鏡で構成された系である。用いる平面鏡の大きさは既知とし、被写体の背後に2枚の平面鏡を合わせ鏡のように配置することで、平面鏡には被写体の側面部から背面部が映し出される。図1中の実カメラから直接取得される被写体の画像が2視点、鏡に反射して取得される画像が2×2で4視点得られ、計6視点からの画像が得られる。鏡に反射して得られる被写体情報は、等価的にカメラを図中の

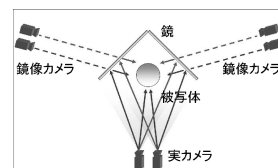


図1 提案配置図

Fig. 1 Environment of capturing the scene.

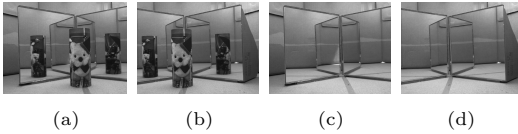


図2 撮影画像

Fig. 2 Captured image. (a) Left image, (b) Right image, (c) Left background image, (d) Right background image.

点線で示す光軸上に配置された位置のカメラで取得された画像である。これらのカメラを本論文では鏡像カメラと呼ぶ。鏡像カメラで得られる画像は、実際に配置した際とは左右が反転している。撮影プロセスはまず平面鏡を配置して被写体以外の背景情報を取得、次に被写体を追加して撮影を行い、背景差分をとることで被写体情報のみを抜き出す。抜き出した被写体画像をラベリングすることで、被写体情報を分割し、ラベルを付ける。このラベリング処理により、取得した被写体情報と図中の六つのカメラとの対応がとれる。次に、相関の高い情報間でマッチングを行い、図1で示す3方向からの奥行情報を算出する。今回用いたマッチング手法はブロックマッチングとグラフカットを合わせた手法である。その後、3方向からの形状と色情報を仮想視点にワーピングし、ポリゴンモデルを生成することで、自由視点映像を生成する。また、取得した背景画像から鏡の枠を検出し、鏡平面鏡の三次元座標を算出する。その際ハフ変換 [2] で線分を検出した。その情報を用いて鏡像にあたる奥行画像を鏡面で折り返し、実際に被写体の存在する位置にポリゴンを生成した。

### 3. 実験

提案手法の有効性を確かめるため、カメラ2台と平面鏡2枚を用いた被写体情報の取得、仮想視点画像生成の実験を行った。

#### 3.1 実験条件

- 被写体 高さ 175 mm の人型人形
- 平面鏡 両辺 200 mm の正方形
- ステレオカメラの解像度 640 × 480 pixel
- カメラの水平画角 56.09 度
- カメラ間距離 80 mm
- カメラ-被写体間距離 250 mm

背景差分をとるため、被写体の有無で計2回、4枚の画像をレンダリングした実際に撮影した画像を図2に示す。

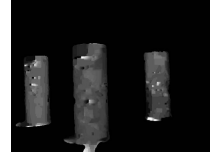


図3 生成奥行画像

Fig. 3 Generated depth image.

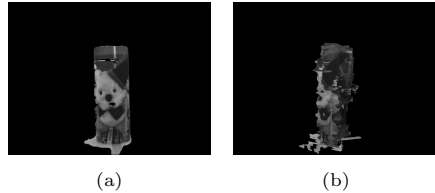


図4 生成画像

Fig. 4 Generated image. (a) Front image, (b) Image of angle 60 degrees.

### 4. 実験結果及び考察

取得した画像それぞれの背景差分をとりラベリングを行って被写体だけの画像を作成する。次に相関の高い被写体画像間でマッチングをとることで3方向からの奥行情報を生成する。生成した奥行画像を図3に示す。実際は1方向の画像ずつマッチングをとっているが、まとめて3方向分の奥行画像を図3には示している。生成した奥行画像は輝度値と奥行が対応しており、白ければカメラに近く、黒ければカメラから遠い位置に被写体があることを表している。生成した奥行画像をもとに、ポリゴンモデルを生成して仮想視点に色情報をワーピングすることで図4に示す自由視点映像を生成した。結果から、図4(a)の正面画像はステレオカメラに近い位置での生成画像なので、きれいに生成されているが、図4(b)の右60度位置での生成画像は実際の取得カメラ位置から遠く、またマッチングの精度の不安定さが輪郭部分に出ているため、引き伸ばされたようなところが見受けられる。

### 5. むすび

本論文では、ステレオカメラと2枚の平面鏡を用いた被写体情報の取得系を提案し、その系を用いた自由視点映像の生成を行った。問題点としては、奥行画像に生成画像の質が依存しているため、高精度な三次元形状の算出法の検討が必要であることが挙げられる。

なお、本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発制度 (SCOPE) による。

### 文 献

- [1] 福嶋慶繁, 圓道知博, 藤井俊彰, 谷本正幸, “Multi-Pass

Dynamic Programming による光線空間補間,” 信学論  
(D), vol.J90-D, no.7, pp.1721–1725, July 2007.

detect arbitrary shapes,” PR 13, pp.111–122, 1981.  
(平成 23 年 2 月 28 日受付, 7 月 6 日再受付)

[2] D.H. Ballard, “Generalizing the Hough transform to

---