

## 3D-LIDAR と魚眼カメラを用いた隠消現実感

大石 圭<sup>†</sup> 森 尚平<sup>†</sup> 斎藤 英雄<sup>†</sup>慶應義塾大学 理工学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年，現実世界に CG オブジェクトを重畳させる拡張現実感(Augmented Reality; AR)や複合現実感(Mixed Reality; MR)の実利用とともに，現実世界から実物体を視覚的に消し去る隠消現実感(Diminished Reality; DR)技術の研究も盛んに行われている。

DR 技術は例えば死角の可視化等へ応用が提案されている。Kameda らは建物の背後を観察する監視カメラの映像を，体験者視点の建物に重畳させることで建物の透視を行った[1]。また，Barnum らは体験者視点のカメラと隠背景観測用カメラの両方の視野を確認できるカメラを用いて建物等の透視を行った[2]。上の研究はどちらも視点変換に射影変換を用いている。

死角を可視化する DR では隠背景観測用カメラが体験者視点用のカメラに対し前方に配置されるために，カメラ 1 台に対する透視範囲が狭くなる傾向にある。そのために，カメラを多く設置するなどしてそれに対処する必要がある。そこで本研究では，隠背景観測用カメラに魚眼カメラを使用することでカメラ 1 台に対する透視範囲を拡大する手法を提案する。また，従来手法と比較することで，その効果を確認する。

## 2. 提案手法

提案手法では，隠背景観測用カメラは透過する対象に対して固定されているものとする。毎フレームに対し，隠背景の 3 次元再構成を行い，隠背景観測用カメラに対する体験者視点カメラの位置を推定する。その位置姿勢推定に合わせてレンダリングされた隠背景を，体験者視点の映像に重畳させることで，実物体の透視映像を生成する。なお，本研究では 3D-LIDAR と隠背景観測用カメラの位置姿勢推定は事前に済んでいるものとする。

## 2.1 隠背景のレンダリング

3D-LIDAR から得られる 3 次元点群は大変疎

Diminished Reality Using by 3D-LIDAR and Omnidirectional Camera

Kei Oishi<sup>†</sup>, Shohei Mori<sup>†</sup>, and Hideo Saito<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Keio University

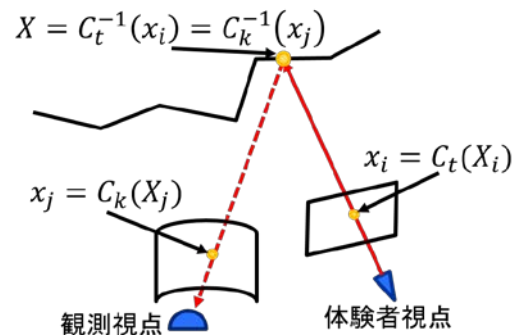


図 1 レンダリング

であるために，体験者視点の隠背景を生成することが難しい。そこで，点群から三角メッシュを構成することで隠背景の 3 次元再構成を行い，体験者視点の隠背景をレンダリングする。また物体のエッジ等で三角形が歪むことを避けるために，三角形の辺の長さが 3D-LIDAR から三角形重心位置までの距離と，ある定数の乗算によって定まる閾値より大きい場合には三角メッシュを構成しない。

隠背景観測用カメラ  $k$  に対する体験者視点カメラ  $t$  の位置姿勢は後述する 2.2 節の方法により定まる。レンダリングの模式図を図 1 に示した。事前のカメラキャリブレーションと位置姿勢推定によって求められる 3 次元位置の投影を  $C$ ，画像座標を  $x$  とすると，体験者視点の隠背景の画素値  $I_t$  は以下の式によって表される。

$$I_t(x) = I_k(C_k(C_t^{-1}(x))) \quad (1)$$

## 2.2 隠背景観測用カメラに対する体験者視点カメラの位置姿勢推定

2 つのカメラの位置姿勢推定を行うための模式図を図 2 に示す。 $\mathbf{M}$  は位置姿勢を表す  $4 \times 4$  の行列である。

隠背景観測用カメラ  $k$  と体験者視点カメラ  $t$  は共通の視野を持たない場合がある。したがって，あらかじめ両方の視野を観測できるカメラ  $a$  を一時的に用いて 2 台のカメラの位置姿勢推定を行う。

求めたい行列はカメラ  $k$  に対するカメラ  $t$  の位置姿勢行列  $\mathbf{M}_{kt}$  である。そこでまずカメラ  $a$  を用

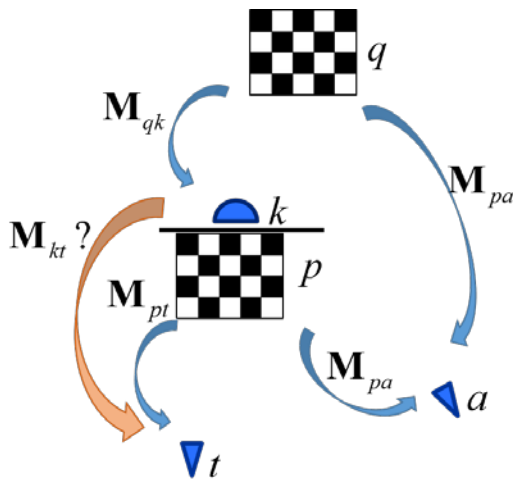


図2 各カメラとチェスボードの位置姿勢関係  
いて、カメラ  $k$  に対するチェスボード  $p$  の位置姿勢行列  $M_{kp}$  を求め、その行列を用いて  $M_{kt}$  を求める。以下にその関係を式で表す。

$$M_{kt} = M_{kp} M_{pt} \quad (2)$$

$$= M_{qk}^{-1} M_{pa} M_{pa}^{-1} M_{pt} \quad (3)$$

またこのとき体験者視点カメラ以外は固定であるため、行列  $M_{kp}$  は毎フレームで変化しない。したがって1度求めれば十分である。

### 3. 評価実験

#### 3.1 評価方法

従来手法である射影変換と RGB カメラを組み合わせた DR と提案手法を実装し、その結果を目視によって比較する。視点変換した画像の重畳は Barnum[2]らの手法を参考に行った。また、今回は、静止画で比較がしやすいよう、あらかじめ隠背景観測用カメラに対する体験者視点カメラの位置姿勢推定を 2.2 節に説明した方法によって求めて置き、チェスボードを取り除いた。従来手法と提案手法の体験者視点には RGB カメラ(C905-Logicool, 640×480 画素)を、提案手法の隠背景観測には魚眼カメラ(sp360-Kodak

PIXPRO, 1440×1440 画素, 214×214°)と、3D-LIDAR(YVT-X002-HOKUYO, 10360 点, 210×40°)を用いた。

#### 3.2 結果と考察

DR 処理結果を図3に示す。提案手法では従来手法より広範囲の透視が可能になったといえる。しかし提案手法は従来手法に比べ画像の質が悪い。これは 3D-LIDAR の取得点数が少ないために、構成された三角メッシュの一つ一つが大きくなってしまふことと、隠背景観測用カメラの解像度が低いことなどが主な原因と考えられる。上記の原因を改善すればより質の高い画像の生成が可能であると考えられる。また、今後の 3D-LIDAR の発展によってその走査範囲が広がれば、より広範囲の透視が可能になると考えられる。

#### 4. むすび

本稿では、隠背景観測用カメラに 3D-LIDAR と魚眼カメラを用いることで隠背景の 3 次元再構成を行い、それを体験者視点に重畳させることで広範囲の透視を行う DR 手法を提案した。そして、実画像を用いた実験を行うことにより、提案手法が従来手法よりカメラ 1 台に対する透視範囲が広がったことを確認した。

謝辞

本研究の一部は、科研費・基盤研究(S)(課題番号 24220004)と学振・特別研究員奨励費(課題番号 16J05114)による。

参考文献

- [1] Y. Kameda, T. Takemasa, Y. Ohta, "Outdoor See-through Vision Utilizing Surveillance Cameras," Proc. ISMAR2004, pp. 151-160, 2004.
- [2] P. Barnum, Y. Sheikh, A. Datta, T. Kanade "Dynamic Seethroughs: Synthesizing Hidden Views of Moving Objects," Proc. ISMAR2009, pp. 111-114, 2009.



図3 DR 処理結果比較  
(左から DR 処理前, 射影変換+RGB カメラ, 提案手法)