

動的非平面隠背景可視化のための ライトフィールドレンダリング

前澤 桃子[†] 家永 直人[‡] 森 尚平[†] 齋藤 英雄[†]

[†]慶應義塾大学 理工学部 [‡]慶應義塾大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

現実空間から物体を視覚的に隠蔽・消去・透過する技術は隠消現実感 (Diminished Reality; DR)として知られている. これまでにも, DR 技術を用いた死角の可視化[1]や家具再配置シミュレーション[2]等への応用が提案され, こうした DR による可視化が特定の作業効率化にも効果的であることを示す文献も発表されている[3].

我々は, 医療・教育・製造等の分野において, 作業内容の教示を目的とした映像に写り込む作業員自身の手の視覚的除去及び作業空間の可視化を目的としたライトフィールドの構築法をこれまでに報告してきた[4, 5]. これまでの手法では, 作業空間は平面で近似できるという隠背景平面拘束を設けていたが, 本稿ではこの拘束を緩和し, かつ実時間で作業空間を可視化することを目的とする.

提案手法は, 多視点カメラを用いたライトフィールド[6]の概念に基づいており, 特定の3次元位置付近を通過する光線を用いずに任意視点画像生成を行う. 本稿では, 隠背景平面仮定を置くこれまでの結果と, 提案手法の作業空間可視化結果を比較し, その有効性を確認する.

2. 提案手法

2.1 焦点面推定

提案手法では RGB-D カメラを用いて背景の幾

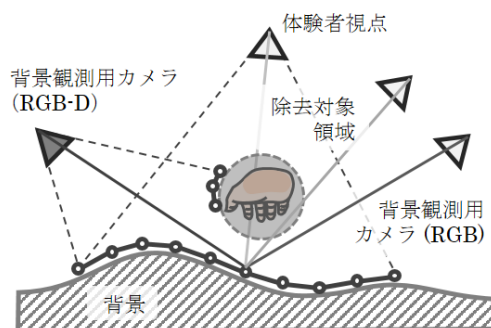


図1 非平面隠消現実感

何形状を計測し (図 1), その表面に合わせて焦点面を設定する. RGB-D カメラは体験者視点とは別の視点位置に置くことで, 作業領域を観測することを想定する. RGB-D カメラから得られる奥行画像を3次元空間に逆投影することで点群を生成し, これを体験者視点に投影することで体験者視点における奥行画像を生成する. 体験者視点における奥行画像から焦点面設定用の3次元点群を任意の数だけ取得し, この頂点を三角形分割することで焦点面上に Geometric Proxy [7] (再構成基準面) を構築し, 体験者視点における隠背景を再構成する[4, 5].

2.2 除去対象領域の決定

2.1 節にて述べた作業領域外の奥行画像から除去対象領域を決定する. 提案手法では主として作業員の手を除去して見せることを目的としているため, 作業員視点においてその手は奥行画面中の下側から上側に向かって現れると想定する. そこで, 奥行画像中の有効画素の内, 縦方向に最も高い座標値を持つ画素に対応する3次元位置を手先の位置と考えた. 実際の手を中心は手先より体験者の位置に近い位置に存在するため, 一定のオフセットを与えて位置を調整した.

3. 性能評価実験

3.1 評価方法及び機器構成

非平面の作業領域に対して従来手法[4]と提案手法を実行し, その結果を目視で確認する比較評価を行う. また, 処理速度を計測し, 提案手法が実時間性を保っていることを確認する. 最後に, 得られた結果について考察する. 尚, 従来手法では作業員の手が写っていない平面を写した初期フレームの奥行画像を与えてこれ以降更新せず, 提案手法では毎フレーム更新した.

実験には, PC (Intel Core i7-6567U, 16GB), 三脚に固定した3台の USB カメラ D_1 , D_2 (体験者視点), D_3 と1台の Kinect (RGB-D カメラ) D_4 (それぞれ 640×480 画素), 作業台として配置した机を用いた (図 2). 作業員視点において作業員自身の手に遮蔽される机上の状況を従来手法及び提案手法によって可視化し比較する.

実験に用いるデータセットは, 各カメラ 640 フ

Light field rendering for hidden dynamic non-plane space visualization

Momoko Maezawa[†], Naoto Ienaga[†], Shohei Mori[†], and Hideo Saito[†]

[†]Keio University

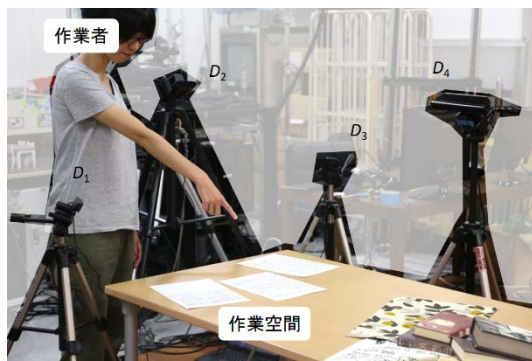


図2 セットアップ例

フレームの画像を撮影することで取得し、これをPCに読み込んで実験を行った。提案手法が動的かつ非平面な作業領域において機能することを示すため、撮影中に作業者の手を写すと同時に作業領域で手や紙を動かしながら撮影を行った。

3.2 結果と考察

DR処理前、従来手法（隠背景平面仮定）[4]及び提案手法によるDR処理結果を図3に示す。従来手法によるDR画像では、提案手法のものに比べて、隠背景に存在する作業者の左手が本来の位置から右にずれている。これは作業者の左側に位置するRGB-Dカメラの画像を用いて非平面の背景に対して、実際より奥に位置する平面の焦点面を用いて再構成したため、右に引き延ばされるように写った結果であると考えられる。提案手法ではRGB-Dカメラを導入して隠背景の幾何形状に合わせた焦点面を設定し、光線を取得したため、隠背景が非平面の場合にも周囲のテクスチャと整合性のとれたDR処理結果が得られた。

処理速度を計測したところ、1フレームあたりにかかる処理時間はおよそ24.4ms(41.0fps)であった。よって一般的に必要とされるフレームレートである30.0fpsを上回り、実時間処理を達成できたと言える。

以上より、提案手法によって、従来手法[4]の隠背景平面拘束を緩和し、動的に変化する非平

面で構成された作業空間の可視化を実時間で行えたと言える。

4. むすび

本稿では、除去対象物体を通過する光線を避けて隠背景を再構成する従来手法[4]を拡張し、作業者視点映像における非平面の作業領域の実時間透視を可能にするDR手法を提案した。そして、実画像を用いた実験により、隠背景平面仮定を置く従来手法と比較して提案手法が有効に機能することを確認した。

謝辞

研究の一部は学振・特別研究員奨励費（課題番号16J05114）及び科学研究費基盤研究(S)24220004の補助により行われた。

参考文献

- [1] P. Barnum, *et al.*, “Dynamic seethroughs: Synthesizing hidden views of moving objects,” Proc. ISMAR, pp. 111 - 114, 2009.
- [2] S. Siltanen, *et al.*, “A complete interior design solution with diminished reality,” Proc. ISMAR, pp. 371 - 372, 2014.
- [3] V. Buchmann, *et al.*, “Interaction with partially transparent hands and objects,” Proc. Australasian User Interface Conf., Vol. 40, pp. 17 - 20, 2005.
- [4] 森尚平 他, “多視点カメラを用いたライトフィールドレンダリングによる隠消現実感表示,” 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会, MR2016-7, 2016.
- [5] S. Mori, *et al.*, “Detour light field rendering for diminished reality using unstructured multiple views,” Proc. Int. Workshop on Diminished Reality as Challenging Issue in Mixed and Augmented Reality (IWDR), pp. 292 - 293, 2016.
- [6] M. Levoy, “Light fields and computational imaging,” *Computer*, 2006.
- [7] C. Buehler, *et al.*, and M. F. Cohen, “Unstructured lumigraph rendering,” Proc. SIGGRAPH, pp. 425 - 428, 2001.



図3 DR処理結果の比較

(左からDR処理前, DR処理後(隠背景平面仮定), DR処理後(提案手法))