

鏡面反射領域を用いた一人称視点映像生成法

A Generation Method of First Person View Video from Reflectance Region

蛭田 雄也[†]
Yuya Hiruta

宍戸 英彦[†]
Hidehiko Shishido

亀田 能成[†]
Yoshinari Kameda

北原 格[†]
Itaru Kitahara

1. はじめに

技術者が体得している非言語情報である所作や技術を、言語などの情報メディアを介していかにわかりやすく他者に伝承するかが技術伝承の大きな課題である。「見て盗め」と言われるように、技術伝承を目的とした映像教育教材の製作が広がりつつある。その際、技術者視点からの見え方である一人称視点映像を記録することができれば、作業中に注目すべきポイントが明確となり、学習効率向上が期待される。医療の手術教育では、術者の注目ポイントを明確に示す一人称視点映像の利用が進んでいる[1]。また、製造分野では、熟練を要する作業において一人称視点映像を用いた教育法が検討されている[2]。

一人称視点映像を取得する方法は、大きく二つに分類される。一つは、一人称視点映像を取得したい作業者の頭部に装着した小型カメラで映像を撮影する方法である。カメラを作業者の頭部に装着することにより、一人称視点映像に近い映像を直接的に撮影できるが、頭部にカメラを装着するため、作業者の動作や作業が妨げられることが懸念される。また、対象者の頭部が作業中に大きく動いた場合、動きブレによって映像品質が低下し、映像観察による学習が困難になることが考えられる。加えて、複数人での作業を対象とする場合、人数分の機材を準備する必要がある。

もう一つは多視点映像を用いる方法である。作業シーンの周囲にカメラを多数配置して多視点映像を撮影し、カメラ配置に従って映像を連続的に切り替える Bullet-Time 映像や、多視点映像から対象シーンの 3 次元モデルを生成し、それを用いて任意視点からの映像を生成する自由視点映像などの実現例がある。医療手術ではアームや無影灯を使用した実現法なども提案されている[3]。しかし、作業シーンの外側にカメラを多数設置して撮影するため、映像の解像度が低下する問題や、作業台とカメラの間に作業者が入り込むことによってオクルージョンが発生し、一人称視点映像生成が困難となる問題が存在する。作業台付近にカメラを設置する場合は、作業を妨げないカメラ配置の検討が必要となる。

本研究では、図 1 に示すように、作業者が装着したゴーグル表面で反射像を利用することで作業者の見ている一人称映像を生成する手法を提案する。シーン内部に配置したカメラにより対象者を撮影し、作業者を撮影する。鏡面反射領域は対象者の視野が鏡像として映ったものであるため、撮影映像から鏡面反射領域を分割し、分割領域に対して作業者視点の位置姿勢に基づいた射影変換を施すことによって、一人称映像を生成する。本研究では動的な作業を対象とするため、撮影映像から作業者視点の位置姿勢を随時推

定する必要がある。本手法では、3次元形状が既知のゴーグルを映像中でトラッキングすることによって作業者の位置姿勢の推定を可能とする。

本提案手法では、対象者はゴーグルを装着するだけで一人称視点映像の生成が可能である。ゴーグルは作業時に、作業者の目の保護目的で使用されることから、その動作を制限しないと考えている。また、作業の妨げとならない、かつ、作業者をよく観察できる位置にカメラを配置・撮影することにより、オクルージョンや解像度低下の問題を解消する。

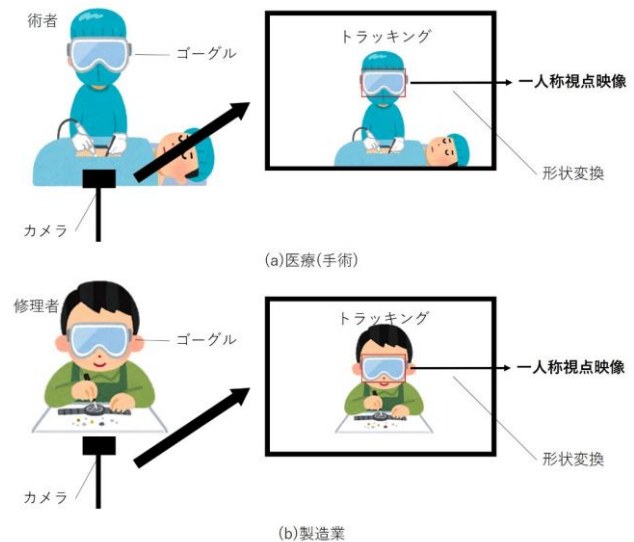


図 1 提案する一人称視点映像生成

2. 鏡面領域を利用した一人称視点映像生成手法

提案する一人称視点映像の生成の流れを図 1 に示す。作業者はゴーグルを装着し、作業台において作業を行う。作業台側から作業者が撮影できる位置にカメラを設置し、作業者映像を撮影する。撮影映像からゴーグル領域を切り出し、その見かけの形状から作業者視点の位置姿勢を推定する。推定した位置姿勢の情報に基づきゴーグル領域に射影変換を施すことで、一人称視点映像を生成する。

2.1 作業者の位置姿勢推定

作業者視点の位置姿勢を推定するために、作業シーン内に設置したカメラで撮影した映像から、ゴーグルの縁部分で観測されるエッジ特徴量を利用してゴーグル領域の検出・切り出しを行う。切り出した映像は鏡像であるため、映像の左右を反転する。

[†] 筑波大学 University of Tsukuba

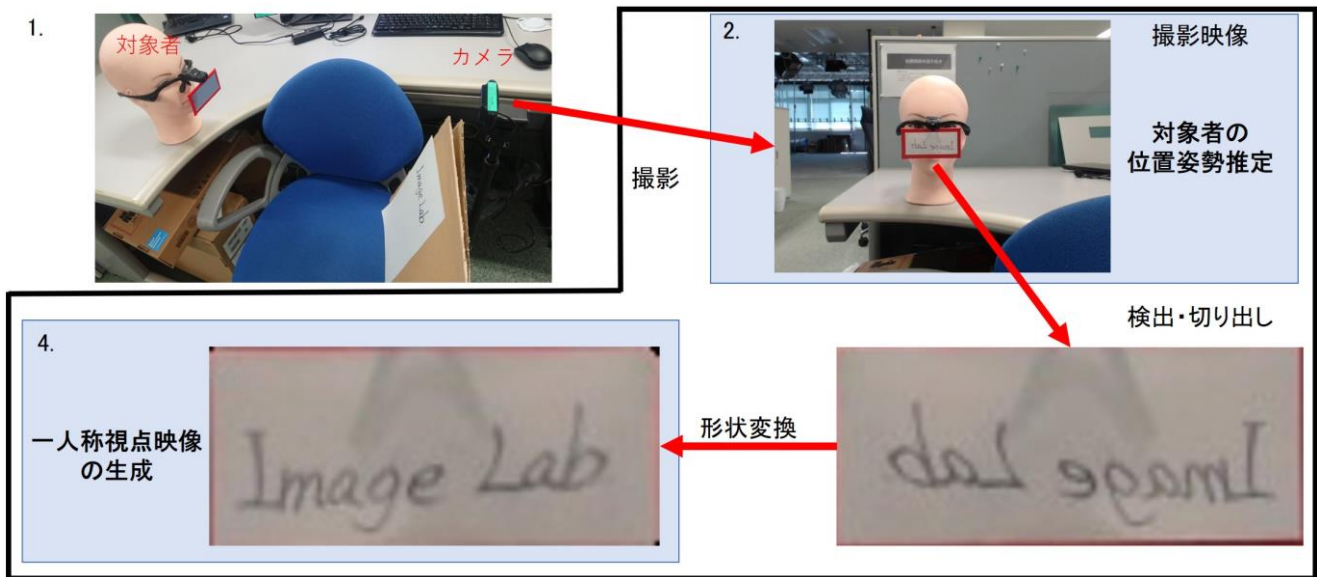


図 2 提案手法の一人称視点映像の生成までの流れ

- (1. カメラにより作業者を撮影. 2. 撮影映像からゴーグル検出による作業者の位置姿勢推定.
3. 撮影映像からゴーグル鏡面映像の切り出し. 4. 形状変換による一人称視点映像の生成

2.2 一人称視点映像の生成

切り出したゴーグル領域には、作業者視点とカメラの相対的な位置姿勢に基づく見え方の歪みが含まれる。本節では、歪みを補正する射影変換の処理について述べる。ここではゴーグル反射面形状を平面と仮定し、式(1)で表されるホモグラフィ変換によって射影変換を行う。

$$\lambda \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

推定するホモグラフィ変換のパラメータは 8 個であるため、変換前後の対応点 (x, y) と (u, v) のペアが高々 4 点あればホモグラフィ行列を推定することができる。

3. 実証実験

提案手法の実証実験を行った。作業者が装着するゴーグルとして、鏡面反射領域が平面となるゴーグルを試作した。図 3 に製作したゴーグルを示す。鏡面部分はアクリル製のハーフミラーを用いた。撮影用のカメラには、Logicool 社の Web カメラ c920r を使用した。画像の解像度は 640 画素 × 480 画素である。図 2-1 に示すように、ゴーグルを装着した模型を撮影した。ゴーグルに反射する像をわかりやすくするために、椅子の上にテキストを配置した。撮影された画像を図 2-2 に示す。撮影画像のゴーグルには、配置したテキストが反射されていることが確認できる。次に、図 2-3 に示すようにゴーグル領域を切り出した。切り出した画像に左右反転処理を施し、ホモグラフィ変換することで一人称映像を生成する。図 2-4 に示すように一人称視点画像が生成されていることが確認できる。



図 3 製作したゴーグル

(左: アクリル製ハーフミラー, 中央: アクリル板, 右: 装着用フレーム)

4. まとめ

本稿では、作業者が装着したゴーグル表面の鏡像を利用することで作業者の見ている一人称映像を生成する手法を提案した。実証実験を通し、作業者の位置姿勢推定、形状変換による歪み補正を行うことで、一人称視点映像が生成できることを確認した。

謝辞

本研究は科研費 (17H01772) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 佐藤啓太, 勅使河原勝伸, 五木田昌士, “外傷手術トレーニングを目的としたウェアラブルカメラの使用経験”, 日本腹部救急医学雑誌, Vol.36, No.7 (2016)
- [2] 梨子卓雅, “映像を用いたハサミ職人の研磨技能の表出支援に関する一検討”, 情報処理学会第 80 年全国大会, 2018
- [3] 大石 圭, 斎藤 英雄, 梶田 大樹, 高詰 佳史, “多視点手術動画の自動視点切替”, 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会, Vol.22, No.1 (2019).