

# テレビ会議における対話者間の視線一致のための 目領域変換手法

井上 卓弥<sup>1,a)</sup> 高橋 友和<sup>1</sup> 平山 高嗣<sup>1</sup> 川西 康友<sup>1</sup> 出口 大輔<sup>1</sup>  
井手 一郎<sup>1</sup> 村瀬 洋<sup>1</sup> 黒住 隆行<sup>2</sup> 柏野 邦夫<sup>2</sup>

## 1. はじめに

近年、ウェブカメラなどの普及により、テレビ電話やテレビ会議などを容易に行なえるようになった。一般に、テレビ会議を行なう際に、ユーザはディスプレイに映った相手を見ながら会話をする。対話者とのコミュニケーションにおいて対話者間の視線一致は重要な役割を果たすが、カメラがディスプレイの外部に設置されているため、対話者間の視線が一致しないという問題が発生する。

この問題を解決するために、映像中の顔画像を変換して視線が一致するような映像を生成する手法として、2台のカメラから得られた画像を View Morphing により合成する手法 [1] や、可視光カメラと深度カメラの2台のカメラを利用する手法 [2] が提案されている。

これに対し、我々はノートパソコンや携帯電話に一般的に装備されている単一カメラのみを用いて、対話者間の視線を一致させる画像処理手法の実現を目的として研究を進めている。そのために、顔画像中の目領域のみを変換することで視線が一致した映像を生成する。具体的には、対話者が視線一致を知覚する範囲（視線のずれに敏感な範囲）をユーザが見ているときにのみ、ユーザの目領域を変換し、視線の一致した顔画像を生成する（図 1）。この範囲を「視線一致知覚範囲」と呼ぶ。そのために、2つの技術の実現が必要である。

- (1) 画像から視線一致知覚範囲を見ていることの検出
- (2) 目領域を変換し、視線が一致した顔画像の生成



図 1 利用状況

## 2. 対話者間の視線一致のための目領域変換

図 2 に提案手法の処理の流れを示す。本手法では、(1) 視線一致判定によりユーザが視線一致知覚範囲を見ているか否かを判定し、見ている場合には、事前にカメラを注視した際に撮影した画像の目領域を入力画像の目領域に合成することで (2) 視線の一致した顔画像を生成する。

### (1) 視線一致判定

視線一致判定は入力画像が視線一致知覚範囲を見ているか否かを判定する処理であり、学習データを用いて事前に識別器の学習を行なう学習段階と、入力画像が視線一致領域を見ているか否かを判定する識別段階からなる。

#### (a) 学習段階

学習データとして、視線一致知覚範囲を見ているときの画像と見ていないときの画像を大量に収集する。まず、左右それぞれの目領域の輪郭部分から 6 点の特徴点を抽出する、次に、6 点の特徴点の外接矩形で目領域を抽出し、左右の目を連結して、図 3 に示すような目領域画像とする。この処理をすべての学習データに対して行ない、すべての目領域画像の外接矩形の平均の大きさにそれぞれの目領域画像のサイズを正規化する。得られた目領域画像から HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴を抽出し、識別器の学習を行なう。

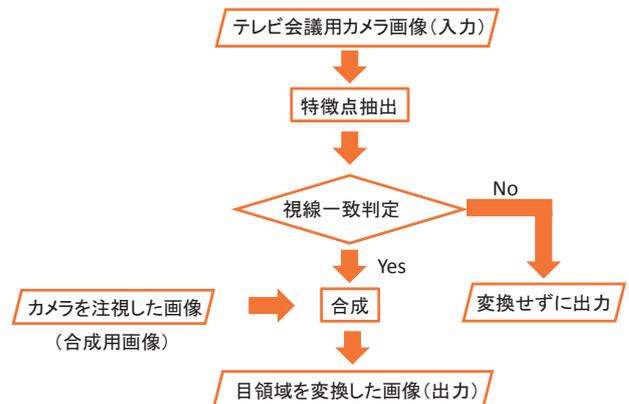


図 2 提案手法の処理の流れ

<sup>1</sup> 名古屋大学 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町  
<sup>2</sup> 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所 〒243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮 3-1  
a) inouet@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp



図 3 目領域画像の例



図 4 三角形分割の例

(b) 識別段階

入力画像に対し、学習段階と同様な特徴抽出を行い、識別器を用いて視線一致知覚範囲を見ているか否かを判定する。その際、前処理として目の開閉度を計算し、しきい値よりも小さい場合は、見ていないと判定する。これは、まばたきにより、目が完全に開ききっていない状態では、ユーザは特定の場所を注視していないと考えられるためである。

(2) 合成

入力画像の目領域に対してカメラを注視した画像の目領域を合成する。カメラを注視した画像と入力画像とで目の形状が多少異なっている時でも、その変形に対応するために、合成には三角形パッチ分割を利用する。三角形パッチ分割は、前の処理で抽出した 6 点の特徴点を使用する。まず、6 点の特徴点を用いて、図 4 に示すように入力画像とカメラを注視した画像中の目領域を三角形に分割する。次に、分割した三角形それぞれにおいて、カメラを注視した画像の三角形をアフィン変換により変形し、入力画像中の対応する三角形の形状にあわせて合成する。

3. 実験及び考察

提案手法により変換した映像における視線一致を評価するために実験を行なった。入力画像を撮影するためにディスプレイの上部に 1 台、実際に対面したコミュニケーションを再現するためにディスプレイの正面に 1 台カメラを設置した。2 台のカメラを用いて、被撮影者がディスプレイの正面にあるカメラを注視する場合や、他を注視する場合を同時に撮影した。ディスプレイの上部に設置されたカメラから撮影された映像に提案手法を適応した。10 人の被験者に対して、ディスプレイの上部に設置されたカメラから撮影された映像、提案手法により変換された映像、ディスプレイの正面に設置されたカメラから撮影された映像の 3 つを提示した (図 5)。テレビ会議をしていると想定して被撮影者と視線が一致していると感じるか否かについて被験者から回答を得た。

図 6 に被験者が視線の一致を感じる割合を示す。正面のカメラから得られた映像における視線一致を感じる割合を真値とした場合、上部のカメラから得られた変換前の映像における真値との誤差の平均は 40%であったが、変換後の映像では 14%に減少した。また、上部のカメラから得られた映像では、正面のカメラから得られた映像において視線



図 5 データセットの画像例

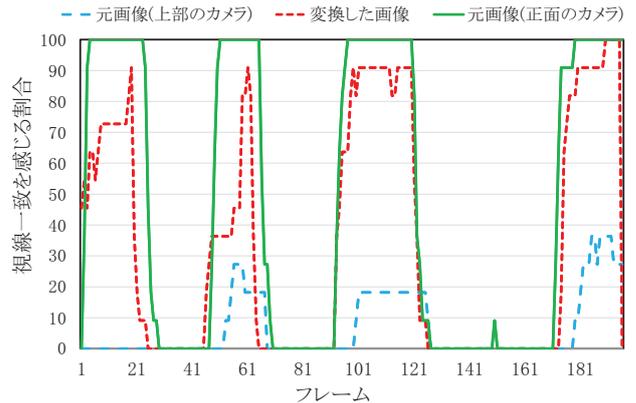


図 6 被験者が視線の一致を感じる割合

一致を感じている場合でも視線一致を感じていない。それに対して、提案手法により変換された映像では、正面のカメラから得られた映像において視線一致を感じている時とほぼ同じ時に視線一致を感じていることがわかる。これにより、提案手法を適応したテレビ会議では、実際に対面したコミュニケーションと同じように自然に視線一致を感じる可能性があることを確認した。

4. むすび

単一カメラのみを用いたテレビ会議における対話者間の視線一致のための目領域変換手法を提案した。提案手法では、ユーザが視線一致領域を見ていると判定した場合、事前に撮影した画像を用いて目領域を変換し、視線を一致させた画像を生成する。今後の課題としては、視線一致判定の高精度化などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、科学技術研究費補助金による。

参考文献

[1] R. Yang and Z. Zhang, "Eye gaze correction with stereovision for video-teleconferencing," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 26, no. 6, pp. 956-960, July 2004.  
 [2] C. Kuster, T. Popa, J.C. Bazin, C. Gotsman, and M. Gross, "Gaze correction for home video conferencing," Proc. ACM SIGGRAPH Asia, ACM Trans. Graphics, vol. 31, no. 6, pp. 174:1-174:6, Nov. 2012.