



立体視 HMD を用いた仮想ネイルアートシステムの構築

Development of Virtual Nail Art System using Stereo HMD

神原利彦¹⁾

Toshihiko KANBARA

1) 八戸工業大学 電気電子工学科

(〒 031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 8 8 - 1, kanbara@hi-tech.ac.jp)

Abstract : Nail art means fashion that women enjoy attaching each beautiful nail-tip onto their each finger tip. Since the nail-tips are manufactured very beautifully, they are very expensive. Though a woman buys a set of the expensive nail-tips, she may feel them unsuitable, after she tries to attach the nail-tips. In this case, she feels very lose for buying them. So, a virtual system that the woman can verify whether the nail-tips are suitable or not before buying them is required. Therefore, we propose a new method for implementing the virtual system. In our system, a woman wears a stereo HMD(head mounted display). Through two cameras of the HMD, she can see a stereo pair image of her own fingers. By techniques of image processing and image understanding, the 3D position and 3D orientation of each finger tip are estimated accurately, For example, OpenPose is one of these method. By the estimated 3D position, 3D orientation and AR-Toolkit, the 3D nail-tip CG is overlapped into both left and right images. We have implemented some parts of our system in many pre-experiments.

Key Words: *OpenPose, AR-Toolkit and nail art*

1. 序論

ネイルアートとは、華麗な付け爪を自分の爪に貼り付けて爪を装飾するファッションである。華麗な装飾を施した付け爪は加工・彩色に手間と費用が多くかかっているため、一般的に非常に高価とされている。その高価な付け爪を購入し、実際に装飾してから初めて自分の指に感性的に合わないと購入者が気付く場合があり、その場合には購入者の多大な損失となる。そのため、購入する以前に、あたかもその爪を自分の爪に貼り付けたかのような感覚を、視覚で立体的に確認できるような仮想システムが望まれている。

関連研究としては、齊藤 [1] らや津田 [2] らの手法が挙げられる。手指を単眼カメラで撮影した静止画像に対し、付け爪の画像を重ね合わせて重畳表示する手法を提案している。だが、平面的な重ね方であり、立体的に見えないという問題点があった。

そこで、筆者ら [4] は被験者がステレオカメラを搭載した立体視 HMD を装着して、自分の手指の動画をそのカメラで撮影すれば、HMD のディスプレイに CG の付け爪が立体的に重畳表示される手法を提案した。だが、この処理では画像から指先の位置・姿勢を推定し認識する学習率が低く、誤認識が頻発して、付け爪がとんでもない場所に重畳されていた。その一方で、近年深層学習を使って機械学習の

認識率を向上させる手法が多数提案されている。OpenPose もその一種であり、単眼のカラー画像から関節を持った人物のスティックモデルや、手指の各指関節のスティックモデルが高精度で認識された例が多数紹介されている。そこで、この OpenPose を用いて、高精度で仮想的にネイルアートを鑑賞できるシステムの構築を目指す。

2. 手法

2.1 問題設定

立体視 HMD(Head Mounted Display) とは、ステレオカメラと HMD を組み合わせたもので、左右のカメラから撮影した 2 つの画像を左右別々のディスプレイで左眼と右眼の眼前に提示できる装置である。この装置を装着した被験者が自分の手指を HMD を通して見た場合に、左右のディスプレイに「視差をつけた付け爪の CG 画像」が重畳表示されるようにする。また、左カメラと右カメラは並行視ステレオが可能となるようキャリブレーションされており、互いの相対的な幾何関係が既知とする。

2.2 手法概要

本手法は、以下の 3 つの手順から構成される

- (1) 立体視 HMD のステレオカメラで立体視画像を撮影し、それらの画像から OpenPose を用いて、手指の

関節点を抽出し、スティックモデルを当てはめる。

- (2) 手順 (1) で得られた 3 次元の関節点に対して、スティックモデルの繋がりを手がかりに対応付けを行い、関節点の 3 次元位置を推定する。さらに、5 本の指先の爪の位置・姿勢を推定する。
- (3) AR-Toolkit のライブラリ関数などを用いて、手順 (2) で推定された位置・姿勢情報を基に 3 次元付け爪 CG を重畳表示する。

2.3 手指の 3 次元姿勢推定手法

手順 (1) では、OpenPose を用いて、左画像と右画像に対しスティックモデルを得る。手順 (2) では、このモデル情報から、指先点の左画像座標 $(u_{i,j,L}, v_{i,j,L})$ と同一の対応点 $(u_{i,j,R}, v_{i,j,R})$ を右画像から得る。平行ステレオ視の原理より以下の式で 3 次元座標が得られる。指先点の 3 次元位置が付け爪を重畳表示させる位置となる。

$$X_L = \frac{bu_{i,j,L}}{u_{i,j,L} - u_{i,j,R}}, \quad X_R = \frac{bu_{i,j,R}}{u_{i,j,L} - u_{i,j,R}}$$

$$Y_L = \frac{bv_{i,j,L}}{u_{i,j,L} - u_{i,j,R}}, \quad Y_R = \frac{bv_{i,j,R}}{u_{i,j,L} - u_{i,j,R}}$$

$$Z_L = \frac{bf}{u_{i,j,L} - u_{i,j,R}} = Z_R$$

指先点と第一関節点とを結んだ 3 次元直線から指の姿勢を求めて、付け爪の姿勢とする。

2.4 視差のついた付け爪 CG の重畳表示

手順 (3) では、左画像と右画像に視差のついた CG 画像を重畳表示する。この際に、特に視差を意識する必要はなく、左画像では (X_R, Y_R, Z_R) の位置に、右画像では (X_L, Y_L, Z_L) の位置に表示させる。そうすることで、視差は自然に付く。

3. 実験

立体視 HMD として、TRIVISIO 製の ARvision-3D-HMD-USB を使用した。認識及び CG 描画には、マウスコンピュータ製の PC(Core i5-3470 3.6GHz/RAM8G) を使用した。まず、手順 (1) を実装した。HMD に搭載している左側の USB カメラから撮影した左画像を OpenPose で処理し、スティックモデルを重畳表示させた例を図 1 に示す。

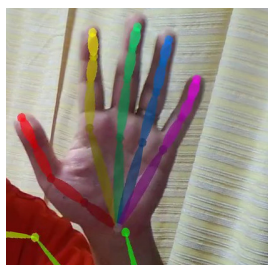


図 1: OpenPose で出力させたスティックモデル

次に、手順 (2) を実装した。ステレオ視の対応付けから 3 次元点を求めて位置が正しいかを確認した。対応付けが正しい場合には、正しい位置が推定されたが、誤対応が発

生すると位置・姿勢の両方が乱れることがわかった。左画像、または右画像だけに指先が写っていてもう片方に写っていない場合は特に推定精度が低い。指先や第一関節が写っていない場合でも、第二関節以降が写っていれば、図 1 のように第二関節以降のスティック情報が使えるので、それらから (写っていない) 指先の位置予測などを検討したい。

最後に、手順 (3) を実装した。簡素な付け爪 CG をモデリングして、その付け爪 CG を重畳表示させた。その例を図 2 に示す。また、画像による推定誤差のせいか、指は静止しているのに CG の付け爪が小刻みに振動して表示される例もあった。

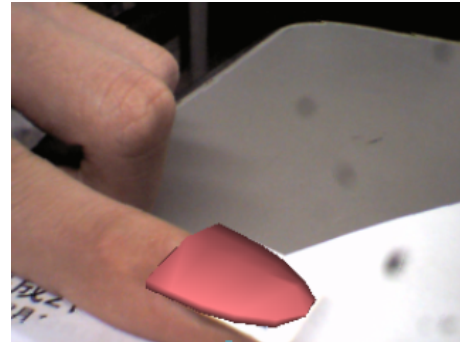


図 2: 付け爪の重畳表示の例

4. 結論

OpenPose で 2 次元のスティックモデルを当てはめ、対応付けからステレオ視で 5 つの指先の位置・爪の姿勢を推定し、付け爪を重畳表示する手法を提案した。その手法の実装において、対応付けに失敗する例が多数あることがわかった。特に、右で指先が写っているのに、左で写っていない場合などが、失敗例として多い。

指先だけを使うのではなく、掌も含めて画面から見切れて写っていない指先の位置と姿勢をも精度良く推定することを今後の課題とする。

参考文献

- [1] 齊藤久美子「ネイルアートシミュレーション」東京工科大学コンピュータサイエンス学部卒業論文,2005
- [2] 津田ほか「ライトによる色相変化特徴量を利用したネイルアートシミュレーション」信学会総合大会基礎・境界論文集 P290, 2009.
- [3] 島田ほか「確率に基づく探索と照合を用いた画像からの手指の三次元姿勢推定」信学論 Vol.J79-D-II No.7, pp.1210-1217,1996.
- [4] 菊地、神原「立体視 HMD を用いた仮想ネイルアート鑑賞システムの構築」平成 22 年度電気関係学会東北支部連合大会予稿集 p.192, 2010.