

簡易 VR システムにおける内蔵スマートフォンのみを用いた 入力手法の提案と実装

上倉裕大[†] 赤池英夫[†]

電気通信大学 情報理工学部 情報・通信工学科[†]

1. はじめに

近年、パソコンの処理性能が向上し Virtual Reality(VR)が個人でも利用できるようになりつつあるが、2018 年時点での VR ヘッドセット利用人数は全世界で 61 万人ほど[1]であり、一般に普及したとは言い難い。直近ではアプリケーションを利用する上でパソコンを必要とせず、スマートフォンをゴーグルに入れる簡易的なものや、ゴーグルのみのスタンドアロンで動作するものも製品化されている(Oculus Go など)が、それらの操作方法も専用のコントローラを用いたものが多く、導入するにあたってコスト増となってしまう。

そこで本研究では、スマートフォンの背面カメラのみを用いてジェスチャーの認識および手の位置推定を行い、安価かつ、より直感的な操作を可能とする入力手法の提案、実装を行う。

2. 関連研究

手指の状態を各種センサを用いて推定する研究は数多くあるが、F.Mueller らの研究[2]や P.Panteleris らの研究[3]にあるように機械学習を解析の補助に用いることで、RGB カメラ単体での手認識を可能にする手法が近年発表されつつある。機械学習を用いることで手が物体の後ろに隠れてしまうような場合でも、比較的安定し精度の高い認識を行うことが可能である。しかしながら、学習だけでなく推論においても高い処理性能を要求する。そのためスマートフォンなどのモバイル端末では処理性能が不足しているため、快適に動作させることは難しい。

加藤らの研究[4]では、導電性パターンを印刷したゴーグルで、スマートフォンをセットしたままでの操作を可能にしている。ゴーグル自体はダンボール製であり、そこに導電性インクを印刷する構造により、安価かつスマートフォンのみで完結する入力方法でありながらも、タッ

プやスクロール、スワイプなどの操作を行うことができる。また、印刷パターンを変更することにより多彩な操作を追加することが可能である。しかしながら、パターンの一部を静電容量式の画面に触れさせることで操作を可能にしているために、画面の一部が常に専有されてしまい、また画面上の要素を直接操作することができず、間接的な操作になってしまうという問題もある。

3. 提案手法

3.1. 提案手法の概要

ゴーグルにはスマートフォンの背面カメラの部分に穴の空いた市販のものを用いた。前方に伸ばした手をカメラで撮影し、その映像を解析することでスマートフォンに表示されているアプリケーションの操作を行う(図 1)。ゴーグル以外に別途装置を購入する必要がないため、既存の入力手法に比べて安価かつ簡易な入力手法を実装することが可能である。また、手を直接入力に用いるため、コントローラなどの専用の入力装置を用いた場合に比べて直感的な操作が期待できる。



図 1. 入力時の様子

3.2. 手の認識

背面カメラより取得した手の映像を解析するにあたっては、肌色の範囲の設定→手の領域の取得→指の先端取得、という流れで処理を行った。なお、一連の処理には OpenCV を用いた。

肌色となる範囲は予め設定してあるが、照明条件によっては実際の手の色が変化し、その範

Proposal and Implementation of Input Method only using Built-in Smartphone in Simple VR System

[†]Yuta Kamikura

[†]Hideo Akaike

[†]Department of Communication Engineering and Informatics, The University of Electro-

Communications

囲から外れてしまうことがある。この問題に対処するため、画面上に表示した5点より実際の色をHSV形式で取得し、その上下限の範囲を1.3倍に広げることで、照明条件による手の色の変化に対応した。

次に、前述の調整されたHSVの範囲で画像を2値化し、モルフォロジー変換のオープニング処理を行い、ノイズを除去した。手の色に近い物体がある場合に対処するため、取得された肌色の領域内で最も大きい面積を持つ領域を手であるとし、それ以外を除外した。

指の先端を求めるにあたっては、手の領域の凸包の頂点を用いた。このとき指の先端に頂点が複数存在する場合があるため、任意の2点の距離が閾値以下である場合、手の領域の重心からの距離が長い点を残し、短い点を削除することで頂点の数を削減した。単純化された頂点の中で重心から一番離れている点を指の先端とした。

3.3. アプリケーションの操作

ここではクリックについて説明する。

人差し指と親指を伸ばし、マウスカーソルの手のような形状にする。人差し指の先端でクリックしたい場所をポイントした後、親指を手のひら側面に付けるような形にすることで、クリックすることができる(図2)。

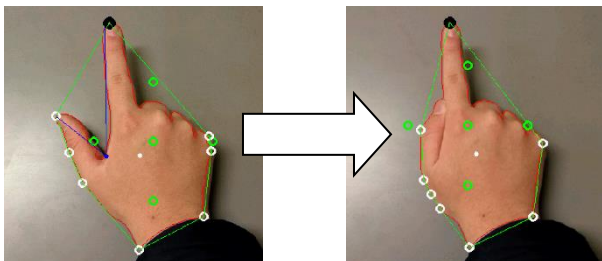


図2. クリックする際のジェスチャー

この操作の実装をするためには親指と人差し指が離れているか閉じているかを判定する必要がある。凹点を中心とし、隣接する凸包の2つの頂点の先端から成る角が 90° 以下かつ、凹点から2頂点までの距離が閾値以上である場合に、指が離れている状態とした。条件を満たす凹点がある時を基準とし、基準を満たす凹点がなくなった場合、クリックのジェスチャーを行ったものとした。

4. 実装

本研究では、カメラおよびコンテンツの表示にSony Xperia XZ、映像から手の情報を認識するためにOpenCV-3.4.3-android-sdk、開発環境

にAndroid Studio、360度画像の表示および閲覧にGoogle VR SDKを用いた。

取得する映像の解像度を 864×480 に設定し、実機上で動作させた際のメモリ使用量は平均70MB、動作フレームレートは平均20FPSであった。実験用に手の映像を表示しながらの結果であることを考慮すると、バックグラウンドで本研究を用いた状態でVRコンテンツ等を動作させることも可能であると思われる。

5. 現状と今後

本研究では、スマートフォンの背面カメラを用いることで、Googleを使用するタイプの簡易的なVRシステムにおいて入力装置を別途必要としない入力を実装した。現状では手の全体がカメラに写っていることを前提としているため、カメラの解像度があまりに低い場合や、手の全体が写っていない場合、操作精度の低下や誤検出などが発生してしまう。今後の課題として、操作精度向上や誤検出の対処のほか、複数の指を用いた操作(スクロールやピンチイン・アウトなど)の実装、手の骨格情報などのより詳細な状態の推定、VRコンテンツに適したインタフェースの実装などが挙げられる。また、被験者実験を通して本提案の有効性の評価を行う。

参考文献

- [1] “Valve: Monthly Active VR Users on Steam Are Up 160% Year-over-year”, <https://www.roadtovr.com/valve-monthly-active-vr-users-on-steam-are-up-160-year-over-year/>, (2019/01/10 最終確認).
- [2] F.Mueller, F.Bernard, O.Sotnychenko, D.Mehta, S.Sridhar, D.Casas, C.Theobalt, “GANerated Hands for Real-time 3D Hand Tracking from Monocular RGB”, CVPR, 2018.
- [3] P.Panteleris, I.Oikonomidis, A.Argyros, “Using a single RGB frame for real time 3D hand pose estimation in the wild”, WACV, 2018.
- [4] 加藤邦拓, 宮下芳明, “なでて操作するカードボードHMD”, WISS, 2015.