

USB カメラを用いた AR 環境向け指先と掌の接触判定システムの開発

1. はじめに

近年, AR グラスやスマートグラスといった装着型のデバイスが増加している. 現在は深度センサ内蔵デバイスや付属のコントローラを用いて操作するのが主流だが, デバイスが高額になってしまう問題や直感的な操作ではないという問題がある. 例えば, 川口ら[1]は LeapMotion を用いてユーザー自身の掌上にキーボードを表示し, 日本語フリック入力を行う入力手法を提案している. また, 久保田ら[2]は RGB カメラを用いて指文字入力するシステムを提案しているが, 指文字を暗記するの必要があり直感的な操作とは言えない. そこで, 本研究では安価な USB カメラのみを用い, 指先と掌でデバイスを操作する直感的な入力システムの開発を目的とする.

2. 提案手法

2.1 入力システムの概要

本研究では, 図 1 のように左手の掌をキーボードとし, 右手の人差し指の接触を検知する技術の開発を行う. 日本語文字入力を想定し, キーボードの分割はスマートフォンのキーボードと同じ 6×5 分割とする. なお, 深度センサを使わず, USB カメラで撮影した画像のみを用いて奥行方向を考慮した接触判定を行う. 手の認識には MediaPipe Hands を利用する. MediaPipe とは Google 社が提供している ML ソリューションであり, 両手の各関節 21 点の 2 次元画像座標と手首を起点とした奥行きの相対値を取得することができる.

2.2 システム構成

本研究では 640×480 ピクセル, 30 fps の USB カメラを使用する. カメラの取り付け位置について胸や肩と比較し, 今回は手全体が画角に収まる右肩に設置した. USB カメラから得た映像を入力画像として PC で処理を行う. なお, システムの開発を目的としているため, 動作中の画面出力は PC ディスプレイにて行ったが, 将来的にはユーザが装着した AR グラス上で自分の手を見て使用することを想定している.

2.3 接触判定

画面上の座標と手の大きさを用いて, 左手の掌と右手の人差し指の接触判定を行う. まず, 手の大きさとして入力姿勢時に値のブレが少なかった手首と親指付け根の距離を用い, 左右それぞれを l_L , l_R と定義する. 手の大きさの差を求め, $l_R - l_{L3} < l_{L2} \times 0.03$ の時に接触したと判定する. ただし, 実際には左手よりも右手が手前になるため, $l_{L2} = l_L \times 1.25$ として奥行きの違いを調整する. なお, 係数は初期値であり, 次節の方法で値を更新することで個人差に対応する.

2.4 キャリブレーション

入力姿勢の個人差に対応するため, キーボードの右端中央

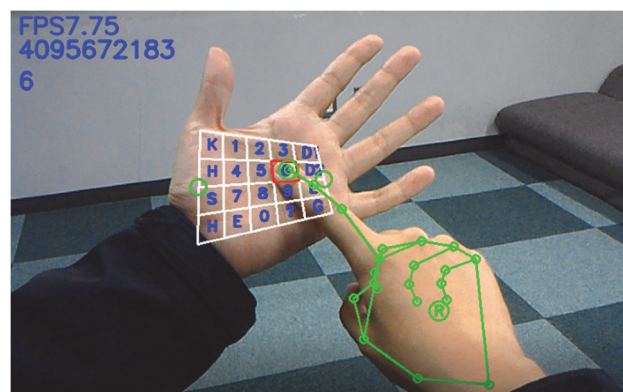


図 1 動作画面

と左端中央にキャリブレーションを行うためのボタンを設置する. 右手人差し指の画像座標が重なった時, 前節の係数を実測値に更新する. 各キーの接触判定の際, この 2 点から中間点を補間した値を用いることで, 指の長さや手の使い方といった個人差に対応する.

3. 評価実験

提案システムの評価実験を行った. 被験者は男性 3 人, 女性 1 人とし, 0~9 までの数字 10 文字を重複なしのランダムな順番で提示し, 提案システムを用いて入力してもらった. 実験の結果, 10 文字入力するまでの時間は平均 203.5 秒であり, ミスタッチの合計は平均 10.5 回であった. また, 入力しやすいキーと入力しづらいキーがあることや, 指を持ち上げた際に別のキーが押下されてしまうことが確認された. これら問題はキャリブレーション誤差が原因だと推測され, キャリブレーションを行うためのボタンを四隅に配置する等の改良が必要であると考えられる.

4. おわりに

本研究では USB カメラを用いた AR 環境向け指先と掌の接触判定システムの提案をした. 手の大きさから奥行方向の接触判定を行い, キャリブレーションで個人差を考慮した. また, 評価実験により文字入力性能を確認した. 今後の課題として, キャリブレーション方法や接触判定の改良などが必要であると考えられる.

【参考文献】

- [1] 川口航平ほか: VR 向けの掌上における日本語フリック入力手法の提案, ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp. 676-682, 2019
- [2] 久保田千尋ほか: ヘッドマウントディスプレイにおける指文字を用いた文字入力手法の提案, 情報処理学会インタラクション, pp. 180-183, 2022