

ジェスチャー画像からの指先位置検出による掌の湾曲度推定

田中 祐子 宮岡 伸一郎

東京工科大学大学院 メディア学研究科

1. はじめに

ジェスチャー画像から身体動作や姿勢を計測する研究が盛んに行われている^{[1][2]}。本研究では、ジェスチャーによる 3 次元描画インタフェースのための手動作認識を目的に、指先の位置検出により掌の湾曲度推定を行う手法を検討した。

本研究が目的とする 3 次元描画インタフェースは、ユーザの手動作を複数のカメラで撮影し、動作の軌跡をもとに 3 次元描画を行うものである。ユーザは、意図する 3 次元形状の輪郭を手動作で表現する。その際、掌の湾曲を用いて形状の丸みを示す。本インタフェースでは、3 次元位置と形状の丸みの同時入力を実現し、感覚的な 3 次元入力の提供を目指す。本稿で述べる掌の湾曲度推定は、本インタフェース内で 3 次元形状の丸みを判定する際に用いる。

湾曲度推定処理には、指先位置検出と湾曲度推定の 2 つの段階がある。指先位置検出では、2 台のカメラ画像中からカラーマーカの色領域を抽出し画像中の指先位置を求める。湾曲度推定では、求めた中指と手首の 3 次元位置から湾曲度を推定する。

2. 動画像中の指先位置検出

5 本の指先と手首の 6 ヶ所にそれぞれ異なる色のマーカをつけた手袋を用いる。マーカの各色の色相と彩度の値を用いて閾値処理を行うことにより、画像中から各マーカの色領域を抽出する。ノイズを軽減するために前処理として画像に平滑化処理を施す。マーカには幅があるため、抽出された各マーカの色領域の座標の中央値をとり、その色領域の近似的な重心とする。この重心の座標値をカメラ画像中の各指先の位置とする。

背景部分における色領域の誤抽出の影響を軽減するため、抽出の処理範囲を手領域の周辺のみに限る。処理範囲は、前フレームの画像で求めた中指の位置と手首の位置の中心を中心

とした範囲とする。オクルージョンや抽出の失敗により中指の位置が求まらない場合は、他の指と手首の位置との中点を用いる。以下に、マーカを施した手画像(図 1)と色領域抽出結果(図 2)および指先位置検出結果(図 3)の例を示す。

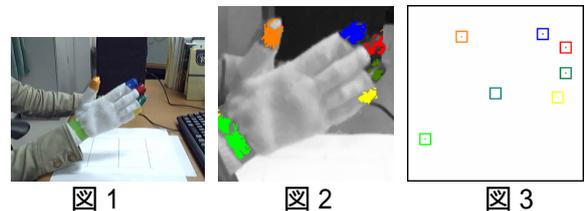


図 1

図 2

図 3

3. 指先・手首の 3 次元座標復元

3.1 カメラキャリブレーション

初期設定として、座標が既知の 2 次元パターンを用いて各カメラのカメラパラメータを求める。求めるカメラパラメータは、レンズの焦点距離、世界座標系の原点を基準としたカメラの平行移動ベクトルの X、Y、Z 各成分、および X 軸、Y 軸、Z 軸各方向への回転角の計 7 つである。用いる 2 次元パターンは格子状で 9 つの格子点を持つ。パターンを撮影したカメラ画像中の 9 つの格子点の座標値と各格子点の真の座標値からカメラパラメータを算出する。

3.2 3 次元復元

マーカの色領域抽出により求めた 2 枚のカメラ画像中の各指先位置から、ステレオ視の原理を用いて 3 次元の指先位置を求める。

各カメラは世界座標系の原点から X 軸方向に一定量平行移動したのち Y 軸方向に一定量回転させた位置に設置する。カメラ位置が既知であっても設置の際の誤差やレンズのひずみによる誤差など実データによる復元には誤差が生じる。そこで、画像上での指先位置と 3 次元空間中の指先位置の画像上への逆射影との距離の自乗和が最小となるように非線形の最適化計算を行う。

4. 湾曲度推定

検出した中指と手首の 3 次元位置を用いて湾曲度を推定する。ユーザが動作を始める際の掌

“Palm Bend Estimation by Detecting Finger Position from Gesture Image”

Yuko TANAKA, Shinichiro MIYAOKA

Graduate School of Media Science, Tokyo University of Technology, 1404-1 Katakura-machi, Hachioji-shi, Tokyo 192-0982 Japan

の初期状態を掌が開いた状態(湾曲がない状態)とするという条件を設定する。初期状態において検出した中指と手首の3次元位置間の距離を基準とし、フレームごとに検出した中指と手首の距離との比較によって湾曲度を推定する。各フレームにおける掌の湾曲度は、初期状態との差が大きいほど大きくなる。

ただし、中指にオクルージョンが発生した場合、中指の軌跡は手首を原点とする平面上にあると仮定し、誤差が最小化するようにその平面を最適化手法で求める。オクルージョンのない側のカメラ画像と平面への拘束を用いて中指の3次元位置を復元する。復元の際にも誤差を最小化するように定式化し最適化計算を行う。

以下に、オクルージョンがない場合とある場合のそれぞれにおける湾曲度推定の結果を示す。

(1) オクルージョンがない場合

徐々に掌を湾曲させていった11枚の手動作画像に対して前述の指先位置検出を行い、中指と手首の距離を求めた。各画像における距離を表すグラフを図4に示す。図4中の画像番号1、6、10に対応する画像をそれぞれ図5の(A)、(B)、(C)に示す。

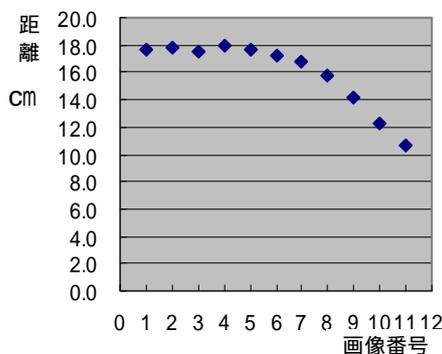


図4 中指と手首の距離(オクルージョンなし)



図5 手動作画像(左カメラ画像)

図4から掌が湾曲するにつれて中指と手首の距離が小さくなっていることが読み取れる。オクルージョンが発生しない場合、一連の湾曲度推定処理によって湾曲度を推定できることを確認した。

(2) オクルージョンがある場合

動作の途中でオクルージョンが発生している画像を用いる。中指と手首の距離を表すグラフを図6に示す。図6中の画像番号5~10にオクルージョンが発生している。オクルージョンは右カメラに発生し、オクルージョンのない左カメラの画像から前述の方法で3次元位置を復元する。図6中の画像番号1、6、10に対応する画像をそれぞれ図6の(A)、(B)、(C)に示す。

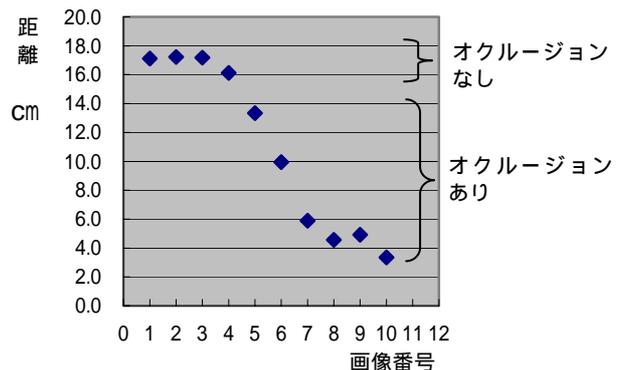


図6 中指と手首の距離(オクルージョンあり)



図5 手動作画像(右カメラ画像)

図6からオクルージョンが発生している場合でも、掌が湾曲するにつれて中指と手首の距離が小さくなっていることが読み取れ、湾曲度の推定が可能であることを確認した。

5. おわりに

本稿では、カラーマーカによる動画像中からの指先位置検出および2枚のカメラ画像から求めた中指と手首の3次元位置を用いて掌の湾曲度を推定する手法を検討し、湾曲度が推定できることを確認した。今後は、指先位置検出、3次元復元の精度を高め、3次元描画インタフェースへの実装を行い実装上での効果を確認したい。

参考文献

- [1] 岩井, 谷内田: 動画像からの人物動作計測と認識, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.SIG4(CVIM4), pp.24-32, June, 2002
- [2] 山本: コンピュータビジョン技術による次世代モーションキャプチャ, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.SIG4(CVIM4), pp.1-9, June, 2002