

## 手指形状理解における視覚的手掛かり

玉城 絵美<sup>†</sup> 星野 聖<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学 大学院 システム情報工学研究科  
〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [temi@edu.esys.tsukuba.ac.jp](mailto:temi@edu.esys.tsukuba.ac.jp), [hoshino@esys.tsukuba.ac.jp](mailto:hoshino@esys.tsukuba.ac.jp)

**あらまし** 実用的な手指形状推定システムを構築するための知見を獲得するため、ヒトが手指の形状を理解する場合に用いる視覚的手掛かりを実験的に検討した。本研究では、とくに手の皺、爪、皮膚の色に注目した。実験ではまず、各被験者が手の画像の形状を認識できる最小の提示時間が測定され、決定された。次に、3種類の視覚的手掛かりのうちの1つが強調、抑制、あるいは解剖学的矛盾を伴って付け加えられた手の静止画像が提示された。被験者は、視視した手の形状を答えるように求められた。実験の結果、3種類の視覚的手掛かりにおける関与度の比率は、爪が25%、皺が20%、皮膚の色が15%であった。

**キーワード** 視覚的手掛かり、手指形状推定、光学式、3次元ユーザインタフェース

## Visual cues to hand posture recognition

Emi TAMAKI<sup>†</sup> and Kiyoshi HOSHINO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba  
〒 305-8573 1-1-1 tennoudai, Tsukuba, Ibaraki

E-mail: [temi@edu.esys.tsukuba.ac.jp](mailto:temi@edu.esys.tsukuba.ac.jp), [hoshino@esys.tsukuba.ac.jp](mailto:hoshino@esys.tsukuba.ac.jp)

**Abstract** For the purpose of acquisition of the knowledge to construct the practical computer vision for hand posture estimation with, the authors experimentally investigated the visual cues in understanding of the shape of human hand. In this paper, we discussed mainly on the wrinkle, nail, and color of the hand skin. In the experiment, the minimum time for presentation of the hand image was measured beforehand and fixed in each subject, in which he or she can recognize the shape. Then, the edited images of the human hand were presented, where one of three cues were emphasized, decreased, or added with anatomical contradiction. The subjects were instructed to answer the hand shape that he or she observed. As the results, the contribution ratios of the visual cues were 25% in nail, 20% in wrinkle, and 15% in skin color, respectively.

**Key words** visual clue, hand posture estimation, vision based, 3D user interface

### 1. 序 論

手指動作によって直接的にコンピュータを操作するPUI(Perceptual User Interface) [1]を実現するためには、手首の動作を含んだ3次元の手指形状推定を人間の様に高精度で行わなければならない。人間の手指は多関節構造を持ち、さらに手首動作により手指全体が大きく動作するため、形状推定が非常に困難であるとされている。

J.Cuiら[2]、今井ら[3]、Hoshinoら[4]は、あらかじめCG画像を作成しておくことで手指形状の輪郭線特徴量をデータベースマッチングする手法を考案した。しかし、これらの手法は手の回転や手首の動作について明確に述べられていない。

一方、島田らはモデルマッチングを用いて単眼カメラのみの

実時間の形状推定を行った[5]。画面上の突起領域が指先に対応するという対象物体に関する知見を取り入れている。マッチング処理にモデルとの対応付けをすることで処理の効率化には有利であるが、対応付けできない時は被覆領域を使ったモデルマッチングであり、精度に問題が生じる。

また、谷本らはデータベースの自己組織化において、自己増幅と自己消滅のアルゴリズムを付加して、高速な手指形状推定を達成した[6]。さらに、データベースの内部構造を自己組織化させることで、データ検索時間を大幅に短縮した[7]。データベース量を増やすことにより手の回転時の形状推定をも実現したが、回転自体の安定した精度は保証されておらず、定量的な評価も行われていない。

従来研究では、単に手の輪郭の特徴のみを形状推定を行う情

報源としての。しかし、手の輪郭は手指の表裏情報などが含まれておらず、誤って推定される可能性がある。

本報告では、ヒトが手首の回転を含んだ手指形状を理解する際の視覚的特徴を明らかにすることにより、カメラで手指形状推定を行うのに最適な要素についてを検討する。

## 2. 実験

### 2.1 手法

通常の手の画像上に、手を構成する視覚的特徴(以降、手の要素と略す)の一つを表裏逆に描画した画像を提示し、表裏逆と認識した場合には、関与度が高いとした。また、手の要素を強調や複合した実験も行った。

図1に手の要素を表裏逆に描画した画像の一部を示す。ただし、画像の加工は、各手の要素周辺を元の画像に馴染ませる程度にしか行っておらず、手の要素によって元画像全体の要素が変わることはない。

### 2.2 環境と画像提示手法

必要最低限の手の要素を計測するため、物体形状を理解する最小の時間で画像を提示し、被験者自身の手や言葉により手指形状の説明を行ってもらった。

初めに、任意物体の画像を様々な時間隔で提示し、形状が理解できる間隔を各被験者ごとに設定した。次に、手の要素を表裏逆に描画した画像(図1)を通常の画像とランダムに提示し、

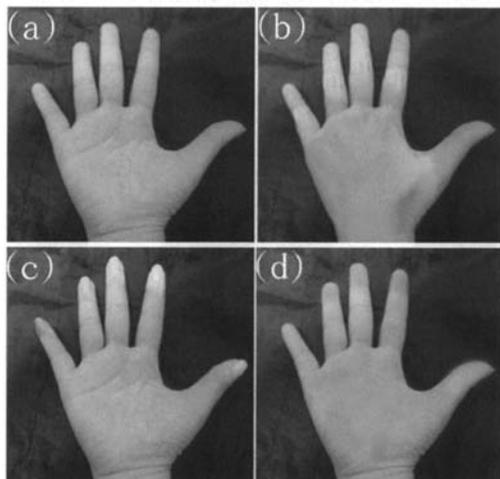


図1 手の要素を表裏逆に描画した画像。(a) 通常の手。(b) 皺。(c) 爪。(d) 皮膚の色。

Fig.1 An example of distorted distribution in the elastic body. (a) with the large tension.(b) slack elastic body.

	皺	爪	皮膚の色
正解率	0.75	0.76	0.83
関与度	0.20	0.25	0.15

図2 関与度。

Fig.2 involvement of visual understanding fingers position.

被験者自身の手や言葉により詳しい手指形状の説明行ってもらった。ただし、被験者には実験目的を説明せず、手以外に気づいた点も述べてもらった。また、被験者が実験途中で実験目的や趣旨を察してしまった場合は実験を中止した。

### 2.3 結果

爪、皺、皮膚の色の順で関与度が高いことがわかった。手の要素の一つを表裏逆に描画した画像を提示し、表裏逆の手指の形状と理解した場合には関与度1とする。ただし、表裏逆と理解した場合でも元画像との手指形状と関連性が無い場合は、関与していないとした。18歳から23歳の学生48人に実験を行った結果を図2に示す。ただし、画像には加工されていない画像と表裏逆に加工されたものがあり、正解率は元の画像によった回答か表裏逆の要素によった回答ができた割合を示しており、そのなかで、表裏逆の要素によった回答の割合を関与度としている。

## 3. 結論

ヒトが手指形状を理解する場合に用いる手の要素を調査するために、手の要素ごとの形状理解に用いる関与度を実験的に検討した。形状を理解する最小時間で、特定の手の要素を表裏逆に描画した画像を提示し、形状の認識実験を18歳から23歳までの48名に行った。また、各要素に強弱をつけたり複合的な認識実験も行った。特定の手の要素に沿った形状理解をした場合、その手の要素の関与度が高いとしたとき、爪の関与度が0.25、皺の関与度0.20、皮膚の関与度0.15の結果が得られた。

手指の形状理解の視覚的手掛かりは、爪の関与度が高いので、手指の輪郭線と爪の位置などの情報があれば、手の形状認識が可能であると推測できる。また、それでも情報が足りない場合は、今回の結果の順に情報を継ぎ足していけば良いと思われる。

## 文献

- [1] M. Turk and G. Robertson, "Perceptual user interfaces, Communications of the ACM", Vol.43, No.3, pp.33-34, 2000.
- [2] J.Cui, and Z Sun, "Visual hand motion capture for guiding adexterous hand", Proc. 6th Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Redcognition, pp.729-734, 2004.
- [3] 今井章博, 島田伸敬, 白井良明, "輪郭の変化学習による3-D指先姿勢の認識", 信学論, Vol.J88-D-, No.8, pp.1634-1651, 2005.
- [4] K.Hoshino, and T.Tanimoto, "Real time search for similar hand images from database for robotic hand control", IE-ICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, E88-A, 10, pp.2514-2520, 2005.
- [5] 島田伸敬, 白井良明, 久野義徳, 三浦純, "緩やかな制約知識を利用した単眼視動画像からの関節物体の形状と姿勢の同時推定", 信学論, vol.J81-D-2, No.1, pp.45-53, 1998.
- [6] 谷本貴領, 星野聖, "人間-ロボット間コミュニケーションのための実時間・高精度ヒト手指形状推定", ヒューマンインタフェース学会論文誌 ISSN, Vol.7, No.4, pp. 535-540, 2005.
- [7] 谷本貴領, 星野聖, "自己増加型SOMを用いた画像データベースからの手指形状の高速推定", 情報処理学会 CVIM 論文誌, 47, SIG5(CVIM13), pp.100-107, 2006.