

高速度撮影と画像相関法による手動作の計測

○佐々木 智典^{*1)}、橋本 洋志^{*2)}

1. はじめに

ジャグリングなどに見られるように、人間の手はさまざまな道具を器用に扱うことができる。操作における道具と手との接触に注目すると、手は柔軟な構造を持つため接触には変形を伴い、摩擦力や垂直抗力などの力に影響する。変形を含めて人間の手動作を観測することで、人間が行う操作について、より妥当な理解が得られ、道具の形状設計やロボットハンドの構築などの改善に有益であると考えられる。

本研究では、人間の手の動作、変形の様子を高速度カメラにより撮影し、その映像に対して画像相関法を適用して変形の計測を行う。

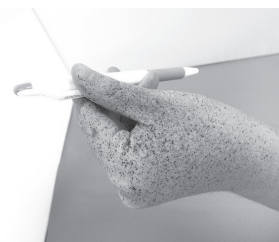


図1. ランダムパターンを塗布した手

2. 計測方法

画像から変形の情報を取得するため、変形の判別が容易となるように手には図1のようなランダムパターンを塗布する。単純化のため2次元における変形を扱うものとして、図2の摘み動作における拇指および示指のように、動作が平面上の動作として近似できる部分に着目する。

画像相関法における変形の推定は、次のような最小二乗問題として表わされる。

$$\mathbf{u} = \arg \min_{\mathbf{u}} \sum_{\mathbf{x}} [F(\xi(\mathbf{x}; \mathbf{u})) - G(\mathbf{x})]^2 \quad (1)$$

ここに示す F は注目画像、 G は変形前の画像から取り出したテンプレート画像、 \mathbf{x} はテンプレート中の画素の座標、 ξ は注目領域の変形を表す関数、 \mathbf{u} はその変換のパラメータである。テンプレートのサイズが適切であれば、局所的な変形 ξ はアフィン変換により近似される。このとき、式(1)の最小二乗問題は次の式(2)、(3)の反復に置換可能であり、元の形式よりも効率的に解く手法が示されている^[1]。

$$\Delta \mathbf{u} = \arg \min_{\Delta \mathbf{u}} \sum_{\mathbf{x}} [G(\xi(\mathbf{x}; \Delta \mathbf{u})) - F(\xi(\mathbf{x}; \mathbf{u}))]^2 \quad (2)$$

$$\xi(\mathbf{x}; \mathbf{u}) \leftarrow \xi(\mathbf{x}; \mathbf{u}) \circ \xi^{-1}(\mathbf{x}; \Delta \mathbf{u}) \quad (3)$$

画像中の注目領域の各部から順にテンプレートを取り出し、それぞれにつき上記の変形の推定を行うことにより、図3に示すような変位勾配の分布が得られる。



図2. 注目する画像の例



図3. 画像相関法により得た変位勾配の分布 (実際には色によって勾配の大きさを表示)

3. まとめ

本研究では高速度撮影および画像相関法による手動作の計測を行っている。今後、計測の高速化、3次元への拡張、収集した変形データによる手のモデル構築に取り組む。

謝辞

本研究の一部は科研費(24700202)の助成を受けたものである。

参考文献

[1] S. Baker, I. Matthews, Intl. J. Computer Vision, Vol.56, No.3, pp.221-255 (2004)

*1)機械技術グループ、*2)産業技術大学院大学

H24.4~H25.3 【共同研究】デジタルハンドモデル構築のための手動作計測

H24.4~H26.3 人間の手による非把持型の滑りを伴う器用な操作の解析