

## 深層学習を用いた手先軌道に基づく手部動作の推定手法

寺本悠希斗（富山大学大学院）・神代充（富山大学）・保田俊行（富山大学）

早川智洋（富山大学）・太田俊介（岡山県立大学）

### 1. はじめに

義手には大きく分けて装飾用義手，作業用義手，能動義手，電動・筋電義手などがある．なかでも電動・筋電義手は5指あり，日常生活における把持が可能となるため，利便性が高い．しかしながら，電動・筋電義手を用いた把持が可能となるまでには訓練を要するという問題点がある．そのため，把持のための手先軌道から把持を含む手部動作が推定されれば，この問題を回避できると期待される．

そこで本研究では，深層学習を用いて手先軌道から把持を含む手部動作を推定する手法を提案する．さらに，実験により提案手法を評価する．

### 2. 手部動作の分類

把持の代表的なものとして6パターンがあり<sup>[1]</sup>，これらには日常生活における多くの把持が含まれている．また，手部動作の重要なものとして，ポインティングがある．そこで本研究では，6種の把持に，1種のポインティングを加えた7種の手部動作を推定するものとする．図1にそれらの手部動作を示す．

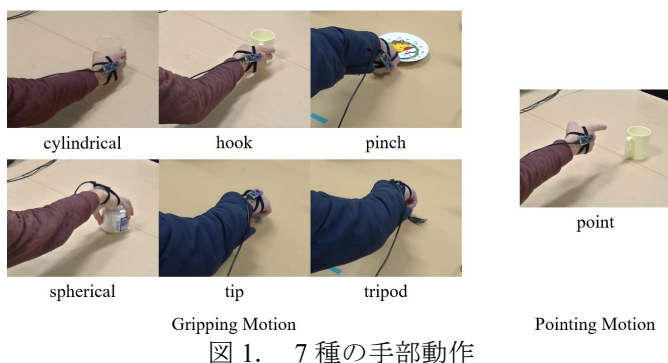


図1. 7種の手部動作

### 3. 手部動作の推定手法

本手法は，慣性センサを手の甲に取り付け，手先軌道を計測し，その軌道から深層学習を用いて手部動作を推定する．ネットワークの構造は，入力層にセンサから得られる角速度  $V_x, V_y, V_z$ ，四元数  $Q_x, Q_y, Q_z, Q_w$ ，重力ベクトル  $G_x, G_y, G_z$ ，加速度  $A_x, A_y, A_z$  の13パラメータを，中間層はノード数が1000, 800, 500, 300の4層からなり，出力層は7種の手部動作となっている．ネットワークの重みの最適化には勾配法を用いた．

### 4. 評価実験

評価実験では，使用者が義手の使用を開始した直後として，他人のデータのみにより学習した場合と，義手を暫く使用して，他人のデータに使用者のデータを加えた場合の2つを想定した．また，実験では  $k$  分割交差検証法により評価した．実験協力者は25名であり，1名の実験協力者につき840個の手先軌道を計測した．

### 4.1 使用者のデータを用いない場合

25人のデータを，学習データとして24人分，評価データとして1人分に分けて，学習と評価を行った．手部動作の推定結果を表1に示す．表は実験協力者が行った動作に対して，本手法が推定した動作の割合を示しており，網掛け部分は正しく推定された割合となっている．表より，2つの手部動作については80%以上で推定されているが，その他については50%未満となるものもあった．このことから，使用者のデータを用いない場合には，すべての手部動作を正しく推定することは困難であった．

表1. 使用者のデータを用いない場合での推定結果(%)

	cylindrical	hook	pinch	point	spherical	tip	tripod
cylindrical	65.5	25.3	2.8	1.1	0.0	4.7	0.5
hook	22.6	53.8	4.1	6.0	0.7	8.5	4.4
pinch	0.9	8.7	89.0	0.7	0.1	0.1	0.4
point	0.8	3.6	1.4	82.8	9.6	0.6	1.2
spherical	0.1	0.9	0.2	3.8	67.3	6.8	20.8
tip	4.6	7.4	0.2	0.2	10.3	47.0	30.3
tripod	0.4	4.3	0.2	1.3	23.2	26.8	43.8

### 4.2 使用者のデータを含む場合

実験協力者1人ずつのデータを学習データと評価データそれぞれが4:1となるように分けて，学習と評価を行った．推定結果を表2に示す．使用者のデータを含む場合にはすべての手部動作が95%以上で推定されており，正しく推定されていることが分かる．

表2. 使用者のデータを含む場合での推定結果(%)

	cylindrical	hook	pinch	point	spherical	tip	tripod
cylindrical	98.4	1.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
hook	2.2	97.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0
pinch	0.0	0.4	99.2	0.2	0.0	0.2	0.0
point	0.1	0.4	0.0	99.3	0.2	0.0	0.0
spherical	0.1	0.0	0.0	0.3	97.3	0.6	1.6
tip	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	95.0	4.5
tripod	0.2	0.3	0.0	0.0	1.0	2.8	95.7

### 6. おわりに

本研究では，深層学習を用いた手部動作の推定手法を提案した．さらに評価実験により，他人のデータのみにより学習した場合はすべての手部動作を推定することは困難であったが，使用者のデータを加えることによりすべての手部動作を正しく推定することが可能であることが示された．

### 参考文献

[1] N. Wang, Y. Chen, and X. Zhang, Realtime recognition of multi-finger prehensile gestures, *Biomedical Signal Processing and Control*, 13, pp.262–269, 2014.