

【目的】 ヒトの身体運動の科学的基盤としてニューロメカニクスを解明する為、着ているだけで体の運動、筋活動及び神経活動の情報を融合し、低侵襲、低価格、高精度、汎用性が高い運動神経生理ビヘイビアキャプチャシステムを開発することである。筆者がこれまでに開発したヒト計測技術を発展、統合させ、上記システムを完成させる。また、上肢身体欠損患者むけに現在使用されている義手は簡易な制御手法によりロバスト性を保障しており、複雑な動作ができない。従来手法では筋電 (EMG) データに対して数値的な前処理を行い、高度な機械学習などを利用するもので、学習のためのコスト・ロバスト性・汎用性において限界がある。開発した運動神経生理ビヘイビアキャプチャを利用し、筋電義手の高自由度化及び高機能化に貢献するものとする。

【方法】 まず、下図に示した慣性センサと深度カメラのセンサフュージョン技術に基づき、低価格・高精度・広範囲なモーションキャプチャシステムを構築した。また、人の筋活動と神経活動を測定する為、高密度筋電電極を用いてジュラーアーキテクチャを備えた筋電測定するセンサユニットを開発した。各センサユニットは、ボディセンサーネットワークのノードとして、さまざまな筋肉からの同期信を号取得することが出来た。また、高密度筋電信号を計測し、機械学習を通じて対応する筋肉の神経スパイクトレインと運動単位活動を取得することが実現した。上肢身体欠損患者のため、センサ融合による運動神経生理ビヘイビアキャプチャを利用し、前腕筋群の運動神経情報抽出に基づく指の独立動作可能な筋電義手制御手法を開発した。

【結果】 本研究はヒトの身体運動の制御メカニズムを解明する為、ニューロメカニクスに必要となる共通的計測基盤技術を開発した。また、上肢身体欠損患者のため、開発したキャプチャを利用する上で、手指の独立及び協調の屈曲動作について神経活動情報の抽出を行い、その妥当性を検証した。解析によってそれぞれに共通の運動単位がみられたことから、独立運動の運動単位の活動を複数組み合わせることで、協調運動の筋活動を表現することが示された。また、混合行列から得られた活性化の様子は解剖学的な事実を反映しており、複雑な手指の筋の構造の理解に貢献する可能性が示唆された。また、オンライン筋電義手制御システムによってリアルタイムでも高精度な動作分類が可能であることを示した。

開発した運動神経生理ビヘイビアキャプチャシステム

