

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Finger Angle and Force Estimation using Array EMG system
著者(和文)	STAPORNCHASITS
Author(English)	Sorawit Stapornchaisit
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11664号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小池 康晴,金子 寛彦,八木 透,長谷川 晶一,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11664号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Sorawit STAPORNCHASIT	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	小池 康晴	教授	吉村 奈津江	准教授
	審査員	金子 寛彦	教授		
		八木 透	准教授		
長谷川 晶一		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Finger Angle and Force Estimation using Array EMG system (アレイ型筋電図計測装置を用いた指の角度と力の推定)」と題し、英文5章から構成されている。

第1章「Introduction (序章)」では、5本の指を持ったヒトの手は、様々な環境を認識し様々な道具を操ることができる特別な存在であり、それが失われた場合に日常生活を送る上で大きな障害になることを述べている。その障害を乗り越えるために義手を思い通りに動かすことで多くの人が恩恵を受けることになるが、位置だけでなく力をも制御するためには現在の義手の制御方法では十分でないことを述べている。義手を制御するためには筋肉に送られた指令を皮膚表面で計測した表面筋電図が用いられていること、また、指の動きや力を推定するためには、筋骨格系モデルが必要となることを述べている。

第2章「Backgrounds and Aims (背景と目的)」では、解剖学的な知見に基づき、指を制御している筋肉の配置や指の動きと筋肉の関係を概説している。また、本論文で推定する自由度とその自由度を制御している筋肉の関係を述べ、その筋肉の活動を表面で計測するためのシステムの構成を示している。さらに、筋電図の前処理の方法、正規化手法について既存の手法を概説し、深部の筋活動を計測することが困難であることを指摘している。そして、本論文の目的が深部の筋活動を計測するためにアレイ型電極配置を持った筋電図計測システムの構築と、筋骨格系モデルを用いて指の角度と力を推定された筋電図による推定することであると述べている。

第3章「Finger angle and force estimation using musculoskeletal model (筋骨格系モデルを用いた指の角度と力の推定)」では、親指と人差し指の角度と力を表面筋電図の信号から推定するために、指の関節に関する筋骨格系モデルを構築している。指には複数の関節があるが、本実験では各指の第1関節の屈曲伸展動作時の筋活動、関節の角度と力の大きさを同時に計測し、筋骨格系モデルのパラメータを特定している。5箇所から指に関係する伸筋と屈筋の筋電図を計測し、二つの指の関節の角度を推定した結果、相関係数が0.83と高い精度で推定できたと述べている。また、親指の屈曲時の力の変化については、相関係数が0.92と高い精度で推定できたと述べている。

第4章「Array sEMG system for deep muscles investigation (深部筋肉の計測のためのアレイ型筋電図計測システム)」では、前腕を覆うように96個の電極を等間隔に配置し、5本の指の屈曲伸展動作中の関節角度を筋電図より推定を行った結果について述べている。96チャンネルの筋電図のデータから深部の筋活動を推定するために、音源分離に用いられる独立成分分析 (Independent Component Analysis: ICA) を用いて表面の筋肉と深部の筋肉の活動に相当する成分を抽出し、3章で作成した筋骨格系モデルを用いて指の角度を推定した結果、相関係数が0.90以上とより高い精度で推定できたと述べている。さらに、表面で計測できる信号だけを用いて指の角度を推定した場合は、相関係数が0.70と深部の信号を用いた場合よりも推定精度が落ちることを示し、電極の位置を解剖学的な知識を用いて同定する必要があること、関節の動きに応じて電極位置と筋肉の相対位置が変化してしまうことなどが原因であると述べている。

第5章「Conclusion (結論)」では、線型モデルと比較して粘性項を考慮した2次の項までを含んだ筋骨格系モデルの必要性を述べ、各章の内容をまとめるとともに、今後の課題と展望を述べている。

以上を要するに、本論文は、アレイ型筋電図計測装置を用いて深部の筋活動を考慮した筋骨格系モデルにより指の角度と力を推定する新しい手法を提案しており、学術上貢献するところが大きい。よって博士(学術)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。