



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Muscle Activating Force Detection Using Surface Electromyography [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Keeratihattayakorn, Saran
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12059号
Issue Date	2015-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/60466
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Saran_Keeratihattayakorn_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Saran Keeratihattayakorn

審査担当者 主 査 教 授 梶原 逸朗
 副 査 教 授 大橋 俊朗
 副 査 教 授 小林 幸徳
 副 査 但野 茂 (函館工業高等専門学校)

学位論文題名

Muscle Activating Force Detection Using Surface Electromyography (表面筋電位を用いた筋活動力検出に関する研究)

関節における屈曲・伸展等の動作は、複数の筋が連動することによって実現される。日常生活活動 (ADL: Ability of Daily Life) に大きく寄与する手指運動については、前腕の内部を走行する 19 本の主要筋が複雑に協調運動によるものである。その複雑な筋活動が大きな力の発生する動作から非常に繊細な動作までの手指の運動を担う。動作時における筋の活動度および筋活動力を計測することができれば、筋の運動生理学的機能の解明に新しい知見が得られるだけでなく、麻痺筋等の筋疾患に関する新しい診断法やリハビリ等に対する治療法の提案も可能となる。筋は活動時に電位が発生する。この筋電位を正確に計測すれば、筋活動状態がより詳細に確認することができる。そこで本研究では、運動中に計測された表面筋電位データから、関節の駆動力となる筋活動力や前腕内部の筋活動力分布を検出する手法を提案している。

はじめに肘関節および膝関節の屈曲・伸展運動に着目し、筋電位、筋長、筋収縮速度と筋活動力の関係を表す EMG-driven モデルを力学的に定式化している。そしてこの EMG-driven モデルを用いた関節の屈曲・伸展動作時における筋活動力検出法を示している。肘関節運動時には上腕二頭筋と上腕三頭筋、膝関節運動時には大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋および腓腹筋の表面筋電位を計測し、またゴニオメータにより計測した関節角との関係を確認している。既知の外力を与えた実験を行い、EMG-driven モデルのパラメータ群を最適探索法で同定している。これらの方法から運動時の筋活動力が計算されることを示している。さらに、屈曲・伸展運動の速度を変化させ、筋活動モデルパラメータの速度効果を調査している。

従来の筋電位計測には、表面筋電計と針筋電計がある。表面筋電計は皮膚上に貼り付けた電極から筋電位を計測する手法である。非侵襲的な計測が可能であるが、体内の深層筋の筋電位を計測することはできない。針筋電計は、特定の深層筋の筋電位を直接計測できるが、侵襲的で手技に熟練が伴い、複数の筋を同時に計測することはできない。そのため中島らは、表面筋電位分布と筋電位伝導モデルを用いて、体表面の表層筋から体内部の深層

筋までの筋活動を同時に計測する EMG-CT 法を提案している。本研究では本手法の検証実験として、被験者の中指基節に伸展方向負荷を与え、屈曲方向に力を加えるよう指示した際の前腕内筋活動度分布を示し、筋生理学的に活動が予想される浅指屈筋および総指伸筋の領域に高い筋活動度を認めている。

本研究ではこの EMG-CT 法を応用し、前腕運動時に計測した表面筋電位分布から前腕内部の筋活動力や筋応力を検出する手法を提案している。これまでの EMG-CT 法では、前腕断面を円形状に近似した筋電位伝導モデルを用いて筋活動度分布を計算したが、筋活動力を応力分布として表示するためには、正確な断面形状が重要となる。そこで、ハンディ 3D スキャナを用いて前腕断面形状を計測し、被験者ごとの個別前腕筋電位伝導モデルを作成している。手指によるグリップ動作の実験を行い、前腕内部の筋活動力を計算している。そして、手指グリップ力と EMG-CT 法により得られた筋活動度の関係を調査している。これらの関係より、EMG-CT 法により得られた筋活動度を用いて前腕断面内の筋応力分布が計算されることを示している。その結果、筋生理学的に活動が予想される浅指屈筋、深指屈筋、総指伸筋の断面領域に高い応力を確認している。また、手指グリップ動作に要する力を変えて計測し、グリップ力が大きいほど筋応力値が高くなる傾向を確認している。

以上より、本研究では、表面筋電位より筋活動力を検出する手法を示している。表面筋電位と関節角度の計測データを EMG-driven モデルで計算することにより、肘関節および膝関節の屈曲・伸展運動における筋活動力を計測している。また、EMG-CT 法を用いて手指グリップ動作時の前腕内筋活動力分布を計測している。非侵襲に筋応力分布が計測可能な手法はこれまでになく、本手法は筋生理学の研究や臨床診断において有益な手法である。

これを要するに、本研究は、力学・筋生理学 EMG-driven モデルを用いて、関節駆動を担う筋活動力の計算手法を提案し、手指運動時の前腕内部に生じる筋活動状態や筋発生効力を EMG-CT 法を用いて可視化したものである。得られた成果は、生体工学および運動生理学分野の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格のあるものと認める。