

氏 名	こにし ゆうと 小西 有人
本 籍	京都府
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 の 番 号	甲第38号
学位授与年月日	平成26年 3月14日
学位授与の要件	本学学位規則第14条
学位論文題目	筋の変動に対応可能な筋電信号計測法の開発
論文審査委員	主 査 教授 吉 田 正 樹 副 査 教授 南 部 雅 幸 副 査 教授 新 川 拓 也

## 論文内容の要旨

表面筋電信号は、筋の活動電位を皮膚表面に貼付した電極により導出・記録したものである。表面筋電信号の計測には通常2つの電極を皮膚上に貼付する双極誘導法が使われている。この2つの電極は、筋線維走行方向と平行に、かつ神経筋接合部を挟まないように貼付することが原則である。しかし筋が収縮し関節角度が変化すると電極と筋の相対的位置が変化することが知られている。このことから通常筋線維の相対的移動を考慮して電極を貼付しなければならない。しかしこのような考慮は非常に手間がかかるため十分に行われていないが現状である。このような考慮をしなくても最適な電極位置からの信号が得られるようになれば、筋電信号計測の利用がさらに広がることが期待できる。本論文では、ダイナミックな筋の変動に対応可能な筋電信号計測法の開発を目的としている。具体的には、運動中に筋線維走行方向が変わったとしても、仮想単極誘導法により計測した表面筋電信号から筋線維走行方向を推定し、その筋線維走行方向に沿った任意の位置での筋電信号を算出することができるような計測法を開発することである。本手法が開発されることにより、運動時でも正確な筋電信号

が計測可能となり、動作分析など多くの分野の筋電信号が利用可能となる。

第1章では、背景と目的を述べている。第2章では、本論文を理解するために必要な筋収縮と筋電信号に関する基本的な知見について示している。第3章では、本論文で提案する仮想単極誘導法と、仮想単極誘導法から得られた信号を用いた筋線維走行方向推定法について記述している。第4章では、開発した筋線維走行方向推定法の有用性について検証するために、既知信号として生成した模擬筋電信号に本推定法を適用し推定精度について検討している。第5章では、外側広筋の表面筋電信号を膝関節屈曲時および伸展時に仮想単極誘導法により計測し、筋線維走行方向を本推定法により推定した結果について示している。第6章では、推定した筋線維走行方向での任意の2点に対する信号を、スプライン関数を用いて推定する手法について示している。さらに推定値は実測値と比較しその推定精度について検討している。第7章では、第3～6章の結果を総括し、結論を述べている。

以上の成果は、学術論文や国際学会などで発表されている。

## 論文審査結果の要旨

本論文ではダイナミックな筋の変動に対応可能な筋電信号計測法の開発している。その成果により、運動時でも正確な筋電信号が計測可能となり、動作分析など多くの分野の筋電信号が利用可能となるものである。

第3章では、まず仮想単極誘導法を提案している。従来計測後に任意の2つの電極間の信号は得られなかったが、仮想単極誘導法により可能となる点が画期的である。さらに仮想単極誘導法を使えば、筋線維走行方向が推定可能であることを示している。本章は、新たな筋電信号計測手法を提案する研究であると判断した。

第4章は、既知信号として生成した模擬筋電信号に第3章で開発した筋線維走行方向推定法を適用し、開発した推定法の有用性と推定精度について検証する研究であると判断した。

第5章では、膝関節屈曲時および伸展時の外側広筋の表面筋電信号を仮想単極誘導法により計測し、その筋線維走行方向を推定している。推定結果より本推定法により筋線維走行方向が推定可能であることを示す研究であると判断した。

第6章では、推定した筋繊維走行方向における皮膚上の任意の2点に対する信号を、スプライン関数を用いて推定する手法を提案している。さらにその推定精度は、高密度電極を用いて測定した実測値と推定値を比較して行い、本論文で提案している計測手法の精度を検証する研究であると判断した。

以上のように本論文は、運動などにより電極と信号源である筋線維の相対的位置が変動しても、正確な筋電信号が計測可能となり、動作分析など多くの分野の筋電信号が利用可能となる手法を開発した重要な研究であり、新規性と客観性を有しており、博士学位論文としての条件を十分に満たしていると判断した。

論文審査委員

主	査	教授	吉	田	正	樹
副	査	教授	南	部	雅	幸
副	査	教授	新	川	拓	也

## 論文審査結果の要旨

最終試験の結果、合格と認める。

論文審査委員	主査	教授	吉田	正樹
	副査	教授	南部	雅幸
	副査	教授	新川	拓也