The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ヒトの運動制御における中枢コマンドの可視化およびその筋骨格ロボットの制御への応用
Author(s)	奥, 貴紀
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/55886
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　奥　貴紀　）	
論文題名	ヒトの運動制御における中枢コマンドの可視化およびその筋骨格ロボットの制御への応用

論文内容の要旨

ヒトの中枢神経系は身体筋骨格系の膨大で冗長な自由度を巧みに制御することで様々な運動を実現出来るが，そのメカニズムについては未だ明らかになっていない．ヒトの運動制御メカニズムについて明らかにすることは，運動トレーニングやリハビリテーションなど，ヒトの運動能力を向上・回復させる手法の開発や，生体と類似した構造の筋骨格ロボットの制御法の開発に寄与できると考えられる．本研究では，ヒトの運動制御に関するコマンドとして”筋シナジー”，”平衡点軌道”，”身体の剛性”の3 つに着目した．ヒトの筋骨格系の物理モデルの解析を行うことで，筋活動と平衡点，身体の剛性の関係を定式化し，筋シナジー，平衡点軌道，身体の剛性の3 つを統合的に扱える新たな筋シナジーの概念を提案した．

提案した新たな筋シナジーの概念の運動トレーニングやリハビリテーションへの応用として，筋電位信号からヒトの筋シナジー，平衡点軌道，手先剛性をリアルタイムで演算し可視化するシステムを開発した．システムの運動トレーニングへの応用可能性を検証するため，手先往復運動の平衡点軌道・手先剛性の可視化を行い，運動の外観には表れない被験者の運動制御戦略の違いが平衡点軌道・手先剛性に表れていることを示した．また，脳卒中による片麻痺患者は，筋シナジー，平衡点軌道，手先剛性が健常者のものと異なっていることを示した．これらの結果は，開発した可視化システムが，バイオフィードバックによる運動トレーニングや，運動障害の診断や評価に効果的である可能性を示唆している．

ロボティクスの分野への応用として，ヒトの筋シナジーを筋骨格ロボットに実装するアルゴリズムを提案した．ヒトのペダリング時の筋電位信号から得られた筋シナジーをヒト下肢の構造を模して作成された筋骨格ロボットに実装することで，ロボットによるヒトに類似した踏力パターンのペダリングを実現することができた．これにより，冗長な自由度をもつ筋骨格系を制御するのに対して，筋骨格系の物理モデルの解析に基づく筋シナジーの概念を用いた手法が有効であることを示した．

様式7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　奥　貴紀　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　教 授	宮崎　文夫
	副 査　教 授	田中　正夫
	副 査　教 授	細田　耕

論文審査の結果の要旨

ヒトの中枢神経系は身体筋骨格系の冗長な自由度を巧みに制御することで様々な運動を実現出来るが、そのメカニズムについては未だ明らかになっていない。ヒトの運動制御メカニズムを明らかにすることは、運動トレーニングやリハビリテーションなど、ヒトの運動能力を向上・回復させる手法の開発や、生体と類似した構造の筋骨格ロボットの制御法の開発に寄与できると考えられる。本研究は、ヒトの運動制御に関わる３つの概念、すなわち「筋シナジー」、「平衡点軌道」、「身体剛性」に着目し、それらを関係付けるモデルの提案とともに、それに基づいたヒトの運動トレーニングやリハビリテーションへの応用や、筋骨格ロボットの制御を試みたものである。

まず運動トレーニングやリハビリテーションへの応用として、筋電位信号からヒトの筋シナジー、平衡点軌道、手先剛性をリアルタイムで演算し可視化するシステムを開発した。このシステムを用いて健常者の手先往復運動の平衡点軌道・手先剛性の可視化を行い、運動の外観には表れない被験者の運動制御戦略の違いが平衡点軌道・手先剛性に表れていることを示した。また、脳卒中による片麻痺患者では、筋シナジー、平衡点軌道、手先剛性が健常者のものと異なっていることを示した。これらの結果は、開発した可視化システムが、バイオフィードバックによる運動トレーニングや、運動障害の診断や評価に効果を発揮する可能性があることを示唆している。

一方ロボティクスの分野への応用として、ヒトの筋シナジーを筋骨格ロボットに実装するアルゴリズムを提案し、ペダリングタスクの実現を通してその有効性を示した。すなわち、ヒトのペダリング時の筋電位信号から得られた筋シナジーをヒト下肢の構造を模して作成された筋骨格ロボットに実装し、ヒトに類似した踏力パターンのペダリングを実現した。この結果は、本研究で提案したヒトの運動制御モデルの妥当性を支持する１つのエビデンスとも考えられる。

以上のように本研究は、ヒトの運動制御メカニズムの解明に大きく貢献するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。