



Title	運動主体感の暗示的尺度（intentional binding）に基づく電氣的筋刺激印加手法の提案
Author(s)	永井, 美和
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/98679
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (永井 美和)	
論文題名	運動主体感の暗示的尺度 (intentional binding) に基づく電氣的筋刺激印加手法の提案
論文内容の要旨	
近年、ヒトとコンピュータが同じ目的を共同的に達成するパートナーシップとしてのヒト-コンピュータ統合 (HInt: human-computer integration) 技術が注目されている。HInt技術下のユーザは、時に意思決定を意識的・無意識的に変容されるような侵襲的介入を受ける。この介入はユーザの物理的・技能的な限界を拡張可能な一方で、ユーザ自身が運動や行為の主体であると感じる運動主体感を曖昧化させる恐れがある。 本研究では、運動主体感の暗示的尺度として知られるintentional binding効果に着目する。この効果は、運動の意図性に応じて運動時刻を実際より遅く、それに連続する感覚時刻を実際よりも早く知覚する時間圧縮効果として知られ、運動主体感形成の要因となる暗示的な知覚変化である。この暗示的尺度はミリ秒オーダーで定量計測可能であり、運動主体感の明示的報告における判断バイアスを回避できる上、適切な支援レベルの特定に有効な可能性がある。 以上の背景を踏まえ、本論文では運動能力を拡張する代表的なHInt技術である電氣的筋刺激 (EMS: electrical muscle stimulation) を用いて、スイッチ押し運動速度を対象に段階的な拡張支援を受けるユーザのintentional binding効果をLibet clock法で計測することで、運動主体感の維持と加速支援を両立するEMS介入の時間指標を明らかにする。まず、随意的なスイッチ押しタスクとEMSの非随意的スイッチ押しの意図性の違いを、運動時刻知覚の有意な変化によって区別できることを確認した (実験1)。次に、EMSにより段階的に加速を支援されたユーザのintentional binding効果を計測し、ユーザの事前動作から唯一20 ms後に介入するEMSが、随意運動単体の効果と同様のbinding効果を維持することを明らかにした (実験2)。そして特定された指標で印加されたEMSが、他の加速支援介入と比較して運動主体感の維持に優れ、同時に運動を有意に加速することを、反応時間タスクを通して実証した (実験3)。 本研究は、intentional binding効果が、段階的なEMS加速支援下のユーザが経験する運動主体感変化を鋭敏に捉え、運動主体感の損失を最小限に抑えて支援効果を最大化するEMS介入指標の特定に有用であることを示した。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (永 井 美 和)				
	(職)	氏 名		
論文審査担当者	主 査	教 授	西 川	敦
	副 査	教 授	大 城	理
	副 査	教 授	和 田	成 生
	副 査	教 授	野 村	泰 伸 (京都大学大学院情報学研究科)

論文審査の結果の要旨

ユーザとデバイスの双方が一体となって同一課題を共同達成するHuman-computer integration (HInt) 技術の開発においては、ユーザの運動主体感（運動を引き起こしている主体が自分自身であるという感覚）を適切に維持しつつデバイスの介入効果を最大化する方法論の確立が重要である。一般に、運動主体感の計測方法は、運動の意図性をユーザ自身が質問紙などで直接報告する明示的計測法と、運動の意図性に応じて生じる時間や力の知覚変化を計測する暗示的手法に大別される。代表的なHInt技術として知られる電氣的筋刺激(EMS)を用いたスイッチ押し課題において、EMSデバイスの介入タイミング（印加時刻）を明示的な運動主体感に基づいて適切に決定すると、EMSによる反応時間の短縮支援中にも運動主体感が伴うことが近年報告されている。

本論文では、運動主体感の暗示的尺度の1つであるintentional binding (IB) 効果にスポットを当てている。IB効果は、「運動の意図性に応じて運動時刻を実際より遅く、それに連続する感覚時刻を実際よりも早く知覚する時間圧縮効果」として古くから知られているが、非随意EMS誘発運動におけるIB効果や随意運動中にEMSで介入した場合のIB効果について網羅的に計測・調査した研究は見当たらない。本論文では、EMSを用いたスイッチ押し課題の加速支援を対象に、IB効果に関する多数の研究対象者実験を段階的に実施し、次の3つの主要な結果を得ている。

(1) 随意的なスイッチ押しとEMSによる非随意的なスイッチ押しにおけるIB効果をそれぞれ計測した結果、運動時刻知覚の有意な変化の有無によって両者を明確に区別できることを確認した。

(2) EMSにより段階的に加速を支援されたユーザのIB効果を計測し、ユーザの事前動作からある特定のタイミングで介入するEMSだけが、随意運動単体のIB効果と同様の効果を維持することを発見した。

(3) この特定されたタイミングで印加されたEMSが、他の加速支援介入タイミングと比較して運動主体感の維持に優れ、同時に運動を有意に加速することを、反応時間課題を通して実証した。

本研究は、IB効果が、段階的なEMS加速支援下のユーザが経験する運動主体感変化を鋭敏に捉え、運動主体感の損失を最小限に抑えて支援効果を最大化するEMS印加時刻指標の特定に有用であることをはじめて明らかにしたものである。これは、今後のHInt技術の発展に大きく貢献する重要な研究成果であり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。