

Lab name (Supervisor)	IKEDA Kazushi		
Name (surname) (given name)	LAO Bryan	Date	2020/01/23
Title	Expert-Induced Latent Features as Feedback for Sit-to-Stand Therapy		
<p><b><u>Abstract</u></b></p> <p>Physiotherapy is a rehabilitation activity that restores physical function. Its labor-intensive process, coupled with a severe shortage in trained healthcare providers, have made this service increasingly inaccessible. Telehealth has emerged as an alternative to conventional therapy, but with various limitations. Chief among them is the model choice for the human subject. Due to the complexity of the human motor system, matching the appropriate model to a particular motor task is non-trivial. To address this problem, we propose the use of latent variable models, due to its desirable properties in the context of physiotherapy.</p> <p>In this dissertation, we propose modifications to two latent variable models and extract meaningful features from the modified latent spaces. The latent features represent both motor strategies as well as feedback mechanisms. First, we introduce an aggregated approach to muscle synergy extraction, where the group synergy set allows the direct comparison between synergy activations. We propose and analyze three metrics to infer some characteristics of intervention. Second, we introduce a reorganization approach to a Gaussian Process embedding of multiple motor task performances. We formulate two forms of augmented feedback from the reorganized latent space for facilitating self-exercise.</p> <p>The utility of the proposed metrics is demonstrated through the sit-to-stand task, an important whole-body exercise in physiotherapy. By comparing the extracted metrics through various natural and expert-induced conditions, we are able to gain some insight on the expert strategy as well as build tools for providing expert-level feedback.</p>			

氏名	Bryan Lao
----	-----------

(論文審査結果の要旨)

理学療法は身体的機能を回復するためのリハビリテーションの方法の一つであり、労働集約型の専門技術が必要である。そのため、超高齢化社会を迎えた現在、理学療法士の不足が問題になっている。その解決方法の一つとして、理学療法を遠隔で行う技術がある。

しかし遠隔理学療法技術の開発は容易ではない。その一因はヒトの運動機能の複雑性のために、ヒトの運動を数理モデルに落とし込むことができないことにある。この問題を解決するため、本論文では理学療法に適用できる隠れ変数モデルを提案し、Sit-to-Standタスクを対象としてその有効性を示した。

ヒトの運動は従来から、シナジー理論と呼ばれる低次元要素の線形和で構成されると言われていた。そこでまず、シナジー理論を用いて理学療法の特性を表す指標を解析した。次により効率的な情報表現のため、ガウス過程埋め込みと呼ばれる手法により、理学療法を低次元に埋め込むことに成功した。その空間での軌道を比較することにより、熟練した理学療法士の処方を可視化することに成功した。

以上をまとめると、本論文は隠れ変数モデルを用いることにより、理学療法における Sit-to-Stand タスクの特性を明らかにしたものであり、将来の遠隔理学療法技術の開発に大いに資すると考えられる。よって、博士（工学）の学位に値するものと認められる。