

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	☒ 甲 乙 第	号	氏 名	萩原 隆義
主 論 文 題 名： 身体融合による運動技能学習を拡張する技能外在化アバターの研究				
(内容の要旨) 技能を伝えるということは、技を後世に残すことや、後継者を育成するために重要であるが、日本では往々にして技術を持った人の高齢化が進んでおり、後継者不足が問題となっている。また、技術はその人の身体感覚として紐づいているため、教示することが難しく、習得には時間がかかる場合が多い。こうした問題を解決するためには、デジタル技術を用いることが重要であると考えられ、いかにして自分の身体感覚として技能を学習、獲得するかを提示する必要がある。 また、従来のアバターや技能学習システムは、1人の技能を1人の初心者に伝送するといった、1対1対応が主流であった。VR空間では、1つのアバターを2人が操作する融合身体という研究が行なわれており、身体認知や運動パフォーマンスについて明らかになりつつある。この融合身体は、お互いの能力を取り出して留めておくことや、体格の違いや体の使い方の違いといった身体の個体差を吸収することができる、運動伝送における中間媒体と捉えられるのではないかと考えられる。さらに、他者の技能学習のみならず、自己技能を自分自身で学習するという方法も考えられ、一度取り出した自分の技能を編集し、再投入することで学習を加速させることが可能なのではないかと考えられる。そのため、実世界においても、一度取り出した技能を保存し、その技能を学習するための中間媒体が必要になると考えた。 そこで本研究では、技能を保存する中間媒体となるものを作り、人間の身体技能の外在化を行なうことで、自己の技能学習をスムーズに行なうことができるというコンセプトを提示した。この中間媒体として、2つの運動データを1つのロボットアバターに融合するシステムを提案、実装し、これを技能外在化アバターと呼ぶこととした。				

まず、技能外在化アバターを通してどのように技能を取り出すか、実世界を対象とした技能をどのように伝送するかを検討するため、心理・認知の観点から評価を行なった。実験の結果、技能外在化アバターを自分の身体として扱うことができ、パフォーマンスも向上することを明らかにした。この評価により、外在化した技能を身体融合によって自分に取り込むこと、ロボットアバターを用いることで実世界の対象にも対応可能であることを示した。

これらの基礎知見をもとに、実際に技能外在化アバターが運動学習にどの程度効果があるのかについて検討した。運動学習の手法として、事前に記録した自分自身のデータと融合する、他人のデータと融合するという手法を用いた。自分自身のデータとの融合は、運動の特徴や癖などが一致し、作業のやりやすさに影響を及ぼす場合があることを明らかにした。また参加者は、融合手法（自分データ、他人データ）に選好があることがわかった。

この選好によって参加者をグループ分けした結果、それぞれの選好する融合手法とタスクを行なう方がタスクパフォーマンスが向上することを示した。また、自分のデータを選好する参加者は自分の運動モデルを優先し、他人のデータを選好する参加者は他人と合わせることを優先する可能性が示唆された。さらに、それぞれの選好に適した融合手法を作成し、その手法でタスクを行なうことで、運動学習を促進させる可能性を示した。こうした参加者に合った融合手法の提示によって、自己の技能学習をスムーズに行なうことが可能になると考えられ、技能外在化アバターの有用性を示した。

Thesis Abstract

No. 1

Registration Number	☒ "KOU" ☐ "OTSU" No. *Office use only	Name	<i>Takayoshi Haginara</i>
Thesis Title A Study on Skill Externalizing Avatar to Extend Motor Learning through Body Integration			
Thesis Summary Transferring skills is important for preserving skills for future generations and for training successors. In Japan, the number of technicians is aging, and a lack of professional successors is becoming an issue. In addition, since skills are embedded in the person's physical senses, it is difficult to teach and learning is often time-consuming. In order to solve these problems, the use of digital technology is considered important, and it is necessary to show how to learn and acquire skills as one's own physical sensations. Previous avatar and skill-learning systems were mainly designed for one-to-one correspondence, where one person's skill is transmitted to one person. In VR, research on body integration, in which two people control one avatar, is revealing about body perception and motor performance. This body integration might be understood as an intermediate medium in motor transmission, which allows us to extract and retain our abilities and absorb individual differences, such as differences in size and use of the body. Furthermore, not only learning the skills of others, but also learning self-skills on one's own could be considered, and it is possible to accelerate learning by editing and re-injecting own skills once retrieved. Therefore, this study presents the concept of creating an intermediate medium for storing skills and externalizing human physical skills to facilitate self-skill learning. This study proposed and implemented a system that integrates two motor data into one robotic avatar, which is called the skill externalizing avatar.			

Thesis Abstract

No. 2

First, to investigate how skills are extracted through the skill externalizing avatar and how skills are transferred to a real-world object, I evaluated the system from psychological and cognitive perspectives. The results of the experiment showed that participants were able to be embodied in the skill externalizing avatar and that their performance was improved. This evaluation showed that externalized skills can be integrated into oneself through integration and that the use of robotic avatars can be performed on real-world objects.

Based on these basic findings, this study investigated the effectiveness of the skill externalizing avatar in actual motor learning. Two methods for motor learning were used: integrating with own pre-recorded data and integrating with others' data. The results showed that integrating with own data might affect the ease of performing the task, due to the matching of movement characteristics and habits. Also, it was found that participants had a preference for one of the integration methods.

Grouping participants by preference showed that task performance was better when they performed the task with their preferred integration method. It was also suggested that participants who preferred their own data may prioritize their own motor model, and participants who preferred the data of others may prioritize going to match with others. In addition, a method of integration appropriate for each preference was created, which could potentially facilitate motor learning. Presenting an integration method that adapts to the characteristics of the participants would enable them to learn their own skills more smoothly, showing the effectiveness of the skill externalization avatar.