

## 論文の要旨

題 目 A Virtual Training System for Myoelectric Prosthesis Prescription

(筋電義手処方支援を目的としたバーチャルトレーニングシステムの開発)

氏 名 中村 豪

上肢切断者（以下、切断者）の生活支援の一環として、筋電義手の処方が行われてきており、上肢切断者の新たな社会復帰の可能性が確認され始めてきている。しかしながら、筋電義手を処方するためには、通常、数ヶ月以上の訓練を行う必要がある。また、筋電義手の処方に至るためには、単に効率良く作業を行えるようになるだけでなく、作業療法士の訓練指導の下、健常肢で作業を行う時のような自然な動作や作業姿勢で操作が行えるようになる必要がある。さらに、訓練においては、訓練者の能力や状態に応じて訓練内容や訓練の難易度を適切に調整する必要がある。しかしながら、現在、筋電義手の訓練指導が可能な医療施設や訓練スタッフの数は限られていることや筋電義手の科学的な知見は十分に構築されていないことが原因となり、普及に至っていないという問題がある。したがって、筋電義手をより普及させるためには、筋電義手操作における評価方法の確立や理想的な操作におけるメカニズムの解明および義手操作訓練を支援できるトレーニングシステムが必要である。

これまでに筋電義手操作訓練を支援するためのトレーニングシステムはすでに様々なものが提案されているが、健常肢で作業を行う時のような自然な動作や作業姿勢を維持して作業を行うスキルを向上させるためのトレーニングシステムや理想的な筋電義手操作方法を教示しながら、訓練を行えるトレーニングシステムについては検討されていない。また、より効果的な訓練に繋げるためには、訓練者の習熟度に応じて訓練の難易度を自動調整可能な相互学習型のトレーニングシステムが有用であると考えられる。

本研究では筋電義手操作における理想リーチング軌道生成モデルを新たに構築し、構築したモデルに基づいて理想的な筋電義手操作方法を教示しながら、訓練を行えるトレーニングシステムを提案する。また、訓練者の習熟度に応じて訓練の難易度を調整可能な相互学習型の筋電義手操作トレーニングシステムを開発する。以下、本論文の概要を示す。

第1章では、本研究の背景と目的について述べた後、従来研究と本研究の位置付けを明確にする。

第2章では、バーチャルリアリティを応用した筋電義手の作業訓練システムを提案する。提案するトレーニングシステムでは、現在最も普及している OttoBock 社製の筋電義手（以下、MYOBOCK）の動作特性に基づいて動作するバーチャルハンド（以下、VH）を用いて、仮想環境内で作業訓練を行うことが可能である。そして、本トレーニ

ングシステムでは、筋電義手の評価・訓練として用いられている **Box and Block Test** (以下、**BBT**) を対象として、仮想環境内で仮想物体の把持・解放が可能なシステムを提案する。実験では、開発した **VH** が実物の筋電義手に近い操作性を有することを示す。また、提案するトレーニングシステムを用いることによって、筋電義手操作能力・運動能力が向上することを示す。

第 3 章では、筋電義手操作における理想リーチング軌道生成モデルと理想軌道生成モデルに基づいて、筋電義手の理想的な操作方法を教示可能なトレーニングシステムを提案する。

筋電義手の処方に至るためには、健常肢でのリーチングを行う際のような自然なリーチング動作や作業姿勢で作業が行えるようになる必要がある。そこで、健常者および筋電義手操作に熟練した義手ユーザーにおけるリーチング軌道生成モデルを構築し、訓練者に義手の理想的な操作方法を教示可能なトレーニングシステムを開発する。実験では、提案するリーチング軌道生成モデルが健常者および筋電義手操作に習熟した義手ユーザーのリーチング軌道を精度良く再現可能なことを示す。また、理想的な操作方法を教示可能なトレーニングシステムを用いたトレーニング実験によって、提案するシステムの有効性を示す。

第 4 章では、相互学習型の筋電義手トレーニングシステムを提案する。より効果的な筋電義手操作訓練を行うためには、訓練者の能力や状態の違いに合わせて訓練内容や訓練の難易度を適切に調整することが必要不可欠である。そこで、提案するシステムでは、訓練者が随意的に生成可能な **EMG** パターンを抽出し、訓練者の習熟度に応じて徐々に訓練対象とする動作数を増やしていくことで、訓練の難易度を調整する。実験では、提案する相互学習型トレーニングシステムによって、各訓練者の能力を考慮して、訓練の難易度を調整可能であることを示す。

第 5 章では、本論文の要約と今後の研究課題について述べる。