

別紙 1 - 1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	甲	第	号
------	---	---	---	---

氏 名 大 山 慎 太 郎

論 文 題 目

Biomechanical Reconstruction Using the Tacit Learning System:
Intuitive Control of Prosthetic Hand Rotation

(Tacit Learning System を利用した生体機構再建：義手回内外の直
感的操作)

論文審査担当者


名古屋大学教授

主 査 委員

石黒直樹 

名古屋大学教授

委員

亀井 讓 

名古屋大学教授

委員

木山博資 

名古屋大学教授

指導教授

平 田 仁 

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

今回、既に自律姿勢制御ロボットに導入され有用性が評価されている制御システム「Tacit Learning System」を義手に導入し、装着者の肩関節代償運動を減少させるような義手回内外運動の自律制御を行わせた。筋電義手使用者に本義手を装着下に前腕回内外タスクを課し、モーションキャプチャーによる運動解析及び逆キネマティクス解析を行った。結果、肩関節代償運動及び推定エネルギー消費量の減少が確認され、限られた環境内での評価であるが、本システムの回内外運動再建における有用性が高いことを確かめた。また、他の代償機構が機能している運動機能再建にも有用である可能性が示唆された。

本研究に対し、以下の点を議論した

1. 本制御システムは学習フェーズにおいて操作者の期待する前腕回内外と肩の代償運動の関係について、肩関節の過剰な運動を減少させる方向に内部パラメータを収束させる。評価タスク時や、実際の使用においては内部パラメータを変化させないように固定して使用してもらうことも可能である。
2. 1名の被検者で本義手への適応が良好でなかった主な理由として本人の習慣となっている動作に対してタスクが適切でなかった可能性があげられる。また、本義手の限界としてバッテリー消費が大きいことが上げられるが、制御機構の調整で改善する可能性がある。
3. Deep Learning をはじめとする機械学習を筋電解析に利用して、制御可能な動作を増やしたり、生理的な機能再建をしたりする試みがあるが、パターン認識である以上、未知の環境変化やシビアな状況に対する剛健性が低いという問題がある。本制御システムは反応速度の早い閉ループ収束制御のため、未知な環境変化に剛健であり、環境の変化に対し臨機応変に出力を制御できる利点がある。
4. 本システムの特性上、意識的な制御と非意識的な制御が同調し、代償運動が存在する運動、具体的には呼吸筋麻痺患者の呼吸機能再建や、下垂足患者の歩行再建に対する応用は非常に有効と考えられる。

本研究は、生理的な人工的機能再建を行う上で、重要な知見を提供した。

以上の理由により、本研究は博士（医学）の学位を授与するに相応しい価値を有するものと評価した。

別紙 2

試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※甲第	号	氏名	大山慎太郎
試験担当者	主査 石黒直樹 亀井讓 木山博資 指導教授 平田 仁			
<p>(試験の結果の要旨)</p> <p>主論文についてその内容を詳細に検討し、次の問題について試験を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tacit Learning System のメカニズムについて 2. Tacit Learning System 義手の適応と限界について 3. Deep Learning をはじめとする機械学習に対する、Tacit Learning System の利点について 4. Tacit Learning System の他疾患への応用可能性について <p>以上の試験の結果、本人は深い学識と判断力ならびに考察力を有するとともに、手の外科学一般における知識も十分具備していることを認め、学位審査委員合議の上、合格と判断した。</p>				