

医療分野研究成果展開事業/研究成果最適展開支援プログラム(AMED・A-STEP)

平成 27 年度成果報告書(公開)

プロジェクトリーダー (企業責任者)	東名ブレース株式会社 取締役部長 西井 千博
研究責任者	国立大学法人電気通信大学大学院情報理工学研究科 教授 横井 浩史
研究開発課題	個性適応機能を有する筋電義手の開発と一般流通化

1. 研究開発の目的

これまでに開発した筋電義手は、断端の筋電波形から運動意図を識別するコントローラにより 15 種の前腕運動の運動意図を取り出すことが出来る個性適応機能システムを有している。ここで、識別した運動意図をもとに実際の義手用ロボットハンドの運動を実現する駆動部は、実現したい運動の数に比例して増加する。しかし、駆動部の増加を行うことは、より多くのスペースを必要とし義手の装飾性を損なってしまい一般流通に適さなくなってしまう。このため、当研究開発に於いて、日常生活で必要な運動を分析し、少ない駆動部分でより多くの運動を再現することの出来る運動自由度の多い義手の開発とスペースを必要とせず多くの人に適用できる一般流通化が可能な電動義手の開発を行う。

2. 研究開発の概要

電動義手の多くの利用者は、自由度の増大よりも装飾性を伴った自由度の拡大を望んでいるため、当研究開発では、電動義手のより多くの運動自由度の確保と併せて、制御自由度を少なくし、装飾性が高く軽量である電動義手を目指す。運動意図を識別するコントローラ部については、装飾性を向上させるため手にも駆動部を収納し長断端の切断者や先天性障害を持つ児童にも使用可能な構造を確保するため、より自然な動きと装飾性を保ちながら軽量化と縮小化を行うため駆動部に関しモータにより直接駆動間接とワイヤ駆動の併用も考慮する。このことにより、小型・軽量化を目指した専用設計を行い、日常生活動作(ADL)の 80% 以上の実現を目指す関節自由度と制御自由度を持つ筋電義手を開発する。外装については、電動義手の駆動系に負担のかからない材料の選定と、形状やグローブ装着後の動きが装着者のニーズに応えられるグローブの仕様を確定し、外観と把持機能向上を両立するコスメティックグローブの開発を行う。また、当研究グループで開発する電動義手は、流通している海外の電動義手と同様に電動ハンド部分、筋電位を計測するセンサ部分、運動意図を識別するコントロール部、電源部切断端を収納するソケットにより構成されているため、他社製品との互換性を備えたアダプタの開発を行う。開発した筋電義手は、医療機関の協力を得て臨床評価を実施し、その臨床評価の結果を用いて、完成用部品登録の申請書の中の筋電義手システムの機構・材料・機能、およびその評価項目に関する記述を準備する。筋電義手の意匠と機能の両面について完成品の実現を目指す。

3. 研究開発の成果(平成 27 年度)

平成 26 年度までに、下記に定めた開発項目の開発をほぼ完了した。

- ①装飾グローブのリアルな皮膚の変形と把持機能を向上させる弾力性分布マップの解明
- ②装飾グローブのリアルさの向上
- ③日常生活動作(ADL)を実現できるロボットハンドの開発
- ④義手の随意制御を実現するコントローラの開発

平成 27 年度は、低コスト化が可能で高い安全性を有する実用的な個性適応機能をもつ筋電義手プロトタイプの実現と、一般流通化のための義肢装具等完成用部品の登録(厚生労働省)への準備を達成目標として、下記の研究開発項目を実施した。

(1) 外部負荷に耐える義手ロボットハンドの駆動機構の改良とカフィードバック制御の導入【東名ブレース】

筋電義手の安全性を高めるため、義手ロボットハンドの駆動機構を改良し、アクチュエータの回転中心から作用する力点までの距離できるだけ小さくすることで大きな回転モーメントを発生させる新しい駆動機構を開発した。本駆動機構を用いることにより、指先のピンチ力が 2 倍程度に改良され、小さな物体も安定してつまみ上げることが可能となることが明らかとなった。

(2) 安定把持のための爪機構の実用化と骨格-グローブの密着度の向上【電気通信大学】

本項目では、装飾グローブの見た目のリアルさを向上させるための爪ではなく、小さい物体や薄い物体が把持を可能にする爪機能の実現を目的として、硬質材料の爪とグローブ、指先端部を一体化する方法を考案し、爪機能による把持機能の安定化を図った。

(3) 専用設計を不要とするユニバーサル義手ソケット(挿入型)の実現【東名ブレース】

気軽な筋電義手の装着を可能にするため、これまでの義肢・装具製作のノウハウを生かして、駆動部が健常者サイズの前腕部ソケットに収まり、腕を通すだけで装着が可能なユニバーサル義手ソケット(挿入型)を開発した。このことにより年齢、断端部形状の異なる3種類(S, M, L サイズ)のソケットを実現した。また、専用設計を要するがより安定した装着が可能な前腕欠損者のための同タイプの顎上支持ソケットも同時に開発した。

(4) インピーダンス調整が可能な表面筋電センサの開発【電気通信大学】

本項目では、インピーダンス調整機能を付与した表面筋電センサを開発し、皮膚と密着性を高めることで計測の安定化することに成功し、使用者に依らず 1 回の装着で筋電検出が可能な表面筋電センサの開発に成功した。このセンサの性能は、成人および乳幼児に応用し、従来の湿式型のセンサと同等の性能が得られることを確認した。

(5) 筋電義手プロトタイプを装着した上肢欠損者による臨床評価試験の実施【電通大】【東名ブレース】

先天性欠損児の治療を行っている医療機関の医師に協力を仰ぎ、上記筋電義手プロトタイプを用いた臨床評価を実施し、筋電義手のブラッシュアップを行うためのフィードバックを得た。また、20 名以上の手指欠損患者に対して、義手を用いた際の ADL(日常生活動作)評価や上肢機能検査及び使用感アンケート調査などを実施し、ロボットハンドが有する運動自由度の優劣の決定や強度試験、意匠性の評価などを通じて、開発した筋電義手システムの問題点を整理した。

(6) 他社製品の規格調査と義肢装具等完成部品の登録申請の準備【東名ブレース】

国内外の義手メーカー数社で利用されている接合コネクタおよび通信の規格を調査し、流通量の多いメーカーの部品と本研究課題で専用設計化された構成部品(ソケット-ロボットハンド接合アタッチメントなど)や筋電センサと制御コントローラを仲介する接続コネクタ、またユーザーインターフェース通信部の共有化が可能なアダプタ構成方法を検討し、接続方法を同定した。また、厚生労働省に対して義肢装具等完成部品の登録申請の準備として、工学的試験評価(強度、安全試験)を記述したファイルを取り寄せ、工学的試験評価の内容を確かめた。