

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 14 日現在

機関番号：32706

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560317

研究課題名(和文) 上肢切断肢の摺動を回転センサに直接利用した実用志向型電動義手の製作

研究課題名(英文) Production of A Practical Use-oriented, Electrically Powered Prosthesis Using Rotational Sensor Directly For Amputated Upper Limb

研究代表者

森 貴彦 (MORI, TAKAHIKO)

湘南工科大学・工学部・准教授

研究者番号：20332025

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：2015年12月に、腕に装着するシリコン製サポーターとして厚さの異なる3種類のシリコンスリーブを試作した。2016年2月に実装型サポーターとしてテスト用シリコンライナーおよび患者用シリコンライナーを試作した。2016年3月に実用志向型電動義手ハンドとモーターユニットを設計・試作した。義手ハンドでは、3次元設計、2次元設計、3次元プリンタによる印刷、テスト試作を繰り返し実施した。

研究成果の概要(英文)：In December, 2015, we produced three kinds of different silicone sleeves of the thickness experimentally as a supporter made by silicone to attach to an arm. In February, 2016, we produced silicone liner for tests and silicone liner for patients experimentally as an implementation type supporter. In March, 2016, we designed the practical use-oriented, electrically powered prosthesis hand and motor unit and produced them experimentally. Finally, we carried out a two-dimensional design, a three-dimensional design, the print with the three-dimensional printer, test trial manufacture about the production of the hand.

研究分野：制御工学

キーワード：計測技術の向上 義手ハンドの試作

1. 研究開始当初の背景

筋電義手は、厚労省の社会復帰促進等事業として毎年支給されている。しかし支給率は極めて低く、かつ現行品は非常に高価であるため、支給以外で入手することは困難であり、多くの上肢切断者が従来の義手を使用するに留まり、就労や日常生活の復帰の妨げとなっている。

現在、多自由度筋電義手の研究が国内外で行われている。例えば、5指個別駆動制御を目的に吉川らの動作識別法の評価や横井らの触覚センサを用いた運動機能再建に及ぼす影響など切断者の神経系に着目した研究が多い。しかし、現状の筋電義手は、誤動作が多く習熟のために訓練時間が多く要することが知られている。発生が難しい筋電信号、不安定な再現性、および長い訓練時間が電動義手の普及を妨げている最大の要因であり、筋電信号を用いた場合の技術的限界である。

申請者は、5指同時駆動方式による1自由度の電動義手を対象に、触覚提示は考えず、ユーザーの意思が確実に反映される生体制御技術を開発した(国内外に特許出願済)。それは、切断肢先端の橈骨と尺骨の回転運動によって生じる皮膚表面形状を歪センサまたは回転式センサで捉え、そのままモータの駆動信号として用い、習熟に訓練時間をほとんど要しない再現性の高い駆動制御を実現することができる。このとき、2つの金属製ベアリングが重要な役割を果たす。1つは、切断肢の回転を滑らかにし、回転を阻害する原因となる義手ソケットとの接触を防ぐことができる。もう1つは、センサ付で直接回転量を計測できる上に、回転の軸ブレを抑えることができる。

上肢切断者は、切断肢に残存筋があれば脳から神経伝達信号を筋肉に伝えることができるため、切断肢の橈骨と尺骨の回転運動(回内と回外)を起こすことができる。特に、断端付近の骨はダイナミックに回転し、大きく形状変形する。図1-1に前腕の骨の回転運動の様子を、図1-2に義手ソケット装着の様子を示す。



図1-1 断端の回転運動の様子 (上:回内時, 下:回外時)



図1-2 義手ソケット装着の様子

2. 研究の目的

これまでの開発過程や試作機から明らかになった課題に対して以下に示す目的を達成する必要がある。

(1) 電動義手軽量化のための樹脂製ベアリングの開発

2つの金属製ベアリングだけで約100gもの重量超過となり軽量化が課題である。3次元設計に基づいた3次元出力を行うことで軽量化を実現する技術を開発する。具体的には金属製を樹脂製に変更して軽量化する。

(2) 精度と効率の向上を目指した上肢3次元モデルに基づく開発システムの構築

義手は本来、断端の長さや形状など個体特性に合わせて作成するため患者に多大な時間および身体的負担が生じる課題がある。本義手作成にあたり患者の上肢3次元モデルを作成するシステムを構築する。上肢3次元モデルに基づいて樹脂製ベアリングの精密な設計と迅速な製作を実施し、義手ソケットの作成・調整の精度と効率の向上を目指す。最終的な安全性と有効性の評価として回転センサで患者の意思通りの動きが再現されるか実験検証する必要がある。

3. 研究の方法

1) 平成26年度

2014年7月～9月 切断肢のMRI撮影と上肢3次元モデルの製作

患者の切断肢をMRI撮影した画像に基づいてマテリアライズジャパン株式会社の協力の下、先端部が可動するシリコン製上肢3次元モデルを製作する。

2014年10月～12月 樹脂製ベアリングの製作

3次元CADソフトSolidWorksを用いた3次元設計後、設計図に基づいて3次元出力を行う(名古屋工業研究所)。上肢3次元モデルに基づいて2種類の樹脂製ベアリングを製作する(図3-1)。軽量化の目標は、大口径樹脂製ベアリングが約80g、回転センサ付樹脂製ベアリングが約50gである。

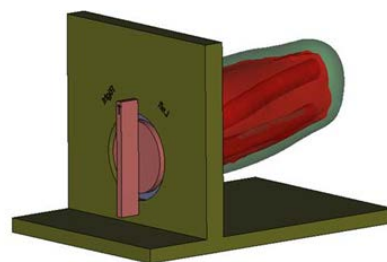


図3-1 上肢3次元モデル

2015年1月～3月 義手ソケットの製作と義手ハンドの製作

上記開発に基づき、2種類の樹脂製ベアリングを内蔵する義手ソケットを製作する(図3-2)。また、株式会社岩田鉄工所の協力の下、義手ハンドを製作する。



図3-2 義手ソケット(外部)



図3-3 義手ソケット(内部)

2) 平成27年度

2015年4月～6月 電動義手の美装化

義手ハンドに装着できるシリコングローブ(株式会社佐藤技研)を製作する。

2015年7月～8月 電動義手の組立と完成

製作した樹脂製ベアリングを内蔵した義手ソケット、義手ハンド、および他予算で製作した計測制御基盤を組み合わせ、最後にシリコングローブで美装化して電動義手を完成させる。

2015年9月～11月 安全性と有効性の評価と成果発表

安全性と有効性を評価する。国際福祉機器展出展と日本義肢装具学会等で発表を行う。

4. 研究成果

1) 2015年12月

株式会社協和義肢製作所の協力の下、計測技術の確認用として先端部が可動する上肢3次元モデルを試作した(図4-1)。



図4-1 前腕欠損3次元モデル



図4-2 上腕欠損3次元モデル

2) 2015年12月

株式会社佐藤技研の協力の下、腕に装着するシリコン製サポーターとして厚さと伸びの異なる3種類のシリコンスリーブを試作した。

3) 2016年2月

株式会社佐藤技研および有限会社大宮義肢製作所の協力の下、実装型サポーターとしてテスト用シリコンライナーおよび患者用シリコンライナーを試作した。

以上の試作により、本電動義手ハンドを制御するための計測に関わる技術を向上させることができるようになった。

4) 2016年3月

株式会社岩田鉄工所の協力の下、これまでに試作したハンドロイド型義手ハンドの課題を解決するため、実用志向型電動義手ハンドとモーターユニットを設計・試作した。義手ハンドでは、3次元設計、2次元設計、3次元プリンタによる印刷、テスト試作を繰り返して実施した。図4-3にその3次元画像を示し、図4-4に実際の画像を示す。これはABS樹脂製で、岩田鉄工所所有の3次元プリンタ uPrint を用いて印刷された。本研究で試作した新型のハンドロイド型義手ハンドは以下の特徴を有している。

- (1) 掌側の一部の材質をABS樹脂からエラストマに変更し、グリップ力を強化した。
- (2) 5指間にバネを追加し、衝撃緩衝力およびシリコングローブの装着性を向上した。
- (3) 3指ピンチ機能(小さな物を掴む)の精度を向上した。
- (4) 4指グリップ機能(棒状の物を握る)の形状を調整した。
- (5) 5指グリップ機能(球体上の物を掴む)を新たに追加した。

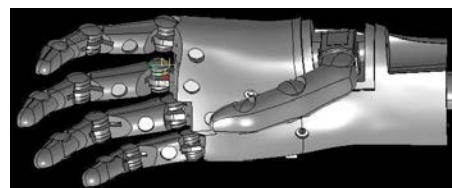


図4-3 義手ハンド(3D画像)

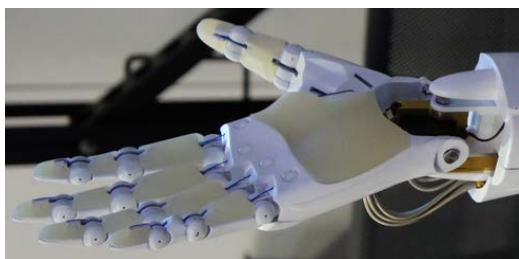


図4-4 義手ハンド（実物）

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 1 件）

- ① 小森太陽, 森貴彦, 「可撓性を有するセンサを用いた実用志向型電動義手の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015, RM15-0056, (2015. 5. 19) 京都市勧業館「みやこめっせ」

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.shonan-it.ac.jp/contents/teachers/electronic/t-mori/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森貴彦 (Mori Takahiko)

湘南工科大学・電気電子工学科・准教授

研究者番号：20332025

(2) 研究分担者

原友紀 (Hara Yuki)

筑波大学整形外科医学医療系・講師

研究者番号：30431688

(3) 研究分担者

清水如代 (Shimizu Yukiyo)

筑波大学附属病院・病院講師

研究者番号：40620993