

本件の報道解禁につきましては、令和元年6月27日(木)午前4時以降にお願いいたします。



広島大学

NEWS RELEASE

広島大学広報グループ
〒739-8511 東広島市鏡山 1-3-2
TEL : 082-424-3749 FAX : 082-424-6040
E-mail: koho@office.hiroshima-u.ac.jp

【本件リリース先】
文部科学記者会、科学記者会、
広島大学関係報道機関

令和元年6月24日

記者説明会（6月26日（水）13：30・東広島）のご案内

独自の筋シナジー理論とバイオミメティック制御により、
指の複合動作を操作可能な3Dプリンタ製高機能筋電義手
の開発に成功！

【本研究成果のポイント】

1. 独自の筋シナジー理論^{注1}に基づく動作識別法とインピーダンスモデル^{注2}に基づくバイオミメティック制御法^{注3}により、高精度かつ滑らかな動作を実現可能な筋電義手制御法を開発
2. 各指の独立した単一動作のみをシステムに機械学習させるだけで、学習を行っていない多様な組み合わせ動作の制御に世界で初めて成功
3. 3Dプリンタ製パーツ、制御用マイクロコンピュータを採用することで、安価かつコンパクトな高機能筋電義手を実現

【概要】

広島大学大学院工学研究科の辻敏夫 教授、同博士課程後期2年の古居彬氏（日本学術振興会特別研究員）らを中心とする研究チームは、兵庫県立福祉のまちづくり研究所および近畿義肢製作所との共同研究により、独自の筋シナジー理論とバイオミメティック制御に基づく3Dプリンタ製高機能筋電義手の開発に成功しました。

筋電義手は、筋が収縮する際に発生する筋電位信号を用いて操作する電動義手であり、事故や病気で上肢を失った患者に対して処方されます。筋電義手の制御では、計測した筋電位信号から使用者が意図した動作や力の入れ具合を推定し、それらの情報に基づいて電動義手の各モータを制御します。そのため、人間の手に匹敵するような筋電義手を実現するためには、使用者の動作意図の高精度な推定と、推定された動作に基づく自然で滑らかな操作性の2つを同時に実現する必要があります。本研究の筋電義手は、独自に開発した筋シナジー理論に基づく動作識別法とインピーダンスモデルに基づくバイオミメティック制御を導入することで、これらの課題を解決しました。この方法は、各指の独立した単一動作のみをシステムに機械学習させるだけで、学習を行っていない多様な組み合わせ動作を制御可能という世界で初めての技術的な特徴を有しています。また、このアルゴリズムはマイクロコンピュータ上に実装されており、義手を動かすために必要な機能が小型回路上で完結しています。さらに、義手本体のパーツは3Dプリンタを用いて印刷されており、高度な機能を備えている義手にもかかわらず、製造コストの削減およびメンテナンス性の向上にも成功しました。

本研究成果は、科学誌「Science Robotics online」に2019年6月26日午後2時（日本時間の2019年6月27日午前4時）に掲載される予定です。

本件につきまして、下記のとおり記者説明会を開催し、ご説明いたします。
ご多忙とは存じますが、是非ご参加いただきたく、ご案内申し上げます。

記

日 時：令和元年6月26日（水）13：30～14：30（13:00 から受付）

場 所：広島大学東広島キャンパス

大学院工学研究科生体システム論研究室（A1棟551号室）

東広島市鏡山 1-4-1

出席者：広島大学大学院工学研究科 教授 辻 敏夫
博士課程後期学生 古居 彬
博士課程前期学生 島田 恭平

【論文情報】

- 掲載雑誌：Science Robotics
- DOI番号：10.1126/scirobotics.aaw6339
- 論文題目：A myoelectric prosthetic hand with muscle synergy-based motion determination and impedance model-based biomimetic control
- 著者：古居 彬¹、江藤 慎太郎¹、中垣 光裕¹、島田 恭平¹、中村 豪²、増田 章人³、陳 隆明²、辻 敏夫¹
 1. 広島大学大学院工学研究科
 2. 兵庫県立福祉のまちづくり研究所
 3. 近畿義肢製作所

【背景】

最新の統計によると、事故や病気などで上肢を失った患者は、日本で8万2千人、アメリカで54万人にもものぼることが報告されています。また、このような上肢切断患者のうち、少なくとも50-60%の人は義手を日常的に使用しているといわれています。義手にはその機能に応じて様々な種類が存在しますが、筋収縮によって発生する生体電気信号である筋電位信号を利用した「筋電義手」は、使用者が随意的かつ直感的に使用できる可能性があることから、古くから開発が行われてきました。しかしながら、市販されている筋電義手は非常に高価であり、実現可能な動作も限定的であることから、その普及率は決して高いとは言えません。

近年になり、3Dプリンタの技術を利用して安価に義手パーツを印刷することで、製造やメンテナンスに必要なコストを大幅に削減することが可能となってきました。しかし、筋電位信号を用いた随意的な動作識別や高度な制御メカニズムを導入した3Dプリンタ製義手は、これまで存在しませんでした。

【研究成果の内容】

そこで本研究グループは、これまで研究・開発に取り組んできた生体信号識別技術や人間の筋の粘弾性特性を模倣して滑らかな動作を実現する制御技術に基づき、多様な手指運動を高精度に実現可能な3Dプリンタ製筋電義手を開発しました。

今回開発した義手システムでは、各指それぞれの独立運動を手指の運動を構成する機能単位（筋シナジー）にとらえ、計測した筋電位信号から機械学習的に筋シナジーの抽出を行いました。この筋シナジーの抽出には、広島大学で開発した統計構造を内包するリカレントニューラルネットワーク^{注4}を使用しています。そして、抽出した筋シナジーの組み合わせとその時系列的な変動を考慮することで、複雑な手指運動に対

応する複合動作を表現しています。これにより、各指の独立した動作のみをシステムに機械学習させるだけで、学習を行っていない多様な組み合わせ動作の識別が可能になりました。また、義手の指動作の制御には、広島大学で独自に開発した人腕のインピーダンスモデルを導入したバイオミメティック制御を用い、人間に近い滑らかな運動を実現しています。

開発した義手システムの有効性は、上肢切断患者 1 名と健常被験者 6 名に対する実験を通して検証されました。上肢切断患者には、ソケットを用いて実際に義手を装着していただき、義手操作実験を行いました。一方、健常被験者に対しては、義手を机の上に固定し、筋電センサのみを腕に装着した状態で操作実験を行いました。実験の結果、本システムは、学習した各指の単一動作とそれらの組み合わせである未学習の複合動作の両方を、90%以上の高い精度で識別できることが示されました。さらに、上肢切断患者による「ペットボトルを握る」、「ブロック状の物体をつまむ」といった日常生活における義手の使用場面を想定した制御タスクを通して、本義手システムの臨床応用可能性が示されました。

今回開発した筋電義手本体のパーツは 3D プリンタを用いて印刷可能であり、制御システム自体も安価なマイクロコンピュータ上に実装していることから、低コストで製作することができます。現在、世界一のシェアを有するドイツ社製の筋電義手の価格は、安いものでも約 150 万円、多動作が可能で高価なものでは 500 万円以上となります。これらの筋電義手との単純な価格比較は難しいものの、今回開発した筋電義手の材料費は 10 万円程度であることから、数十万円以下という低価格での提供を実現できる可能性があります。

【今後の展開】

筋電義手を長時間連続して使用する場面では、筋疲労や計測用電極の位置ずれ、発汗などによって筋電位信号のパターンが変化し、動作識別精度が低下する問題が知られています。より実用的な筋電義手へと発展させるためには、これらの影響に対する頑健性をシステムへと導入していく必要があると考えています。

また、上記のような実用性へのアプローチのほかにも、義手そのものの「人間らしさ」という要素も極めて重要です。そのため、今後は義手の外観や質感を人間に近づけていくような工夫はもちろんですが、手指の自然な姿勢や震えといった人間らしさを実現できるような工夫についても取り組んでいく予定です。

今回開発したシステムに含まれている筋電位信号処理技術や機械学習に基づく識別技術は、筋電義手の制御だけでなく汎用的な筋電インタフェース技術として幅広く利用することができます（すでに「バイオリモート^{注5}」と呼ぶシステムを開発し展開中）。これにより、上肢切断患者だけでなく、四肢麻痺患者や寝たきりの高齢者の方々など、より多くの人を対象とした生活支援システムの実現を目指しています。

【用語解説】

(注1) 筋シナジー理論：人間が身体運動を行う際、個々の筋単位の制御で運動を実現しているのではなく、複数の筋の協調パターンである筋シナジーと呼ばれる少数の機能単位を組み合わせることで実現しているという仮説。

(注2) インピーダンスモデル：力と運動の関係性を表す剛性、粘性、慣性といった機械インピーダンスを用いて、生体の身体運動特性をモデル化したもの。

(注3) バイオミメティック制御：生体の有する機能や特性を機械システムに組み込むことで、生体を模倣するように人工物の制御を行う方法。生体模倣制御とも呼ばれる。

(注4) リカレントニューラルネットワーク：機械学習を行うための人工ニューラルネットワークの一種であり、ネットワーク内部にフィードバック結合を有するため、時系列情報を考慮したパターン認識を行うことが可能である。

(注5) バイオリモート：わずかな身体の動きや筋電位信号などの生体信号を利用して、身の回りの家電製品やコンピュータなどのリモートコントロールを実現するバリアフリー生活支援装置。

【参考資料】

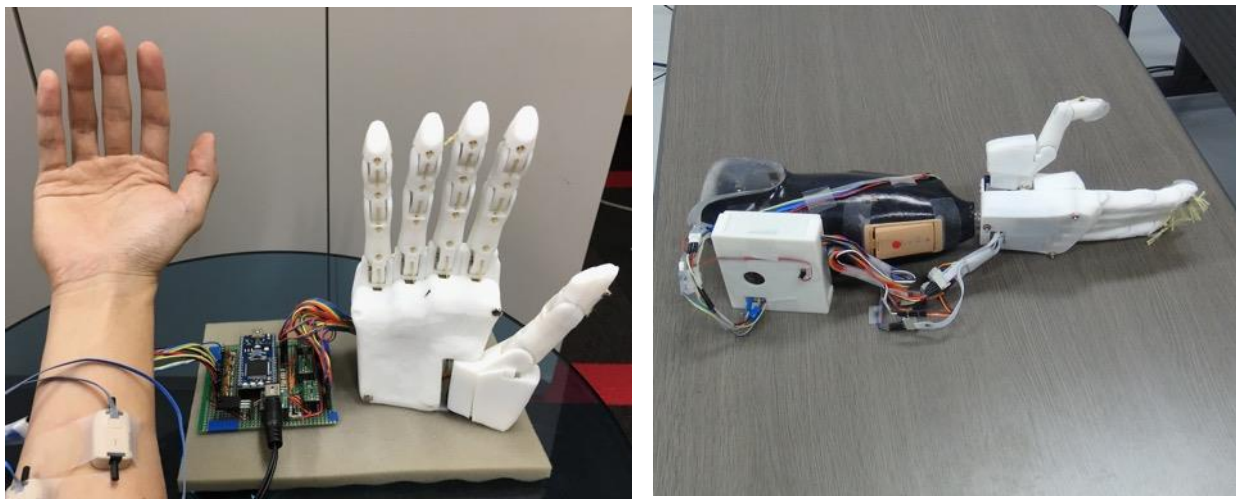


図1：開発した筋電義手のシステム全体像。本システムは、3D プリンタ製の義手本体、マイクロコンピュータを中心とした小型制御回路、そして筋電計測用電極から構成される（左図）。上肢切断患者を対象とした実験を行うにあたり、専用の実験システムも構築した（右図）。

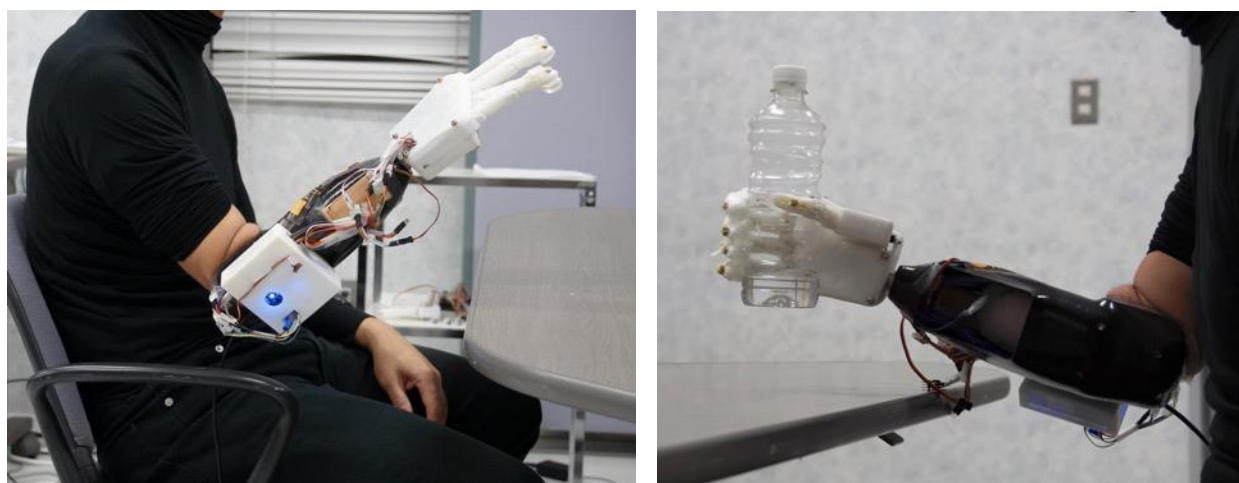


図2：上肢切断患者が筋電義手を操作している様子

【お問い合わせ先】

大学院工学研究科 教授 辻 敏夫
Tel：082-4 2 4-7 6 7 7 FAX：082-4 2 4-2 3 8 7
E-mail：tsuji@bsys.hiroshima-u.ac.jp
発信枚数：A 4 版 5 枚（本票含む）

(別紙)

【FAX返信用紙】

FAX：082-424-6040

広島大学財務・総務室広報部 広報グループ 行

記者説明会（6月26日（水）13：30・東広島）のご案内

独自の筋シナジー理論とバイオミメティック制御により、
指の複合動作を操作可能な3Dプリンタ製高機能筋電義手
の開発に成功！

日時：令和元年6月26日（水）13：30～14：30

場所：広島大学東広島キャンパス

大学院工学研究科生体システム論研究室（A1棟551号室）＜5階＞
東広島市鏡山1-4-1

ご出席

ご欠席

貴社名 _____

部署名 _____

ご芳名 _____（計 名）

電話番号 _____

誠に恐れ入りますが、上記にご記入頂き、6月25日（火）16：00まで
にご連絡願います。

