

最近注目されている技術を
取り上げてご紹介します

第2回

筋電義手

手の代替を目指す筋電義手。今、技術はどこまで人の手に迫れているのか、(国大)電気通信大学 横井 浩史教授にお話を伺いました。

脳からの神経信号^{*1}に対応し 複数種の動作を可能とした筋電義手

筋電義手は、人の手を超えるものではなく、人の手の機能そのものを再現することを目指しています。技術上の第一の課題は、脳が手を動かそうとする命令と筋電義手の動作を対応させることです。かつては、手を動かす筋肉一つ一つに伝わってくる筋電信号^{*2}を各筋によって実現される関節運動に対応づけるアプローチが試みられていました。現在は、筋と一対一には対応しない複数の筋電信号を皮膚表面のセンサーで測定し、利用者ごとに特徴ベクトル^{*3}を抽出・解析することで、筋電義手の動きと対応付けるといった結果との整合性に基づいたアプローチを採用しています。

現在、15種類ほどの手の動きを再現できていますが、筋電信号と筋電義手の動作の整合性を一対一に取ることは簡単ではありません。そのため、筋電義手にコンピューターを搭載して、センサーで測定した筋電信号から計算される特徴ベクトルと対応する動作命令について繰り返し学習することによって、筋電義手の使いやすさの向上を図っています。

次の10年のテーマは 筋電義手のインテリジェント化

筋電義手が人の手の代替を担うには、不足していることがまだまだあります。まず、筋電義手の側から利用者への情報のフィードバックです。例えば、手にした物を見ずに「落とさず」持ち運ぶには、筋電義手の触覚センサーを通じて、物の硬さや「しっかり持っている」という感覚を利用者に返す必要があります。また、人の手の動作は、複数の動きの連続や組み合わせによって成り立っているため、単純な「親指を上げる」のような命令ではなく、「じゃんけんでチョキを出す」、さらには「水差しから水をコップに入れる」のような運動の目的から動作を決める高レベルな命令に対し、インテリジェントに対応していくことが筋電義手の使い勝手の向上には欠かせません。そして、利用者の成長や老化などの身体機能の変化や、繰り返し行う動作に対する最適化など、利用者との間のミューチャルアダプテーション^{*4}が必要です。そのプロセスは、複数の動きから成る一連の動作の学習に、利用者の快・不快の感覚を組み合わせ、コンピューターの学習を強化します。これにより、生活する上でのさまざまな不確定要素に筋電義手に対応できるようになっていくと考えています。

製品化における課題と展望 3Dプリンターの登場が転機に

10年ほど前の試作機は、およそ一千万円のコストがかかりましたが、3Dプリンターの登場により百万円以下での製品化が見えてきています。しかし、百万円以下の筋電義手はモーターを2個しか使わないため、再現できる動作が限



3Dプリンターで製作されたモーター 2個仕様の筋電義手

られている上、ピンチ力^{*5}も300g程度しかありません。

今後、人の手の代替をより高度なレベルで実現していくためには、コンピューターとセンサーの高性能化、駆動モーターの軽量化・トルク強化、バッテリーの軽量化・容量拡大、耐ノイズ性能向上、そしてさらなるコストダウンと課題が山積みです。理想は、スポーツシューズのように何回も買って履いて試して、合わなければ買い直すことができるレベルでの製品化です。そのためには、今以上に多くの方の協力が必要だと考えています。日本のものづくりの技術力、知恵や工夫を結集していけば、実現できないことではないと思います。

※1 神経信号：脳から神経を通り筋に到達する電気信号

※2 筋電信号：複数の神経信号が重なって構成された信号を筋において測定した電気信号

※3 特徴ベクトル：手指の動作に対応する筋電位信号の特徴をベクトル表記したものを指す言葉

※4 ミューチャルアダプテーション：横井研究室で使用している、人間とコンピューターの双方が学習し合って、動作を最適化していくプロセス

※5 ピンチ力：物をつまむ力。成人男性で7kg程度

取材協力

横井 浩史氏(博士(工学))

国立大学法人電気通信大学

情報理工学研究所教授・

脳科学ライフサポート研究センター長