

身体拡張筋電インタフェース -ASHURA-

Body expansion interface using electromyogram -ASHURA-

1015076 小坂明日香 Asuka Koita

1 背景

人間は、与えられた肉体という制限の中で行動し、生活している。人それぞれ違いはあっても、それぞれが制限の中で活動している。しかし、それらの制限は人類が培って来た技術を活用することによって、簡単に打ち破れるものである。例えば、もし我々の腕が阿修羅のように6本に増えたら、我々の行動はどう変わるだろうか。もともと人間には備わっていない器官、例えば触覚が生まれたら、コミュニケーションや日常の活動には、どのような影響があるだろうか。体の一部を失ってしまった人が、新たにその部位を手に入れることができたなら、何が変わるだろうか。これらは、情報技術を活用することによって実現が可能である。そして、人間の身体に存在する信号を利用することにより、身体の一部として操作することが可能になる。我々は、身体に無数に存在する筋肉の活動を筋電位という電気信号で捉え、それを活用することで身体拡張インタフェースを開発することとした。これにより、例えば空想の世界でしかありえないような翼を実際に人間が背中に生やし、コントロールすることも可能になるかもしれない。また、新たな器官が生まれることにより、これまでの人間には想像がつかなかったコミュニケーションが生まれる可能性も存在する。我々はこの身体拡張筋電インタフェースにより、これらのような人間の可能性を引き出すことができると考えた。そして、3つのグループに分かれ、それぞれが独自の観点とターゲットに基づくそれぞれのインタフェースを開発した。

1.1 グループ A 翼

人間とは違う進化の過程を追った動物に、鳥がいる。鳥は人間で言うところの腕に当たる部分が翼に進化しており、それを操り飛翔する。現在、バーチャルリアリティなどの発達により、空を飛ぶ疑似体験ができるようになってきた。しかし、実際に翼を生やして動かしているわけではない。もし、今の器官はそのままに、新たに翼が背中に

現れたら、我々はどのような行動を起こすだろうか。また、その時どのような感覚を我々は得ることができるのだろうか。

1.2 グループ B 筋電義手

生まれつきや、事故で失うなどで腕が無い人が装着する義手には、様々な種類のものが存在する。具体的には、機能性は低いが人間らしい見た目の装飾義手や、機能が残っている別の部分で操作をし、物をつかむなどの動作が出来る能動義手などが存在する。その義手の種類の一つに、筋電義手というものがある。身体に残っている筋肉の筋電位を計測し、その数値に合わせて握る強さなどを制御する義手である。実際に腕や手を動かす際と同じ力の入れ方により操作ができるため、装着した使用者はまるで本物の腕のように動かすことができる。

1.3 グループ C 発光器官

人のコミュニケーションは、バーバルコミュニケーションとノンバーバルコミュニケーションの2種類に分けられる。コミュニケーションの研究において、ノンバーバルコミュニケーションの持つ情報量は、自然言語の持つ情報量よりも多いことが知られている。我々は、このノンバーバルコミュニケーションに注目した。世界には発光器官を有する生物が多数存在する。例えば、蛍やチョウチンアンコウなどが存在するが、発光器官の用途は生物によって様々である。もし、人間に発光器官があつたら、人間のコミュニケーションにどのような影響があるだろうか。また、筋電位を用いることにより、身体が不自由な方でもできる新たなコミュニケーションの方法が生まれるのではないかと。

2 課題の設定と到達目標

本プロジェクトでは、筋電位を利用したインタフェースで人間の身体を拡張し、新たな可能性を引き出すことを全体の到達目標とした。そのために達成すべき3グループ共通の課題を、以下に記述する。

- 筋電計測回路の制作
- 筋電位を計測するための電極の制作
- Arduino を用いた筋電位の処理

更に、全体の目標を前提とした上で各グループでそれぞれが達成すべき目標を設定した。以下に3グループそれぞれの課題を記述する。

2.1 グループ A 翼

本プロジェクトの全体の到達目標に合わせ、グループにおける課題を、筋電技術を利用し自らの意思で制御する翼の制作、翼を利用することによる新たな身体感覚の獲得は可能であるかの検証、またその活用についての検証の3つとした。またこれらを踏まえ、外部から身体に取り付けた翼を自分の意思で自在に動かすことで新たな身体感覚を得ること、その有用性について検証することを到達目的とした。

2.2 グループ B 筋電義手

筋電義手は高価である為、国による還付金を受給できる制度があるが、訓練を行った上で使いこなせるという医学的評価を受ける必要がある。訓練にかかる費用は対象外であり、また訓練を行っても医学的評価が得られなかった場合は自費で高価な筋電義手を購入することになってしまう。この問題は、筋電義手の普及率が未だ大幅に上がっていない原因の一つであり、昨年度はこの問題を解決するための義手として、試装着用の筋電義手を開発した。その成果を引き継ぎ、今年度はより装着者が快適に試装着できる義手を開発するための目標を検討した。昨年度に行われた評価実験では、被験者より義手が重いという感想が得られていたことから、今年度はその問題を解決することに焦点を当てた。そこで、我々は今年度の到達目標を、使用者への負担が少ない試装着用筋電義手の開発とした。

2.3 グループ C 発光器官

我々は、人間が本来有さない発光器官を手に入れることで、コミュニケーションがどのように変化するかを調べることにした。そのために、光によるコミュニケーションは人間においても有効であることと、筋電位はスイッチよりも感情表現の実感という点で優れているという点の二つの検証を到達目標に設定した。またそのための課題として、検出した筋電位に合わせてLEDが発光するデバイスの制作と、制作物を実際に被験者に操作してもらうことによる評価実験の実施を設定した。

3 成果

まず我々は、全員で筋電位に関する講義を受け、基礎知識を身につけた。また、筋電計測回路と計測に使用する電極の作り方講習を受け、実際にそれぞれのグループでそれぞれの成果物に合わせた筋電計測回路を制作した。また、Arduinoで筋電位を処理するプログラムをそれぞれ作成し、各インタフェースに合わせた調整を行った。本プロジェクトにおける最終的な成果物は、3つのグループそれぞれが開発した身体拡張筋電インタフェースである。グループAが開発したのは、新たな身体感覚を得るための翼(図1)である。これは、背負うことで実際に翼が生えたようになり、これによって人間がどのような感覚を得られるのか検証するものである。グループBは軽い試装着用の筋電義手(図2)を開発し、実際に前腕欠損者の方に装着していただく実験を行なった。グループCでは新たなコミュニケーション方法として、耳に装着する発光器官(図3)を開発し、それがどのように人間の感情に作用するかを検証した。以下に各グループの詳細を記述する。



図1 翼

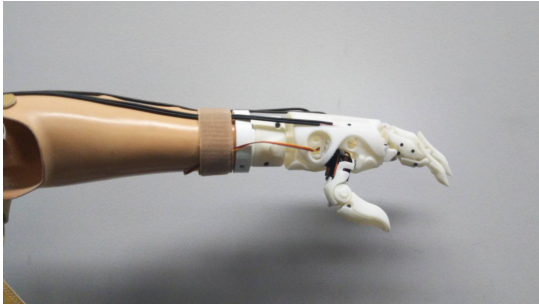


図2 筋電義手

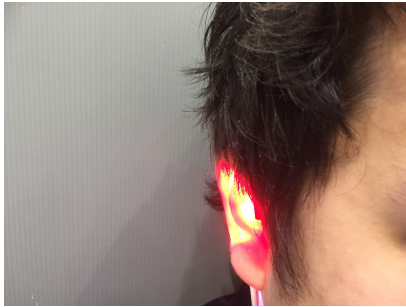


図3 発光器官

3.1 グループ A 翼

我々は、前期にプロトタイプを作成し、実際に身につけ走る、跳ねるなどの動作を行うことで、どうすれば人間に実際に翼が生えているような感覚を得られるのかを検討した。その上で、新たに炭素繊維強化プラスチックを骨組みに用いて、羽を黒い画用紙で再現した翼を作成した。また、翼の開閉の動きに加えて前後の動きを実装した。翼の制御は Arduino で行っており、僧帽筋の筋電位を計測して利用した。筋電位の信号は2つ用いており、両側の肩に電極を装着した。一方が開閉、一方が羽ばたきの動きをし、筋肉に力を入れた状態の時に開き、抜くと閉じるように設計した。制作した翼は、再び実際に身につけて使用感や新たな感覚とは何かを話し合い、検討した。その際、肩の筋肉の動きやすさは人それぞれであり、それが顕著に翼の動きに現れることがわかった。力を入れているつもりがないのに、翼が動いてしまう人もいた。

3.2 グループ B 筋電義手

我々は前期にプロトタイプ作成を行い、実際にどのくらいの重さがあるのか、またなぜ使用者は重く感じられるかなどを検討した上で、義手の軽量化を行なった。手の中に収納されていたパーツを外部のケースに移動し、モータから指への動力の伝達はワイヤ機構を新たに用い

た。これにより、義手の先端を昨年度の半分以下の重さまで軽くすることに成功した。そして、実際に前腕欠損者の方に装着していただき、評価実験を行なった。実験は、昨年度の義手とどちらが軽いかを装着していただいた感覚により確かめる実験、箱を掴み別の場所へ移動させ把持力などを確かめる実験、何gまで持ち上げることができるかを測る実験、ペットボトルからコップへの注水動作が可能か確かめる実験を行なった。これらの実験より、我々の作成した筋電義手は実際に装着しても軽く感じられるようになったとの評価が得られた。また、物を持ち上げて移動するための把持力に問題はなく、重さも170gの物まで持ち上げられることがわかった。一方で、注水の動作は成功せず、物を持ち上げて捻る動作ができないことがわかった。

3.3 グループ C 発光器官

実際に、耳に装着することにより、筋肉の活動に反応して耳が発光しているように見えるデバイスを作成した。耳にかける部分は3Dプリンタを用いて制作し、発光はテープLEDによって行なった。操作は腕に貼り付けた電極で、腕に力を入れる際の筋電位の反応を読み取り行う。完成したデバイスの評価実験を、18名の被験者を対象に行った。実験の内容は、2人1組で行い、片方の被験者が感謝の気持ちを表す際に耳を光らせるといった内容である。実験の結果から、感情の受け手にとって発光がコミュニケーションにおいて有効な情報であることがわかったが、一方でデバイスの装着・未装着に関わらず、感情表出者の感謝を伝えているという実感には有意差が無いこともわかった。

4 考察・評価

3つのグループそれぞれが開発したインタフェースは、それぞれのグループで独自に考えられたものであるが、共通して筋電位を用いた身体拡張インタフェースである。これらは、それぞれ違った目的を持っているが、人間が装着することにより身体を拡張し、新たな行動を起こすことができると考える。よって、プロジェクト全体の目標であった身体拡張筋電インタフェースにより人間の身体を拡張し、新たな可能性を引き出すことは達成していると言える。以下に、各グループにおける考察と評価

を示す。

4.1 グループ A 翼

実際に翼を動かした時に、空気抵抗や振動、音を感じられた。このことから、自らの意思で翼を動かすことによって、私たちが今まで意識することのなかった空気の存在に気づいたり、空気をつかむような感覚を得たりしたと考えられ、新しい身体感覚を得るという目的は達成できたといえる。また、肩の筋肉の動きやすさが人によって異なることやそれが翼の動きに現れることが明らかになり、翼が今まで意識していなかった筋肉を意識するようなきっかけになることも示唆された。

4.2 グループ B 筋電義手

実験の結果より、実際に使用した前腕欠損者の方が義手を軽く感じられたことから、軽い試装着用の筋電義手を作るという到達目標は達成されたといえる。一方で、持ち上げられる重さの限界や、捻る動作ができなかったことなどから、軽さを追求した結果握力などで劣る部分があったことが示唆される。

4.3 グループ C 発光器官

今回は直接感情に関わる筋肉ではなく、操作しやすい腕の筋肉を用いたため、発光による感情表現の実感が薄かったことが考えられる。そのため、感情の変化に伴って起こる動作に基づいた筋肉の筋電位を計測し、利用することによってより感情表現が実感できるデバイスの制作が可能であると考え。また、深いお辞儀など本来のコミュニケーション動作と両立しない場合があるため、これまでの人間の行動と合わせたインタフェースの開発が必要であると考え。

5 今後の課題・展望

3つのグループ共通の課題として、筋電位を計測する際の精度や、使用者それぞれに合わせた精密な調整が必要という点があげられる。また、精密機器であることからエラーも頻発するため、より高度な調整が必要である点も課題である。本プロジェクトでは筋電位を用いたインタフェースを開発しているが、これまで続けられてきた筋電義手の他に、新たに翼や発光器官といった斬新でこれまでにないインタフェースも生まれた。これらのイ

ンタフェースのように、筋電位を用いた様々なデバイスを今後も開発し続けることで、近い将来に人間の新たなカタチを生み出すことにつながるかもしれない。以下に、各グループそれぞれの今後の課題と展望を示す。

5.1 グループ A 翼

今後の課題としては、筋電計測回路の脆弱性の改善と、より強固な外装を製作することが挙げられる。翼の動きが大きいいため、その他のインタフェースよりも壊れやすい可能性があり、さらなる強化が求められる。展望としては、VRなどの他の技術との融合や、外界の環境情報を感じられるデバイスとしての発展などが挙げられる。

5.2 グループ B 筋電義手

評価実験より明らかになった、軽量化したことにより低下した握力を強化することが今後の課題であるといえる。展望としては、より使用者に合わせた設計を行い、重さを負担に感じないような試装着用の筋電義手を作ること、またワイヤなどをより強度の強いものに変更し、握力を強化することがあげられる。

5.3 グループ C 発光器官

今後の課題として、より感情表現が実感できるデバイスの制作が挙げられる。また、配線が使用者の行動を邪魔してしまう場面があり、デバイスそのものの設計にも課題が残る。展望としては、感情の変化に伴う動作をより深く調査し、その際の筋電位を読み取って動くデバイスを作ることにより、さらに感情表現に効果がある物を制作できることや、またその有意性を示すことによって、コミュニケーションの促進を行っていくことが挙げられる。