

# 生体信号を利用した身体拡張インタフェース

Body augmentation interface using biometric signals

担当教員：櫻沢繁 高木清二 山田恭史 辻義人

～ASHURA～

班員：田辺陽 TANABE, Haru

伊保内翔琉 IBONAI, Kakeru

中林沙空 NAKABAYASHI, Saku

鈴木凧 SUZUKI, Nagi

三浦大輝 MIURA, Daiki

大成瞬平 ONARI, Shunpei

関根悠生 SEKINE, Yuuki

杉島怜央 SUGISHIMA, Reo

濱野雄貴 HAMANO, Yuuki

松下祐貴斗 MATSUSHITA, Yukito

山口拓海 YAMAGUCHI, Takumi

大野照流 ONO, Teru

中村則幸 NAKAMURA, Noriyuki

一戸香花 ICHINOHE, Kanoha

帆莉彩花 HOKARI, Ayaka

## プロジェクト概要

## Project Summary

本プロジェクトでは、生体信号を用いた身体拡張インタフェースの開発に取り組んだ。身体拡張インタフェースとは、デバイスが装着者の意志と連動し、身体の一部として認識することができ、認知・身体機能を拡張するものである。これらの機能を実現するために、本グループでは、電極と筋電位測定回路で筋電位を測定し、アナログ回路によりリアルタイムに信号を処理している。そして、処理した信号をArduinoでデジタル信号に変換し、デバイス制御を行った。この制御方式を利用することで、様々な身体拡張インタフェースの作製が可能である。本プロジェクトで義手班・触手班・表現班の三班に分かれ、それぞれ異なった身体拡張インタフェースの開発を行った。

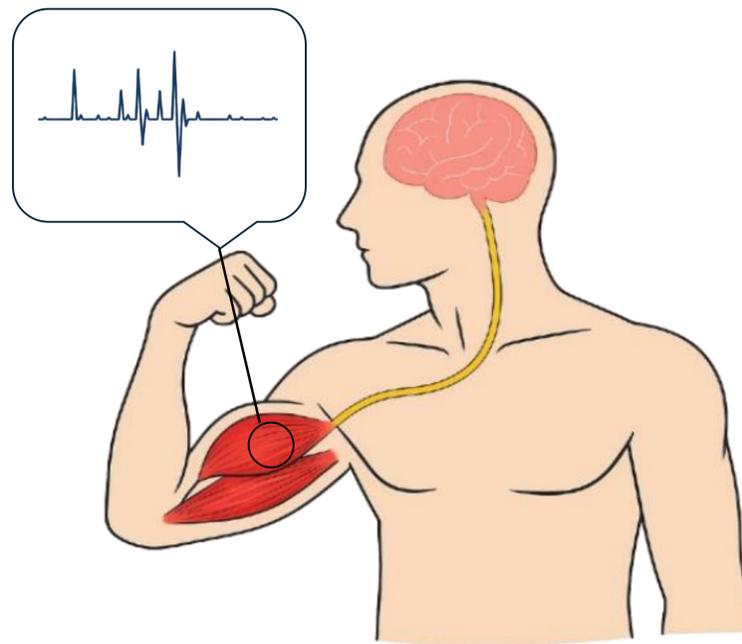
This project focused on developing a body augmentation interface using biological signals. A body augmentation interface is a device that synchronizes with the wearer's intent, can be perceived as an extension of the body, and enhances cognitive and physical functions. To achieve these capabilities, our group measured electromyographic (EMG) signals using electrodes and an EMG measurement circuit, processing the signals in real-time via analog circuitry. The processed signals were then converted into digital signals using Arduino for device control. This control method enables the creation of various body augmentation interfaces. For this project, we divided into three teams: the Prosthetic Hand Team, the Tactile Team, and the Expression Team, each developing distinct body augmentation interfaces.

## 筋電位

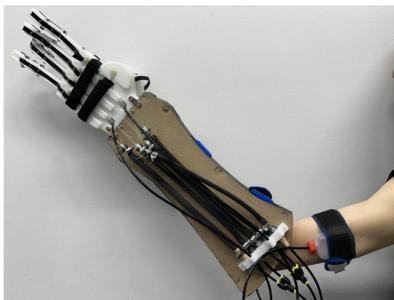
## Myoelectric potential

筋電位とは、筋肉が収縮する際に発生する電気信号である。筋肉を動かす際、脳で生じた電気信号が運動神経を通じて神経筋接合部に到達する。そして、神経伝達物質が神経筋接合部に放出され、筋細胞の受容体が神経伝達物質を受容することで、細胞膜の内外の電位差が変化して活動電位が発生する。この脳からの活動電位発生プロセスはミリ秒単位で行われるためリアルタイム性がある。このリアルタイム性から、活動電位をデバイスを操作する信号として使用すると、遅延が少なく使用者の意図を反映でき直感的な操作が可能となる。そのため、私たちは筋電位を使用した。私たちはこの筋電位を皮膚上で計測し、デバイスの制御に利用することで身体拡張を実現した。

An electromyographic signal is the electrical signal generated when a muscle contracts. When moving a muscle, electrical signals generated in the brain travel through motor nerves to reach the neuromuscular junction. Neurotransmitters are then released at the neuromuscular junction. When receptors on muscle cells receive these neurotransmitters, the potential difference across the cell membrane changes, generating an action potential. This process of generating action potentials from the brain occurs within milliseconds, providing real-time capability. This real-time nature means using action potentials as signals to operate devices results in minimal delay, accurately reflecting the user's intent and enabling intuitive operation. Therefore, we utilized electromyography. By measuring these electromyographic potentials on the skin and using them to control devices, we achieved body augmentation.



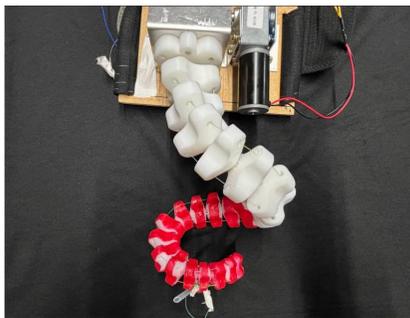
### A myoelectric prosthetic hand with tactile feedback and natural grasping capability 触覚をもち自然な把持が可能な筋電義手



従来の義手では感覚受容器がなく、視覚的な確認がなしでは把持状態を判別することができない。そこで本グループでは、握ったことを使用者が視界外でも認識でき、様々な形状を握ることができる義手を目指した。関節の制御には、複雑な調節がなくとも持ちたい対象の形状に合わせて適切な把持が可能となるマッキベン型人工筋肉を使用した。また、手のひらには感覚受容器となる容器を設置し、上腕にも同一の容器を設置することで受けた圧力の伝達を実現した。これらを組み合わせて、目的の筋電義手の開発した。

Conventional prosthetic hands lack sensory receptors, making it impossible to determine the grasping state without visual confirmation. Therefore, our group aimed to develop a prosthetic hand capable of grasping various shapes, allowing the user to recognize the grasp even outside their field of vision. For joint control, we employed McKibben-type artificial muscles, enabling appropriate grasping tailored to the target object's shape without complex adjustments. Additionally, we installed a pressure-sensitive container in the palm and another identical container on the upper arm to transmit applied pressure. Combining these elements, we worked on developing the targeted myoelectric prosthetic hand.

### Tentacle That Can Carry Objects 物を持ち運べる触手



タコの触手は高い柔軟性があり、様々な形状の対象物に合わせて巻き付くことで把持が可能という特徴を持つ。私たちはこの特徴を持つ触手型デバイスを開発することで、多様な形状の物体の把持を実現した。また、触手の形状は小さな部品の連続で構成した。この触手に通したワイヤーをモーターで巻きとることで、触手が螺旋状に屈曲する。これにより、様々な形状の対象物に合わせて触手が巻き付き把持する機構を実現した。また、このデバイスが装着者の意図と連動することによる行動の変化を検証した。

Octopus tentacles possess high flexibility and the ability to grasp objects by wrapping around them to conform to various shapes. We developed a tentacle-like device with this characteristic, enabling the grasping of objects with diverse shapes. Furthermore, the tentacle's shape is composed of a series of small components. By winding a wire threaded through the tentacle using a motor, the tentacle spirals and bends. This achieves a mechanism where the tentacle wraps around and grasps objects of various shapes. We also verified changes in behavior resulting from this device synchronizing with the wearer's intent.

### Playing with the face "Face Drum" 顔で演奏する"Face Drum"



ドラム演奏は一般に手足で演奏を行うため、同時に扱える音の数には身体構造による物理的な制約がある。そこで本グループは、演奏動作と干渉しにくく、かつ意図的に独立して制御しやすい「顔の筋肉」に着目した。その中でも笑顔の時に動作する頬の筋電位を新たな入力源として用いることで身体の拡張を試みる "Face Drum" を製作した。本研究では、顔の筋電位をトリガとしてソレノイドを動作させ、スティックを動かすことで打音を生成するシステムを構築した。これにより、従来の身体操作に縛られない新しい演奏スタイルの創出を実現した。

Drumming is generally performed using the hands and feet, which means the number of sounds that can be played simultaneously is physically limited by the body's structure. In response, our group focused on the "facial muscles," which are less likely to interfere with drumming movements and can be intentionally controlled independently. Among these, we developed "Face Drum," which attempts to extend the body by using the electromyographic signals of the cheek muscles, which are activated when smiling, as a new input source. In this study, we built a system that uses facial muscle signals as triggers to operate solenoids, which move drumsticks to produce percussive sounds. This enables the creation of a new playing style not bound by traditional body movements.