

平成27年度
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI
(研究成果の社会還元・普及事業)
実施報告書

HT27077 サイボーグを作ろう ～世界最先端 人と機械の融合マシン技術～ シーズンV



開催日：平成27年8月5日(水)・6日(木)

実施機関：横浜国立大学

(実施場所) (生産工学科棟機械セミナー室)

実施代表者：加藤 龍

(所属・職名) (大学院工学研究院・准教授)

受講生：高校生 21名

関連URL：<http://www.ynu.ac.jp/hus/koho/13806/detail.html>

【実施内容】

本プログラムは、身体とロボットを融合するいわゆるサイボーグ技術を福祉応用した装着型福祉ロボットに直接触れ、模擬的にその開発プロジェクトの一員として参加することで、身体と総合科目としての理科について学んでもらうことを主な目的とする。今年度で5回目「シーズンV」として、前年度までの演習を効率的にかつわかりやすくブラッシュアップした「手指切断者のための筋電義手開発」という内容で、2日間、高校生21名で開講した。当日のスケジュールは、1日目に簡単な研究室紹介と挨拶後、科研費と本事業の説明を行い、大学模擬講義「サイボーグ技術概論」、体験「サイボーグ技術を体験してみよう」及び2つの演習、2日目に2つの演習という流れで実施した。

[1日目]

まず講義では、実施代表者がサイボーグという言葉の定義と、これら技術がSFのような夢物語ではなく、工学60年の進歩から実現されつつあることを、世界最新の研究動向をビデオでわかりやすく説明した。また、福祉に応用することで運動感覚機能の不全に対して有効な機能再建手段であることを説明した。本講義の目的はサイボーグ技術を分かりやすく説明することであるが、高校の基礎教育ではなく大学での応用的学問分野を講義として模擬することで理系大学への進学に興味を湧くように心がけた。



次に体験では、当研究室で開発した「手指切断者のための多自由度筋電義手」「麻痺肢の補助と回復を促す表面電気刺激装置」「5指型手術支援ロボット」などを受講生に装着体験してもらった。体験した受講生は生体信号で動くロボットを非常に興味深く操作しており、「先天的に手がなく運動イメージのない患者でもスムーズに義手を操作できるのか?」「電気刺激が身体への負担になることはないのか」など興味を示すとともに、開発で取り組むべき問題の本質に関する多くの質問が挙がった。



少々の休憩後、演習を実施した。本演習では、サーボモータでワイヤーを牽引することで動くロボット指を製作する。次に筋肉の活動電位である筋電信号を計測し、それを入力信号としてマイコンでモータを制御する。最後に、自分達で作成したロボット指と筋電制御システムを用いて多自由度筋電義手を構成し、実際の手指切断者の方に使用してもらい感想を得るものである。演習では、実施協力者(大学院生)4名を大学生研究員とし、大学生研究員1名に対して高校生5-6名を高校生研究員として計4グループを作り、模擬的な研究開発

チームを作った。演習の前には、実施代表者から演習内容について簡単に説明をし、実際の指導は学生研究員が行うPBL方式の演習である。

「演習 1.人の指を模したロボット指を製作する～ロボット指を作ってみよう～」では、演習前にロボット製作に必要な、設計、加工、組立、調整、評価について概説した。特に新技術である積層造形(3Dプリンター)技術を紹介し、人の手指構造やそれを模倣しようとする従来のロボットハンド研究について紹介した。演習では、3Dプリンターで造形したロボット指パーツを組み立て、ワイヤーをモータでけん引することで指を動かす当研究室にて開発したワイヤー駆動型ロボット指1本の製作を実施した。モータがワイヤーを牽引すると3関節同時に屈伸するよう大学院生指導のもと受講生に組み立てさせた。本演習の目的は、実際に自分でロボットを組み立てることでものづくりの面白さと大変さを実感させること、また、身体を機械部品で表現し力学的な作用を考えることで物理学の大事さと科学への興味を深めてもらうことにある。受講生は、ピンセットを片手に外科手術のような組立作業に悪戦苦闘しながらも全員が組立に成功した。また、個人の能力により演習の進捗に差が生じたが、進捗の遅い受講生のいる班には指導する大学院生を増やし、また進捗の早い受講生には、力強く指を曲げるにはどうすべきか？(トルク概念)など物理問題を考えさせる時間を設けるような配慮を行った。昨年度から機構・製造方法を大幅に変更し、組立の簡素化を行いモチベーションの維持につなげた。



「演習 2.生体信号を計測する～筋電を計測してみよう～」では、2つの電極の電位差の差分を増幅することでノイズを増大せずに微弱な生体信号を計測する「差動増幅」の考え方を分かりやすく説明し、予め用意したアンプ回路とマイコンをワイヤ結線して筋電センサの組立を実施した。計測結果はオシロスコープで確認し、力をいれて筋収縮させると信号振幅が増大することを体験させた。本演習の目的は、実際に自分でセンサを組み立てることでものづくりの面白さを実感させること、自分自身の生体信号を計測することで身体についての理解を深めてもらうことである。受講生は学生研究員の指導の下、センサの組立を実施し、アンプ増幅率を試行錯誤的に変化させながら自分で発した筋電信号の強弱を確認していた。また腕以外の筋電を計測してみるなど生体信号計測への興味を深める受講生も見受けられた。

「演習 3.生体信号から何の動作を行いたいかを判断する」では、様々な手指動作に起因して変化する筋電の信号特徴を意識させ、特徴の違いから動作意図をどう読み取るかを説明した。また先に製作した筋電センサとマイコンを用いてロボット指(1本)を駆動するモータを制御させた。筋電信号の強度は力と相関があり、力の量に応じて角度を変化させるマイコンプログラム(C言語)を作成した。プログラムは、予め演習に必要な複数の関数(信号の積分値計算やモータ角度制御)を用意しておき、パラメータ変更で簡単に作成できるように心がけた。本演習の目的は、実際に自分の筋電からモータを制御するプログラムを作成することで、ロボットの随意制御が実現できることを実感させること、また、筋電信号の強度とモータ角度を線形に対応づけるとその関係は1次関数の形になり、自分自身で立式させることで、数学が机上の理論ではなく、実際に役立つものを作る工学の基礎となっていることを実感させることである。受講生は、力の入れ具合と個人差のある筋電信号の信号強度を調べながら、それに応じたモータ角度を変化させるプログラムを作成しており、中には、屈伸の筋活動とロボット指運動との関係を逆に対応づける制御式(指を曲げようとしたらロボット指が伸展する)を考え作成するなど創意工夫しながら調整する生徒も多く存在した。

[2日目]

2日目は、昨年度まで3演習で構成されていたが、演習量が多く理解が追いつかない受講生が散見されたため、今年度は、ロボット指に触覚を実装する演習は、進捗が早い受講者向けの補助演習として対応した。



「演習 4.手指切断の方が使えるような義手にするには？」では各グループに分かれ、グループ毎にこれま

「演習 4.手指切断の方が使えるような義手にするには？」では各グループに分かれ、グループ毎にこれま

で製作した5本のロボット指を組み合わせ5指型筋電義手の模擬開発を実施した。また、実際の手指切断者の方にご協力いただき、製作した義手で物を把持するときのその操作感をコメントしていただいた。各グループの大学生研究員をリーダーとし、グループごとに役割(義手製作、プログラミング、切断者から筋電の計測部位やどういう風に動かしたいかヒアリングする係など)と開発方針を決めさせて実際の筋電義手を製作した。昨年度、組み合わせる演習機材が複雑で上手に組み立てられないグループが存在した反省を踏まえ、演習機材の簡素化した。本演習の目的は、問題に向かってどう解決するかを議論しながらグループで成し遂げる Project Based Learning を実現すること、また実際の手指切断者の方と触れ合うことで、このような技術を福祉応用するための難しさやその意義を体感してもらうことである。実際に受講生が手指切断者の方にヒアリングし、切断肢に装着した1つのセンサから手の開閉を制御するグループや2つのセンサを装着し1つが計測できなくなっても他方のセンサで手の開閉を制御可能にするグループなどが存在し、創意工夫が垣間見られた。また制御方式を決定するのにグループ内での議論が白熱するなど真剣に取り組む姿勢が見られた。



最終的には、全グループが筋電義手を完成させ、実際に手指切断者の方に使用していただき、制御のしやすさには優劣があれど全ての班で物体把持を行えた。上手く動かなかったグループに関しても開発の難しさや研究が失敗の連続であることを説明しフォローした。さらに、手指切断者の方から「義手のうごきが不安定でも確実に手指が開閉する義手がいい」「疲れやすい」「もっと機敏に動いたほうが使いやすい」など直接受講生にコメントし、受講生も真剣にその内容について耳を傾けていた。



本演習を通じて、サイボーグ技術の福祉応用への理解を深めるとともに、大学研究室で行う肢体不自由者への補助技術の研究開発の一連のプロセスを体験させることができたと考える。また事務関連とは密に協力体制をつくり、当日前後の準備、後始末、その他の各種書類の作成の協力をいただいた。また、広報活動として、高大連携事業での出張講義2件での宣伝、朝日新聞主催「工学女子」という女子学生向けのイベントでの宣伝、神奈川県主催のかながわサイエンスサマー広報誌への掲載、本学ホームページでの告知など広報活動を精力的に行った結果、20名定員のところ50名を超える応募者があった。さらに、安全面に関しても参加者に事前の保険に加入していただいたこと、1グループ5-6名に分け大学院生が実習指導とともに細心の注意で安全対策に留意したことで、怪我ならび事故等などの発生がなかった。課題としては、例年に比べ演習を1つ減らしたことで進度の速い受講者を待たせる事案が発生したため、今後演習内容の一部見直しが必要である。今後の発展としては、題材として筋電義手だけでなく他の福祉機器への応用させることが可能であるため、実際に受講生に設計させる時間を設けるなども行っていきたい。以上、報告となるが、本プログラムを通じて終了後のアンケート結果をみても高校生の理系への興味を刺激できたのではないかと考える。



【実施担当者】

【実施協力者】 7名

【事務担当者】

武田 淳一（研究推進部研究推進課研究助成係・係長）

