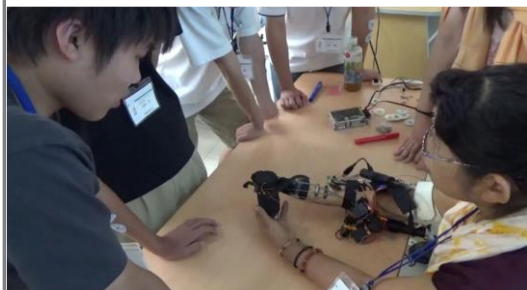


実施報告書

HT26065

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IV



開催日：平成26年8月7日(木)・8日(金)

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15名, 中学生1名

関連URL：<http://www.ynu.ac.jp/hus/koho/11682/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。過去3回、同講座を電気通信大学で開講してきたが、実施代表者の異動に伴い、今年度は「シーズンIV」として横浜国立大学での開催となった。今年度は、前年度までの演習をさらに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15名、中学生1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3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」「手指麻痺リハビリのための手パワーアシスト」「麻痺肢の補助と回復を促す表面電気刺激装置」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、「手を切断した方からも健常者と同じような筋肉の電位が計測できるのか?」「パワーをアシストされると人間は怠けるようになるのか」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。そしてペットボトルの蓋と振動モータで構成される振動子と圧力センサを用いて義手の感覚フィードバックシステムを構築する。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4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、人の手指構造やそれを模倣しようとするこれまでのロボットハンド研究を概説し、当研究室で実際開発している過大な負荷がかかっても脱臼して破損を防ぐワイヤ駆動型ロボット指1本の製作を実施した。ロボット指は、4つの指節部材、牽引ワイヤ、連結バネワイヤ、サーボモータ、ガイドチューブで構成され、モータがワイヤを牽引すると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

実施報告書

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度に差が生じたが、進度の遅い受講生のいる班には指導する大学院生を増やし、また進度の早い受講生に関しては、トルク概念など教え、力強く指を曲げるにはどうしたらよいか？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。昨年度から機構の一部を修正し、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。

[2日目]

「演習3. ロボット指に触覚を実装する～振動刺激で触った感覚を取り戻そう」では、人の皮膚構造・感覚受容器やこれまでの感覚フィードバック研究をわかりやすく概説し、振動モータとペットボトルの蓋を用いた振動子と圧力センサを用いた感覚フィードバックシステムの構築を行わせた。1日目に製作した指先に圧力センサを取り付け、その触圧に応じて振動モータへの制御入力であるPWM信号のDuty比を増大させることで振動フィードバックを実現した。本演習の目的は、演習1同様ものづくりの面白さを実感するのに加え、自分で作ったものを頭で理解し手で触れて科学への興味をもってもらうことである。受講生は、自分で製作した振動子を触り驚きの声を上げながらも前腕部に振動子を取り付け圧力センサと振動子の関係について熟慮していた。

「演習4. 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、軽く自分の指を屈伸させるだけでロボット指が大きく屈曲させるといった制御式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。

「演習5. 手指切断者の方が使えるような義手にするには？」では4グループに分かれ、グループ毎にこれまで製作したものを組み合わせて多自由度筋電制御システムの模擬開発を実施した。また実際的手指切断者の方にご協力いただき、製作した制御システムを搭載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、どのような制御方式にするか？その筋肉から筋電信号を計測するか？などを議論させ、グループごとに役割(プログラミング、切断者とコミュニケーションを取る係など)と方針を決めさせて実際の筋電義手を製作した。また実際に受講生が手指切断者の方と触れ合い、筋電の計測部位やどういう風に動かしたいかをヒアリングを実施した。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、また実際的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、また5つのセンサを装着し、計測できたセンサのみだけ使用して手の開閉を制御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。

平成26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

最終的には、全グループが制御システムを完成させ、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「義手の手指は素早く開くがもっと安定して操作できたらよい」「疲れやすい」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、大学研究室で行う身体障害を持つ方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思う。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、広報活動として大学でのホームページ掲載などを実施した。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4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。課題としては一部演習機材の構造がわかりづらく誤組立が発生したため、マニュアルの改善などが必要である。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。



【実施分担者】

【実施協力者】 6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