

公立はこだて未来大学 2015年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2015 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

感じる筋電義手の開発

Project Name

Development of myoelectric prosthetic hand with haptic sense

グループ名

外装班

Group Name

Exterior Group

プロジェクト番号/Project No.

9-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

1013051 加藤大気 Taiki Kato

グループリーダー/Group Leader

1013201 坂上雄哉 Yuya Sakagami

グループメンバ/Group Member

1013072 小野友希 Yuki Ono

指導教員

櫻沢繁 伊藤精英 高木清二

Advisor

Shigeru Sakurazawa Kiyohide Ito Seiji Takagi

提出日

2016年1月20日

Date of Submission

January 20, 2016

概要

筋電義手とは、筋活動時にその近傍の皮膚表面に現れる電位信号を利用し、外部の動力を用いて、装着者の意のままに任意の動作を可能とした義手である。昨年までにもプロジェクトで義手の開発がされてきたが、これらには義手の動作に必要な部品が全て組み込まれていない。しかし、義手は人の手の代わりとして使用するので、部品が組み込まれていないものは生活する上で不便だと考える。そこで、本年度のプロジェクトチームは、この問題を解決する為、部品を全て筐体に内蔵した筋電義手を開発するという目標を立てた。当班では、部品の内蔵が可能な義手筐体を作成し、そこに義手の動作に必要な部品を内蔵する事を目標とした。目標達成のため、当班は内蔵を可能にする義手筐体の造形を目指した。まず、コンピュータによる設計支援ツールでの義手モデルの設計方法と、3Dプリンタを用いて印刷する方法を学習した。そして、義手の動作に必要な各部品の内蔵を可能にする義手筐体を作成し、各部品の内蔵に取り組んだ。

キーワード 筋電義手, 組み込み, 設計, 3Dプリンタ

(*文責：小野友希)

Abstract

The myoelectric hand is able to be operated as users like by electrical signal which appears on the skin surface on contracting muscle. Myoelectric hands have been developed in this project since five years ago, but these hands did not include all components to controll myoelectric hands. However, we think the myoelectric arm with not built-in parts is inconvenient for daily use as his/her own hand. Therefore the goal set by our project team is to make stand-alone myoelectric hand for solving the problem. So the goal set by our group is to make a hard plastic shell of myoelectric hand which all components can be built-in. To reach the goal, we aimed for making the hard plastic shell which is able to contain all components. Initially, we learned how to design parts of the shell by CAD on PC and create parts using 3D printer. And we assembled each components of the myoelectric hand.

keyword: myoelectric hand, built-in, design, 3D printer

(*Responsibility for wording: Yuki Ono)

目次

第1章	はじめに	
1.1	背景	1
1.2	目的	1
第2章	プロジェクト学習概要	1
2.1	問題の設定	1
2.2	課題の設定	2
2.3	全体の活動内容	2
2.4	課題の割り当て	3
第3章	課題解決のプロセス	4
第4章	グループ内のインターワーキング	5
4.1	知識の習得	5
4.1.1	義手の構造の学習	5
4.1.2	3Dプリンタについての学習	6
4.1.3	使用する部品についての学習	6
4.2	制作物	7
4.2.1	義手	7
4.2.2	スライド	7
4.2.3	ポスター	7
第5章	結果	8
5.1	中間までの成果	8
5.2	中間までの活動で浮上した課題	8
5.3	中間の活動をうけての当初の後期活動予定	8
5.4	後期の成果	9
5.4.1	義手筐体について	9
5.5	プロジェクトにおける各々の役割	9
第6章	展望	10

第 1 章 はじめに

1.1 背景

これまでプロジェクトで筋電義手は様々作られているが，動作に必要となる様々な部品が義手筐体に内蔵されていない．もし日常生活の場面でこのような義手を動作させる場合，部品が外れる事が無いよう利用者側が注意を払わなければならない，利用者側の負担を生じさせる事になる．従って，実生活で利用する場面を想定し，部品を内蔵しておく必要があると考えた．

1.2 目的

本年度のプロジェクトチームは，この問題を解決する為，部品を全て筐体に内蔵した筋電義手を開発するという目標を立てた．当班の目的を，部品の内蔵が可能な義手筐体を作成し，そこに義手の動作に必要な部品を内蔵する事とした．

(*文責：小野友希)

第 2 章 プロジェクト学習概要

2.1 問題の設定

本プロジェクトでは前章で述べた問題の中で，例年までのプロジェクトでは部品の外付けにより実装が困難だとされていたことより，部品が内蔵ができる義手の作成に取り組んだ．

2.2 課題の設定

2.1 説で述べた問題に対し、以下のような課題とその解決案を考えた。課題点としては大きく分けて以下の2点が挙げられる。

- ・ 部品の外付けに装着することが想定されていない
- ・ 掴む動作を想定する上で、最低限親指だけ独立した動きをする必要がある

解決案：

まず私たちは前期に、回路・プログラミングのグループがデバックをできるよう5本の指がそれぞれ屈曲・伸展の動きをする義手の制作をした。後期では、内蔵化出来る義手の制作を行った。部品の内蔵は、他の2グループが使用する部品が確定してから、サイズの寸法を教えてもらい作成に取り掛かることにした。それまでは、参照サイト(InMoov-ホームページ-<http://ww.inmoov.fr/>)からダウンロードをした3Dモデルを用いて、CADソフトの知識を習得した。サイズが確定してから、それぞれの部品の配置を決めた。部品を内蔵するスペースを確保するために、モーターの数を減らすことを考えた。ここで掴む動作を考えた義手を作成させる上で、親指の独立した動きは必要であると考え、モーターを2つに決定し、すべての部品を内蔵した。

2.3 全体の活動内容

1. リーダーの選定
2. 筋電義手の学習
3. グループの編成
4. 筋電義手制作のための知識の学習
5. 制作に必要な部品の調達
6. 義手筐体の制作
7. スライド・ポスターの作成
8. 発表練習

9. 中間発表
10. 後期に向けての目標の再設定
11. 内蔵する上での部品の配置
12. 義手の制作
13. スライド・ポスターの製作
14. 発表練習
15. 最終発表

2.4 課題の割り当て

これらの課題に対してグループでこのような配分を行った。

坂上雄哉の担当課題は以下の通りである。

- 5月：筋電義手について調査・学習
- 6月：3Dプリンタについての学習，実際にモデルをダウンロードして印刷
- 7月：前腕部分の印刷，中間発表のスライド・ポスター・発表原稿の作成
- 8・9・10月：CADソフトの知識の習得
- 11月：部品収納を目指し，前腕モデルの印刷
組み立てに必要な部品を整理し，発注
- 12月：義手の組み立て，そこで発生した問題の解決
発表後は報告書の作成
- 1月：報告書作成

(*文責：坂上雄哉)

小野友希の担当課題は以下の通りである。

5月：先生から筋電義手についての講習，

先輩方から義手モデルの製作方法についての講習を受ける

6月・7月：義手の構造についての学習と義手筐体の腕部分のモデリング・印刷

7月：義手の組み立て，ポスター・スライド・報告書作成

10月・11月：再び義手のモデリング・印刷を行い，そのうち手と指のパーツを担当

組み立て時に必要なパーツを新たにモデリングし，印刷

12月：義手の組み立て，ポスター・スライド作成

12月・1月：報告書作成

(*文責：小野友希)

第3章 課題解決のプロセス（概要）

1. 義手モデル製作の準備

解決課程：各自モデル設計用の「SketchUp」と印刷形式変換用「Makerware」をインストールし，モデルのファイル形式を追加できるように設定した。

2. 義手の構造について学習

解決課程：各自CADソフトでダウンロードした義手モデルを開いて，どのような腕や手のパーツがあるかを確認した。また，ワイヤーを通したり，ネジを入れる穴の位置等，義手の構造を調べた。

3. モデリング（設計）の仕事分け

解決課程：メンバー1人ずつで，モデルの掌のパーツと，腕のパーツの作業に分割した。進捗状況により設計の作業量が1人に偏りすぎた場合は，もう1人がその作業を手伝った。

4. モデルの印刷と調整

解決課程：3Dプリンターで印刷後，モデルに欠陥やズレが無ければ組み立てて，そうでなければモデルの設計や印刷からやり直した．印刷が途中で失敗する場合，Makerware で温度やモデルの位置を変更してからやり直した．

5. 義手の組み立て

解決課程：印刷した腕のパーツを連結し，サーボモーター，マイコンボード，バッテリー等の部品を固定し，義手が動作できる状態にした．

6. 発表原稿とスライド・ポスターの作成と添削

解決課程：スライドを Google スライドで製作し，全体でデモンストレーションしながら修正した．ポスターは他のグループに文を添削してもらいながら作成した．

(*文責：小野友希)

第4章 プロジェクト内のインターワーキング

4.1 知識の習得

4.1.1 義手の構造の学習

CAD でモデルを設計する前に，3D のモデルを見て義手モデルの内部構造を調べた．具体的に，3Dプリンターでロボットを制作するオープンソースプロジェクト “InMoov” の Web サイト(2.2節参照)から義手本体のオープンソースモデルをダウンロードし，CAD(コンピュータ設計支援)ソフトのビューワーで閲覧した．また，3Dデータを見ただけでは義手筐体のどのパーツなのかが分からないので，昨年までに製作された義手を見ながら確認した．そして，義手のパーツの3Dモデルが全て揃ってからは，内蔵する部品がどの位置に固定が可能かどうかを，製作された義手に部品を入れてみて確認した．その結果，全ての部品をそのまま内蔵する事は出来ない事が分かった．そして，部品を小さい物と交換し，筐体の一部の3Dモデルを CAD で設計し印刷したものを利用する必要があると判断した．

4.1.2 3Dプリンタの学習

モデリングしたデータの印刷においては，学内の工房に用意されているMakerbot社の3Dプリンタ「Makerbot Replicator 2X」を使用した．

3Dプリンタで義手のパーツを出力する際には，3Dプリンタについての基礎的な操作や知識のみならず，印刷の精度を向上させる工夫が必要である．これは，3Dプリンタで扱う標準的なモデルのサイズよりも大きく，また部品を組み込む時の破損を防ぐために耐久性をモデルを印刷3Dプリンタで出力したモデルにズレや欠陥，変形を生じさせない為である．従って，3Dプリンタの基本的な使い方，起こりうるトラブルとその対処法について学び，安定したパーツを出力できるよう知識を深めた．

モデルのズレや欠陥，変形を防ぐ為には，印刷に向けた厳密な調整をする必要がある．印刷前で確認すべき所は，モデリング済データを印刷形式に変換する時の設定と，3Dプリンタのである．前者は先輩方からの講習より，モデリング済のデータは，3Dプリンタ用の印刷形式に変換する

「MakerWare」で，印刷時の温度やモデルの配置・大きさ等を設定する方法を学習した．後者は，工房職員から3Dプリンタ使用における指導を受け，安定した印刷を可能にするための重要な点検項目について学習した．

4.1.3 使用する部品についての学習

筋電義手を動作させるには，5本の指をそれぞれ動作させるための動力となるサーボモータ，そこに動作や制御の指令を伝える役割のマイコンボード，マイコンボードとサーボモータの動力源（バッテリー）が必要である．また，指先の内側からサーボモータにかけてワイヤーを張り，モータが稼働（回転）しても指の動作に支障が起らない程に留め具で固定する．

サーボモータは回路計測班のプログラムを基に，マイコンボードから約180°の左回転・右回転を指示伝達する仕組みであり，この回転を利用して指の屈曲・伸展に応用している．

まずサーボモータがどの位置で義手筐体内部への固定が可能であり，指先までワイヤー同士が干渉しないかどうかを，従来の義手を参考に考察した．次に，ワイヤーの張り方について，実際にワイヤーを通し留める作業を通して学習し，実際にモータを稼働（回転）させた．

4.2 制作物

4.2.1 義手

3Dプリンタで印刷した、義手のパーツを組み合わせた。利用したのは肘から指先までの義手筐体のモデルである。ここに動作に必要な部品を内蔵する為に、既存の腕や手首等のパーツの一部は、CADのモデリングで形を変えて、そのモデルを印刷し代用した。一度の組み込みでは他班の用意した全ての部品を内蔵する事はできなかったが、その後当班でのモデルの修正・印刷を含め、各班がそれぞれ対応を取った。何度か組み込みを行い、最終的にはこれらの部品を全て内蔵する事ができた。

4.2.2 スライド

中間発表のスライドは、義手の設計方法についてモデルの入手から出力までの過程を説明した。工夫を、モデルや実物の写真を提示したり、文による捕捉説明を追加したりしたが、前後関係をあまり考慮していなかったため、スライドの意図が伝わりにくいといった問題が挙げられた。

最終発表のスライドは、骨組みをプロジェクトの他メンバーに依頼したが、内容のチェックと義手の画像の提供を行い、プロジェクト全体でスライドの修正を行った。その結果、中間のスライドに比べ、全体の流れが改善され、製作手順が理解しやすいものとなった。

4.2.3 ポスター

中間発表のポスターは、中間までの活動内容について簡単に説明した。掌のモデルと前腕モデルはそれぞれ設計の目的が異なるので2つに分けて説明した。具体的には、設計したモデルが果たす役割と、それを達成するための作業について説明している。

最終発表のポスターは、骨組みをプロジェクトの他メンバーに依頼したが、当班の活動の内容については簡単な説明を考案した。

(*文責：小野友希)

第5章 結果

5.1 中間までの成果

3Dモデルを用いて義手の作成に関しての理解を深めた。CADソフトによる作業と、そのモデルを出力する際の3Dプリンタの学習を行った。CADソフト内で、自然に指の屈曲・伸展が行えるよう調節した。結果として内蔵には至らなかったものの、デバック用としての義手が完成した。

5.2 中間までの活動で浮上した問題点

デバック用の義手を作成したが、目的である部品の内蔵ができる義手としては機能しない。5本の指を駆動するために、モーターを5つ実装しているためにスペースの大部分はこれが占めているという問題が浮上した。それに加えて、中間に作成した義手では、人間の腕のサイズに比べて大きいことから、装着者を考慮することが出来なかった。

5.3 中間の活動をうけての当初の後期活動予定

今回浮上した問題点を解決するためには、2つの打開策を決定した。まず1つ目として、今回は親指のみ独立した動きをすることで掴む動作を十分にできると考え、これよりモーターの数を例年の5つから2つに減らす。これより、内蔵するスペースを確保した。そして内蔵に関しては、それぞれの部品のサイズより設計をするので、ほかの2つのグループに部品の決定とサイズの詳細を送るよう促すことである。2つ目として、部品の内蔵により義手に求められるスペースが増加することに反して、義手筐体のサイズは装着者向けに小型化しなければいけないこと。これについては、それぞれの部品のサイズが分かると同時に、収納する場所を正確に決定する予定である。仮に、義手筐体の前腕部分に収納されない場合を想定し、掌に収納することも考えている。

5.4 後期の成果

私たちが設計した義手は，中間発表までのデバック用の義手とは異なり，すべての部品が内蔵できる義手である．内蔵した部品については，他の2つのグループに記載されているものである．最終発表に向けて，義手制作班の立てた最終的な目的についての成果は以下で詳細に記載することとする．

5.4.1 義手筐体について

「動作上必要な部品の全内蔵の為，義手筐体の作成」という目的は，結果として達成出来たと考える．私たちは，まず部品を内蔵する前腕と，掌に担当を分けて作業を行った．前腕に関しては，後期に他のグループから部品のサイズを記載してもらい，その部品を羅列し整理した．これより，その部品をどこに収納するかを決定し，モデルの設計を行った．配置として，手首に近い部分にマイコンボードを設置し，掌に近い部分にモーターを設置した．モーターに装着するワイヤーが他の部品に干渉をしないよう，このような配置にした．また，ワイヤーが切れた際にすぐにメンテナンスを行えるよう，手首の上部を開けることにした．

5.5 プロジェクトにおける各々の役割

・坂上雄哉

前期で，義手の知識の習得をした．CADソフト，3Dプリンタの学習をした．CADソフトを用いて，前腕部分の内蔵スペースを確保するよう設計を行った．他のグループとも連絡を取り，内蔵する部品の相談なども行った．また，グループリーダーに就任し，グループの作業状況などの把握も行った．

(*文責：坂上雄哉)

・小野友希

義手の構造や作成方法について学習し，必要なパーツのモデルを全部用意した．CAD でモデリングされたデータを全て MakerWare で，印刷温度等の出力設定に注意しながら変換した後，3Dプリンターで印刷した．3Dプリンターの印刷時のトラブルに対応できるよう，時間のある時はなるべく監視し，工房職員の不在時に備えてマニュアル等を読み対処する方法を調べた．義手の組み立て時にはサーボモータにワイヤーを張る作業と，義手筐体のパーツの固定，動作確認を行った．

(*文責：小野友希)

第6章 展望

今後は，例年の知識なども用いて「掴む動作」以外にも対応できるよう，指の多々な動きに対応できるよう設計を行う必要がある．その際にモーターが2つでは，指の独立した動きも行えないため，収納部品の配置を再度考える必要がある．耐久性の面では触知覚班が作成した圧力センサを保護するためにカバーの作成をする必要があると考える．

(*文責：坂上雄哉)