

ホビー用ロボットハンドを用いた指文字表現

安啓一^{1,a)} 濱亮祐¹ 中津智貴¹ 村岡宏一郎¹

概要: これまでに盲ろう者のアクセシビリティのための指文字ロボット(關他, 電子情報通信学会, 2017-03-WIT-AAC,2017)が開発されている。本研究では、学部生1, 2, 3年生を対象としたミニ卒研としてArduinoとサーボモータを使用した安価なロボットハンドのキットを使用し、指文字を表現する課題を行った。その際に自由度の不足から表現可能な指文字が限られること、衝突しない指の制御方法などを検証した。

キーワード: 指文字, 手話, ロボットハンド

KEIICHI YASU^{1,a)} RYOSUKE HAMA¹ TOMOKI NAKATSU¹ YUICHIRO MURAOKA¹

1. はじめに

聴覚と視覚に重複した障害を持つ盲ろう者のコミュニケーション手段には、手のひらに言葉を書く手書き文字、点字ディスプレイや速記用点字タイプライタを使った点字筆記、指をタイプライタのように見立てる指文字、そして、話し手の手話や指文字に触れる触手話/触指文字などがある。コミュニケーションの際に通訳者や介助者が必要となることが多く、情報量が制限されることも多く、当事者の生活の質の低下もさることながら、自立という点から見ても解決すべき課題が多い[1]。盲ろう者のアクセシビリティを向上するための手段として、關ら[2]は電動義手の技術を応用した指文字ロボットを開発し、テキストを指文字として出力できるシステムを開発した。このロボットで用いられている義手は、いわゆる「弱いロボット」であり、Fail safeとして、力が出ない模型用のサーボモータを使用し、プラスチック素材のため触って怪我をしないものとなっている。また、ワイヤ駆動で人が押すと逃げる構造となっている。人間の腕の形をしていることから、形が想像しやすいなどの利点がある。このような安全な触手話/指文字用のロボットが普及することは、盲ろう者の自立につながる。

一方で、プロトタイプの段階ではあるが、費用面の課題もあり一般に普及するようになるためには、手の届きやす

い価格帯を目指す必要性もある。そこで本研究では、設計済みの組み立てキットではあるが比較的安価に購入できるホビー用のロボットハンドに着目した。触手話や触指文字用に専用に開発されたものではないが、どの程度まで指文字を表現できるかを検証したので報告する。また、本研究は学生のミニ卒業研究として大学の1-4年生が集まるプロジェクトの一環として行った。プロジェクトの立ち上げ、ゴール設定、実験及びロボットハンドの製作とスライド作成と発表会での発表に向けた取り組みを紹介する。

2. ミニ卒業研究「月曜4・5限プロジェクト」

著者らが所属する筑波技術大学産業技術学部は、所属する学生全員に聴覚障害があり、補聴器や人工内耳を装着している。手話や音声を使ったコミュニケーションが学生間、教員と学生間で日常的に行われている。したがって、学年や主とするコミュニケーション手段の程度の差はあるが、学生達は日常的に手話に接する環境にある。

産業情報学科では、学科1-4年生の共通時間として月曜日の4限目(14:40-16:10)および、5限目(16:20-17:50)にすべての学年で集まることのできる時限がある。2018年度の1学期(4月から7月まで)に希望する学生が集まり、月1回のペースで活動を行った。本プロジェクトでは1年生から4年生までバランスよく集まった小さなチームを作り、各チームは学科の教員が持ち寄ったテーマから好きなものを選び、教員とのマッチングを行った。数回のミーティングののち、最終日にはプロジェクトの成果報告を行った。

¹ 筑波技術大学産業技術学部産業情報学科, 茨城県つくば市天久保4-3-15, Tsukuba University of Technology, Amakubo 4-3-15, Tsukuba City, Ibaraki, 305-8520, Japan

^{a)} k-yasu@a.tsukuba-tech.ac.jp

著者が担当したプロジェクトは「安価なロボットハンドで指文字表現にチャレンジ」というものである。チームのメンバーは、1年生が2名、3年生が1名、教員が1名であった。産業情報学科の学生は1年生の時に、基礎実験として今回使用するマイコンの環境 (Arduino[3]) でラジコンカーのプログラミングの経験がある。その知識と技術を生かすという目的もあった。日程は下記の通りである。

- 1回目 2018/4/23 ガイダンス, 班決め, テーマ決め
- 2回目 2018/5/14 プロジェクト進行打ち合わせ, 表現できる指文字について議論, ロボットハンド組み立て
- 3回目 2018/6/10 ロボットハンド組み立て, プログラミング
- 4回目 2018/7/9 デバッグ, トラブルシューティング
- 5回目 2018/7/23 発表練習
- 6回目 2018/7/30 全体発表会でプロジェクトの成果報告

プロジェクトミーティング時には Nota Inc. 製の Scrapbox[4] による情報共有を行った。Scrapbox は同時書き込み可能な、共同作業型 Wiki ページである。特徴として、同時書き込みが可能であること、パソコンやスマートフォンでも表示や書き込みが可能であること、画像を貼り込みが簡単簡単であること (画像アップロードの昨日は同社の画像保存サービス Gyazo との連携が可能)、「アイコン記法」と呼ばれる記入者のアイコン画像を手軽に挿入できるため誰が書いているかが分かりやすいこと、プレーンテキストで記入されるので動作が軽いこと、YouTube などの動画のインクが埋め込めること、コードの書き込みが自動フォーマットされること、「ブラケット記法」と呼ばれる、ページ内リンクやタグリンクを簡単に作って有機的にページ間のつながりを構成できることなどがあげられる。学生には聴覚障害があるため、手話や音声だけでは確実な意思伝達が難しいため、テキストによる視覚的なコミュニケーションを取り入れることで齟齬を防いだ。また、議事録も同時に作成が可能であり、参加できなかったメンバーとの情報共有もスムーズであった。ミーティング以外では LINE による連絡を行った。

3. 実験

3.1 ロボットハンド・キットについて

ホビー用のロボットハンドとして、安価に購入できるものとしてサインスマート (SainSmart) 社 [5] 製のものが候補に上がった。右手用、左手用があり、今回は右手用を使用した (図 1)。次に構造について説明する。指や手の甲、腕の部分はアルミニウム製で、各指には関節状のジョイントがあり、内転側に自由に動く。指の中にプラスチック製の結束バンドが通せるようになっており、腕側でそれぞれの指に対応した5つサーボモータ (SG90) のアームに圧着されている。サーボモータが回転し、結束バンドを引くと

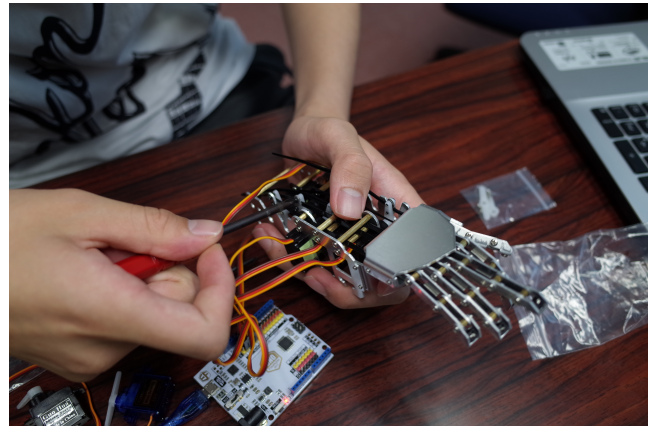


図 1 ロボットハンドの組み立て中の様子。左下の Arduino 互換の基板である Freaduino UNO と接続されている。

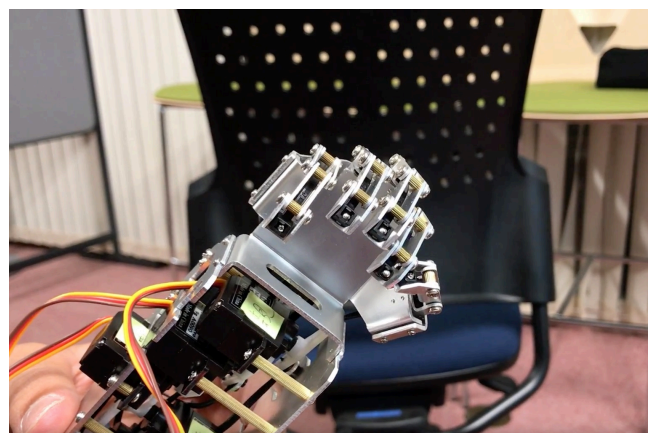


図 2 5つのサーボモータをすべて回転させた場合。

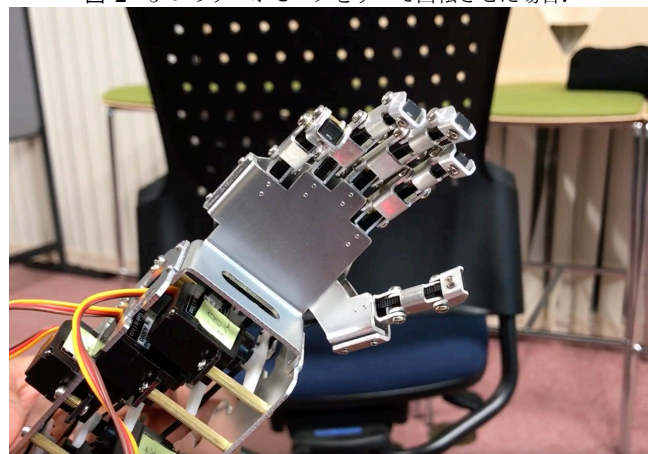


図 3 サーボモータの回転を元に戻した場合。

指の関節が全体的に丸まり (図 2)、指が曲がる動作ができる。逆にサーボモータの回転を逆側に戻すと、結束バンドの張力が低くなり、自然に指が伸びる構造となっている (図 3)。このように、結束バンドの弾性変形の復元力をうまく活用する仕組みとなっている。

オリジナルの Arduino UNO[3] の基板にサーボモータを接続する場合には、別途ユニバーサル基板などが必要になるが、サーボモータのコネクタを直接つなげるピンを持った Arduino 互換の基板である Freaduino UNO[6] を用



図 4 五十音式指文字の表現 [1].

いた。サーボモータを駆動するためのプログラミングは Arduino IDE 環境 (Version 1.8.5) 上で行った。Arduino を駆動するための専用言語は C 言語に似た文法であり、学部 1 年生にとっても馴染みのあるものであった。サーボモータを使用するに当たって、特段に複雑なプログラミングは必要なく、冒頭で <Servo.h> を呼び出すことで servo ライブラリを使用すれば 1 行で回転を命令できる。ただし、標準の Servo ライブラリでは回転速度が最大値に固定されており、調整ができなかったため、VarServoSpeed ライブラリ [7] を別途インポートして使用した。

3.2 表現できる指文字の選択

指文字は日本語の五十音に対応した表現であり、基本的に片手で表現が可能である [1] (図 4)。指文字の中には、「お」や「り」などの手首の回転を伴うもの、拗音の「ゃ」「ゅ」「ょ」など「や」「ゆ」「よ」を手前に引く腕の動きを伴うもの、「ら」などの指が交差するもの、「え」などの指を関節ごとに曲げる角度を変えるものなどがある。本研究で用いたロボットハンドは、指による把持のみ表現できるため、再現できない指文字が多数あった。今回は「あ」「い」「う」「え」「お」母音を作成したが、「え」についてはサーボモータの回転を途中で止める表現とし、「お」については手首の回転はできないが手の形のみを再現することとした。

3.3 指文字動作のプログラミング

すべての指を伸ばす initialize(); のサブルーチン後、「あ」の指文字を表現する a(); から順に i(); , u(); , e(); , o(); を 5 秒間隔で表示した。

4. 結果

プロジェクトは無事に終了し、報告会にて実機デモを行うことができた。動作に関するトラブルとして、組み立て後、サーボモータの初期位置を設定する initialize 関数の実行時に、あらかじめ回転していたアームがさらに回転し

てしまい、結束バンドの許容変動幅を超えてしまったことにより、指が痙攣状態になってしまうものがあった。別のモーターは過回転により内部ギアが破損された。また、親指と人差し指を同時に内転させ、その後、人差し指だけ伸ばす動作を行ったところ親指が引っかかってしまった。そこで親指と人差し指の回転幅をずらすことによって干渉をなくした。その他、プラスチックの結束バンドに曲がり癖がつくと、サーボモータを戻した状態でも自然に曲がってしまう、指が伸びなくなってしまうことがあった。

5. 考察

5.1 先行研究との比較

關らの製作した指文字ロボットは肩に 2 自由度、肘と前腕部に 1 自由度、手首に 2 自由度、各指の付け根に 2 自由度あり、本研究のロボットハンドよりも幅広い指文字表現が可能であった。本研究のロボットハンドでも前腕部分にサーボモータを取り付けることで自由度を増やすことができたが、今後の課題とする。

5.2 盲ろう者 1 名による評価

産業技術学部の大学院技術科学研究科情報アクセシビリティ専攻に所属する盲ろうの学生 1 名による予備的な評価を行った。ロボットハンドをが停止した状態で、すべての指が開いた状態、指文字の「あ」「い」「う」「え」「お」の形を触ってもらい、感想を述べてもらった。ロボットハンドには手袋をつけた状態と外した状態の 2 パターンで行った。その結果、手袋のある状態では、「う」のみが識別できたが、手袋を外すとすべての母音が識別できた（ただし、順序効果の可能性もある）。実験中に中指部分の結束バンドを止めているネジが緩んでしまい、中指が丸まらない状態になってしまい「せ」と識別されてしまった。実験後の感想では、手袋をしていると形が掴みづらいのではない方が良いという意見があった。動く部分や金属部分を触るのは怖かったか、という質問に対しては、とくに怖くはないが、逆に壊しそうで心配であった、という感想があった。事前の安全性の説明が必要であると感じた。一番の問題点として、手の大きさが挙げられた。普段接している大人の手の大きさに比べ、本実験で使用したロボットハンドは子供の手のサイズである。日本人の手の寸法データ [9] と比べても各寸法が半分以下であり (表 1)、面積比で 1/4 程度だった。大人と同じサイズのロボットハンド似なるとより識別しやすくなると考えられる。

謝辞 実験にあたり、筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター障害者支援研究部 (聴覚障害系) 教授 佐藤正幸先生、准教授 白澤麻弓先生、大学院技術科学研究科情報アクセシビリティ専攻 森敦史氏のご協力に深謝する。触指文字ロボットの情報提供およびご助言を頂いた国立障害者リハビリテーションセンター自立支援局長 森浩一先生、

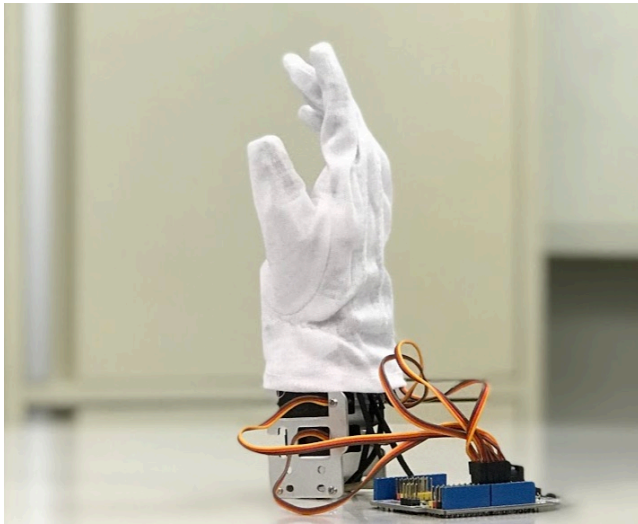


図 5 子供用の手袋を装着した状態.

表 1 手の大きさの比較. 成人データは [9] より

	ロボット [cm]	成人平均 [cm]	比率
手長:茎突点より	8.2	18.4	0.45
手幅	4.5	8.0	0.56
第 1 指 (親指) 背側長	2.7	5.3	0.51
第 2 指 (人差し指) 背側長	4.5	8.0	0.56
第 3 指 (中指) 背側長	4.5	9.1	0.49
第 4 指 (薬指) 背側長	4.3	8.6	0.50
第 5 指 (小指) 背側長	4.0	6.7	0.59

株式会社メルティン MMI 取締役 CTO 關達也氏に深謝する。産業情報学科月曜 4・5 限プロジェクトの先生方および学生に深謝する。

参考文献

- [1] 国立障害者リハビリテーションセンター: リハビリテーションマニュアル 17 盲ろう者と触手話 (online), 入手先 <http://www.rehab.go.jp/whoclbc/rehamanual/> (2018.11.8).
- [2] 關達也, 森浩一, 横井浩史, ”ろうベースの盲ろう者の自立した情報獲得を目指した触指文字ロボットの開発 ~ 人を模した五指多自由度ロボットハンド・アームの利用 ~,” 電子情報通信学会, 2017-03-WIT-AAC, (2017).
- [3] Arduino (online) 入手先 <https://www.arduino.cc/> (2018.11.8).
- [4] Scrapbox: チームのための新しい共有ノート (online) 入手先 <https://scrapbox.io/> (2018.11.8).
- [5] SainSmart: 5DOF Robot Humanoid Five Fingers Metal Manipulator Hand with Servos (online) 入手先 <https://www.sainsmart.com/products/5-dof-humanoid-robotic-arm-hand> (2018.11.8).
- [6] ElecFreaks: Freaduino UNO Rev1.8 MB EFUNO (online) 入手先 <https://www.electfreaks.com/estore/freaduino-uno.html> (2018.11.8).
- [7] Github.com/netlabtoolkit/VarSpeedServo: Arduino library for servos that extends the standard servo.h library with the ability to set speed, and wait for position to complete(online), 入手先 <https://github.com/netlabtoolkit/VarSpeedServo>

(2018.11.8).

- [8] Goossens, M., Mittelbach, F. and Samarin, A.: *The LaTeX Companion*, Addison Wesley, Reading, Massachusetts (1993).
- [9] 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究グループ: 日本人の手の寸法データ (online), 入手先 <https://unit.aist.go.jp/hiri/dhrg/ja/dhdb/hand/data/list.html> (2018.11.8).