

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2020年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：NC 機械製作プロジェクト

ミッション名：GRBL を用いた Arduino による CNC フライスのためのモータ制御

ミッションメンバー：システム工学研究科 1 年加藤颯，システム工学部 3 年唐津祐輝

キーワード：CNC，ステッピングモータ，モータドライバ，オープンソース，GRBL

1 背景と目的

本プロジェクトの目的は NC 工作機械の製作を行い「ものづくり」の基本要素の学習を行うことである。プロジェクトの目的を達成するために、ミッションで CNC フライスを運用するための準備としてモータの制御を行いたいと考えた。

そこで、CNC での軸の移動に使用するステッピングモータの制御を行うため、モータドライバ回路の製作と Arduino を用いるオープンソースの CNC 制御用ファームウェアである GRBL の実装とその利用を行おうと考えた。本活動を通して、ステッピングモータの性質や CNC フライスの 3 軸移動の方法について理解することを目標とした。

2 活動内容

2-1 モータドライバ回路の製作

ステッピングモータの回転を制御するために、モータドライバ回路の製作を行った。自作工房というサイトで公開されているステッピングモータドライバ回路の物品配置図（図 1）を参考に製作を行った。

より具体的には市販されている数万円の CNC 用のモータドライバ回路から必要な機能だけを取り出したものを製作した。まず使用されているステッピングモータ用の IC と同等のものを購入し、ステッピングモータとの接続用のコネクタや後述するカレントダウン機能を実装するための部品をとりつけることで回路全体として 2000 円程度で実装できるようにした。

ステッピングモータは、回転していないときも回転しているときと同等の電力を消費し、モータも発熱してしまい期待した運用ができない場合がある。回転が停止している状態は、そこまで大きなトルクが必要ないので、モータに流す電流を抑えることで無駄な電力の節約をすることができる。これをカレントダウンといい、モータの出力調整機能を利用して実現した。出力調整機能はドライバ IC の特定の端子に印加する電圧に応じて出力する電流値を変化させることができる機能だ。印加する電圧はトランジスタを利用したスイッチングによって接続している抵抗値を変化させることで比較的簡単に行うことができた。

これらの部品をはんだづけしモータドライバ回路の製作を行った(図 2)。

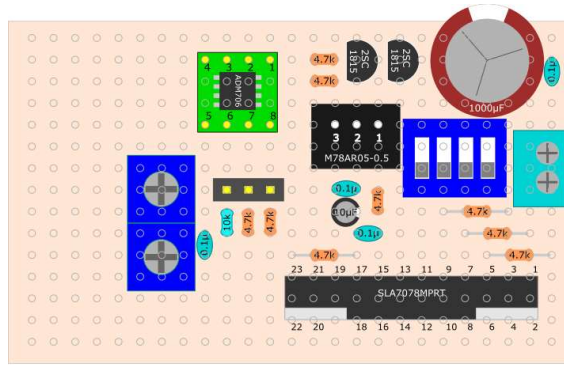


図1 モータドライバ回路物品配置図『自作工房』より引用

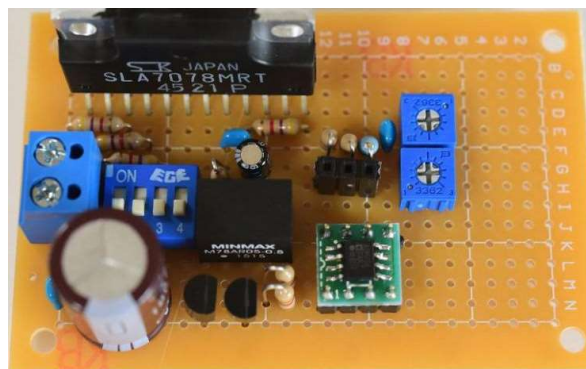


図2 製作した回路

2-2 CNC の制御

モータドライバ回路と GRBL を搭載した Arduino を利用し CNC の三軸移動を行った。

CNC の本体は、オープンソースハードウェアのコミュニティ内で提供されているフレーム組立キットを購入し、クリエより貸し出していただいたハンドトリマーを取り付けて用意した (図3)。ここにステッピングモータとドライバ、電源を接続して実際に駆動させた。

GRBL は Arduino を用いたオープンソースの CNC 制御用ファームウェアで、CAM で作成した G コード (NC 工作機械の位置規定や軸移動などの内部設定を規定するもの) を基に実際のモータの回転の指示を行う。今回は、GRBL Controller というソフトウェアを用いてパソコンから Arduino へ G コードを転送して利用した。

OpenSource Hardware 日本語コミュニティを参考に G コードを直接入力させての駆動と公開されているサンプルデータを読み込ませた場合の駆動 (図4) をそれぞれ行った。

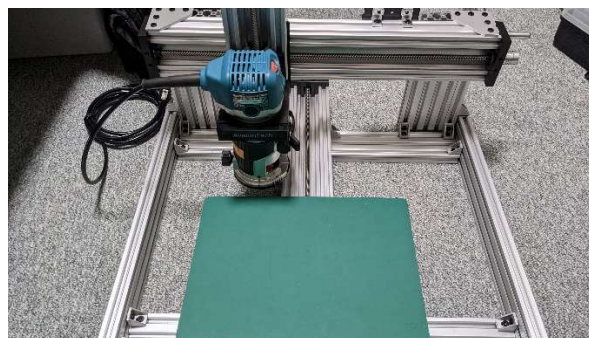


図3 CNC 本体

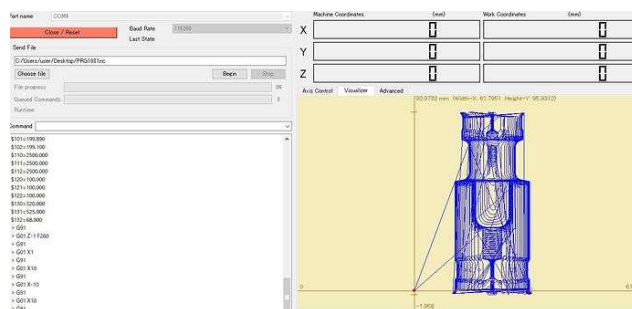


図4 GRBL Controller にデータを読み込ませた画面

3 活動の成果や学んだこと

ミッションメンバーは今までモータドライバ回路については DC モータ用のものしか触れてこなかったため、ステッピングモータ特有のカレントダウン機能というものを知り実装することができた。しかし、製作した回路の部品配置を参考にしたサイトと全く同じにしたため機能を拡張するためには新しく作り直す必要があり、これはせつかく製作費用を抑えたにも関わらず余計な費用がかかる可能性があるため懸念事項となってしまった。

CNC の制御ではステッピングモータを回転させ 3 軸の移動を実現することができた。しかし、当初スピンドルモータを取り付けて駆動させることを想定していた所により重いハンドトリマーを取り付けたことで、恐らくステッピングモータのトルクが足りなくなり脱調してしまった。特にハンドトリマーを引き上げる際に頻発した。今後、よりトルクのあるステッピングモータに交換する等の対策が必要である。

4 今後の展開

今回の活動を通じてステッピングモータを駆動させ、CNC の位置調整を行う方法を学習することはできた。しかし、予算の都合でスピンドルモータを購入できず代わりにハンドトリマーを取り付けて使用したため、スピンドルモータ制御を行うことができなかった。次年度以降は当初想定していた通りスピンドルモータを使用し安定な動作確認をした上で実際の加工を行い、加工時の様々なデータ（加工精度や、加工時間等）を収集しプロジェクトの目的達成のための活動を行っていきたいと考えている。

他にも、スピンドル以外のレーザ出力装置や 3D プリンタ用の射出口を取り付けてレーザーカッターや 3D プリンタとしての活用も行っていきたい。

5 まとめ

本プロジェクトは、「ものづくり」の基本要素の学習のためにコンピュータで制御を行うNC工作機械の製作、改良を目的に活動している。そこで本ミッションでは、スタートアップとして本格的な活動に必要なNC工作機械の本体となるフレームの組立や動作のためのステッピングモータの制御に関する活動を行った。

本来はCNCフライス本体（主にフレーム部分）の自作も行いたかったが、クリエでの工作機械の使用が制限されていたため断念し組立のキットを購入した。いつか挑戦してみたいと思う。

謝辞

本ミッションの活動に際して様々なサポートをしていただいた、指導教員の吉村博先生をはじめクリエスタッフの皆様方に心から感謝をお伝えしたいと思います。本当にありがとうございました。

購入物品

品名	数量	単価	金額	使用目的	
C-Beam 初期型（3軸CNC本体フレーム組立キット）	1	54888	54888	CNC本体	
直流電源24v350w	1	5100	5100	CNC本体	
工具固定座 65φ	1	4200	4200	CNC本体	
モータドライバSLA7078MPRT	1	540	540	モータドライバ	
半固定ボリューム（1KΩ）	2	50	100		
電解コンデンサ1000μF 50V	1	80	80		
電解コンデンサ10μF 50V	1	10	10		
セラミックコンデンサ0.1μF	10	15	150		
DIPスイッチ 4P	1	50	50		
監視回路 ADM13307-33ARZ	1	200	200		
DC-DCコンバータM78AR05-0.5	1	380	380		
SOP8 DIP変換基板	1	100	100		
NPNトランジスタ2SC1815	2	200	400		
ターミナルブロック 2ピン	1	20	20		
クリエポイント変換	1	3782	3782		加工用アクリル板購入費等
		合計	¥70,000		

参考

[1] 自作工房 <https://bbs.avalontech.jp/>

[2] OpenSource Hardware 日本語コミュニティ <https://bbs.avalontech.jp/>