

学籍番号 氏名	V17121 古橋 直也	指導教員	藤枝 直輝
題目	FPGAによる筋電位センサを用いた動作認識システムの検討		

### 1 背景と目的

人間の動作を詳しく認識するために筋電位センサが広く利用されている [1]。筋電位センサを用いたシステムでは、筋電位の計測、データの処理、既存データの照会が必要であり、一連の処理には高い CPU の性能が求められる。Russo らの先行研究 [2] では、筋電位センサを用いたロボットアームの操作を行うシステムを Arduino と PC を使って構築している。こうしたシステムを単独化、すなわち PC を使わずに動作するようにできれば利便性は高まるが、Arduino のようなマイクロコントローラ (Micro Controller Unit、MCU) 単体では単独化したところで素早い応答性とリアルタイム性は実現できないと予想される。よって、本研究では、FPGA (Field Programmable Gate Array) による筋電位センサを用いたシステムの単独化について検討する。FPGA を用いるにあたって、比較のため、Arduino を使用して、先行研究で行われた一部処理を実装し、性能を評価する。同様に筋電位の測定が行えるか確認する。

### 2 Arduino を用いたデータ処理と性能評価

Arduino による筋電位データ処理の性能を、処理時間とメモリの使用率の観点から評価する。疑似的な SIN 波を生成して、各処理の前後でプログラム実行時間の計測を行い、その差分値を計測した。アナログデータの取得時間は 117.138 us、雑音除去に使用した IIR フィルタの処理時間は 405.041 us、信号を整え、4 つの特徴点を算出するデータ処理時間は 348.850 us であった。またメモリの使用率はフラッシュメモリで 11 %、RAM で 25 % であった。この実験で行われたプログラムは、データの計測、フィルタリング、特徴抽出だけであるが、これだけでも相当の処理時間とメモリを要した。そのため、CPU 性能だけでなく、メモリの使用率を見ても Arduino を用いたシステムの単独化は難しいと考えられる。

### 3 FPGA での筋電位測定

FPGA で筋電位が測定できるか検証を行う。今回使用した筋電位センサは AdvancerTechnologies 社が提供する MyoWare マッスルセンサであり、Arduino での動作が確認されている。FPGA を用いて筋電位の計測を行い、Arduino から得られているデータと比較する。FPGA 上の回路にはソフトマクロ CPU の MicroBlaze と電圧測定を可能にする IP コアの XADC を搭載する。FPGA、Arduino の両方で、定期的にアナログデータを A/D 変換で電圧に変換し、手の開閉をもって前腕の橈側手根屈筋の筋電位を計測する。筋電位は、強く握ったタイミングで電圧が 2.4 V、握ったときは 2.0 V ほどの筋電位が計測された。2 つの波形を比較すると、ほぼ同じ筋電位が得られた。よって FPGA でも Arduino と同様の筋電位データの測定が可能であることが実証できた。

### 4 結論

本研究では、FPGA による筋電位センサを用いたシステムの単独化について検討した。Arduino による性能評価の結果、Arduino、もしくはそれと同等の MCU では単独化は難しいと考えられる。また、FPGA でも Arduino と同様に筋電位の測定が可能であることが分かった。今後の課題は本研究での知見をもとに、システムの単独化を実現することである。処理の時間がかかるものに対してハードウェア化を行い、単独動作かつ、リアルタイムな処理性能を高めることが課題になると考える。

### 参考文献

- [1] 横井 浩史, 東郷 俊太, 姜 銀来, 矢吹 桂子, 村井 雄太, 筋電制御システムに関する研究と義手への応用, 日本ロボット学会誌, Vol.37, No.4, pp.301-306, 2019
- [2] Rodrigo E. Russo, Juana G. Fernández, Raúl R. Rivera, Melisa G. Kuzman, Juan M. Lopez, Walter A. Gemin, Miguel A. Revuelta, Algorithm of Myoelectric Signals Processing for the Control of Prosthetic Robotic Hands, Journal of Computer Science and Technology, vol. 18, no. 1, pp.28-34, 2018