

Arduino を用いたシーケンサの実装と評価

2012SE235 杉浦翼

指導教員：奥村康行

1 はじめに

現代の「電子楽器」は、旧来の電子楽器（エレクトーンや、電子オルガン）の形と異なるものが多く存在する．[1] 加えて、「メイカー・ムーブメント」[2] の影響もあり、個人で自作の電子楽器を開発する人も増えている．また、ハードだけでなく、スマートフォンなどのモバイル向けの「音楽アプリ」も、新たな「電子楽器」の形のひとつである．「ものづくり」の形もアナログからデジタルへと変わっていき、電子機器を用いずに行うものづくりは少ない．これからのものづくりはさらにデジタルへと変わっていく中で、デジタルなものづくりが未経験な人でも、扱いやすくまた、製作しやすい形の電子楽器を考える．本研究では、[1] に掲載されている電子楽器を参考に、音質変化に特化した電子楽器の作成を目指す．作成する電子楽器は、4つの音を高さ、音量、テンポを操作でき、音を視覚化できるものである．本研究では、音の出力と視覚化されたものが連動して機能しているかの確認を行う．

2 Arduino を用いた電子楽器の実装

本章ではハードウェア「Arduino」についてと本研究で使用するライブラリ「Mozzi」と Arduino を用いた電子楽器の概要について述べる．

2.1 Arduino

Arduino とは、AVR マイコン、入出力ポートを備えたハードウェアで C 言語を元とした Arduino 言語とそれの統合開発環境から構成されるシステムである．また、オープンソース、オープンハードウェアである．本研究で使用する Arduino は「Arduino UNO」という種類の Arduino で、14本のデジタル入出力と6本のアナログ入力を持ち、16MHz で駆動する．Arduino の出力はすべてデジタル出力であり、「5V」と「0V」しか出ない．しかし、一定時間内に出力される電圧の、「ON/OFF」(HIGH と LOW の状態)をコントロール出来る．ピンから出力される電圧の周期をコントロールして、周期数を表現出来るようにしたものが、「PWM」(Pulse Width Modulation)である．これによって「アナログ出力」が可能である．[3]

2.2 Mozzi

Mozzi (モッチィ)とは、Arduino の音響合成に特化したライブラリである．特別なシールドを用いず 16MHz 駆動 Arduino だけで豊かな音響表現を可能とする．音の出力には PWM が用いられる．また、Mozzi の「波形テーブル」には、「サイン波」、「ノコギリ波」、「三角波」、「矩形波」などの基本的な音から「ノイズ」などがある．[4]

2.3 電子楽器の概要

本研究で作成する電子楽器はアナログ入力として可変抵抗器を用いる．可変抵抗器の値を Arduino が読み取り、周波数をスピーカーへとデジタル出力をする．プログラム上で、可変抵抗器での操作可能段階を 128 段階、出力する周波数を 0~1024 に設定されている．LED については、4つのケースを用いて、音の高低を変更できる可変抵抗器の4つに対応している．1つのケースで出力している音に対応した LED の点灯とそれ以外の LED の消灯をスケッチしている．

2.4 電子楽器の回路図

図 1 は作成した電子楽器の回路図である．ANALOG 0~ANALOG5 のピンはアナログ入力ピンで、PWM9 ピン~13 ピンはデジタル入出力ピンである．図 2 は作成した電子楽器である．

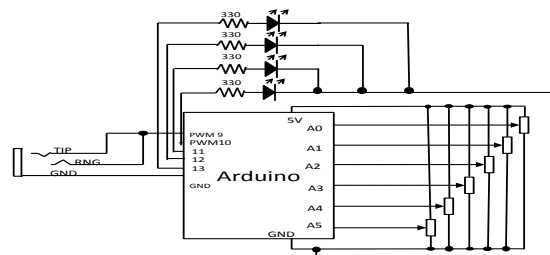


図 1 電子楽器の回路図

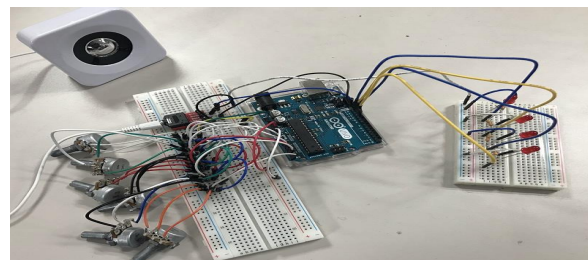


図 2 作成した電子楽器

3 電子楽器から出力される音と LED での視覚化の連動確認の観測

Arduino は可変抵抗器からアナログ入力された抵抗の値でプログラムで設定された周波数の範囲内で音をデジタル出力する．本研究では，可変抵抗から得られる「0~1023」の 1024 段階の値を，MIDI の音高データである 128 段階に変換している．[1]

3.1 出力波形

ライブラリである「Mozzi」より，「サイン波 (sin)」，「ノコギリ波 (saw)」，「三角波 (triangle)」など複数の波形パターンを出力する事が可能である．波形パターンを変更する際には，スケッチ内で波形を設定する．

3.2 音の視覚化と動作確認

4 つの LED を，音出力されている時に同時に点灯させ，入力の情報と音の情報を視覚化させる．スケッチ内で，4 つの「case」を作成し，ANALOG 0 ピン～ANALOG 3 ピンの入力の音と 13 ピン～PWM10 ピンの出力が対応するように設定されている．また，音出力している間のテンポ操作はその音出力し終わってからテンポが変化する仕組みである．

Arduino へアナログ入力で抵抗の値を与え，それに連動して LED が正しく点灯しているかをオシロスコープを用いて観測する．また，観測する LED が点灯時，非点灯時にスケッチ通りに作動しているかを観測結果から判断する．

3.3 実験方法

オシロスコープでアナログ入力 ANALOG 4 ピン（テンポを操作する入力）と 1 つの LED を同時に観測する事で生じる波形で入力から出力への過程がスケッチ通りに作動しているかを確認する．

4 結果と考察

図 3，図 4，図 5 のグラフ内上部が LED の波形でグラフ内下部が抵抗の値である．図 3 は抵抗を最大限にかけ常時遅いテンポで計測した図である．図 4，図 5 より，抵抗の値を小さくし，テンポを速くする入力を行っても，LED が現時点で点灯している点灯処理が終わってからテンポが速くなる事が分かる．これは，出力中では視覚に確認する事が困難であるが，波形を観測する事により確認できる．

5 おわりに

観測を行い，音の出力と視覚化の連動がスケッチ通りに行われていた事が分かった．スケッチの書き換えにより，さらに作者の意図する電子楽器へと変化できる事も分かった．今後の改善点としては，作成や観測の際に，接触不良などで音が切れてしまったり，意図していない音出力されてしまう事が多々あった．また，接続したジャンプワイヤが切れる事もあったので，接触不良や切れる事がないような丈夫なジャンプワイヤを使用するのが好ましい．

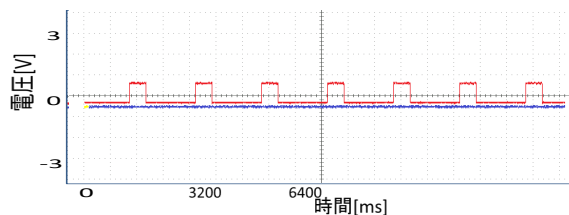


図 3 抵抗を最大限かけてテンポを遅くしている波形

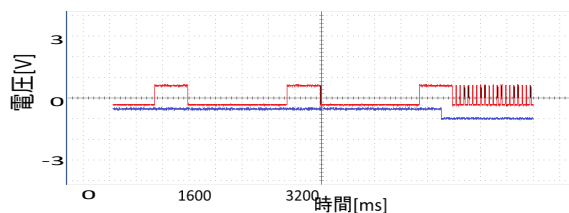


図 4 観測している LED が点灯している間に抵抗を無くしテンポが速くなっている波形

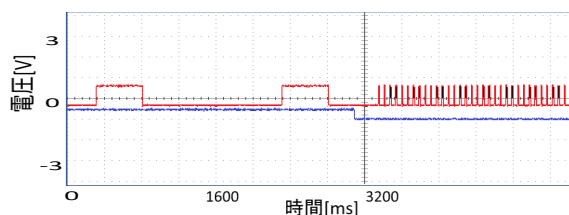


図 5 観測している LED の次の LED が点灯している間に抵抗を無くしテンポが速くなっている波形

6 参考文献

参考文献

- [1] 中西宣人，“Arduino ではじめる手作り電子楽器，”工学社，東京，2015.
- [2] 岩本有平，“メイカー・ムーブメントは「第3の産業革命」- クリス・アンダーソン氏，”プレジデント社，2012.
- [3] “Arduio，” <https://www.arduino.cc/>, accessed, August 2017.
- [4] “MozziGitHubPages，” <https://sensorium.github.io/Mozzi/>.
- [5] 米本実，“Electronic Sound & Electronic Instrument 楽しい電子楽器自作のススメ，”オーム社，東京，2008.