

【D25】自動演奏ギターの開発

05E1064 米岡 和樹 05E1041 中山 大輔
指導教員 河村 良行

1. 緒言

自動演奏楽器は、ピアノでは、すでに高度な自動演奏ロボットが実現されており、弦楽器に関しては、近年いくつかの自動演奏ロボットが開発され進歩してきている。(参考文献:(1),(2),(3))

本研究では、ギターの自動演奏楽器を設計・開発し、自動演奏だけでなく、音に強弱を付けることによって機械的な音でなくプロのギターリストが演奏するように、表現豊かな曲をどれだけ再現し、演奏テクニックの技術的にもどれだけ高度な演奏をすることができるか研究する。また、実現されているピアノやバイオリンのエンターテインメントロボットが癒しの空間を作るように、誰でも簡単にギターの生演奏を聞くことが出来るような自動演奏ギターを実現することが出来るかを研究する。

2. 自動演奏ギターの回路作成

2.1 使用するアクチュエータ

左手のアクチュエータにはソレノイドを使用し、各弦を 4 フレットまで制御してローコードと単音を押さえられるようにした。右手のアクチュエータにはパルスモータを使用し、回転動作で制御した。

2.2 配線方法

ソレノイドを使用する左手側の配線は図 1. のように行う。PC から各 CH に信号を送ることで、その場所のソレノイドを ON にしてフレットを抑えることができる。

パルスモータを使用する右手側の配線は図 1. のように行い、ドライバ側の配線と、ボード側の CH とのお互いにある CW と CCW を接続した。また、COM に信号グランド、電源グランド、電流制御の線を全てまとめ、電流制御を行う線は、接続の組み合わせからモータ電流が変化するので、配線の着脱を容易にできるようギボシ端子を使用した。

2.3 全体の配線状況

左手側はソレノイド固定板に配線用の穴を設け、そこに配線を集め基盤のところで 1 ヶ所に整理した。右手側は、まずドライバの配線を 1 ヶ所にまとめ、それを端子台に接続する方とモータに接続するほうの 2 つに分けて整理した。電源については 5V・24V が同時にできるので、リレーは 5V 出力の方に、ソレノイド・モータドライバは 24V 出力の方に接続した。

3. 自動演奏ギターの設計・開発

設計した自動演奏ギターの各パーツごとに CAD 図面を描き、軽量でなければならないので本研究ではほとんどのパーツをアルミで作成し、土台のみ簡単に加工できるように木で作成した。

弦を押さえる左手側では、アルミ板に 6 弦 4 フレットの各場所に直径が 15 のソレノイドが各フレットに

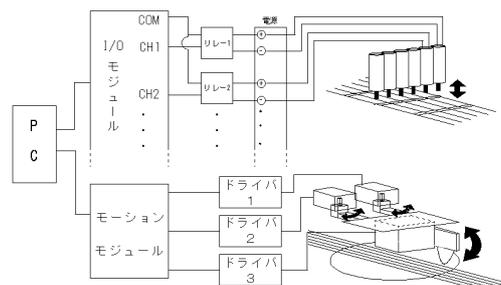
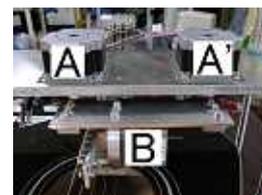


図 1. 自動演奏ギターシステム図



(a) 弦を押す機構



(b) 弦を弾く機構

図 2. 動作部分



図 3. 自動演奏ギター

6 つ収まるように加工し、図 2. (a) のようにちどり状に配列し取り付けた。

弦を弾く右手側では、図 2. (b) のように、ギターの内側に対して左右に平行移動させる一対のパルスモータを A・A' とし、弦に対して垂直にピックを上下移動させるパルスモータを B とし、まずアルミ板に、A・A' の一対のパルスモータを取り付ける。次に A・A' のパルスモータの軸にアルミのアームを取り付ける。そのアームに、B のパルスモータの付いたアルミパーツを組み立てた。アームの関節部分にはベアリングを使用することで、素早く滑らかに動作出来るようにした。

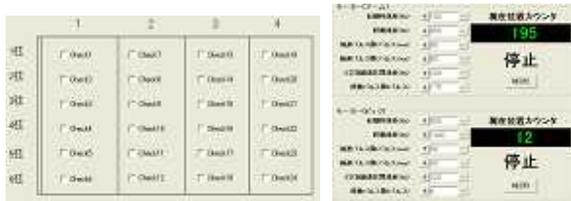
4. 制御プログラムの作成

本研究では、制御言語に Visual Basic6 を使用し、ソレノイドとパルスモータの制御を行った。

4.1 弦を押さえる(左手)のプログラム作成

左手では、ソレノイドを制御するために 32CH デジタル入出力ボード(PCI-2703A)を使用し、このボードからパルス信号が送れるようにモジュールにボードを認識させるためのソースコードを入力する。ボードを使用してパルス信号を送るには一例として、

```
Dim pnBuffer(4) As Long  
nRet = DioOutPutPoint (hDevicehandle, pnBuffer(0), 1, 4)  
のようにソースコードを入力し、出力チャンネルを指
```



(a)ソレノイド制御 (b)モータ制御

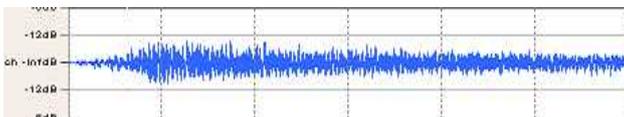
図 4. プログラム画面



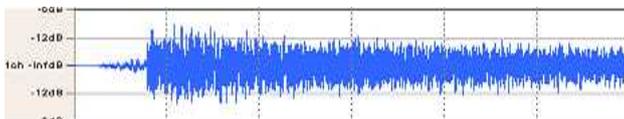
図 5. 実験方法の概略図

表 1. 実験結果の表

	ピック深さ (mm)	最大音量 (dB)	平均音量 (dB)
弱	0.5	-13.68	-33.77
強	3	-7.63	-28.81



(a) ピック深さ 0.5mm



(b) ピック深さ 3mm

図 6. 実験時の音量

定する。上記のように出力チャンネルを指定し、パルスが送られるとソレノイドが駆動する。左手側の制御では、単音で1つの箇所を押さえるだけでなくコードを押さえる場合も考え、図 4. (a)のように6弦4フレットの図にチェックボックスをそれぞれ配列し、チェックされるとそのソレノイドの出力チャンネルにパルス信号を送るように指示する。それにより、コードで押さえる箇所をチェックすると簡単に複数同時制御でき、コードを押さえることが出来る。また、C・D・Fなどのコードを指示するだけでコードを一度に押さえるプログラムを組むことで、弦を押さえる操作をさらに容易に出来るようにした。

4.2 弦を弾く(右手)のプログラム作成

右手のモータ制御では、パルスモータ制御ボード(LPC-742020)を使用し、このボードから指示出来るように、認識させるためのソースコードをモジュールに入力する。右手の制御として、同様なプログラムを2つ作成し、上下と左右を別に制御出来るようにした。図 4. (b)のようにこの制御プログラムでは、起動時速度(Hz)・移動速度(Hz)・加速パルス数(パルス/ms)・減速パルス数(パルス/ms)・S字加減速区間速度(Hz)・移動パルス数(パルス)を指定し、台形パルスを調節し、動作を実行させることが出来る。

4.3 ギター演奏プログラムの作成

演奏時に右手を振るように、回転動作によって左右の動作パターンと、ピックの弦に対しての進入の深さの動作パターンを作成し、この二つの動作を組み合わせることで、右手のピッキングの動きを作り、そこからコード弾き時にする複数のストロークパターンを作成した。

また、単音弾きの動作パターンとして、各弦において弾くと停止するようにし、次に弾く弦を指示すると停止位置がどこであってもその位置をスタート位置として、指示された弦を弾くプログラムを作成することで、無駄な動作と弦までの距離とそれに要する時間を短縮した。

5. 音の強弱の比較実験

5.1 実験方法

音の強弱の制御を確認するために図 5. のような方法で比較した。音の強弱はピックの深さをそれぞれ変え、モータの移動については、プログラムでの移動速度 1000Hzで行った。尚、プログラムでの速度は実際の速度と違うので、実際の速度に計算すると約 2.2Hzになる。

5.2 実験結果

弦に対してピックを 0.5mm と 3mm の深さで入れて実験を行った結果、表 1. のような音量差が出た。これにより、音の強弱の制御ができていたことが分かった。図 6. にピック深さ 0.5mm, 3mm のときの実験時の音量のグラフを示す。

6. 結言

演奏するための制御プログラムの基盤となるプログラムを作成することができ、モータ音が大きく動作時の振動も大きい簡単なものならば演奏できるまでの確実に音を出すことの出来る自動演奏ギターを開発することが出来た。音の強弱に関して、開発した自動演奏ギターで音量差を出すことが出来た。

7. 今後の課題

- (1) 動作部の軽量化とパルスモータのステップ角をさらに小さくすることで、より素早く動作できるようにし、動作時のモータ音と振動の軽減をする。
- (2) 実際に曲を 1 曲最後まで演奏することのできる制御プログラムの作成。
- (3) 曲の演奏中に強調する箇所での音の強弱を変化させることで、音の強弱が必要であるか検証。
- (4) より簡単に自動演奏ギターの制御や演奏する曲の作成ができる制御プログラムへの改良。

参考文献

- (1) ジョージア工科大学 Crazy J
http://www.me.gatech.edu/mechatronics_lab/Projects/Fall00/group3/index.htm/
- (2) 宇部工専 ギター演奏ロボット
<http://www.ube-k.ac.jp/>
- (3) 琉球大学 三味線ロボット
<http://www.bc-ryukyuu.co.jp/sanshin.php?itemid=11357&catid=107>