

そろばんインターフェイスを用いた電子楽器

大谷佳名 (指導教員：粕川 正充)

1 はじめに

私は子どもの情操教育への関心から知育玩具について調査をしており、現在計算補助器具としては衰退しつつあるそろばんが、子どもの知育玩具として見直されている事を知った。また近年、森や木との関わりを大切し、豊かな心を育てる教育概念である「木育」が広まりつつあるが、一般的なそろばんは木でできており、木育に効果的な知育玩具の役割も果たしている。そろばんの起源は諸説あるが、日本には中国から伝わり室町時代には使われていたという。古代からあるそろばんであるが、「上の1つ珠は5、下の4つ珠は1」で十進数を表すデジタル式の計算機である。そこで、そろばんの表す十進数の数値を入力できるインターフェイスというものを考えた。また、そろばんの珠をスライドさせる操作は、電子楽器でしばしば見られるスライドボリュームにも似ていることから発想を得て、そろばんインターフェイスの楽器への応用が効果的だと考えた。

2 そろばんインターフェイス

そろばんインターフェイスについて、そろばんの表す十進数を入力し、その値によって楽器アプリケーションのMIDI音源を操作する方法を考えた。作成したそろばんインターフェイスの全体像を以下に示す。

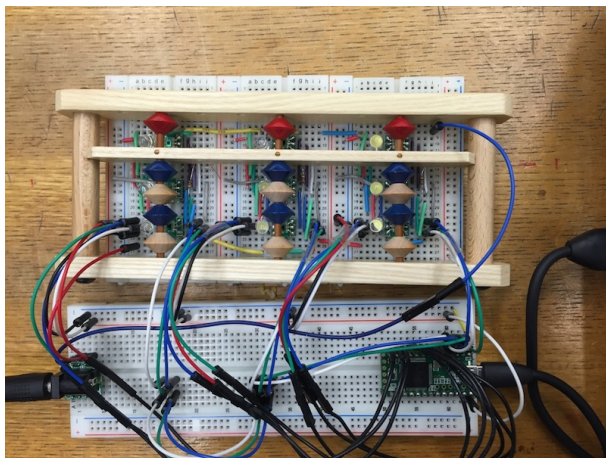


図 1: そろばんインターフェイスの全体像

そろばんが表す数を測定する方法として、そろばんの下に RGB 測光のカラーセンサを固定してそろばん珠の配置を認識する方法をとった。そろばんは珠の色を天1珠は赤、地4珠は上から青・白・青・白と色分けしたものをを用い (図 2)、固定したカラーセンサが「センサの上の珠が赤の時、青の時、白の時、センサの上に珠がない時」を識別することで、全体の珠の配置を測定する。

そろばんは各桁の間隔が狭いと、隣の桁の影や操作する際に手の影ができてしまいカラーセンサの値が安定しないので、間隔を明けるために9桁を3桁に組み替えた。9つのカラーセンサを固定し、精度を安定さ

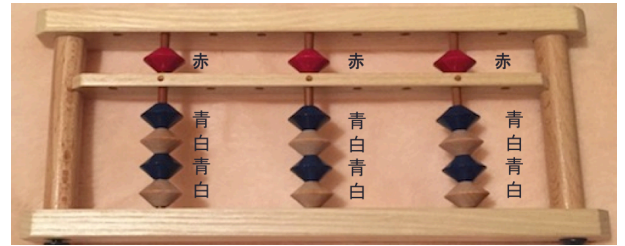


図 2: 使用したそろばん

せるための光源として白色LEDも9つ取り付け付けた。カラーセンサの制御にはマイクロコントローラを用いた。また、そろばんインターフェイスで操作する楽器アプリケーションとして、次節で述べる Max を用いた。

3 楽器アプリケーション Max

3.1 Max とは

Max とは、音楽とマルチメディア向けのグラフィカルな統合開発環境 (ビジュアルプログラミング言語) である。

3.2 Max の MIDI データ処理

Max には MIDI 情報を処理するオブジェクトが用意されている。MIDI 情報をコンピュータ内の MIDI 音源に送ることで音を出す。Max のオブジェクトには **noteout** と **makenote** がある。**noteout** は音を鳴らす命令、**makenote** は音を止める命令で、この二つの組み合わせで MIDI 演奏が可能になる。また、演奏する MIDI 音源の音色は **pgmout** オブジェクトによってピアノ、アコーディオン、ドラムなど様々な楽器の音色に変更できる。MIDI 音源にも様々な種類があるが、本研究では Mac のデフォルトの MIDI 音源を用いた。

4 実装

4.1 そろばんインターフェイスの作成

・カラーセンサ

そろばんが3桁であるのでカラーセンサを9つ使った。様々なカラーセンサがあるが、RGBの3色の測光値をそれぞれ検出し、12ビットのデジタル信号を出力するHAMAMATSUのS9706を用いた。動作電圧は3.3Vである。

・マイクロコントローラ

マイクロコントローラはArduino互換のTeensy3.1を用いた。Teensy3.1はデジタルピンの出力電圧が3.3Vであり、カラーセンサS9706と互換性がある。また更にArduinoが16MHzで動作するのに対し、Teensy3.1は72MHzで動作するため5倍近く高速である。

4.2 Max のプログラム

カラーセンサの値はTeensy3.1から、シリアルポートを介してMaxの**serial**オブジェクトで受信した。次に、**split**オブジェクトにより「センサの上の珠が赤の時、青の時、白の時、センサの上に珠がない時」の

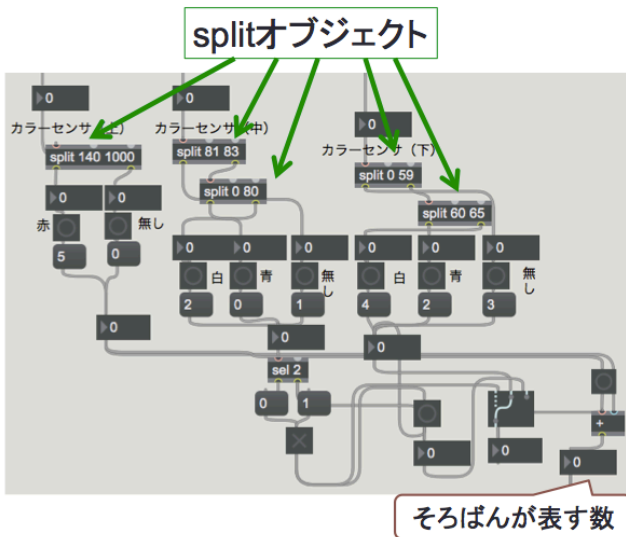


図 3: そろばん珠の色を識別する Max のプログラム

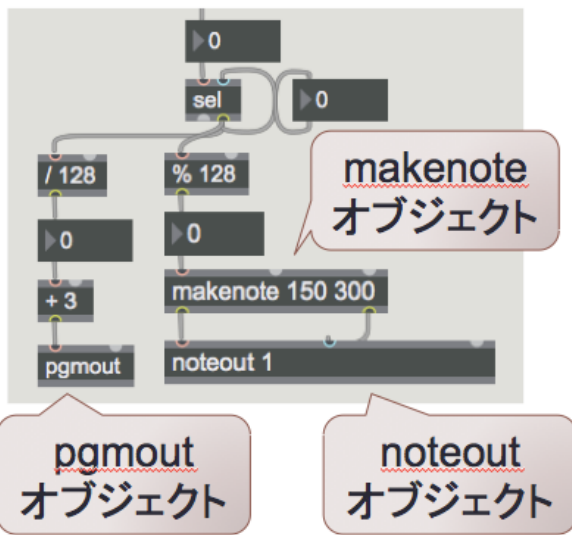


図 4: MIDI 音源を演奏する Max のプログラム

カラーセンサの値の範囲を指定し、受信したデータと比較して珠の色を識別した。これにより各桁ごとの 0~9 どの数におかれているかが決まり、そろばんの表す数 (0~999) が認識できる。(図 3) その後、MIDI 音源を演奏する処理においてそろばんが表示数をノートナンバー (音の高さを表す値) として **noteout** オブジェクトに入力するため、0~999 の値を MIDI 音源のノートナンバーの範囲 (0~127) に変換した。また、0~999 の値がすべて別の音を鳴らすようにするため、**pgmout** オブジェクトによって 8 つの音色に変化させた。(図 4)

4.3 試行

蛍光灯のついた研究室の中でカラーセンサの動作テストをしたところ、動作環境によって精度にばらつきがあり、各色に対応するカラーセンサ値の範囲が変動してしまう問題があった。よって暗室での試行に切り替え、光源はセンサの隣に固定した白色の LED のみとした。(図 5) また、珠が動くとき瞬時に音に反映され

るようにカラーセンサの測光を高速にしたい。RGB の 3 色の測光を同時に処理すると時間がかかってしまうため、試行では blue の値のみを約 0.5 秒ごとに繰り返し測定している。

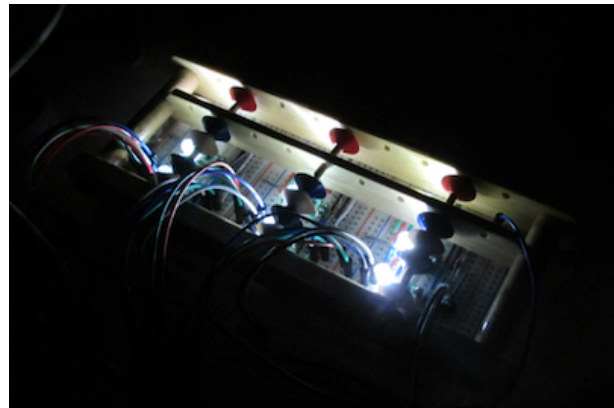


図 5: 試行の様子

5 試行の結果

- ・暗室での操作でも、未だ各色に対応するカラーセンサ値の範囲が変動してしまう。このため、別の珠の置き方をしても同じ音が鳴ってしまう場合がある。また、操作の際に手の影によってカラーセンサの値が正しく測定できず、意図する音とは別の音が鳴ってしまい、時間差で意図する音が鳴るため、「ドレミ」が正しく鳴らせなかった。

6 考察

そろばんインターフェースの有効性については、

- ・カラーセンサを使った方法によりそろばんの素材を変えず木の温もりを残せた点
- ・時間差ではあるがそろばんが表示数を読み取ることができたので、本来の計算の機能も活用できた点

という 2 点が利点として挙げられる。しかし電子楽器としては、意図した音が鳴るまで時間がかかり、「ドレミ」が正しく鳴らせないので問題であった。

7 今後の課題

カラーセンサの測定を安定させるため、センサの周りの環境光の光度を計り、LED の明るさを調整するなどして改善していきたい。また試行ではカラーセンサの測光を約 0.5 秒ごとに行ったが、珠を動かして音になるまでの時間差が目立つので、より高速に動作できるようにデータの取り込み方を改善していきたい。

参考文献

- [1] 木育 - Wikipedia
- [2] そろばん - Wikipedia
- [3] Max (ソフトウェア) - Wikipedia
- [4] S9706 データシート : <http://akizukidenshi.com/download/ds/hamamatsu/S9706.pdf>
- [5] ノイマンピアノ (赤松正行, 佐近田展康) : 『Max の教科書』, リットーミュージック, ISBN-10 : 4845617021, ISBN-13: 978-4845617029, 2009/7/10