

1 ホワイトノイズを用いた打撃音の生成

木や金属の板などの固体を叩くと、様々な部分が複雑に振動する。その結果、多くの周波数成分を含む音が生成される。そのような音を、雑音で近似することを考える。

MATLAB で雑音を生成する関数に `rand` がある。`rand` 関数は 0 から 1 の乱数を生成する。

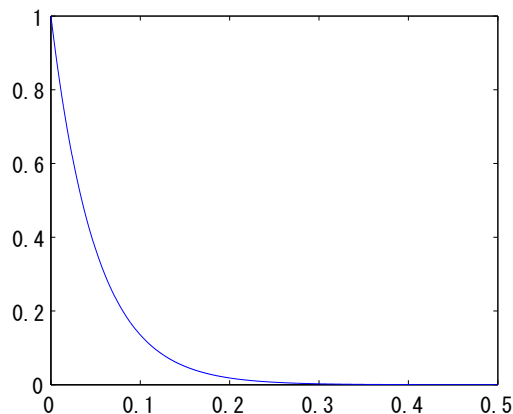
```
>> rand(1,5)
ans =
    0.8147    0.9058    0.1270    0.9134    0.6324
```

`sound` 関数では、-1 から 1 の間の値の波を出力できるので、-1 から 1 の区間の乱数を発生することを考える。`help rand` とすれば、その方法を調べられる。48KHz のサンプリングレートで 1 秒間分の乱数を生成すると以下のようなになる。

```
>> fs = 48000;
>> r = _____ + _____ * rand(fs + 1, 1);
>> soundsc(r,fs)
>> plot(r)
```

練習 1 下線部を埋めて 1 秒間の雑音を生成せよ。

物を打撃したときの振動の振幅は指数的に減衰する。したがって、次のような指数関数で振幅を変調させれば打撃音のような減衰を表現できる。



```
>> t=0:1/fs:0.5;
>> plot(exp(_____ *t))
>> env=exp(____ *t);
>> soundsc(_____, fs)
>> plot(_____)
```

練習 2 下線部を埋めて減衰する 0.5 秒間の雑音を生成せよ。

減衰時間を変化させることで、様々な音を作成できる。これらの音をフィルタで加工することで、例えば、ハイパスフィルタで、クローズドハイハットっぽい音、バンドパスフィルタでスネア (のスナッピー) っぽい音、ローパスフィルタでバスドラっぽい音などを作ってみる。

練習 3 次のような定義の関数を作成すると、note 関数と同じように利用するのに便利である。

```
function wave = rand_note(ftype, freq, dur, fs, att)
```

ただし、ftype は 'HP' などフィルタのタイプを与える。freq は、フィルタのカットオフ周波数、dur は、生成する音の長さ、fs はサンプリング周波数、att は減衰時間に関するパラメータである。

このような関数 rand_note を作成し、いろいろな音を作成せよ。また、rand_note を呼び出してドラムパターンを生成する関数を作成せよ。

2 2次元の振動系の基準モードを模した打楽器音の生成

2次元の膜(タムタム、バスタドラ=周りを固定された円形の膜)や、2次元の板(シンバル=周りが固定されない円形の板)は、理想的な特性を持つとき、理想的な弦(1次元の振動系)と同じように基準モードを持つ。

2次元の振動系では、1次元の振動系と異なり、基準モードは、基本周波数の整数倍にはならない。

モード周波数の相対値(基本周波数の何倍か)は、理想的な場合、次のようになる。

周辺が固定された膜の場合 [1.000 1.594 2.136 2.296 2.653 2.918 3.156 3.501 3.6 3.652 4.06 4.154]

周辺が固定されない板の場合 [1 1.73 2.328 3.91 4.11 6.3 6.71 7.34 10.07 11.4 13.92 15.97 18.24 21.19 27.18 33.31]

基本周波数やモード周波数の強さは、膜の張力、膜の大きさ、空気が閉じ込められているかどうか(例えば、穴のないバスタドラは空気が閉じ込められている)、膜を叩く強さで変化する。

これらの成分を適当に定め、振幅を減衰させると、タムタムやシンバルのような音を生成できる。

また、強く叩いたときには、叩いた瞬間に膜や板の基準モードの振動以外に、雑音のような成分が生じることがある。適当な強さで雑音成分を加算することで、これらの音を模擬できる。

練習 4 次のような定義の関数を作成すると、2次元の振動系の基準モードを利用した打楽器音の生成に便利である。

膜の場合は次のような関数になる。

```
function wave = note_memb(freq, dur, fs, harm, att, rand)
modes_ = [1.000 1.594 2.136 2.296 2.653 2.918 3.156 3.501 3.6 3.652 4.06 4.154];
```

ただし、freq は、基本周波数、dur は生成する音の長さ、harm は基準モードの強さを示すベクタ、att は減衰時間に関するパラメータ、rand は乱数成分の強さである。

板の場合は次のようになる。

```
function wave = note_plate(freq, dur, fs, harm, att, rand)
modes_ = [1 1.73 2.328 3.91 4.11 6.3 6.71 7.34 10.07 11.4 13.92 15.97 18.24 21.19 27.18 33.31];
```

これらの関数を作成し、いろいろな音を作成せよ。また、これらの関数を呼び出してドラムパターンを生成する関数を作成せよ。