

Human Interface

report1

035760A:横田敏明

1 課題 1

プログラムを作動させ、

```
>HARpoly
```

```
>HMApoly
```

で AR と MA の伝達特性を表示させ、手計算による伝達特性と一致すること
を確かめよ。伝達特性は次式のようにになっている。必ず計算式を書くこと。

$$HARpoly(z) = \prod_{k=1}^{ARorder/2} (z - ARa(k))(z - ARb(k))$$
$$HMApoly(z) = \prod_{k=1}^{ARorder/2} (z - MAa(k))(z - MAb(k))$$

1.1 解答

まず、 $ARa(k)$ と $ARb(k)$ を求めてゆく。

$$ARa(1) = 0.9035037 + 0.2935661i$$

$$ARa(2) = 0.5583960 + 0.7685661i$$

$$ARa(3) = 5.817E - 17 + 0.95i = 5.817 \times 10^{-17} + 0.95i$$

$$ARa(4) = -0.5583960 + 0.7685661i$$

$$ARa(5) = -0.9035037 + 0.2935661i$$

$$ARb(1) = 0.9035037 - 0.2935661i$$

$$\begin{aligned}
ARb(2) &= 0.5583960 - 0.7685661i \\
ARb(3) &= 5.817E - 17 - 0.95i = 5.817 \times 10^{-17} - 0.95i \\
ARb(4) &= -0.5583960 - 0.7685661i \\
ARb(5) &= 6 - 0.9035037 - 0.2935661i
\end{aligned}$$

となる.

$$(z - ARa(k))(z - ARb(k))$$

の値を $k = 1$ から $k = 5$ まで掛けると、 $HARpoly$ の値となる.

$$\begin{aligned}
HARpoly(z) &= \prod_{k=1}^{ARorder/2} (z - ARa(k))(z - ARb(k)) \\
&= 0.5987369 + 1.050 \times 10^{-17} - 1.511 \times 10^{-7} z^2 \\
&\quad + 1.696 \times 10^{-16} z^3 - 1.410 \times 10^{-10} z^4 - 1.303 \times 10^{-15} z^5 \\
&\quad - 1.566 \times 10^{-7} z^6 + 7.207 \times 10^{-16} z^7 - 2.469 \times 10^{-7} z^8 + z^{10}
\end{aligned}$$

次に、 $HMApoly$ を求める.

$$\begin{aligned}
MAa(1) &= 0.7281153 + 0.5290067i \\
MAa(2) &= -0.7281153 + 0.5290067i \\
MAb(1) &= 0.7281153 - 0.5290067i \\
MAb(2) &= -0.7281153 - 0.5290067i
\end{aligned}$$

となり,

$$(z - MAa(k))(z - MAb(k))$$

の $k = 1$ から $k = 2$ の値を掛け合わせると $HMApoly$ になるので.

$$\begin{aligned}
HMApoly(z) &= \prod_{k=1}^{MAorder/2} (z - MAa(k))(z - MAb(k)) \\
&= (z^2 - 1.4562306z + 0.8099999)(z^2 + 1.4562306z + 0.8099999) \\
&= 0.6561000 + 2.712 \times 10^{-17} z - 0.5006076 z^2 + z^4
\end{aligned}$$

となる。
これらの値は scilab での結果とほぼ等しい。

2 課題 2

```
->roots(HARpolu)
```

で出力される HARpoly=0 の根が

```
->ARa
```

```
->ARb
```

と一致する事確かめよ、ただし、演算誤差ならびに推定誤差は必ず生じる。
同様に MA についても確かめよ。

2.1 解答

```
-->roots(HARpoly)
```

```
ans =
```

```
! 0.5583960 + 0.7685661i !  
! 0.5583960 - 0.7685661i !  
! -0.5583960 + 0.7685661i !  
! -0.5583960 - 0.7685661i !  
! 2.344E-16 + 0.95i      !  
! 2.344E-16 - 0.95i      !  
! 0.9035037 + 0.2935661i !  
! 0.9035037 - 0.2935661i !  
! -0.9035037 + 0.2935661i !  
! -0.9035037 - 0.2935661i !
```

行列の要素全てを指定する場合は、コロン「:」を使って以下のように出力する。

```
-->ARa(:)
```

```
ans =
```

```
! 0.9035037 + 0.2935661i !
! 0.5583960 + 0.7685661i !
! 5.817E-17 + 0.95i !
! - 0.5583960 + 0.7685661i !
! - 0.9035037 + 0.2935661i !
```

```
-->ARb(:)
```

```
ans =
```

```
! 0.9035037 - 0.2935661i !
! 0.5583960 - 0.7685661i !
! 5.817E-17 - 0.95i !
! - 0.5583960 - 0.7685661i !
! - 0.9035037 - 0.2935661i !
```

HMApoly についても同様に,

```
-->roots(HMApoly)
```

```
ans =
```

```
! 0.7281153 + 0.5290067i !
! 0.7281153 - 0.5290067i !
! - 0.7281153 + 0.5290067i !
! - 0.7281153 - 0.5290067i !
```

```
-->MAa(:)
```

```
ans =
```

```
! 0.7281153 + 0.5290067i !
! - 0.7281153 + 0.5290067i !
```

```
-->MAb(:)
```

```
ans =
```

! 0.7281153 - 0.5290067i !
! - 0.7281153 - 0.5290067i !

結果から, $HARpoly = 0$ も $HMApoly = 0$ も, それぞれ ARa, ARb, MAa, MAb と一致することがわかる.

3 課題3

AR,MA の r と s の値を変え、極零配置と伝達特性が自分の想像通りに変化する事確かめましょう。注意：AR 次数、MA 次数とも必ず偶数にして下さい。最低5種類の ARM 伝達特性を出力し、レポートに貼付けて下さい。

$$\begin{aligned}AR : r &= [0.95 \ 0.95 \ 0.95 \ 0.95 \ 0.95]; \\s &= [0.2 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.8 \ 1.0]; \\MA : r &= [0.80 \ 0.80]; \\s &= [0.4 \ 0.9];\end{aligned}$$

まず、次数を 10 にして上記のように設定した。振幅一定で角度の変化も等間隔にすると、AR フィルタが等間隔にピークをもつ。
MA フィルターはそのままの値にした。特性が低音よりになった。

$$\begin{aligned}AR : r &= [0.10 \ 0.20 \ 0.40 \ 0.80]; \\s &= [0.2 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.8]; \\MA : r &= [0.5 \ 0.6 \ 0.3 \ 0.8]; \\s &= [0.4 \ 0.9 \ 1.3 \ 1.8];\end{aligned}$$

つぎに、次数を 8 にして振幅を等比数列にした。50Hz を切り取るようなフィルターになった。
210Hz 付近でピークを迎える、ハイパス (バンドパス) フィルターのようになった。

$$\begin{aligned}AR : r &= [0.15 \ 0.30 \ 0.45 \ 0.60 \ 0.75 \ 0.90]; \\s &= [0.30 \ 0.60 \ 0.90 \ 1.20 \ 1.50 \ 1.80];\end{aligned}$$

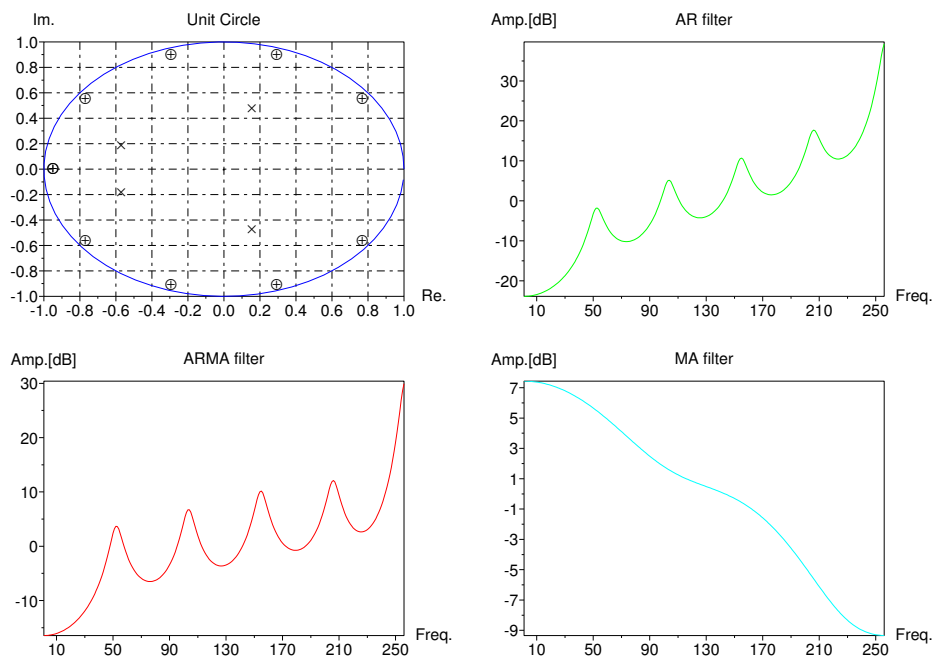


図 1: パターン 1

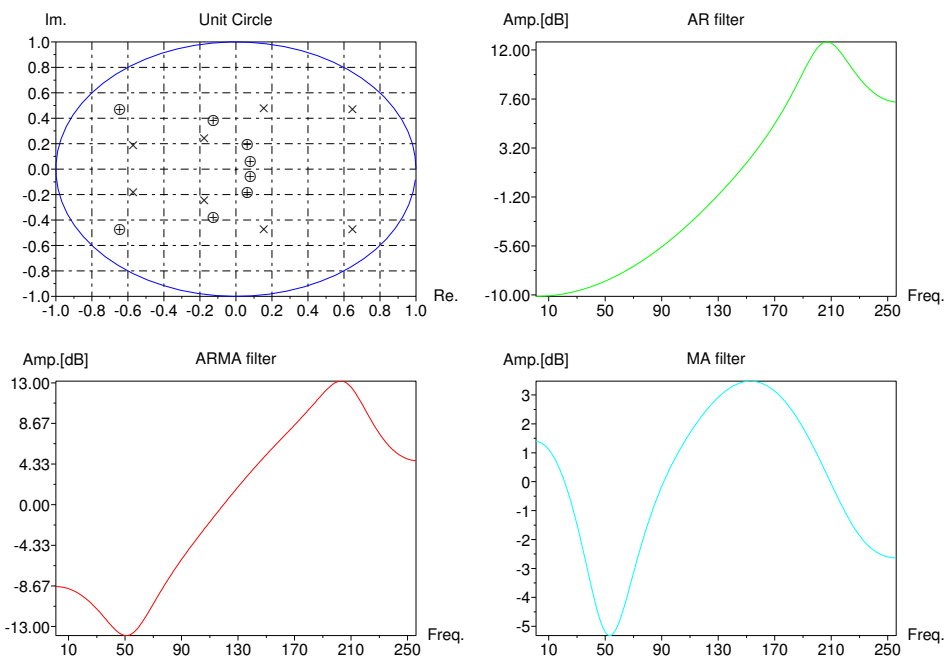


図 2: パターン 2

$$MA : r = [0.5 \ 0.6 \ 0.3 \ 0.8];$$

$$s = [0.4 \ 0.9 \ 1.3 \ 1.8];$$

次数を 12, 振幅は等差数列, 角度も等差的に設定. こんどは AR フィルター

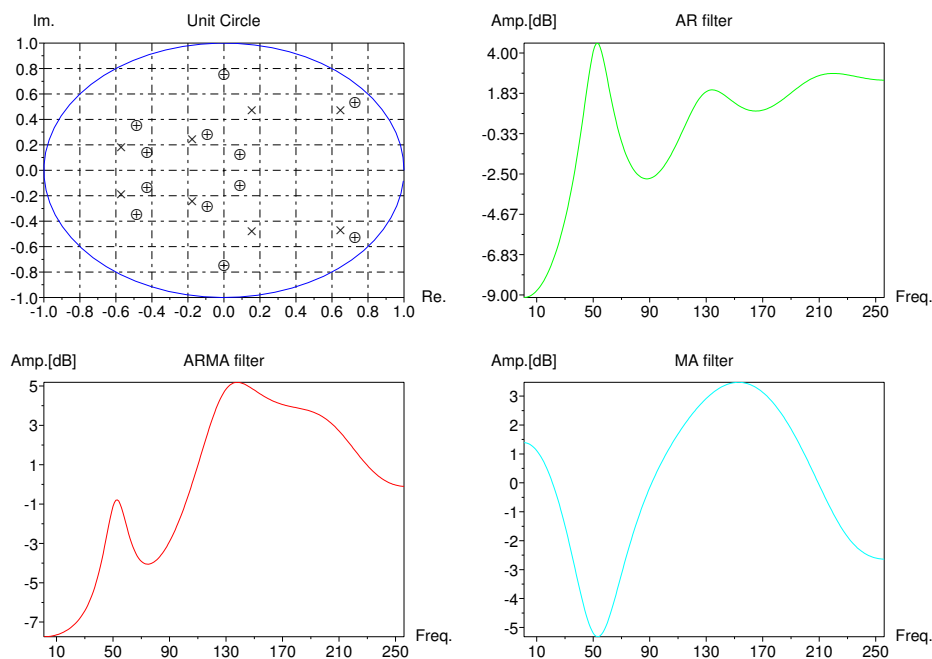


図 3: パターン 3

の 50Hz 近傍がピークをもち, MA フィルターは 50Hz を谷としている. 合わせると特に意味はない様に思える. 実際, 切角の特性が殺されてしまっている.

$$AR : r = [0.15 \ 0.30 \ 0.45 \ 0.60 \ 0.75 \ 0.90];$$

$$s = [0.30 \ 0.60 \ 0.90 \ 1.20 \ 1.50 \ 1.80];$$

$$MA : r = [0.5 \ 0.6 \ 0.3 \ 0.8 \ 0.2 \ 1.2];$$

$$s = [0.4 \ 0.5 \ 0.9 \ 1.3 \ 1.8 \ 2.2];$$

MA フィルターの振幅をランダムに変化させた. ハイパスフィルタになるが, やはり特定の区間でピークを持ってしまった.

$$AR : r = [0.15 \ 0.95];$$

$$s = [0.35 \ 1.15];$$

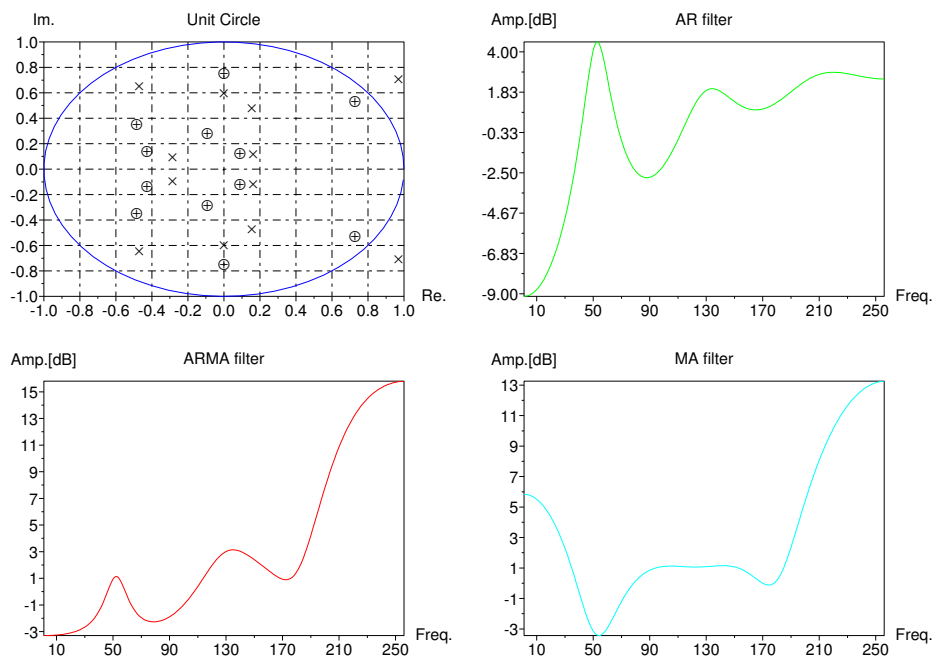


図 4: パターン 4

$$MA : r = [0.5 \ 1.2];$$

$$s = [1.8 \ 2.2];$$

次数を4にして、あからさまなハイパスを狙ってみた。結果のとおり、ARで

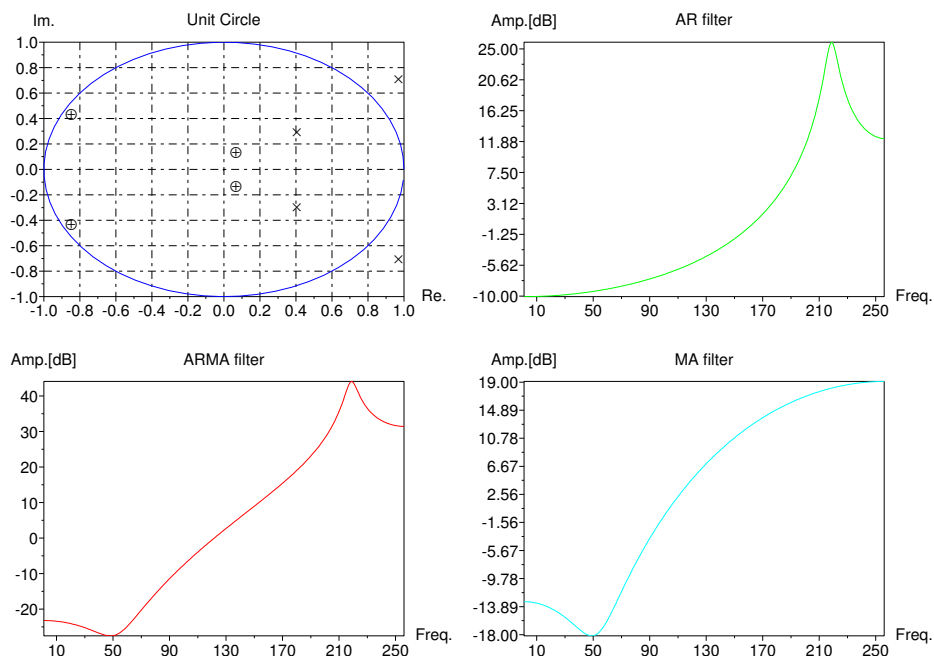


図 5: パターン 5

も MA でもハイパスな特性をもっている。
パターン 2 よりも遥かに強いハイパス特性を実現できた。