

In The Name of God



Sharif University of Technology

Dr. Shamsolahi

Amirreza Hatamipour

97101507

بخش یک:

الف) سوفل قلب یک صدای اضافی در قلب می باشد که می تواند به دلیل نرسیدن خون به آن و یا کم رسیدن به آن اتفاق بیوفتد که سه نوع دارد:

1. سوفل سیستولیک : زمانی که قلب خون را به بقیه بدن پمپاژ می کند
2. سوفل دیاستولیک : زمانی که قلب در بین ضربان ها آرام می شود تا پر از خون شود
3. سوفل مداوم : در طول ضربان قلب.

از علائم آن می توان به : غش کردن، سرگیجه، درد قفسه سینه، تنگی نفس، تورم در پاها و بازوها یا ناحیه شکم، سرفه مداوم اشاره کرد.

ب) توابع خواسته را می نویسیم و در قسمت بعد به چک کردن آنها می پردازیم.

برای روش پریودگرام، ابتدا با توجه به خواسته سوال، پنجره مورد نظر را از کاربر می گیریم، بعد که پنجره رو اعمال کردیم از آن تبدیل فوریه می گیریم سپس از آن برای محاسبه چگالی طیف استفاده می کنیم:

$$x_w[n] = x[n] * w$$
$$S_x(e^{jw}) = \frac{1}{M} |x_w(e^{jw})|^2$$

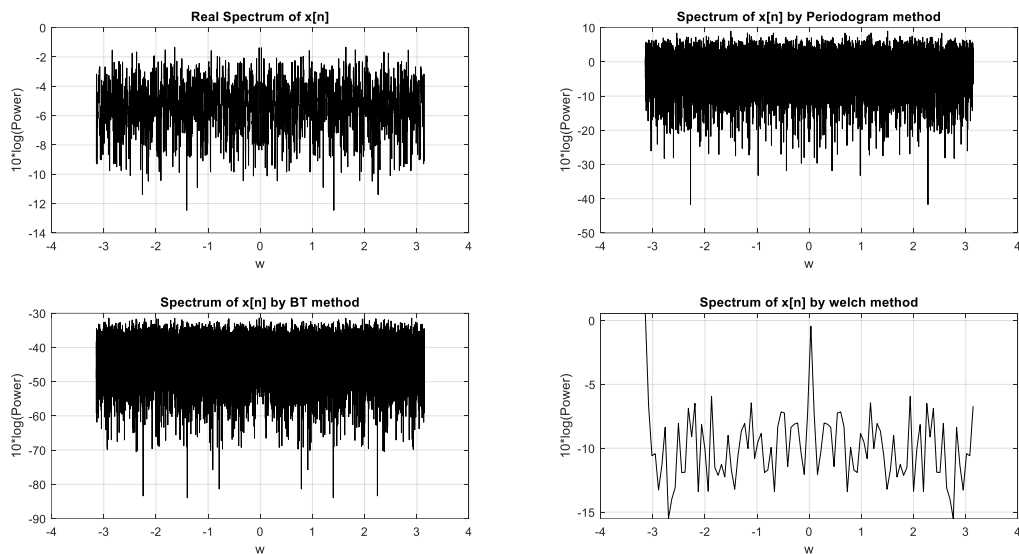
در روش BT هم مشابه روش قبل، بعد از گرفتن اندازه پنجره و نوع آن، آنرا بر روی سیگنال اعمال کرده سپس تبدیل فوریه می گیریم و در نهایت چگالی رو محاسبه می کنیم.

در روش welch هم سیگنال را به سیگنال های کوچکتر تبدیل می کنیم از سیگنال جدید تولید شده مشابه روش های قبل استفاده می کنیم. می توانیم سیگنال های کوچک را با اورلپ انتخاب کنیم.

ج) حال با توابع نوشته شده به محاسبه چگالی طیف توان را تخمین می زنیم.

1- نویز سفید با واریانس یک

نویز را تولید می کنیم. نتیجه چهار روش را مشاهده می کنیم:

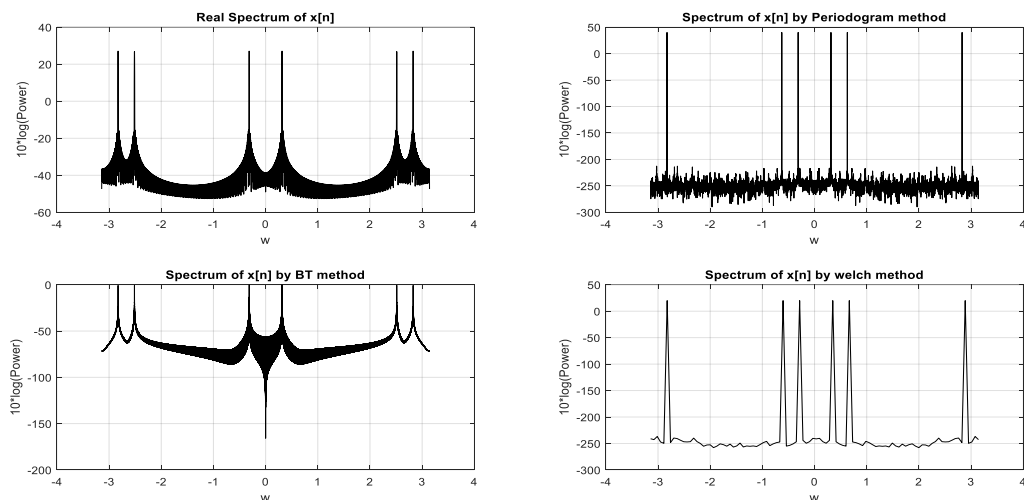


از آنجایی که نویز ما سفید می باشد، لذا چگالی طیف آن باید بطور یکنواخت توزیع شده باشد. در این مورد بنظر می رسد که روش welch به دلیل اینکه سیگنال را قطعه قطعه می کند با این طولی که در نظر گرفتیم منجر به خراب شدن طیف می شود. بقیه روش ها بنظر درست تخمین را می زنند.

2- سیگنال زیر:

$$x[n] = 2\cos(2\pi f_1 n + \theta_1) + 2\cos(2\pi f_2 n + \theta_2) + 2\cos(2\pi f_3 n + \theta_3)$$

نتایج بصورت زیر می شود:

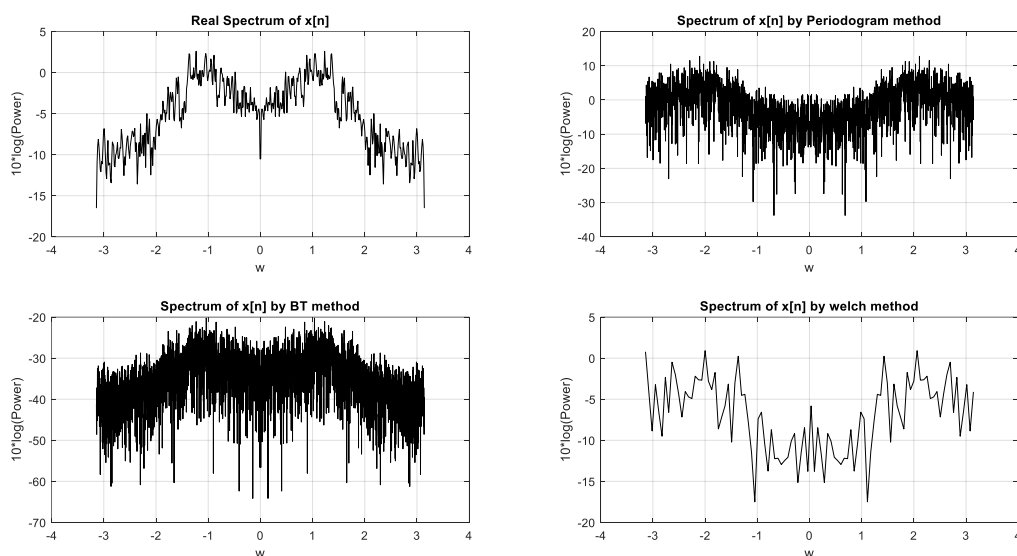


همانطور که می بینیم تقریباً همه روش ها توانستن قله ها را به درستی تشخیص بدن. روش پریودگرام به خوبی این تشخیص را انجام داده است. روش BT اندکی قله ها رو تضعیف کرده و در اخر روش welch هم اندکی قله ها را پخش کرده است.

3- فرایند AR با تابع تبدیل زیر:

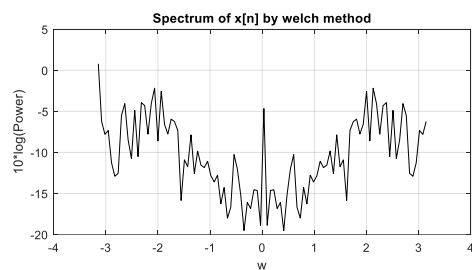
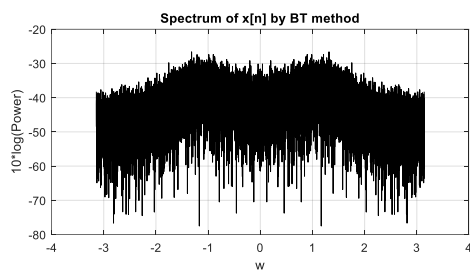
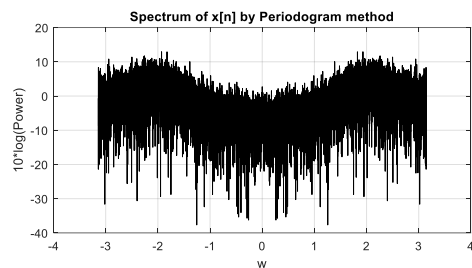
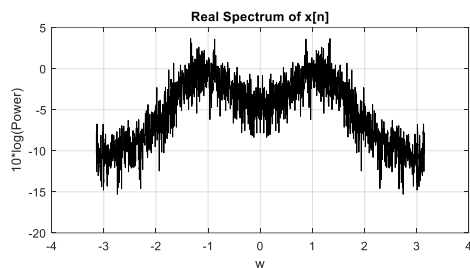
$$H(z) = \frac{1}{1 - 0.5z^{-1} + 0.4z^{-2}}$$

نتایج تخمین بصورت زیر می شود:

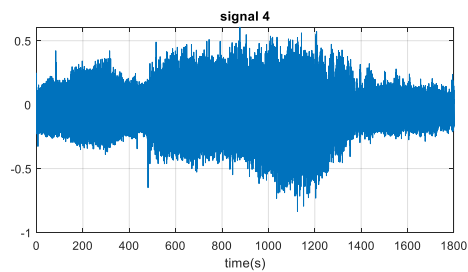
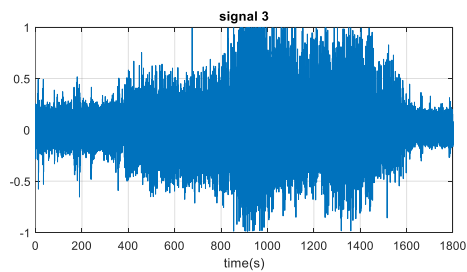
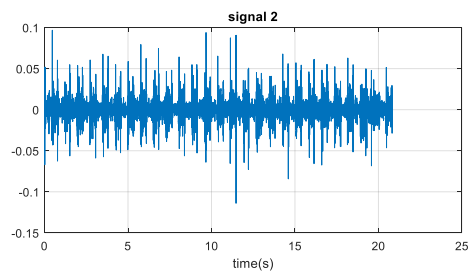
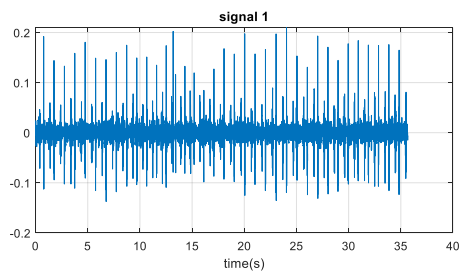


همانطوری که در شکل بالا مشاهده می کنیم، دو روش پریودگرام و BT دارای نویز بسیار زیادی می باشند. اما روش welch تقریباً مشابه تابع pwelch طیف را تخمین زده است.

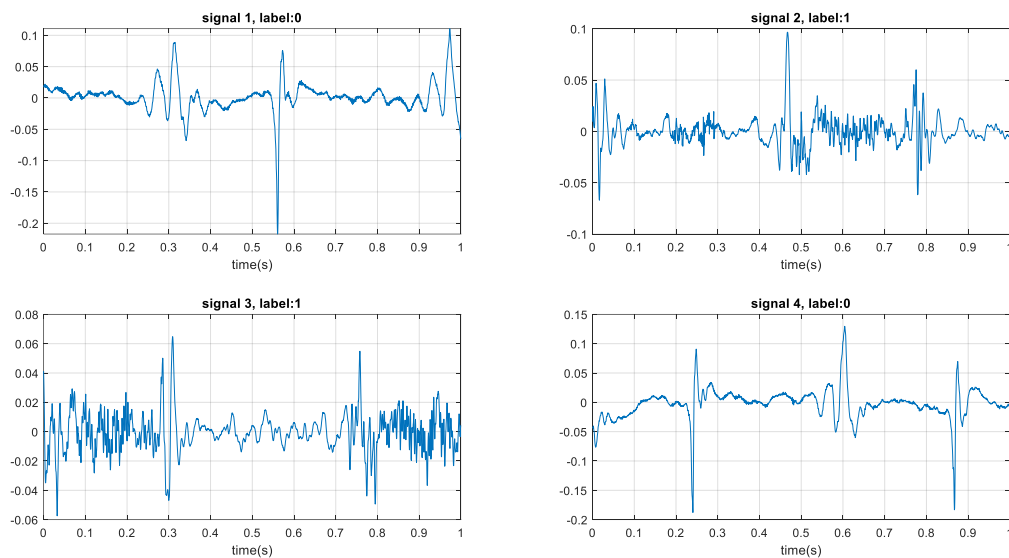
شکل زیر هم حاصل از حالت اولیه که منجر به یک سیگنال ناپایدار می شد می باشد:



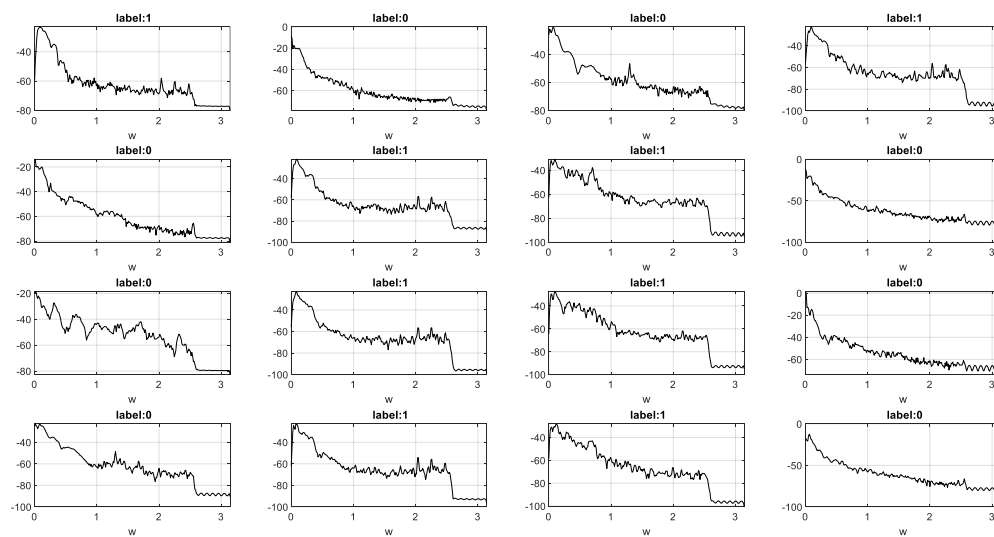
د) سیگنال های مورد نظر را می خوانیم و آنها را در واحد زمان بعد از پیش پردازش های گفته شده رسم می کنیم:



حال از سیگنال های فوق 20 قطعه یک ثانیه ایی جدا می کنیم و بصورت رندوم چهارتا از آنها بعنوان داده تست انتخاب می کنیم:



حال برای سیگنال های باقی مانده چگالی طیف را رسم می کنیم:

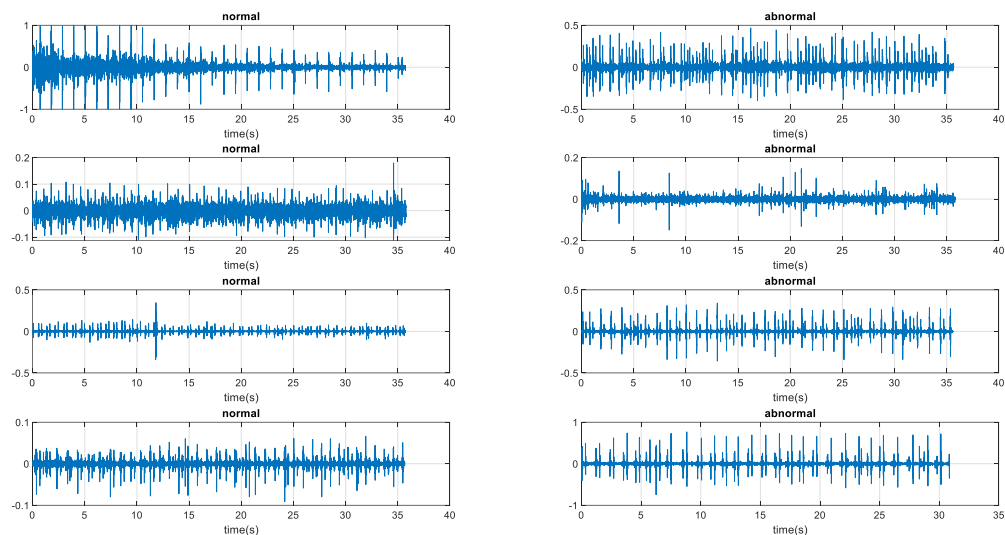


همانطور که مشاهده می کنیم، در بازه های آخر فرکانسی در سیگنال های سالم (سیگنال های سالم را یک در نظر گرفتیم)، یک افت ناگهانی در محتوای فرکانسی اتفاق می افتد که این روند در سیگنال بیمار بصورت پیوسته می باشد. لذا معیار طبقه بندی را همین معیار قرار می دهیم و به نتیجه زیر می رسیم:

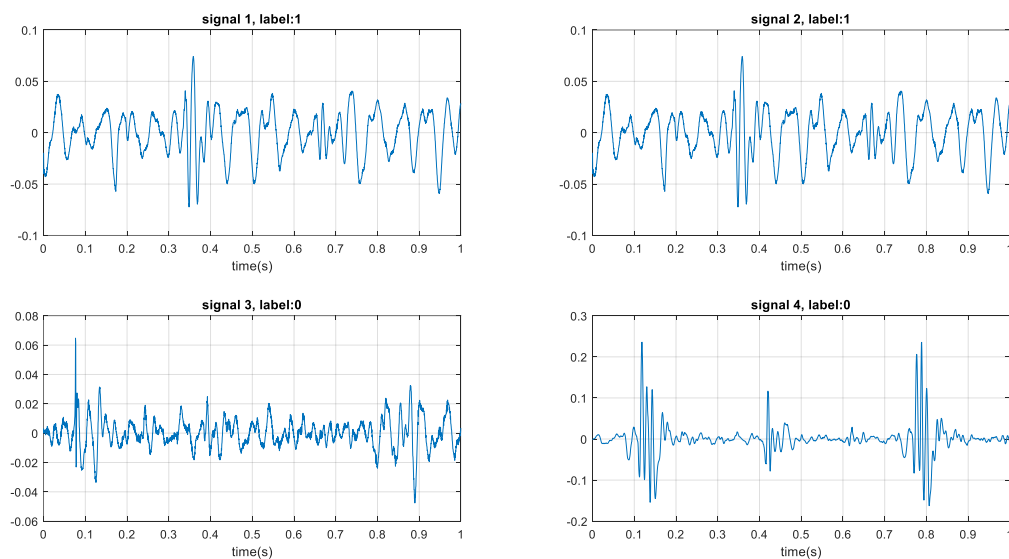
```
ans =  
      'test 1: estimate:0, real, 0'  
  
ans =  
      'test 2: estimate:1, real, 1'  
  
ans =  
      'test 3: estimate:0, real, 1'  
  
ans =  
      'test 4: estimate:0, real, 0'
```

که همانطور که می بینیم در 75% مواقع به درستی پیش بینی کرده است.

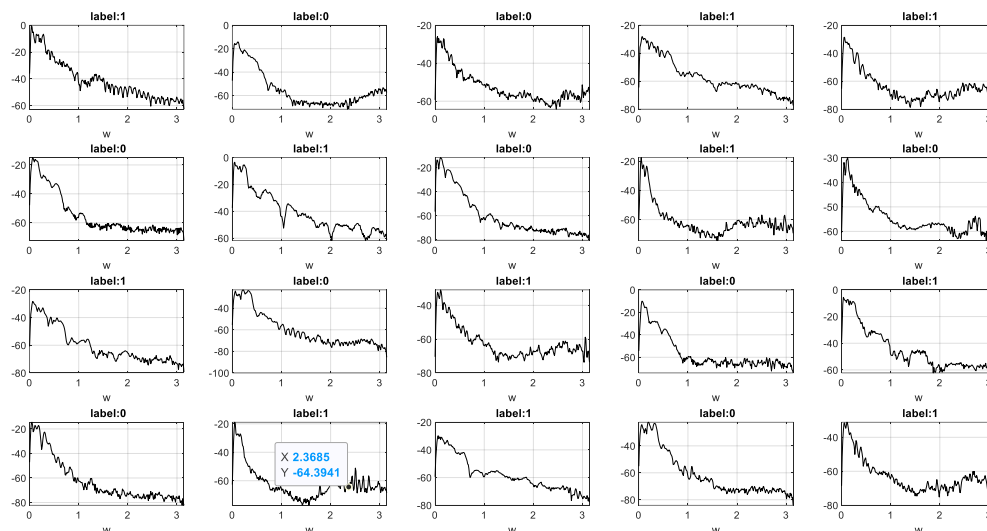
امتیازی: چند نمونه سیگنال را از سایت مسابقه مطرح شده می خوانیم. سیگنال ها بصورت زیر می باشند:



مشابه روند قسمت قبل، بعد از جدا کردن 24 قسمت یک ثانیه ایی از سیگنال های فوق، داده های تست ما بصورت زیر می باشد:



حال چگالی طیف توان را برای 20 سیگنال باقی مانده بصورت زیر رسم می کنیم:



برای این قسمت، همانطور که مشاهده می کنیم در سیگنال های سالم در فرکانس های پایانی یک افزایشی در محتوای فرکانسی رخ می دهد که همین را بعنوان معیار در نظر می گیریم.

```
ans =

    'test 1: estimate:1, real, 1'

ans =

    'test 2: estimate:1, real, 1'

ans =

    'test 3: estimate:1, real, 0'

ans =

    'test 4: estimate:0, real, 0'
```

همانطور که مشاهده می کنیم در 75% مواقع طبقه بند ما به درستی عمل می کند.

سوال دو:

الف و ب) دو تابع برای تخمین مرتبه مدل و همچنین ضرایب آن می نویسیم. برای مدل AR از روش Levinson-Durbin استفاده می کنیم که در آن هم مرتبه و هم ضرایب طبق الگوریتمی که در اسلاید ها وجود دارد بدست میاید. شرط توقف الگوریتم هم کمتر بودن خطا از یک ترشهولدی در نظر می گیریم.

برای مدل MA، از معیار سفید بودن نویز خروجی هنگامی که ضرایب را بدست آوردیم و سیگنالمون را بعنوان ورودی به سیستم معکوس آن دادیم استفاده می کنیم. واریانس سیگنال خروجی را محاسبه می کنیم و نزدیک ترین را به یک بعنوان تخمین مدل در نظر می گیریم.

پایداری این روش خیلی زیاد به شرایط اولیه ما بستگی دارد. همچنین به دلیل اینکه در شرایطی برای محاسبه ضریب b_0 ممکن است زیر رادیکال منفی شود، ضرایب مختلط بدست می آید.

ج) 1- برای مدل AR داده شده با تابع تبدیل زیر سیگنالی را تولید و سپس به مدل تخمینگر AR می دهیم.

$$H(z) = \frac{1}{1 - 1.352z^{-1} + 1.338z^{-2} - 0.662z^{-3} + 0.24z^{-4}}$$

نتایج تخمین بصورت زیر می شود:

A =

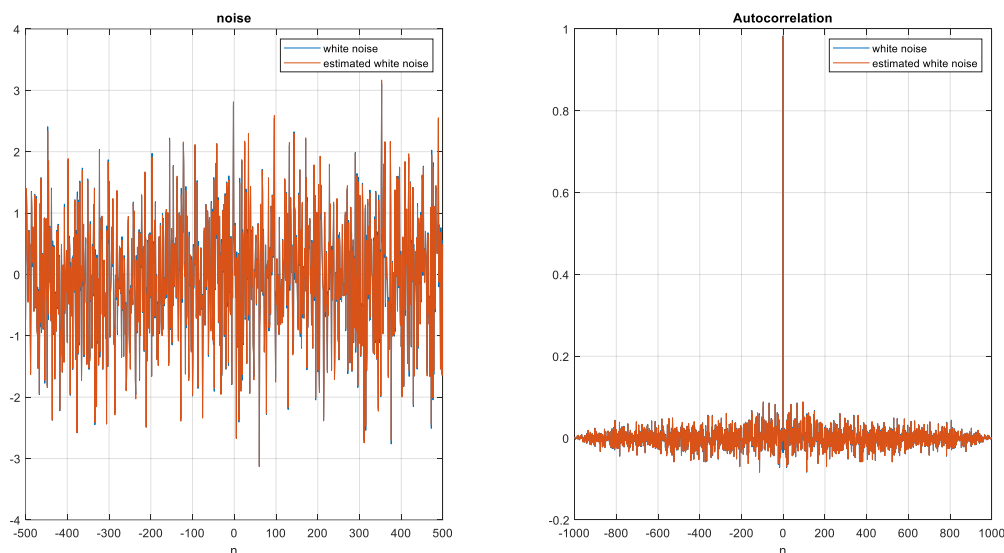
1.0000 -1.3859 1.3270 -0.6623 0.2025

p =

4

همانطور که مشاهده می کنیم هم مرتبه مدل و هم تقریباً ضرایب به درستی تخمین زده شده اند.

اگر سیگنال مشاهده را به سیستم معکوس با ضرایب تخمین زده شده بدهیم، سیگنال خروجی به همراه نویز اولیه در شکل زیر می بینیم:



همانطور که می بینیم سیگنال تخمین زده شده با ضرایب ما بسیار نزدیک به نویز سفید می باشد.

اگر سیگنال را به یک مدل MA می دهیم و تخمین بصورت زیر می باشد:

```
b_est =
Columns 1 through 6
    2.5487 + 0.0000i    0.0000 - 1.2361i    0.0000 - 0.0276i    0.0000 + 0.5528i    0.0000 + 0.4037i    0.0000 + 0.0692i

Columns 7 through 8
    0.0000 - 0.0718i    0.0000 - 0.0379i

q_est =
    7
```

2- - برای مدل MA داده شده با تابع تبدیل زیر سیگنالی را تولید و سپس به مدل تخمینگر MA می دهیم.

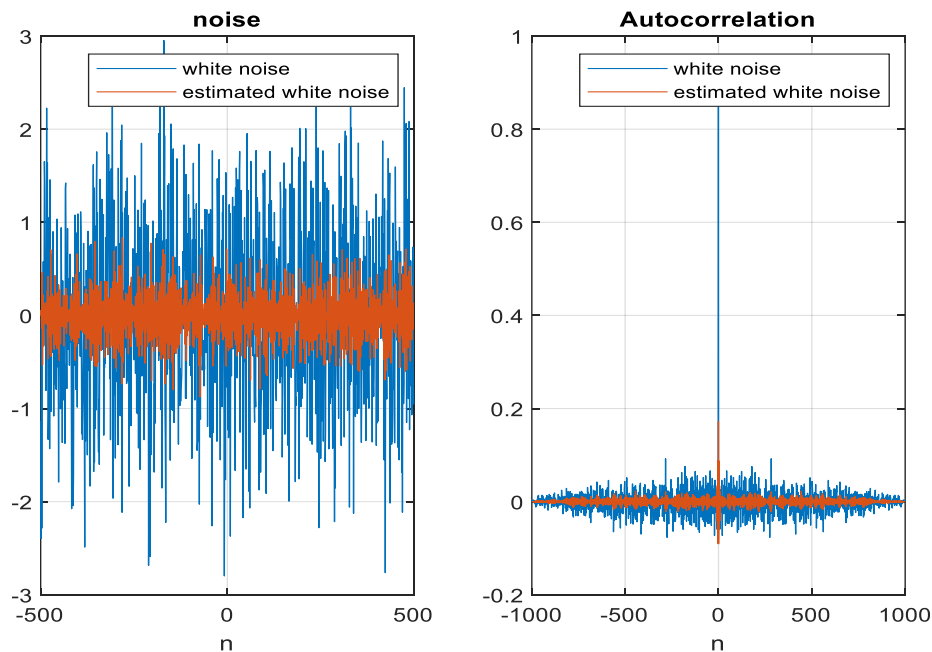
$$H(z) = 1 - 2.76z^{-1} + 3.809z^{-2} - 2.654z^{-3} + 0.924z^{-4}$$

نتایج تخمین بصورت زیر می شود:

```
b_est =  
|  
0.0000 +17.7951i -15.1122 + 0.0000i 2.8153 + 0.0000i -0.9222 + 0.0000i -0.0259 + 0.0000i  
  
q_est =  
4
```

همانطور که مشاهده می کنیم مرتبه مدل درست تخمین زده شده ولی ضرایب آن بدرستی تخمین نزده شده است.

اگر سیگنال مشاهده را به سیستم معکوس با ضرایب تخمین زده شده بدهیم، سیگنال خروجی به همراه نویز اولیه در شکل زیر می بینیم:



همانطوری که می بینیم نویز ما سیفید می باشد ولی با نویز اولیه تفاوت دارد. اگر این مدل را با تخمینگر MA امون تخمین بزنیم بصورت زیر می شود:

```

a_est =

Columns 1 through 12
    1.0000    2.7227    3.7196    2.5659   -0.6807   -4.2781   -5.7898   -3.9077    0.4873    4.8706    6.6077    4.6777

Columns 13 through 24
    0.2320   -4.1417   -6.0357   -4.5777   -0.8323    2.8915    4.5432    3.5638    0.9057   -1.6988   -2.9050   -2.4205

Columns 25 through 36
   -0.9044    0.6555    1.4848    1.3882    0.6444   -0.1999   -0.7322   -0.7423   -0.3692    0.0565    0.2789    0.2402

Column 37
    0.0965

p_est =

    36

```

3- سیگنال نویز ورودی را به مدل ARMA زیر می دهیم:

$$H(z) = \frac{1 - 0.2z^{-1} + 0.04z^{-2}}{1 - 1.352z^{-1} + 1.338z^{-2} - 0.662z^{-3} + 0.24z^{-4}}$$

سیستم را به دو سیستم AR و MA می شکونیم. ابتدا با سیگنال مشاهده مرتبه مدل AR سیستم را تخمین میزنیم سپس با استفاده از معکوس سیستم AR تخمین زده شده، سیگنال تولیدی بعد از سیستم MA را (v) تشکیل میدهیم. حال این سیگنال را به تخمینگر می دهیم تا مرتبه مدل بدست بیاید.

```

a_est =

    1.0000   -1.1323    1.0717   -0.4563    0.1655

p_est =

     4

b_est =

    0.9881 + 0.0000i    0.0000 + 0.0002i

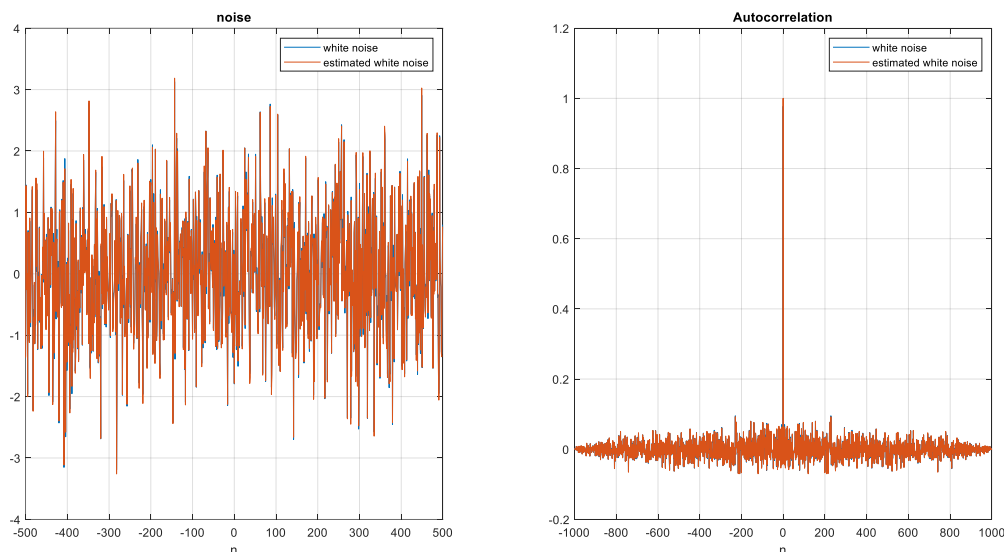
q_est =

     1

```

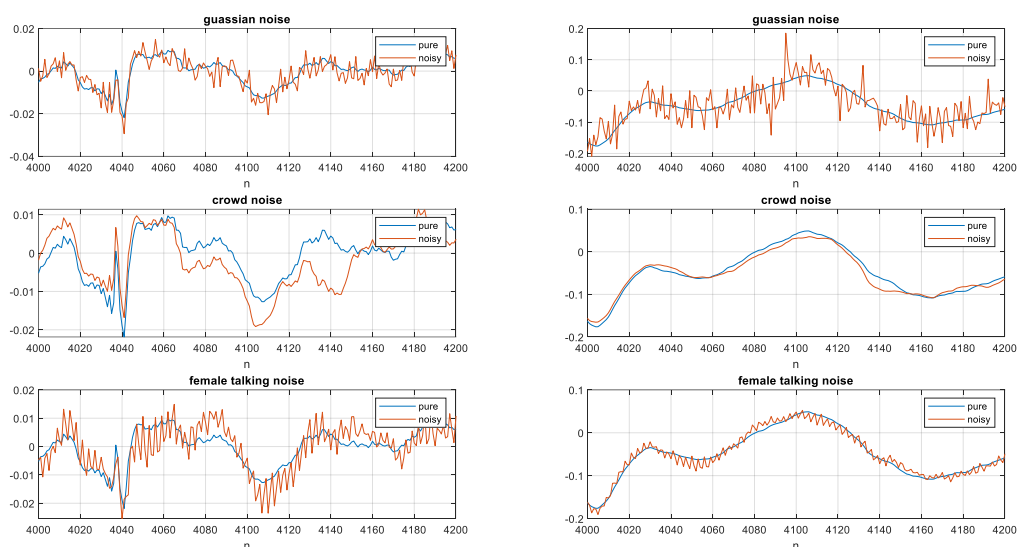
همانطور که مشاهده می کنیم، مرتبه AR مدل بدرستی تشخیص داده شده است ولی ضرایب آن تفاوت دارد.

اگر سیگنال مشاهده را به سیستم معکوس با ضرایب تخمین زده شده بدهیم، سیگنال خروجی به همراه نویز اولیه در شکل زیر می بینیم:

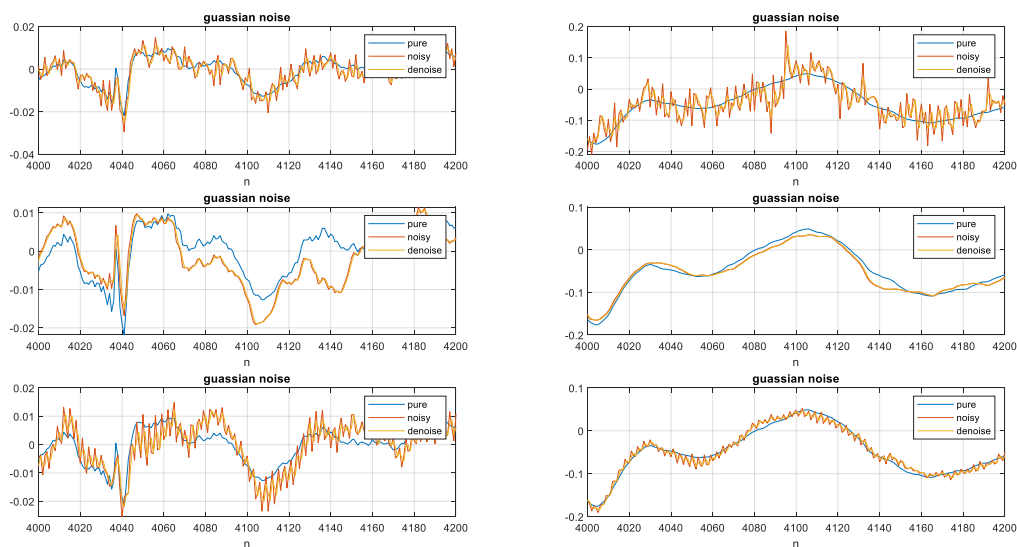


همانطور که می بینیم سیگنال تخمین زده شده با ضرایب ما بسیار نزدیک به نویز سفید می باشد.

د) دو سیگنال سالم و بیمار را با سه نویز گفته شده ترکیب می کنیم و نتیجه بصورت زیر میشود:



حال سیگنال های نویزی را به مدل تخمینگر AR می دهیم سپس با سیستم معکوس این مدل تخمینگر شده را از سیگنال نویزی کم می کنیم و نتیجه زیر حاصل شده:



معیار RRMSE را که بصورت زیر تعریف می شود:

$$RRMSE = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{32} \sum_{t=1}^T (x_{org}^{(n)}(t) - x_{den}^{(n)}(t))^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{32} \sum_{t=1}^T (x_{org}^{(n)}(t))^2}}$$

که نتایج برای قبل و بعد انجام دی نویزینگ بصورت زیر می باشد:

	RRMSE before denoising	RRMSE after denoising
سیگنال سالم با نویز گاوسی	0.1814	0.1452
سیگنال سالم با سروصدا	1.6792	1.6709
سیگنال سالم با صدای زنان	0.3457	0.3446
سیگنال بیمار با نویز گاوسی	0.1993	0.14058
سیگنال بیمار با سروصدا	0.3440	0.3435
سیگنال بیمار با صدای زنان	0.1842	0.1842

همانطور که می بینیم تاثیری آنچنانی در حذف نویز ندارد. به دلیل اینکه مدل MA ما هم مختلط می شد نمی توانستیم از آن استفاده کنیم.

باتشکر ☺