

3/24/2024

آز پردازش سیگنال و تصاویر

پزشکی

گزارش آزمایش سوم

محمدحسین شفیعی زادگان

99104781

محمدجواد نوروزی

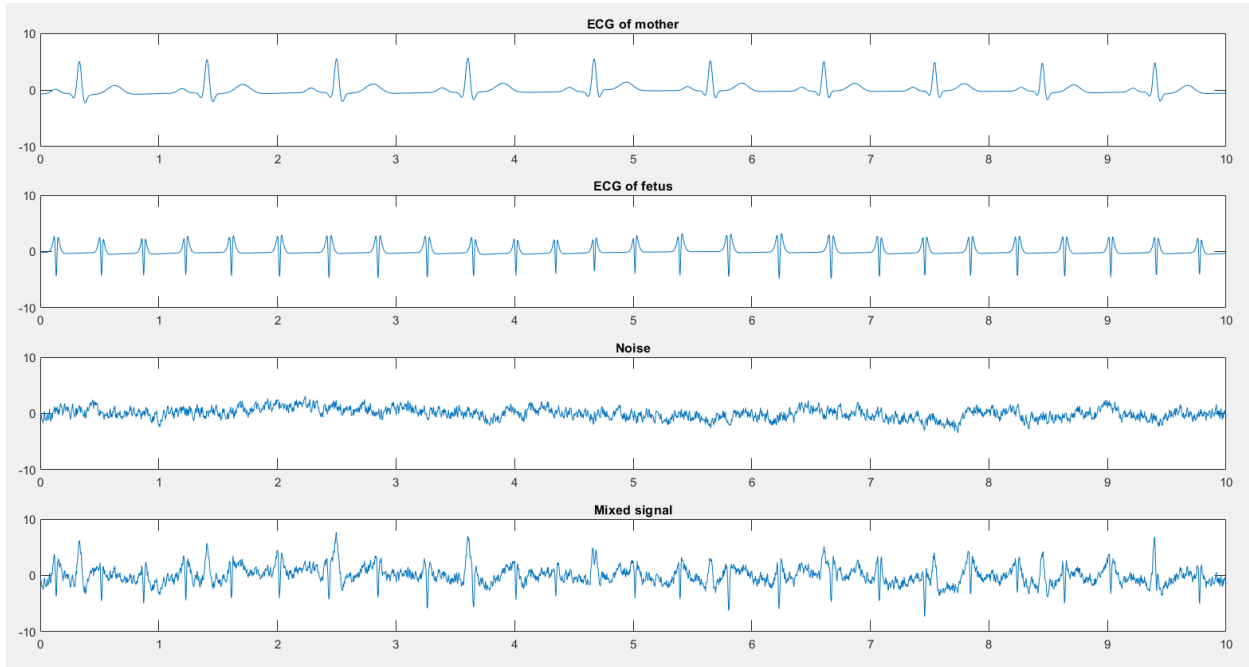
99102434

| | |
|----|---|
| 2 | بخش اول: توضیح ابتدایی در مورد دادهها |
| 2 | سیگنال زمانی |
| 2 | طیف توان |
| 3 | میانگین و واریانس |
| 3 | هیستوگرام |
| 4 | بخش دوم: جداسازی سیگنال ها با استفاده از SVD |
| 7 | بخش سوم: جداسازی منابع با استفاده از ICA |
| 7 | 1-محاسبه و ذخیره ماتریس های W ، Z و وارون W |
| 7 | 2- Scatter plot |
| 8 | 3-رسم ستون های Z |
| 9 | 4-رسم داده های بازیابی شده با ICA |
| 9 | بخش چهارم: مقایسه ها |
| 9 | 1-رسم چند نمودار |
| 11 | 2-رسم سیگنال مطلوب بازسازی شده از دو روش |
| 11 | 3-محاسبه ضرایب همبستگی |
| 12 | 4-مقایسه نهایی |
| 12 | 5-مهم ترین نکته ای که از این آزمایش آموختید |

بخش اول: توضیح ابتدایی در مورد داده‌ها

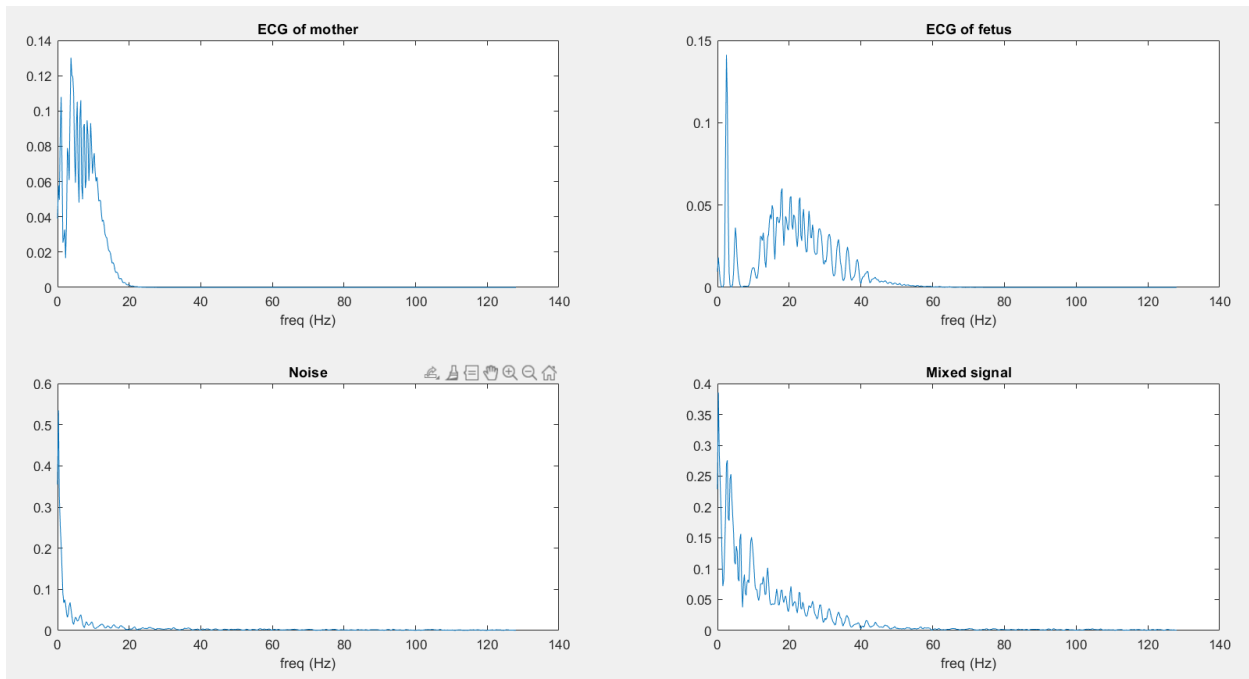
سیگنال زمانی

سیگنال ECG مادر، جنین، سیگنال نویز و سیگنال مخلوط را در شکل زیر مشاهده می‌کنیم.



طیف توان

طیف توانی این سیگنال‌ها به صورت زیر است:



به خوبی مشاهده می شود که سیگنال ECG مادر دارای محتوای در فرکانس های پایین و به طور عمده در بازه فرکانسی $0 - 15\text{ Hz}$ می باشد و در مقایسه سیگنال ECG جنین در فرکانس های بالاتری و در بازه فرکانسی $15 - 40\text{ Hz}$ به طور عمده دارای توان و محتوای فرکانسی است. هم چنین می توان مشاهده کرد که PSD سیگنال نویز از فرم $\frac{1}{f}$ پیروی می کند.

میانگین و واریانس

میانگین و واریانس این سیگنال ها را در زیر مشاهده می کنیم.

```
Command Window

ECG of Mother
average = -2.466172e-10 - variance = 9.996094e-01

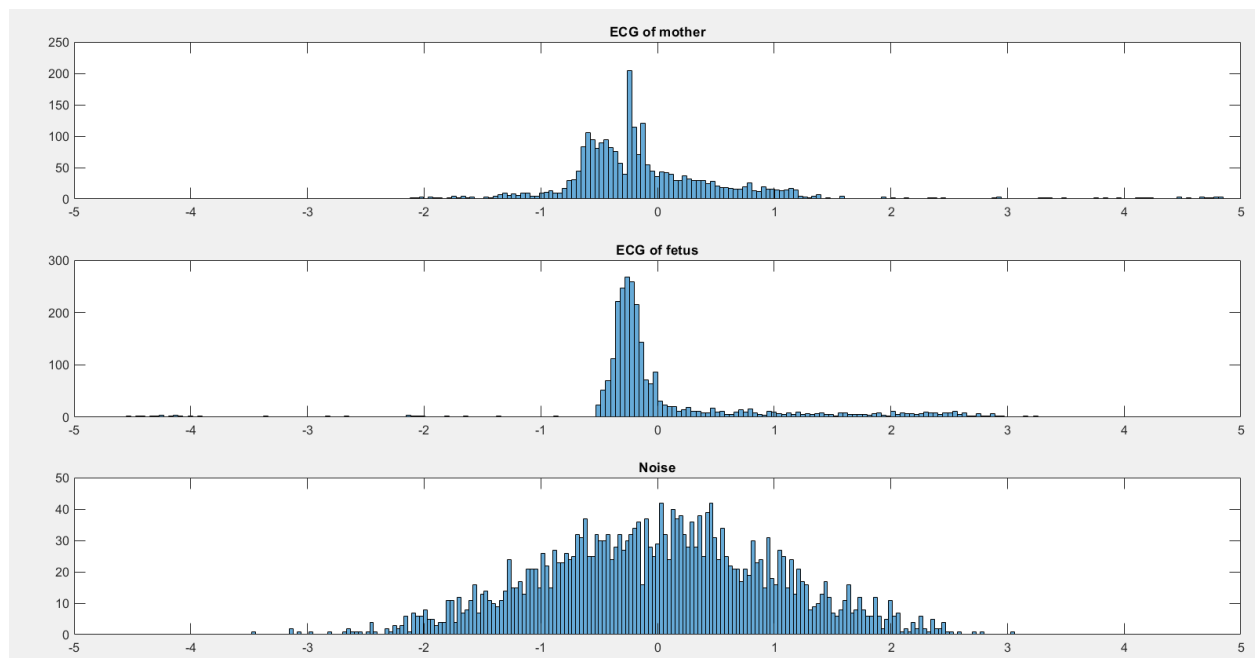
ECG of fetus
average = -4.250043e-10 - variance = 9.996094e-01

Noise
average = -4.769103e-10 - variance = 9.996094e-01
```

مشاهده می شود واریانس این سیگنال ها کاملاً با یکدیگر برابر است و میانگین آن ها بسیار به هم نزدیک است و قابل تفکیک از یکدیگر نیستند.

هیستوگرام

هیستوگرام این سیگنال ها به صورت زیر است:



ممان مرتبه 4 آن ها به صورت زیر است:

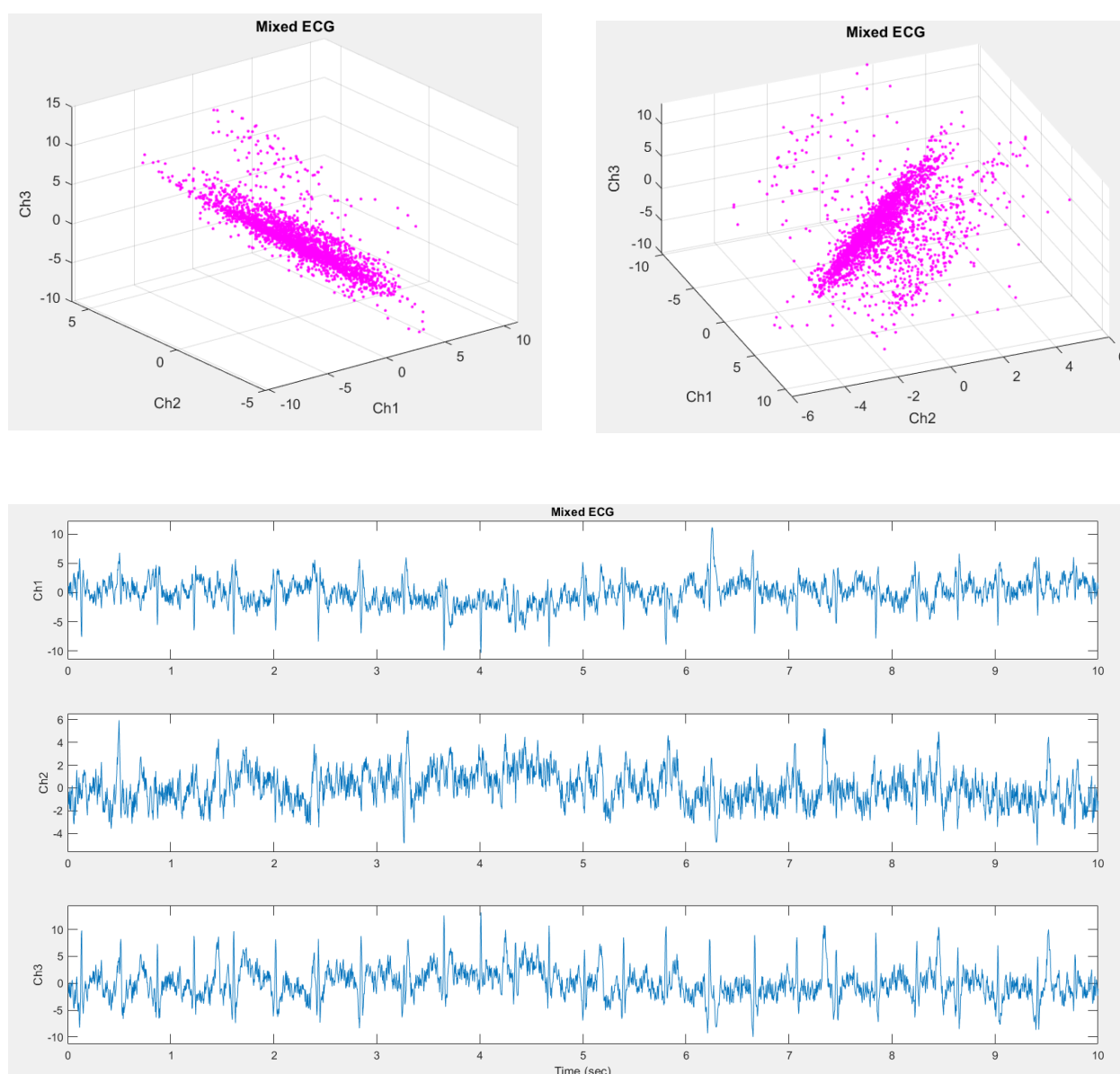
```
kurtosis of Mother ECG = 1.404209e+01
kurtosis of Fetus ECG = 8.990122e+00
kurtosis of noise = 2.766235e+00
```

ممان مرتبه 4 برای توزیع گوسی برابر با 3 می باشد. با توجه به مقادیر به دست آمده می توان نتیجه گرفت که توزیع سیگنال ECG مادر و جنین Leptokurtic هستند به این معنی که در مقایسه به توزیع گوسی آنها دم های چاق تری دارند که نشان دهنده احتمال بالاتری از رخ دادن داده پرت در مقایسه با توزیع نرمال است.

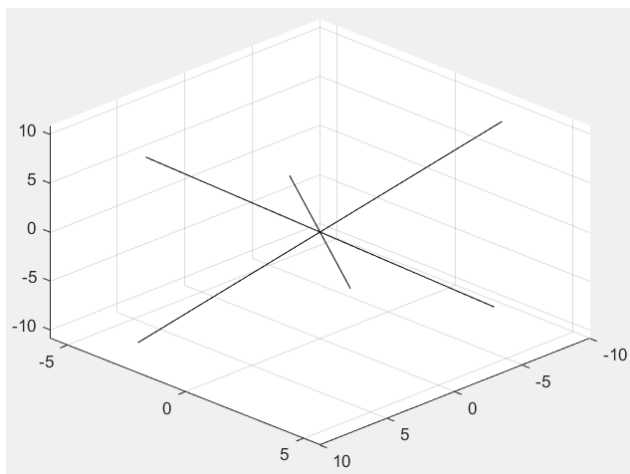
سیگنال نویز دارای ممان مرتبه 4 نزدیک به این مقدار برای توزیع گوسی دارد که همان طور که از هستوگرام مشخص است، توزیع آن به توزیع گوسی شبیه تر است.

بخش دوم: جداسازی سیگنال ها با استفاده از SVD

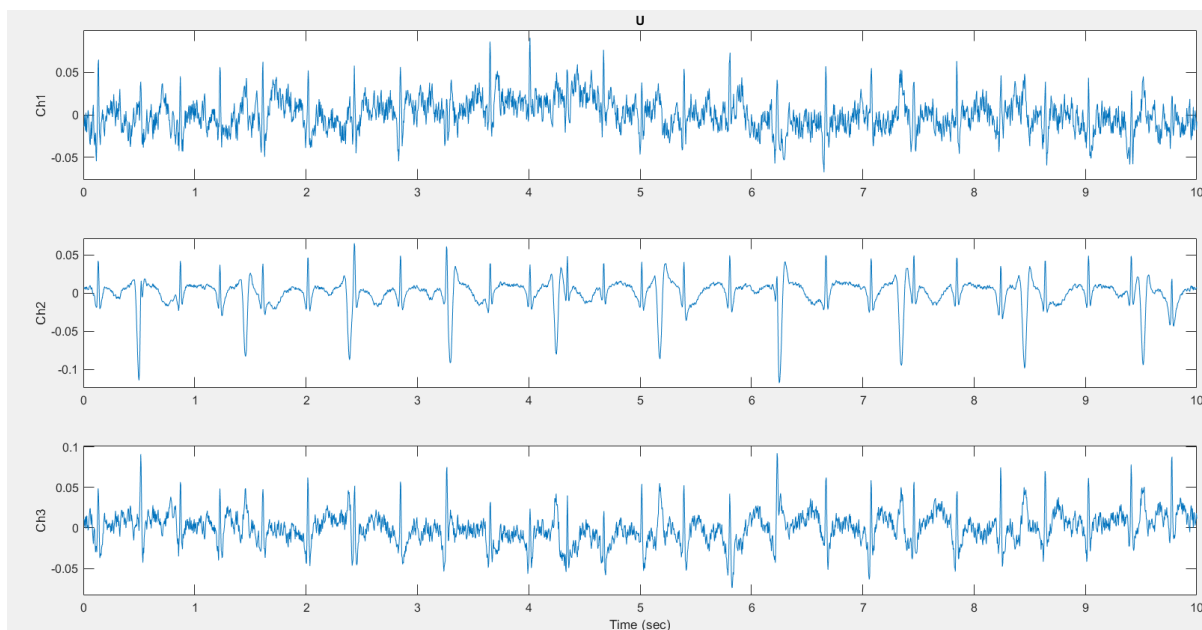
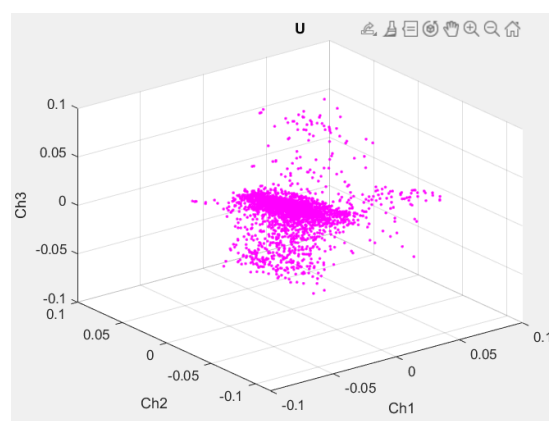
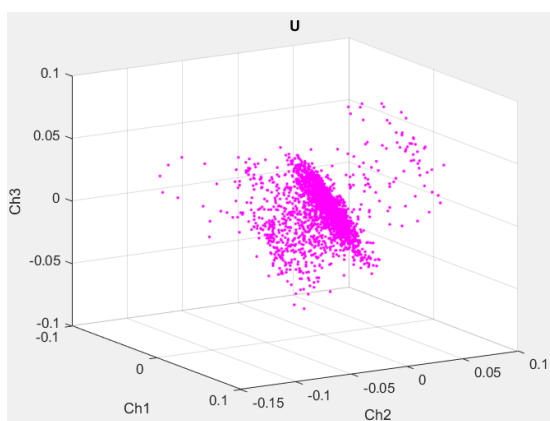
سیگنال مخلوط شده در فضای سه بعدی و همچنین سیگنال ثبت شده توسط الکترودها را در شکل زیر مشاهده می کنیم.



حال پس از اعمال تجزیه SVD، راستای ستون های ماتریس V را در فضای سه بعدی در شکل زیر مشاهده می کنیم.

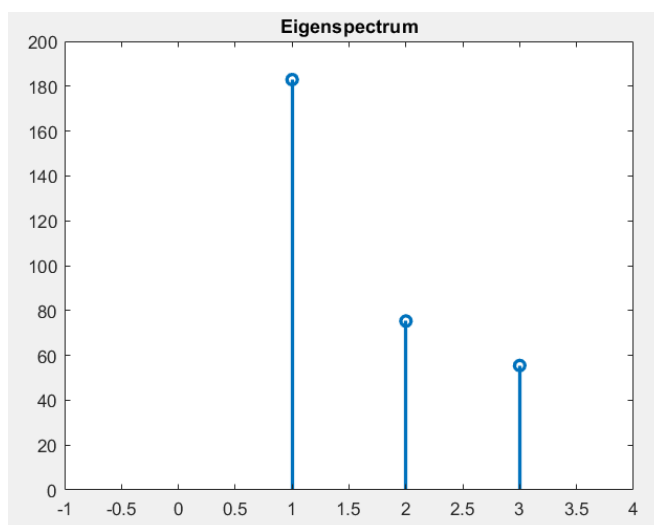


حال سه ستون اول ماتریس U را رسم می کنیم.

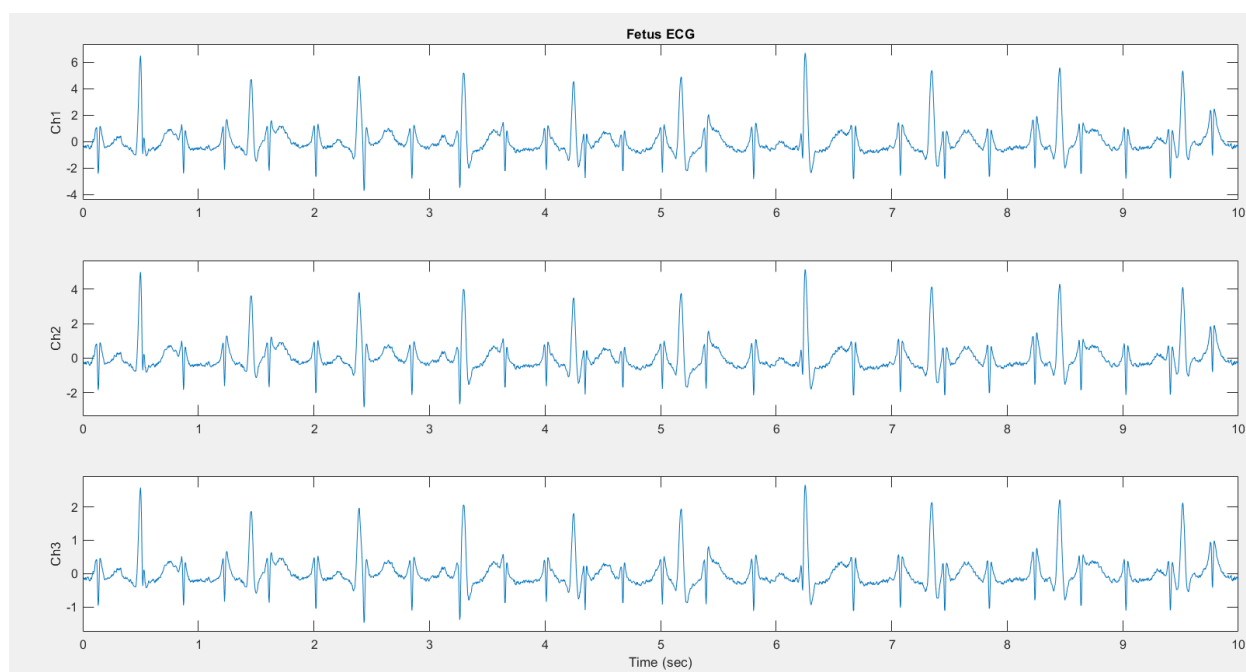


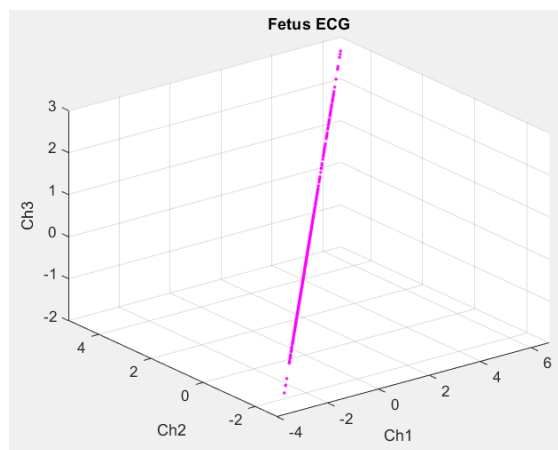
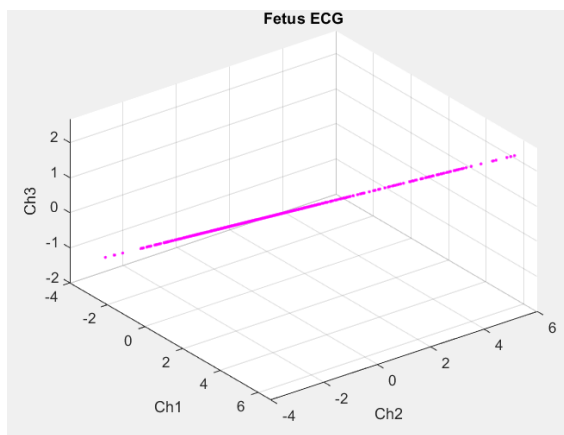
به خوبی مشاهده می شود که شکل زمانی ستون دوم ماتریس U بسیار شبیه فرم زمانی سیگنال ECG جنین می باشد و می توان از آن برای استخراج سیگنال ECG جنین استفاده کرد.

همچنین eigenspectrum به صورت زیر است.



حال با نکه داشتن مقدار تکین دوم و صفر کردن بقیه مقادیر تکین با استفاده از رابطه تجزیه SVD ، سیگنال جنین را بازسازی می کنیم.





به خوبی سیگنال ECG جنین را در فضای سه الکتروود ثبت، مشاهده می کنیم.

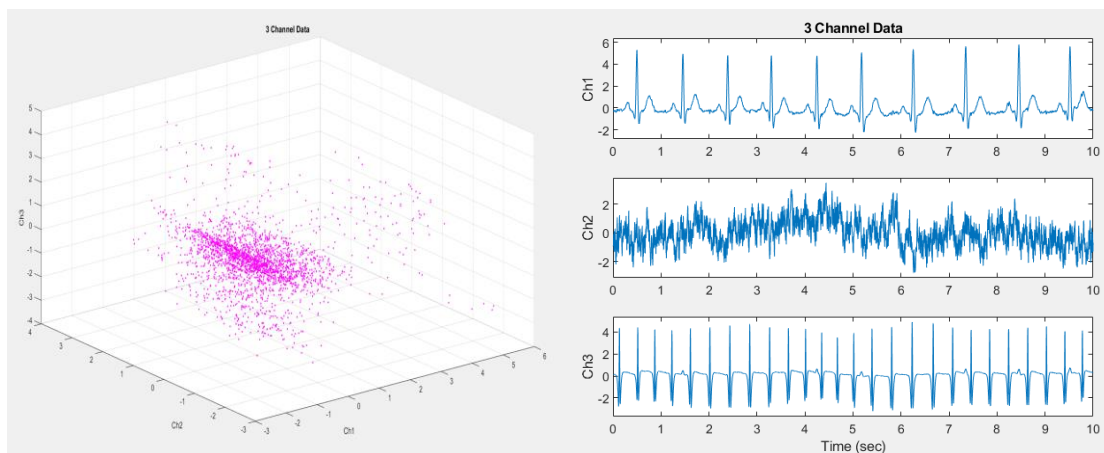
بخش سوم: جداسازی منابع با استفاده از ICA

1- محاسبه و ذخیره ماتریس های W و \hat{Z} و W^{-1}

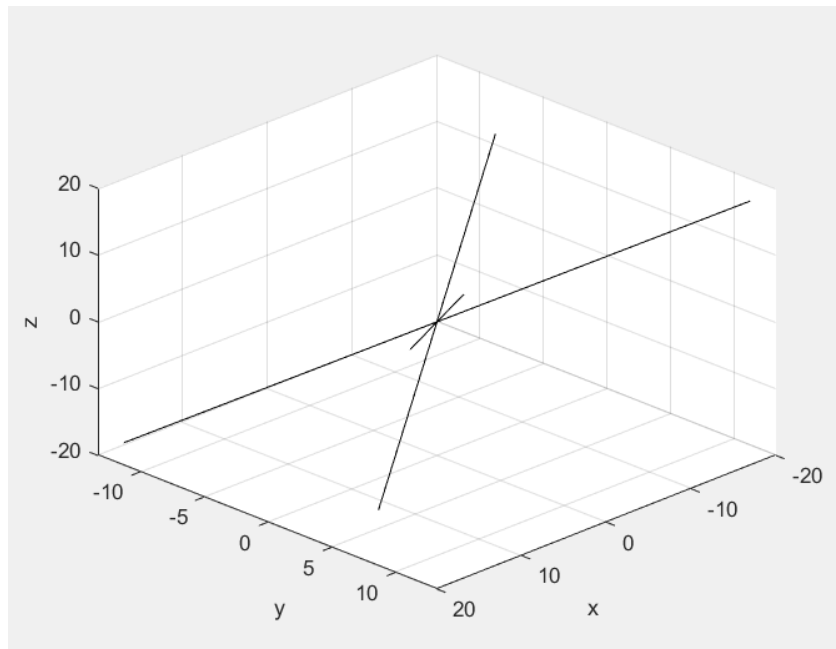
ماتریس های W ، \hat{Z} و W^{-1} را به ترتیب در فایل های `w.mat`، `Zhat.mat` و `w_inv.mat` ذخیره می کنیم.

2- Scatter plot

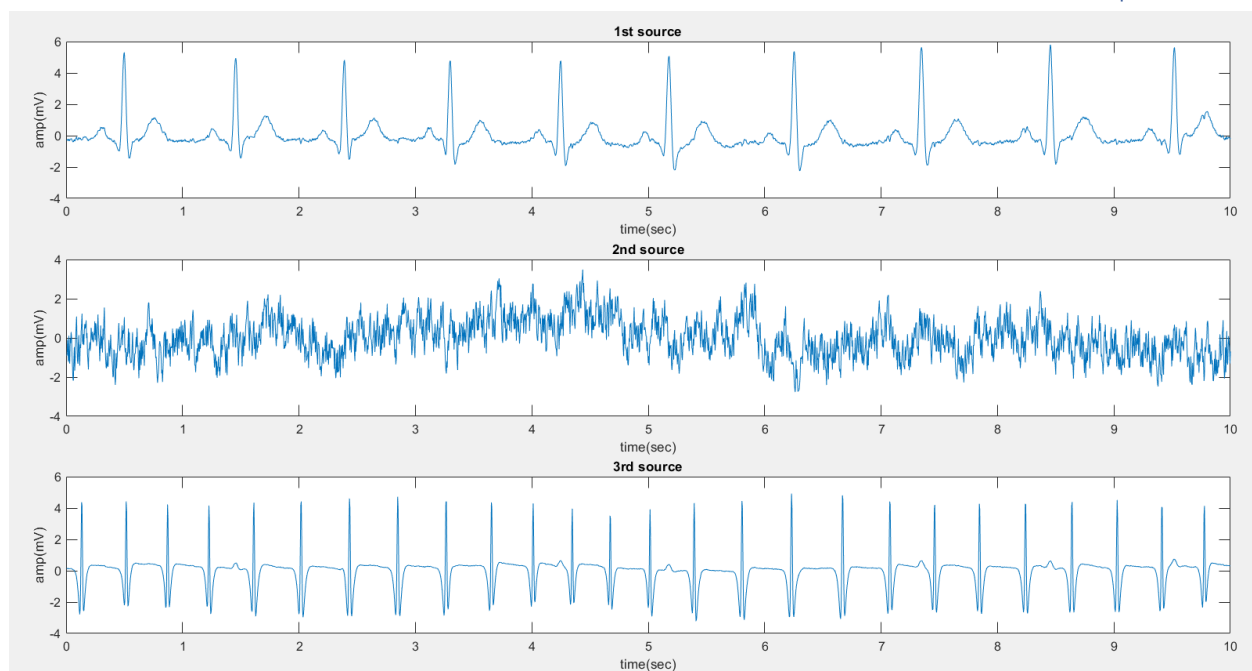
در شکل های زیر می توانیم نمودار پراکندگی و نمودار زمانی داده های اولیه را مشاهده کنیم:



و نیز سه منبع (مؤلفه) ای که توسط تابع `plot3dv` رسم شده اند را نیز میتوان در شکل زیر مشاهده کرد:

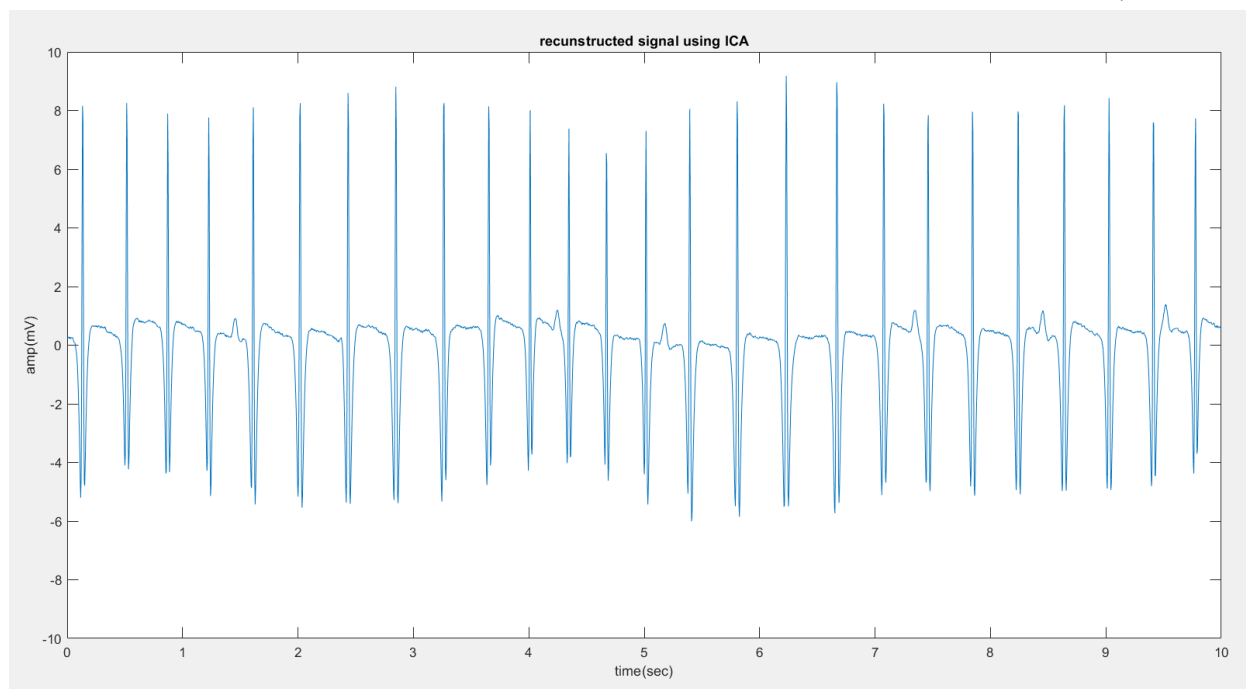


3- رسم ستون‌های \hat{Z}



همانطور که مشخص است ستون سوم بیشتر از بقیه ستون‌ها معرف محتوای مؤلفه جنینی می‌باشد؛ لذا این ستون را نگه می‌داریم و بقیه ستون‌ها را صفر می‌کنیم.

4- رسم داده‌های بازیابی شده با ICA

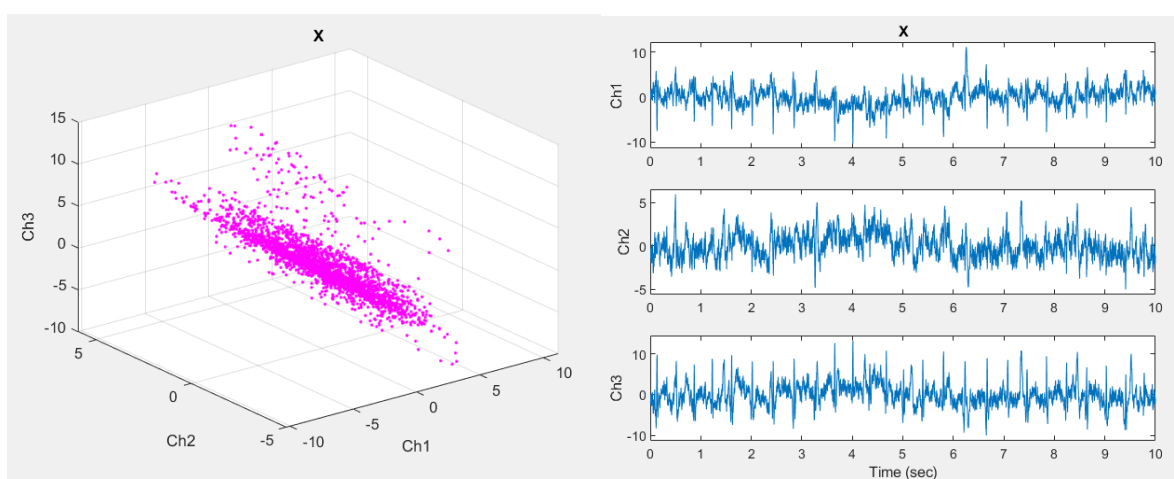


همانطور که مشخص است، مؤلفه جنینی به خوبی بازیابی شده است.

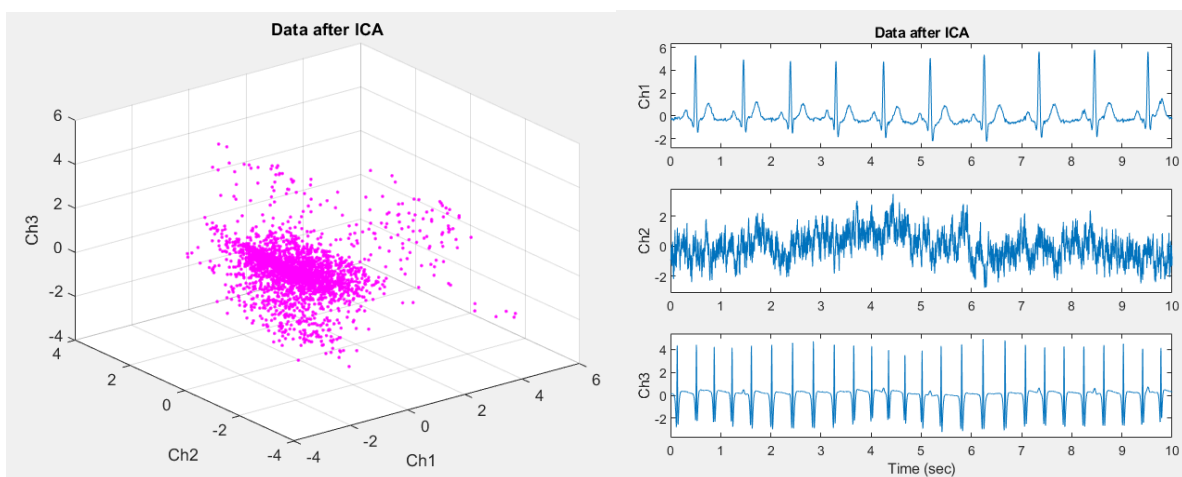
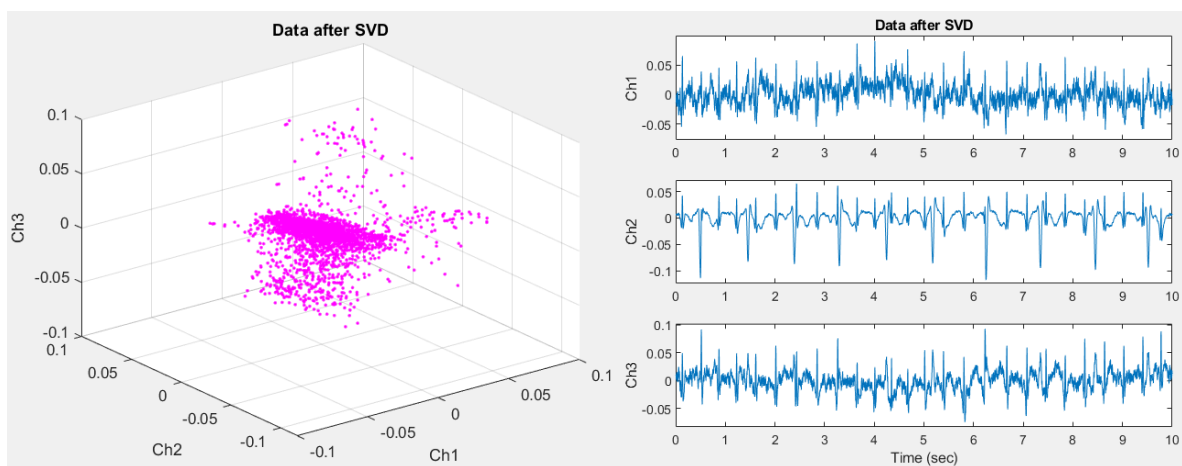
بخش چهارم: مقایسه‌ها

1- رسم چند نمودار

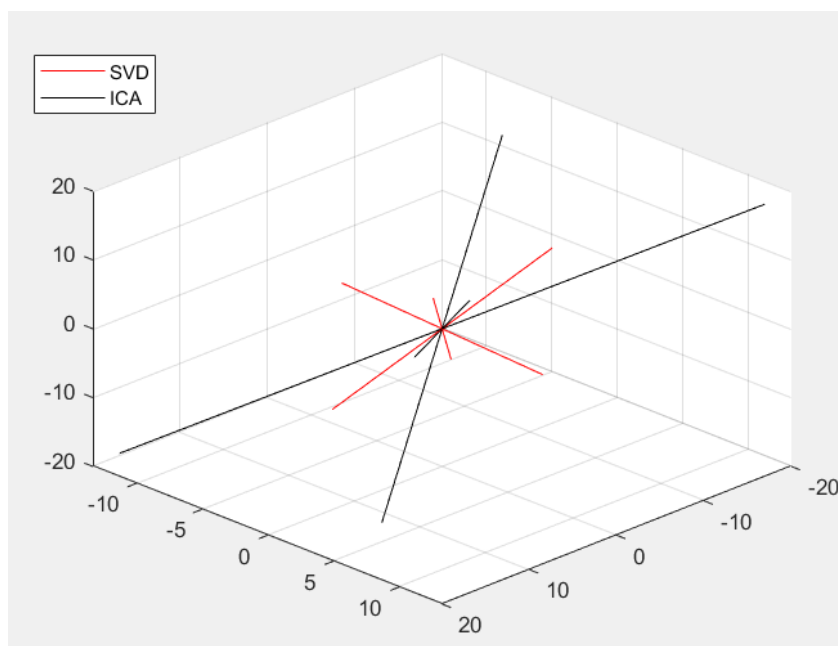
- نمودار پراکندگی ماتریس مشاهدات X:



- نمودار پراکندگی ماتریس مشاهدات بازیابی شده در دو بخش دوم و سوم.



- راستای ستونهای ماتریس V و W^{-1} :



زاویه بین راستاهای مختلف و نیز نرم محوره‌های مختلف به شرح زیر هستند:

```
angles between A =  
62.0287  37.6082  71.3380
```

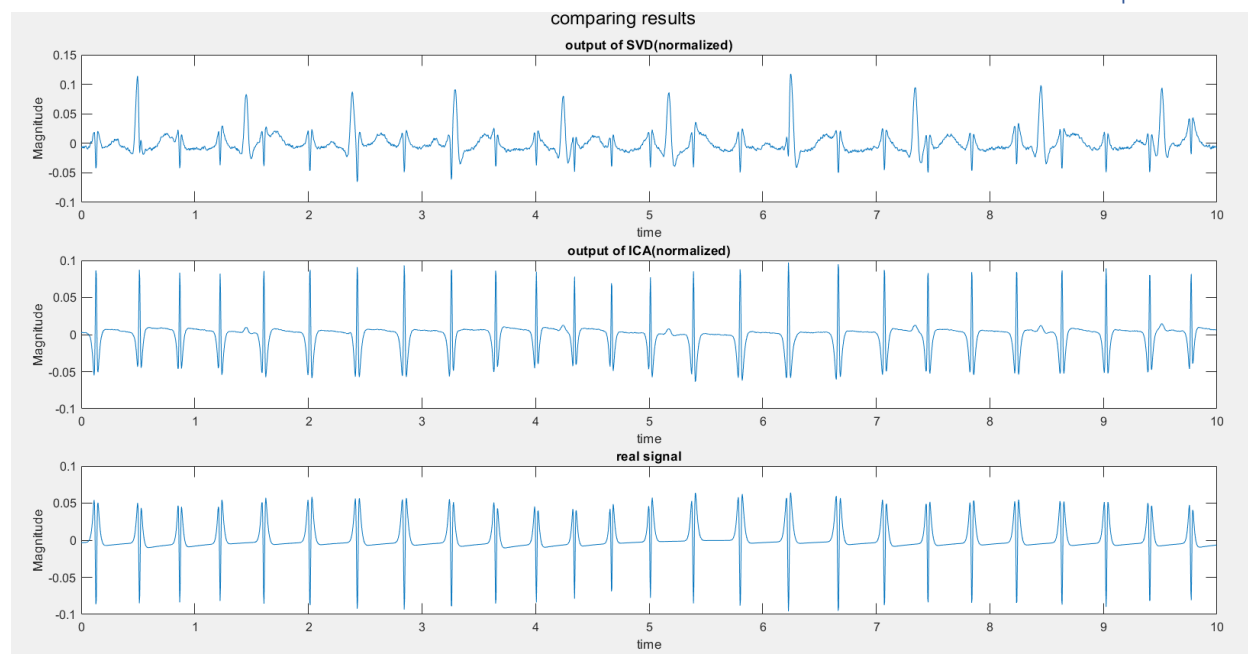
```
angles between V =  
90.0000  90.0000  90.0000
```

```
norms A =  
1.6350  2.9135  2.3079
```

```
norms V =  
1 1 1
```

همانطور که مشاهده می‌شود، بازیابی از روش ICA بسیار مؤثرتر بوده است و کانال‌های منبع به خوبی از یکدیگر تفکیک شده‌اند. از طرف دیگر، محوره‌های خروجی ICA برخلاف SVD نه متعامدند و نه یکه.

2- رسم سیگنال مطلوب بازسازی شده از دو روش



همانطور که مشاهده می‌شود، بازیابی از روش ICA بسیار مؤثرتر بوده است و سیگنال خروجی به سیگنال مطلوب بسیار شبیه‌تر است (به یک قرینه کردن نسبت به محور افقی نیاز دارد).

3- محاسبه ضرایب همبستگی

ضریب همبستگی خروجی‌های دو روش با خروجی مطلوب در زیر آمده است:

```
corrcoef SVD
0.4955
```

```
corrcoef ICA
-0.9978
```

همانطور که مشاهده می‌شود همبستگی روش ICA بسیار بیشتر است و تنها نیاز به یک ضریب منفی دارد.

4- مقایسه نهایی

همانطور که در قسمت‌های قبل دیدم، بازیابی از روش ICA بسیار مؤثرتر بوده است و سیگنال خروجی به سیگنال مطلوب بسیار شبیه‌تر است (به یک قرینه کردن نسبت به محور افقی نیاز دارد). همچنین محورهای خروجی ICA برخلاف SVD نه متعامدند و نه یک‌به‌یکه.

5- مهم‌ترین نکته‌ای که از این آزمایش آموختید

یکی از روش‌های بازسازی سیگنال، بازیابی منابع آن است در این روش، ICA نتیجه بهتری نسبت به SVD دارد.