



تمرین اول

درس مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال‌های پزشکی

نویسنده: حمیدرضا ابوئی

شماره دانشجویی: ۹۷۳۳۰۰۲

استاد:

دکتر مرادی

تدریس‌یار:

زهرا دیانی

عزیز میری لڑکھ دس

محمد صالح 5
9733002

(1)

$$\varphi_{nn}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) x(t-\tau) dt$$

الم

Auto correlation

$$\left| \int_{-\infty}^{\infty} f_1(t) f_2(t) dt \right|^2 \leq \int_{-\infty}^{\infty} |f_1(t)|^2 dt \int_{-\infty}^{\infty} |f_2(t)|^2 dt$$

حاجی

$$\left| \int_{-\infty}^{\infty} n(t) n(t-\tau) dt \right|^2 \leq \int_{-\infty}^{\infty} |n(t)|^2 dt \int_{-\infty}^{\infty} |n(t-\tau)|^2 dt$$

$$\varphi_{nn}(\cdot)$$

تک-ت-ت. *تک-ت-ت*

7.

$$f_{nm}(s)$$

$$|\varphi_m(\bar{x})|^2 \leq |\varphi_m(\bar{c})|^2$$

حجی من دایم یست ایست حمایه سبب اح ، می توانی توانی اگر از طریق بر دایم
زیر توان

$$\rightarrow \varphi_m(x) \leq \varphi_m(\cdot) \quad \checkmark$$

بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين

$$\varphi_{nn}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} n(t) n(t-\tau) dt$$

$$\varphi_{nn}(-\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} n(t) n(t+\tau) dt$$

Subject:

Date:

$$T - \tau = t \Rightarrow T = t + \tau \quad \text{تبدیل متغیر}$$

$$\Rightarrow dT = dt$$

$$\varphi_{nn}(-\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(T-\tau) x(T) dT$$

$$t = T \Rightarrow \text{تبدیل متغیر}$$

$$\varphi_{nn}(-\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t-\tau) x(t) dt = \varphi_{nn}(\tau)$$

$$S_{xx}(f) = FT(\varphi_{xx}(\tau)) = X(f) X^*(f) = |X(f)|^2$$

نویس تابع فرکانسی و همبستگی متقابل، PSD (چگالی توان)

(cross spectral density) و (autospectrum) density

Subject:

Date:

PSD

معدل توان در هر باند فرکانسی

Power Spectral density

CSD

همبستگی بین دو باند

Cross Spectral density / Cross-spectrum

در PSD، یک سیگنال فرکانسی مربوط به ریشه دوم در هر باند سیگنال است، این درستی است

با این روشها را در سیگنالهای EEG به هم وصل می کنند

در CSD، یک سیگنال فرکانسی در هر باند سیگنال وجود دارد

CSD در تمام باند فرکانسی بین دو کانال در EEG مشخص می شود

Subject:

$x(t)$

Date:

$$y(t) = a x(t - t_0) + \eta(t)$$

$$\text{Ex 1.6} \quad \mu_y = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2t} \int_{-t}^t a x(t - t_0) + \eta(t) dt$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2t} \int_{-t}^t a x(t - t_0) dt + \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2t} \int_{-t}^t \eta(t) dt$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{2t} \int_{-t+t_0}^{t+t_0} a x(t) dt$$

$$= \lim_{t \rightarrow \infty} a \frac{1}{2t} \int_{-t+t_0}^{t+t_0} x(t) dt = a \mu_x$$

$$\varphi_{yy}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) y(t - \tau) dt$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} (a x(t - t_0) + \eta(t)) (a x(t - t_0 - \tau) + \eta(t - \tau)) dt$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} a^2 x(t - t_0) x(t - t_0 - \tau) + a x(t - t_0) \eta(t - \tau)$$

$$+ a x(t - t_0 - \tau) \eta(t) + \eta(t) \eta(t - \tau) dt$$

HILA PAPER

$$= \underbrace{a^2 \varphi_{nn}(\tau) + \varphi_{\eta\eta}(\tau)}_{\text{auto correlation}} + \underbrace{a\varphi_{n\eta} + a\varphi_{\eta n}}_{\text{cross correlation}}$$

$$\varphi_{nn}(\tau) = ? \quad x_2 \sin(\omega_0 t)$$

5

$$\varphi_{nn}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \sin(\omega_0 t) \sin(\omega_0 t - \omega_0 \tau) dt$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} -\frac{1}{2} (C_n(2\omega_0 t - \omega_0 \tau) - C_n(\omega_0 \tau)) dt$$

$$\xrightarrow{\text{change of variable}} \int_{-\pi}^{\pi} -\frac{1}{2} C_n(2\omega_0 t - \omega_0 \tau) - C_n(\omega_0 \tau) dt$$

$$= -2\pi \times C_n(\omega_0 \tau) - \frac{1}{2\pi \omega_0} \sin(2\omega_0 t - \omega_0 \tau) \Big|_{-\pi}^{\pi}$$

$$= -2\pi C_n(\omega_0 \tau) - \frac{\sin(2\omega_0 \pi - \omega_0 \tau) - \sin(-2\omega_0 \pi - \omega_0 \tau)}{4\omega_0}$$

تمرین شماره ۶:

در ابتدا تمام داده‌ها را با استفاده از کد زیر می‌خوانیم:

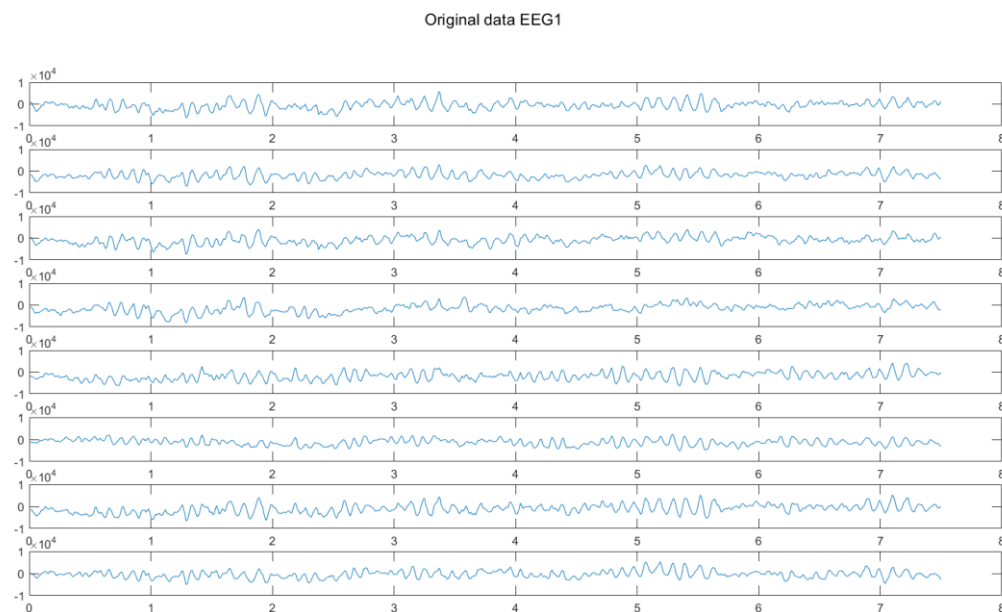
```
dat_files_name = dir('*.dat');  
a = [];  
for i = 1:length(dat_files_name)  
    a = [a, load(dat_files_name(i).name)];  
end
```

سپس مقادیر اولیه را مشخص می‌کنیم:

```
sample_rate = 100;  
m = size(a);  
t = 1:m(1);  
t = t/sample_rate;
```

سپس با استفاده از کد زیر، داده‌ها را نمایش می‌دهیم:

```
%% Plot  
  
figure()  
for i= 1:m(2)  
    subplot(m(2),1,i);  
    plot(t,a(:,i))  
end  
suptitle("Original data EEG1");
```

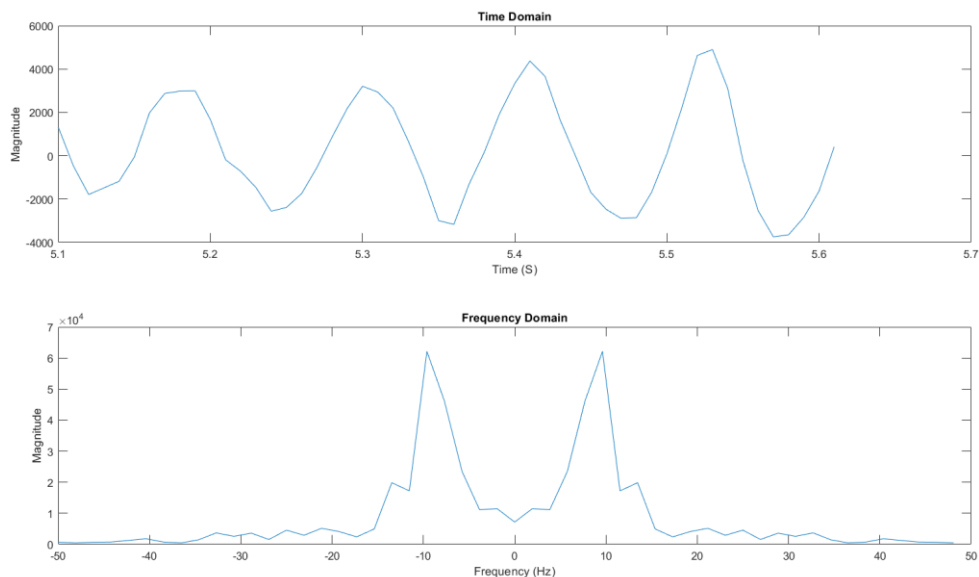


در مرحله بعد، همان طور که گفته شده، یک قسمت از سیگنال که ریتم آلفا در آن غالب است را انتخاب می‌کنیم. برای انتخاب این بازه، می‌توانیم از راه‌های مختلفی استفاده کنیم. من به صورت چشمی به نظرم رسید که بین ۵۱۰ تا ۵۶۰، این سیگنال عمدتاً شامل ریتم آلفاست. برای اطمینان از این مورد، بازه فرکانسی این بازه را رسم می‌کنیم و به اطمینان می‌رسیم که درست است:

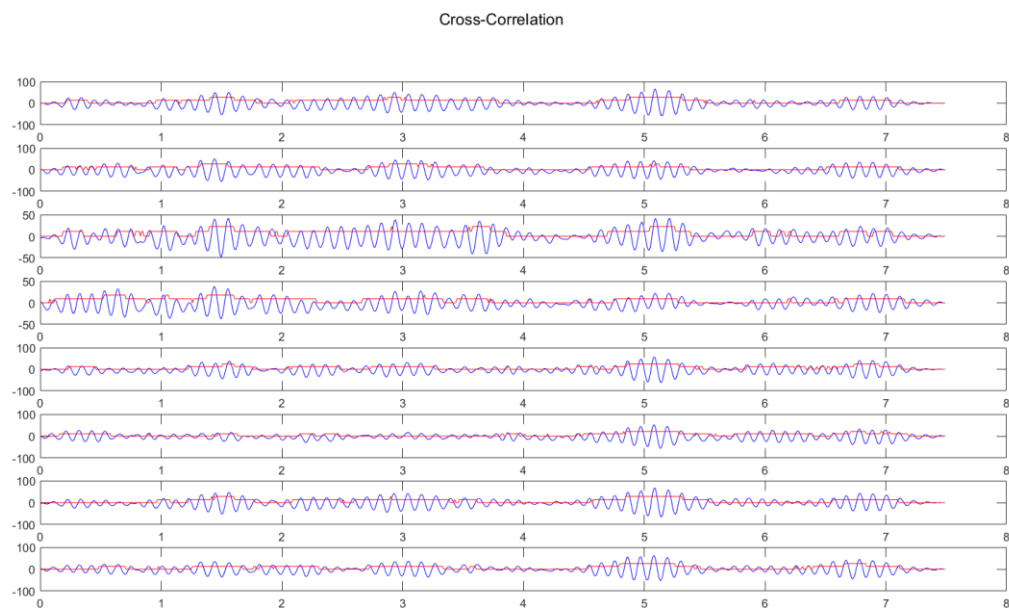
```
%% Select alpha wave from signal
alpha_wave = a(510:561,1);
time = t(510:561);

%% Show alpha wave and its frequency domain
figure();
subplot(2,1,1);
plot(time,alpha_wave);
y = fft(alpha_wave);
f = (0:length(y)-1)*sample_rate / length(y);
title('Time Domain');
xlabel('Time (S)')
ylabel('Magnitude')

subplot(2,1,2);
n = length(alpha_wave);
fshift = (-n/2:n/2-1)*(sample_rate/n);
yshift = fftshift(y);
plot(fshift,abs(yshift))
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Magnitude')
title('Frequency Domain')
```



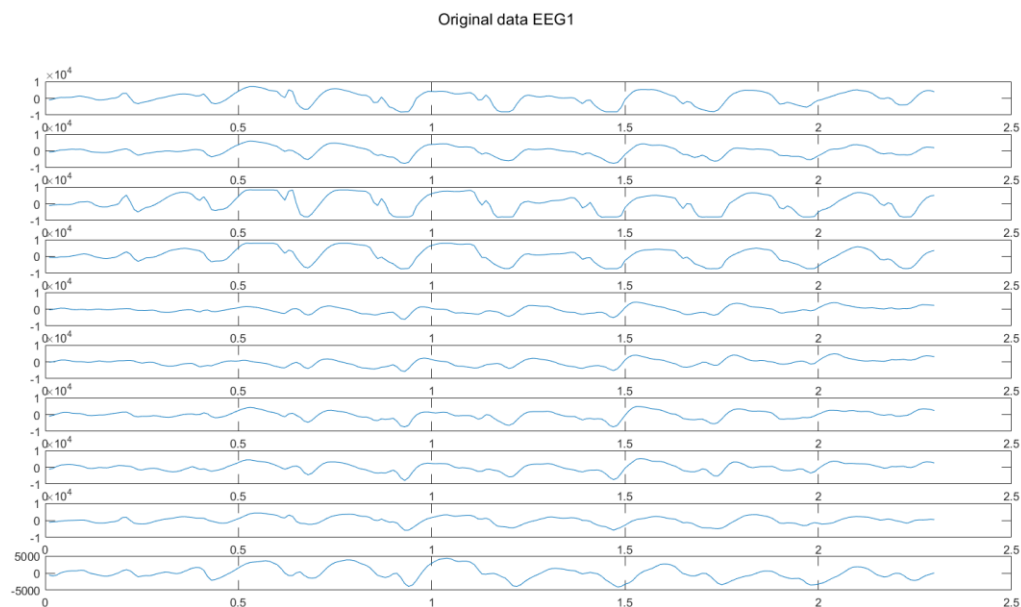
حال این سیگنال را با سیگنال اصلی Cross Correlation می‌گیریم و برای بررسی این که در آن بازه، ریتم آلفا موجود است یا خیر، از یک آستانه استفاده می‌کنیم. این آستانه می‌تواند بسته به میزان حساسیت ما، تغییر کند. در اینجا ما از یک انحراف معیار فاصله استفاده کردیم و آن را با میانگین 5 تا عقب تر و 5 تا بعد (batch=10) آن را مقایسه می‌کنیم و در نمودار نشان می‌دهیم.



تمرین شماره ۷: در این سوال مانند سوال قبل در قطعه کد بعدی، داده‌ها را وارد می‌کنیم و مقادیر اولیه را نسبت می‌دهیم.

```
%% Load data
dat_files_name = dir('*.dat');
a = [];
for i = 1:length(dat_files_name)
    a = [a, load(dat_files_name(i).name)];
end
sample_rate = 100;
m = size(a);
t = 1:m(1);
t = t/sample_rate;
```

سپس داده‌ها را نمایش می‌دهیم:



حال به دنبال یک k کمپلکس می‌گردیم. همان‌طور که از مشخصات این پترن مشخص است، این امواج دارای طولی بیشتر از ۰.۵ ثانیه است و عموماً در چند کانال به صورت همزمان مشاهده می‌شوند. ما یکی از این‌ها را انتخاب می‌کنیم و آن را به صورت جدا نشان‌داده و بازه فرکانسی آن را نیز رسم می‌کنیم. انتظار می‌رود که فرکانس‌های بسیار پایین در این امواج غالب باشند.

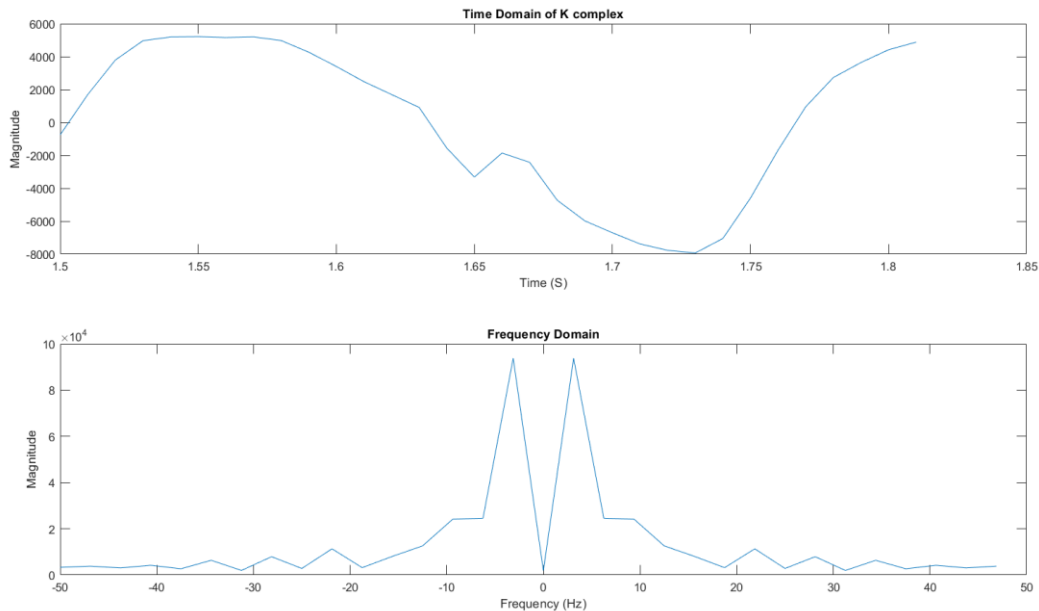
```
%% Show spike and its frequency domain
figure();
```

```

subplot(2,1,1);
plot(time,k_complex);
y = fft(k_complex);
f = (0:length(y)-1)*sample_rate / length(y);
title('Time Domain of K complex');
xlabel('Time (S)')
ylabel('Magnitude')

subplot(2,1,2);
n = length(k_complex);
fshift = (-n/2:n/2-1)*(sample_rate/n);
yshift = fftshift(y);
plot(fshift,abs(yshift))
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Magnitude')
title('Frequency Domain')

```



حال این موج را با تمام سیگنال‌ها، cross correlation می‌کنیم:

```

%% Cross Correlation
figure();

for i = 1:m(2)
    subplot(m(2),1,i);
    [acor,lag] = xcorr(a(:,i),k_complex);

```

```

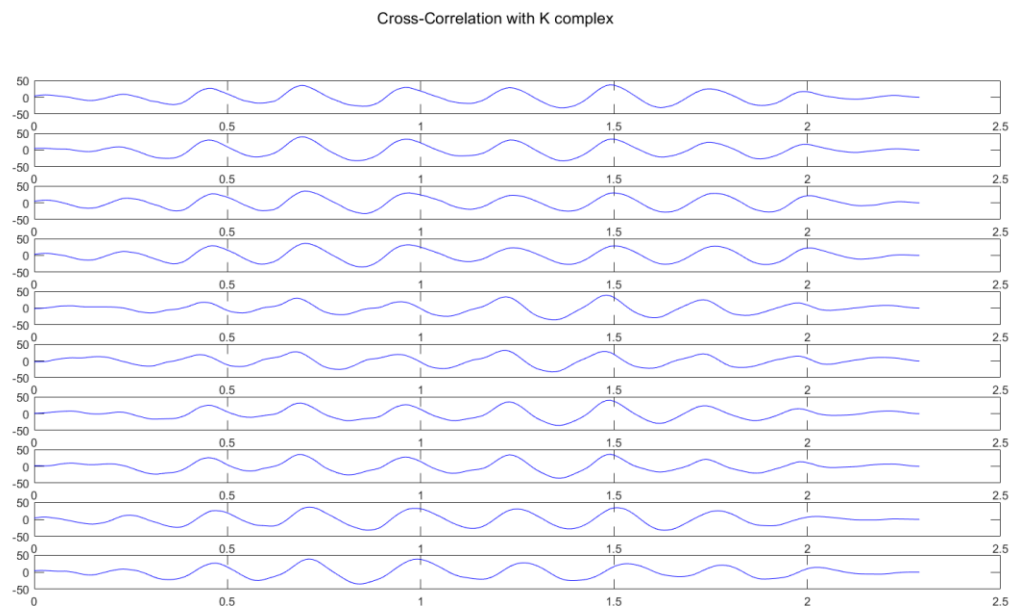
lag = lag / sample_rate;
acor = acor / (std(a(:,i)) * std(k_complex));

plot(lag((length(lag)+1)/2:end),acor((length(lag)+1)/2:end)
,'b');

end

suptitle('Cross-Correlation with K complex')

```



یک اشتباه که در هنگام تحریر این تمرین وجود داشت، جدا کردن اسپایک و موج کامپلکس بود که در تمام این دادگان به دنبال یک اسپایک به صورت یک اسپایک جداگانه بودم ولی در اصل، همان ترکیب کامپلکس k و اسپایک را داشتیم که در قسمت قبل بررسی شدند. در ادامه نزدیک ترین چیزی که نمایانگر آن می‌توانست باشد به نمایش درآمده و همبستگی سیگنال‌ها با آن به دست آمده است بازه ی ۶۱ تا ۶۶ به عنوان اسپایک در نظر گرفته شده بود:

```

%% Select spike from signal
spike = a(61:66,1);
time = t(61:66);

%% Show spike and its frequency domain
figure();
subplot(2,1,1);
plot(time,spike);
y = fft(spike);
f = (0:length(y)-1)*sample_rate / length(y);

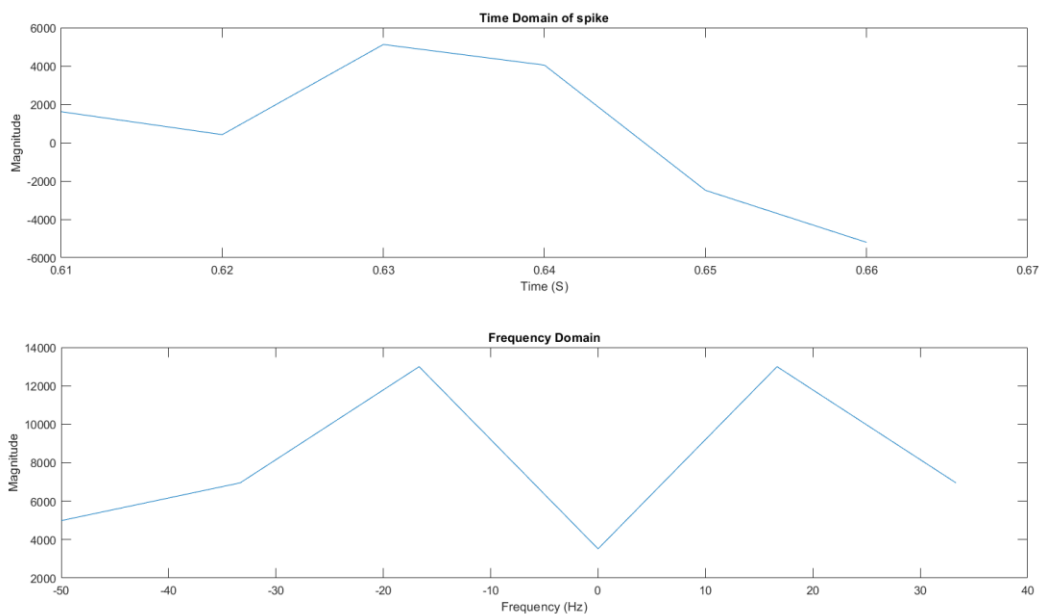
```

```

title('Time Domain of spike');
xlabel('Time (S)')
ylabel('Magnitude')

subplot(2,1,2);
n = length(spike);
fshift = (-n/2:n/2-1)*(sample_rate/n);
yshift = fftshift(y);
plot(fshift,abs(yshift))
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Magnitude')
title('Frequency Domain')

```



```

%% Cross Correlation

```

```

figure();

```

```

for i = 1:m(2)
    subplot(m(2),1,i);
    [acor,lag] = xcorr(a(:,i),spike);
    lag = lag / sample_rate;
    acor = acor / (std(a(:,i)) * std(spike));

```

```

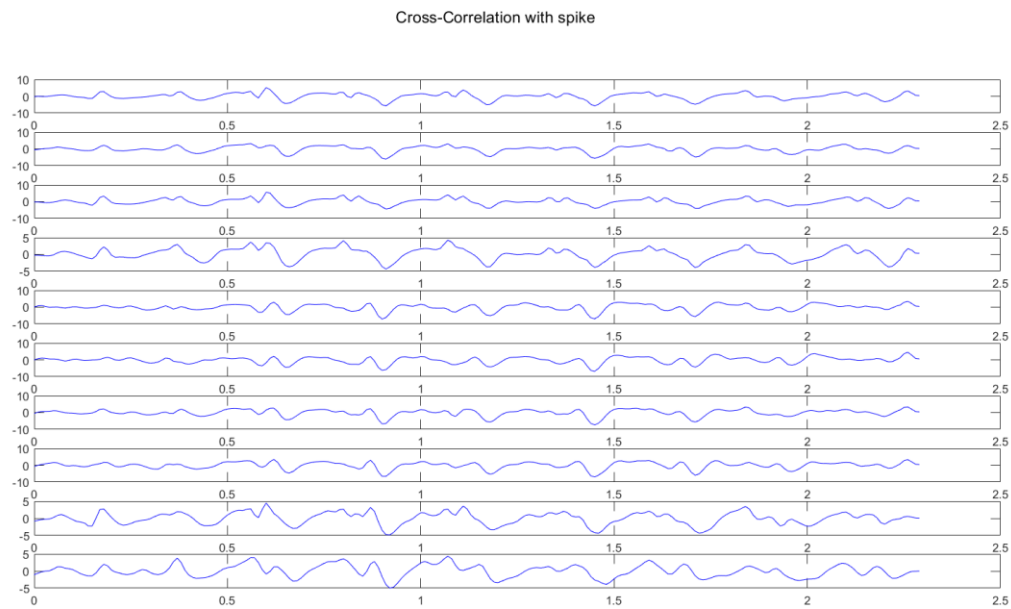
plot(lag((length(lag)+1)/2:end),acor((length(lag)+1)/2:end),
'b');

```



```
end
```

```
suptitle('Cross-Correlation with spike')
```



البته لازم به ذکر است که در همبستگی متقابل‌ها، همبستگی بر انحراف معیار هر دو سیگنال ضرب شونده تقسیم شده است.