

## ΣΣ - 2<sup>η</sup> Εργαστηριακή Εξέταση 1/12/2020

Ονοματεπώνυμο: Αχιλλέας Στεργιανάς

AEM: 3351

1. Δημιουργήστε σήμα θορύβου στις υψηλές συχνότητες με χρήση FIR-φίλτρου. Παρουσιάστε τα στατιστικά και συχνотικά χαρακτηριστικά του σήματος θορύβου που δημιουργήσατε και αντιπαραβάλετέ τα με τα χαρακτηριστικά σήματος λευκού θορύβου.

#

Δημιουργώ ένα σήμα λευκού θορύβου και ένα high pass FIR φίλτρο:

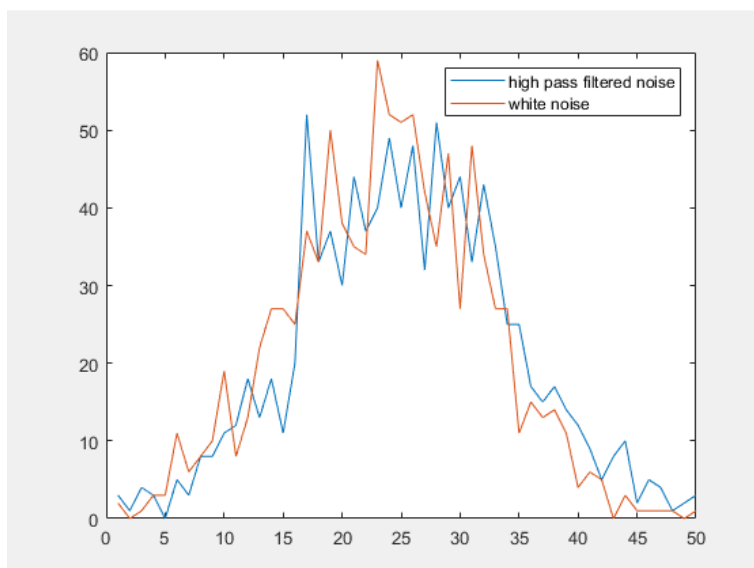
```
white_noise=randn(1,1000);  
B_hp = fir1(32,0.3,'high');
```

Στη συνέχεια φιλτράρω τον λευκό θόρυβο με το high pass FIR φίλτρο και με αυτόν τον τρόπο κρατάω μόνο τις υψηλές συχνότητες του σήματος:

```
white_noise_hp_filtered = filter(B_hp,1,white_noise);
```

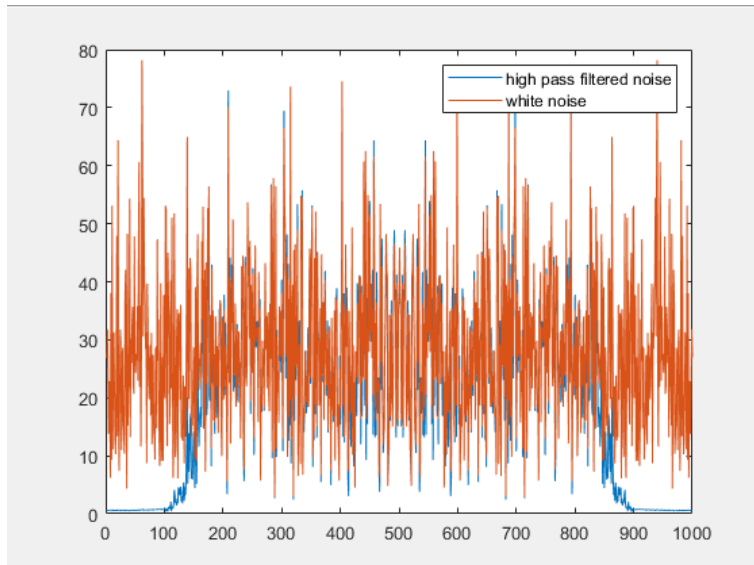
Σχεδιάζω τα ιστογράμματα του φιλτραρισμένου σήματος και του λευκού θορύβου:

```
plot(hist(white_noise_hp_filtered,50))  
hold  
plot(hist(white_noise,50)),legend();  
legend('high pass filtered noise','white noise');
```



Δημιουργώ ένα νέο figure στο οποίο σχεδιάζω τα συχνοτικά περιεχόμενα του φιλτραρισμένου σήματος και του λευκού θορύβου:

```
figure
plot(abs(fft(white_noise_hp_filtered)))
hold
plot(abs(fft(white_noise))),legend();
legend('high pass filtered noise','white noise');
```



## 2. Δίνεται FIR-φίλτρο με συντελεστές

$b=[b_0, b_1, b_2, b_3, b_4] = [-0.0127 \ -0.1458 \ 0.7338 \ -0.1458 \ -0.0127]$ .

α) Περιγράψτε τη συμπεριφορά του στο χώρο των συχνοτήτων

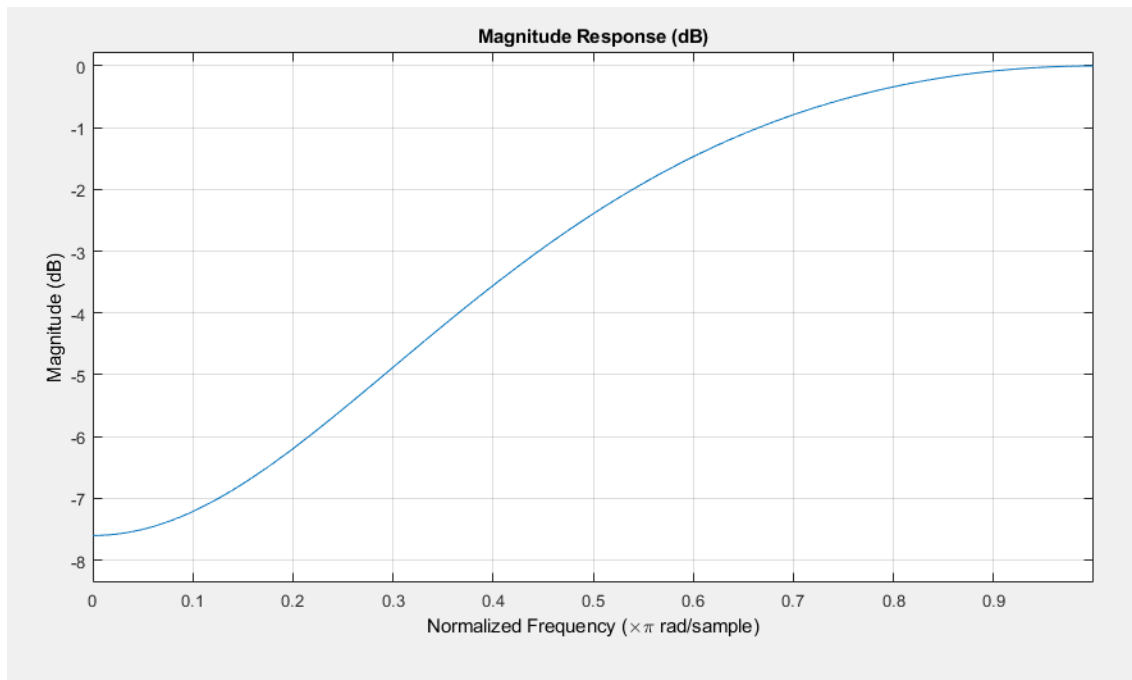
β) Υπολογίστε την κρουστική απόκρισή του

γ) Επιβεβαιώστε τη λειτουργία του μέσα από την εφαρμογή του σε ένα τμήμα σήματος από το αρχείο `brainwaves.mat`.

#

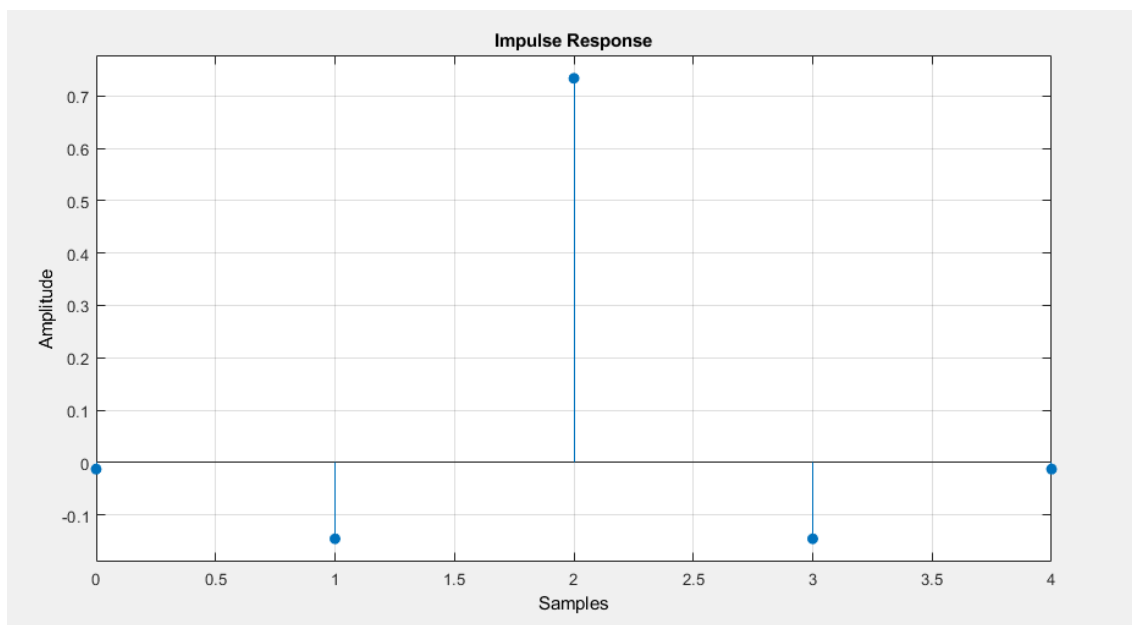
α) Ορίζω το φίλτρο `b` και αναπαριστώ την απόκριση συχνότητας του:

```
b=[-0.0127 -0.1458 0.7338 -0.1458 -0.0127];
fvtool(b)
```



Παρατηρώ ότι στις χαμηλές συχνότητες έχει μικρό πλάτος και αρχίζει και ανεβαίνει στις υψηλές συχνότητες. Επομένως πρόκειται για ένα **υψιπερατό φίλτρο (high-pass)**.

β) Χρησιμοποιώντας το εργαλείο του MATLAB στην αναπαράσταση της απόκρισης συχνότητας υπολογίζω την κρουστική απόκριση του σήματος:

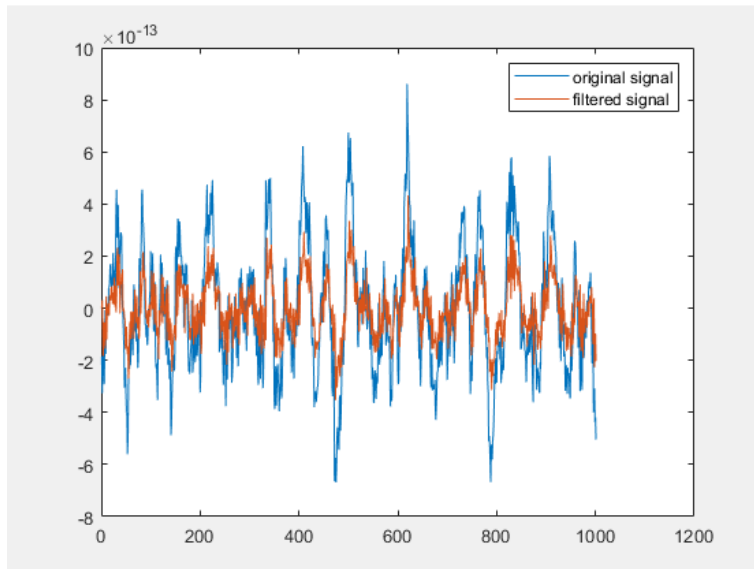


γ) Φορτώνω το αρχείο **brainwaves.mat** στο MATLAB και χρησιμοποιώ για σήμα ένα τμήμα της χρονοσειράς `x_left` που βρίσκεται στο αρχείο:

```
load brainwaves
signal=x_left(10000:11000);
```

Σχεδιάζω το σήμα αυτό πριν και μετά την επίδρασή του FIR φίλτρου b:

```
plot(signal)
hold
plot(filter(b,1,signal))
legend('original signal','filtered signal');
```



Αυτό που περιμένω είναι να παραμείνουν μόνο οι υψηλές συχνότητες του σήματος αφού το FIR φίλτρο είναι υψιπερατό (high-pass). Πράγματι αυτό παρατηρείται στο σχήμα αφού το φιλτραρισμένο (κόκκινο) διάγραμμα **διατηρεί μόνο την γρήγορη ταλάντωση** του αρχικού σήματος.

3. Δημιουργήστε ένα δικό σας m-file, το οποίο θα χρησιμοποιεί τη στρατηγική ολισθαίνοντος παραθύρου για να υπολογίσει τη μέγιστη τιμή (running-max filter or "maxfilter" function ).

α) Δώστε ένα παράδειγμα της δράσης του στο πεδίο του χρόνου

β) Χαρακτηρίστε το σύστημα αναφορικά με τη συμπεριφορά του στο χώρο των συχνοτήτων.

γ) Αποδείξτε αν είναι ΓΧΑ (γραμμικό-χρονοαμετάβλητο) σύστημα.

#

Δημιουργώ το αρχείο moving\_max.m στο MATLAB:

```
moving_max.m  x  +
1  function Y=moving_max(X,w);
2  Y=X;
3  [m,n]=size(X);
4
5  for i=1+(w-1)/2:n-(w-1)/2;
6      X_windowed=[ X(i-(w-1)/2:i+(w-1)/2)];
7      Y(i)=max(X_windowed);
8  end
```

α) Ορίζω μια τυχαία ακολουθία αριθμών, υπολογίζω τον κινούμενο μέγιστό του και τα εμφανίζω στην οθόνη:

```
x=[1 4 6 2 9 0 6 8 3 9 8 7 2 1 6 9];
```

```
Y=moving_max(X,3);
```

```
[X;Y]
```

```
>> [X;Y]
ans =
     1     4     6     2     9     0     6     8     3     9     8     7     2     1     6     9
     1     6     6     9     9     9     8     8     9     9     9     8     7     6     9     9
```

Πράγματι φαίνεται ότι το φίλτρο λειτουργεί.

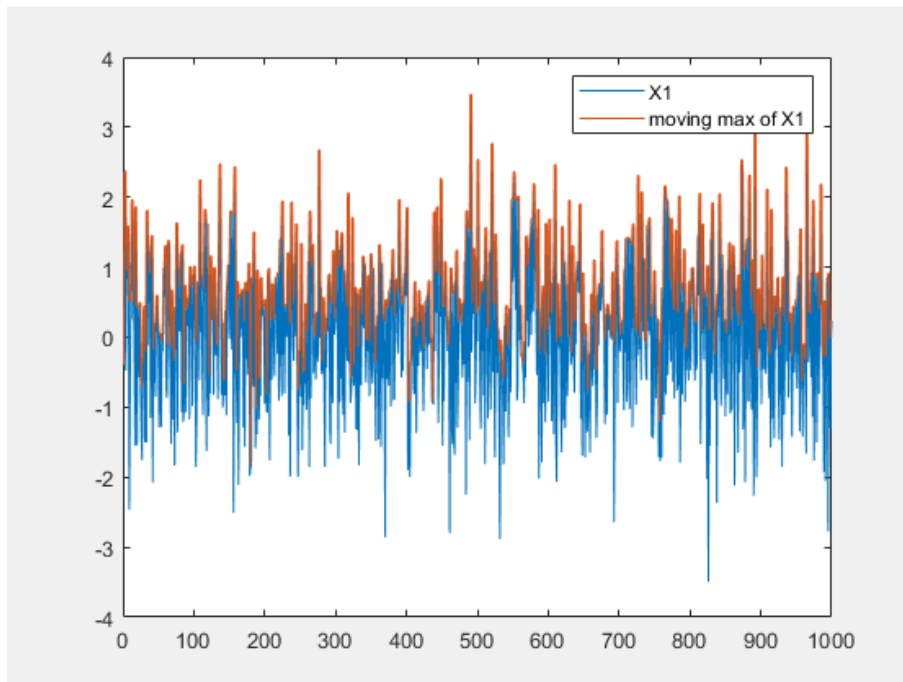
β) Ορίζω μια τυχαία ακολουθία X1 και τον κινούμενο μέγιστό της Y1:

```
x1=randn([1 1000]);
```

```
Y1=moving_max(X1,3);
```

Και τις σχεδιάζω:

```
t=1:1000;  
plot(t,x1)  
hold  
plot(t,y1)  
legend('x1','moving max of x1');
```



Παρατηρώ ότι το φίλτρο περνάει και τις χαμηλές και τις υψηλές συχνότητες του σήματος και «κόβει» μόνο τις τιμές που έχουν δίπλα τους κάποια μεγαλύτερη. Επομένως είναι ένα **ζωνοφρακτικό φίλτρο (band- reject)**.

γ) Παίρνω δύο τυχαίες ακολουθίες αριθμών a1 και a2 και τους κινούμενους μεγίστους τους b1 και b2:

```
a1=randn([1 1000]);  
a2=randn([1 1000]);  
b1=moving_max(a1,3);  
b2=moving_max(a2,3);
```

Προσθέτω τα  $a_1$ ,  $a_2$  και τα  $b_1$ ,  $b_2$  και τα συγκρίνω:

```
isequal(a1+a2,b1+b2)
```

```
>> isequal(a1+a2,b1+b2)

ans =

    logical

     0
```

Παρατηρώ ότι τα δύο αθροίσματα δεν είναι ίσα. Επομένως το σύστημα κινούμενου μεγίστου **δεν είναι γραμμικό**.

Ορίζω το  $a_3$  ως  $a_1+1$  και υπολογίζω τον κινούμενο μέγιστό του  $b_3$ :

```
a3=a1+1;
```

```
b3=moving_max(a3,3);
```

Συγκρίνω τα  $b_3$  και  $b_1+1$ :

```
isequal(b3,b1+1)
```

```
>> isequal(b3,b1+1)

ans =

    logical

     1
```

Παρατηρώ ότι τα δύο αθροίσματα είναι ίσα. Επομένως το σύστημα κινούμενου μεγίστου **είναι χρονοαμετάβλητο**.

**ΤΕΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**