

Lab 2: Matlab ile Sayısal Sinyallerin Üretimi ve Spektral Analizi

AMAÇ

1. Gauss dağılımlı beyaz gürültü ve sinüzoidlerin toplamı gibi tipik sayısal sinyallerin nasıl üretildiğini öğrenmek.
2. Üretilen sinyallerin ve sesin band genişliğini incelemek.

DENEY:

1. Gauss Dağılımlı Beyaz Gürültü Oluşturmak

Aşağıdaki kodu kullanarak Gauss dağılımlı beyaz gürültü oluşturunuz:

`x = 5 * randn([1,4096]) ; % 4096 tane gürültü örneği oluşturulması`

- a. Beyaz gürültünün grafiğinin çizilmesi

İlk 50 örneğin grafiğinin Matlab'ın "stem ()" fonksiyonu ile çizilmesi (ayrık zamanlı gösterim biçiminde).

İpucu: `MATLAB>>Figure; subplot(2,1,1);stem(x(1:50));`

- b. Matlab'ın "fft()" komutunu kullanarak ayrık Fourier dönüşümü katsayılarının hesaplanması ve $x(n)$ sinyalinin genlik spektrumunun çizilip analiz edilmesi. (Örnekleme hızı $8000Hz$):

`MATLAB>> Ak=abs(fft(x))/length(x);`

Spektrumun çizilmesi:

`MATLAB>> fs=8000;`

`MATLAB>>k=0:length(x)-1; %frekans indeksi`

`MATLAB> f=k*fs/length(x); % Hz'e çevrilme`

`MATLAB>subplot(2,1,2); plot(f,Ak);`

Okumanız gereken frekans aralığı nedir? _____

Frekans çözünürlüğü nedir? _____

- c. $8000Hz$ örneklemeye göre üretilen sinyali dinleyin.

`MATLAB>sound(x/max(abs(x)),8000);`

Laboratuvar Sorumlusu onayı_____

2. Sayısal sinüzoidlerin toplamının üretilmesi

Aşağıdaki genlik ve fazlardaki sinüzoidleri üretiniz

$$x_1(t) = 5\cos[2\pi(500)t]; \quad x_2(t) = 5\cos[2\pi(1200)t + 0.25\pi]; \quad x_3(t) = 5\cos[2\pi(1800)t + 0.5\pi]$$

- a. Yaklaşık 0.01 saniyeye denk gelecek biçimde üç sinyalin grafiğini çizin. Her sinyalin 8000 Hz ile örneklendiğini yani adım büyüklüğünün $\frac{1}{8000} = 0.000125$ saniye olduğunu varsayınız.

İpucu: MATLAB>> t=0:(1/8000):0.5; figure; subplot(3,1,1); plot(t,x1); axis([0 0.01 -6 6]);

Üç sinyalinde fazlarının ve tepe genliklerinin doğru olduğunu kontrol ediniz.

$$\text{Hesaplanan } x_1(0) = \quad x_{1\max} = \quad \text{Ölçülen } x_1(0) = \quad x_{1\max} =$$

$$\text{Hesaplanan } x_2(0) = \quad x_{2\max} = \quad \text{Ölçülen } x_2(0) = \quad x_{2\max} =$$

$$\text{Hesaplanan } x_3(0) = \quad x_{3\max} = \quad \text{Ölçülen } x_3(0) = \quad x_{3\max} =$$

- b. Üretilen üç tane sinüzoidin toplamını oluşturan bir program yazınız

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) + x_3(t).$$

Daha önce (1)'de kullanılan zaman aralığı için $x(t)$ 'nin grafiğini çizdiriniz.

MATLAB>>figure; subplot(2,1,1); plot(t,x); axis([0 0.01 -6 6]);

Örnekleme hızı nedir? _____

- c. fft() komutunu kullanarak ayrık Fourier dönüşümü katsayılarını hesaplayıp $x(n)$ 'in spektrumunu inceleyiniz.

Frekans bileşenlerini elde etmek için:

MATLAB> Ak=abs(fft(x))/length(x);

Spektrumu çizdirmek için:

MATLAB>> fs=8000;

MATLAB>>k=0:1:length(x)-1; % k frekans indeksi

MATLAB>> f=k*fs/length(x); % Hz'e çevirme

MATLAB>>subplot(2,1,2); plot(f,Ak);

Sinyalin spektrumunun grafiğinde hangi frekanslar gözükmektedir? _____

Görebildiğiniz en yüksek frekans kaçtır? _____

Programınıza göre frekans çözünürlüğü kaçtır? _____

- d. Üretilen sinyalleri dinleyip karşılaştırınız

MATLAB>>sound(x1/max(abs(x1)), 8000);pause

MATLAB>>sound(x2/max(abs(x2)), 8000);pause

MATLAB>>sound(x3/max(abs(x3)), 8000);pause

MATLAB>>sound(x/max(abs(x)), 8000);

Laboratuvar Sorumlusu onayı _____

3. Sayısal Sinüzoidlerin Çarpımının Üretilmesi

Aşağıdaki genlik ve fazlardaki sinüzoidleri üretiniz.

$$x_1(t) = 5\cos[2\pi(500)t]; \quad x_2(t) = 5\cos[2\pi(1200)t + 0.25\pi]$$

- a. İki sinyalin yaklaşık 0.01saniyelik kısmının grafiğini çizdiriniz. Her sinyal 8000Hz ile örneklenecektir yani adım büyüklüğü $1/8000 = 0.000125$ saniye olacaktır.

İpucu: MATLAB>> t=0:(1/8000):0.5; figure; subplot(4,1,1);plot(t,x1); axis([0 0.01 -6 6]);
MATLAB'ın "max()" ve "mean()" rutinlerini kullanarak sinyallerin maksimumunu ve karesinin (x1.*x1) ortalamasının kare kökünü (root mean squared, rms) bulunuz

$$x_1 \text{ max} = \quad \quad \quad x_{1rms} =$$

$$x_2 \text{ max} = \quad \quad \quad x_{2rms} =$$

- b. Sinüzoidlerin çarpımını $y(t) = x_1(t) \times x_2(t)$ biçiminde veren bir program yazınız.

İpucu: MATLAB>> y=x1.*x2;

y(t) 'nin grafiğini (1)'deki aynı zaman aralığı için çizdiriniz.

MATLAB>>figure; subplot(4,1,3);plot(t,y);axis([0 0.01 -6 6]);

- c. fft() komutunu kullanarak ayrık Fourier dönüşümü katsayılarını hesaplayınız. Sinyal y(n) 'nin spektrumunu (frekans bileşenlerini) çizip irdelleyiniz.

Frekans bileşenlerini elde etmek için:

MATLAB>> Ak=abs(fft(y))/length(y);

Spektrumu çizdirmek için:

MATLAB>> fs=8000;

MATLAB>>k=0:1:length(x)-1; %k frekans indeksi

MATLAB>> f=k*fs/length(y); % Hz'e çevirme

MATLAB>>subplot(4,1,4);plot(f,Ak);

Çizdirdiğiniz spektrumda hangi frekansların genlikleri tepe yapmaktadır?

Spektrumda tepe değer alan genliklerin değerleri kaçtır? _____

Programınıza göre frekans çözünürlüğü nedir? _____

- d. Üretilen sinyalleri dinleyip karşılaştırınız

MATLAB>>pause

MATLAB>>sound(x1/max(abs(x1)), 8000);pause

MATLAB>>sound(x2/max(abs(x2)), 8000);pause

MATLAB>>sound(y/max(abs(y)), 8000);

Laboratuvar Sorumlusu onayı _____

4. Sayısal ses dalga biçimi

a. 8000Hz’de örneklenmiş ses dalgasını (load train.mat) Örnekleme hızını F_s olarak yüklediğiniz dosyadaki değeri kullanınız:

```
MATLAB>load train.mat; %y ses  $F_s$  örnekleme hızı olacaktır
```

```
MATLAB>>x=y;
```

Sesi çizdiriniz

```
İpucu: MATLAB>>figure;
```

```
MATLAB>> n=0:1:length(x)-1; % zaman indeksleri
```

```
MATLAB>>T=1/ $F_s$ ;
```

```
MATLAB>> t=n*T; % zaman değerleri
```

```
MATLAB>> subplot(2,1,1);plot(t, x);
```

b. fft() komutunu kullanarak ayrık Fourier dönüşümü katsayılarını hesaplayınız, ses sinyali $x(n)$ ’nin spektrumunu çizdirip analiz ediniz:

```
MATLAB>>Ak=abs(fft(x))/length(x);
```

```
MATLAB>> k=0:1:length(x)-1; % k indeksleri
```

```
MATLAB>> f=k*8000/length(Ak); % Hz’e çevirme
```

```
MATLAB>>subplot(2,1,2);plot(f,Ak);
```

Yaklaşık olarak görebildiğiniz en yüksek frekans ne? _____

Not: Sesin örnekleme frekansı F_s ’ye dikkat ediniz.

MATLAB programınıza göre frekans çözünürlüğü nedir? _____

c. Ses sinyalini dinleyiniz

```
MATLAB>>sound(x/max(abs(x)), $F_s$ );
```

Laboratuvar Sorumlusu onayı _____