Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №1.2

з дисципліни
«Інтелектуальні вбудовані системи»

на тему
«Дослідження автокореляційної і взаємно-кореляційної функцій випадкових сигналів»

Виконав:
студент групи ІП-84
Кучін Владислав Дмитрович
номер залікової книжки: 8415

Перевірив:
викладач
Регіда Павло Геннадійович

Київ 2021

Основні теоретичні відомості

Значення автокореляційної функції фізично представляє зв'язок між значенням однієї і тієї ж величини, тобто для конкретних моментів t_k, τ_s, значення $R_{xx}(t,\tau)$ оцінюється друге змішаним центральним моментом 2-х перетинів випадкових процесів $x(t_k), x(t_k+\tau_s)$

$$R_{xx}(t,\tau_s)=\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\overbrace{(x_i(t_k)-M_x(t_k))}^{\overset{0}{x}(t_k)}\cdot\overbrace{(x_i(t_k+\tau_s)-M_x(t_k+\tau_s))}^{\overset{0}{x}(t_k+\tau_s)}$$

для кожного конкретного інтервалу потрібно проходити по всім t_k (перетинах).

Центральні значення можна замінити:

$$\overset{0}{x}(t_k),\ \overset{0}{x}(t_k,\tau_s),\ \text{тобто їх } M_x=0$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{xx}(t,\tau)=\lim\limits_{N\to\infty}\dfrac{1}{N-1}\sum\limits_{i=1}^{N}\overset{0}{x}_i(t)\cdot\overset{0}{x}_i(t+\tau) \\ R_{xx}(t,\tau)=\lim\limits_{N\to\infty}\dfrac{1}{N-1}\sum\limits_{i=1}^{N}\overset{0}{x}_i(t)\cdot\overset{0}{x}_i(t+\tau) \end{array}\right]$$

Обчислення кореляційної функції $R_{xx}(t,\tau)$ є відносно складним, оскільки необхідно попереднє обчислення математичного очікування M_x для виконання кількісної оцінки, іноді виповнюється ковариационной функцією:

$$C_{xx}(t,\tau)=\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}x_i(t)\cdot x_i(t+\tau)$$

У завданнях управління частіше використовується нормована кореляційна функція:

$$S_{xx}(t,\tau)=\frac{R_{xx}(t,\tau)}{D_x(t)}<1$$

Дослідження нестандартних випадкових сигналів вимагає значних обсягів пам'яті, тому в більшості наукових досліджень приймається гіпотеза про стаціонарності випадкового сигналу на інтервалі (t_0 … t_1).

Кореляційна функція для стаціонарного сигналу:

$$R_x(\tau_s)=\lim_{N\to 0}\cdot\frac{1}{N-1}\cdot\sum_{i=1}^{N}\underbrace{(x_i(t_k)-M_x)}_{X(t_k)}\cdot\underbrace{(x_i(t_k+\tau_s)-M_x)}_{x(t_s)}=$$

$$=\lim_{n\to 0}\cdot\frac{1}{n-1}\cdot(x_i(t_k)-M_x)\cdot(x_i(t_k+\tau_s)-M_x)$$

$x(t)$ в межах однієї реалізації показує наскільки швидко змінюється сигнал.

Коваріаційна функція для стаціонарного сигналу:

$$C_{xx}(\tau) = \lim_{N\to 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=1}^{n} Lx(t_k) \cdot x(t_k + \tau)$$

показує ступінь зв'язності між значеннями одного і того ж сигналу.

Таким чином для стаціонарних і ергодичні процесів обчислення параметрів сигналів реалізуються шляхом усереднення за часом у межах однієї реалізації.

Статистичне вимірювання зв'язків між двома стаціонарними випадковими процесами

Дуже важливим виявляється не тільки обчислення автокореляційної функції $R_{xx}(\tau)$, але і обчислення взаємної кореляційної функції $R_{xy}(\tau)$ для двох випадкових процесів $x(y)$, $y(t)$, для якої не можна на основі зовнішнього спостереження сказати, чи є залежність між ними. Для розрахунку взаємної кореляційної функції:

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{n\to 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} \underbrace{(x_i(t_k) - M_x)}_{X(t_k)} \cdot \underbrace{(y(t_k + \tau) - M_y)}_{y(t_k - \tau)} =$$

τ - випробувальний інтервал, на конкретному значенні якого досліджується взаємний вплив.

Завдання на лабораторну роботу

Для згенерованого випадкового сигналу з Лабораторної роботи N 1 відповідно до заданого варіантом (Додаток 1) розрахувати його автокореляційну функцію.

Згенерувати копію даного сигналу і розрахувати взаємнокореляційну функцію для 2-х сигналів. Розробити відповідну програму і вивести отримані значення і графіки відповідних параметрів.

Варіант-04

Число гармонік в сигналі: 12.

Гранична частота: 2400.

Кількість дискретних відліків: 1024

Лістинг програми

signal_generator.m

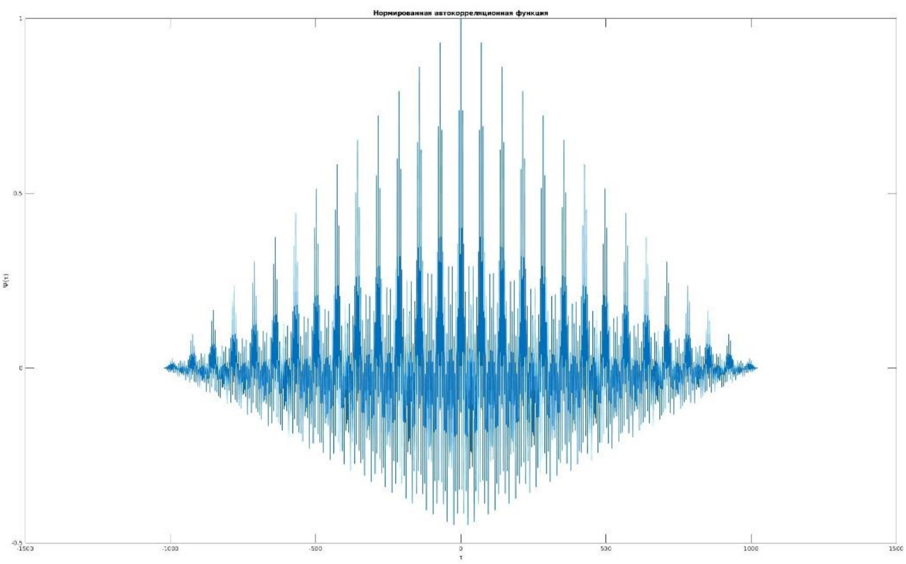
```
function x = signal_generator(n)
omega0 = 2400;
N = 1024;
x= zeros(1,N);
t = 1:N;
for i = 1:n
    A = rand();
    fi = rand();
    omega = (omega0/n)*(i);
```

```
    x(1,t) = x(1,t) + A*sin(omega*t+fi);
end
end
```

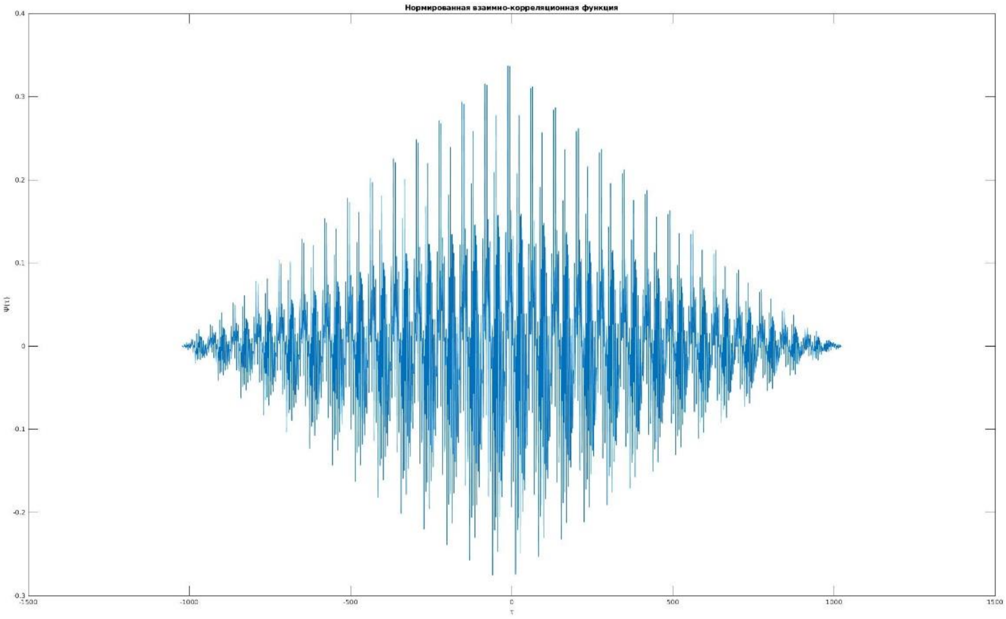
lab1.m

```
x = signal_generator(12);
[c,lags] = xcorr(x,'normalized');
figure
plot(lags,c)
title('Нормированная автокорреляционная функция')
xlabel('τ')
ylabel('Ψ(τ)')
[c1,lags1] = xcorr(x,x1,'normalized');
figure
plot(lags1,c1)
title('Нормированная взаимно-корреляционная функция')
xlabel('τ')
ylabel('Ψ(τ)')
```

Результати роботи програми



Автокореляційна



Взаємнокореляційна

Висновки

Під час даної лабораторної роботи я ознайомився з принципами побудови автокорелляціонної і взаємної кореляційної функцій, вивчив та дослідив їх основні параметри з використанням засобів моделювання і сучасних програмних оболонок