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 ВЗАЄМНОЮКОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЙ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ»

Виконав:
студент групи ІП-84
Сімонов Павло Ігорович

Перевірив:
викладач
Регіда Павло Геннадійович

номер залікової книжки: 8421

Київ 2021

Основні теоретичні відомості

Значення автокореляційної функції фізично представляє зв'язок між значенням однієї і тієї ж величини, тобто для конкретних моментів

$t_k, \tau_s,$

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 k t (перетинах). Центральні значення можна замінити:

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

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

Обчислення кореляційної функції R (t,) xx 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:

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

Кореляційна функція для стаціонарного сигналу:

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

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

Коваріаційна функція для стаціонарного сигналу:

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

Таким чином для стаціонарних і ергодичні процесів обчислення параметрів

сигналів реалізуються шляхом усереднення за часом у межах однієї реалізації.

Для розрахунку взаємної кореляційної функції:

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

Завдання

Для згенерованого випадкового сигналу з Лабораторної роботи N 1 відповідно до заданого варіантом (Додаток 1) розрахувати його автокореляційної функцію. Згенерувати копію даного сигналу і розрахувати взаімнокорреляціонную функцію для 2-х сигналів. Розробити відповідну програму і вивести отримані значення і графіки відповідних параметрів.

Варіант

21

Число гармонік в сигналі, n - 14

Гранична частота, ωгр - 1800

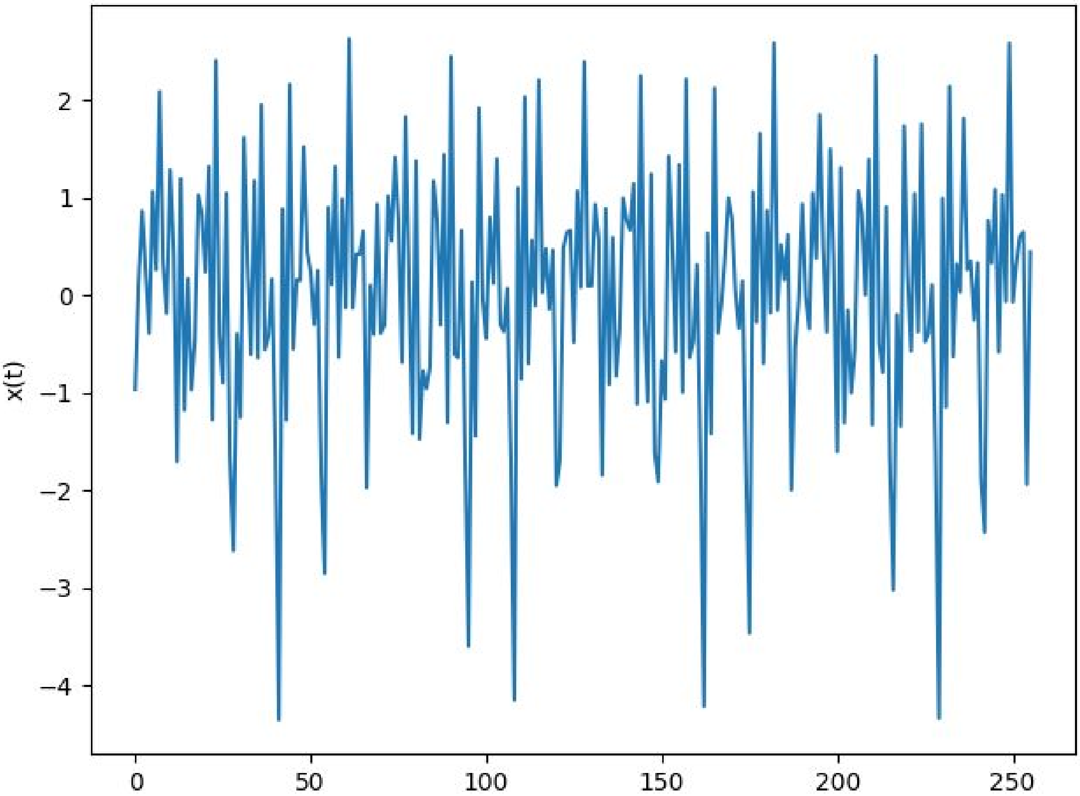
Кількість дискретних відліків, N - 256

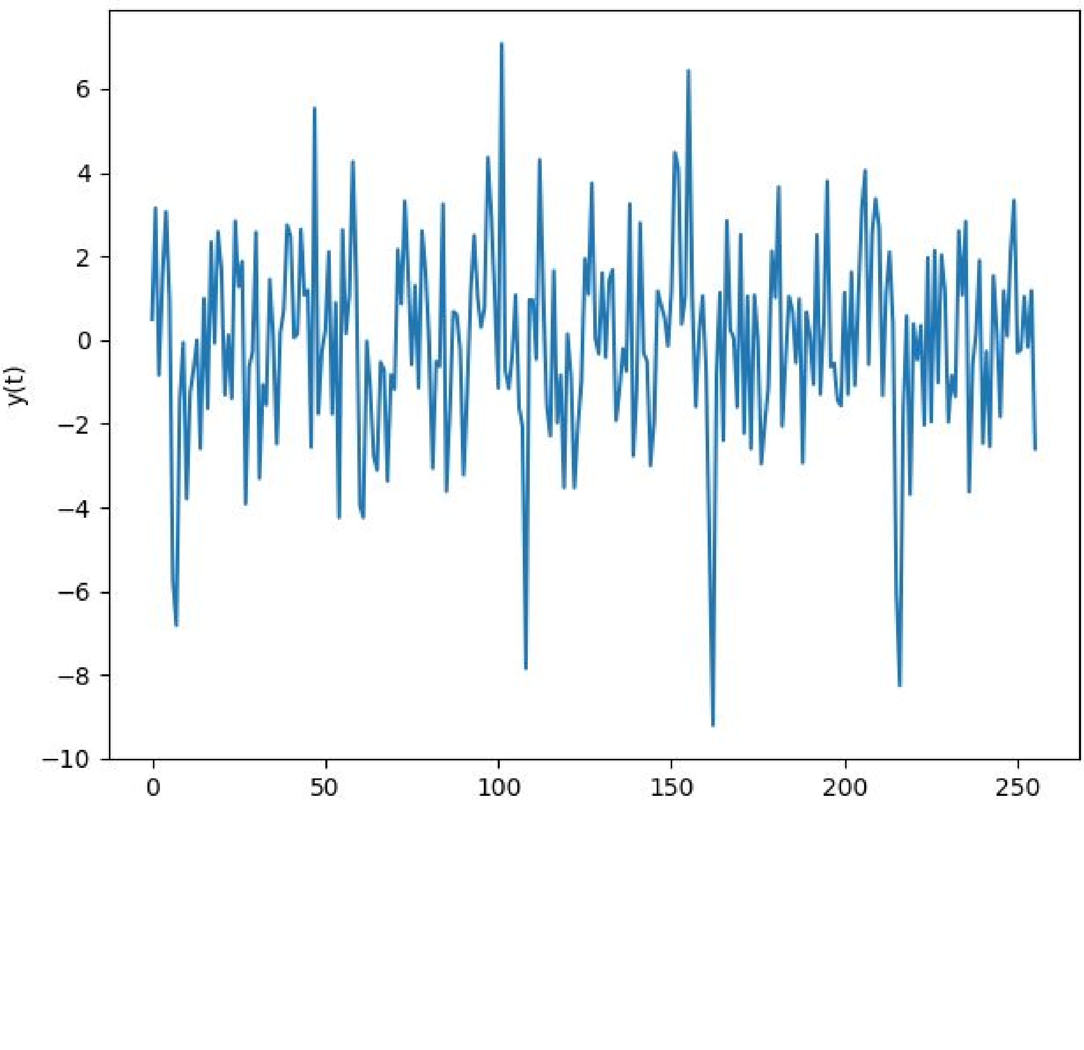
Лістинг програми

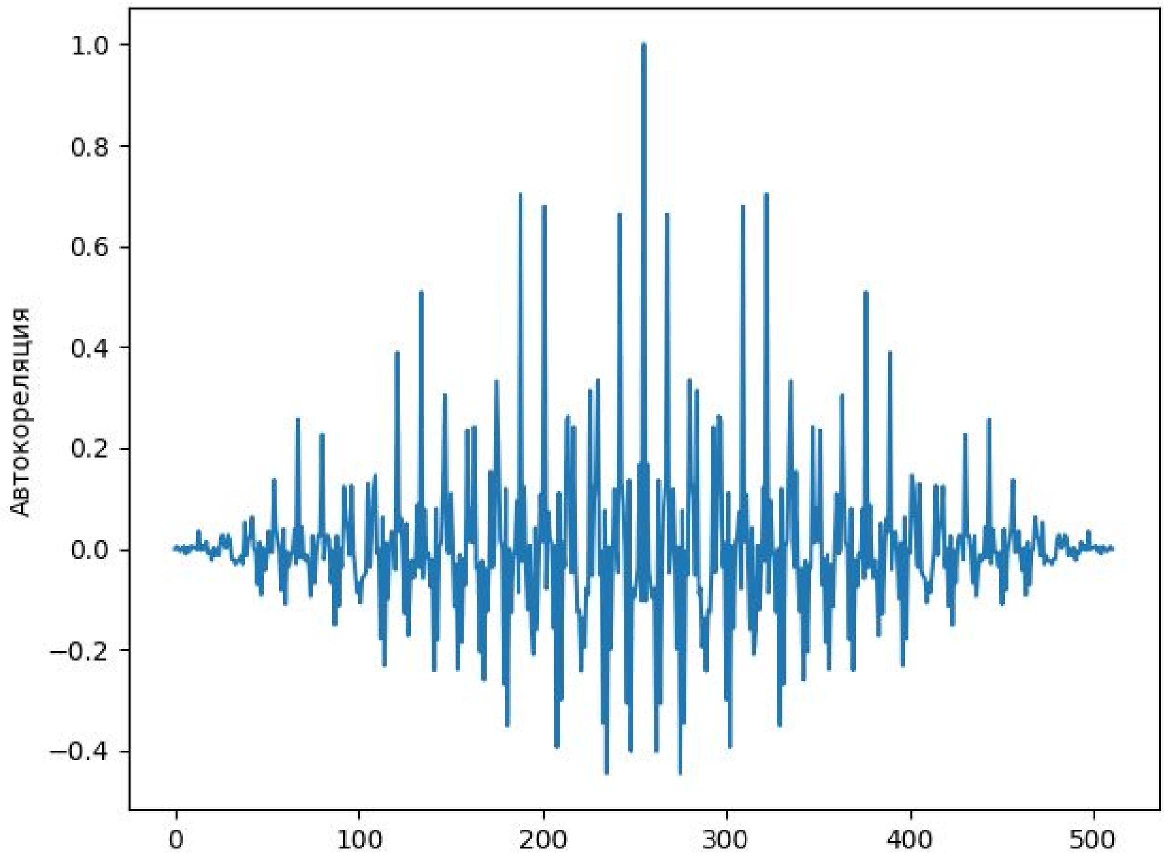
```
import random

import math

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt


n = 14

omega = 1800

N = 256

w = 0

i = 0

t = 0

x = np.zeros(N)

y = np.zeros(N)



def fun1(i, n, w, omega, arr):

    while i < n:

        w += omega / n

        i += 1

        t = 0

        A = random.random()

        fi = np.random.uniform(-np.pi / 2, np.pi / 2)

        while t < N:

            arr[t] += A * math.sin(w * t + fi)

            t += 1



fun1(0, n, w, omega, x)
```

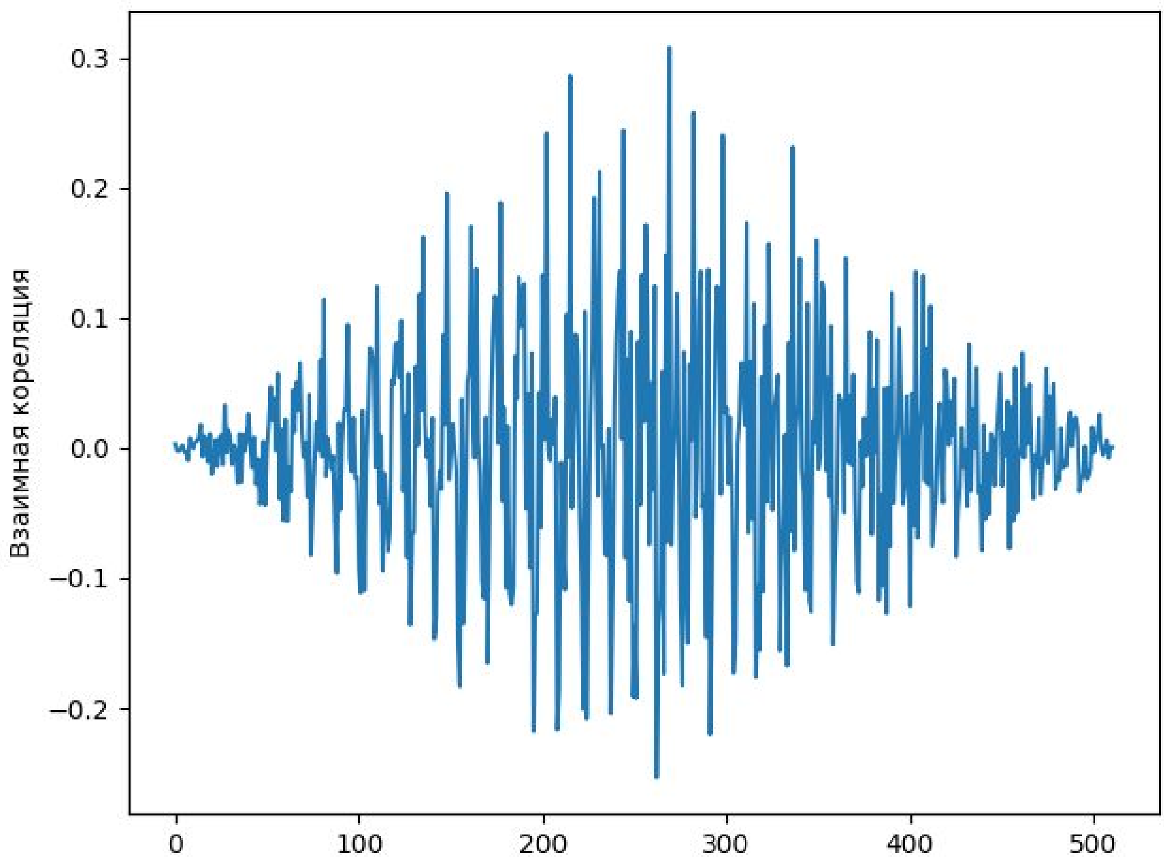
```
fun1(0, n + 20, w, omega, y)

plt.plot(x)
plt.ylabel('x(t)')
plt.show()

plt.plot(y)
plt.ylabel('y(t)')
plt.show()

print(np.average(x))  # Мат Ожидание
print(np.std(x) ** 2)  # Дисперсия

a = (x - np.mean(x)) / (np.std(x) * len(x))
a2 = (x - np.mean(x)) / (np.std(x))
b = (y - np.mean(y)) / (np.std(y))
XXcor = np.correlate(a, a2, 'full')
XYcor = np.correlate(a, b, 'full')

plt.plot(XXcor)
plt.ylabel('Автокореляция')
plt.show()

plt.plot(XYcor)
plt.ylabel('Взаимная кореляция')
plt.show()
```

Результати роботи програми






Автокореляция
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
−0.2
−0.4
0
100
200
300
400
500


Взаимная кореляция
0.3
0.2
0.1
0.0
−0.1
−0.2
0
100
200
300
400
500

Дисперсія - 1.6345946559886078

Матиматичне сподівання - 0.008211618575435068

Висновки

При виконанні цієї лабораторної роботи ми навчилися рахувати коварияцию і кореляцію, як взаємну так і авто. Наочно побачили різницю між ними на прикладі графіків і розрахунків.