МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА 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-кореляйційної
функцій випадкових сигналів »

Виконав:
студент гр. ІП-84
Дмитренко Олександр

Перевірив:
Регіда П.Г.

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:

$\overset{0}{x}(t_k)$, $\overset{0}{x}(t_k,\tau_s)$, 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 $R_{xx}(t,\tau)$ 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).

<u>Кореляційна функція для стаціонарного сигналу:</u>

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

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

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

<u>Коваріаційна функція для стаціонарного сигналу:</u>

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

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

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

Номер залікової книжки - **8507**
Варіант в таблиці — **7**

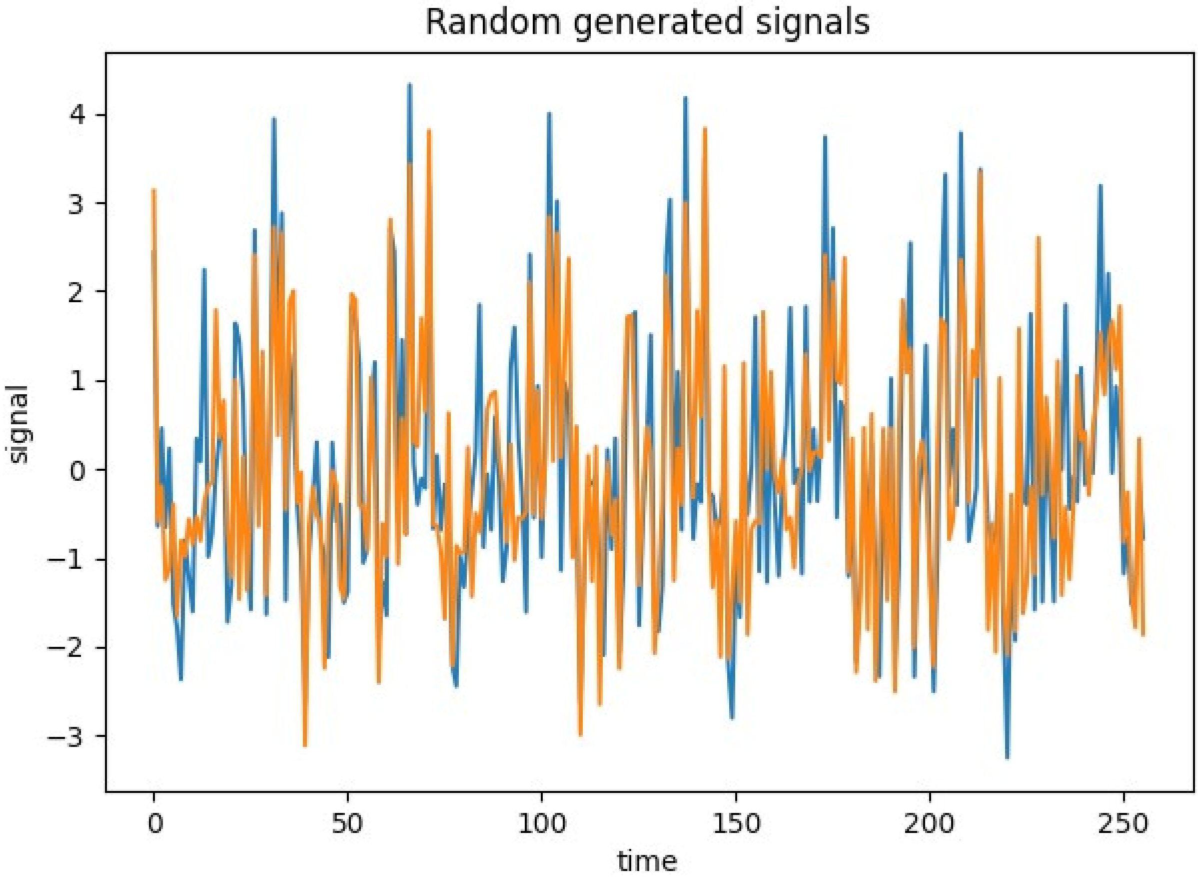
Число гармонік в сигналі n = 10
Гранична частота ω гр = 2700
Кількість дискретних відліків N = 256

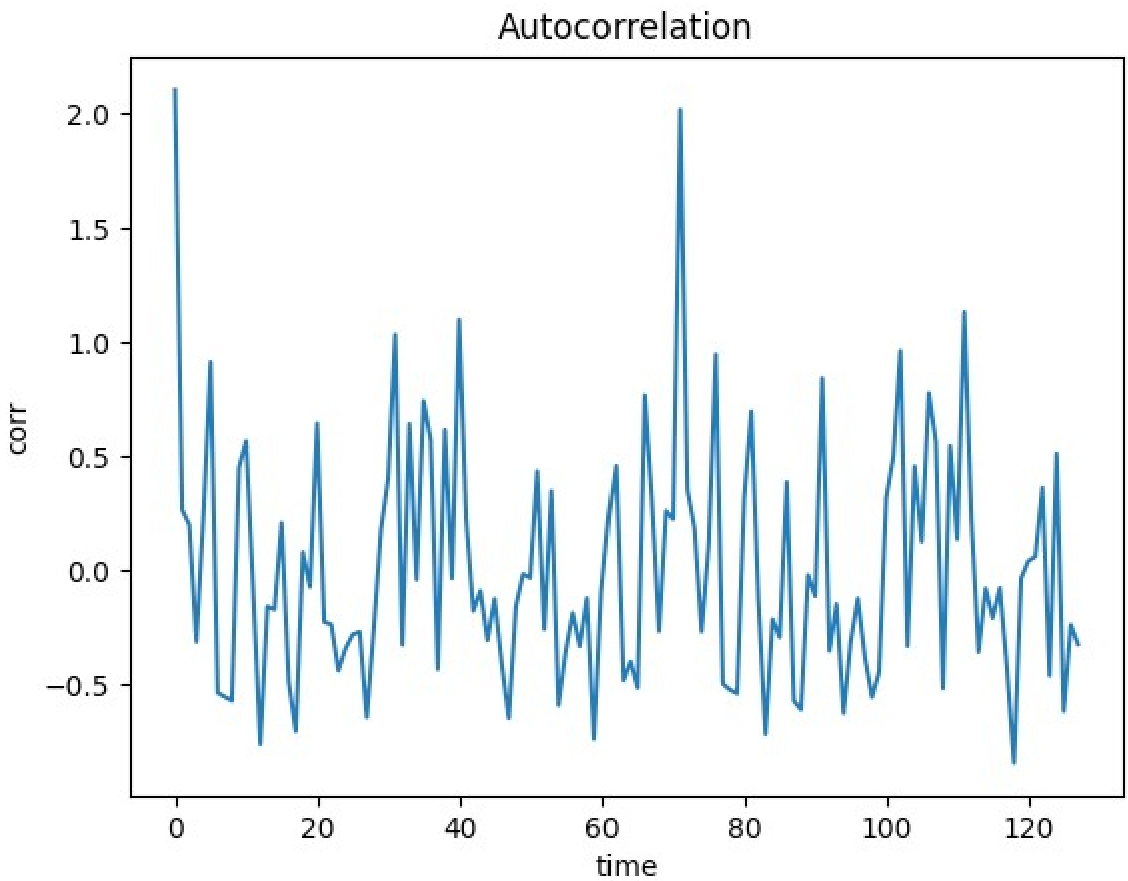
Лістинг програми

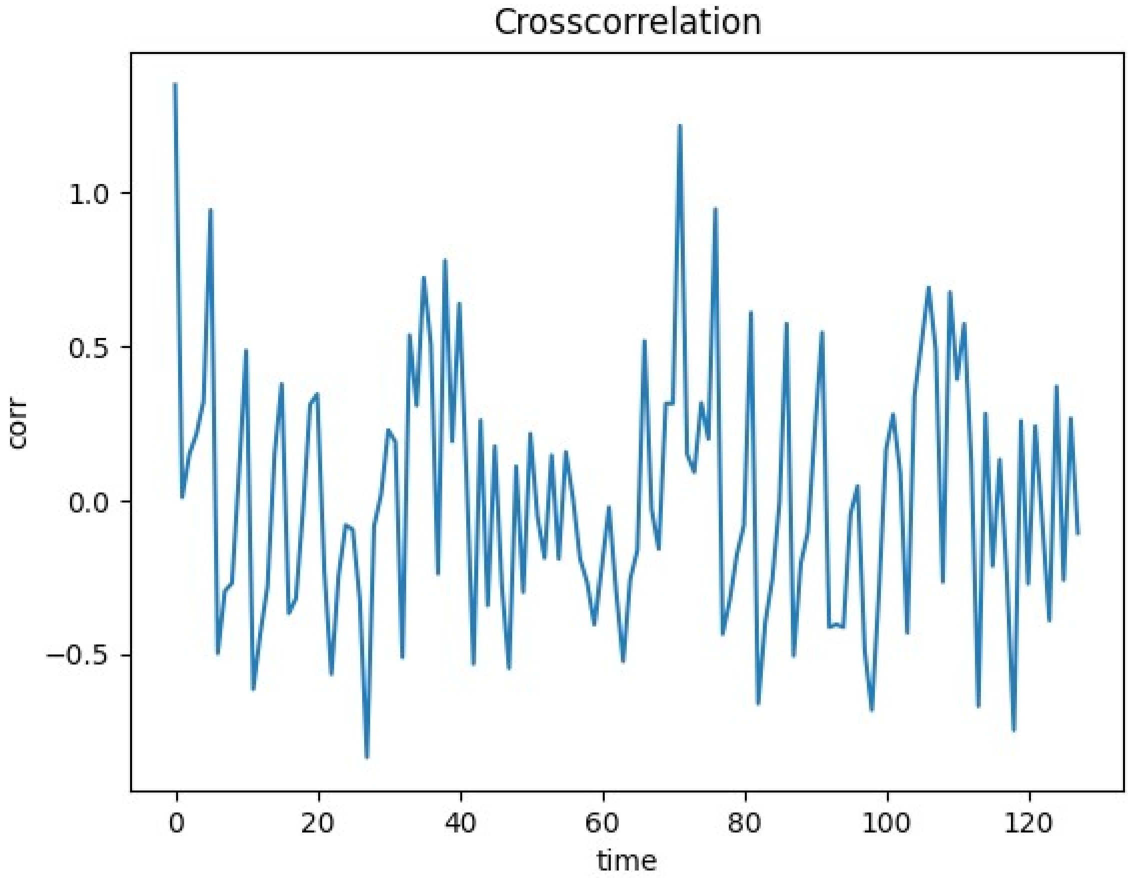
```
import numpy as np       # math operations
import matplotlib.pyplot as plt     #graphs

n = 10       # harmonics
w = 2700     #frequency
N = 256      # discrete calls
```

```python
def signalsGenerator(n,w,N):
    signals = np.zeros(N)
    W = w / n

    for harmonic in range(n):
        amplitude = np.random.rand()
        phase = np.random.rand()

        for t in range(N):
            signals[t] += (amplitude * np.sin(W * t + phase))
        W += W
    return signals

def correlFunction(signalFirst, signalSec):

    result = []
    lngth = len(signalFirst) // 2
    mathExpect_1 = np.average(signalFirst)
    mathExpect_2 = np.average(signalSec)
    def_1, def_2 = np.std(signalFirst), np.std(signalSec)     #deflection

    for t in range(lngth):
        cov = 0     #covariance

        for l in range(lngth):
            cov += (signalFirst[l]-mathExpect_1)*(signalSec[l+t]-mathExpect_2) / (lngth)

        result.append((cov / def_1 * def_2))

    return result

def autocorrelFunction(signal):
    return correlFunction(signal, signal)

signal1  = signalsGenerator(n,w,N)
signal2 = signalsGenerator(n,w,N)

print('Average: ', np.average(signal1))
print('Dispersion: ', np.var(signal1))

plt.plot(signal1)
plt.plot(signal2)
plt.title('Random generated signals')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('signal')
plt.figure()

plt.plot(autocorrelFunction(signal1))
plt.title('Autocorrelation')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('corr')
plt.figure()

plt.plot(correlFunction(signal1, signal2))
plt.title('Crosscorrelation')
plt.xlabel('time')
plt.ylabel('corr')
plt.show()
```

Результат роботи програми








```
Average:  -0.010003373895612556
Dispersion:  2.130216391981727
```

Висновки

У ході виконання лабораторної роботи я ознайомився з методами обчислення колеряційних функцій. Було реалізовано програму на мові Python, результатом якої стало обчислення автокореляції сигналу та взаємної кореляції сигналів , також виведення їх графіків відповідно.