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»

Виконала:	Перевірив:
студентка групи ІП-84	викладач
Скрипник Єлена Сергіївна	Регіда Павло Геннадійович
номер залікової книжки: 8422	

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 $M_x=0$

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

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 ($t_0 \dots t_1$).

<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.

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:

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:

22 – число гармонік в сигналі = 10; гранична частота = 1200; кількість дискретних відліків = 64.

Лістинг програми:

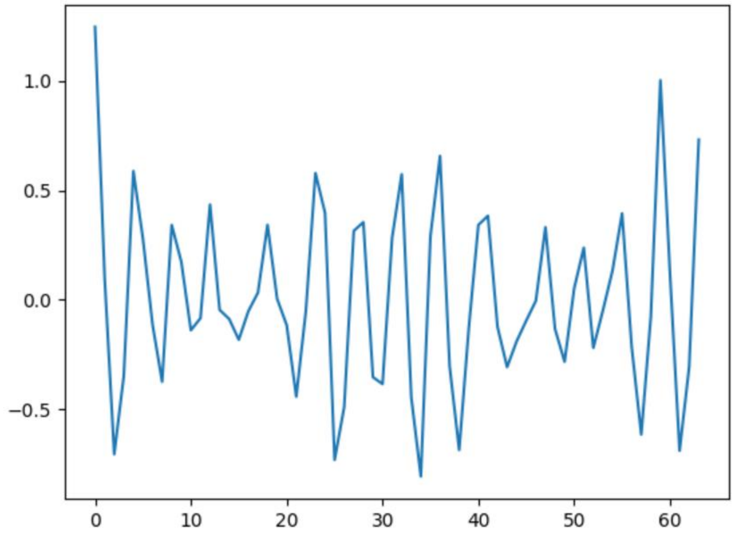
```
import random
import math
import matplotlib.pyplot as plt

n = 10
omegaMax = 1200
N = 64

k = 128
tau = 64
Yrxx = []

def Plot(g):
```

```
    A = []
    fi = []
    for i in range(n):
        A.append(random.random())
        fii = random.random() * omegaMax
        fi.append(fii)
    for i in range(k):
        res = 0
        for j in range(n):
            res += A[j] * math.sin((omegaMax / (j + 1)) * i + fi[j])
        g.append(res)
        yy = i

def Expectancy(g):
    Mxx = 0
    for t in range(k):
        Mxx += (1 / k) * g[t]
    return Mxx

def AutoCorr(g):
    res = []
    Rxxx = 0
    Mx = Expectancy(g)
    for T in range(tau):
        for t in range(tau):
            Rxxx = Rxxx + ((g[t] - Mx)* (g[t + T] - Mx))
        res.append(Rxxx / (tau - 1))
        Yrxx.append(T)
        Rxxx = 0
    return res

def MutualCorr(g, h):
    res = []
    Rxy = 0
    Mx = Expectancy(g)
    My = Expectancy(h)
    for T in range(tau):
        for t in range(tau):
            Rxy = Rxy + ((g[t] - Mx) * (h[t + T] - My)) / (tau - 1)
        res.append(Rxy)
        Rxy = 0
    return res

if __name__ == "__main__":
    x = []
    y = []
    Plot(x)
```

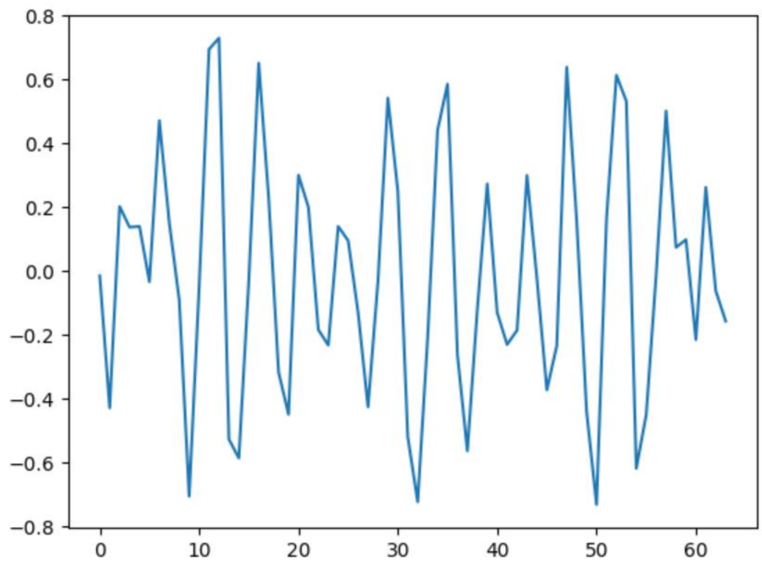
```
Plot(y)
Rxx = AutoCorr(x)
plt.plot(Yrxx, Rxx)
plt.show()
Rxy = MutualCorr(x, y)
plt.plot(Yrxx, Rxy)
plt.show()
```

Результат виконання:

Автокореляція:



Взаємна кореляція:



Висновки:

На даній лабораторній роботі було здійснено ознайомлення із принципами побудови автокореляційної та взаємно-кореляційної функцій, було вивчено та досліджено їх основні параметри із використанням засобів моделювання і сучасних програмних оболонок. Також було проведено ознайомлення із особливостями їх розрахунків у реальному часі.