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 ВЗАЄМНОЮ-КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЙ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ”

Виконала:
студентка групи ІП-84
Романова Вікторія Андріївна
номер залікової книжки: 8418

Перевірив:
ас. кафедри ОТ
Регіда П. Г.

Київ 2021

Варіант № 18

n = 10 # Число гармонік в сигналі

w_max = 1500 # Гранична частота

N = 256 # Кількість дискретних відліків

Контрольні питання

1. Статистичне вимірювання зв'язків між 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.

2. Автокореляційна функція і її властивості.

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 … t_1).

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

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

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

$$R_x(0) = D_x$$

3. Взаємно-кореляційна функція і її властивості.

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.

4. Коваріаційна функція. Особливості її розрахунку в реальному часі.

<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.

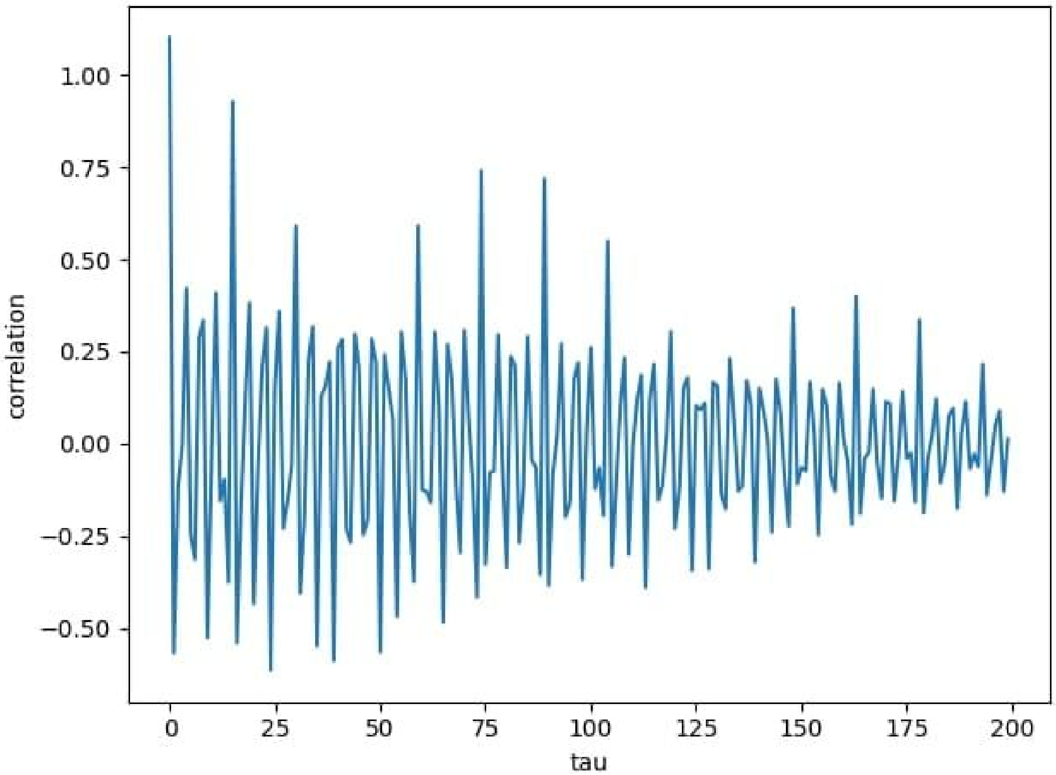
Лістинг коду

```
from lab11.main import Signal
import matplotlib.pyplot as plt


def rx(x, tau=0):
```

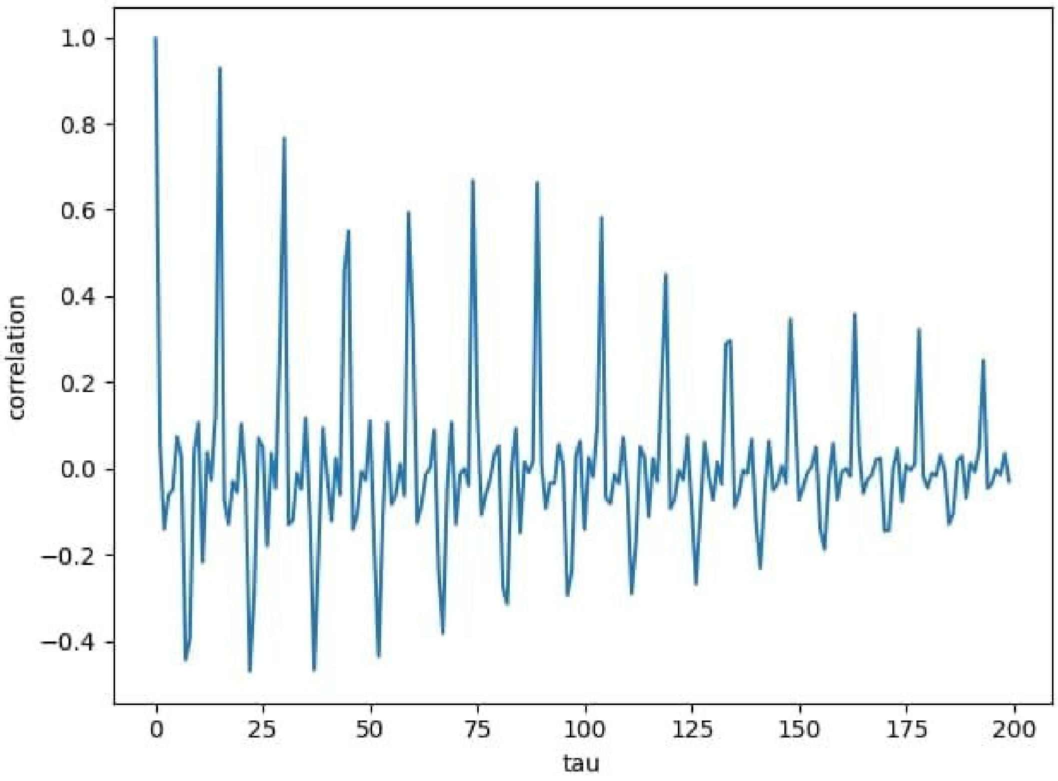
```python
    res = 0
    m = x.get_m()
    for t in range(x.N - tau):
        res += (x.xt[t] - m) * (x.xt[t + tau] - m)
    return res/(x.N - 1)


def rxy(x, y, tau=0):
    res = 0
    mx = x.get_m()
    my = y.get_m()
    for t in range(x.N - tau):
        res += (x.xt[t] - mx) * (y.xt[t + tau] - my)
    return res/(x.N - 1)


# Графік залежності кореляції від тау
s1 = Signal()
s2 = Signal()
taus = range(200)
cors = [rx(s1, t) for t in taus]
# cors = [rxy(s1, s2, t) for t in taus]
plt.xlabel("tau")
plt.ylabel("correlation")
plt.plot(taus, cors)
plt.show()
```

Результати виконання

Графік залежності автокореляційної функції від тау:



Графік залежності взаємокореляційної функції від тау:



Висновок

Було проведено ознайомлення з принципами побудови автокореляційної і взаємнокореляційної функцій, вивчення та дослідження їх основних параметрів з використанням засобів моделювання і сучасних програмних оболонок.