Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського" Факультет інформатики та обчислювальної техніки Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота 2.1
з дисципліни «Інтелектуальні вбудовані системи»

Виконав:

студент групи ІП-83

Подаш А.М.

Перевірив:

асистент Регіда П.Г.

Київ 2021

Варіант №18

Число гармонік в сигналі n - 10

Гранична частота, ωгр - 1500

Кількість дискретних відліків, N - 256

Основні теоретичні відомості

В основі спектрального аналізу використовується реалізація так званого дискретного перетворювача Фур'є (ДПФ) з неформальним (не формульним) поданням сигналів, тобто досліджувані сигнали представляються послідовністю відліків $x(k)$

$$F_x(p) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cdot e^{-jk\Delta tp\Delta\omega}$$

$$\omega \to \omega_p \to p\Delta\omega \to p \qquad \Delta\omega = \frac{2\pi}{T}$$

На всьому інтервалі подання сигналів **T**, **2π** - один період низьких частот. Щоб підвищити точність треба збільшити інтервал **T.**

$$t \to t_k \to k\Delta t \to k; \qquad \Delta t = \frac{T}{N} = \frac{1}{k_{зап.}} \cdot f'гр.$$

ДПФ - проста обчислювальна процедура типу звірки (тобто Σ-е парних множень), яка за складністю також має оцінку $\mathbf{N^2 + N}$. Для реалізації ДПФ необхідно реалізувати поворотні коефіцієнти ДПФ:

$$W_N^{pk} = e^{-jk\Delta t\Delta\omega p}$$

Ці поворотні коефіцієнти записуються в ПЗУ, тобто є константами.

$$W_N^{pk} = e^{-jk\frac{T}{N}p\frac{2\pi}{T}} = e^{-j\frac{2\pi}{N}pk}$$

W_N^{pk} не залежать від **T**, а лише від розмірності перетворення **N.** Ці коефіцієнти подаються не в експоненційній формі, а в тригонометричній.

$$W_N^{pk} = \cos\left(\frac{2\pi}{N}pk\right) - j\sin\left(\frac{2\pi}{N}pk\right)$$

Ці коефіцієнти повторюються (тому і **p** до **N-1**, і **k** до **N-1**, а **(N-1) • (N-1)**) з періодом **N(2π)**.. Т.ч. в ПЗУ треба зберігати N коефіцієнтів дійсних і уявних частин. Якщо винести знак коефіцієнта можна зберігати **N/2** коефіцієнтів.

2π/N- деякий мінімальний кут, на який повертаються ці коефіцієнти. У ПЗУ окремо зберігаються дійсні та уявні частини компілюють коефіцієнтів. Більш загальна форма ДПФ представляється як:

$$F_x(p) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cdot W_N^{pk}$$

ДПФ дуже зручно представити у вигляді відповідного графа.

Приклад: граф 4-х точкового ДПФ. ($k = \overline{0,3}$; $p = \overline{0,3}$)

Завдання на лабораторну роботу

Для згенерованого випадкового сигналу з Лабораторної роботи N 1 відповідно до заданого варіантом (Додаток 1) побудувати його спектр, використовуючи процедуру дискретного перетв
орення Фур'є. Розробити відповідну програму і вивести отримані значення і графіки відповідних параметрів.

Лістинг програми

```
import matplotlib.pyplot as plt  # lib for graphs
import random
import numpy as np
import math

n = 10
N = 256
W0 = 150
Wmax = 1500
W = np.arange(W0, Wmax + W0, W0)


def generator(n, N, W):
    signals = np.zeros(N)
    for i in range(n):
        A = random.random()
        phi = random.random()
        for t in range(N):
            signals[t] += A * math.sin(W[i] * t + phi)

    return signals


def remakeFur(signal):
    size = len(signal)

    F = np.zeros(size)
    for p in range(size):
        for t in range(size):
            F[p] += complex(math.cos(2*math.pi/N * (p*t)), -
                            math.sin(2*math.pi/N * (p*t))) *
signal[t]
```

```python

    return F

def toAbsolute(complexFur):
    l = []
    for el in complexFur:
        l.append(abs(el))

    return l

signal = generator(n,N,W)
spectr = toAbsolute(remakeFur(signal))
print(spectr)

##plotting signal
plt.plot(signal)
plt.xlabel('t')
plt.ylabel('X(t)')
plt.figure()

##plotting spectr
plt.plot(spectr)
plt.xlabel('signal')
plt.ylabel('spectr')
plt.show()
```

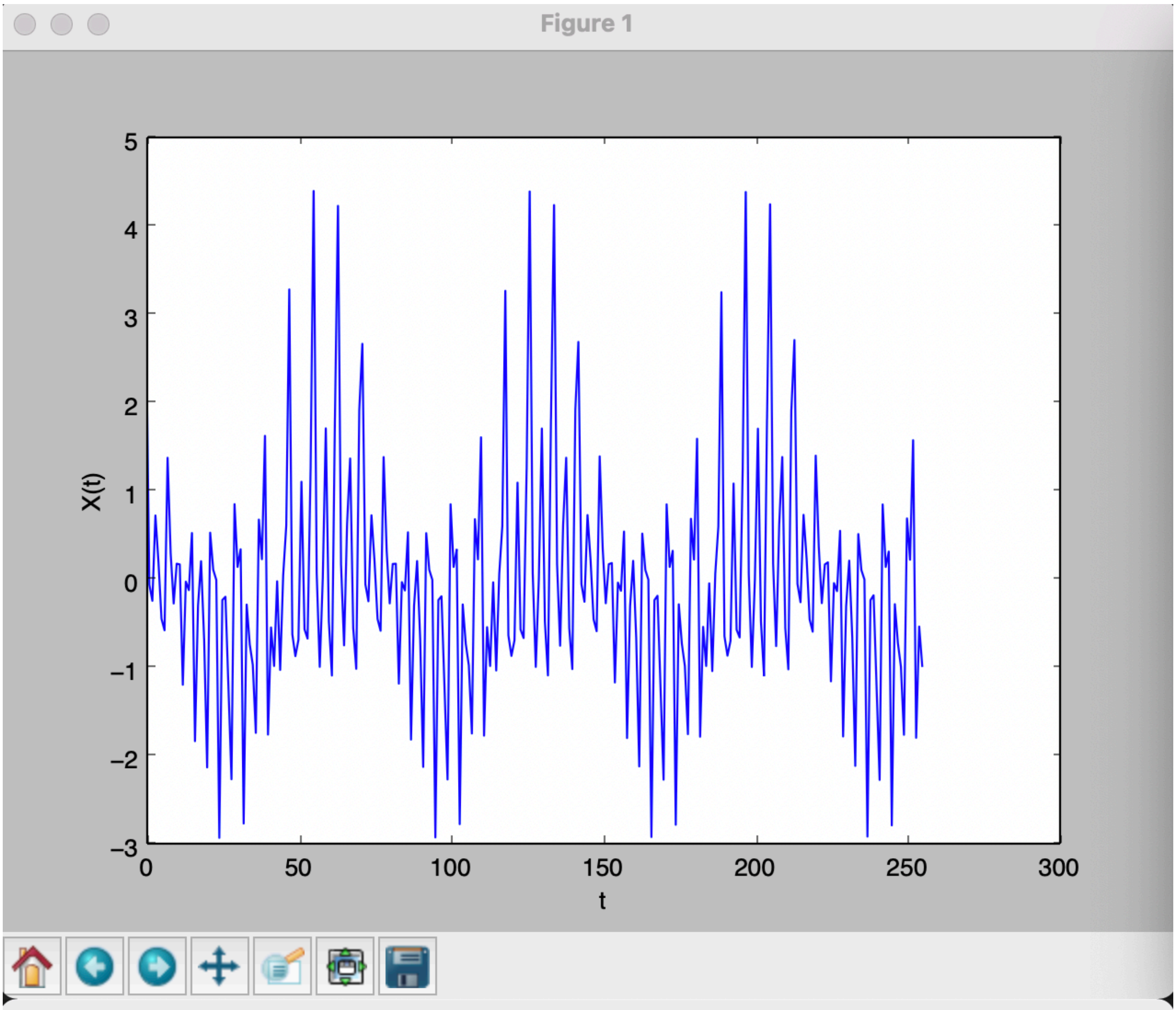

Figure 1
X(t)
t
5
4
3
2
1
0
−1
−2
−3
0
50
100
150
200
250
300

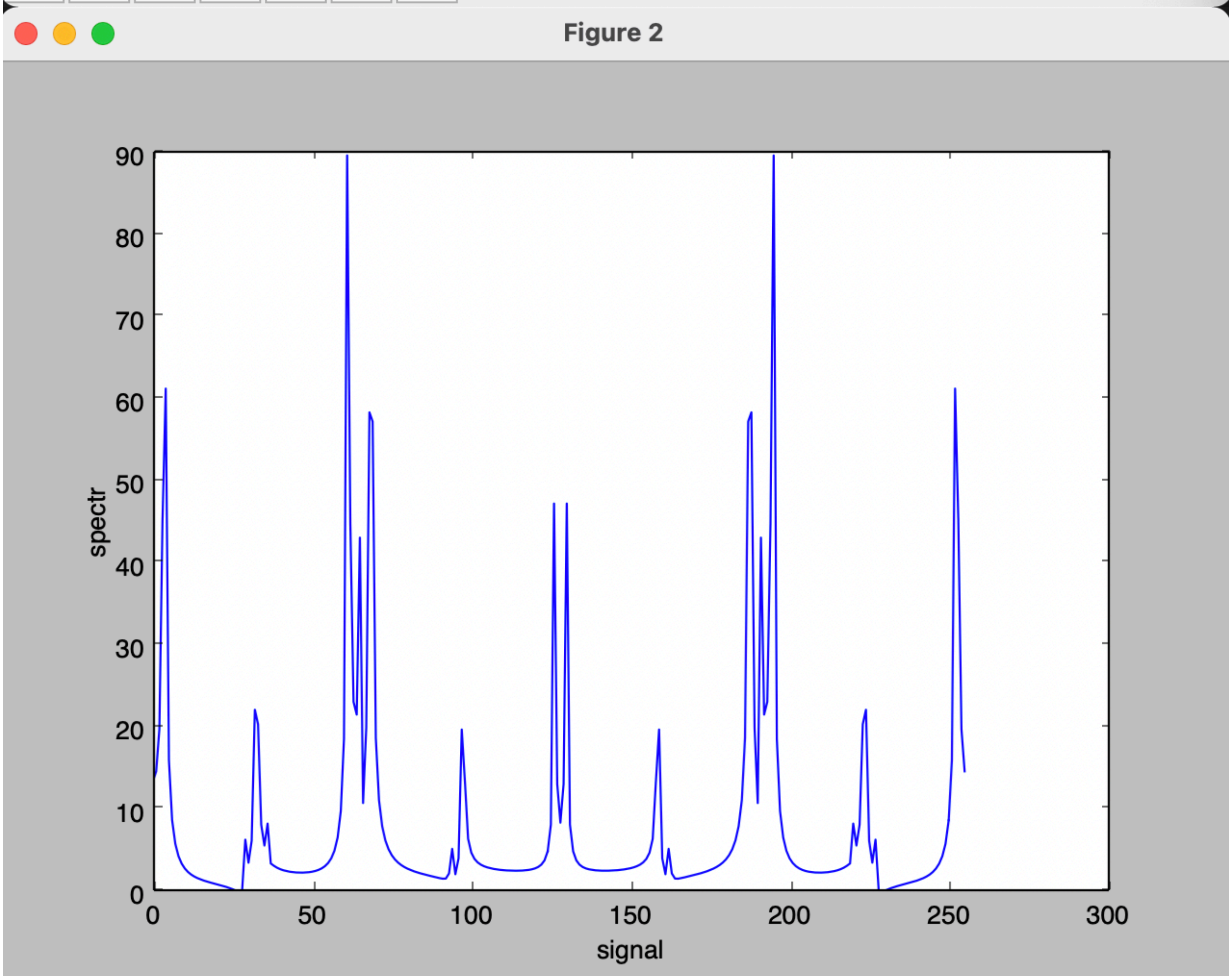

Figure 2
spectr
signal
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
50
100
150
200
250
300

Результат роботи програми

Висновки

Під час даної лабораторної роботи ми вивчили, як виділяти частотний спектр з сигналу за допомогою дискретного перетворення Фур’є.