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 №2.1
з дисципліни
«Інтелектуальні вбудовані системи»
на тему
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АЛГОРИТМУ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є»

Виконав: студент групи ІП-84 Сімонов Павло Ігорович

Перевірив: викладач Регіда Павло Геннадійович

номер залікової книжки: 8421

Київ 2021

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, 2pi - 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 сума-е парних множень), яка за складністю також має оцінку 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(2Pi).. Т.ч. в ПЗУ треба зберігати N коефіцієнтів дійсних і уявних частин. Якщо винести знак коефіцієнта можна зберігати N/2 коефіцієнтів.
2Pi/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:

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

Завдання
Для згенерованого випадкового сигналу з Лабораторної роботи N 1 відповідно до заданого варіантом (Додаток 1) побудувати його спектр, використовуючи процедуру дискретного перетворення Фур'є. 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

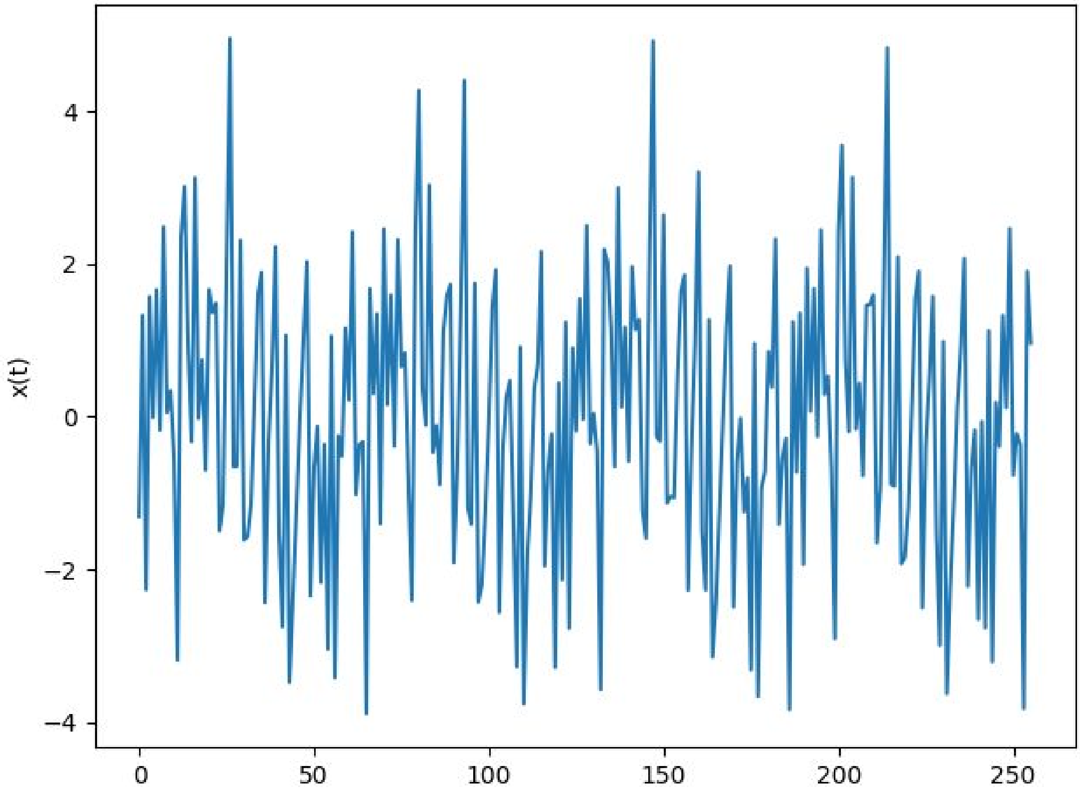
Лістинг програми

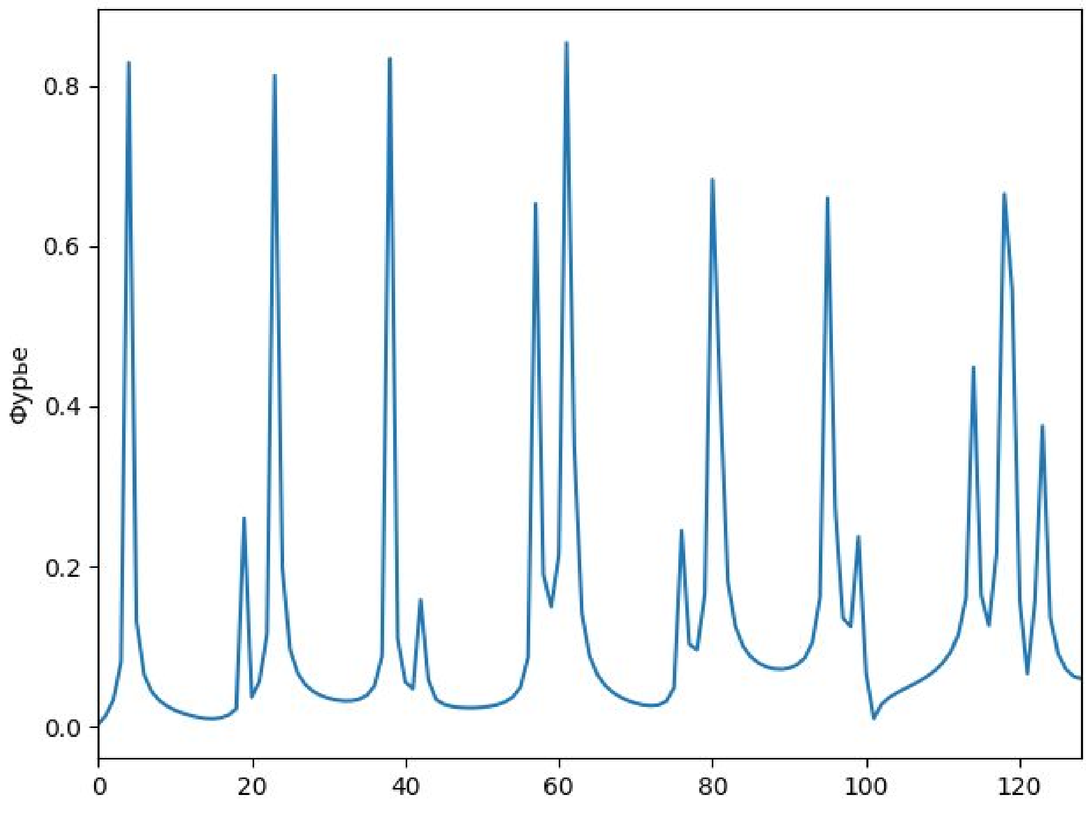
```
import random

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)
f = np.complex64(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)

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

p = 0
k = 0
```

```
while p < N:
    k = 0
    while k < N:
        f[p] += x[k] * (np.cos(2 * np.pi * p * k / N) - np.sin(2 * np.pi * p * k / N) * 1j)
        k += 1
    p += 1

print(f)
A = np.zeros(N)

A = np.abs(f)
A = 2 * A / N
print(A)

H = list(range(1, 128))

plt.plot(A)
plt.ylabel("Фурье")
plt.xlim(0, 128)
plt.show()
```

Результати роботи програми





Висновки

При виконанні цієї лабораторної роботи ми навчилися розраховувати перетворення Фур'є, виводити його у вигляді графіка, нормалізувалася і зрозуміли як він формується і працює.