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»

Виконала:

студентка

групи ІП-83

Гомілко Д. В.

Перевірив:

Регіда П. Г.

Київ 2021

Основні теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи

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).

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

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

ДПФ - проста обчислювальна процедура типу звірки (тобто -е парних множень), яка за складністю також має оцінку N^2 + N. Для реалізації ДПФ необхідно реалізувати поворотні коефіцієнти ДПФ. Ці поворотні коефіцієнти записуються в ПЗУ, тобто є константами.

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

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

Поворотні коефіцієнти не залежать від T, а лише від розмірності перетворення N. Ці коефіцієнти подаються не в експоненційній формі, а в тригонометричній.

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

Коефіцієнти зручно представити у вигляді таблиці:

k \ p	0	1	2	3
0	W_4^0	W_4^0	W_4^0	W_4^0
1	W_4^0	W_4^1	W_4^2	W_4^3
2	W_4^0	W_4^2	W_4^0	W_4^2
3	W_4^0	W_4^3	W_4^2	W_4^1

Умови завдання для варіанту

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: 04 (номер заліковки — 8304):

Варіант	Число гармонік в сигналі, n	Гранична частота, ω	Кількість дискретних відліків, N
4	12	2400	1024

Лістинг програми із заданими умовами завдання

dft.py

```
import math


def fourierCoefficient(pk, N):
arg = 2 * math.pi * pk / N
return complex(math.cos(arg), -math.sin(arg))

def discreteFourierTransform(signal):
N = len(signal)
spectre = []
for p in range(N):
sum = 0
for k in range(N):
x = signal[k]
w = fourierCoefficient(p*k, N)
sum += w * x
spectre.append(abs(sum))
return spectre
```

complexity.py

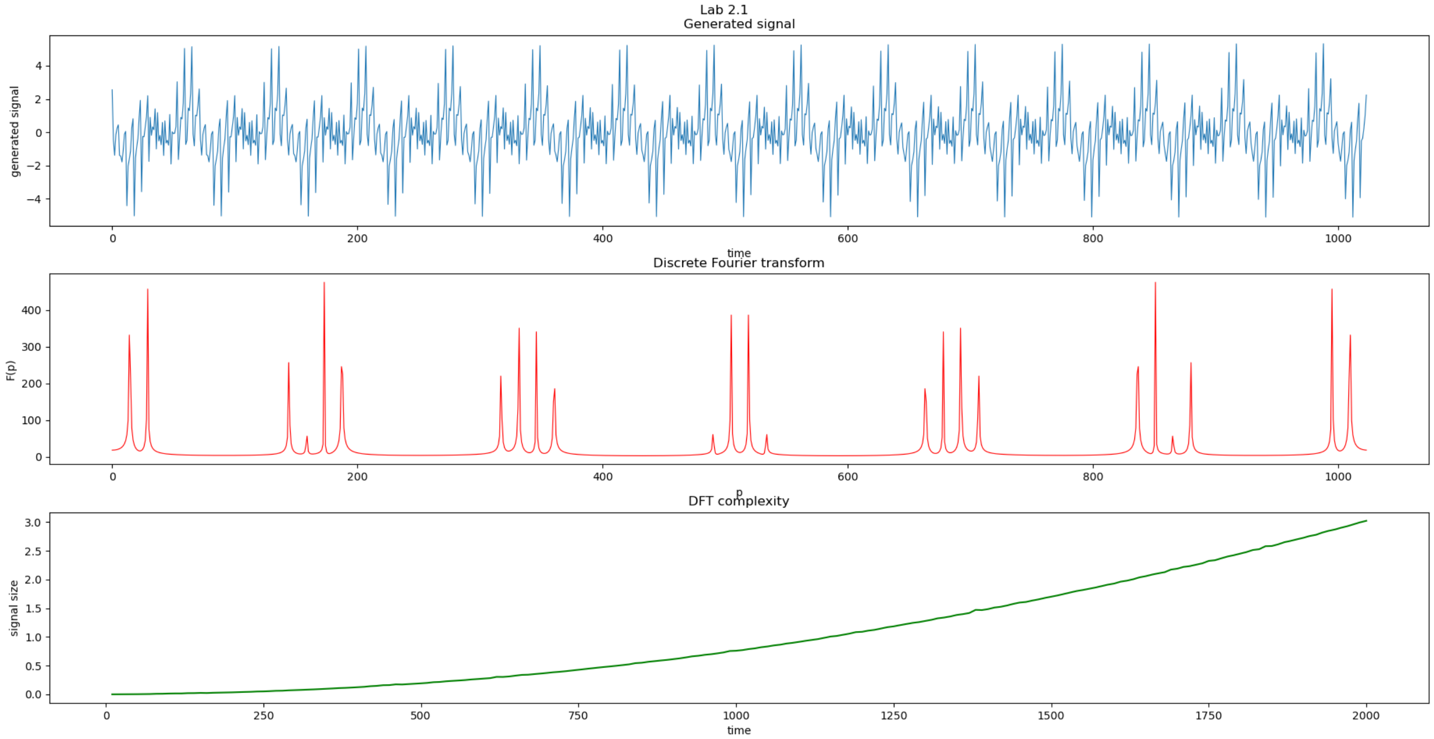
```
from dft import discreteFourierTransform
import time
import sys
sys.path.append('../')
from lab1.signalGenerator import createSignal

def getDFTComplexity(stepsCount, harmonics, maxFrequency):
elapsed = []
size = []
for i in range(stepsCount):
count = int(10 * (i + 1))
size.append(count)
signal = createSignal(harmonics, maxFrequency, count)
start = time.perf_counter()
discreteFourierTransform(signal)
stop = time.perf_counter()
elapsed.append(stop - start)
return size, elapsed
```

lab2-1.py

```
import matplotlib.pyplot as plt

from dft import discreteFourierTransform
from complexity import getDFTComplexity

import sys
sys.path.append('../')
from lab1.signalGenerator import createSignal

HARMONICS = 12
MAX_FREQUENCY = 2400
DISCRETE_CALLS = 1024
COMPLEXITY_COUNT_LOOPS = 200

signal = createSignal(
HARMONICS,
MAX_FREQUENCY,
DISCRETE_CALLS
)
spectre = discreteFourierTransform(signal)
lens, elapsed = getDFTComplexity(
COMPLEXITY_COUNT_LOOPS,
HARMONICS,
MAX_FREQUENCY
)

fig, axs = plt.subplots(3, 1)
plt.subplots_adjust(left=0.05, top=0.94, bottom=0.05, right=0.97, hspace=0.25)
fig.suptitle('Lab 2.1')

axs[0].plot(signal, linewidth=0.8)
axs[0].set_title('Generated signal')
axs[0].set(xlabel='time', ylabel='generated signal')

axs[1].plot(spectre, color='r', linewidth=0.8)
axs[1].set_title('Discrete Fourier transform')
axs[1].set(xlabel='p', ylabel='F(p)')

axs[2].plot(lens, elapsed, color='g')
axs[2].set_title('DFT complexity')
axs[2].set(xlabel='time', ylabel='signal size')

plt.show()
fig.savefig('graphs/lab1-2.png')
```

Результати виконання кожної програми

Графіки згенерованого сигналу, побудованого за ним спектру та часової складності дискретного перетворення Фур’є:



Висновки щодо виконання лабораторної роботи

Під час виконання лабораторної роботи 2.1 ми ознайомилися з принципами реалізації спектрального аналізу випадкових сигналів на основі алгоритму перетворення Фур'є, вивчили та дослідили особливості даного алгоритму з використанням засобів моделювання і сучасних програмних оболонок. У ході роботи було створено програму, що для згенерованого випадкового сигналу обраховує спектр за допомогою процедури дискретного перетворення Фур’є. Результати роботи було відображено на графіку залежності F(p). Окрім того, було графічно зображено складність алгоритму, яка обраховувалася шляхом поступового збільшення довжини масиву значень випадкового сигналу, з яким працює функція ДПФ.