

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA**

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY**



**PROGRAMOWANIE  
RÓWNOLEGŁE I ROZPROSZONE**

Projekt

**Zespół nr 8**

**Zrównoleglenie FFT**

Wykonali:  
Paweł Bokotko  
Stanisław Pawlak

Warszawa 2018

# **Spis treści**

---

# 1 Cel Projektu

Celem projektu jest demonstracja możliwości zrównoleglenia obliczeń Szybkiej Transformy Fouriera (FFT), na przykładzie przetwarzania obrazów.

## 2 Wstęp

### 2.1 Technologia i zakres projektu

**Sposób działania programu** Działanie programu polega na wczytywaniu obrazów w formacie BMP, poddawaniu ich transformacji, a następnie zapisywaniu plików wyjściowych. Program dokonuje także transformacji odwrotnej. Możliwe jest zrównoleglenie poprzez uruchomienie kilku procesów (jeden proces na przetwarzanie jednego obrazu wejściowego) oraz skorzystanie z przetwarzania wielowątkowego. Działanie programu przetestowaliśmy na kilkunastu obrazach testowych o rozmiarach od  $64 \times 64$  do  $1024 \times 1024$ .

**Technologia i wykorzystane biblioteki** Program został napisany w C#, wykorzystujemy biblioteki *System.Diagnostics* oraz *System.Threading*.

### 2.2 Wprowadzenie do tematyki FFT

## 3 Opis rozwiązania

---

## 4 Szczegóły instalacji i uruchomienia programu

Po otrzymaniu pliku wykonywalnego **.exe** należy umieścić go w folderze, w którym znajduje się folder **img** a w nim obrazy, na których chcemy wykonać FFT. Obrazki muszą być w formacie **.bmp** oraz w zapisie 8bpp.

Aby uruchomić program należy:

1. Otworzyć **Wiersz poleceń (cmd)**
2. Przejść do folderu z plikiem **.exe**
3. Umieścić obrazy w folderze **img**, jeśli go nie ma należy taki utworzyć
4. Uruchomić program z konsoli poleceniem:

***FFT.exe [nazwa\_obrazka1] [nazwa\_obrazka1] [nazwa\_obrazka2] [nazwa\_obrazka3] [nazwa\_obrazka4]***


[nazwa\_obrazka] - to jest nazwa naszego obrazu bez rozszerzenia **.bmp**

FFT.exe - zależy od tego czy zmieniliśmy nazwę pliku wykonywalnego, podana nazwa jest domyślna

5. Dla każdego podane obrazka utworzył się w folderze **img** obrazek po FFT oraz po odwróconej FFT. (do nazw dodane przyrostki *fourier* albo *backwardfourier*)

---

## 5 Uzyskane rezultaty

 C:\Users\USER\Desktop\C#\FFTC\FFTC\bin\Debug\FFTC.exe

Sekwencyjne wykonywanie programu trwało: 2894 milisekund.

Rysunek 1: Dla 13 obrazków 512x512 pikseli - wersja sekwencyjna

```
11:01:49.7967081
Starting process for \img\demo.bmp
Starting process for \img\bitmap.bmp
Starting process for \img\boy.bmp
Starting process for \img\bridge.bmp
Starting process for \img\clown.bmp
Starting process for \img\couple.bmp
Starting process for \img\girlface.bmp
Starting process for \img\man.bmp
Starting process for \img\ob1.bmp
Starting process for \img\ob2.bmp
Starting process for \img\tank.bmp
Starting process for \img\tank2.bmp
Starting process for \img\truck.bmp
Starting process for \img\trucks.bmp
Proces dla obrazka ob1 zakończył się o: 11:01:50.7534021
Proces dla obrazka tank zakończył się o: 11:01:50.8873599
Proces dla obrazka boy zakończył się o: 11:01:50.8893593
Proces dla obrazka couple zakończył się o: 11:01:50.8923577
Proces dla obrazka ob2 zakończył się o: 11:01:50.9023549
Proces dla obrazka demo zakończył się o: 11:01:50.8413750
Proces dla obrazka clown zakończył się o: 11:01:50.8283785
Proces dla obrazka trucks zakończył się o: 11:01:50.8923577
Proces dla obrazka tank2 zakończył się o: 11:01:50.9773312
Proces dla obrazka bitmap zakończył się o: 11:01:50.8083857
Proces dla obrazka bridge zakończył się o: 11:01:50.9393428
Proces dla obrazka truck zakończył się o: 11:01:50.9433417
Proces dla obrazka girlface zakończył się o: 11:01:50.8433735
Proces dla obrazka man zakończył się o: 11:01:51.3232215
```

Rysunek 2: Dla 13 obrazków 512x512 pikseli - wersja zrównoleglona 4 wątki

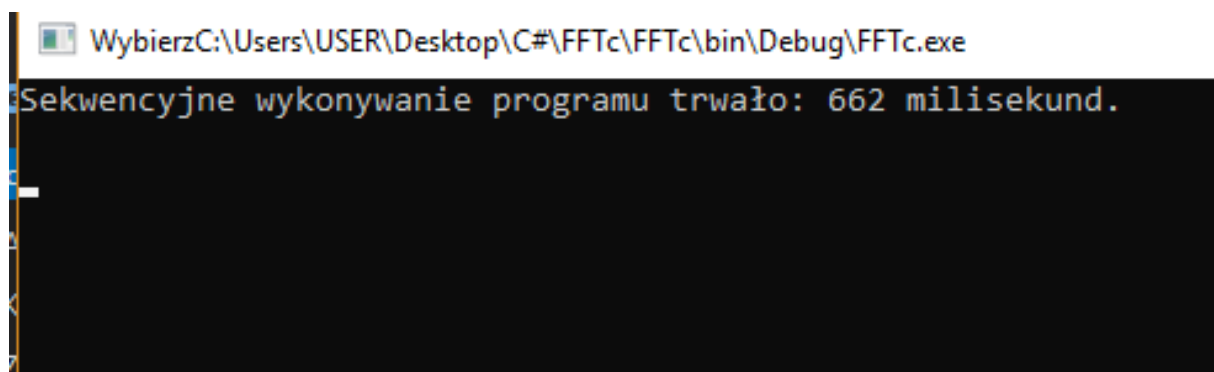
---

```
10:59:49.8302349
Starting process for \img\demo.bmp
Starting process for \img\bitmap.bmp
Starting process for \img\boy.bmp
Starting process for \img\bridge.bmp
Starting process for \img\clown.bmp
Starting process for \img\couple.bmp
Starting process for \img\girlface.bmp
Starting process for \img\man.bmp
Starting process for \img\ob1.bmp
Starting process for \img\ob2.bmp
Starting process for \img\tank.bmp
Starting process for \img\tank2.bmp
Starting process for \img\truck.bmp
Starting process for \img\trucks.bmp
Proces dla obrazka bitmap zakończył się o: 10:59:51.1568108
Proces dla obrazka bridge zakończył się o: 10:59:51.2787716
Proces dla obrazka ob2 zakończył się o: 10:59:51.3877368
Proces dla obrazka ob1 zakończył się o: 10:59:51.2577776
Proces dla obrazka boy zakończył się o: 10:59:51.3237576
Proces dla obrazka clown zakończył się o: 10:59:51.2817709
Proces dla obrazka demo zakończył się o: 10:59:51.2607766
Proces dla obrazka couple zakończył się o: 10:59:51.4067307
Proces dla obrazka tank2 zakończył się o: 10:59:51.4547147
Proces dla obrazka truck zakończył się o: 10:59:51.3457495
Proces dla obrazka trucks zakończył się o: 10:59:51.3957342
Proces dla obrazka girlface zakończył się o: 10:59:51.3497487
Proces dla obrazka man zakończył się o: 10:59:51.5966702
Proces dla obrazka tank zakończył się o: 10:59:51.3967338
```

Rysunek 3: Dla 13 obrazków 512x512 pikseli - wersja zrównoleglona 8 wątków

```
11:01:15.3635136
Starting process for \img\demo.bmp
Starting process for \img\bitmap.bmp
Starting process for \img\boy.bmp
Starting process for \img\bridge.bmp
Starting process for \img\clown.bmp
Starting process for \img\couple.bmp
Starting process for \img\girlface.bmp
Starting process for \img\man.bmp
Starting process for \img\ob1.bmp
Starting process for \img\ob2.bmp
Starting process for \img\tank.bmp
Starting process for \img\tank2.bmp
Starting process for \img\truck.bmp
Starting process for \img\trucks.bmp
Proces dla obrazka bitmap zakończył się o: 11:01:16.9600048
Proces dla obrazka demo zakończył się o: 11:01:16.9640034
Proces dla obrazka couple zakończył się o: 11:01:17.0819653
Proces dla obrazka tank zakończył się o: 11:01:17.1109551
Proces dla obrazka ob2 zakończył się o: 11:01:17.0709682
Proces dla obrazka girlface zakończył się o: 11:01:17.13594
Proces dla obrazka tank2 zakończył się o: 11:01:17.0759666
Proces dla obrazka trucks zakończył się o: 11:01:17.0989594
Proces dla obrazka clown zakończył się o: 11:01:17.1869309
Proces dla obrazka ob1 zakończył się o: 11:01:17.1199524
Proces dla obrazka bridge zakończył się o: 11:01:17.1209529
Proces dla obrazka truck zakończył się o: 11:01:17.0739678
Proces dla obrazka boy zakończył się o: 11:01:17.0039903
Proces dla obrazka man zakończył się o: 11:01:17.2589083
```


Rysunek 4: Dla 13 obrazków 512x512 pikseli - wersja zrównoleżona 16 wątków



```
WybierzC:\Users\USER\Desktop\C#\FFTC\FFTC\bin\Debug\FFTC.exe
Sekuencyjne wykonywanie programu trwało: 662 milisekund.
```


Rysunek 5: Dla 4 obrazków 512x512 pikseli - wersja sekwencyjna

---

 C:\Users\USER\Desktop\C#\FFTC\FFTC\bin\Debug\FFTC.exe

```
11:02:50.9284937
Starting process for \img\demo.bmp
Starting process for \img\bitmap.bmp
Starting process for \img\boy.bmp
Starting process for \img\bridge.bmp
Proces dla obrazka bitmap zakończył się o: 11:02:51.3953441
Proces dla obrazka demo zakończył się o: 11:02:51.4453286
Proces dla obrazka boy zakończył się o: 11:02:51.4473277
Proces dla obrazka bridge zakończył się o: 11:02:51.4513269
```

Rysunek 6: Dla 4 obrazków 512x512 pikseli - wersja zrównoleglona 8 wątków

 C:\Users\USER\Desktop\C#\FFTC\FFTC\bin\Debug\FFTC.exe

```
Sekwencyjne wykonywanie programu trwało: 386 milisekund.
```

Rysunek 7: Dla 2 obrazków 512x512 pikseli - wersja sekwencyjna

```
11:03:44.0213322
Starting process for \img\demo.bmp
Starting process for \img\bitmap.bmp
Proces dla obrazka bitmap zakończył się o: 11:03:44.2012752
Proces dla obrazka demo zakończył się o: 11:03:44.2812490
```

Rysunek 8: Dla 2 obrazków 512x512 pikseli - wersja zrównoleglona 8 wątków



---

## 6 Wnioski

- Po zastosowaniu transformaty w obie strony na obrazku zauważalny jest drobny spadek jakości obrazu.
- Zrównoleglenie na procesy poszczególnych grafik dało bardzo dobre rezultaty i zdecydowanie przyspieszyło działanie programu przy większej ilości obrazków.
- Wersja sekwencyjna jest równie szybka a czasami szybsza dla 2 lub 3 obrazków, ale od 4 i więcej zauważalna jest tendencja przyrostowa czasu wykonywania transformaty. W przeciwieństwie do zrównoleglonej wersji, gdzie czas utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie.
- Użycie zbyt dużej ilości wątków wbrew pozorom daje gorsze rezultaty niż ich mniejsza ilość, np. 8 czy 4. Jest to spowodowane, że program traci czas na uruchomienie poszczególnych wątków, a one same w sobie nie mają dużego obciążenia obliczeniowego