

# Reprezentacja sygnałów w dziedzinie częstotliwości

Transmisja danych

## 1. Wprowadzenie

Dyskretnie przekształcenie Fouriera (DFT) jest techniką matematyczną wykorzystywaną do wyznaczania zawartości częstotliwościowej sygnału dyskretnego [1]. Równanie pozwalające na obliczenie reprezentacji sygnału w dziedzinie częstotliwości ma następującą postać:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-i \cdot \frac{2\pi \cdot k \cdot n}{N}}, \quad k = 0, \dots, N-1,$$

gdzie:

- $X(k)$  - reprezentacja w dziedzinie częstotliwości (wektor liczb zespolonych postaci  $a + ib$ ),
- $x(n)$  - próbki reprezentujące sygnał w dziedzinie czasu,
- $i$  - jednostka urojona ( $i^2 = -1$ ),
- $N$  - liczba próbek sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości.

## 2. Ćwiczenia

1. Proszę zaimplementować przekształcenie DFT na podstawie wzoru przedstawionego w punkcie 1.
2. Dla uzyskanej reprezentacji w dziedzinie częstotliwości  $X(k)$ ,  $k = 0, \dots, N/2 - 1$ :
  - obliczyć widmo amplitudowe:  $M(k) = \sqrt{\operatorname{Re}[X(k)]^2 + \operatorname{Im}[X(k)]^2}$ ,
  - wartości amplitudy przedstawić w skali decybelowej:  $M'(k) = 10 \cdot \log_{10} M(k)$ ,
  - wyznaczyć skalę częstotliwości:  $f_k = k \cdot \frac{f_s}{N}$ , gdzie  $f_s$  - częstotliwość próbkowania sygnału,
  - wykreślić wykres widma amplitudowego  $M'(k)$  ( $f_k$  oznaczają częstotliwości prążków widma).
3. Dla sygnałów uzyskanych na poprzednich laboratoriach proszę obliczyć DFT i wygenerować wykresy widm amplitudowych. Należy tak dobrać skale osi poziomych i pionowych (liniowe lub logarytmiczne) aby jak najwięcej prążków widma było widocznych na wykresie.
4. Wykonać obliczenia dla sygnałów z poprzednich laboratoriów z wykorzystaniem szybkiej transformaty Fouriera (FFT) zamiast DFT. Porównać czasy obliczeń dla poszczególnych sygnałów oraz sumaryczne czasy obliczeń. Wyniki zestawić w tabeli.

## 3. Uwagi

- W pliku tekstowym (*wnioski.txt*) należy opisać obserwacje i wnioski wynikające z przeprowadzonych eksperymentów i pomiarów.
- Przy implementacji DFT można wykorzystać następujący wzór Eulera:  $e^{i\phi} = \cos(\phi) + i \sin(\phi)$ .
- W przypadku obliczeń związanych z szybką transformatą Fouriera należy wykorzystać gotową implementację algorytmu FFT.
- Kod do każdego z ćwiczeń powinien być umieszczony w osobnym katalogu wraz z plikami graficznymi reprezentującymi wygenerowane sygnały.
- Wszystkie pliki związane z wykonanym ćwiczeniem należy umieścić w repozytorium GIT w katalogu *lab-2*.
- Łączna liczba wykresów do wygenerowania ze wszystkich zadań wynosi 8 (widma amplitudowe sygnałów z poprzednich zajęć).

## Literatura

- [1] R. G. Lyons, *Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010