

Zadanie nr 2 - Próbkowanie i kwantyzacja

Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Julia Szymańska, 224441 Przemysław Zdrzalik, 224466

21.04.2021r.

1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest budowa programu umożliwiającego wykonanie procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) i cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów. W programie dostępna jest:

- Konwersja A/C - próbkowanie równomierne
- Konwersja A/C - kwantyzacja:
 - Kwantyzacja równomierna z obcięciem
 - Kwantyzacja równomierna z zaokrąglaniem
- Konwersja C/A - rekonstrukcja sygnału:
 - Ekstrapolacja zerowego rzędu
 - Interpolacja pierwszego rzędu
 - Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc

W programie możliwe jest również porównanie sygnału zrekonstruowanego z sygnałem orginalnym, w tym celu obliczane są cztery miary:

- Błąd średniokwadratowy - MSE
- Stosunek sygnał - szum - SNR
- Szczytowy stosunek sygnał - szum - PSNR
- Maksymalna różnica - MD

2 Wstęp teoretyczny

W programie konwersje oraz miary do porównania sygnałów są obliczane na podstawie wzorów znajdujących się w instrukcji do zadania drugiego na platformie Wikamp [1].

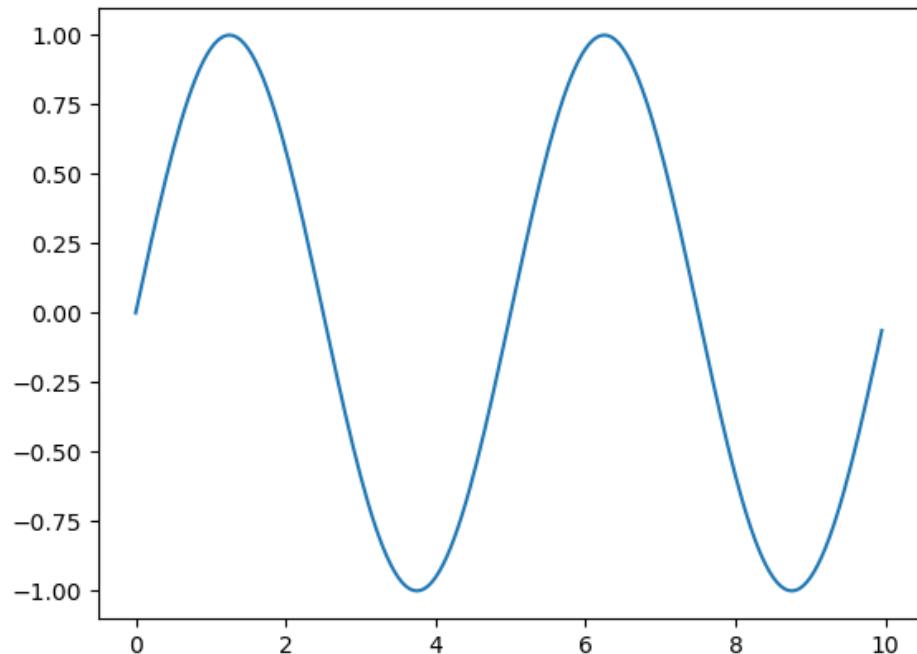
3 Eksperymenty i wyniki

3.1 Eksperiment nr 1 - Sygnał sinusoidalny Probkowanie

W pierwszym eksperymencie analizujemy sygnał sinusoidalny. Wykonaliśmy próbkowanie na wygenerowanym sygnale, a następnie dokonaliśmy rekonstrukcji sygnału każdą z metod.

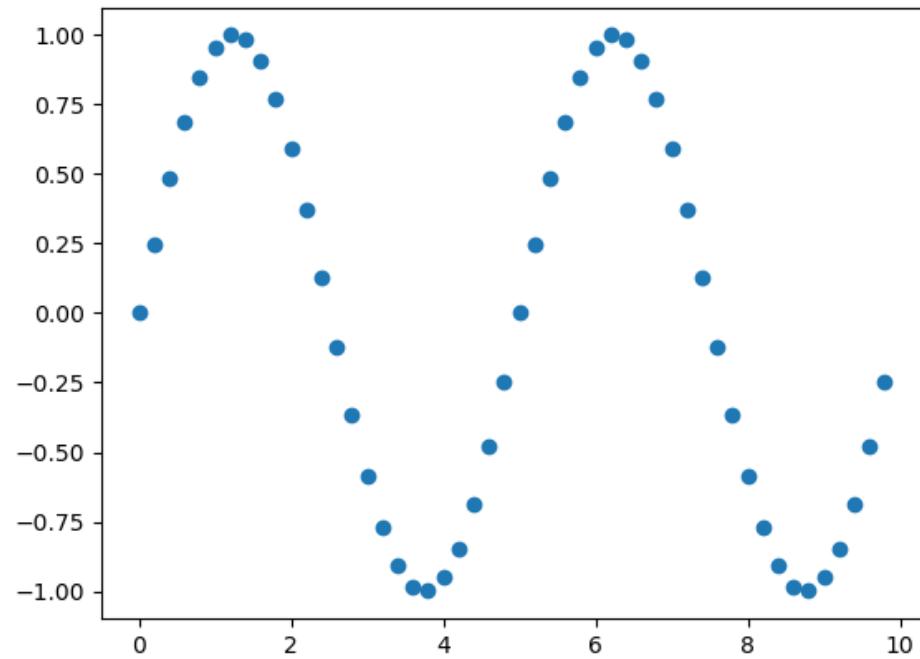
Tabela 1: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

| Czas Początkowy | Czas Trwania | Amplituda | Okres | Częstotliwość Próbkowania |
|-----------------|--------------|-----------|-------|---------------------------|
| 0 | 10 | 1 | 5 | 5 |

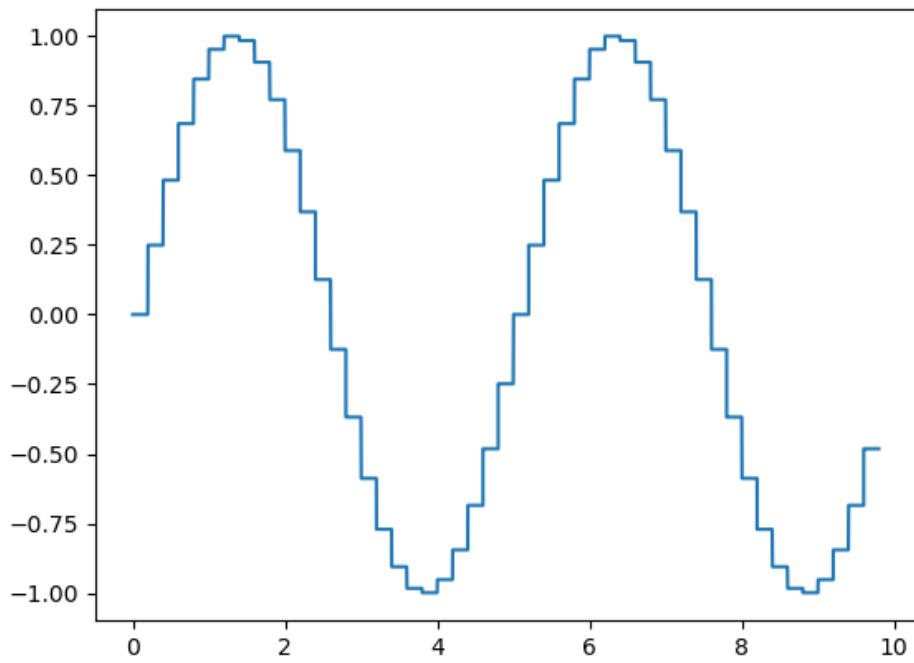


Rysunek 1: Oryginalny wygenerowany sygnał

3.1.1 Próbkowanie



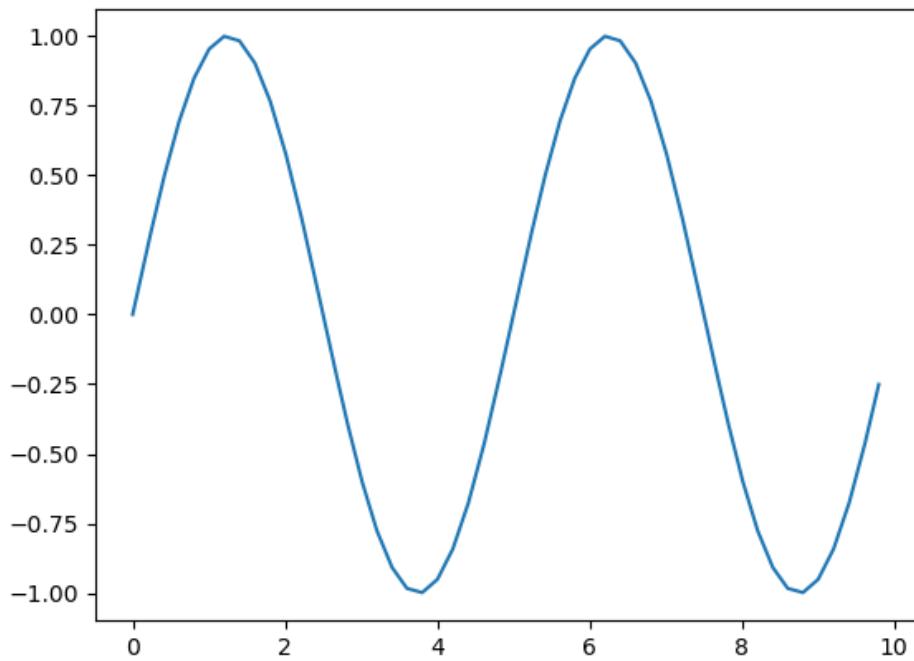
Rysunek 2: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



Rysunek 3: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.

Tabela 2: Miary podobieństwa sygnału sinusoidalnego i rekonstrukcji metodą ekstrapolacji zerowego rzędu

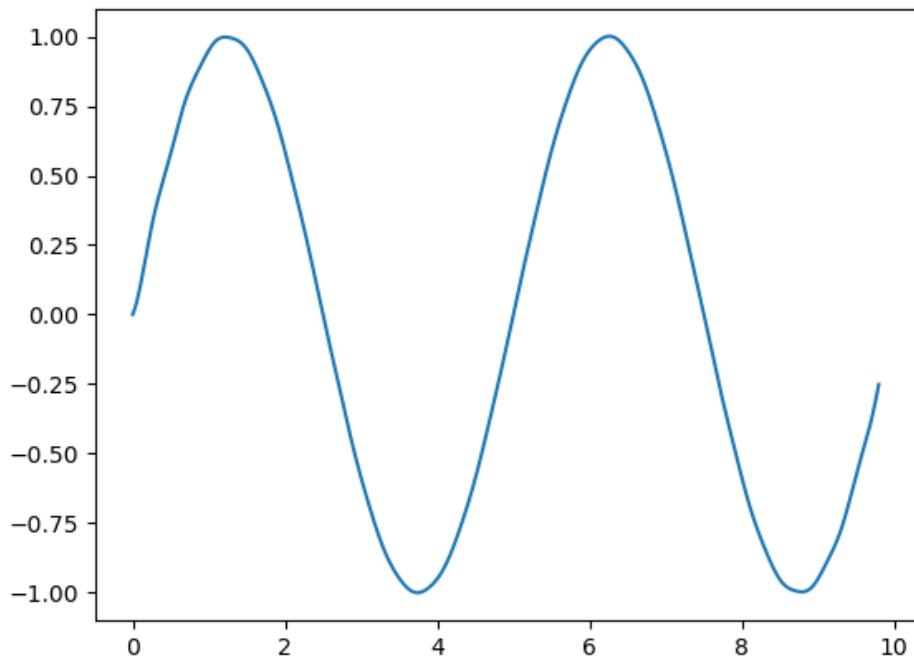
| MSE | SNR | PSNR | MD | ENOB |
|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0,009 | 17,506 | 20,517 | 0,203 | 2,616 |



Rysunek 4: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacji pierwszego rzędu.

Tabela 3: Miary podobieństwa sygnału sinusoidalnego i rekonstrukcji metodą interpolacji pierwszego rzędu.

| MSE | SNR | PSNR | MD | ENOB |
|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0.000 | 44.178 | 47.189 | 0.008 | 7.046 |

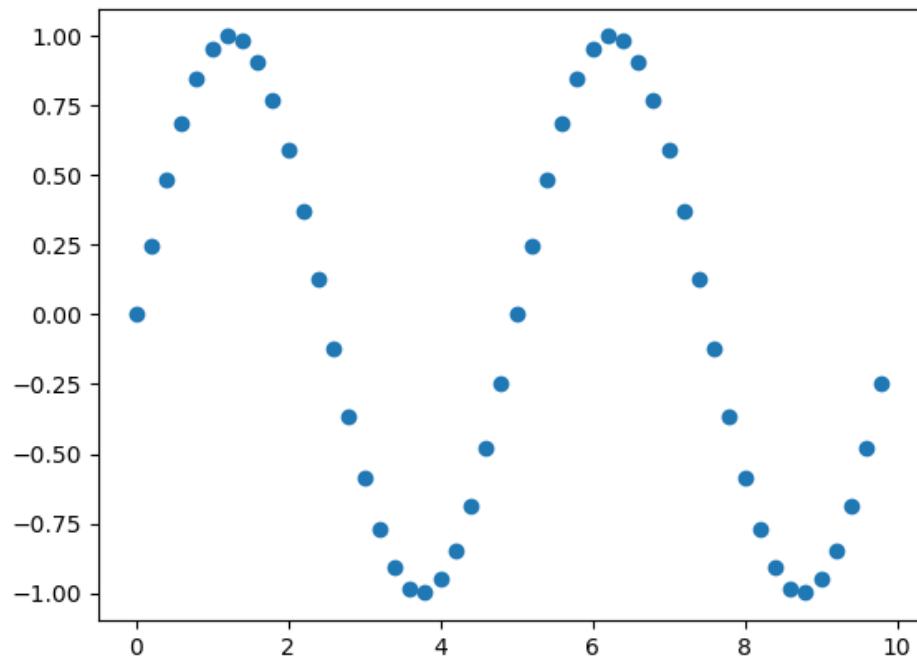


Rysunek 5: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

Tabela 4: Miary podobieństwa sygnału sinusoidalnego i rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

| MSE | SNR | PSNR | MD | ENOB |
|-------|--------|--------|-------|-------|
| 0.000 | 42.841 | 45.851 | 0.023 | 6.824 |

3.2 Eksperyment nr 2 - Sygnał sinusoidalny kwantyzacja



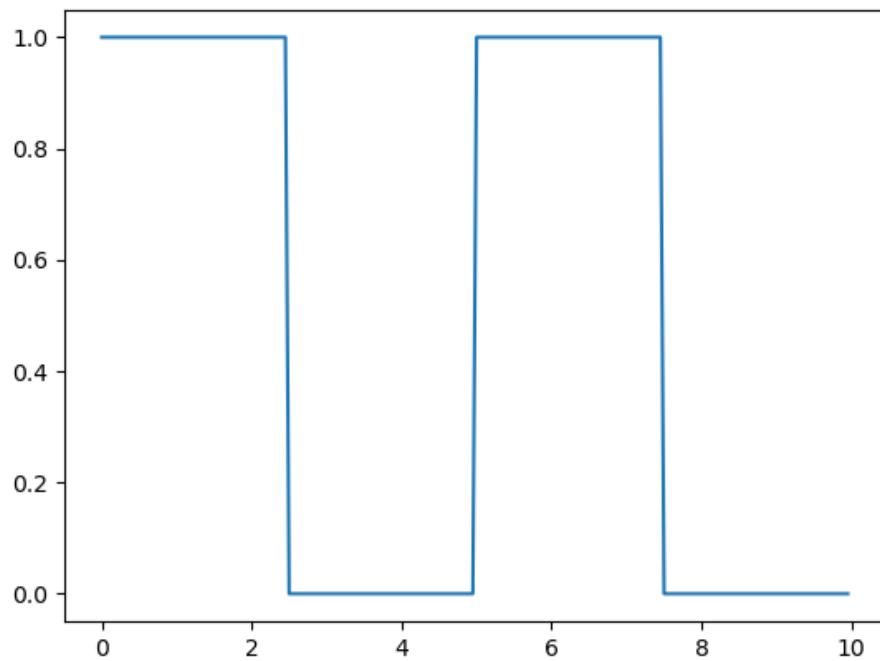
Rysunek 6: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania

3.3 Eksperyment nr 3 - Sygnał prostokątny próbkowanie

W drugim eksperymencie analizujemy sygnał prostokątny. Wykonaliśmy kwantyzację na wygenerowanym sygnale, a następnie dokonaliśmy rekonstrukcji sygnału każdą z metod.

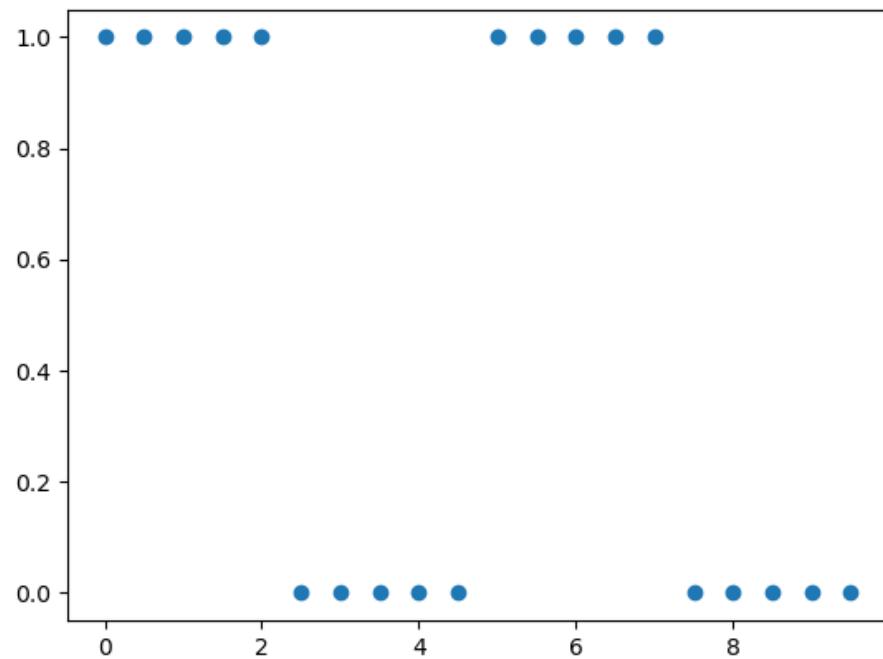
Tabela 5: Parametry wejściowe dla drugiej wstępnej klasyfikacji.

| Czas Początkowy | Czas Trwania | Amplituda | Okres | Częstotliwość Próbkowania |
|-----------------|--------------|-----------|-------|---------------------------|
| 0 | 10 | 1 | 1 | 2 |

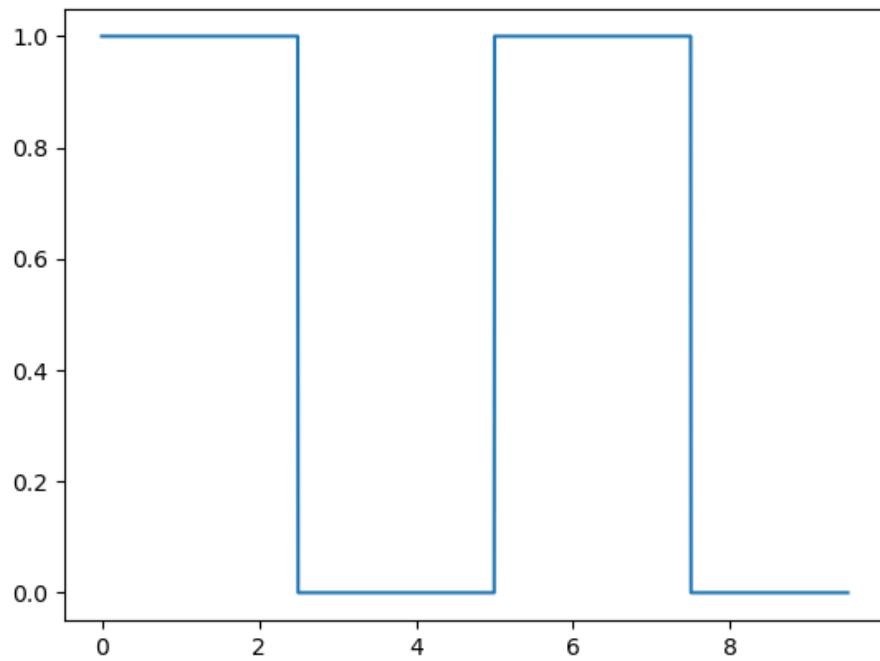


Rysunek 7: Oryginalny wygenerowany sygnał

3.3.1 Próbkowanie



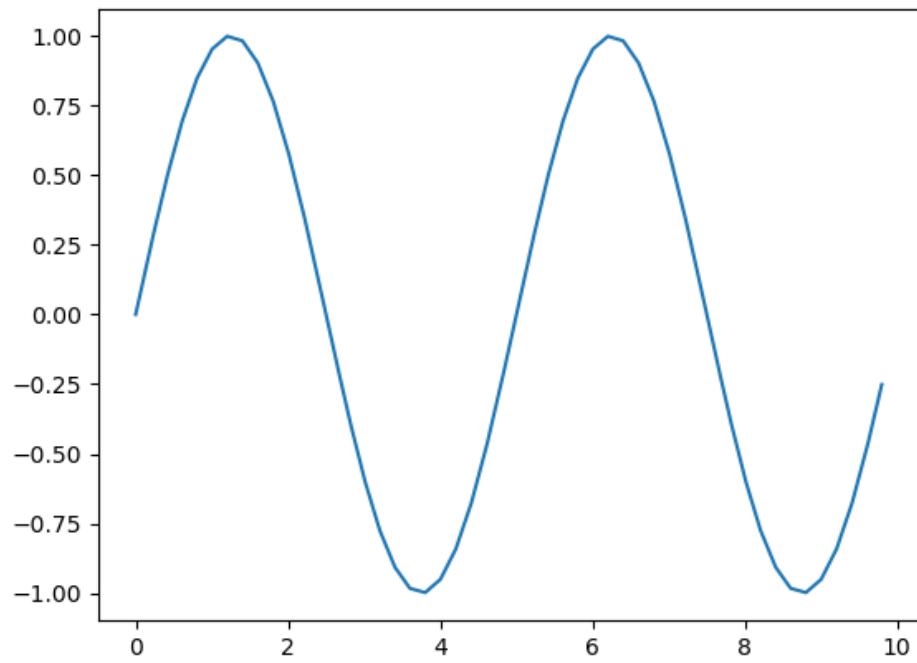
Rysunek 8: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



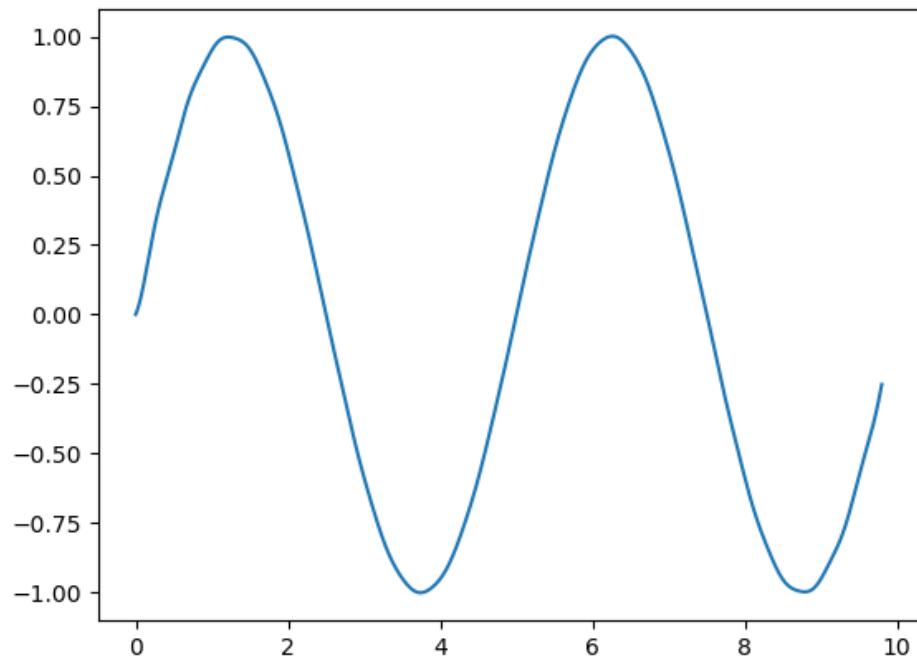
Rysunek 9: Wykres sygnału funkcji prostokątnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.

Tabela 6: Miary podobieństwa sygnału prostokątnego i rekonstrukcji metodą ekstrapolacji zerowego rzędu

| MSE | SNR | PSNR | MD | ENOBI |
|-------|--------|--------|-----|-------|
| 0,004 | 21,249 | 24,260 | 0,0 | 3,237 |



Rysunek 10: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacją pierwszego rzędu.



Rysunek 11: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

4 Wnioski

Zbudowany program umożliwia generację wybranych sygnałów, wyświetlenie ich parametrów, wykresów, a także histogramów, zapis/odczyt ich do/z plików, a także wykonanie operacji na dwóch zapisanych do plików sygnałach. Wygenerowane sygnały zgadzają się z przewidywanymi wynikami. Program działa poprawnie, cel zadania został osiągnięty.

Literatura

- [1] Wikamp, Instrukcja do zadania pierwszego, Dostępny w: https://ftims.edu.pl/pluginfile.php/13449/mod_resource/content/0/zadanie2.pdf