

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].

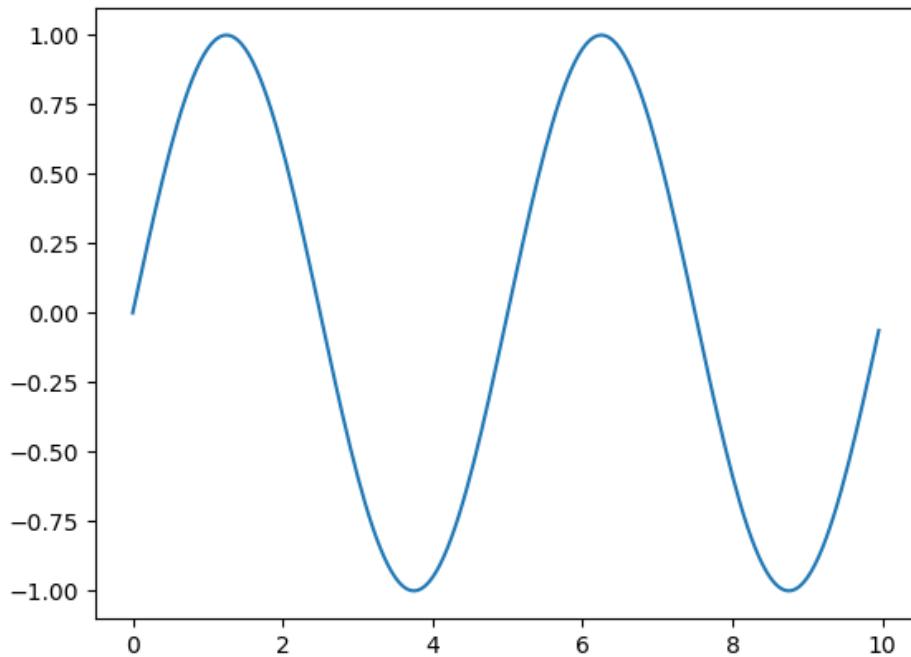
3 Eksperymenty i wyniki

3.1 Eksperyment nr 1 - Sygnał Sinusoidalny

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

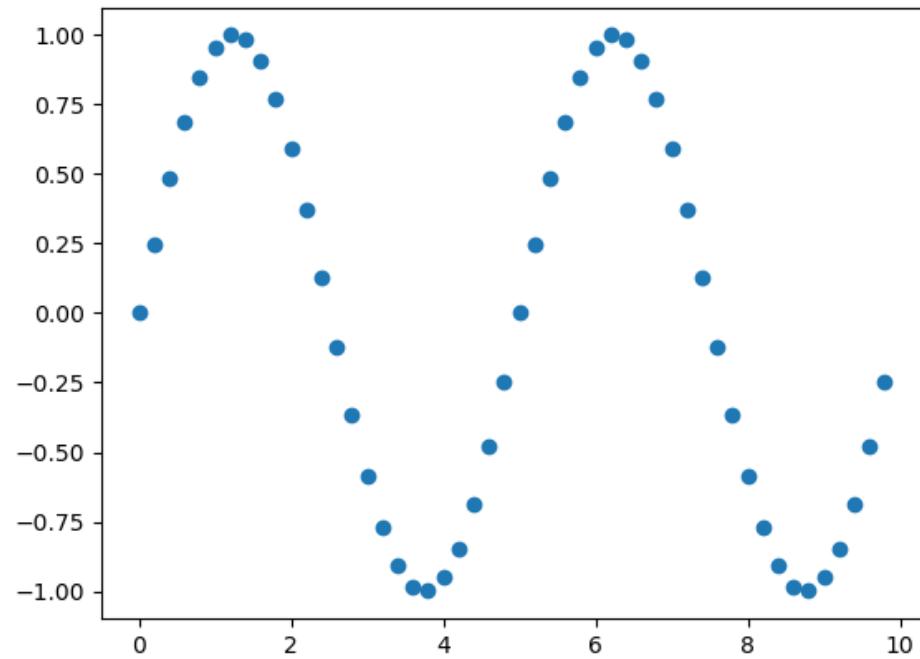
Tabela 1: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

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

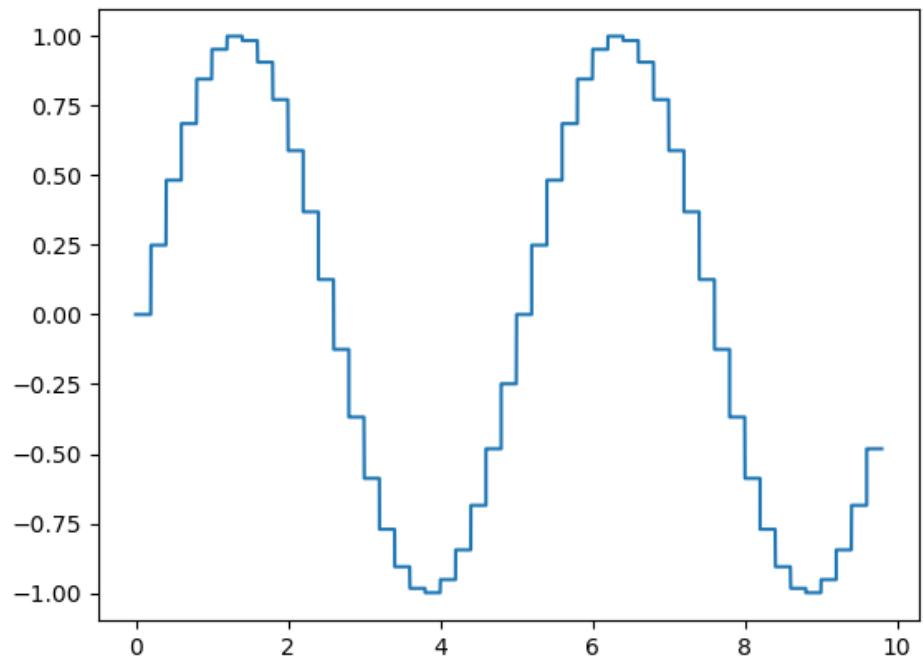


Rysunek 1: Oryginalny wygenerowany sygnał

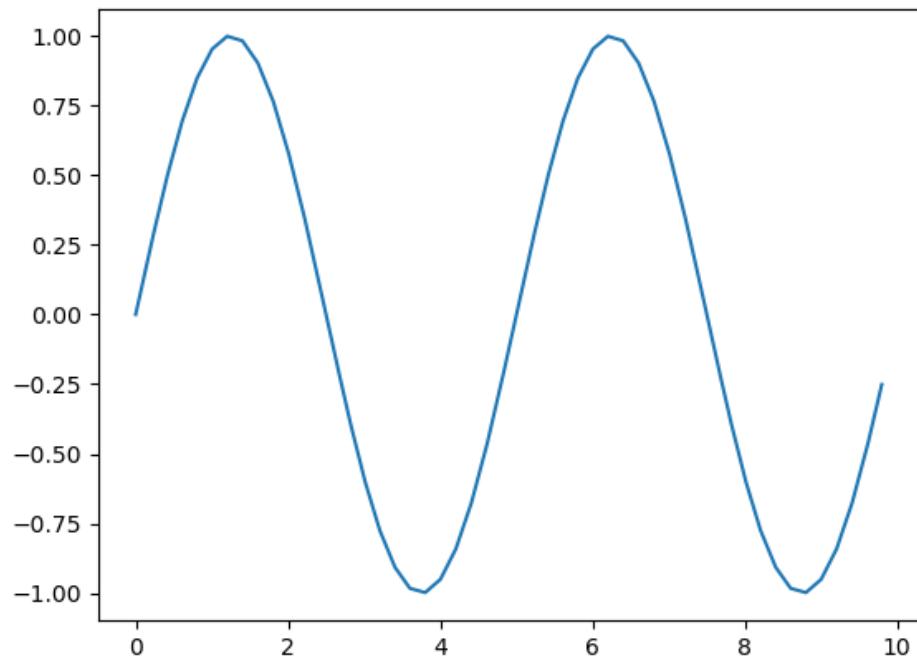
3.1.1 Próbkowanie



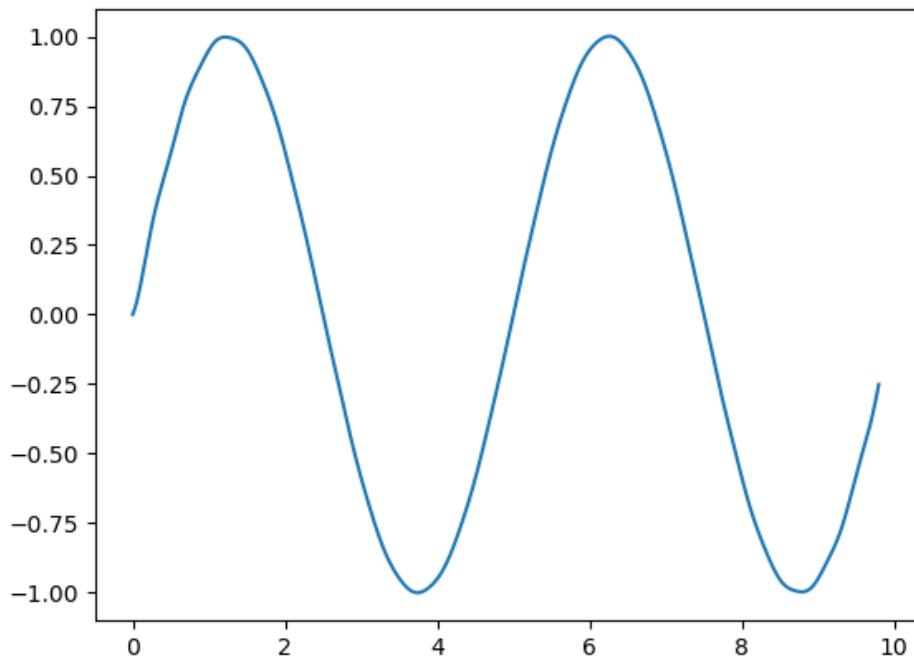
Rysunek 2: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



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



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

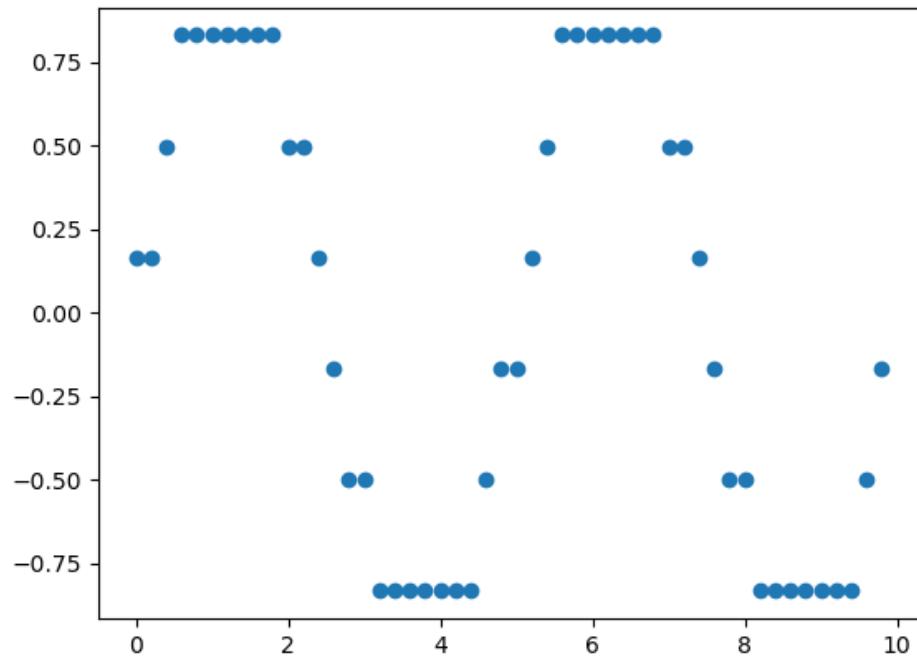


Rysunek 5: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

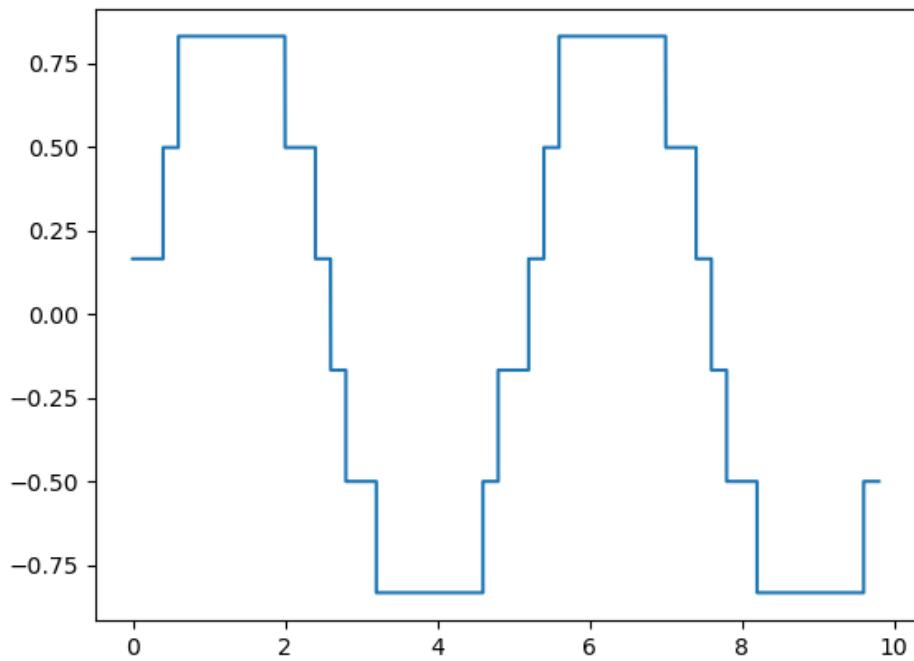
Tabela 2: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji spróbkowanego sygnału funkcji sinusoidalnej

Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENO
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0,009	17,506	20,517	0,203	2,616
Interpolacja pierwszego rzędu	0,000	44,178	47,189	0,008	7,047
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0,000	42,840	45,851	0,023	6,824

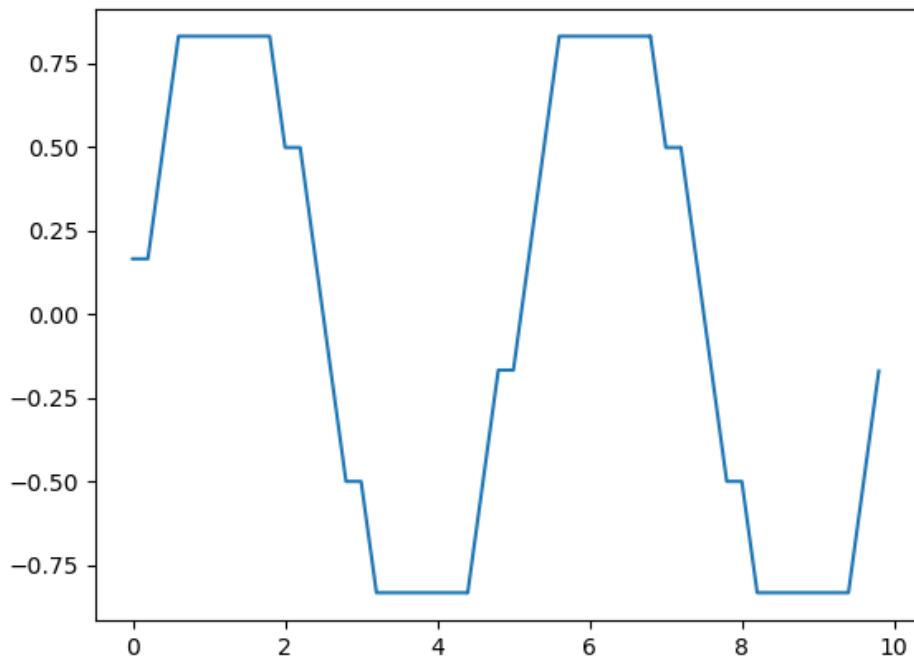
3.1.2 Kwantowanie



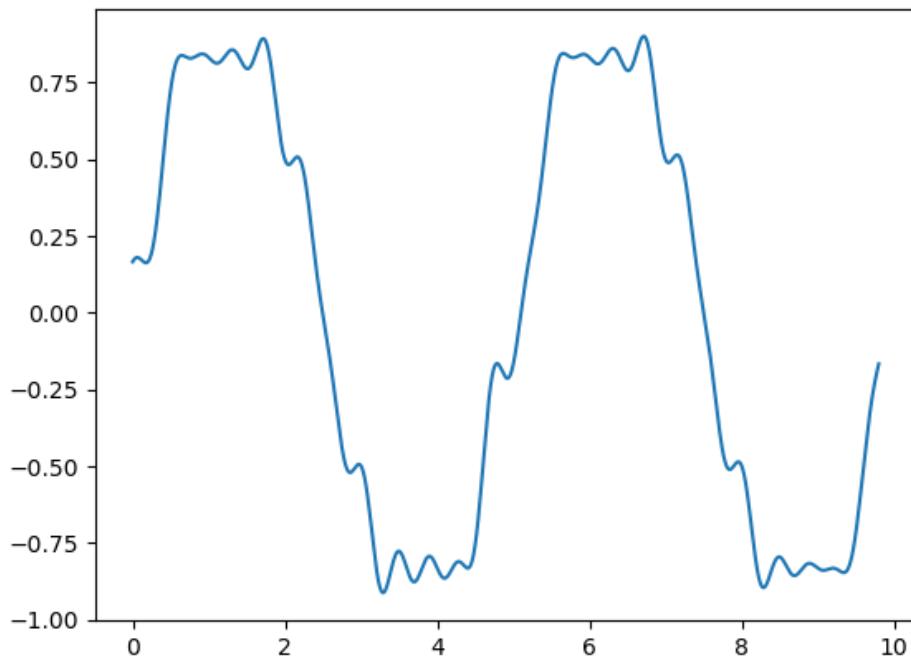
Rysunek 6: Wykres sygnału po wykonaniu kwantyzacji równomierna z obcięciem.



Rysunek 7: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.



Rysunek 8: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacji pierwszego rzędu.



Rysunek 9: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

Tabela 3: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji skwantyzowanego sygnału funkcji sinusoidalnej

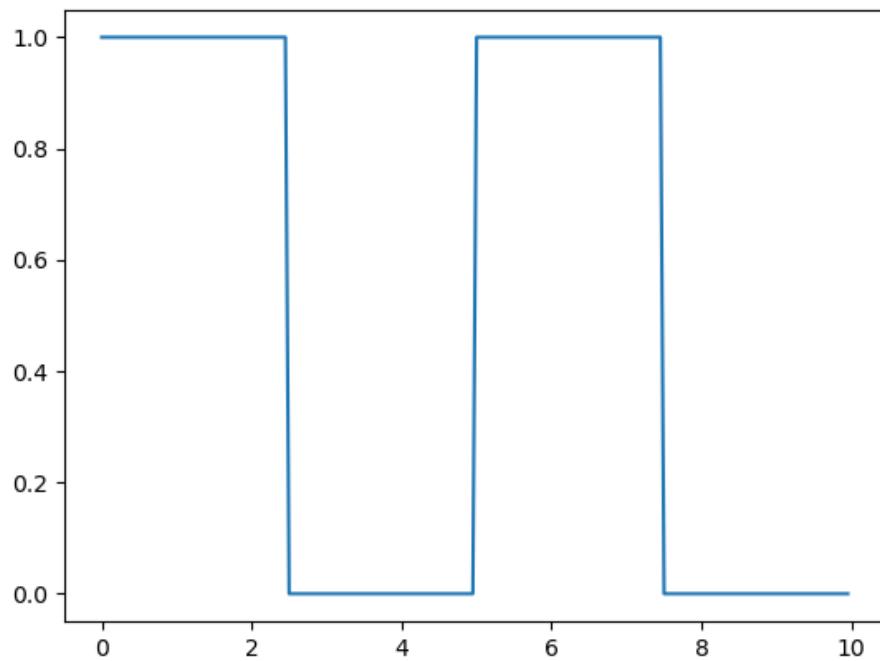
Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOBI
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0.023	13,458	16,468	0,415	1, 943
Interpolacja pierwszego rzędu	0,012	16,354	19,364	0,168	2,424
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0,013	15,750	18,760	0,185	2,324

3.2 Eksperiment nr 2 - Sygnał Prostokątny

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

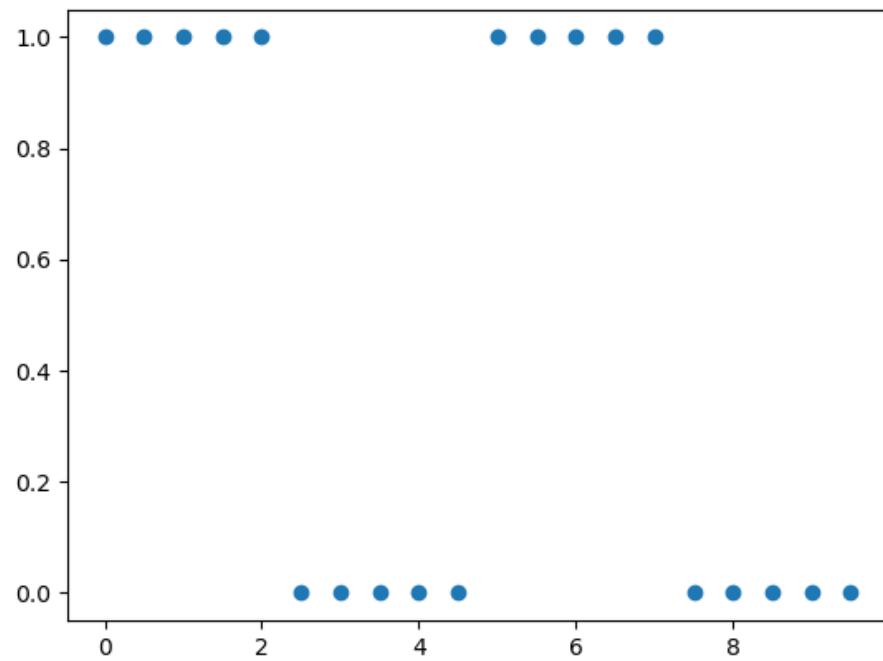
Tabela 4: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

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

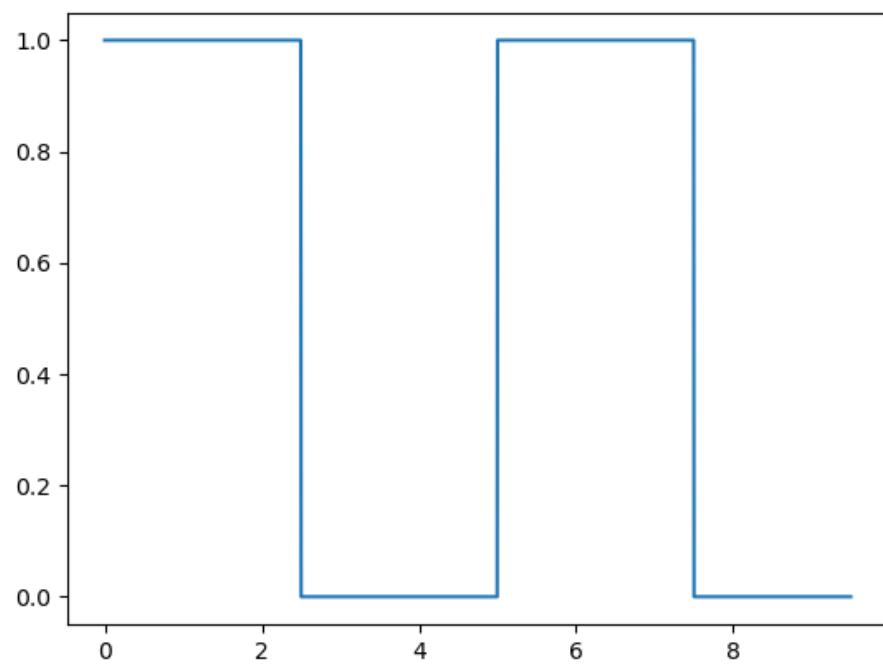


Rysunek 10: Oryginalny wygenerowany sygnał

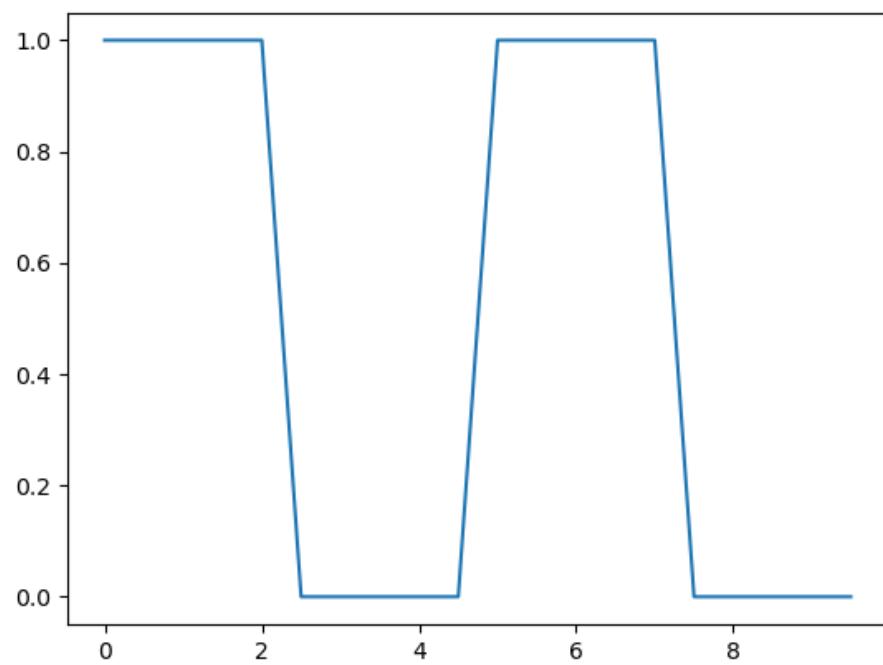
3.2.1 Probkowanie



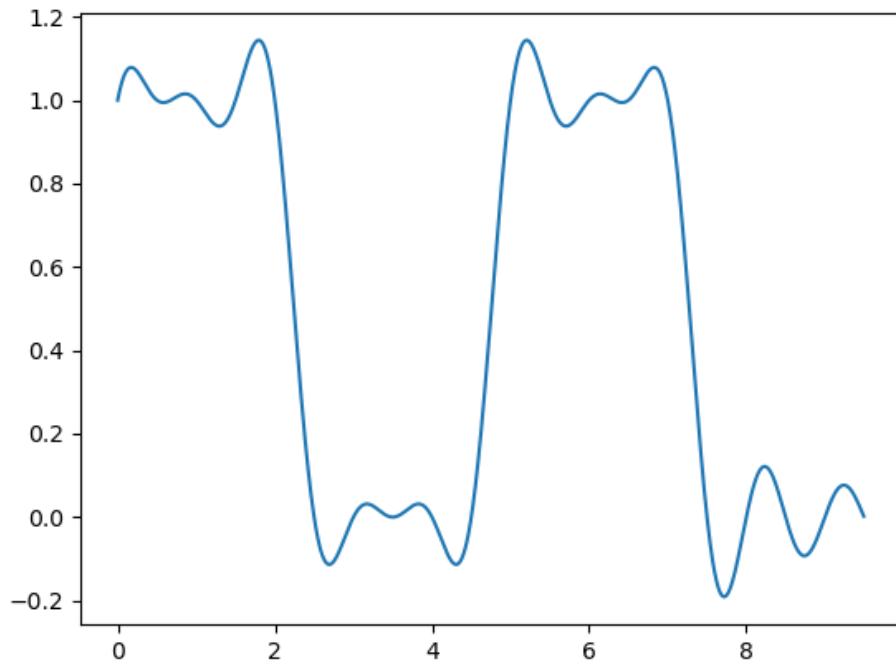
Rysunek 11: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



Rysunek 12: Wykres sygnału prostokątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.



Rysunek 13: Wykres sygnału prostokątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacji pierwszego rzędu.



Rysunek 14: Wykres sygnału prostokątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

Tabela 5: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji spróbkowanego sygnału funkcji sinusoidalnej

Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOB
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0.004	21.249	24.260	0.000	3.237
Interpolacja pierwszego rzędu	0.043	10.612	13.622	0.910	1.470
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0.086	7.667	10.677	0.937	0.981

3.2.2 Kwantowanie

4 Wnioski

Zbudowany program umożliwia wykonanie procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) i cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów oraz porównanie dwóch sygnałów z wyliczeniem miar jakości rekonstrukcji. Konwersja sygnałów zgadza się z przewidywanymi wynikami. Program działa poprawnie, cel zadania został osiągnięty.

Literatura

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