

**Zadanie nr 2 - Próbkowanie i
kwantyzacja**
Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Julia Szymańska, 224441 Przemysław Zdrzałik, 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 zaokrągleniem
- 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 oryginalnym, 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].

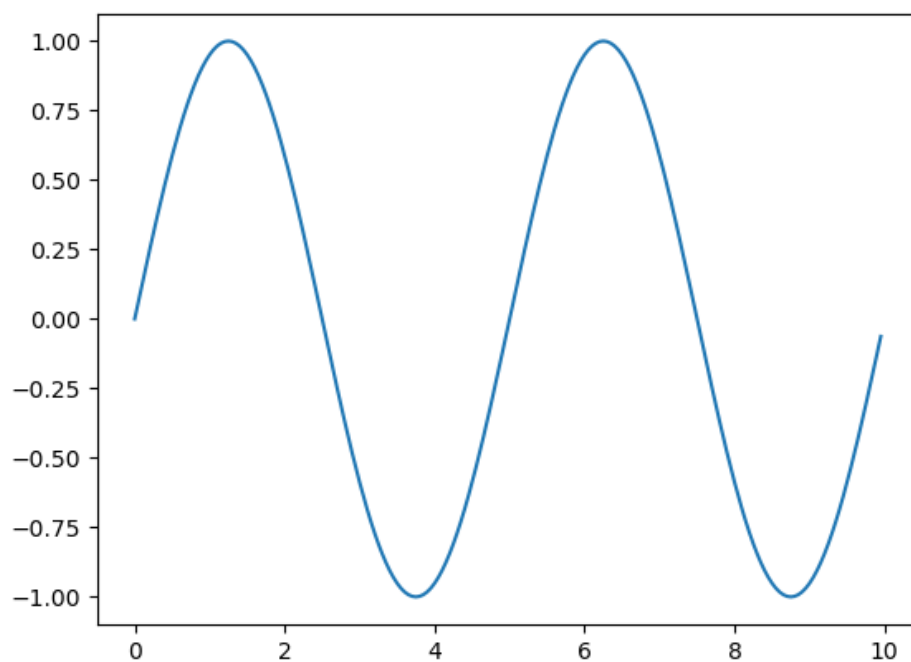
3 Eksperymenty i wyniki

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.

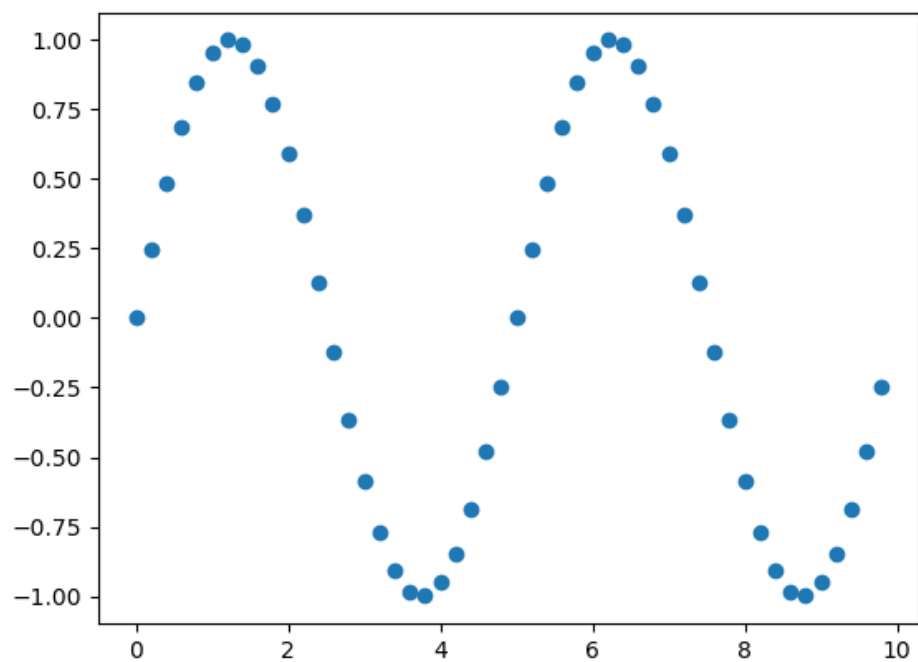
Tabela 1: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

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

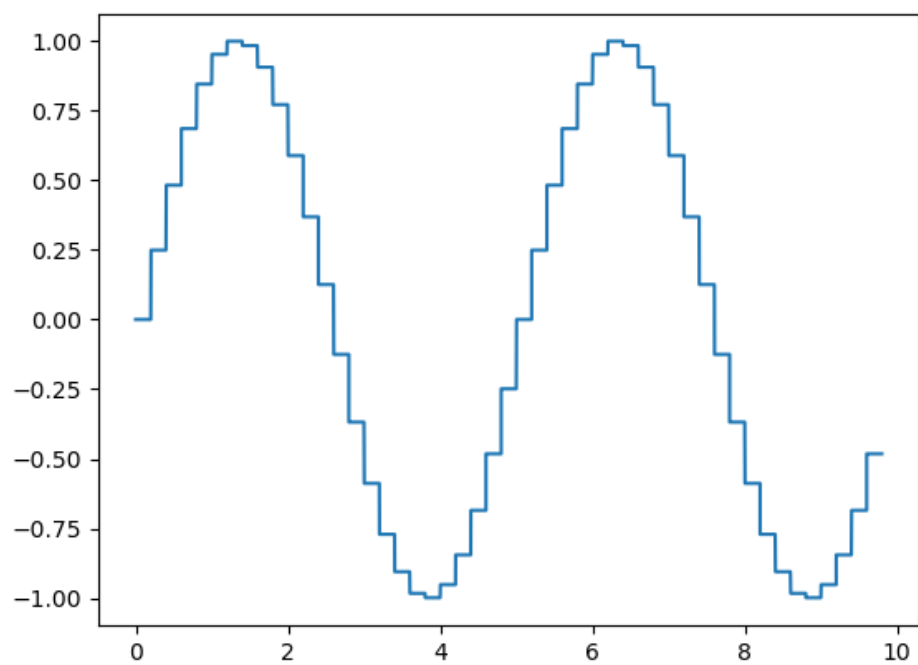


Rysunek 1: Oryginalny wygenerowany sygnał

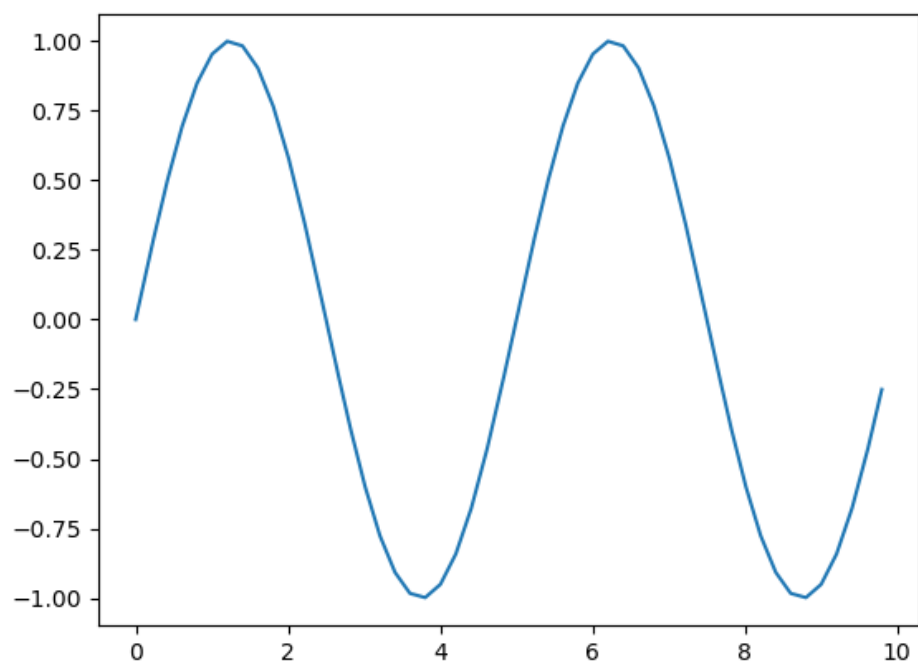
3.1.1 Probkowanie



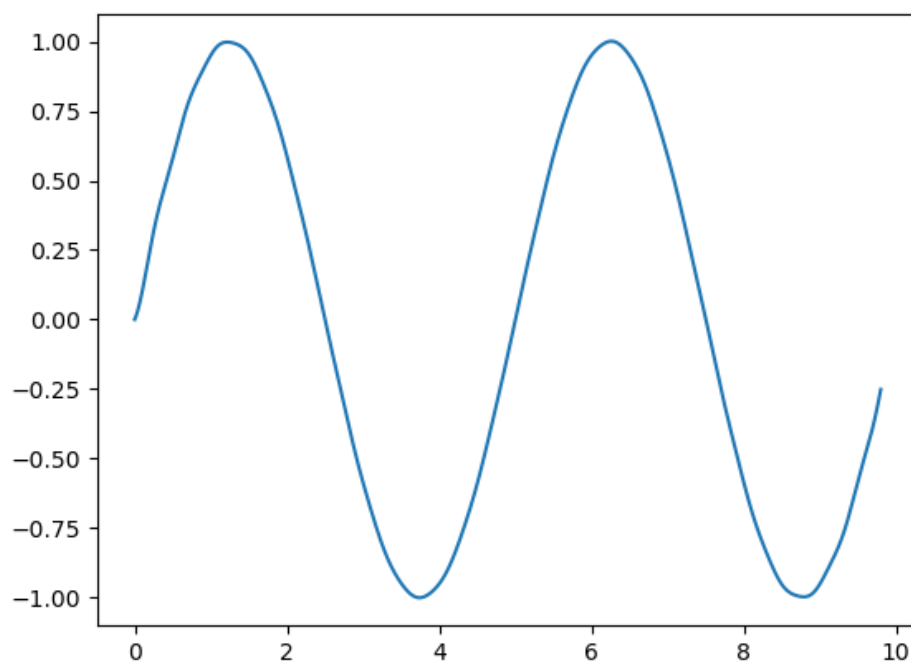
Rysunek 2: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



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 interpolacją pierwszego rzędu.

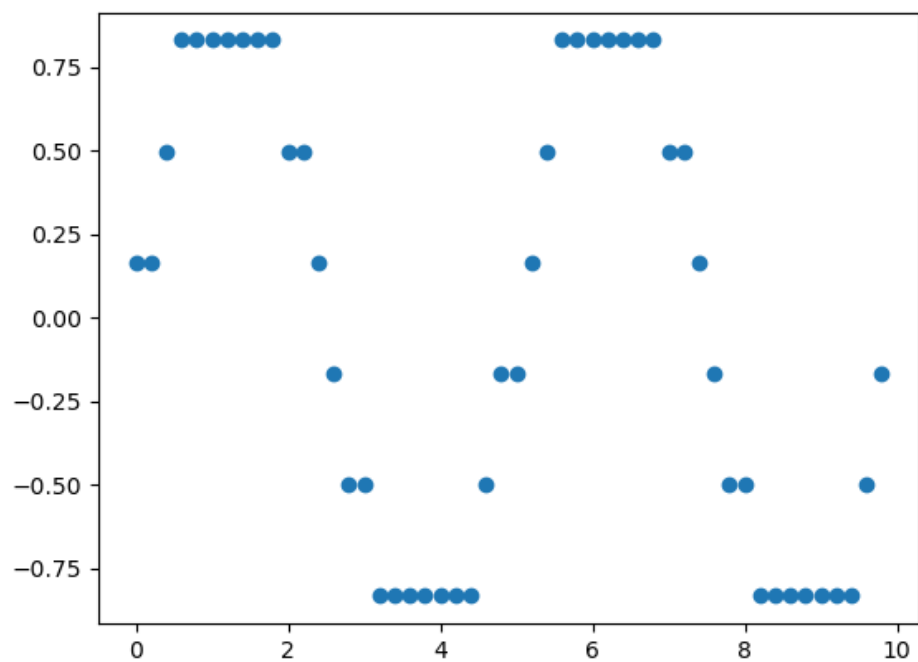


Rysunek 5: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

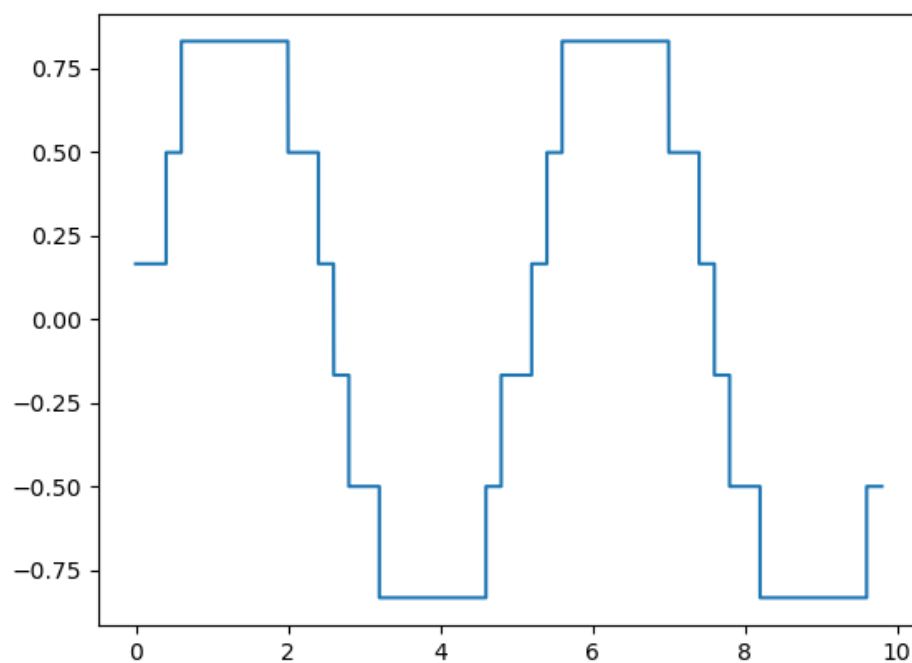
Tabela 2: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji spróbkowanego sygnału funkcji sinusoidalnej

Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOB
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

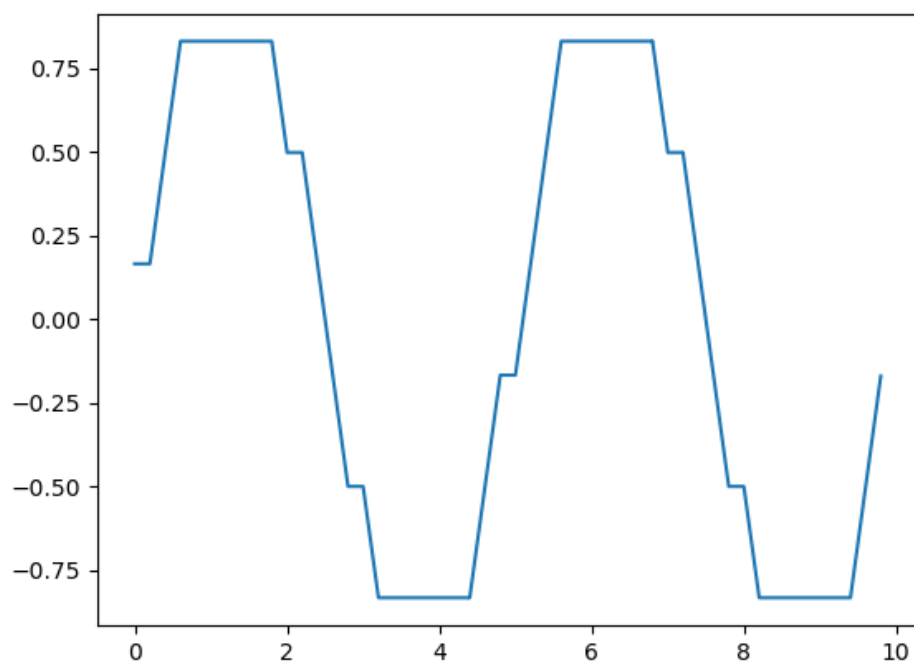
3.1.2 Kwantowanie



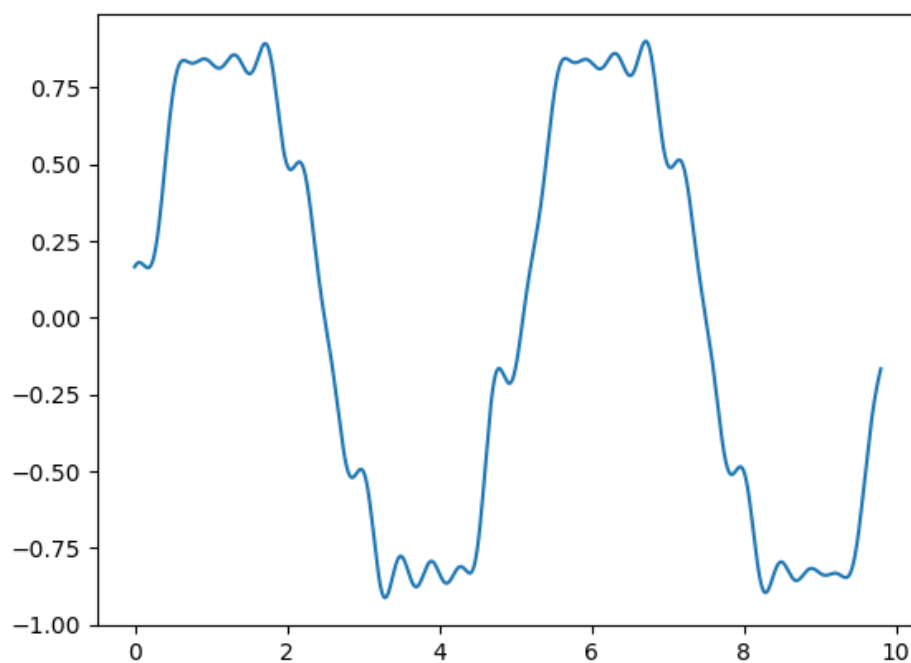
Rysunek 6: Wykres sygnału po wykonaniu kwantyzacji równomierną z obcięciem.



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 interpolacją 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

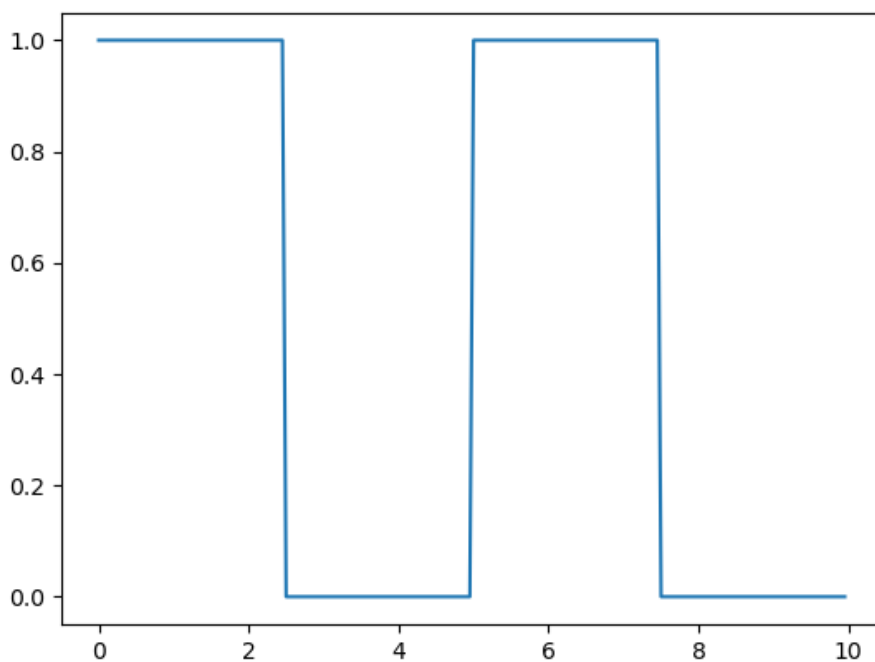
Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOB
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0.023	13,458	16,468	0,415	1, 943
Interpolacja pierwszego rzędu	0,012	16,354	19,364	0,168	2,424
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0,013	15,750	18,760	0,185	2,324

3.2 Eksperyment nr 2 - Sygnał Prostokątny

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

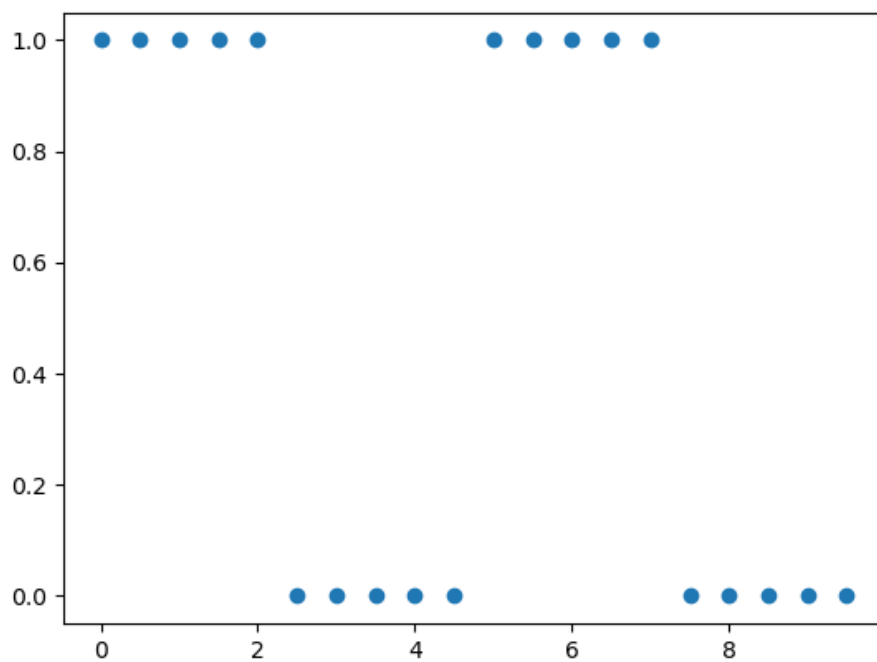
Tabela 4: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

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

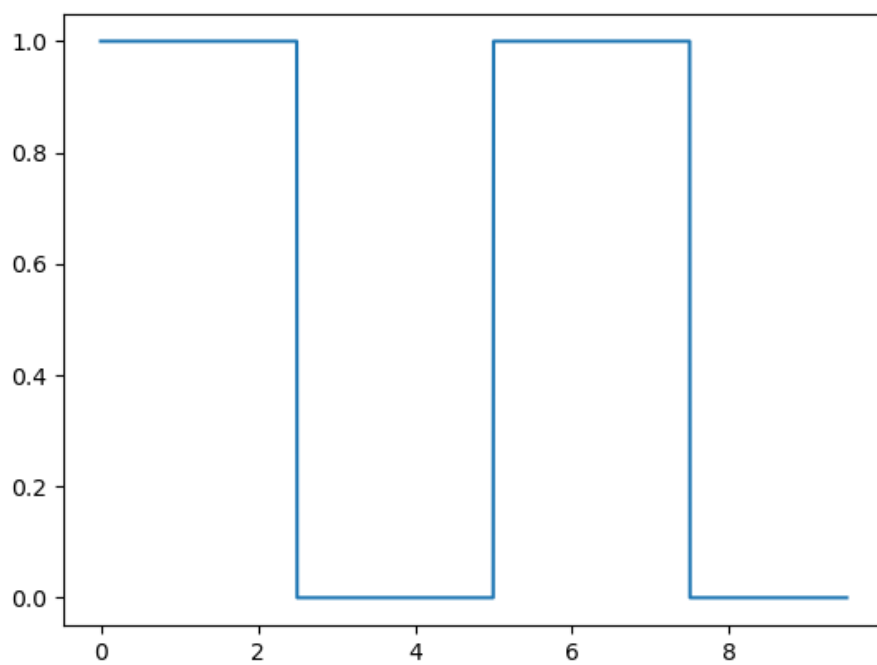


Rysunek 10: Oryginalny wygenerowany sygnał

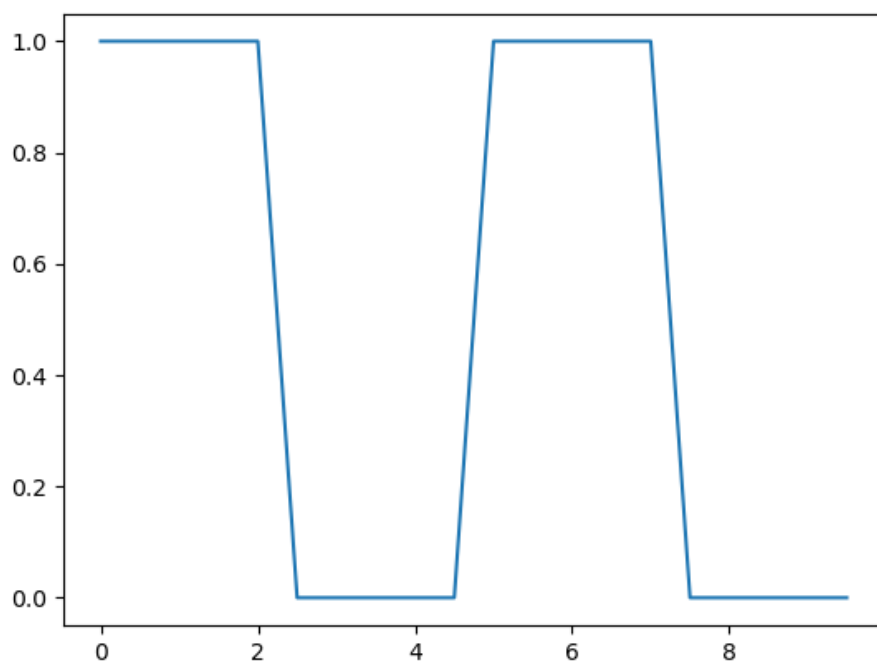
3.2.1 Probkowanie



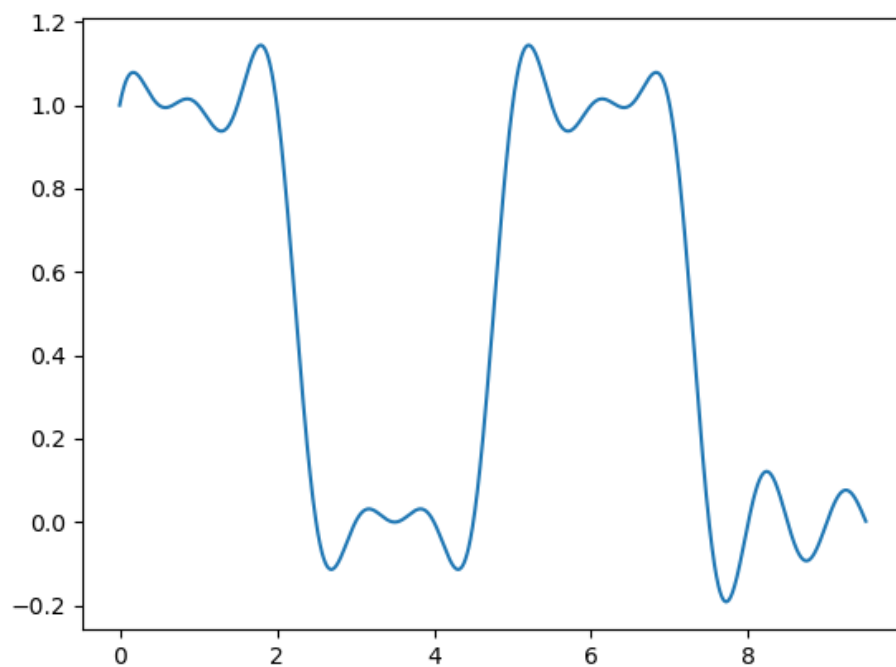
Rysunek 11: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



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 interpolacją 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 prostokątnej

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

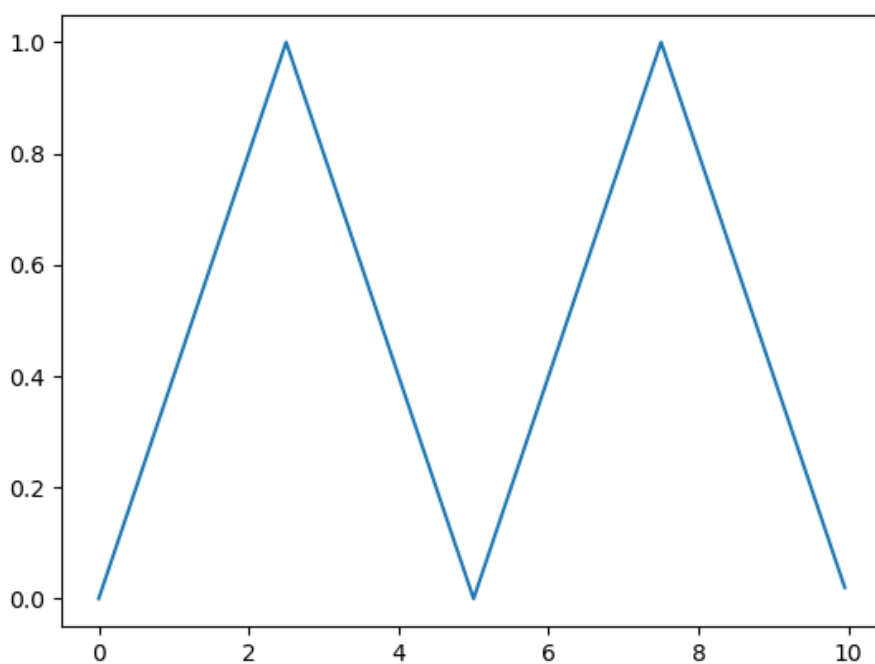
!!!! kwantyzację pomijam bo to jest prostokątny to co to za różnica x D
!!!!

3.3 Eksperyment nr 3 - Sygnał Trójkątny

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

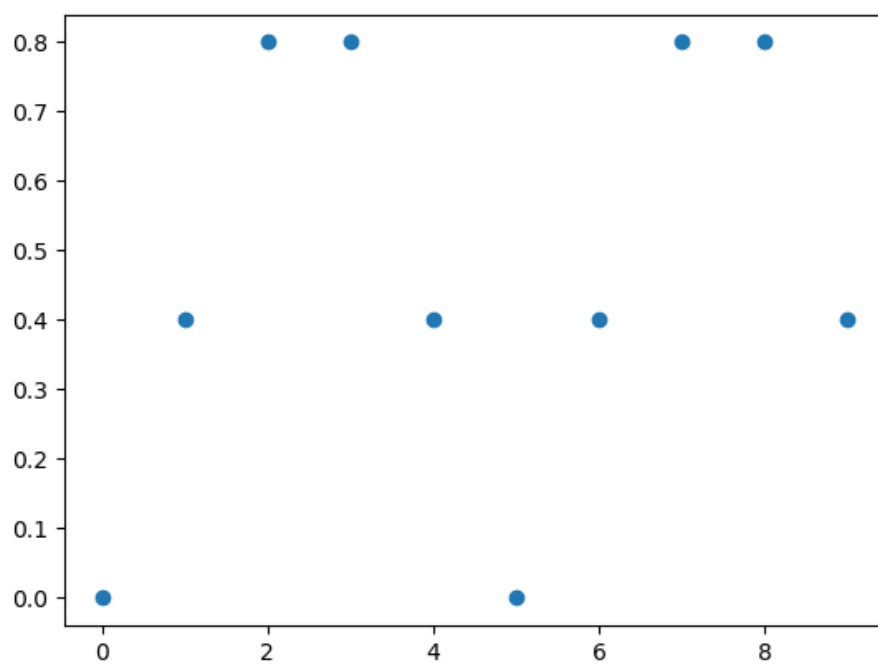
Tabela 6: Parametry wejściowe dla sygnału trójkątnego.

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

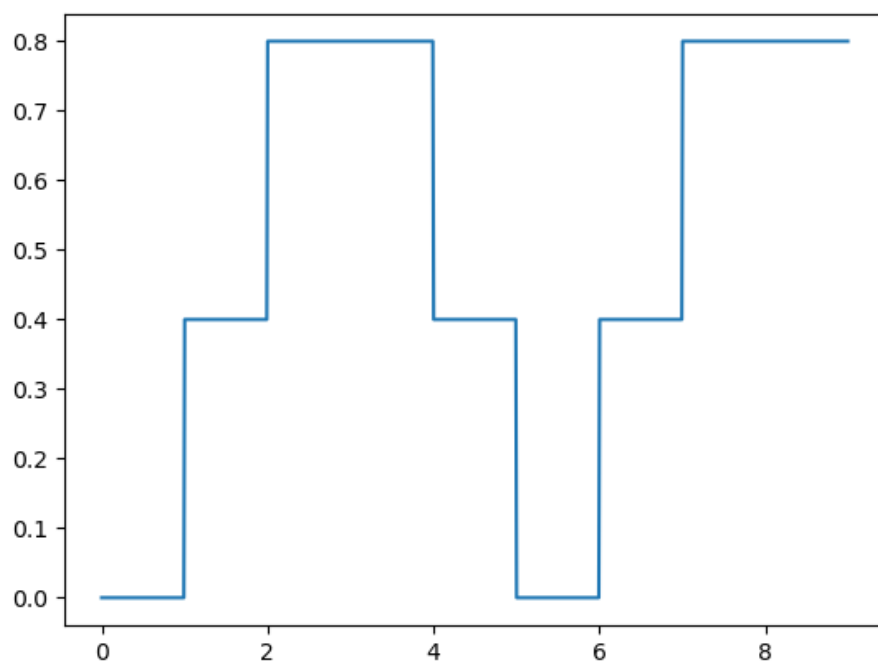


Rysunek 15: Oryginalny wygenerowany sygnał

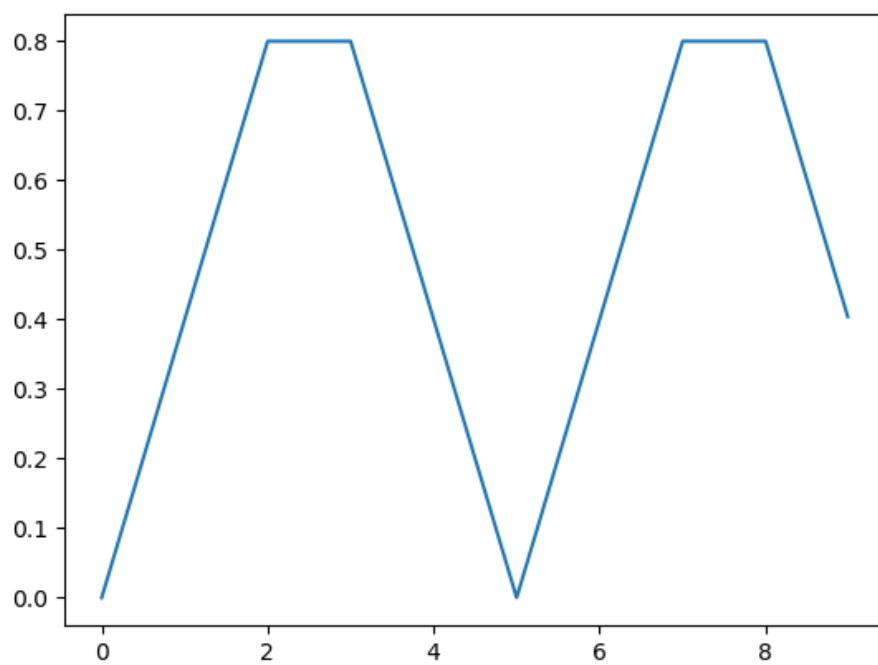
3.3.1 Probkowanie



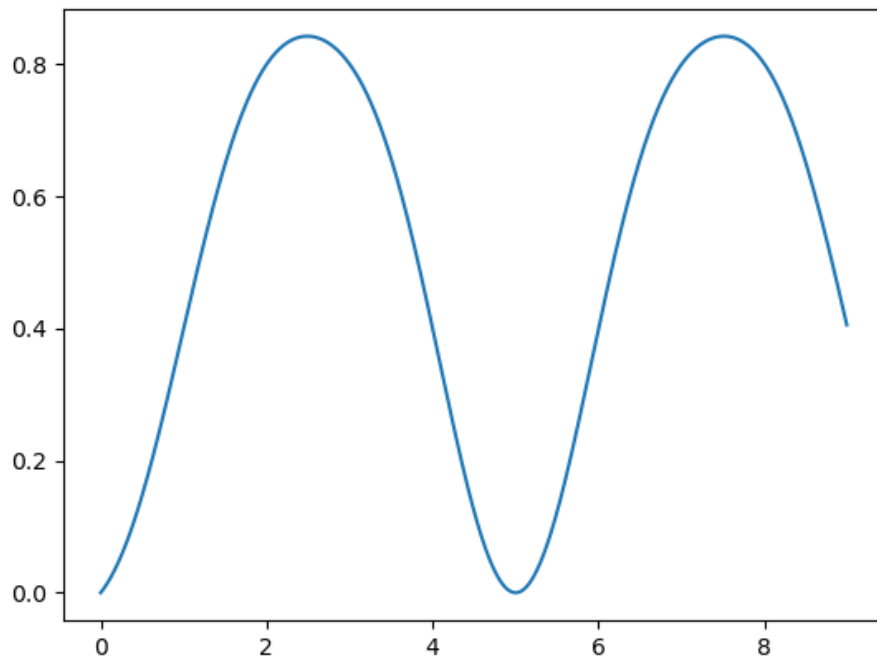
Rysunek 16: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



Rysunek 17: Wykres sygnału trójkątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.



Rysunek 18: Wykres sygnału trójkątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacją pierwszego rzędu.

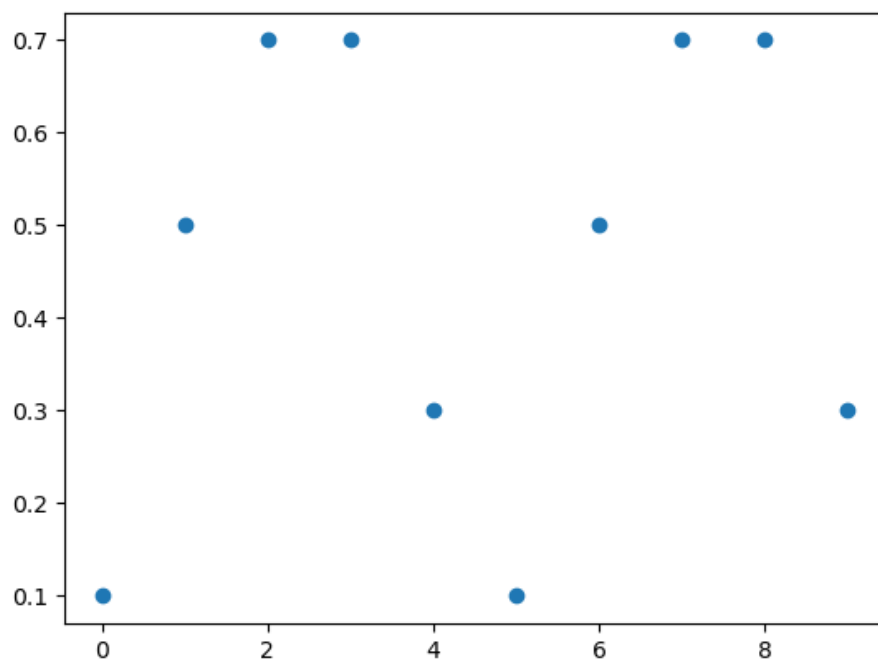


Rysunek 19: Wykres sygnału trójkątnego po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

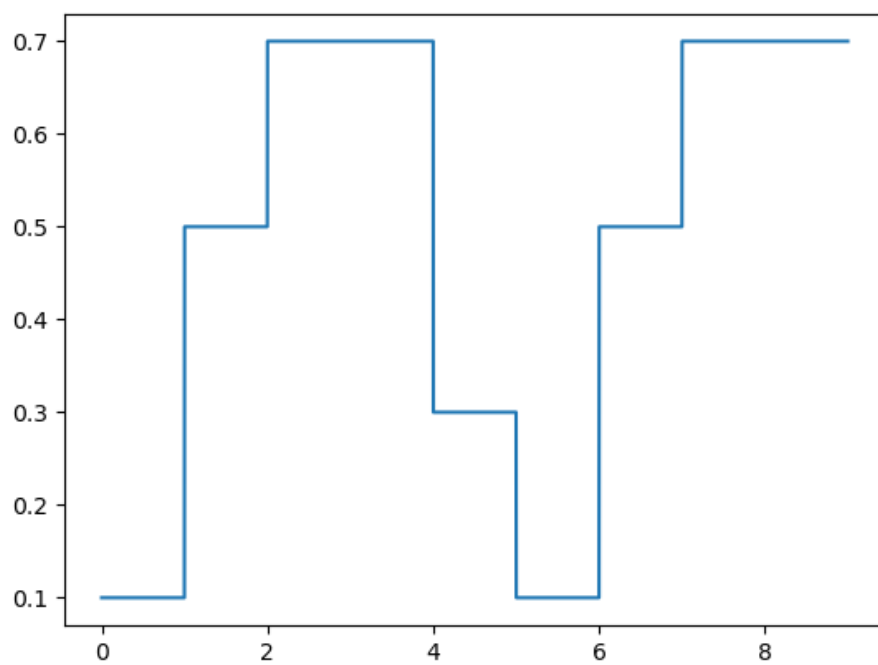
Tabela 7: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji spróbkowanego sygnału funkcji trójkątnej

Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOB
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0.043	8.945	13.716	0.380	1.194
Interpolacja pierwszego rzędu	0.003	20.943	25.713	0.200	3.187
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0.005	18.112	22.882	0.158	2.716

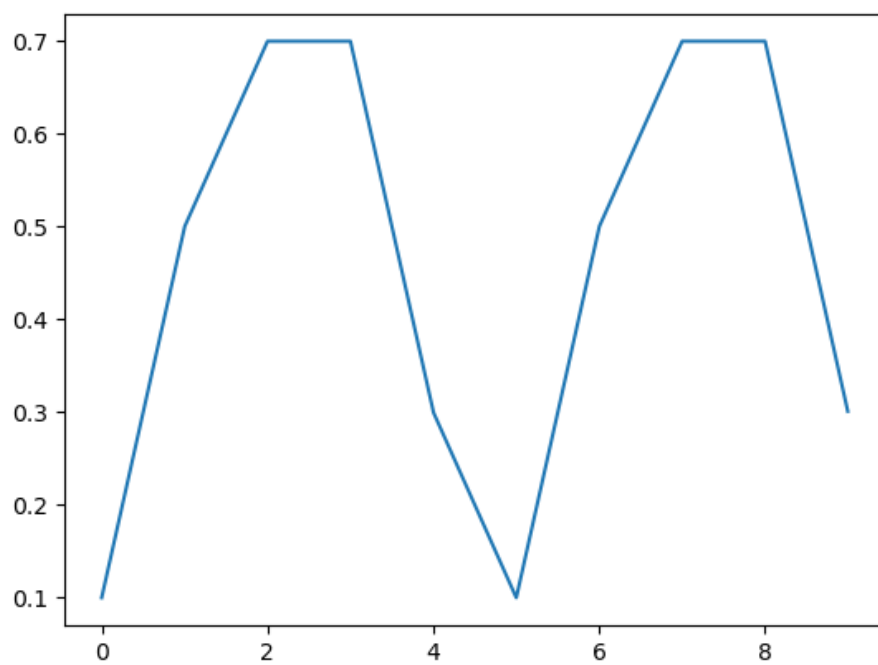
3.3.2 Kwantowanie



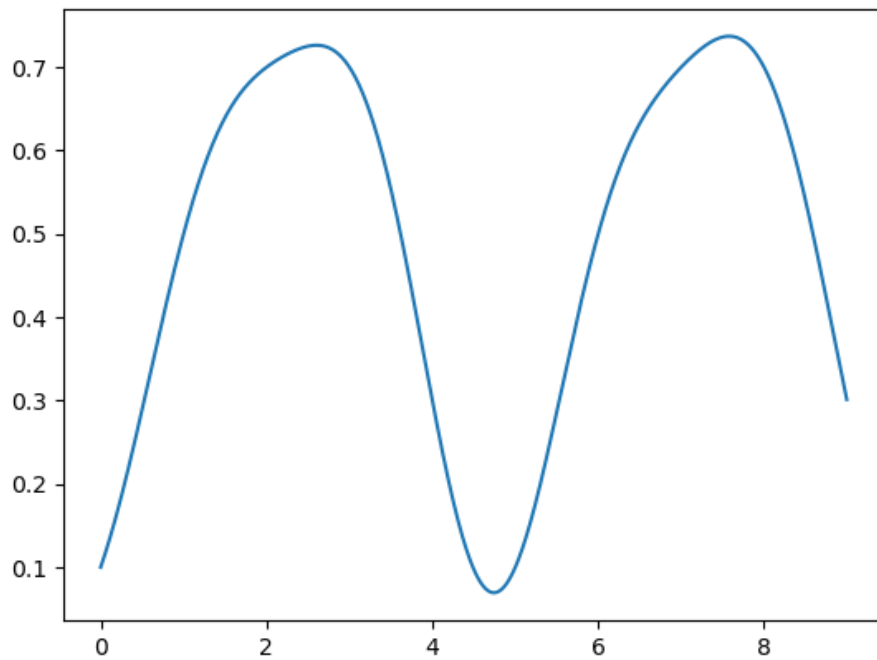
Rysunek 20: Wykres sygnału po wykonaniu kwantyzacji równomiernej z obcięciem.



Rysunek 21: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.



Rysunek 22: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacją pierwszego rzędu.



Rysunek 23: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po kwantyzacji równomiernej z obcięciem i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

Tabela 8: Wyniki obliczonych miar podobieństwa sygnałów dla rekonstrukcji skwantyzowanego sygnału funkcji trójkątnej

Metoda Rekonstrukcji	MSE	SNR	PSNR	MD	ENOB
Ekstrapolacja zerowego rzędu	0.026	11.046	15.816	0.300	1.543
Interpolacja pierwszego rzędu	0.015	13.513	18.283	0.300	1.952
Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc	0.021	12.088	16.858	0.275	1.716

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