

Częstotliwość Nyquista, Twierdzenie Kotelnikowa-Shannona

Metoda FFT pakietu numpy (np.fft.fft()):

na wejściu wektor liczb rzeczywistych (próbki), na wyjściu wektor liczb urojonych.

W poniższych przypadkach analizujemy jeden pełen przebieg sinusa o $f=1\text{Hz}$ (czyli kończy się w 1 sekundzie).

Przykład 1

$v = [0, 1, 0, -1]$

$r = \text{np.fft.fft}(v)$

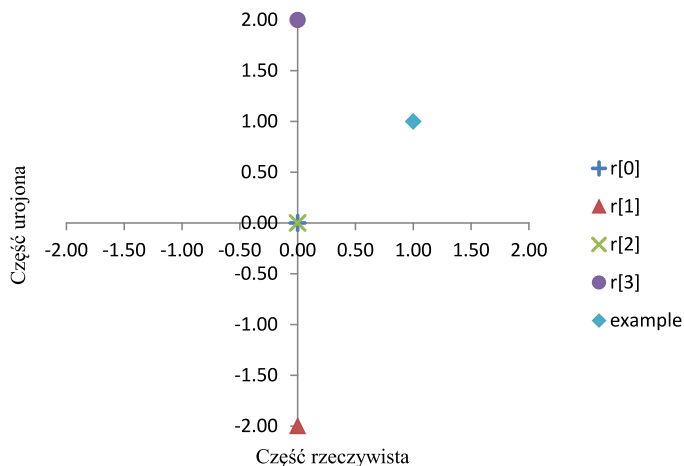
$\text{print}(v): r = [0.+0.j, 0.-2j, 0.+0.j, 0.+2.j]$

Ile jest liczb na wyjściu w stosunku do wejścia?

Wiedząc, że z kolejną próbką (tutaj 5-tą) związana jest częstotliwość próbkowania sygnału, to jaka jest częstotliwość i-tej wyjściowej harmonicznej?

Indeks harmonicznej	Częstotliwość	abs	arg
0			
1			
2			
3			

Czy abs i arg się zgadzają ?



Przeanalizuj następujące przypadki i określ jak dokonać przekształcenia abs → amplituda

Przykład 2

$v = [0, 2, 0, -2]$ (amplituda sygnału = 2)

$r = \text{np.fft.fft}(v)$

$\text{print}(v): r = [0.+0.j, 0.-4j, 0.+0.j, 0.+4.j]$

Przykład 3

$v = [0, 4, 0, -4]$ (amplituda sygnału = 4)

$r = \text{np.fft.fft}(v)$

$\text{print}(v): r = [0.+0.j, 0.-8j, 0.+0.j, 0.+8.j]$

1) Zależność między prawdziwą amplitudą a abs jest ...

Przykład 4 (w dalszym ciągu sinus o $f=1\text{Hz}$ i jeden pełen przebieg sinusa)

$v = [0, \sqrt{2}/2, 1, \sqrt{2}/2, 0, -\sqrt{2}/2, -1, -\sqrt{2}/2]$ (amplituda sygnału = 1)

$r = \text{np.fft.fft}(v)$

$\text{print}(v): r = [0.00000000e+00 +0.00000000e+00j -3.31922670e-15 -4.00000000e+00j$
 $0.00000000e+00 +0.00000000e+00j 9.95799250e-17 -8.88178420e-16j$
 $0.00000000e+00 +0.00000000e+00j 1.14423775e-17 -6.66133815e-16j$
 $0.00000000e+00 +0.00000000e+00j 3.20820439e-15 +4.00000000e+00j]$

Cz. próbkowania f_s wzrosła w stosunku do przykładu 1. Abs uzyskanych wartości w tym momencie wzrósł Zależność między f_s (także liczbą próbek!) a tymi wartościami jest więc Biorąc pod uwagę obydwa uzyskane wnioski: aby uzyskać wartości amplitud należy Dlaczego nie wolno użyć do przekształcenia A oraz f_s (choć to ostatnie na upartego można).

Przykład 5

Czy to się zgadza dla tego przypadku?

$v = [1, 2, 1, 0]$ $r = \text{np.fft.fft}(v)$

$\text{print}(v): r = [4.+0.j, 0.-2j, 0.+0.j, 0.+2.j]$

Dlaczego? Co należy poprawić?