

Wybrane parametry sygnałów i funkcja autokorelacji

1. Dla sygnałów: a) impuls prostokątny wsp. wypełnienia 50%, b) fragment sygnał sinusoidalnie zmiennego: $\sin(2\pi 0.1 n)$, c) szum o rozkładzie gaussowskim (*randn*), wyznaczyć (korzystając z podanych poniżej definicji) następujące parametry sygnałów: wartość średnia, energia, moc średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Uzyskane wartości porównać z wartościami zwracanymi przez funkcje Matlab'a. Przyjąć długość sygnału $N=1000$, indeks próbki sygnału $n=0,1,\dots,N-1$. Program napisać w wersji wektorowej i skalarnej (przy użyciu pętli np. *for*).

Uwaga: przydatne funkcje: *randn*, *std*, *var*

$$\text{var}(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2, \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n, \quad \text{std}(x) = \sqrt{\text{var}(x)}$$

$$E_x = \sum_{n=1}^N |x(n)|^2, \quad P_x = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N |x(n)|^2$$

2. Dla następujących sygnałów dyskretnych:

- a) impuls (jak na rysunku) o czasie trwania $N=10$ próbek,
- b) szumu o rozkładzie normalnym, $N=100$ próbek z generatora *randn*,
- c) $x_1(t) = \sin(2\pi 5t)$, $x_2(t) = \sin(2\pi 5t) + 0.5 \sin(2\pi 10t) + 0.25 \sin(2\pi 30t)$ dla $0 < t < 1$ [s],

wyznaczyć funkcję (auto)korelacji (R_{xx} , lub R_{xy}) zgodnie z poniższym wzorem

wersja „biased” $R_{xy}(k) = \frac{1}{N} \sum_n x(n) y(n-k)$ (a)

wersja „unbiased” $R_{xy}(k) = \frac{1}{N-|k|} \sum_n x(n) y(n-k)$ (b)

Uzyskany wynik porównać z funkcją *xcorr*.

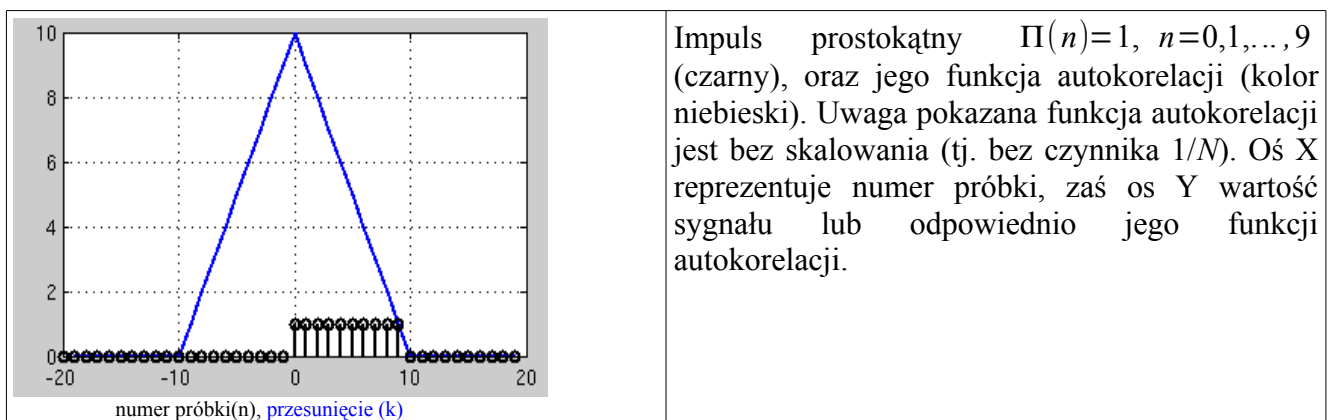
Uwaga: do implementacji „własnej” w Matlabie bardziej dogodne są następujące wzory w zależności od znaku k (pominięto czynnik normujący przed znakiem sumy)

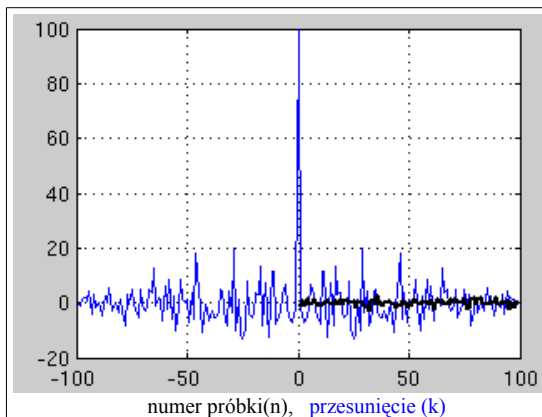
$$k \geq 0: R_{xy}(k) = \sum_{n=k}^{N-1} x(n) y(n-k), \quad k < 0: R_{xy}(k) = \sum_{n=0}^{N-1-k} x(n) y(n-k)$$

W powyższych wzorach nie uwzględniono czynników skalujących o których mowa w (a) i (b).

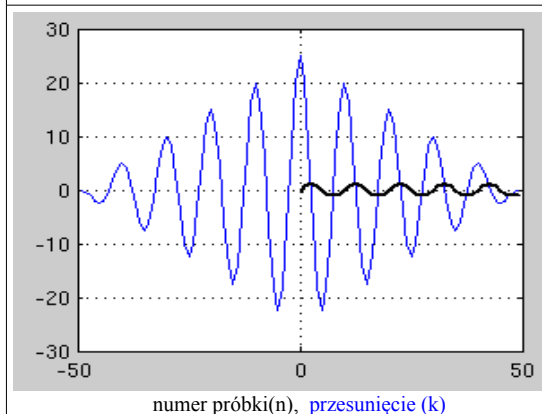
Uwaga: sygnał (c) jest sygnałem z czasem ciągłym, więc by wykonać obliczenia numeryczne musimy go zdyskretyzować, czyli spróbkować.

Wyniki dla przykładowych sygnałów tj. (a), (b) oraz $\sin(2\pi 0.1 n)$ pokazano poniżej.





Szum ($N=100$ próbek) oraz jego funkcja autokorelacji (kolor niebieski). Uwaga pokazana funkcja autokorelacji jest bez skalowania (tj. bez czynnika $1/N$). Oś X reprezentuje numer próbki, zaś os Y wartość sygnału lub odpowiednio jego funkcji autokorelacji.



Sygnał $\sin(2\pi \cdot 0.1 \cdot [0:N-1])$, $N=50$ oraz jego funkcja autokorelacji (kolor niebieski). Uwaga pokazana funkcja autokorelacji jest bez skalowania (tj. bez czynnika $1/N$). Oś X reprezentuje numer próbki, zaś os Y wartość sygnału lub odpowiednio jego funkcji autokorelacji.