

LAB. Kodowanie predycyjne sygnałów

Wczytać próbki obrazu testowego z pliku 'lena256.pgm' w następujący sposób:

```
x = double(imread('lena256.pgm'));
```

%wczytaj obraz

```
x = x(:);
```

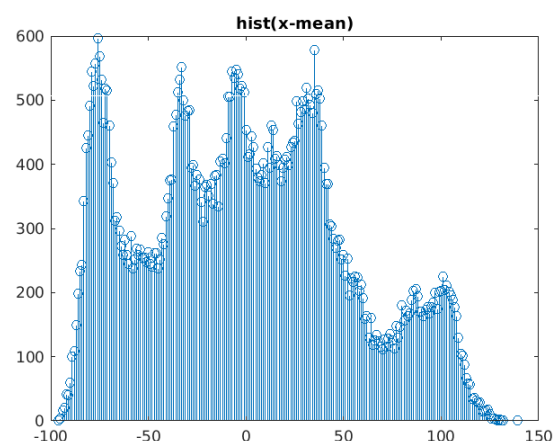
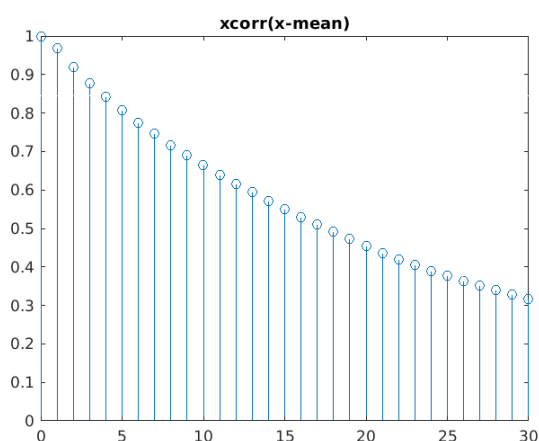
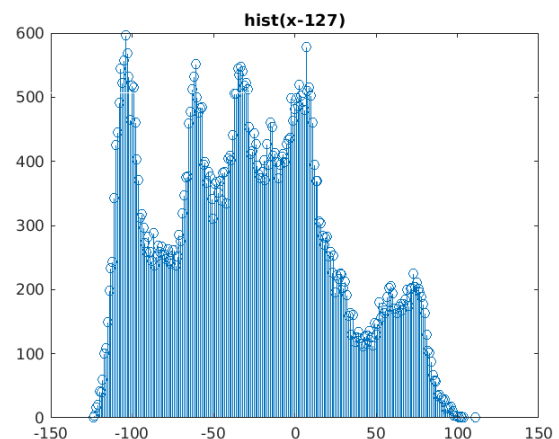
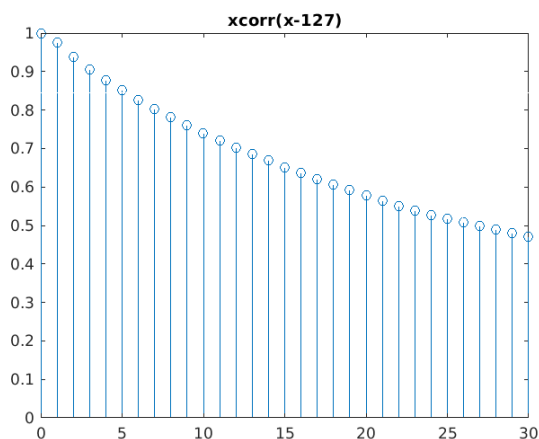
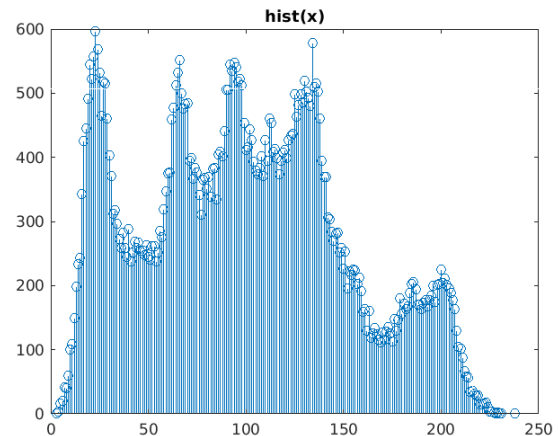
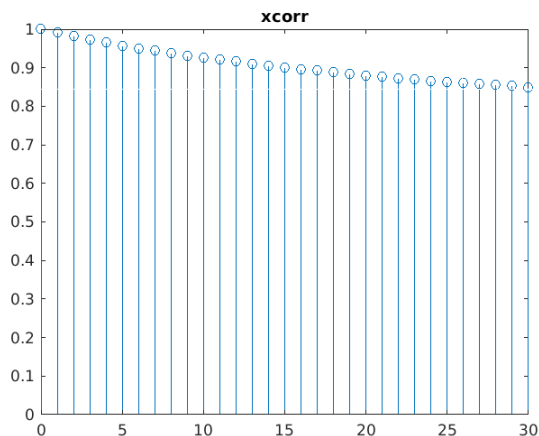
%przekształć na sygnał jednowymiarowy

```
x_mean = round( mean(x) );
```

%wyznacz składową stałą (zaokrągloną)

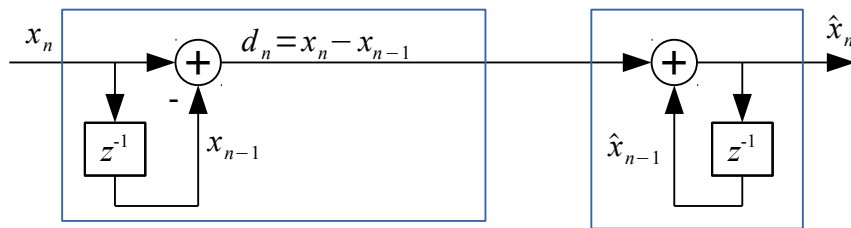
1) wyznaczyć unormowaną funkcję autokorelacji sygnału (xcorr z opcją 'coeff') dla sygnału x, oraz po odjęciu wartości 127 i wartości średniej x_mean.

2) wyznaczyć histogram próbek sygnału oryginalnego x oraz po odjęciu wartości 127 i wartości średniej x_mean.

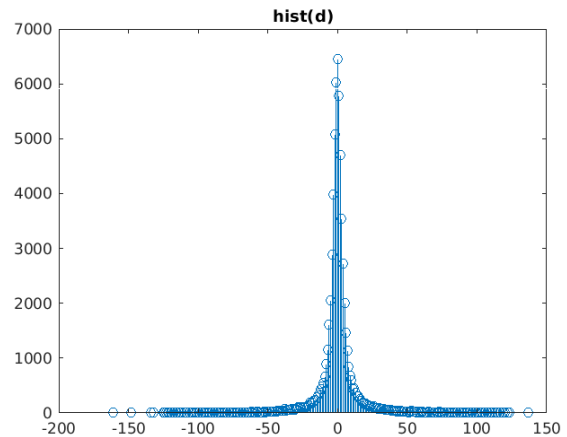
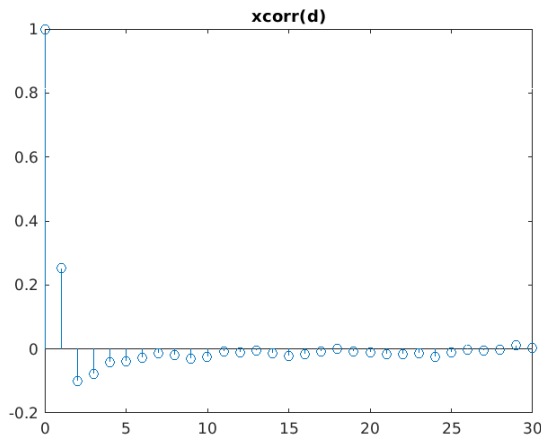


3) zaimplementować najprostszy algorytm kodowania DPCM (patrz schemat poniżej), gdzie jako

predykcję próbki bieżącej używa się wartości próbki poprzedniej.



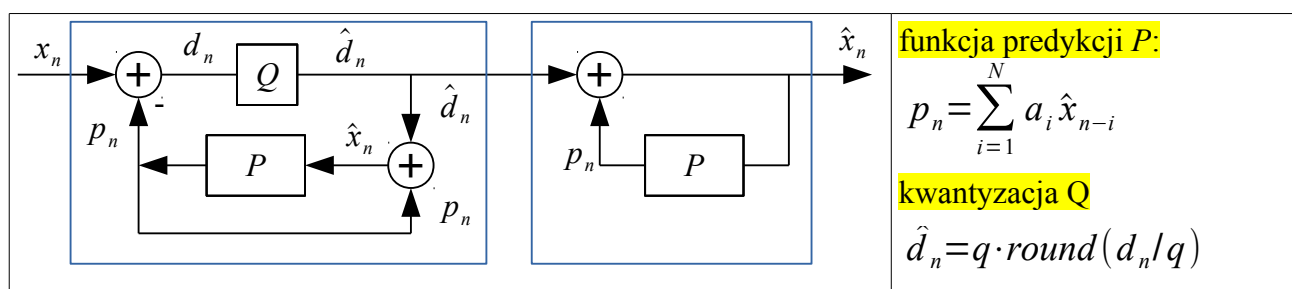
Wyznaczyć funkcję autokorelacji sygnału różnicowego d oraz jego histogram.



4) Wyznaczyć zysk z kodowania DPCM wg wzoru (GDPCM=15.551)

$$G_{DPCM} = \frac{\sum_{n=1}^N (x_n - \bar{x})^2}{\sum_{n=1}^N d_n^2} = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_d^2}$$

5) Zaimplementować koder DPCM z kwantyzacją sygnału różnicowego d w którym jako predykcji próbki bieżącej używa się wartości próbki poprzedniej ($a_1 = 1$) wg poniższego rysunku.



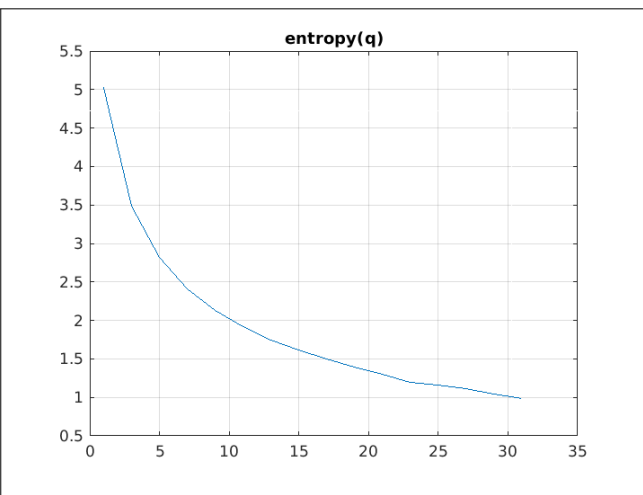
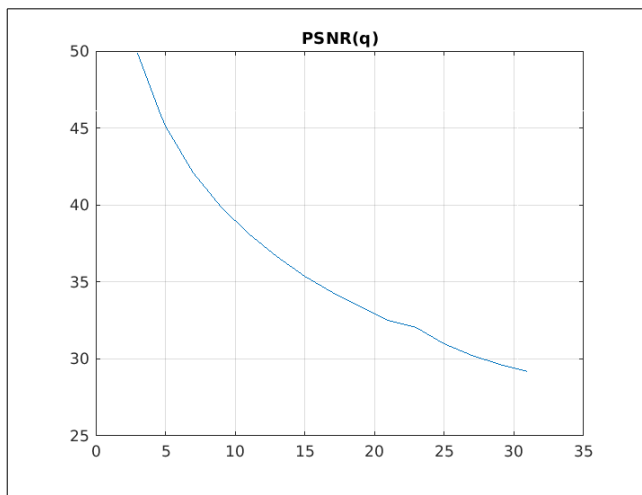
Wyznaczyć błąd rekonstrukcji PSNR w funkcji stopnia kwantyzacji ($q=1:32$)

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}, \quad MSE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x_n - \hat{x}_n)^2$$

6) Wyznaczyć entropię Shannona dla sygnału oryginalnego x oraz sygnału wyjściowego kodera d przy różnych wartościach współczynnika kwantyzacji q . Przypominam, że entropia źródła o alfabetcie $S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ i prawdopodobieństwach wystąpienia poszczególnych symboli $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ określona jest wzorem

$$H(S) = - \sum p(s_i) \log p(s_i),$$

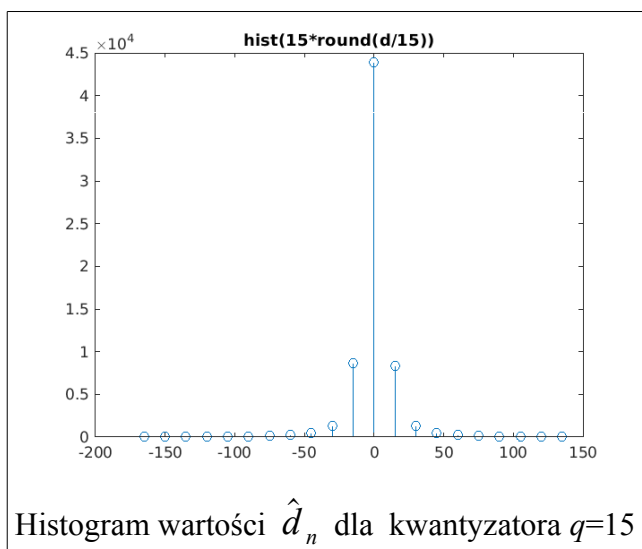
gdzie $\log_2 p(s_i)$ jest liczbą bitów potrzebnych do reprezentacji symbolu s_i . Jak widać do wyznaczenia entropii potrzebny jest histogram wartości próbek sygnału.



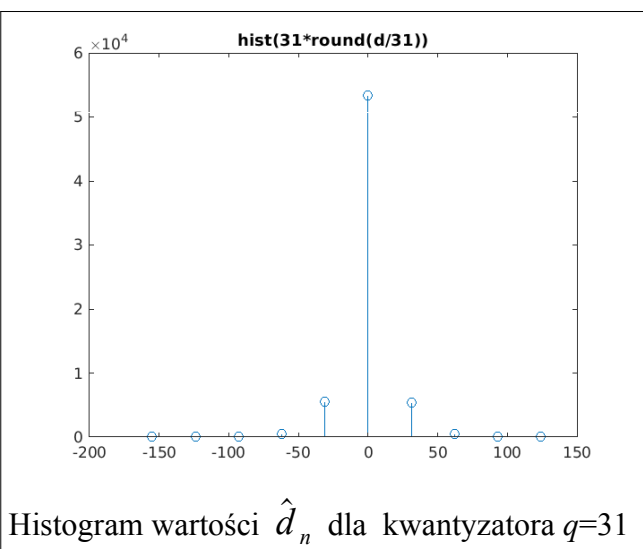
$a_1=1, q=15$



$a_1=1, q=31$



Histogram wartości $\hat{d}_n$ dla kwantyzatora $q=15$



Histogram wartości $\hat{d}_n$ dla kwantyzatora $q=31$

5) Wyznaczyć optymalne wartości współczynników predykcji oraz zysk z kodowania DPCM ($q=1$, czyli bez kwantyzacji), dla predyktora z jednym współczynnikiem ($a=0.99294$, $G=15.61584$), dwoma ($a=[1.246879, -0.255735]$, $G=16.6925784$) i trzema ($a=[1.2903676, -0.467767, 0.170049]$, $G=17.1887395$);

Współczynniki predykcji a wyznacza się korzystając z równań Yulea-Walker'a:

$$\begin{bmatrix} R_{xx}(1) \\ R_{xx}(2) \\ \vdots \\ R_{xx}(N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{xx}(0) & R_{xx}(1) & \cdots & R_{xx}(N-1) \\ R_{xx}(1) & R_{xx}(0) & \cdots & R_{xx}(N-2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{xx}(N-1) & R_{xx}(N-2) & \cdots & R_{xx}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix},$$

gdzie wartości R_{xx} są wartościami funkcji autokorelacji sygnału.



Obraz Lene skompresowany i zrekonstruowany z różnymi wartościami kwantyzatora q .

Zadanie 2

Stosując algorytm Huffmana zaprojektować kod optymalny dla symboli z algorytmu DPCM z zadania nr 1. Zakodować otrzymane współczynniki, wyznaczyć średnią długość kodu i porównać ją z entropią.