

GRAFIKA KOMPUTEROWA

Wykład 4: przetwarzanie obrazów

Tymon Rubel

Zakład Elektroniki Jądrowej i Medycznej
Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych PW

Materiały opracowane w ramach zadania 15 „Modyfikacja międzywydziałowych studiów I stopnia na kierunku Inżynieria Biomedyczna” projektu „NERW PW. Nauka - Edukacja - Rozwój - Współpraca”, współfinansowanego jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



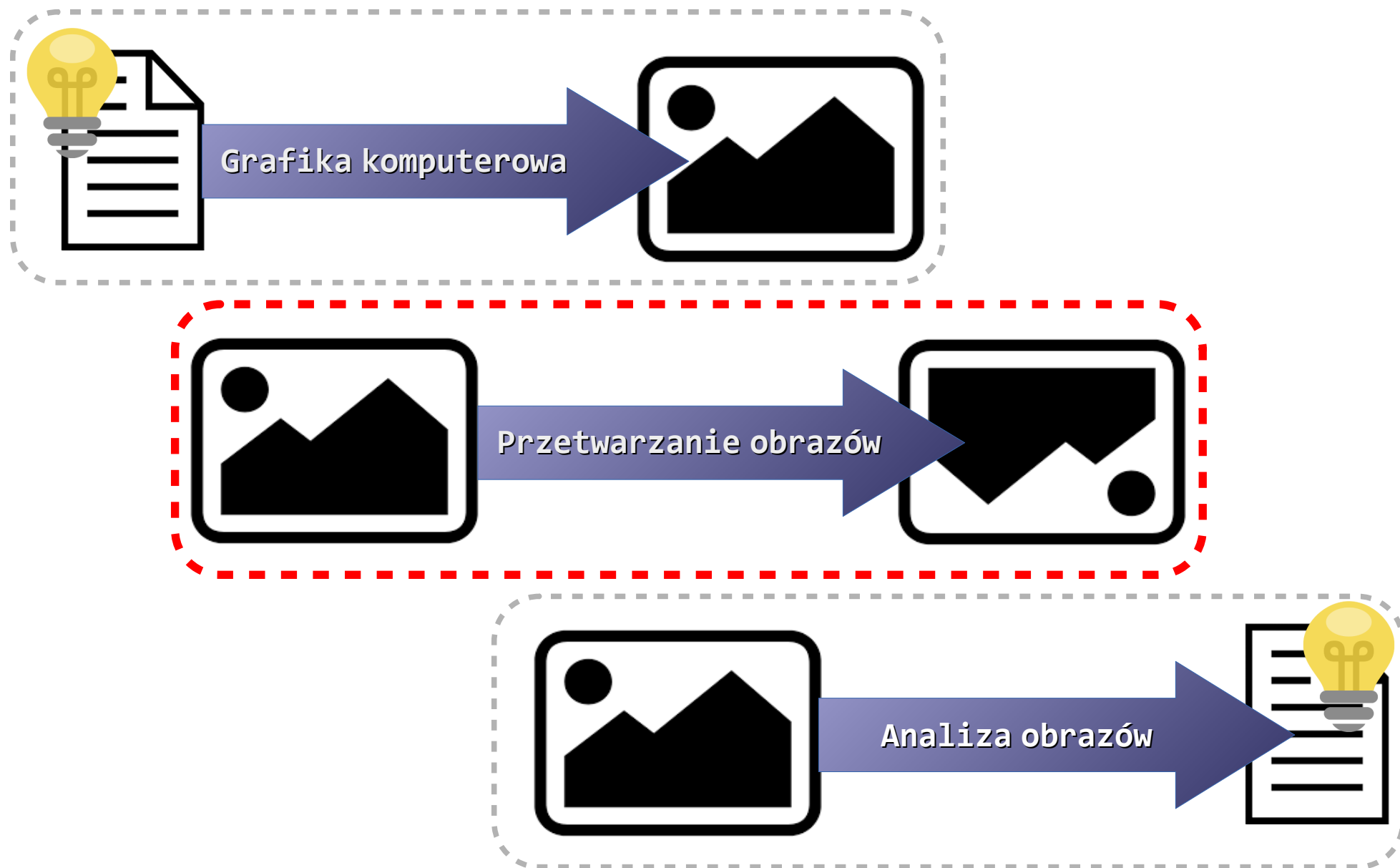
Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

**Politechnika
Warszawska**

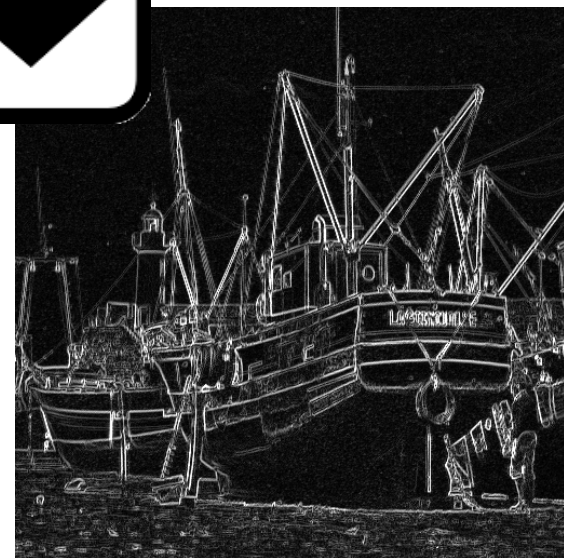
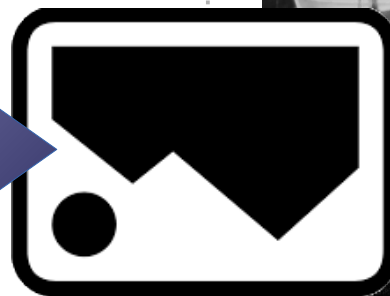
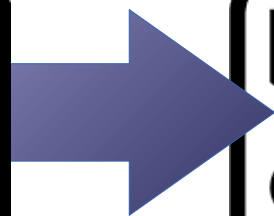
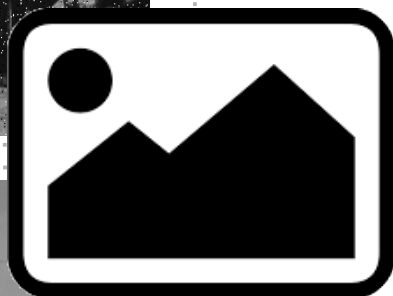
Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Przetwarzaniem obrazów określamy użycie algorytmów komputerowych do zmiany reprezentacji lub właściwości obrazów cyfrowych. Celem tej operacji najczęściej jest poprawa jakości obrazu lub uwypuklenie jego wybranych cech.



Przetwarzaniem obrazów określamy użycie algorytmów komputerowych do zmiany reprezentacji lub właściwości obrazów cyfrowych. Celem tej operacji najczęściej jest poprawa jakości obrazu lub uwypuklenie jego wybranych cech.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: postać danych

Obraz w skali szarości I przedstawiamy w postaci macierzy o wymiarze M na N .

Każdy piksel (element macierzy obrazu) o lokalizacji przestrzennej (x, y) przyjmuje określoną wartość całkowitą $I(x, y)$ z przedziału $[0, 2^B - 1]$, gdzie B jest liczbą bitów. Dla typowych obrazów $B = 8$, czyli piksele mają wartości od 0 (czern) do 255 (biel).

$x = 0, y = 0$



137	133	130	127	127	125	122	122	115	103
130	130	129	125	125	117	107	107	97	88
127	129	123	112	112	100	89	89	81	80
127	129	123	112	112	100	89	89	81	80
128	126	109	88	88	78	76	76	73	74
132	112	83	65	65	63	66	66	66	68
132	112	83	65	65	63	66	66	66	68
120	90	66	56	56	56	59	59	59	61
96	72	60	56				52	52	57
79	66	61	57				49	47	55
79	66	61	57	57	54	49	49	47	55
77	68	62	57	57	54	48	48	46	55
77	70	65	60	60	55	46	46	46	57
77	70	65	60	60	55	46	46	46	57
83	76	70	62	62	54	45	45	49	64
91	90	83	70	70	60	53	53	62	75
91	90	83	70	70	60	53	53	62	75
95	101	97	87	87	77	74	74	81	85
95	101	105	102	102	96	95	95	93	89
96	103	105	102	102	99	96	96	95	90

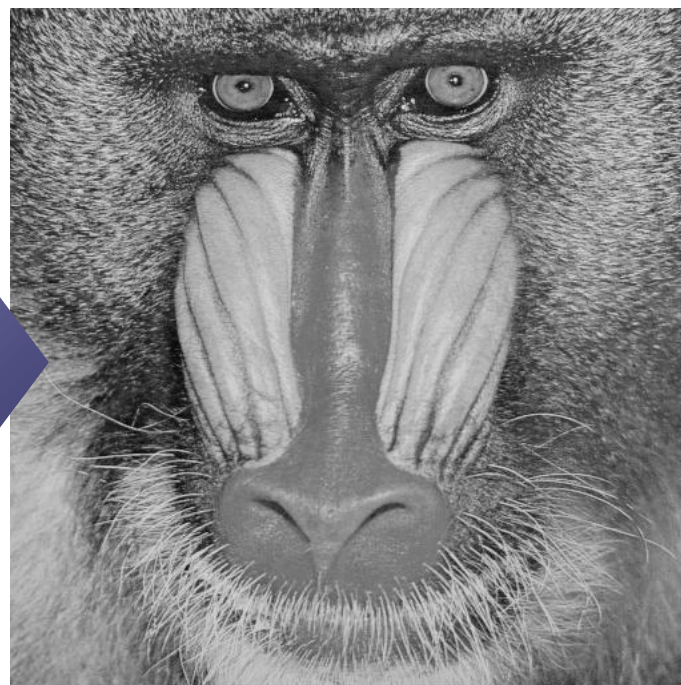
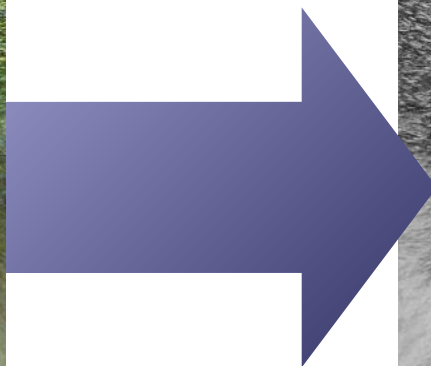
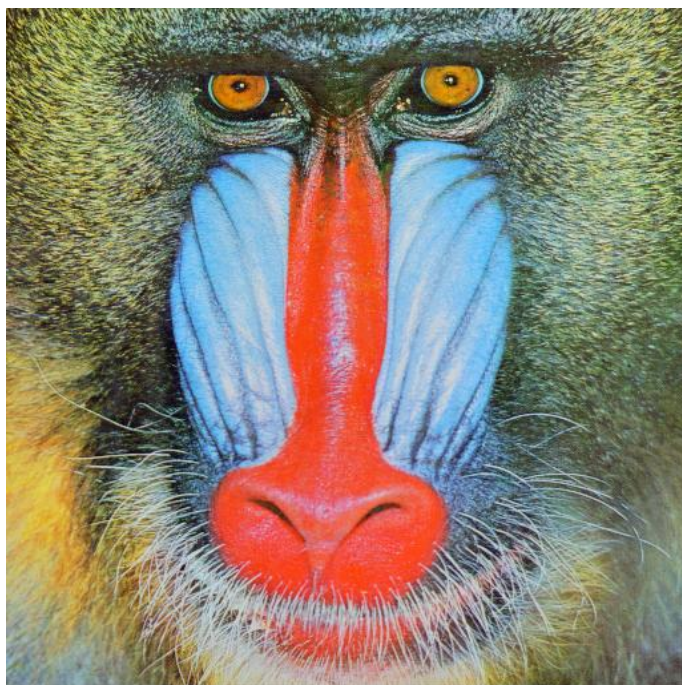
$I(x, y) = 54$

$x = M, y = N$

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: postać danych

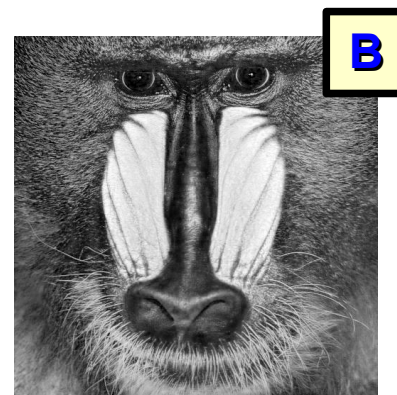
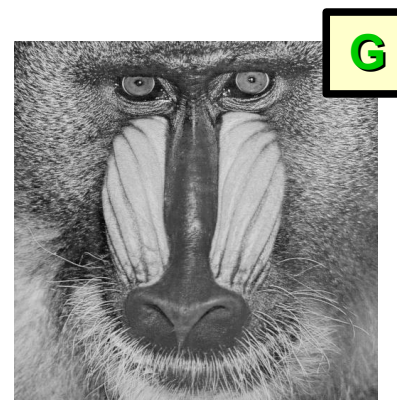
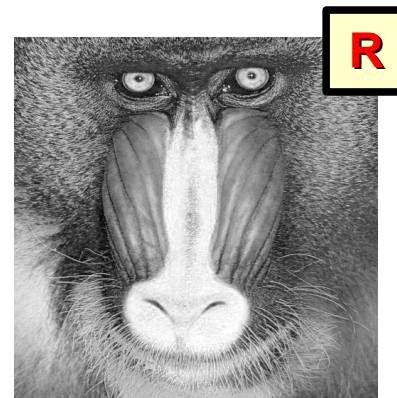
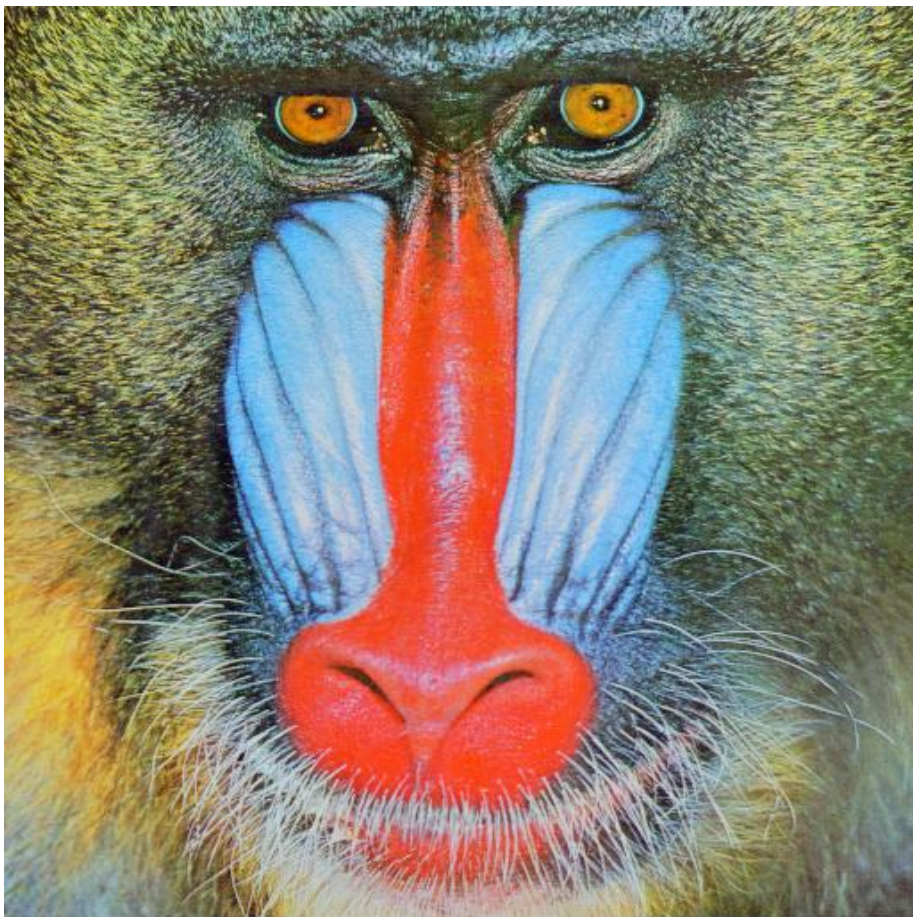
Dowolny obraz kolorowy o trzech składowych **RGB** można zamienić na obraz w skali szarości. Jasność każdego z pikseli może zostać wyznaczana jako średnia ważona, uwzględniająca charakterystykę oka, np. zgodnie z modelem YUV:

$$I_{GS}(x, y) = 0,299 \cdot I_R(x, y) + 0,587 \cdot I_G(x, y) + 0,114 \cdot I_B(x, y)$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: postać danych

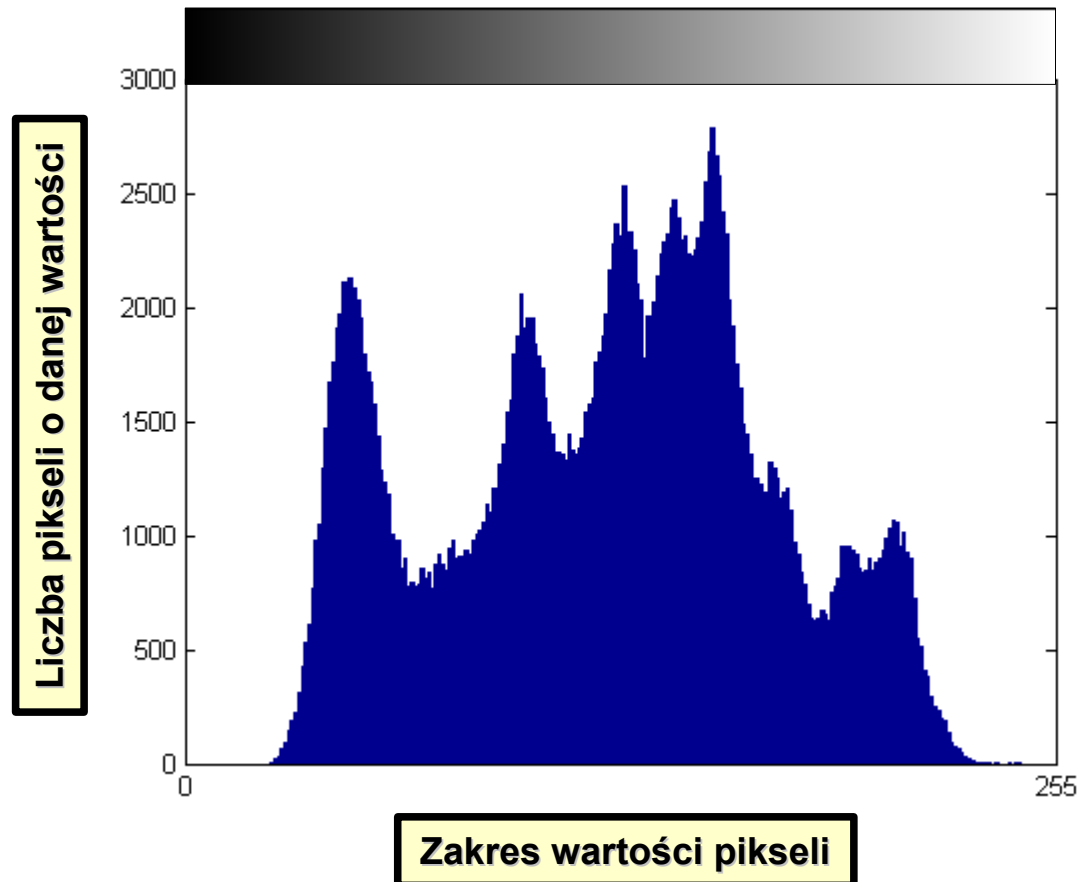
Wiele z przedstawionych dalej operacji można również przeprowadzić na obrazach kolorowych, traktując ich kanały **R**, **G**, i **B** jako trzy oddzielne obrazy w skali szarości.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

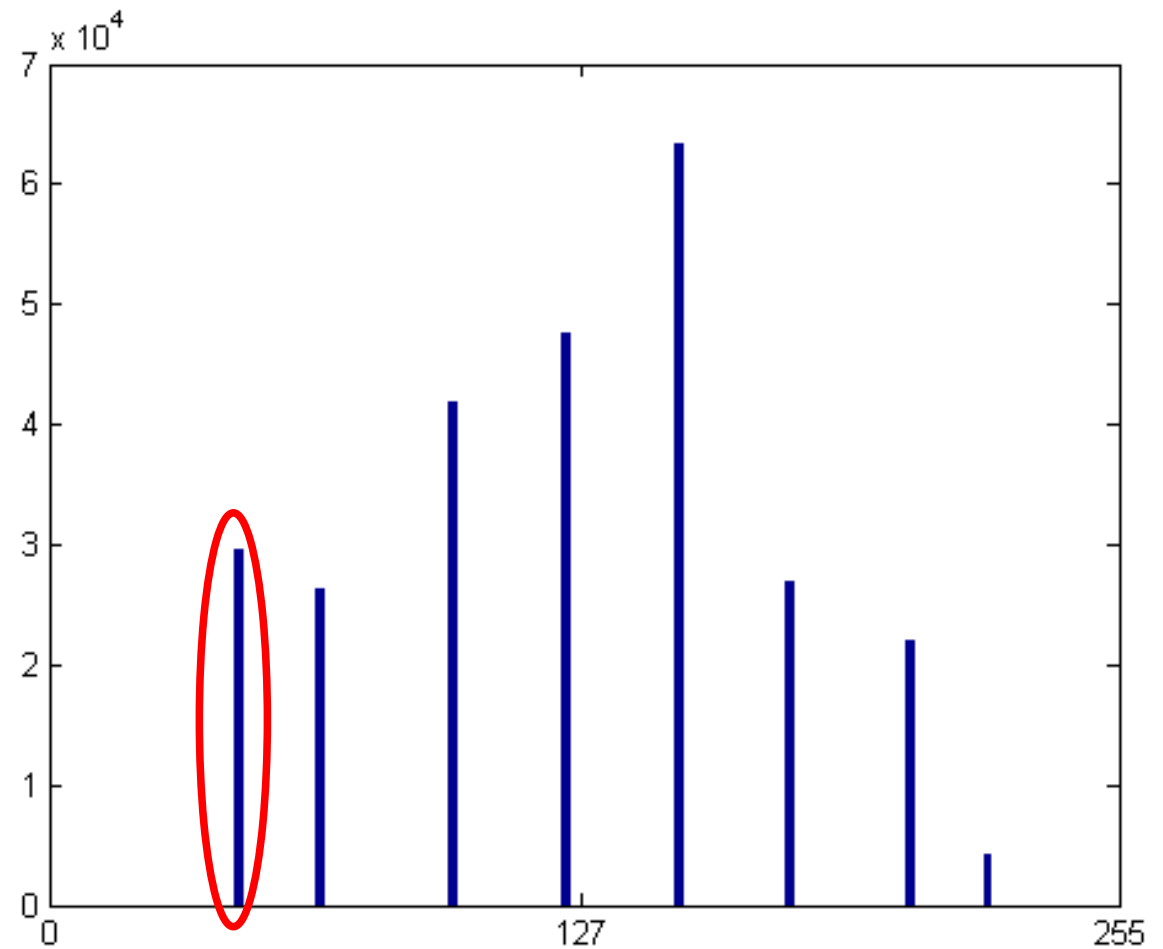
Obraz można opisać poprzez szereg parametrów o znaczeniu statystycznym, np. za pomocą wartości maksymalnej, minimalnej, średniej, mediany, mody, odchylenia standardowego lub entropii.

Najczęściej jednak obraz charakteryzuje się w sposób graficzny, za pomocą jego **histogramu**, czyli wykresu liczby pikseli o różnych wartościach.



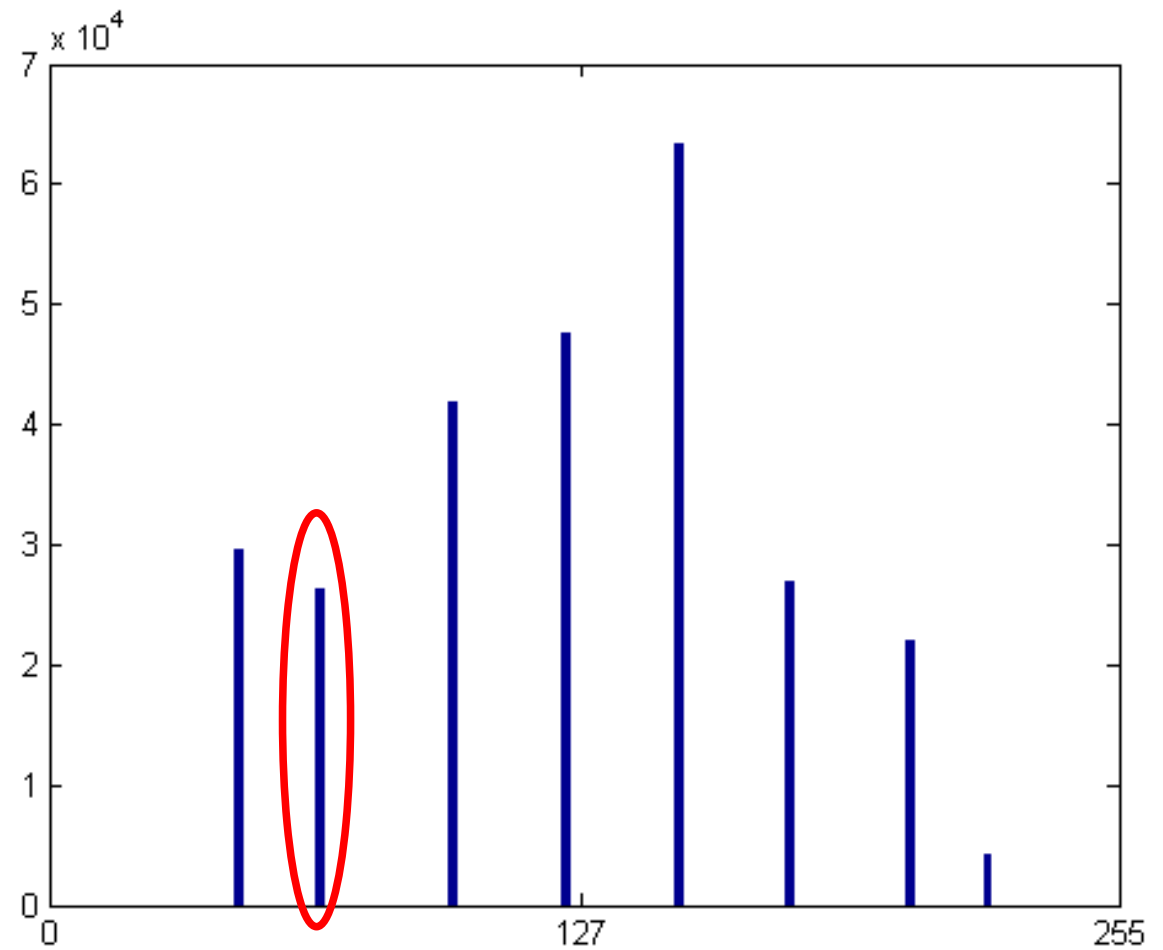
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



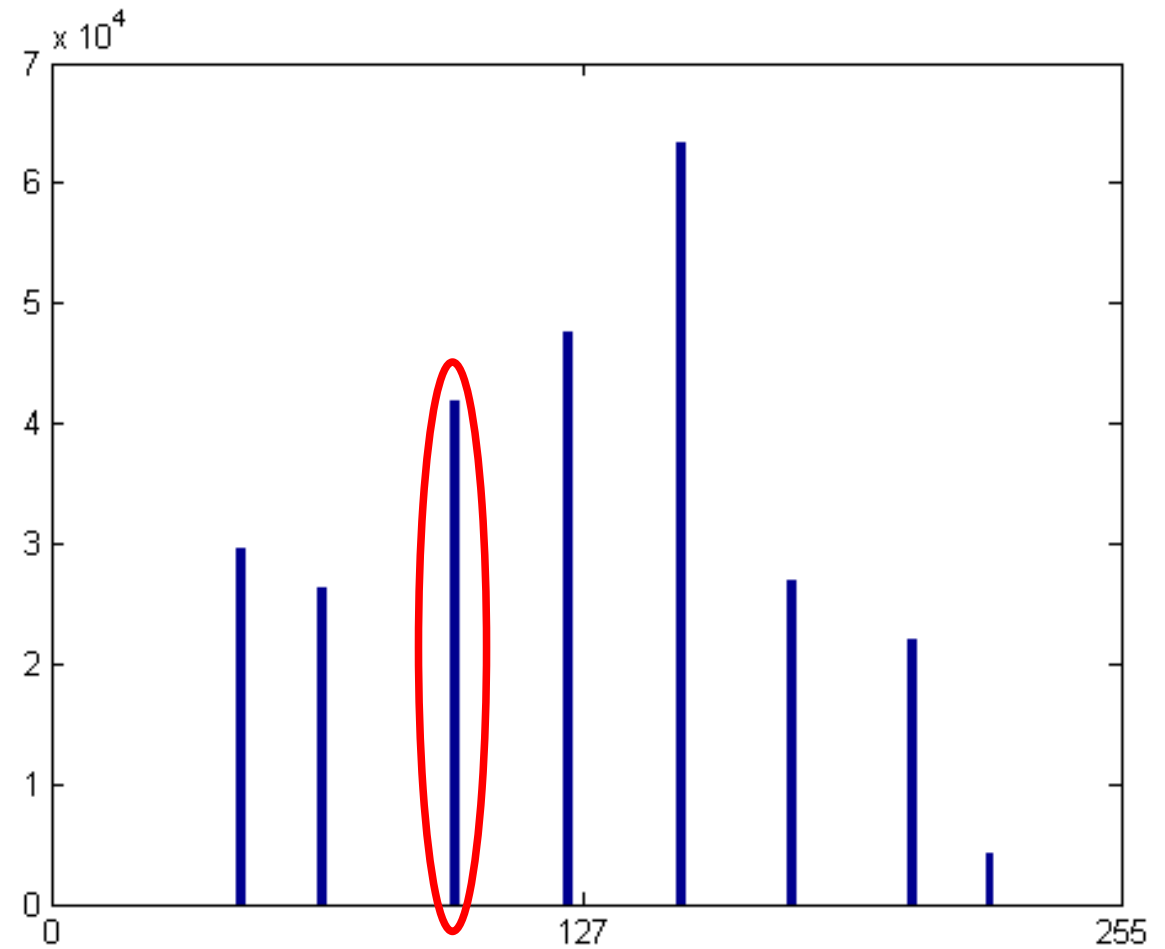
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



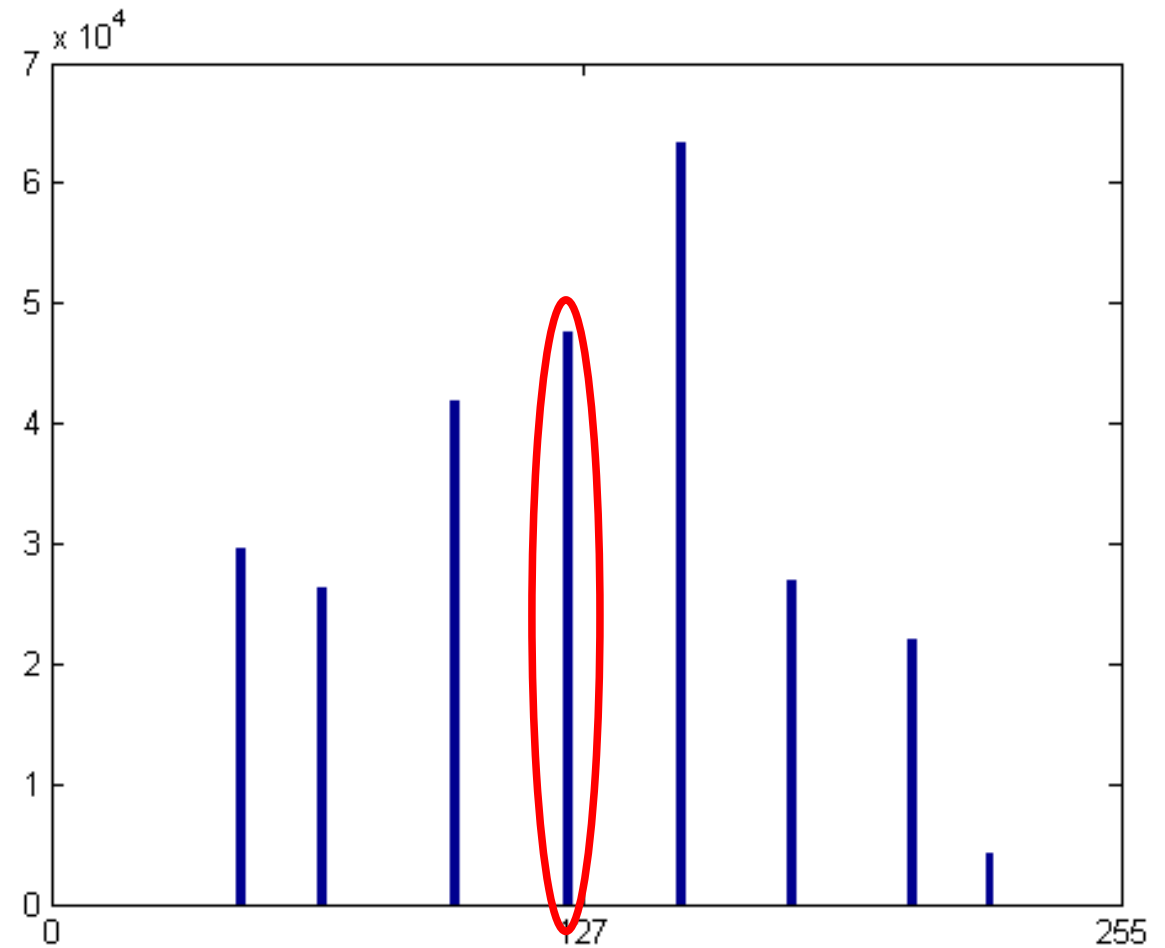
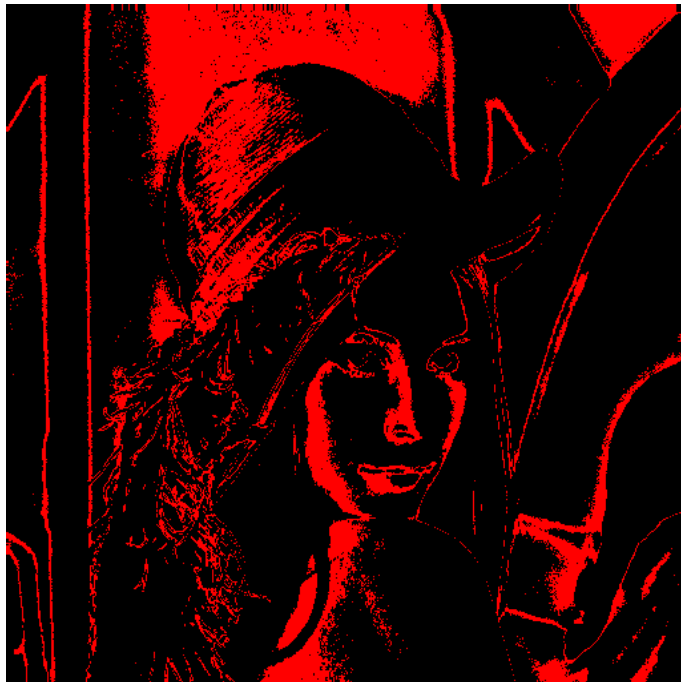
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



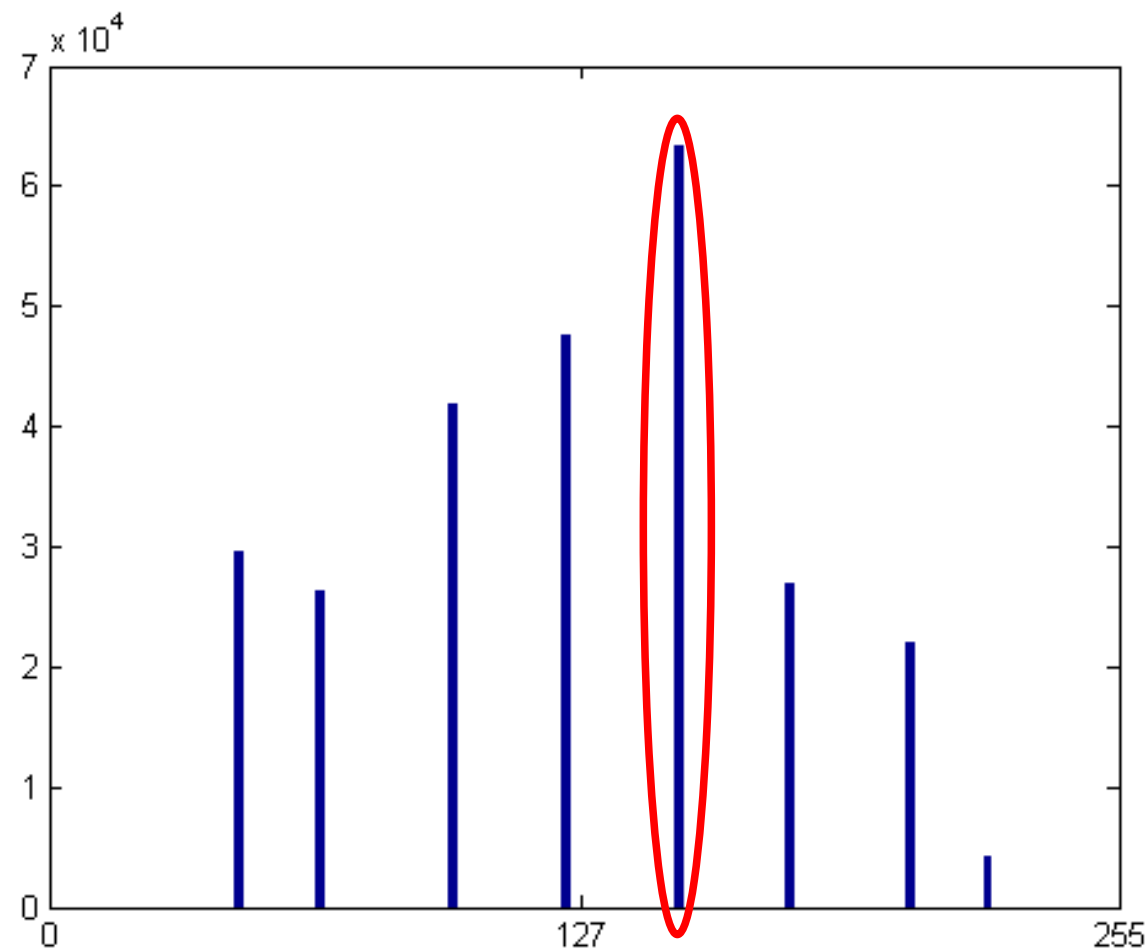
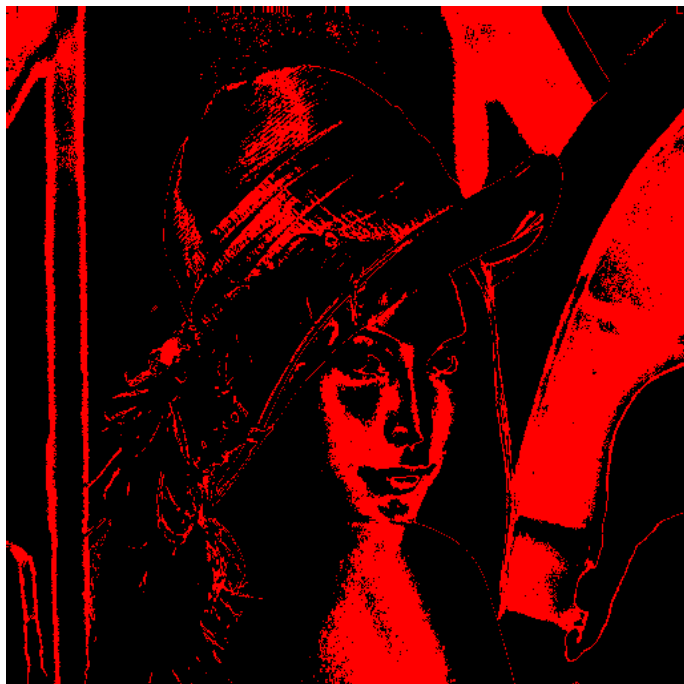
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



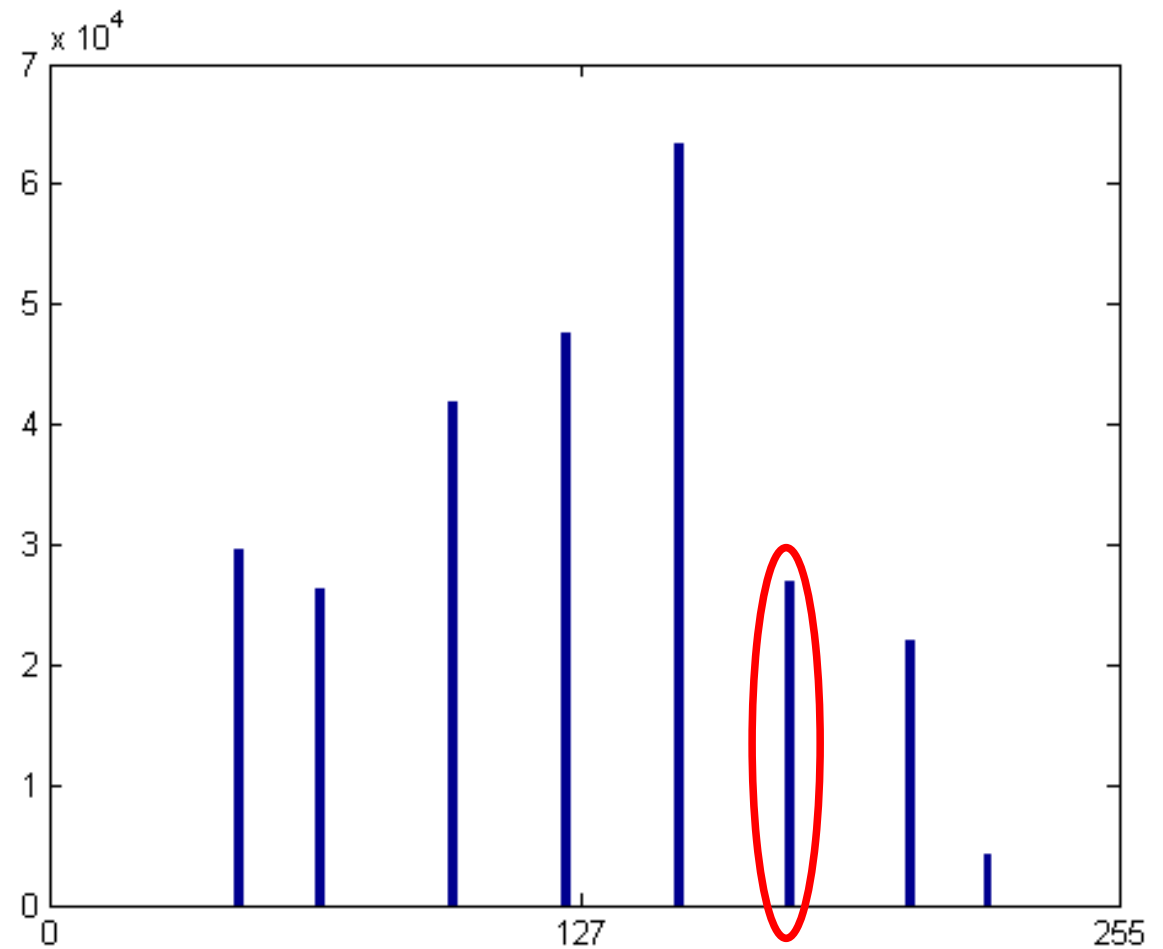
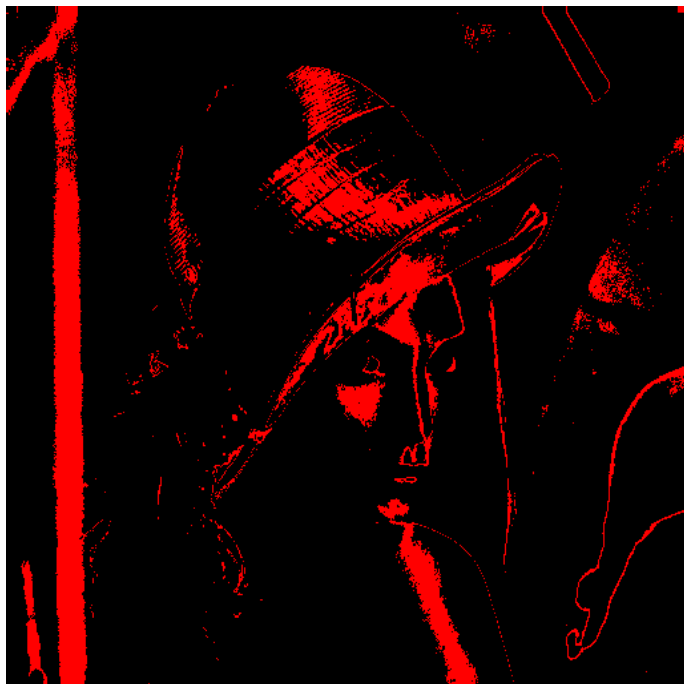
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



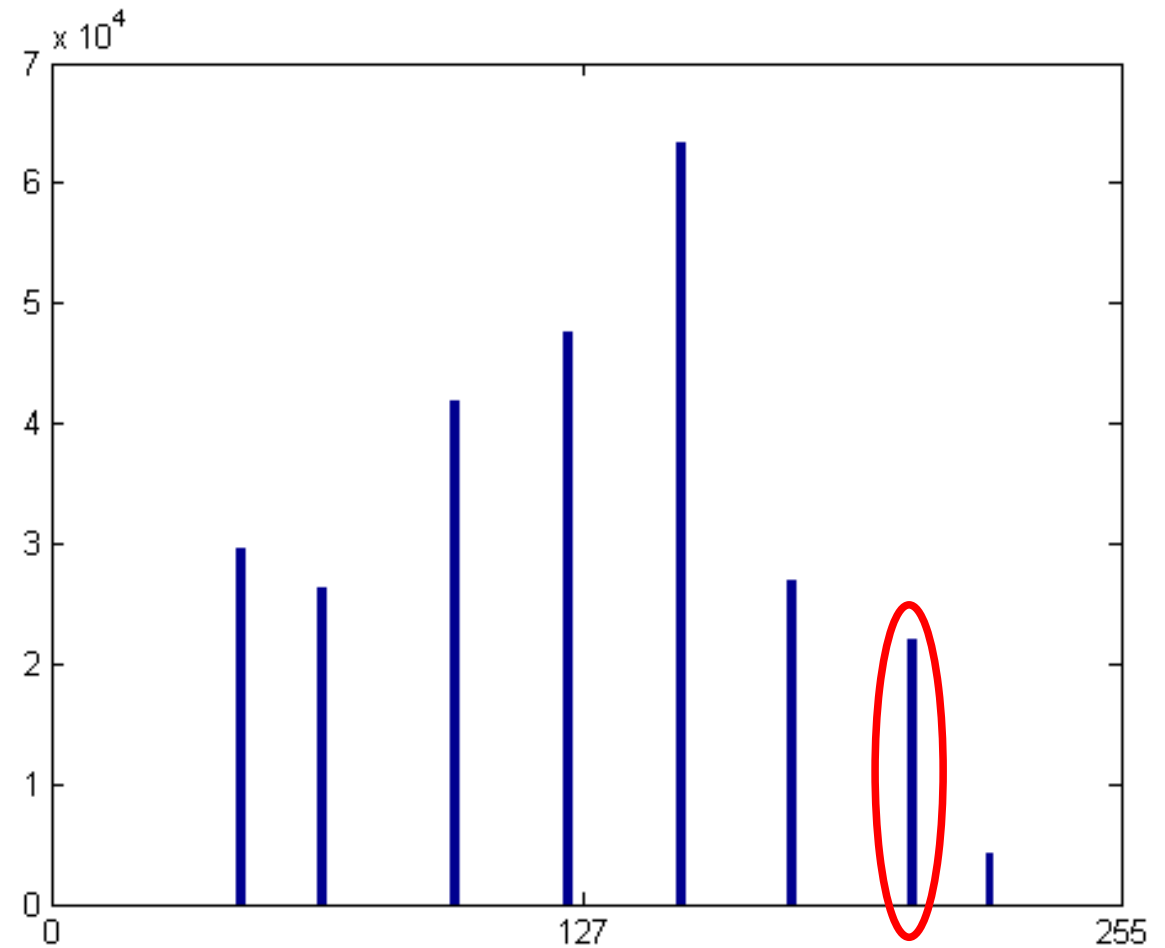
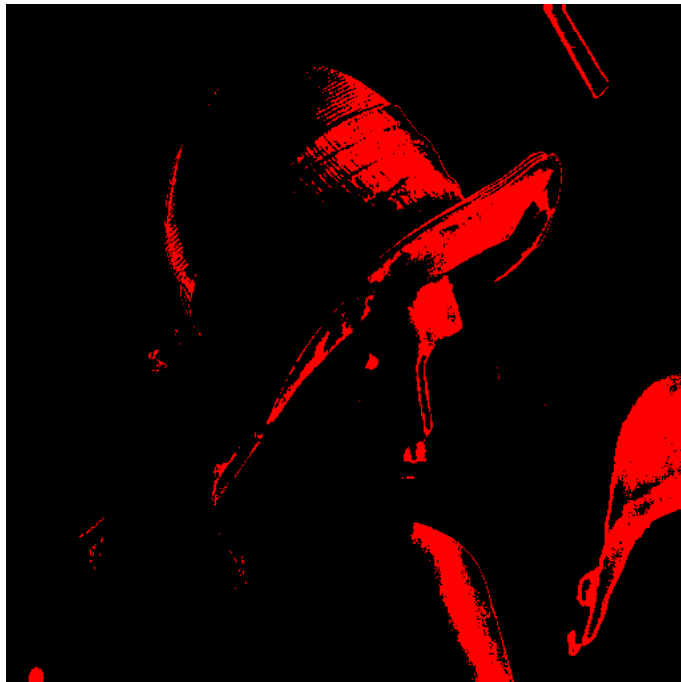
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



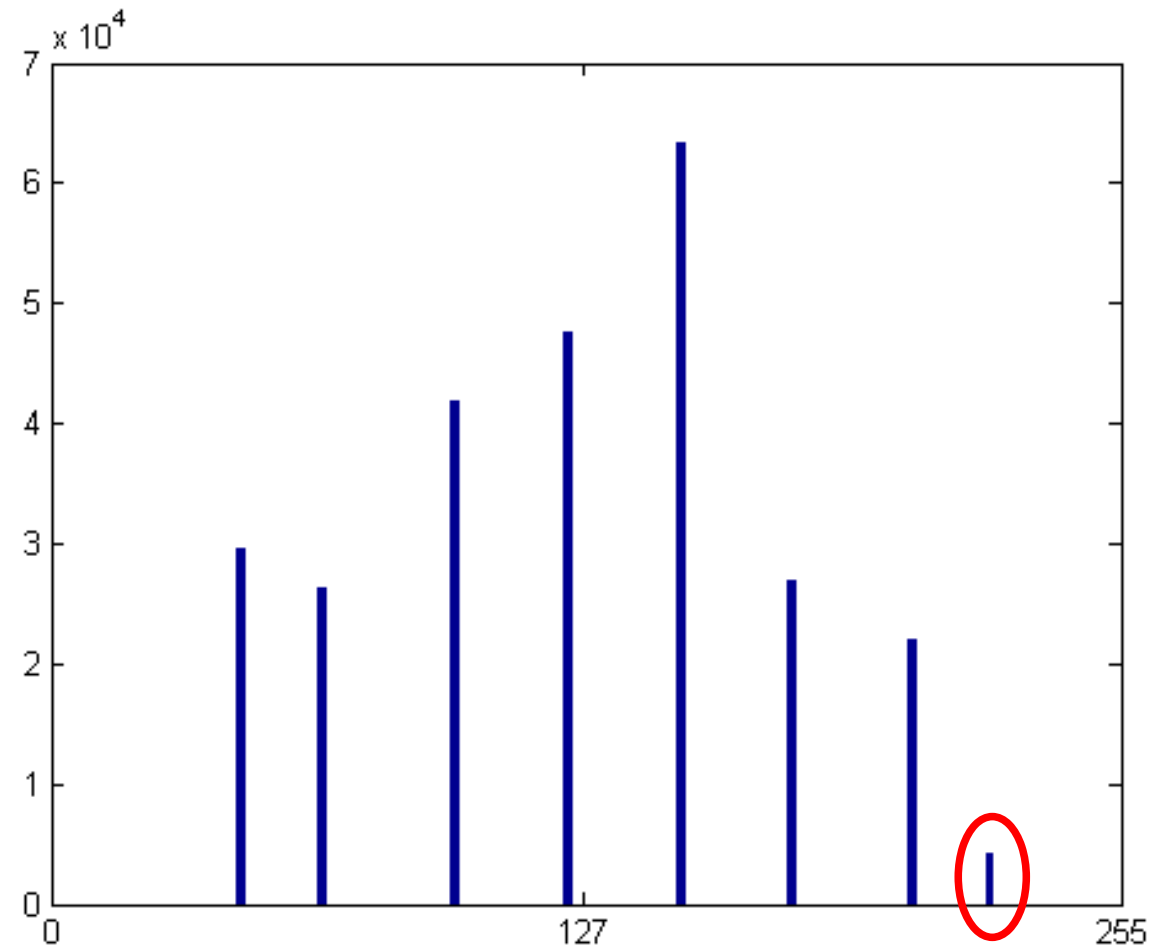
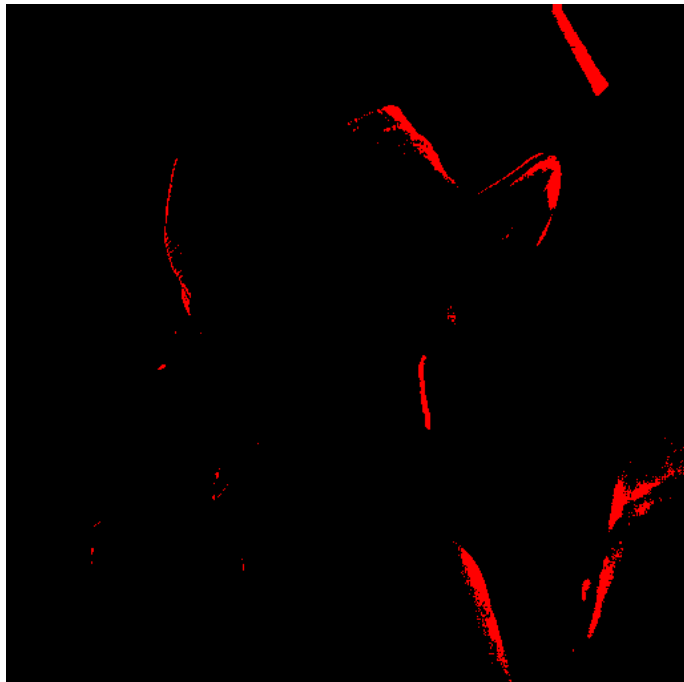
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości

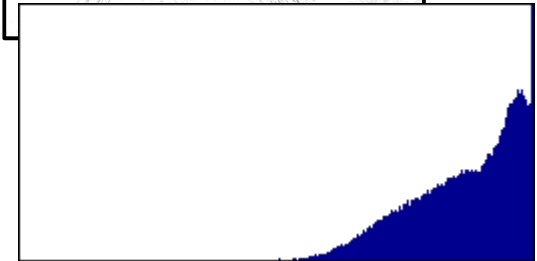
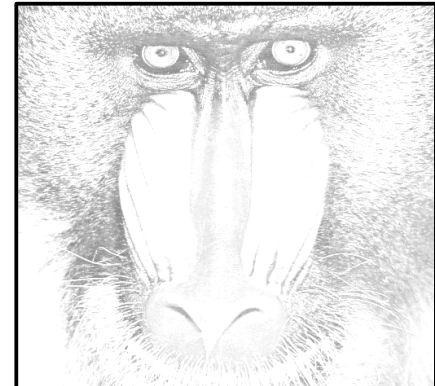
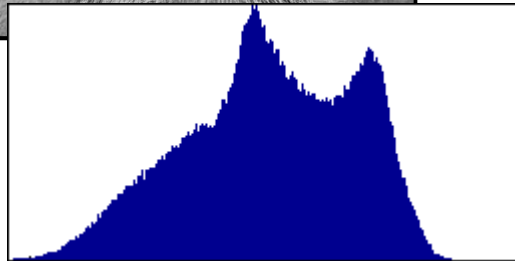
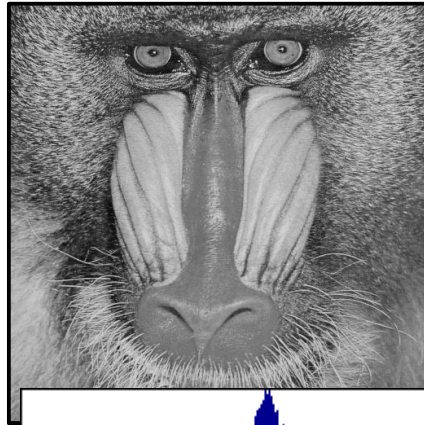
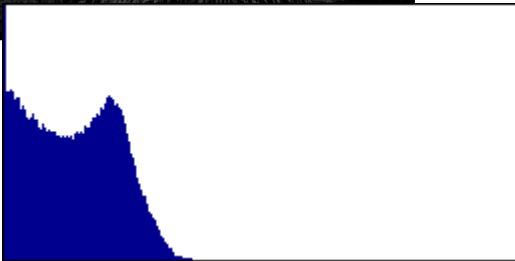
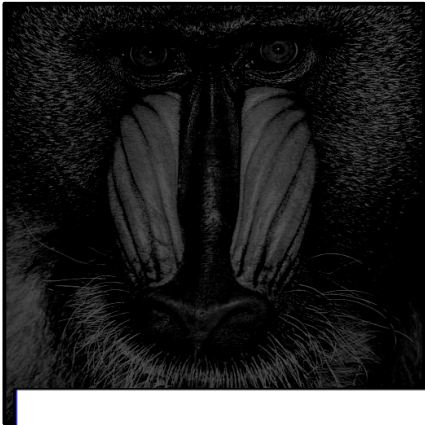


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram

8 stopni skali szarości



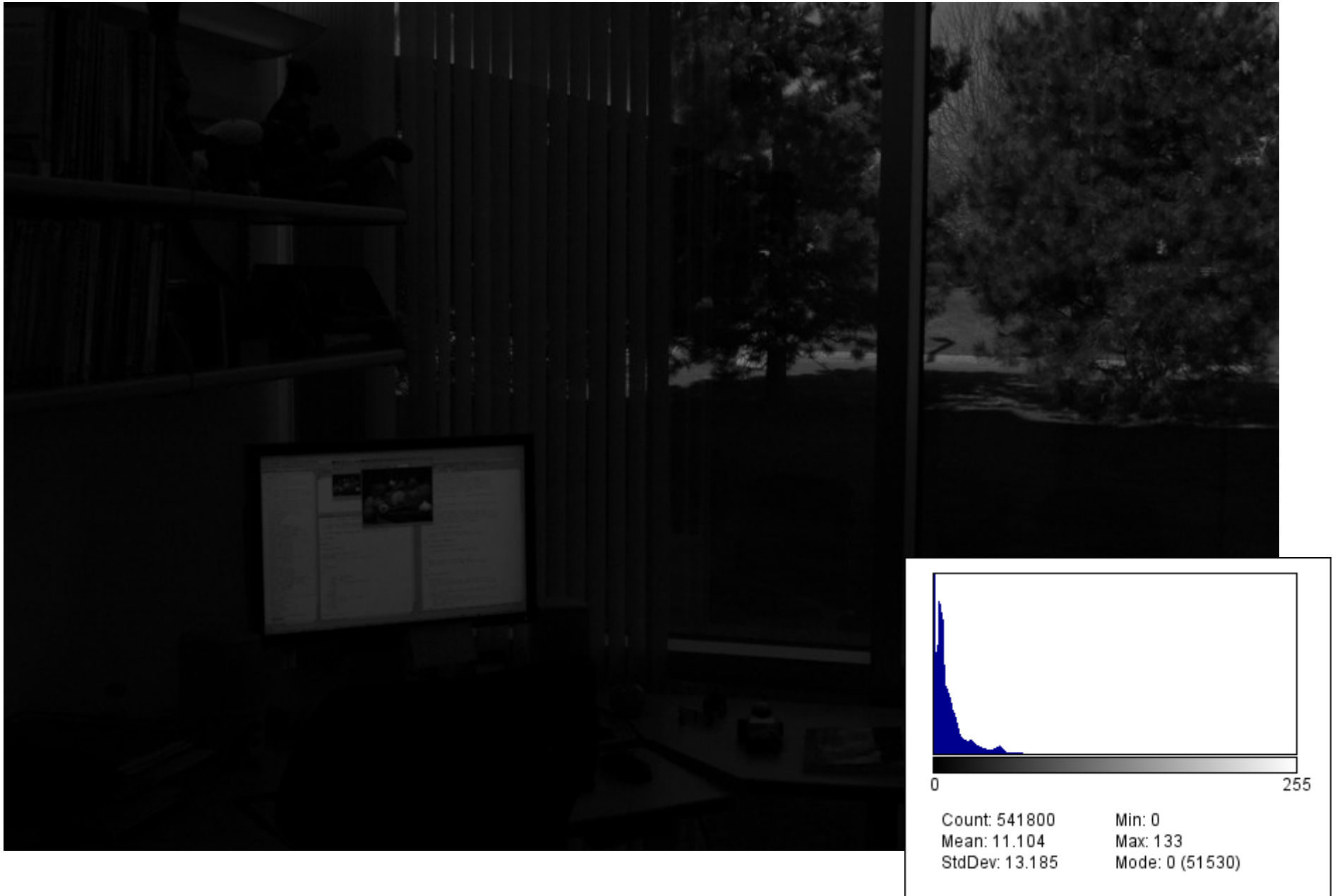
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



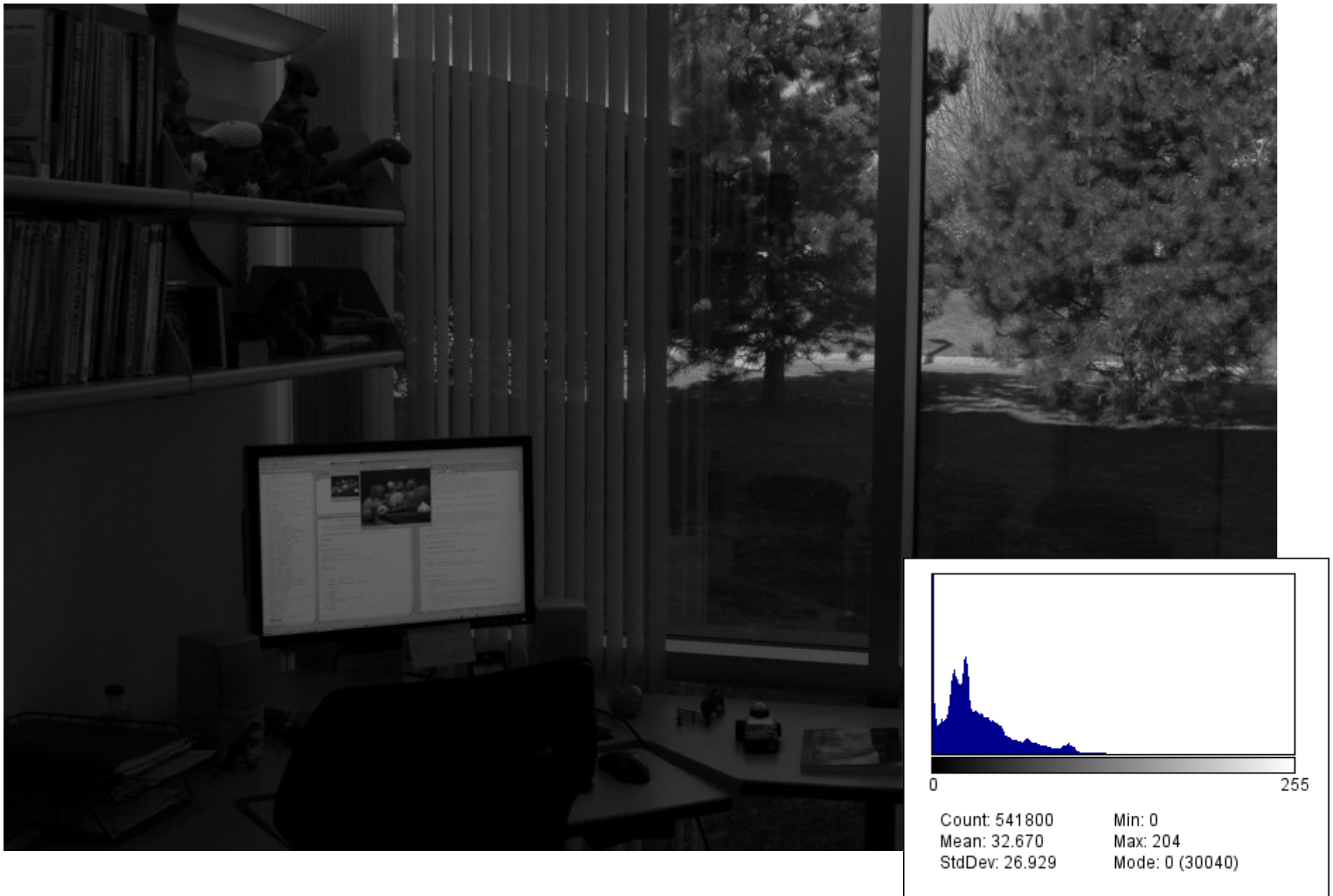
Jasność



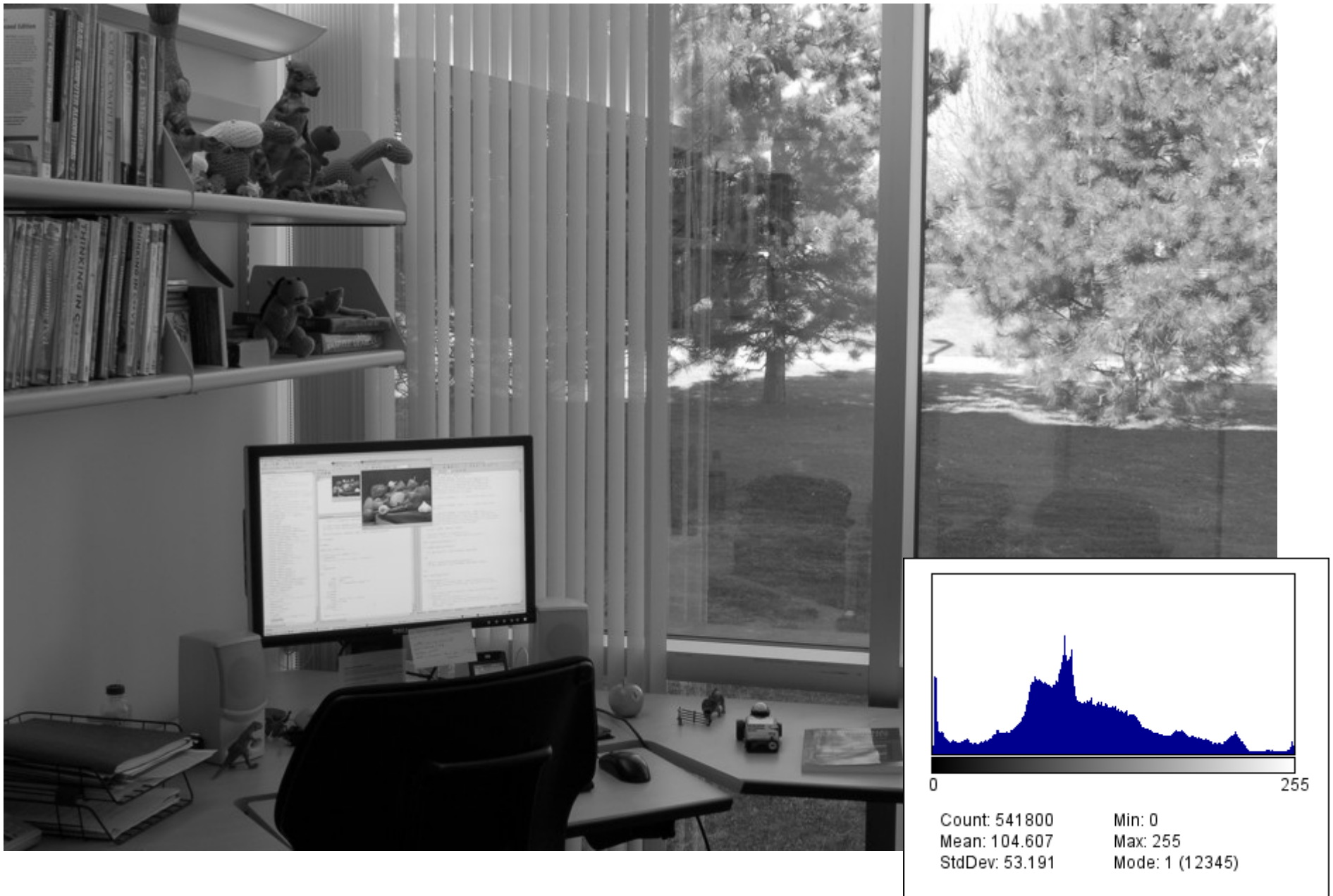
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



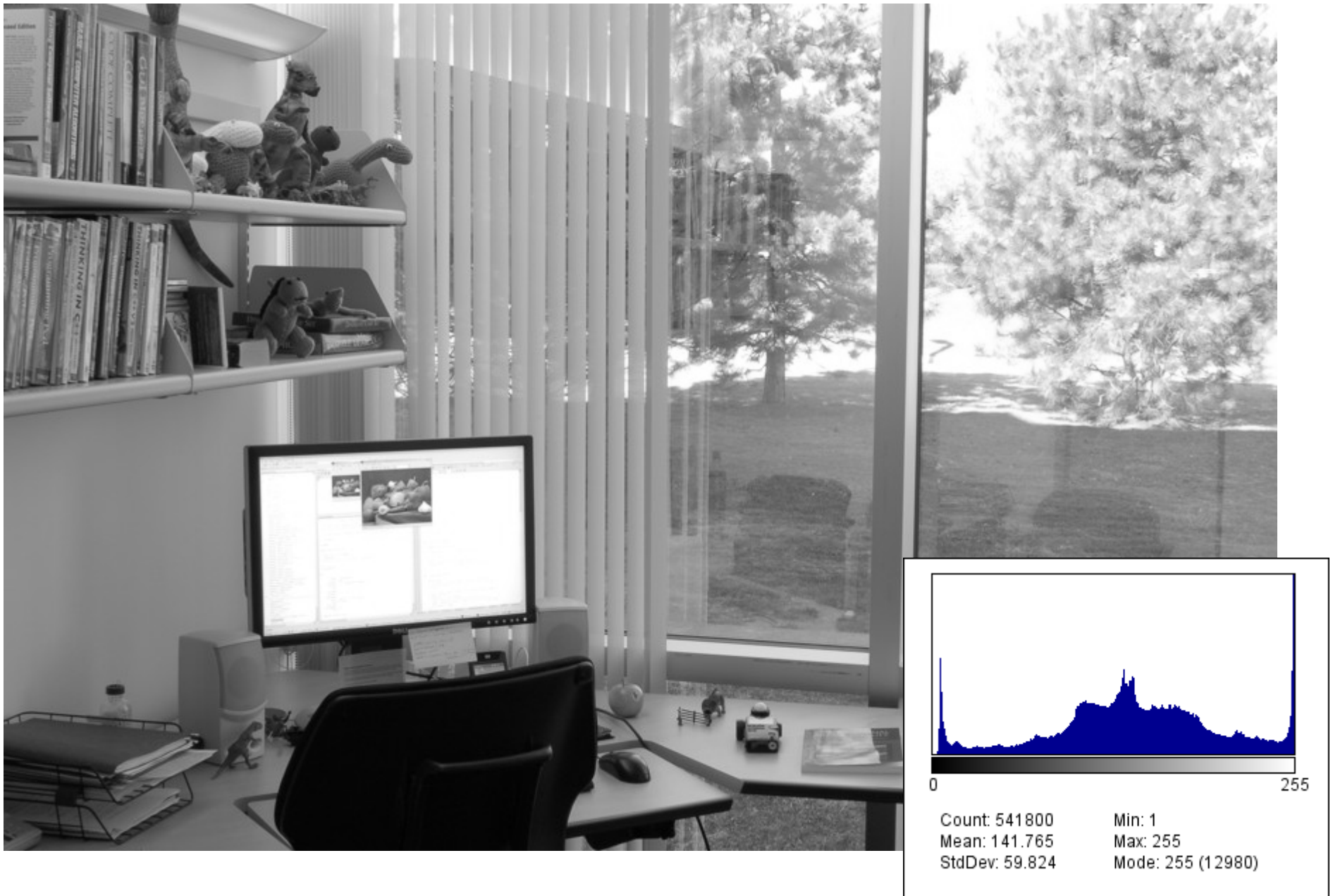
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



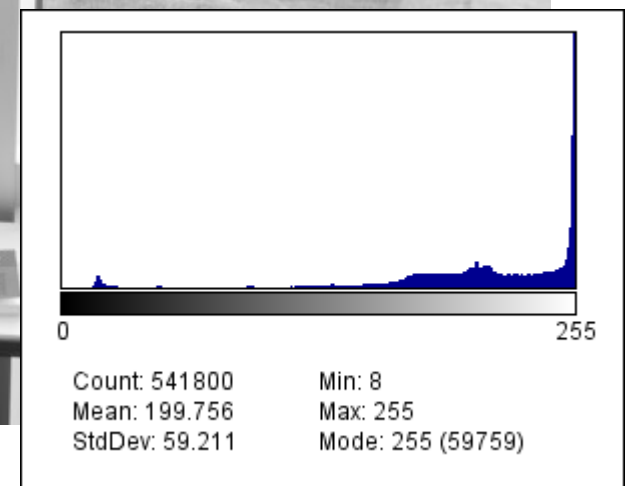
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



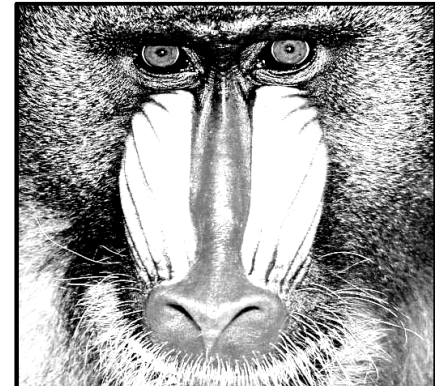
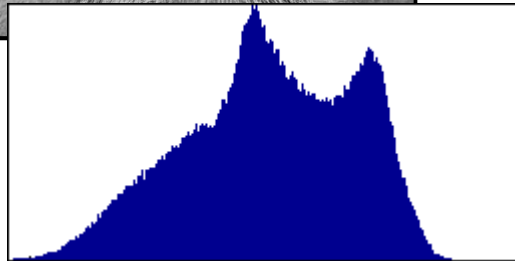
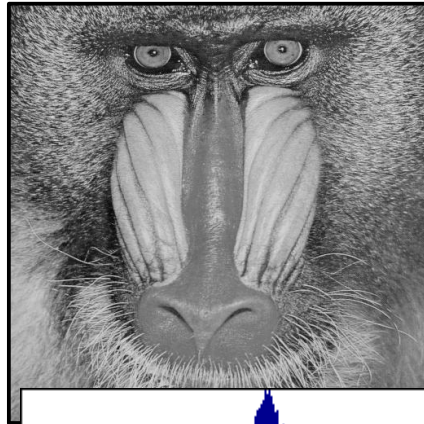
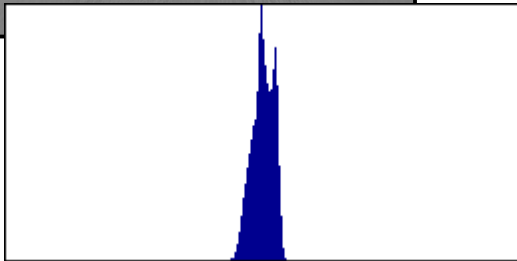
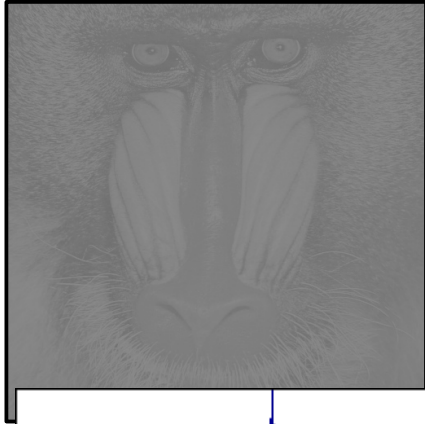
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a jasność obrazu



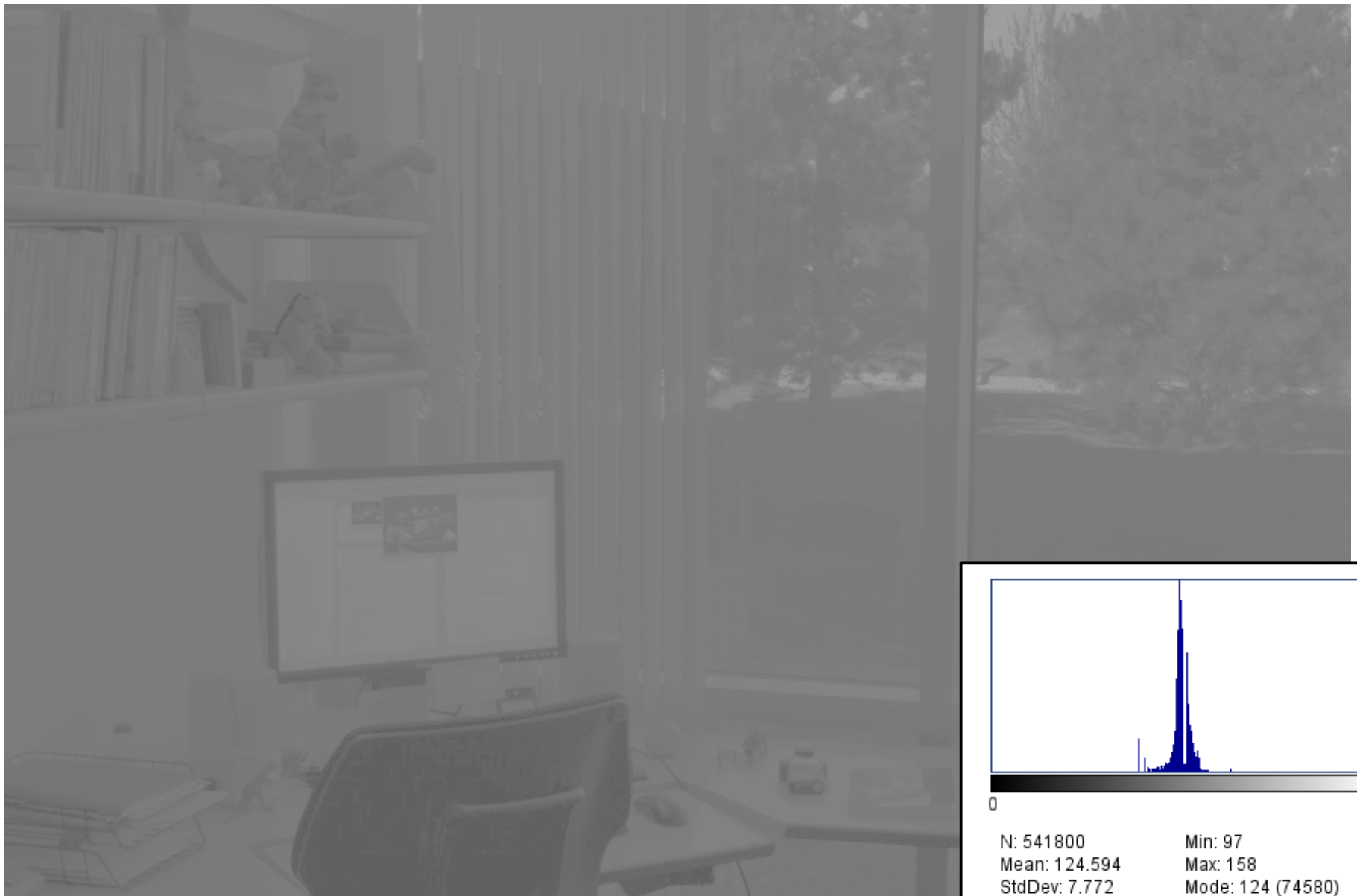
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



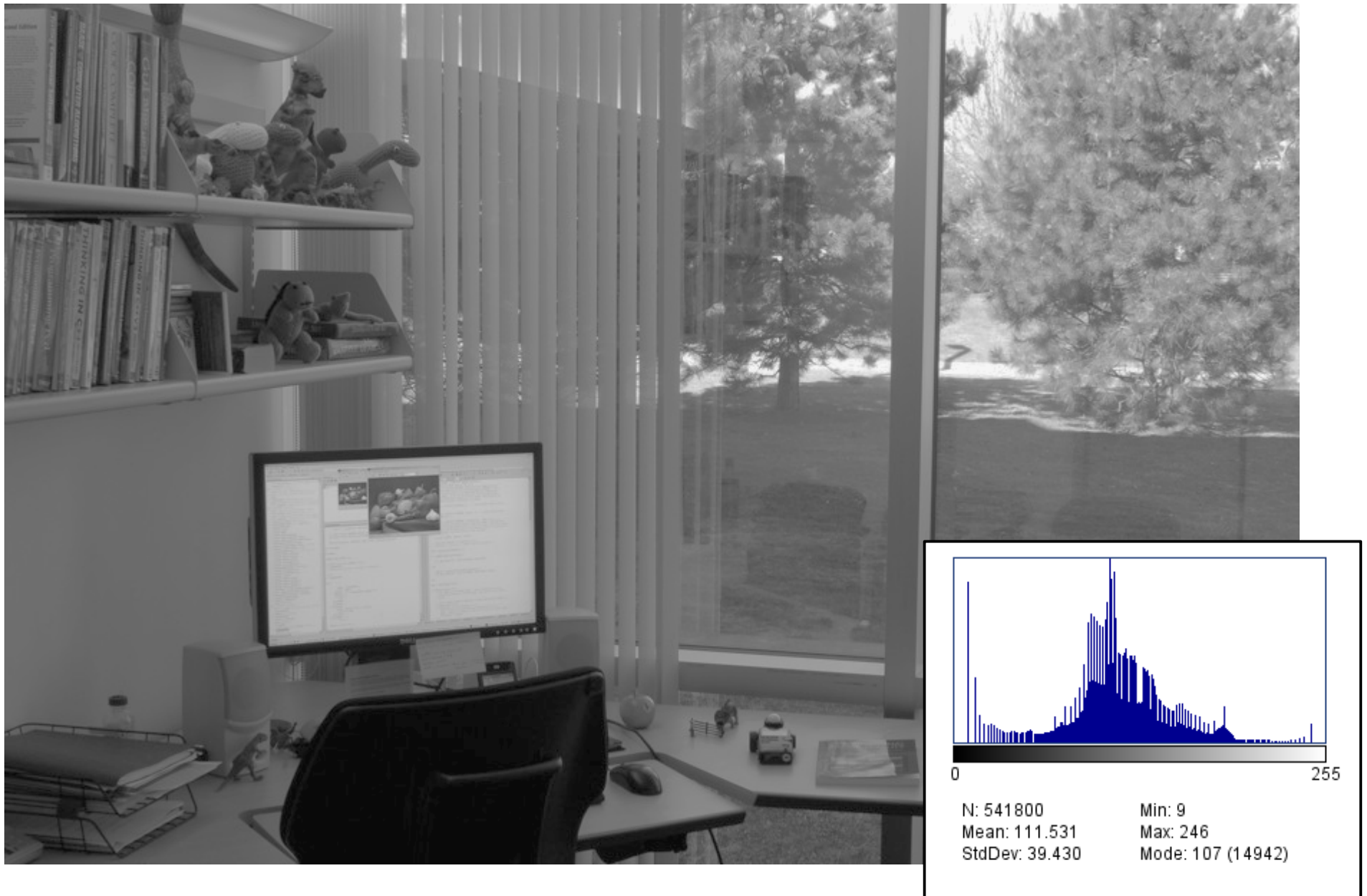
Kontrast



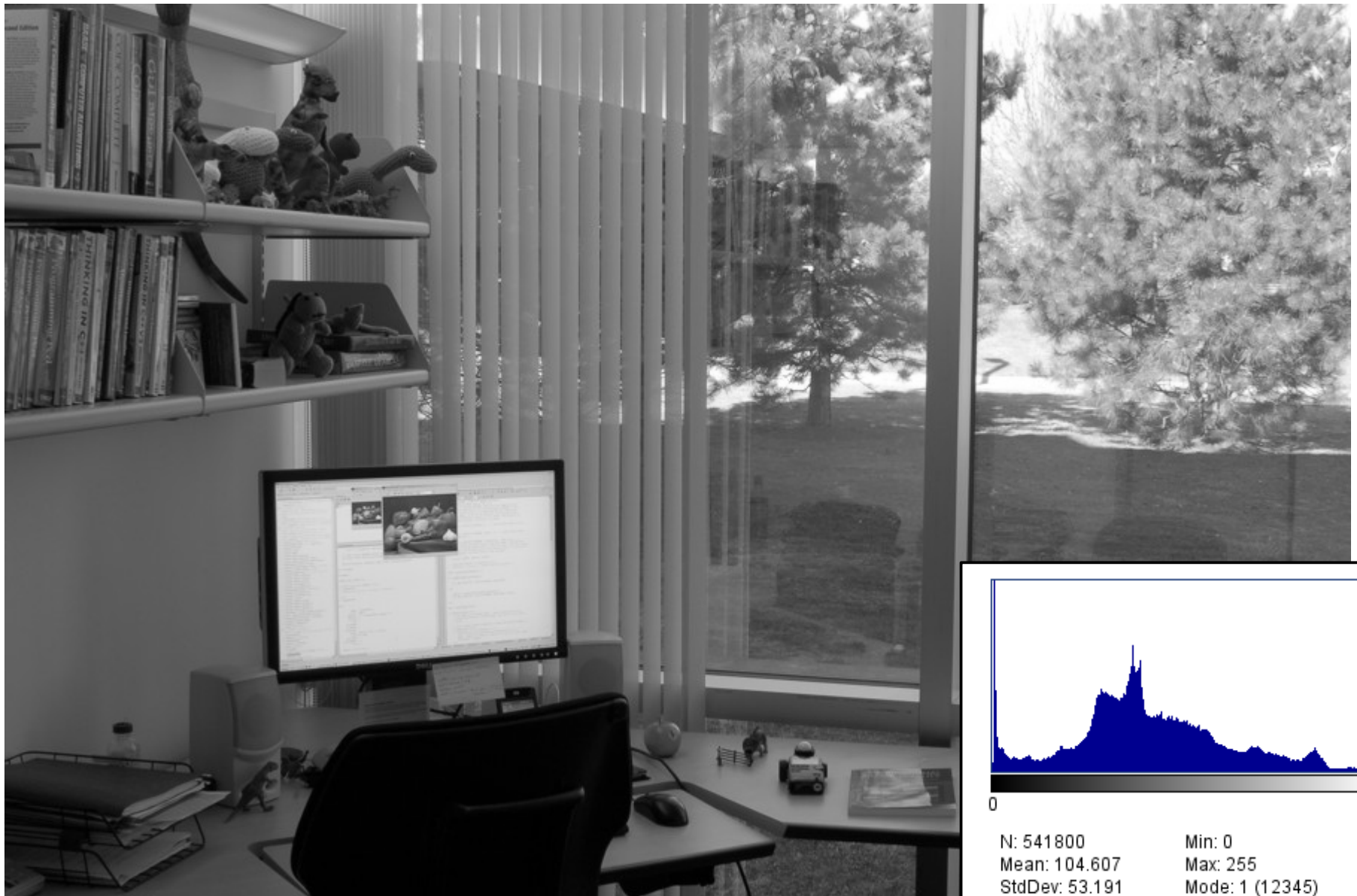
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



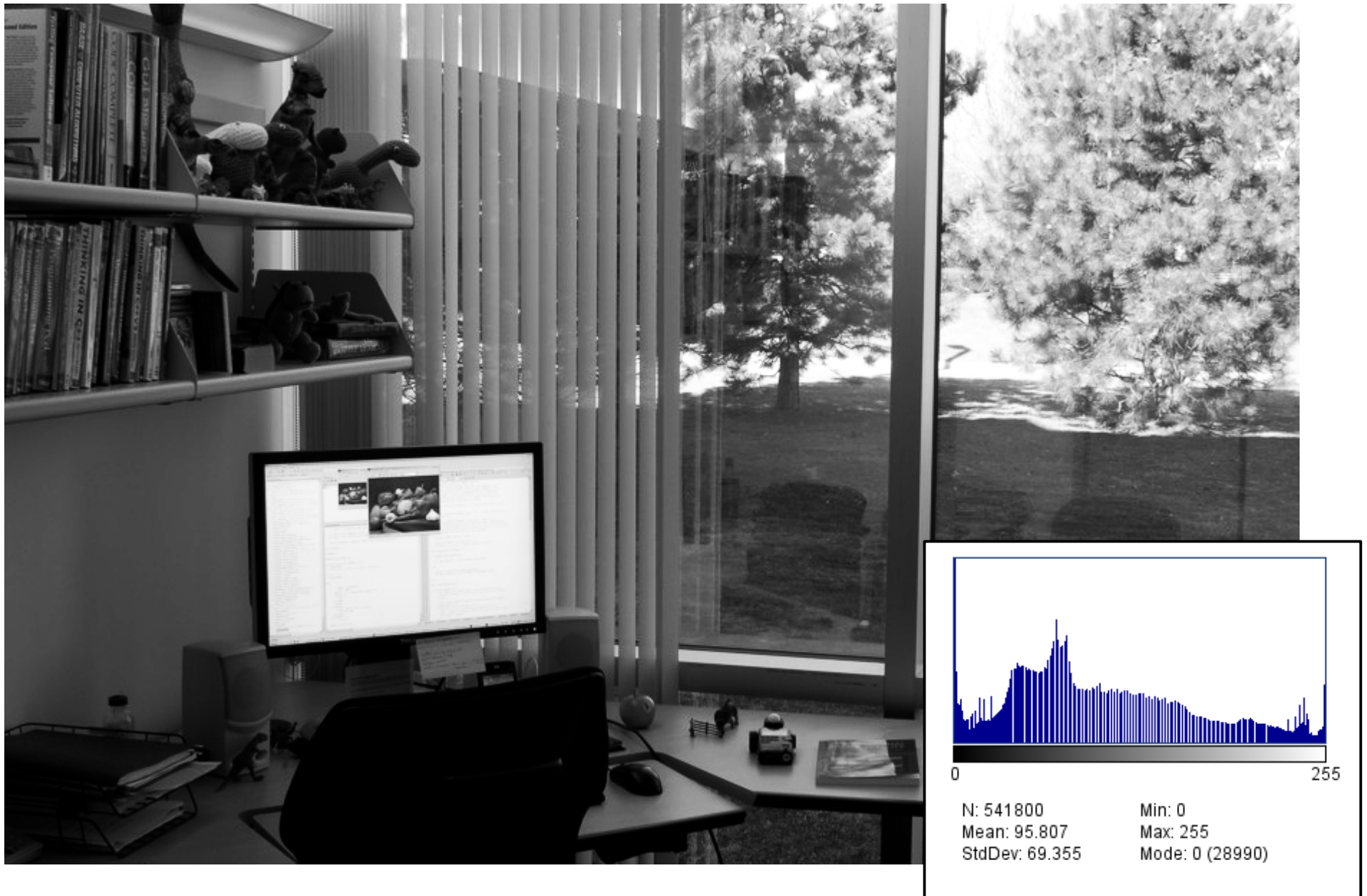
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



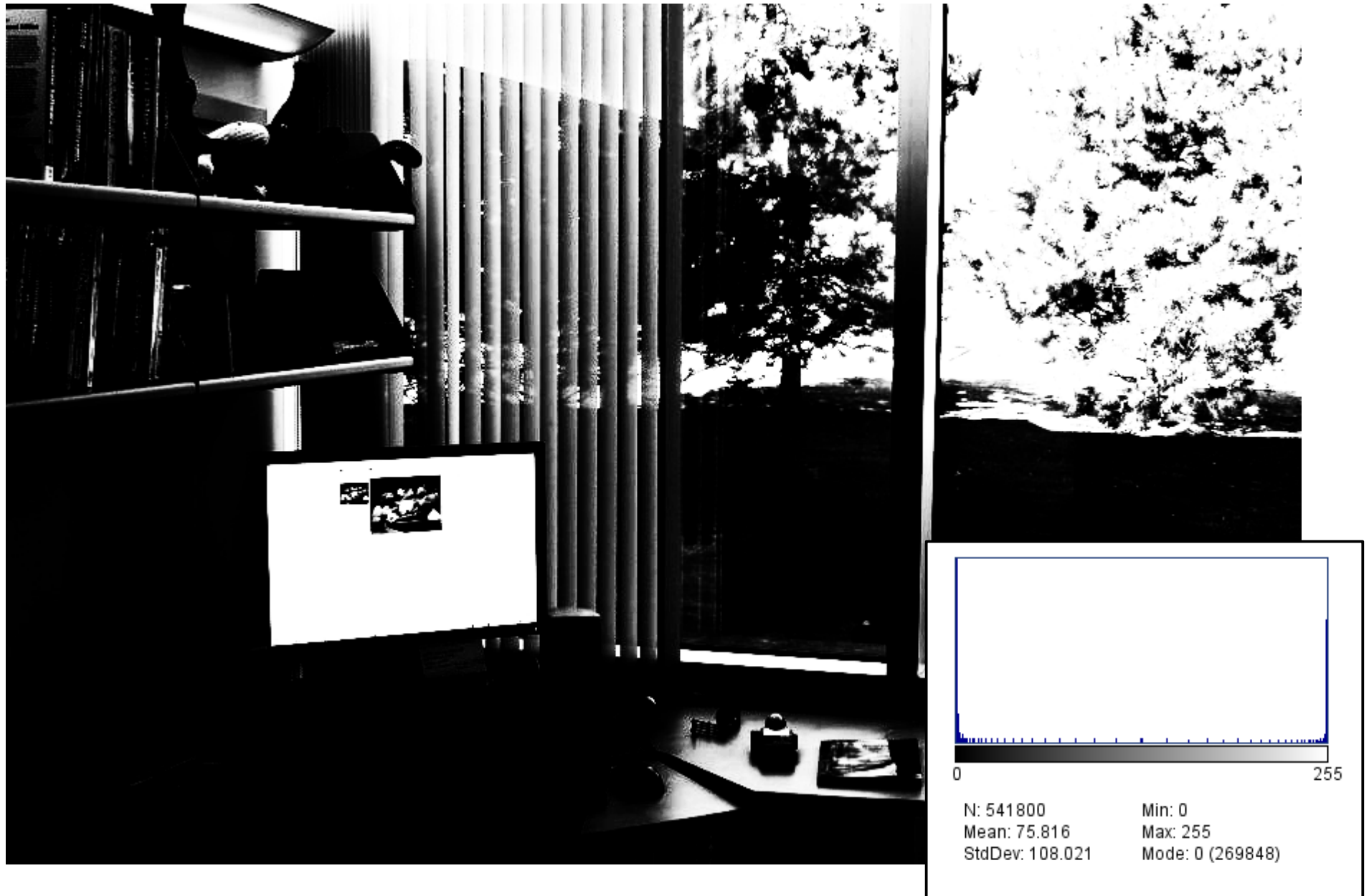
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: histogram a kontrast obrazu



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia

Efektom przetwarzania obrazu źródłowego I jest obraz wynikowy J , który powstaje na skutek zastosowania określonego przekształcenia.

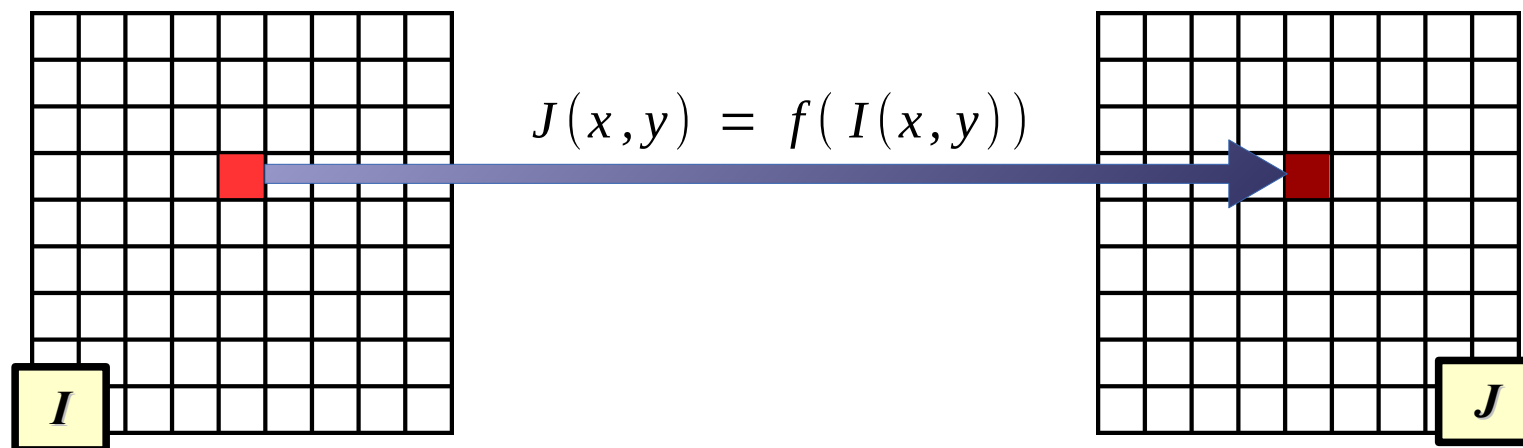


Można wyróżnić wiele typów przekształceń stosowanych w przetwarzaniu obrazów:

- **przekształcenia bezkontekstowe (jednopunktowe);**
- **liniową i nieliniową filtrację przestrzenną;**
- filtrację w dziedzinie częstotliwości;
- operatory morfologiczne;
- przekształcenia geometryczne;
- ...

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Przekształcenia bezkontekstowe (jednopunktowe) należą do najprostszych - jednak niezwykle przydatnych - metod przetwarzania obrazów. Operują one na poziomie pojedynczych pikseli, w taki sposób, że wartość piksela w obrazie wynikowym J jest zależna tylko od wartości odpowiadającego mu piksela w obrazie źródłowym I .



Na wynik działania nie wpływa lokalizacja w przestrzeni obrazu: wszystkie piksele o takiej samej wartości są traktowane jednakowo, niezależnie od pikseli znajdujących się w ich sąsiedztwie.

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

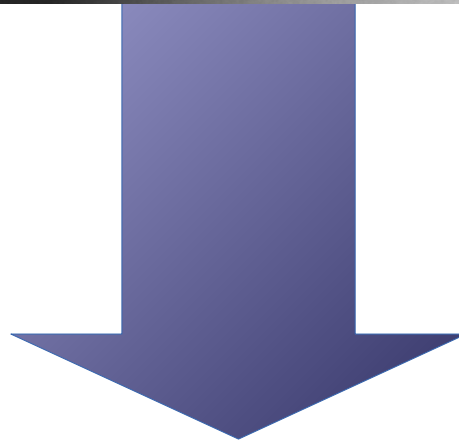
Typowym zastosowaniem przekształceń jednopunktowych jest **modyfikacja kontrastu i/lub jasności, zmierzająca do lepszego uwidocznienia treści zawartej w obrazie.**

Convolution

Linear filtering of an image is accomplished through an operation called *convolution*. Convolution is a neighborhood operation in which each output pixel is the weighted sum of neighboring input pixels. The matrix of weights is called the *convolution kernel*, also known as the *filter*. A convolution kernel is a correlation kernel that has been rotated 180 degrees.

For example, suppose the image is

```
A = [ 17  24   1   8  15
      23   5   7  14  16
        4   6  13  20  22
       10  12  19  21   3
```



Convolution

Linear filtering of an image is accomplished through an operation called *convolution*. Convolution is a neighborhood operation in which each output pixel is the weighted sum of neighboring input pixels. The matrix of weights is called the *convolution kernel*, also known as the *filter*. A convolution kernel is a correlation kernel that has been rotated 180 degrees.

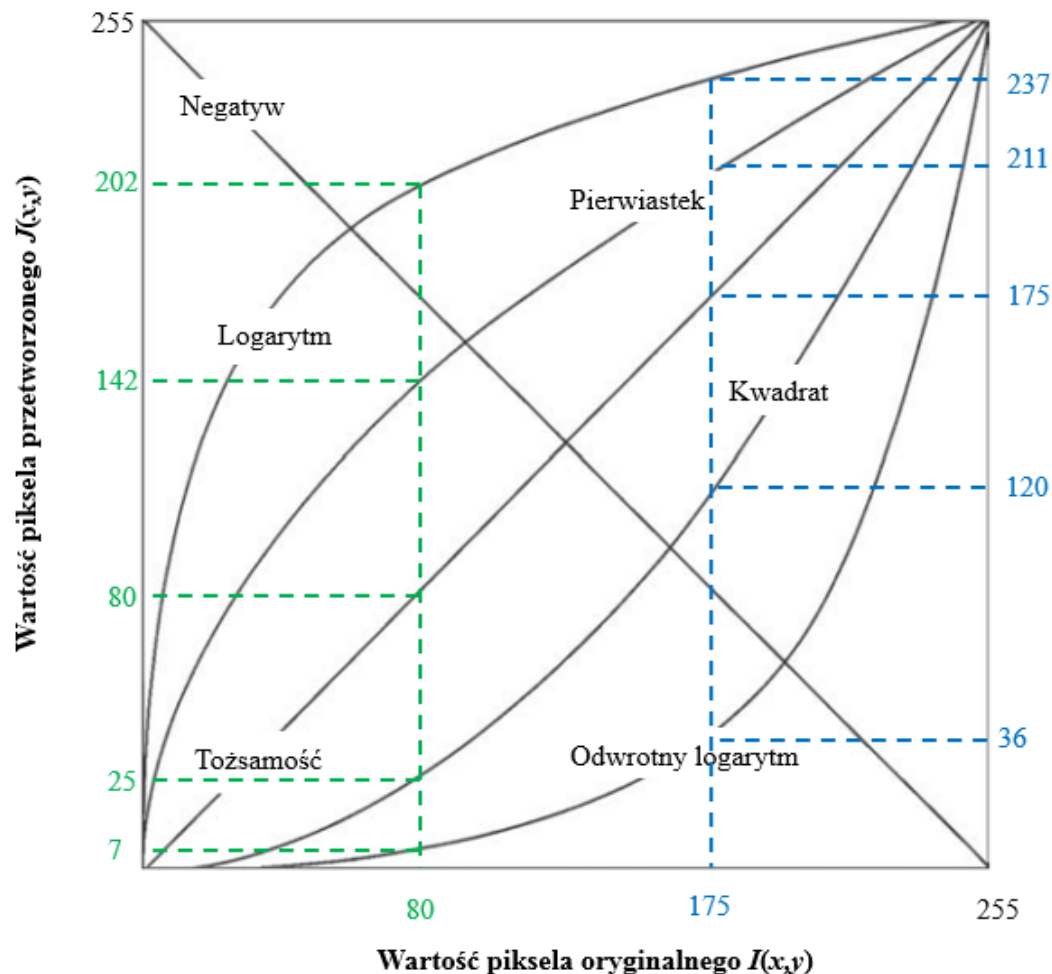
For example, suppose the image is

```
A = [ 17  24   1   8  15
      23   5   7  14  16
        4   6  13  20  22
       10  12  19  21   3
```

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Funkcje przekształcające wartości pikseli mogą mieć charakter:

- liniowy, gdzie przykładem mogą być proste operacje typu dodanie (odjęcie) stałej, czy też przemnożenie (podzielenie) przez stałą;
- nieliniowy, np. przy użyciu funkcji potęgowej, logarytmicznej, itp.



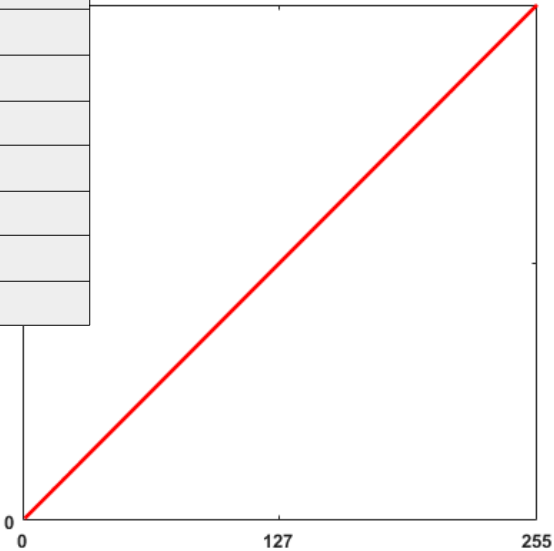
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Operacje jednopunktowe często implementuje się przy użyciu tablicy **LUT (LookUp Table)**, która dla każdej możliwej wartości piksela obrazu wejściowego (np. z zakresu $[0, 255]$ dla reprezentacji 8-bitowej) definiuje wartość w obrazie wyjściowym.

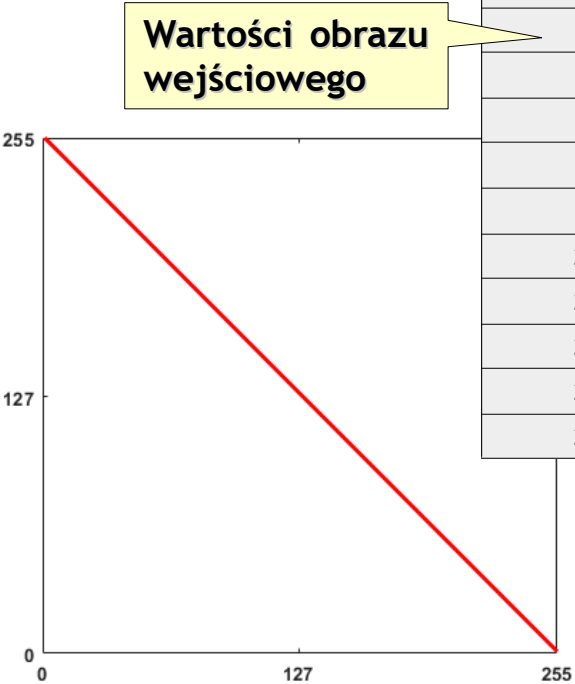
Po przygotowaniu LUT, wartością $J(x, y)$ piksela obrazu wyjściowego staje się element obecny w tablicy pod indeksem równym wartości $I(x, y)$ piksela obrazu wejściowego:

$$J(x, y) = LUT(I(x, y))$$

TOŻSAMOŚĆ	
I	$LUT(I)$
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
...	...
251	251
252	252
253	253
254	254
255	255



NEGATYW	
I	$LUT(I)$
0	255
1	254
2	253
3	252
4	251
...	...
251	4
252	3
253	2
254	1
255	0

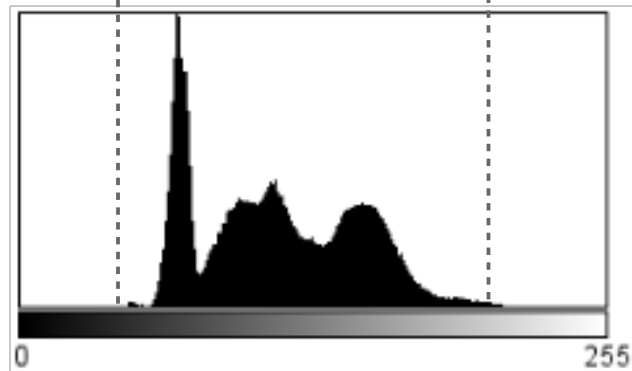
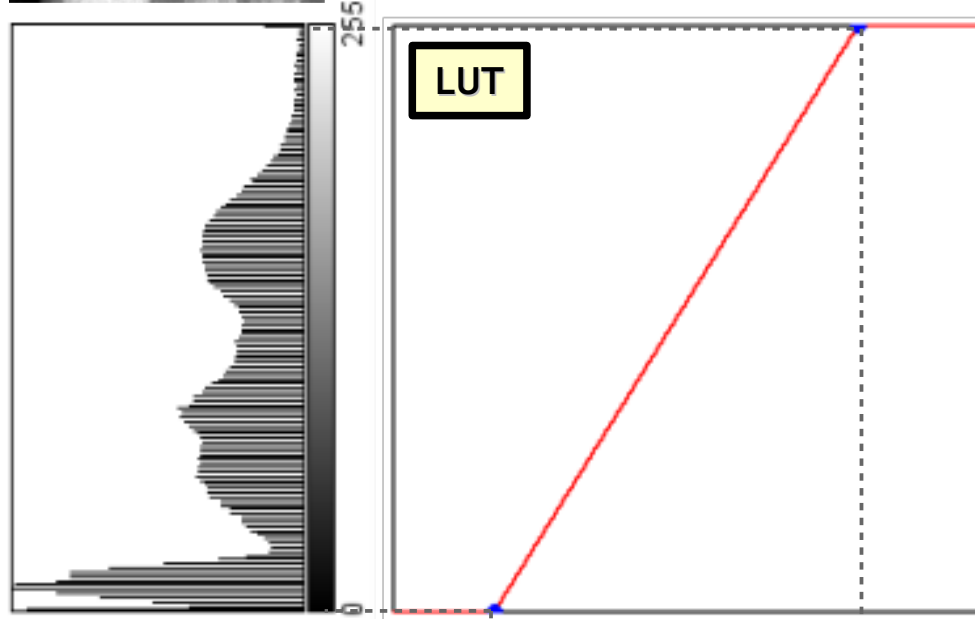


Wartości obrazu wejściowego

Wartości obrazu wyjściowego

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Obraz wynikowy



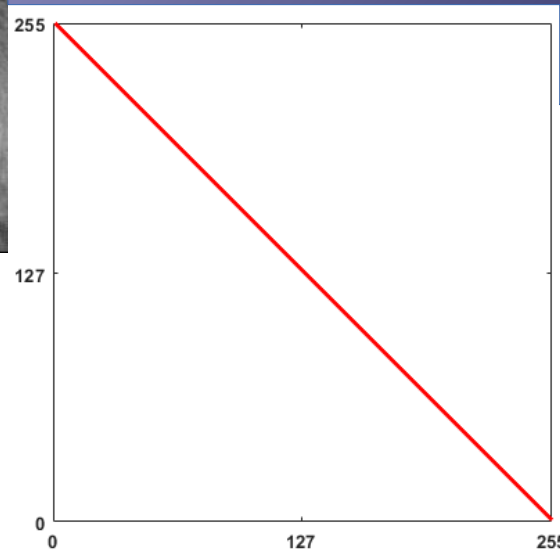
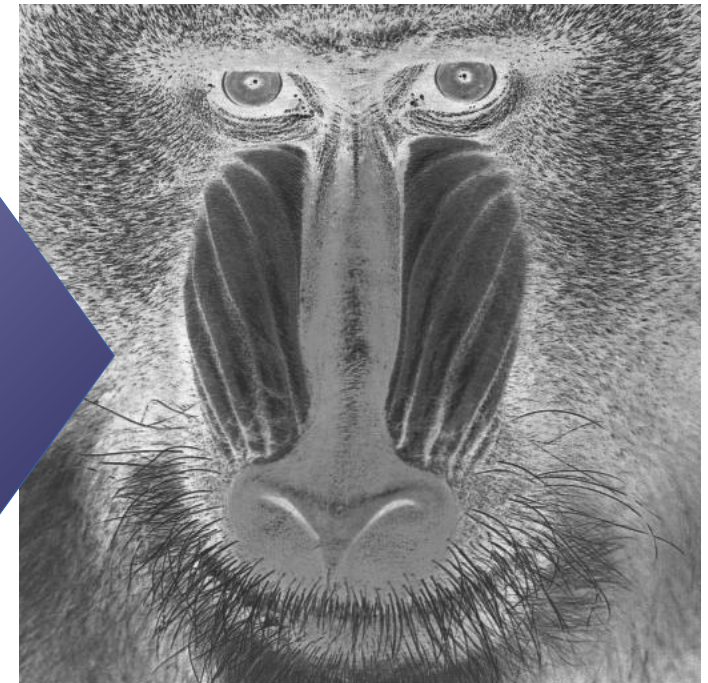
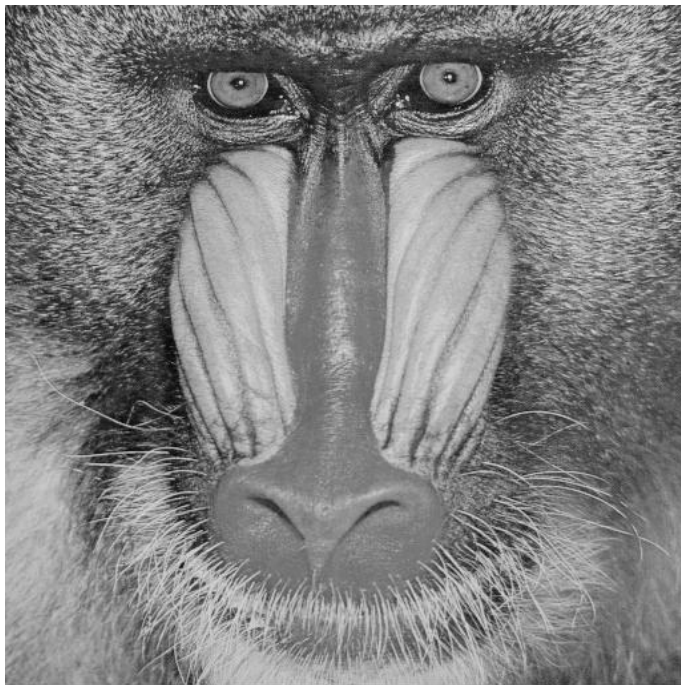
Obraz wejściowy



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Negatyw obrazu uzyskuje się odejmując wartości pikseli od maksymalnej wartości możliwej do osiągnięcia przy danej reprezentacji (255 dla 8-bitowej skali szarości):

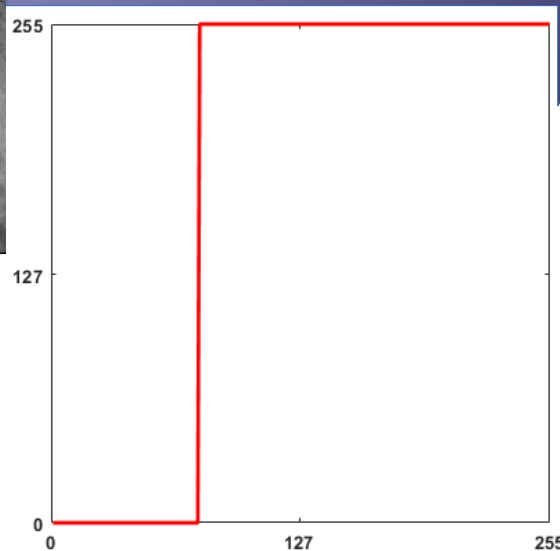
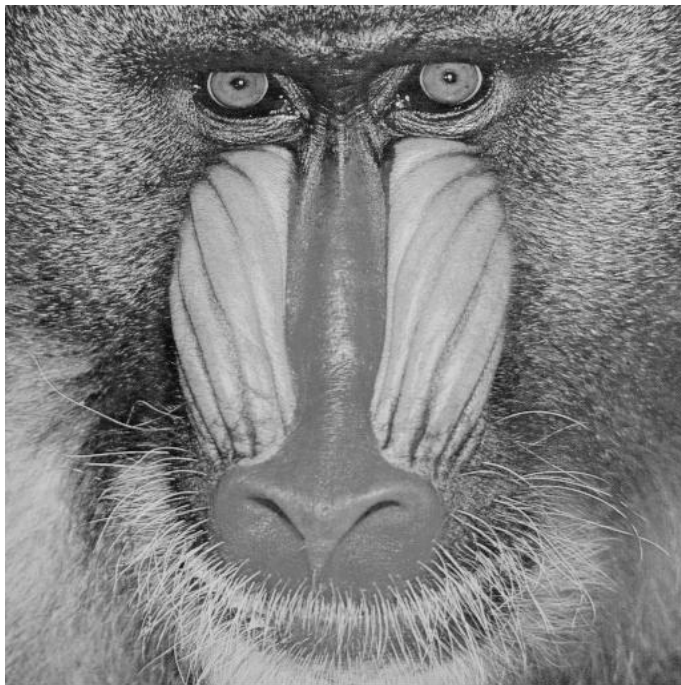
$$J(x, y) = 255 - I(x, y)$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Podczas **progowania** wszystkie wartości pikseli mniejsze od progu θ zastępowane są przez wartość 0, a pozostałe przez wartość maksymalną dla reprezentacji:

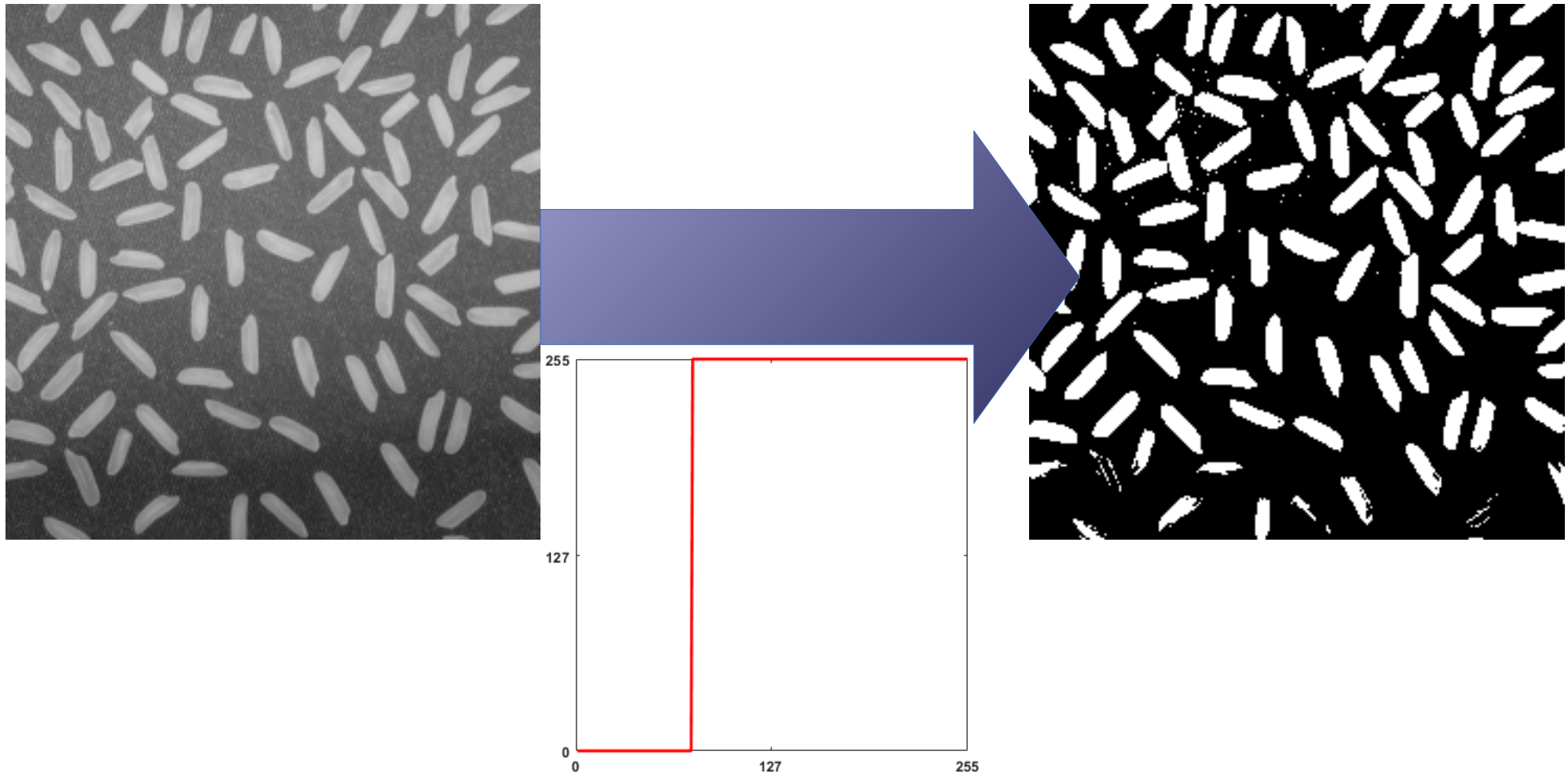
$$J(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{dla } I(x, y) < \Theta \\ 255 & \text{dla } I(x, y) \geq \Theta \end{cases}$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Podczas **progowania** wszystkie wartości pikseli mniejsze od progu θ zastępowane są przez wartość 0, a pozostałe przez wartość maksymalną dla reprezentacji:

$$J(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{dla } I(x, y) < \Theta \\ 255 & \text{dla } I(x, y) \geq \Theta \end{cases}$$

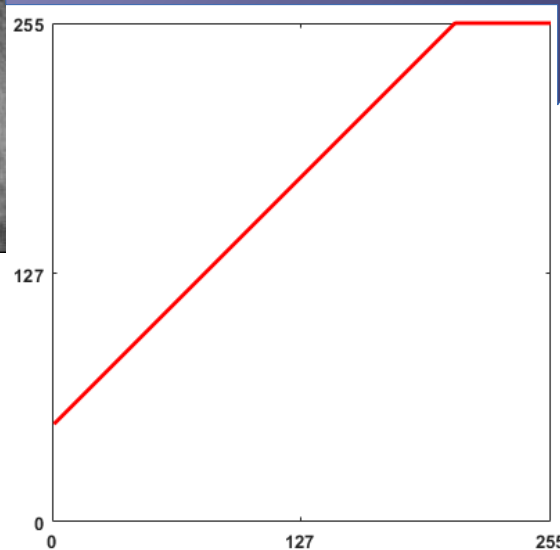
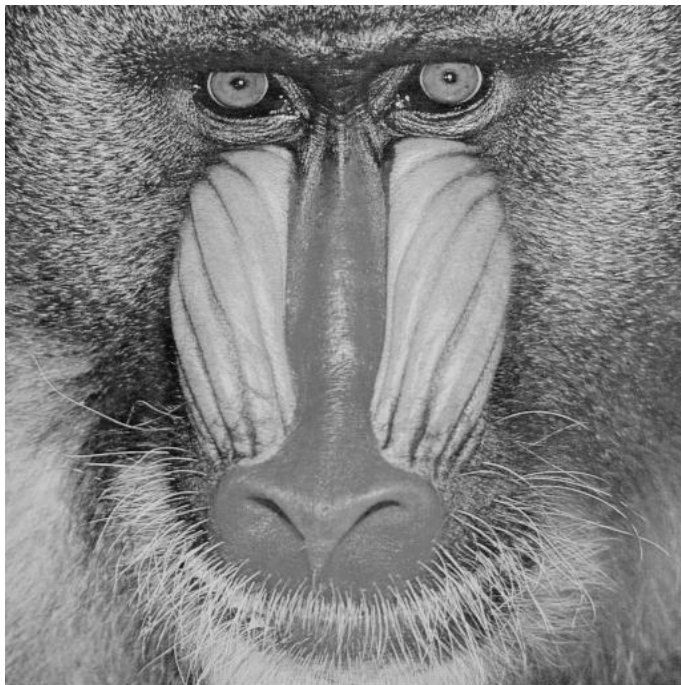


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Zmiana całkowitej jasności obrazu polega na dodaniu do pikseli stałej b :

$$J(x, y) = I(x, y) + b$$

Dla wartości $b > 0$ następuje **zwiększenie całkowitej jasności**.

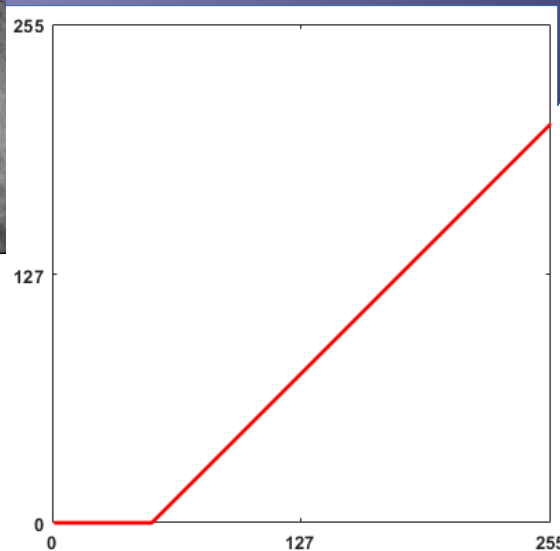
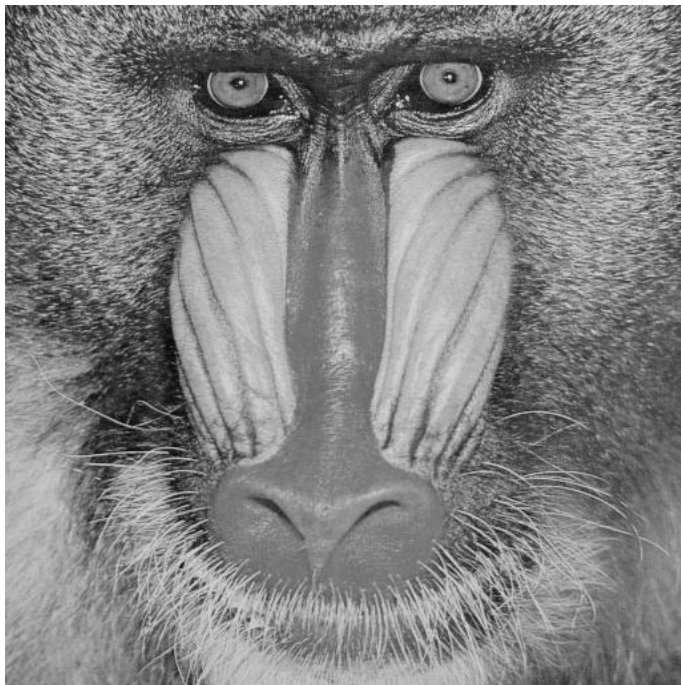


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Zmiana całkowitej jasności obrazu polega na dodaniu do pikseli stałej b :

$$J(x, y) = I(x, y) + b$$

Dla wartości $b < 0$ następuje **zmniejszenie całkowitej jasności**.

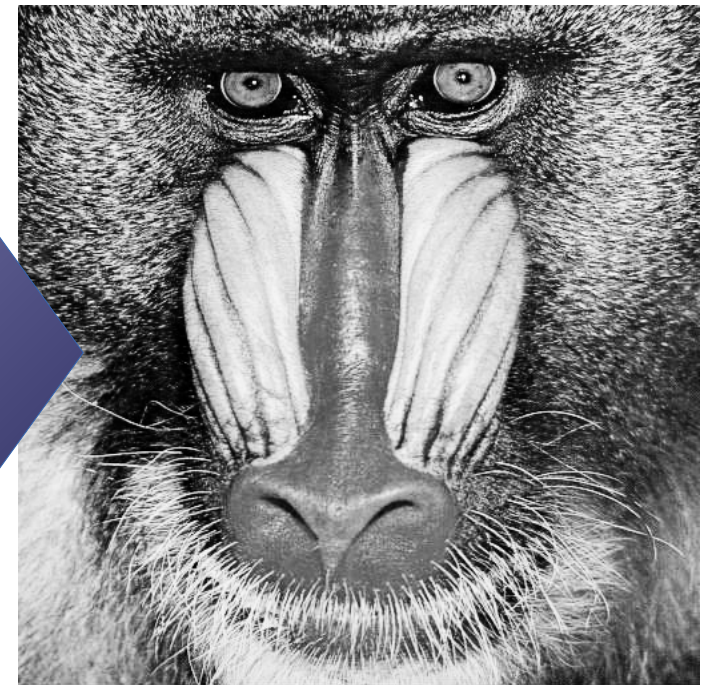
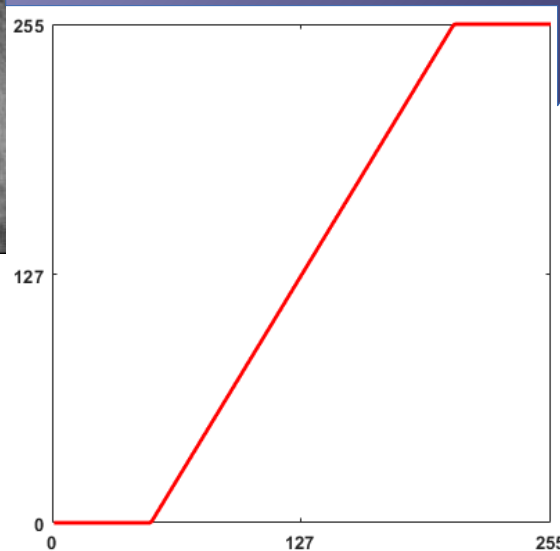
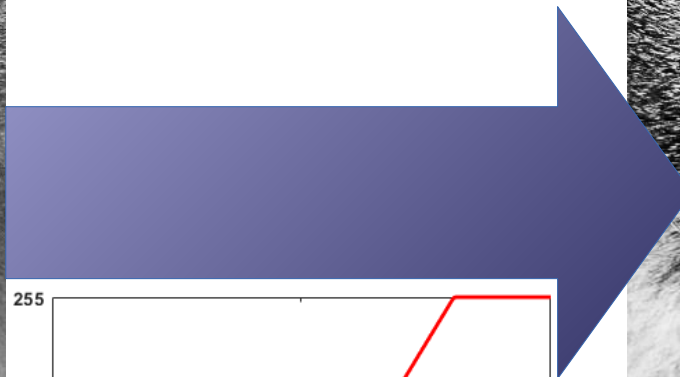
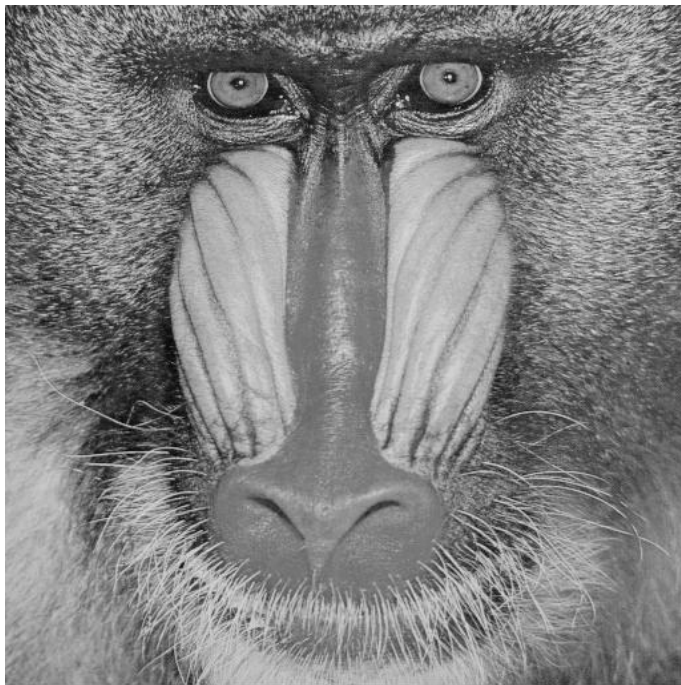


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Zmiana kontrastu obrazu polega na pomnożeniu pikseli przez stałą a :

$$J(x,y) = a \cdot (I(x,y) - 127) + 127$$

Dla wartości $a > 1$ następuje **zwiększenie kontrastu**.

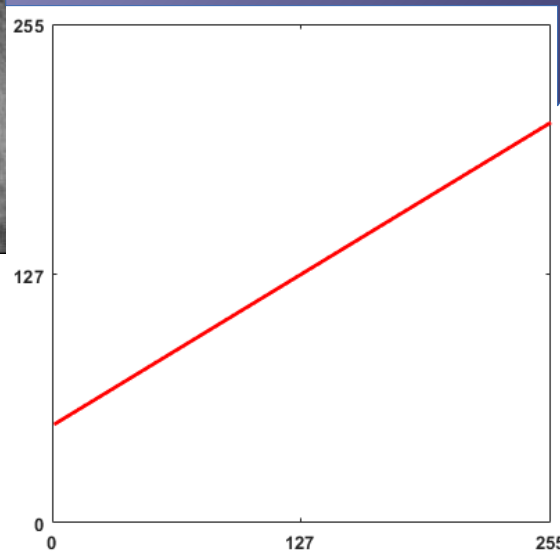
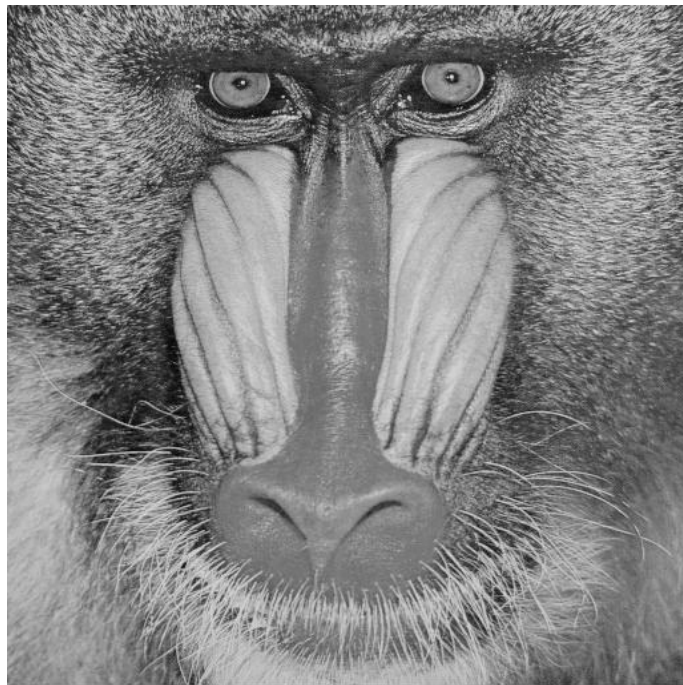


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Zmiana kontrastu obrazu polega na pomnożeniu pikseli przez stałą a :

$$J(x,y) = a \cdot (I(x,y) - 127) + 127$$

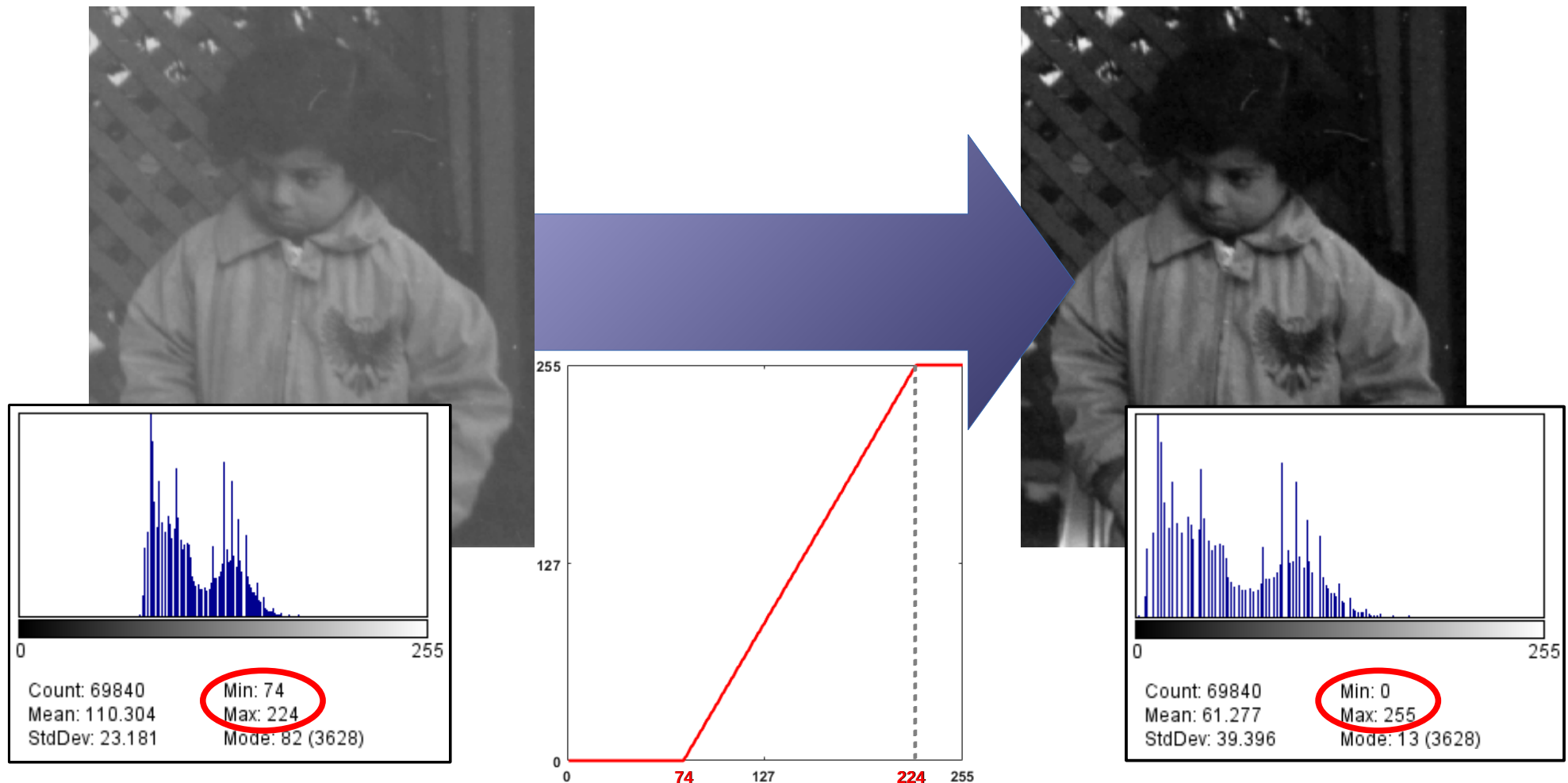
Dla wartości $a \in (0, 1)$ następuje **zmniejszenie kontrastu**.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

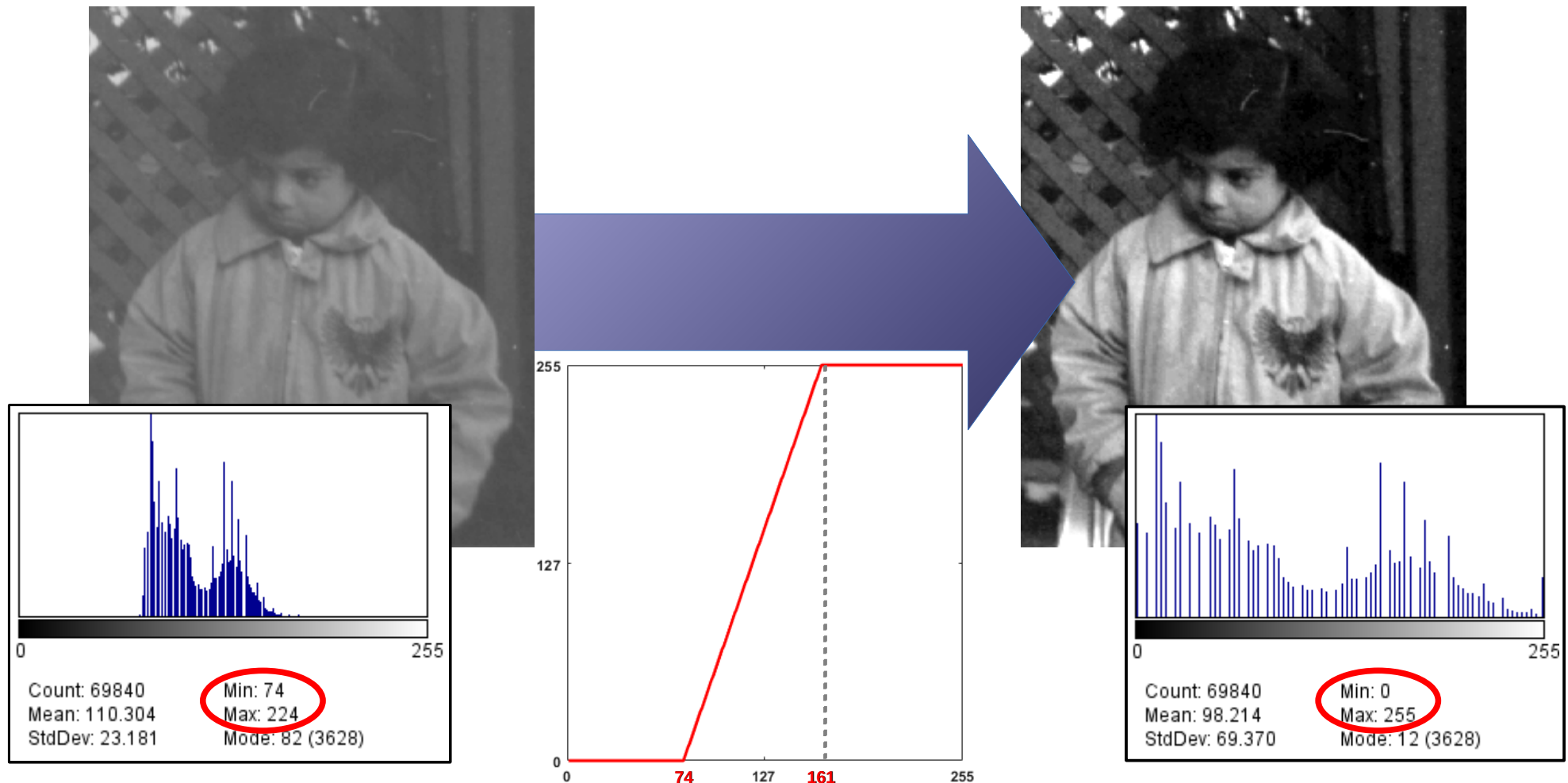
Rozciągnięcie histogramu zwiększa kontrast przez przeskalowanie wartości pikseli w taki sposób, aby w pełni wykorzystać możliwy zakres dynamiczny jasności:

$$J(x, y) = 255 \cdot \left(\frac{I(x, y) - \min(I)}{\max(I) - \min(I)} \right)$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Histogram obrazu może posiadać długie „ogony”, dlatego zwykle przy rozciąganiu dobrze jest pominąć pewien niewielki procent skrajnych wartości (największych i najmniejszych). Oznacza to, że w podanym wcześniej wzorze minimum i maksimum zastępowane są przez kwantyle stopni np. 0,05 i 0,95.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Korekcja gamma to zmiana wartości pikseli zgodnie z zależnością potęgową:

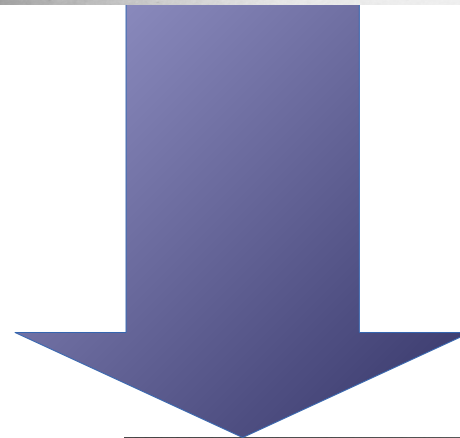
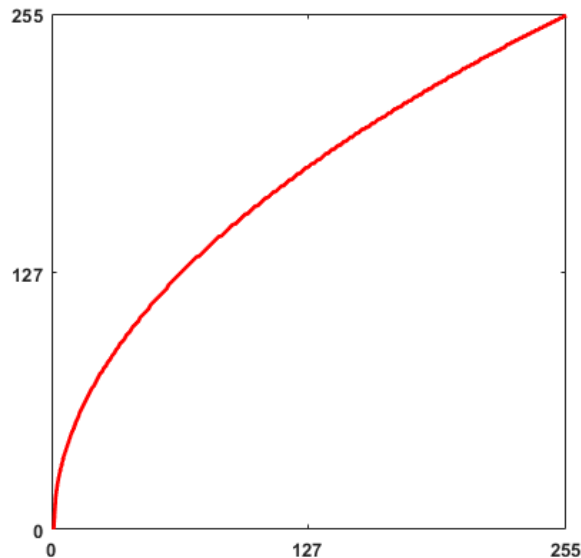
$$J(x, y) = 255 \cdot \left(\frac{I(x, y)}{255} \right)^\gamma$$

Dla wartości $\gamma \in (0, 1)$ następuje **zwiększenie kontrastu ciemnych obszarów**.

Convolution
Linear filtering of an image is accomplished through an operation called *convolution*. Convolution is a neighborhood operation in which each output pixel is the weighted sum of neighboring input pixels. The matrix of weights is called the *convolution kernel*, also known as the *filter*. A convolution kernel is a correlation kernel that has been rotated 180 degrees.

For example, suppose the image is

17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9



Convolution
Linear filtering of an image is accomplished through an operation called *convolution*. Convolution is a neighborhood operation in which each output pixel is the weighted sum of neighboring input pixels. The matrix of weights is called the *convolution kernel*, also known as the *filter*. A convolution kernel is a correlation kernel that has been rotated 180 degrees.

For example, suppose the image is

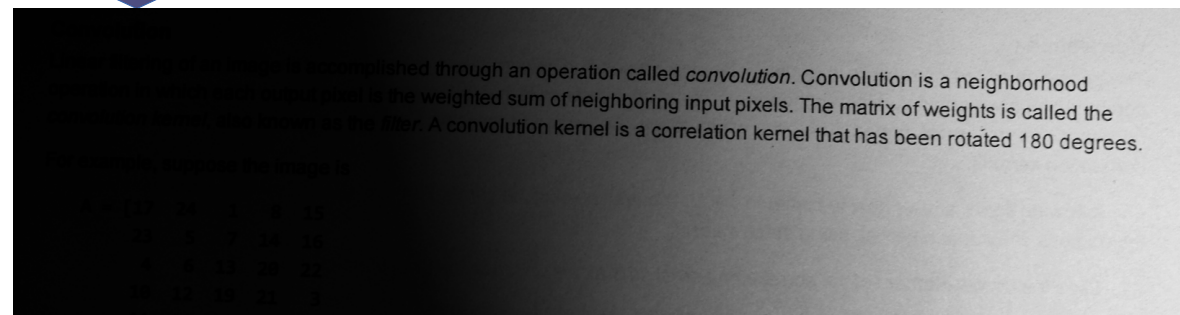
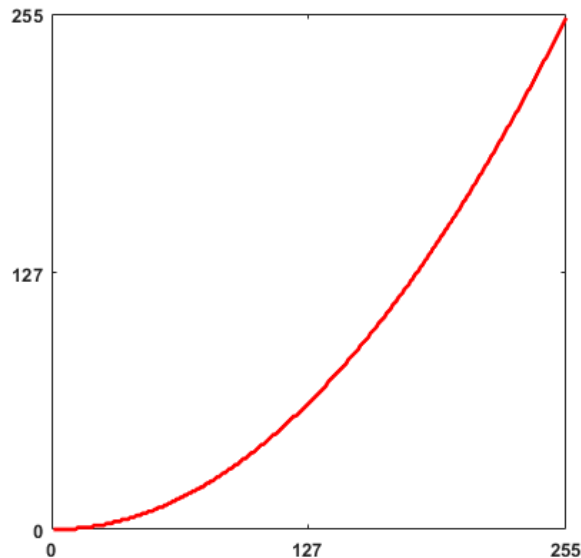
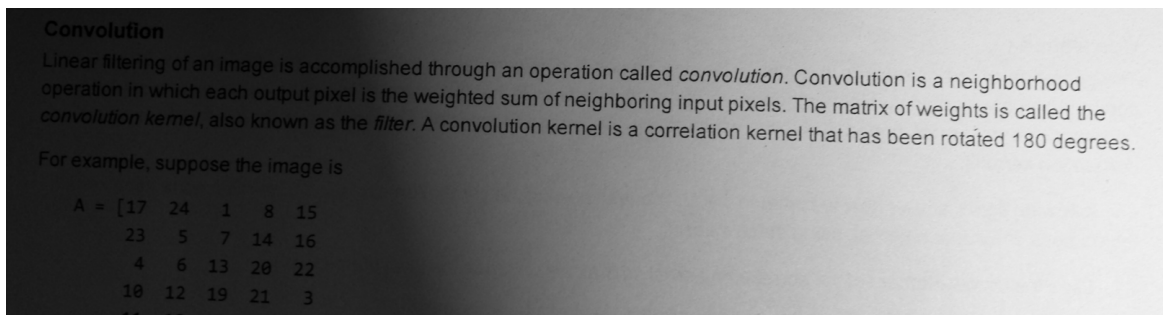
17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia bezkontekstowe

Korekcja gamma to zmiana wartości pikseli zgodnie z zależnością potęgową:

$$J(x, y) = 255 \cdot \left(\frac{I(x, y)}{255} \right)^\gamma$$

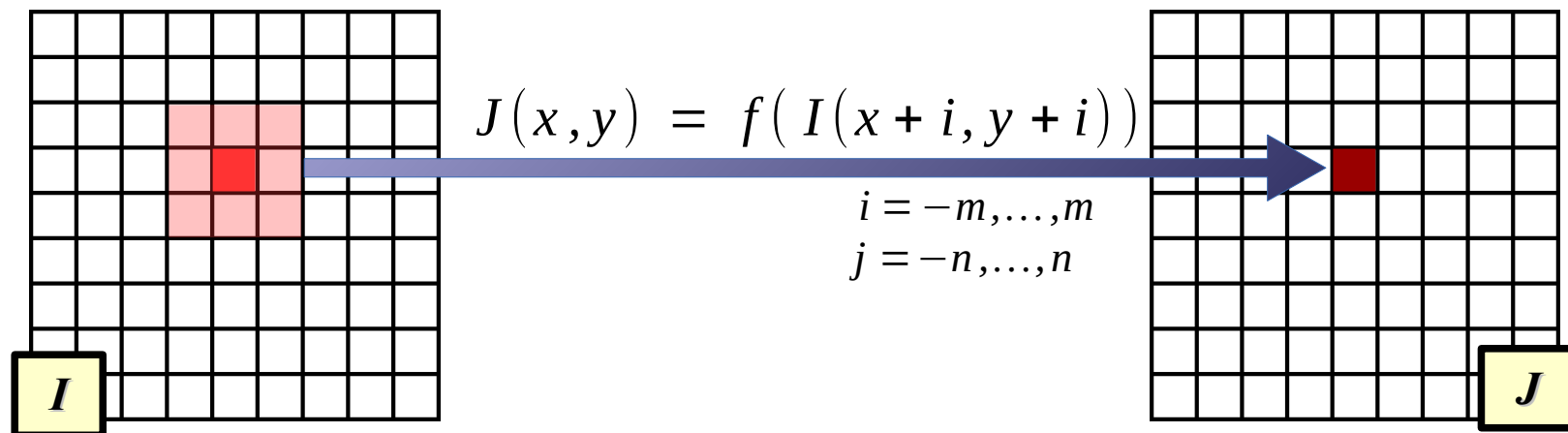
Dla wartości $\gamma > 1$ następuje **zwiększenie kontrastu jasnych obszarów**.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia kontekstowe

W **przekształceniach kontekstowych** wartość piksela w obrazie wynikowym J jest wyznaczana na podstawie odpowiadającego mu piksela w obrazie źródłowym I oraz jego sąsiedztwa. Tym samym piksel rozpatrywany jest w ramach lokalnego otoczenia mającego postać okienka o rozmiarach $(2 \cdot m + 1) \times (2 \cdot n + 1)$ (typowo 3x3, 5x5, 7x7).

Przekształcenia tej klasy określane są popularnie mianem **filtracji przestrzennej**, zaś okno wyznaczające kontekst - **maską filtru**.



W przypadku **filtracji liniowej** operacja filtracji wykonywana jest w oparciu o liniową kombinację pikseli obrazu wejściowego, wyznaczanych przez aktualne położenie maski filtru. W przypadku **filtracji nieliniowej** operacja bazuje na pewnej nieliniowej funkcji, przetwarzającej piksele w obrębie maski filtru.

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: przekształcenia kontekstowe

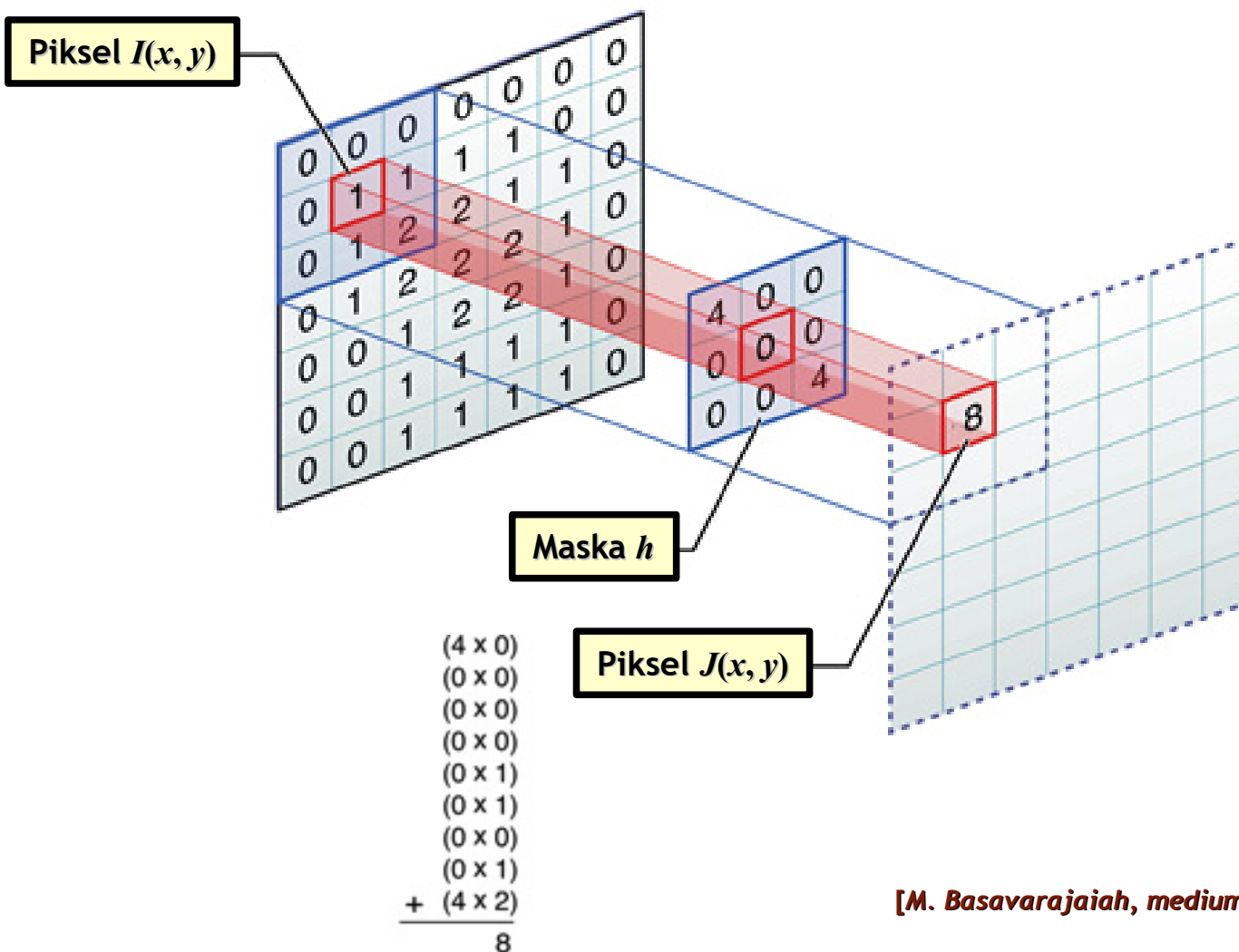
Typowymi zastosowaniami filtracji są: **wygładzanie lub wyostrzanie obrazu, redukcja zakłóceń (odszumianie) oraz detekcja krawędzi i detali.**



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Praktyczna realizacja **filtracji liniowej** polega na wykonywaniu **splotu cyfrowego** obrazu z maską filtru h o rozmiarach $(2 \cdot m + 1) \times (2 \cdot n + 1)$, zgodnie z zależnością:

$$J(x, y) = \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n h(i, j) \cdot I(x-i, y-j)$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.

1	2	3	3	2	1
1	1	1	1	1	1
1	2	3	3	2	1
2	2	2	2	2	2
1	2	3	3	2	1
3	3	3	3	3	3

Obraz wejściowy

1	1	1
1	1	1
1	1	1

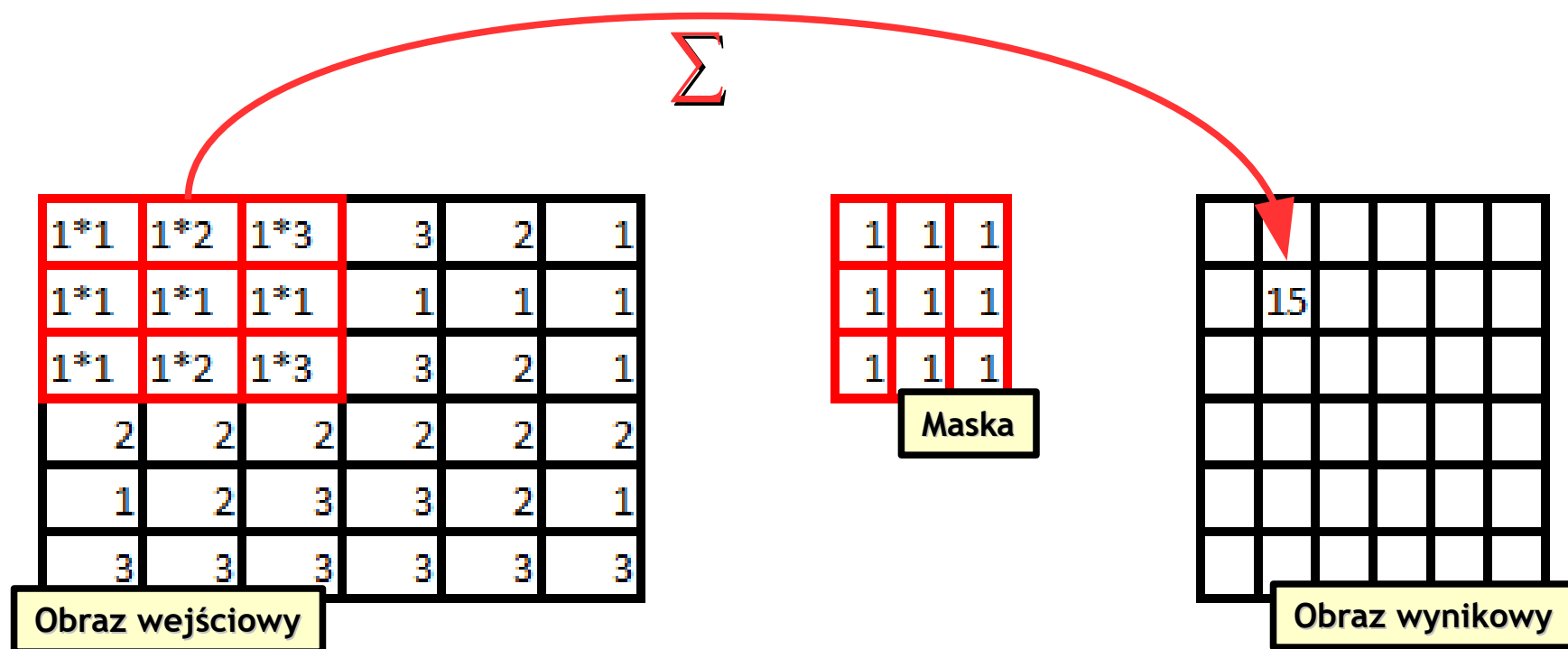
Maska

A 6x6 grid with thick black borders. The second row from the top has two small yellow dots in the first and second columns.

Obraz wynikowy

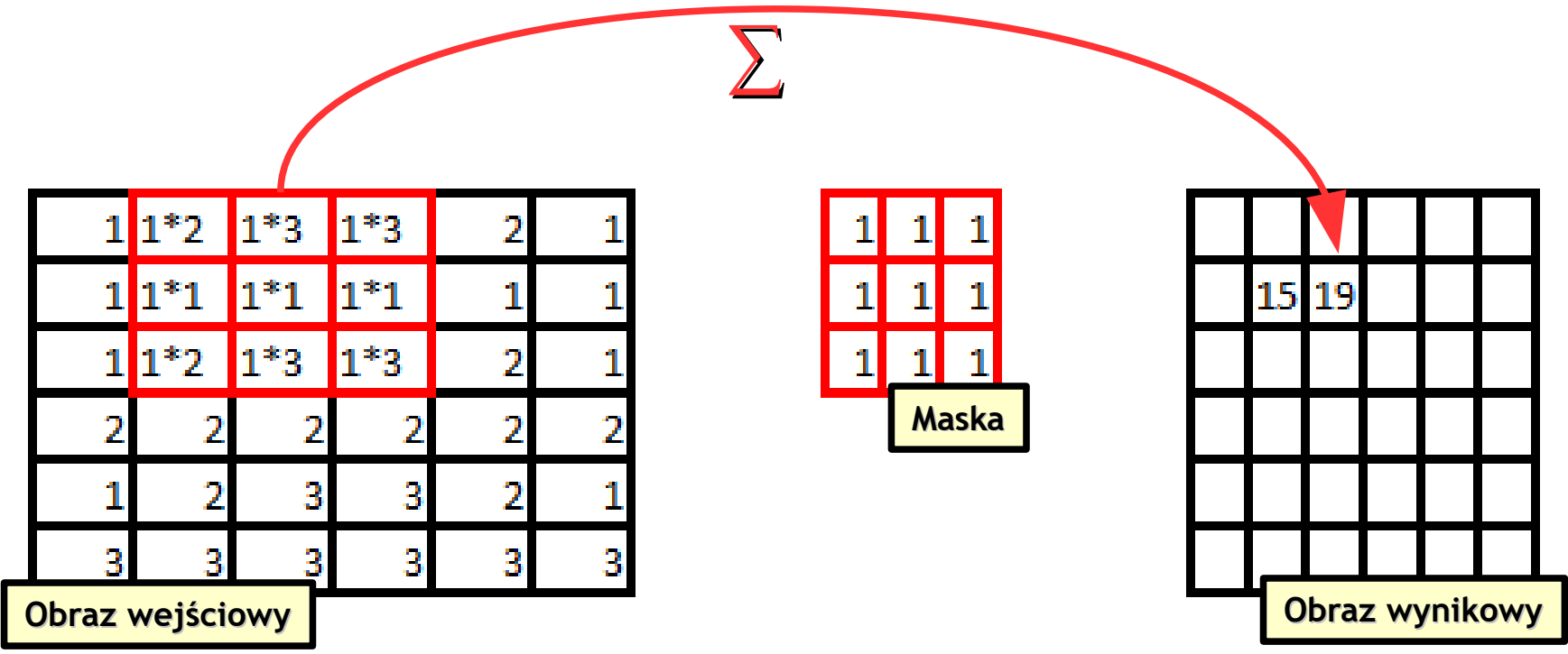
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



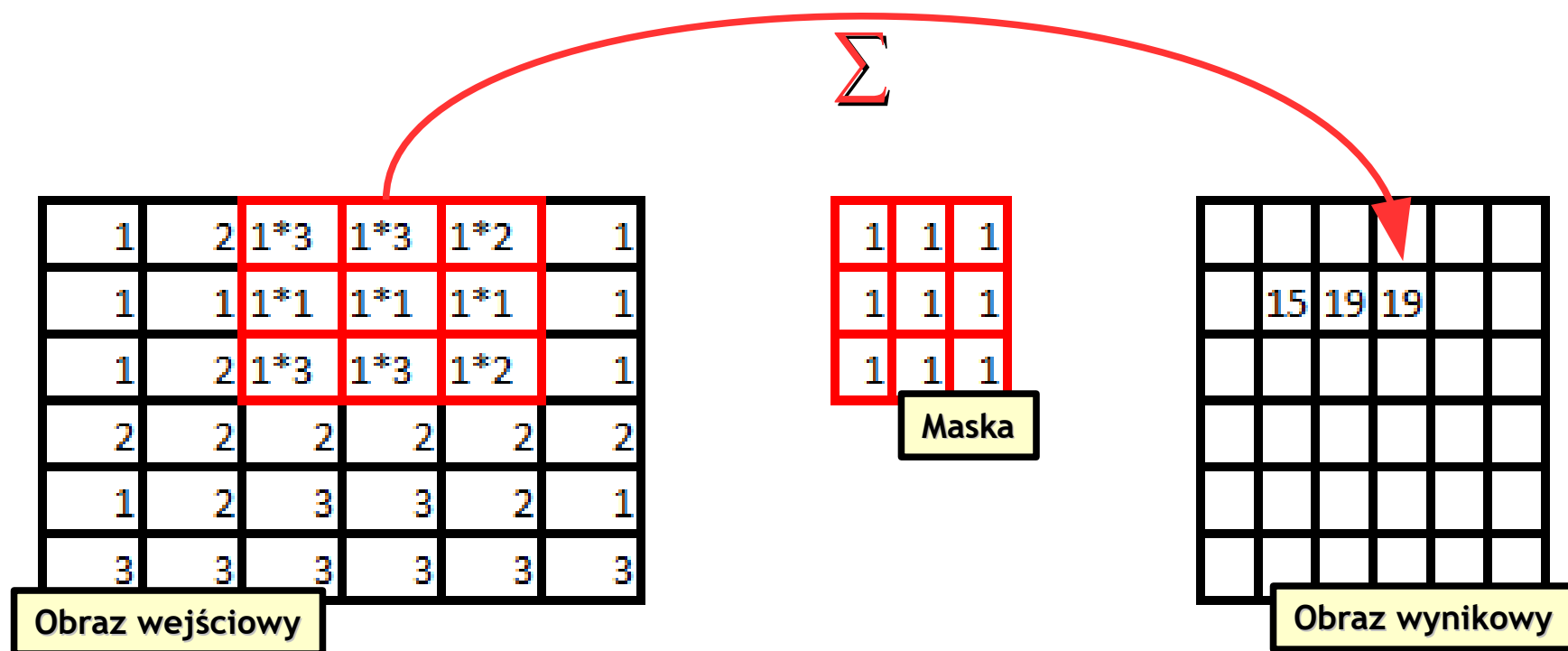
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



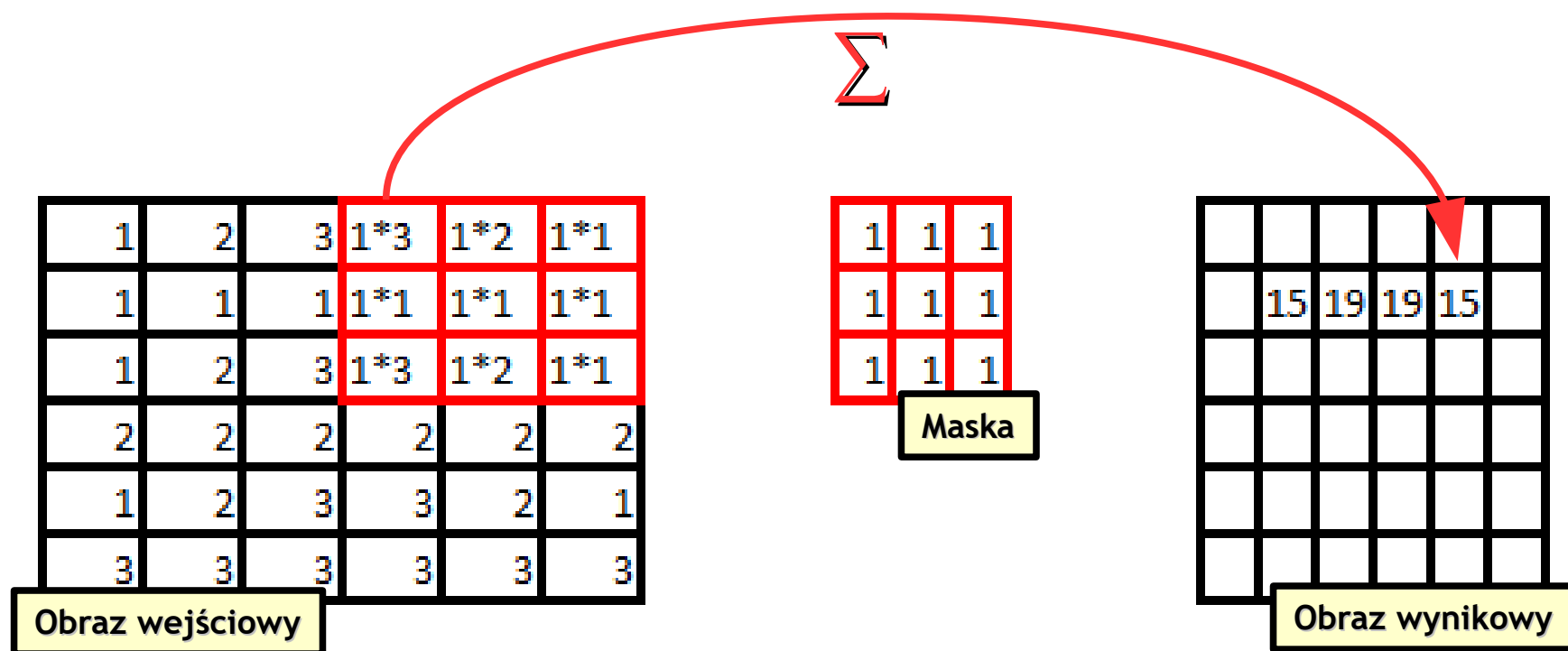
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



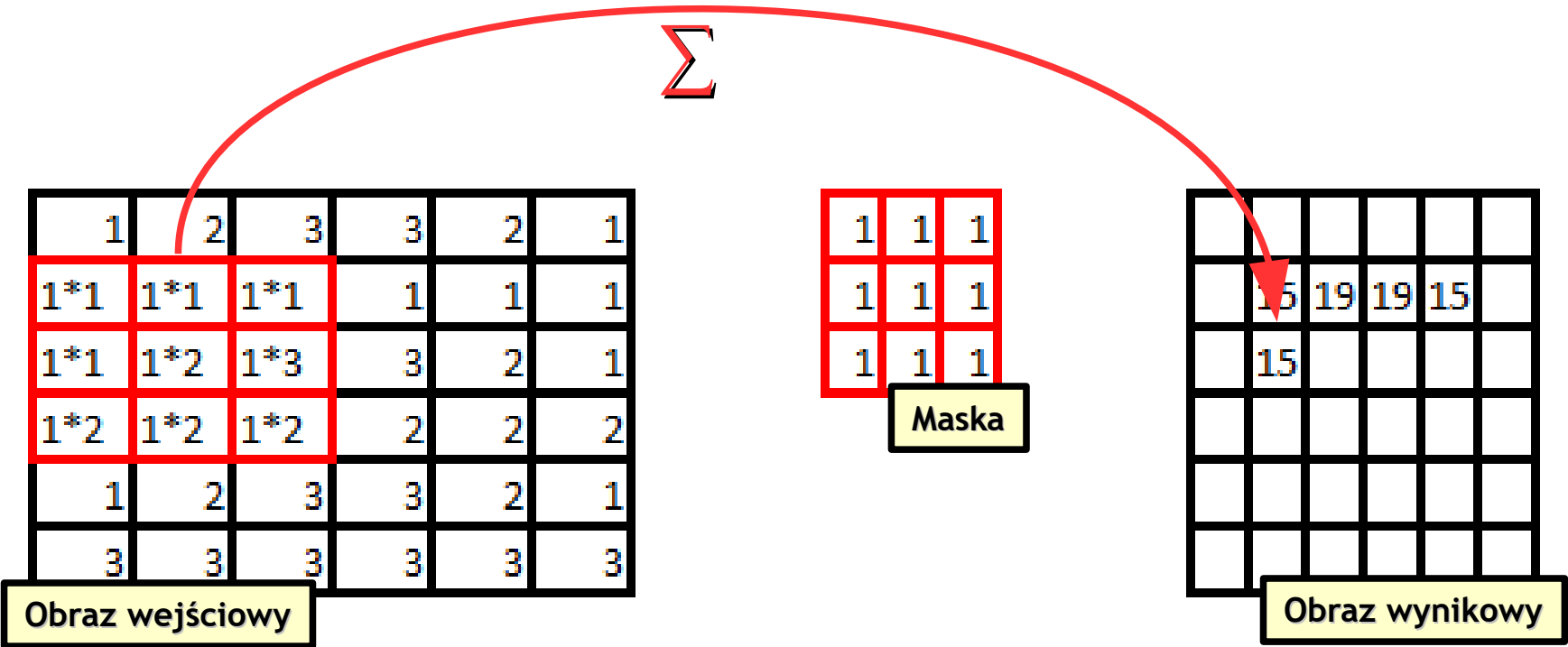
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



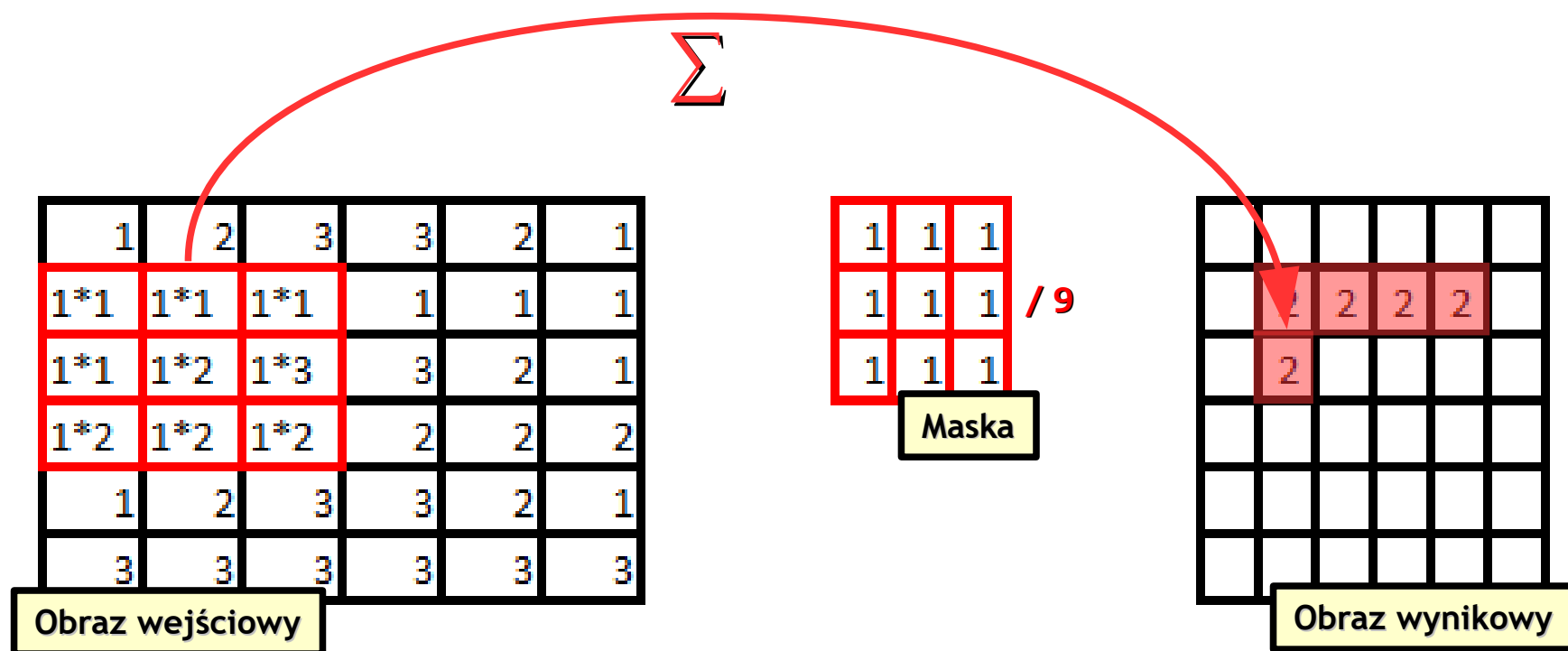
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

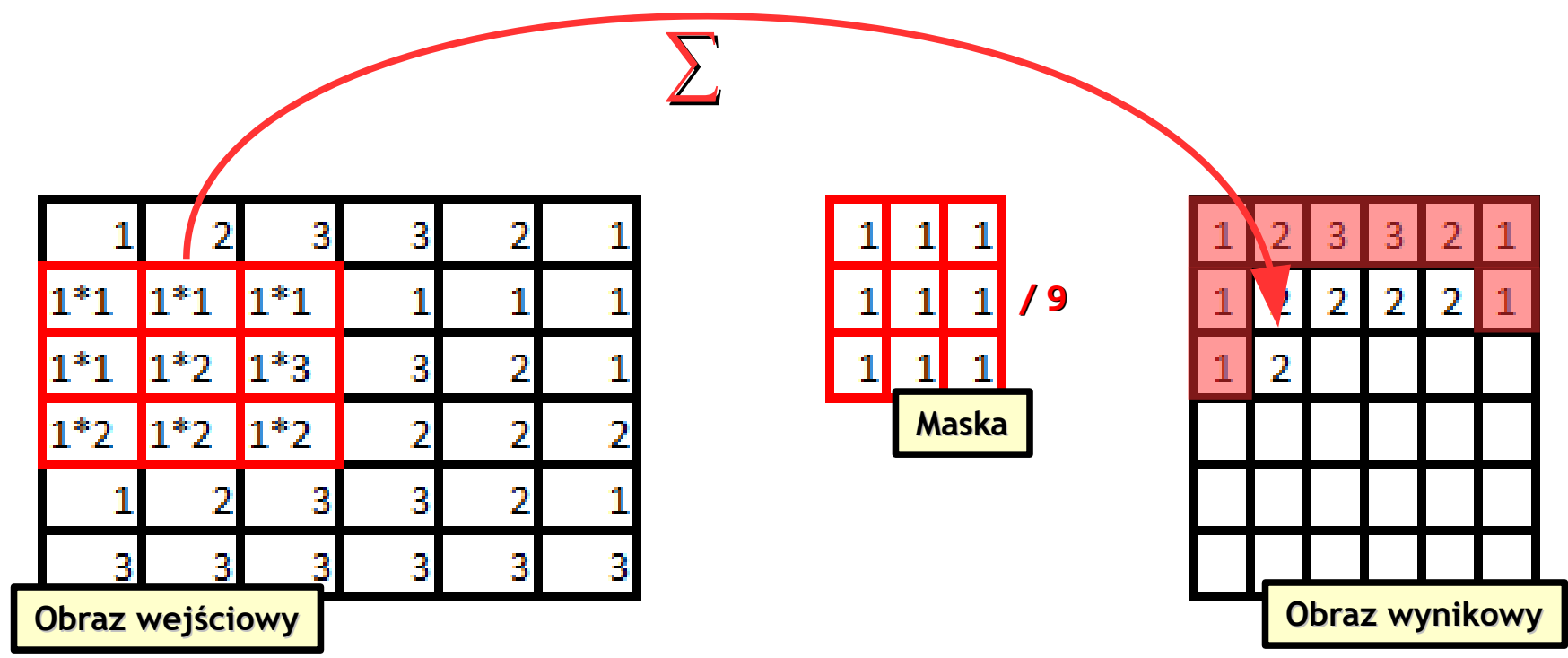
Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



W zależności od rodzaju filtru, może być dodatkowo konieczna **normalizacja wyniku**, czyli **podzielenie go przez sumę elementów maski i zaokrąglenie do liczby całkowitej**. Dzieje się tak, gdy suma współczynników maski jest większa od 1, a jednocześnie wynik filtracji powinien mieścić się w oryginalnym zakresie jasności.

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Operacja splotu cyfrowego polega na mnożeniu pikseli objętych maską filtru przez odpowiadające im współczynniki maski filtru i zsumowaniu otrzymanych iloczynów. Obliczona suma staje się w obrazie wynikowym wartością piksela znajdującego się na pozycji odpowiadającej aktualnemu położeniu środka maski.



Należy też rozwiązać **problem wyznaczania wartości pikseli w skrajnych wierszach i kolumnach obrazu wynikowego**. Możliwe jest przeniesienie wartości z pierwotnego obrazu (jak na rysunku powyżej) albo sztuczne „powiększenie” oryginalnego obrazu o dodatkowe wiersze i kolumny przed operacją splotu.

Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry „nic nierobiący”: przenosi piksele bez zmian.



0	0	0
0	1	0
0	0	0



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry dolnoprzepustowe: wygładzanie obrazu, redukcja szumu.



$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} / 9$$



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry dolnoprzepustowe: wygładzanie obrazu, redukcja szumu.



1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

/25



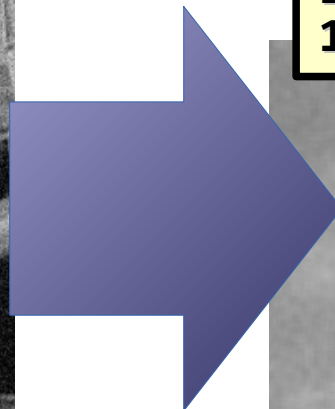
Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry dolnoprzepustowe: wygładzanie obrazu, redukcja szumu.



1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

/25



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry górnoprzepustowe: wyostrzanie obrazu, wykrywanie krawędzi.



0	-3	0
-3	13	-3
0	-3	0



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry górnoprzepustowe: wyostrażanie obrazu, wykrywanie krawędzi.



1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

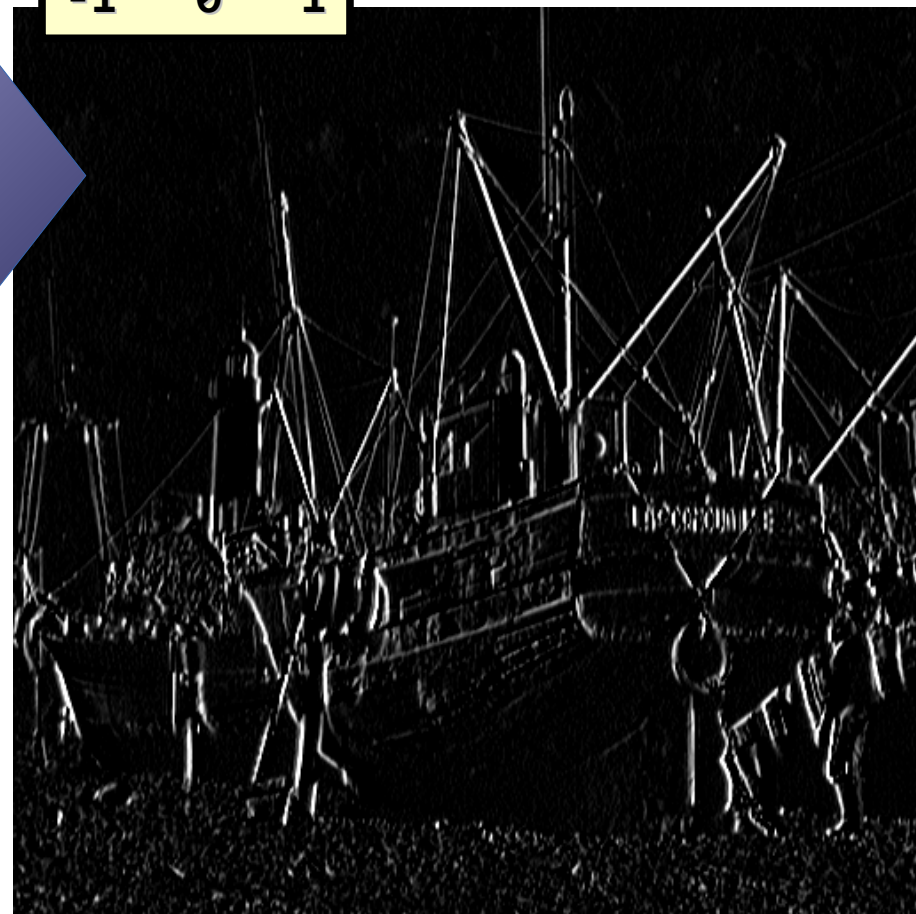


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja liniowa

Filtry górnoprzepustowe: wyostrażanie obrazu, wykrywanie krawędzi.



-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

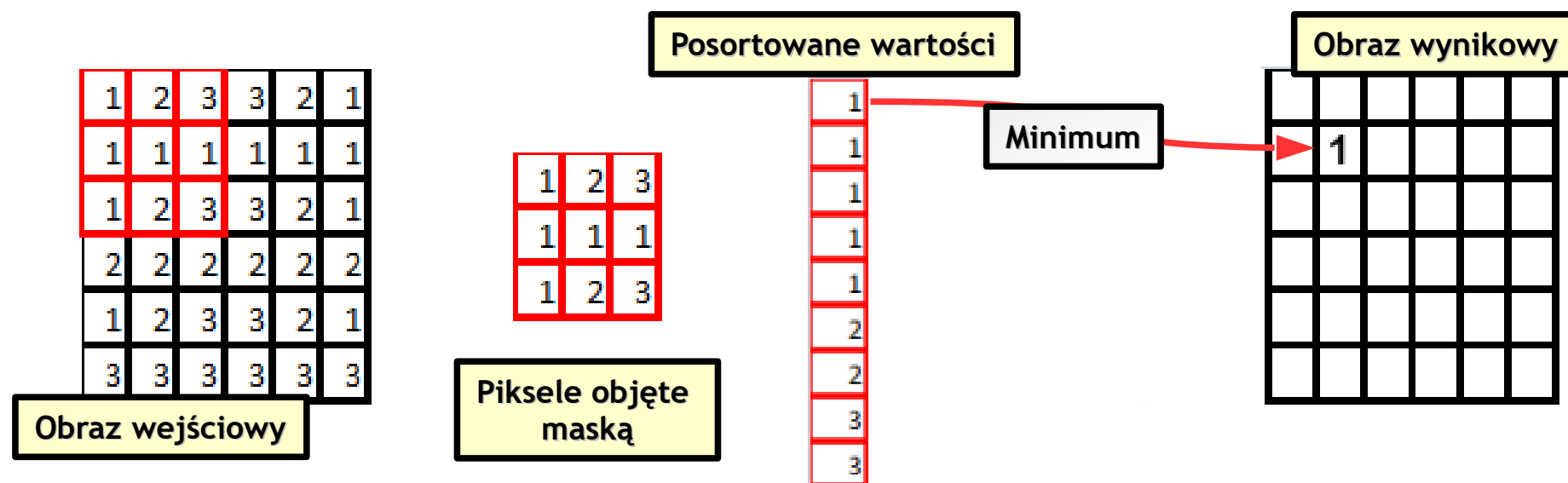


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja nieliniowa

Filtracja nieliniowa najczęściej polega na użyciu **filtrów o statystyce porządkowej**, w których maska służy jedynie do wybierania zakresu obrazu do przetwarzania.

Filtracja ma charakter dwuetapowy:

- w pierwszym kroku wykonywane jest sortowanie wartości pikseli objętych maską;
- następnie z uszeregowanych liczb wybiera się jedną zgodnie z przyjętą regułą (np. minimalną, maksymalną lub medianę). Liczba ta staje się nową wartością piksela w obrazie wyjściowym.

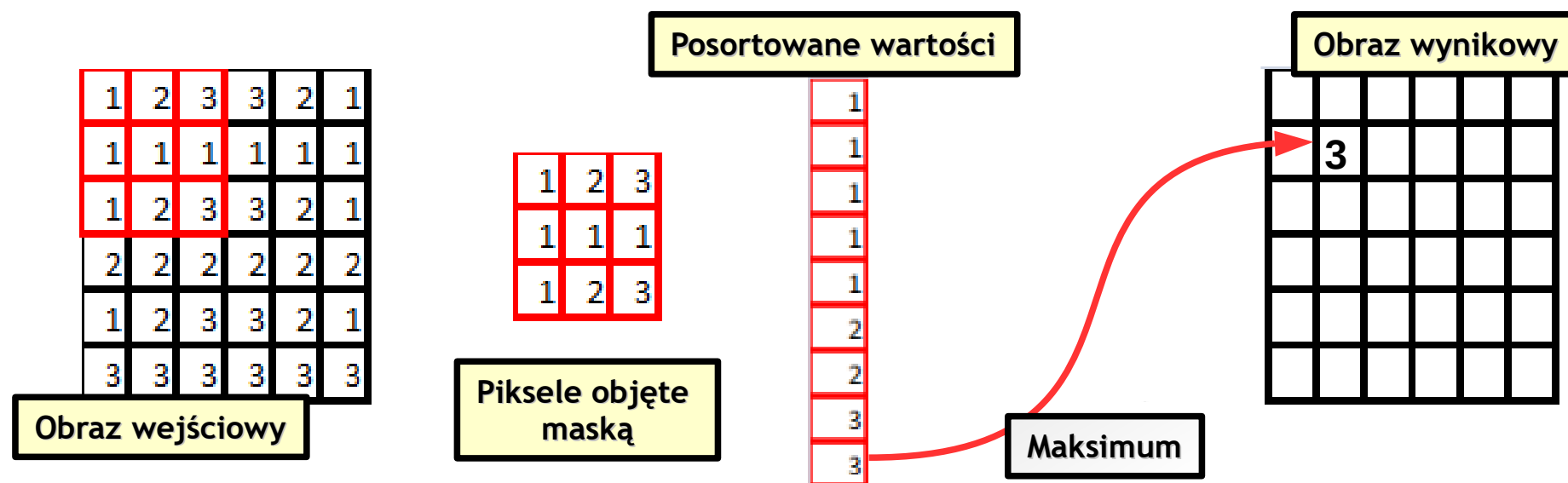


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja nieliniowa

Filtracja nieliniowa najczęściej polega na użyciu **filtrów o statystyce porządkowej**, w których maska służy jedynie do wybierania zakresu obrazu do przetwarzania.

Filtracja ma charakter dwuetapowy:

- w pierwszym kroku wykonywane jest sortowanie wartości pikseli objętych maską;
- następnie z uszeregowanych liczb wybiera się jedną zgodnie z przyjętą regułą (np. minimalną, maksymalną lub medianę). Liczba ta staje się nową wartością piksela w obrazie wyjściowym.

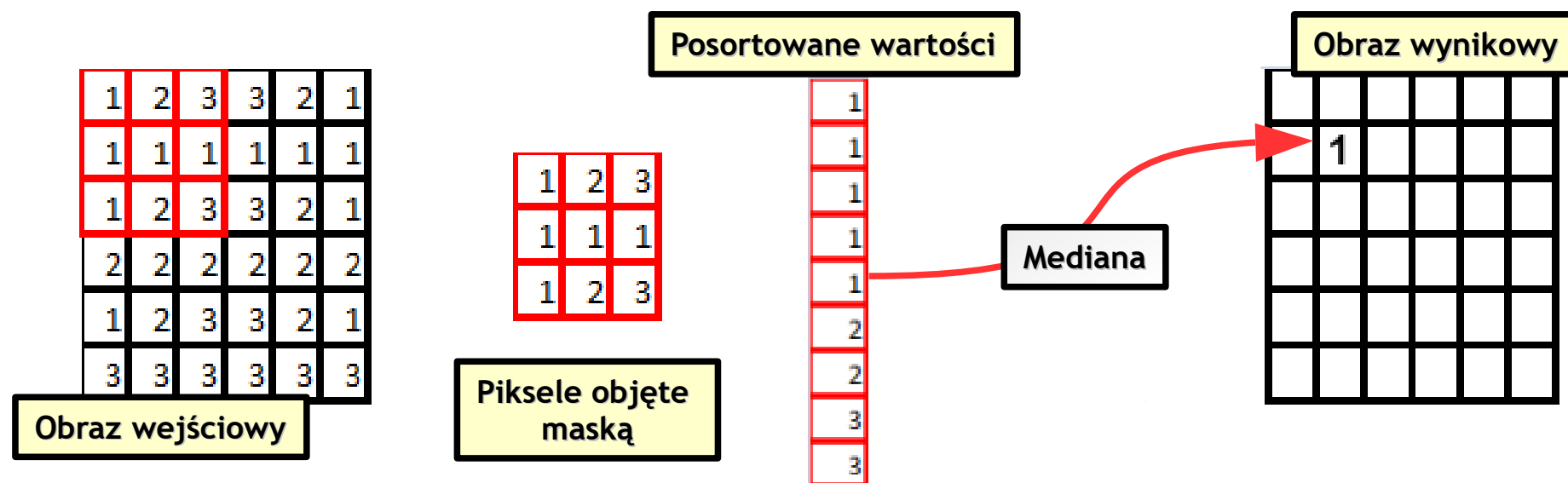


Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja nieliniowa

Filtracja nieliniowa najczęściej polega na użyciu **filtrów o statystyce porządkowej**, w których maska służy jedynie do wybierania zakresu obrazu do przetwarzania.

Filtracja ma charakter dwuetapowy:

- w pierwszym kroku wykonywane jest sortowanie wartości pikseli objętych maską;
- następnie z uszeregowanych liczb wybiera się jedną zgodnie z przyjętą regułą (np. minimalną, maksymalną lub medianę). Liczba ta staje się nową wartością piksela w obrazie wyjściowym.



Przetwarzanie obrazów w skali szarości: filtracja nieliniowa

Filtry medianowe: usuwanie szumu impulsowego bez zniekształcania krawędzi.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Materiały opracowane w ramach zadania 15 „Modyfikacja międzywydziałowych studiów I stopnia na kierunku Inżynieria Biomedyczna” projektu „NERW PW. Nauka - Edukacja - Rozwój - Współpraca”, współfinansowanego jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

**Politechnika
Warszawska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny

