

Analiza obrazów - Sprawozdanie 1

Mateusz Cichostępski

15 listopada 2022

Spis treści

1 Laboratorium 1	3
1.1 Pliki graficzne w MATLABie	3
1.2 Poszczególne kanały w obrazie	3
1.3 Odcienie szarości	5
1.4 Odcienie szarości - <i>YUV</i>	5
1.5 Odcienie szarości - <i>rgb2gray</i>	6
1.6 Dodawanie i odejmowanie wartości do macierzy - zmiana jasności	7
1.7 Mnożenie wartości macierzy - zmiana kontrastu	11
1.8 Potęgowanie - zmiana gammy	15
2 Laboratorium 2	18
2.1 Filtr dolnoprzepustowy - rozmycie	18
2.2 Filtr krawędziowy - wyostrzenie	18
2.3 Filtr medianowy - rozmycie	19
2.4 Binaryzacja - progowanie	20
2.5 Mediana na obrazie binarnym	23
2.6 Erozja morfologiczna	24
2.7 Dylatacja morfologiczna	25
2.8 Otwarcie morfologiczne	26
2.9 Zamknięcie morfologiczne	27
3 Laboratorium 3	28
3.1 Transformata Fouriera	28
3.2 Filtr dolnoprzepustowy	31

1 Laboratorium 1

1.1 Pliki graficzne w MATLABie

Aby umieścić obraz w MATLABie należy skorzystać z funkcji *imread*, która przyjmuje jako argument ścieżkę z plikiem graficznym. Tworzy ona trójwymiarową macierz typu *uint8*, w której 2 wymiary określają dany piksel na obrazie, a trzeci wymiar definiuje wartości trzech kolorów (RGB). Kolory zrzutowano do typu *double* oraz znormalizowano, aby wartości kolorów były liczbami w przedziale od 0 do 1. Podczas laboratoriów używano zdjęcie żubra (Rysunek 1).



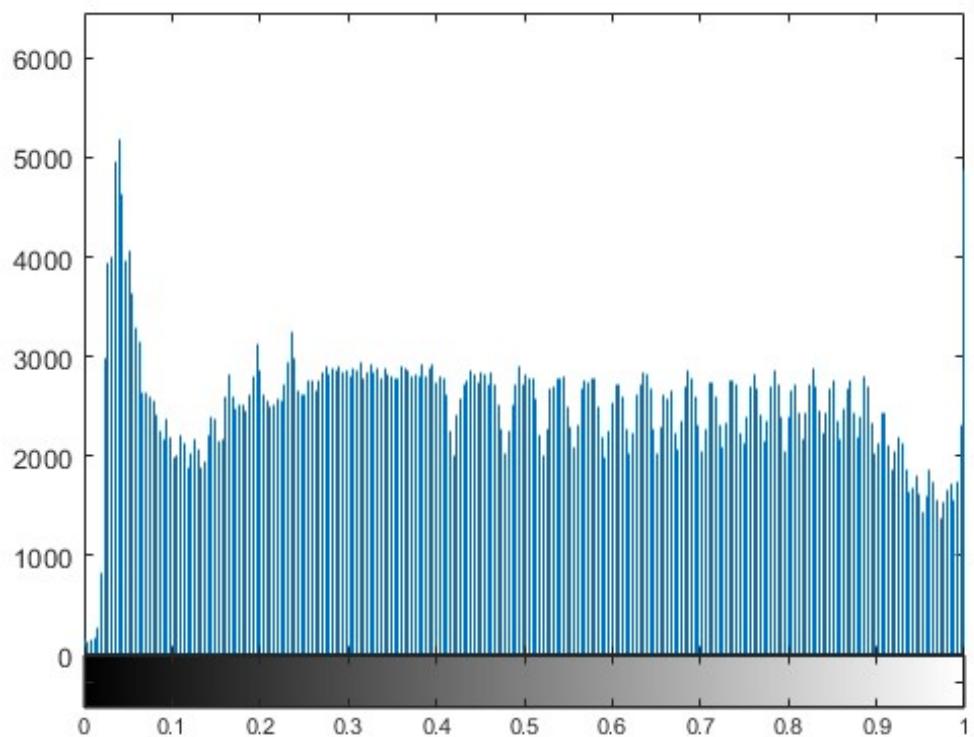
Rysunek 1: Żubr

1.2 Poszczególne kanały w obrazie

Wyświetlono dany kolor w obrazie (Rysunek 2). Do funkcji *imshow* jako argument podano macierz dwuwymiarową z wybranym kanałem koloru. Obraz przedstawiony jest w odcieniach szarości, gdzie jaśniejsze piksele oznaczają większy udział danego kanału koloru w danym pikselu obrazu. Dla danego kanału można wyświetlić również histogram, czyli liczebność danej wartości koloru (Rysunek 3).



Rysunek 2: Wartości koloru czerwonego w obrazie żubra.



Rysunek 3: Histogram koloru czerwonego w obrazie żubra

1.3 Odcienie szarości

Pierwszym sposobem na uzyskanie obrazu w odcieniach szarości było zapisanie wszystkich 3 kanałów za pomocą macierzy dwuwymiarowej, gdzie każdemu pikselowi odpowiada średnia arytmetyczna wszystkich kanałów (Rysunek 4). Posłużyono się funkcją *mean*, której argumentami były macierz trójwymiarowa obrazu oraz wymiar macierzy.



Rysunek 4: Żubr w odcieniach szarości obliczonych za pomocą średniej arytmetycznej

1.4 Odcienie szarości - *YUV*

Przedstawiono obraz w odcieniach szarości w modelu barw *YUV* (Rysunek 5), który wykorzystywano w "czarno-białej" telewizji. Metoda polega na średniej ważonej poszczególnych kanałów z wagami, które wynoszą odpowiednio dla kanałów RGB: $[0.299 \quad 0.587 \quad 0.114]$. Żubr stał się jaśniejszy w porównaniu do żubra w odcieniach szarości obliczonych za pomocą średniej arytmetycznej.



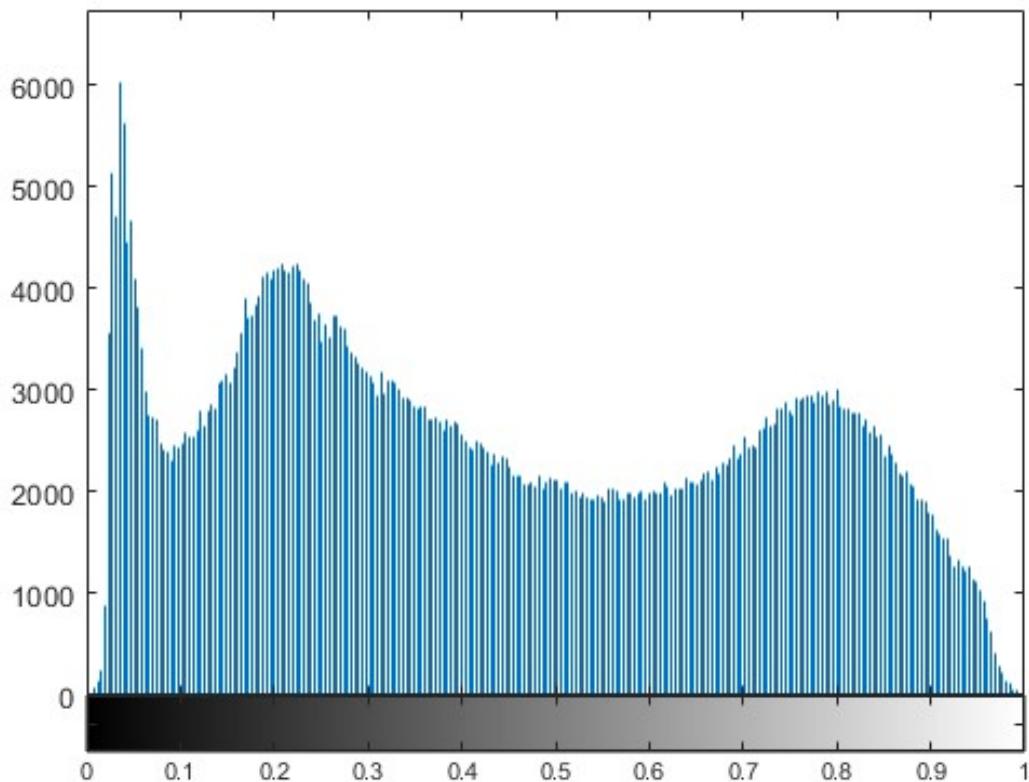
Rysunek 5: Żubr w odcieniach szarości w modelu barw *YUV*

1.5 Odcienie szarości - *rgb2gray*

Aby za każdym razem nie obliczać średniej ważonej, aby uzyskać model barw *YUV* skorzystano w funkcji w MATLABie *rgb2gray*, która w podobny sposób oblicza odcienie szarości pliku graficznego (Rysunek 6). Jedynym argumentem funkcji jest macierz trójwymiarowa kanałów RGB.



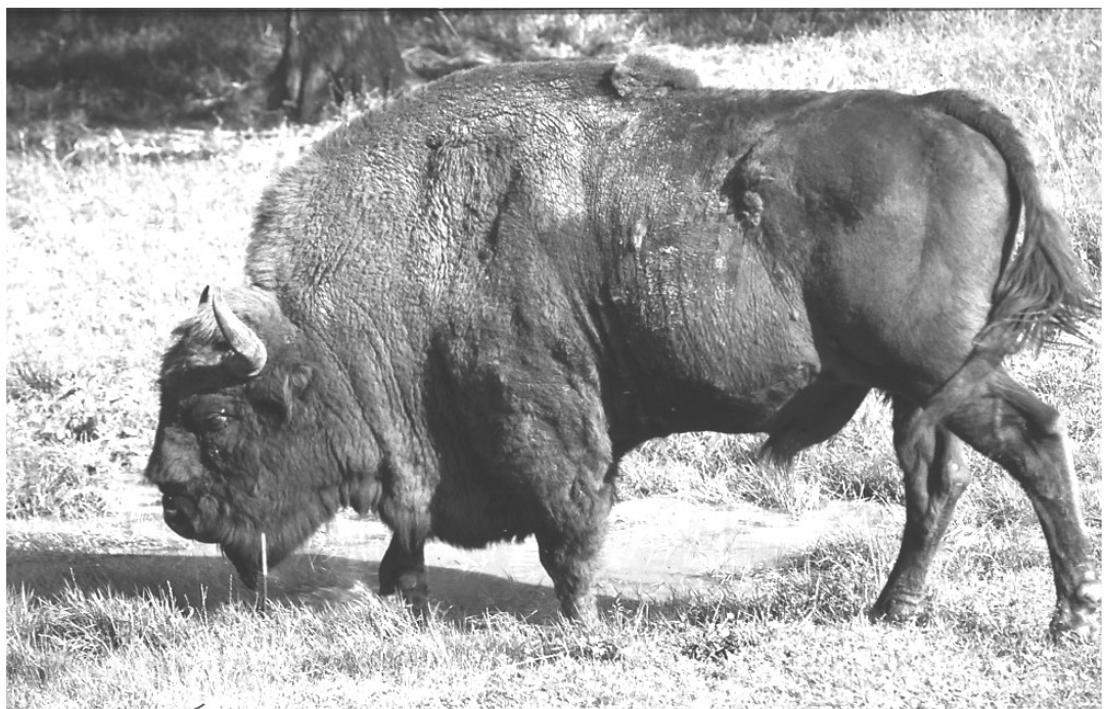
Rysunek 6: Żubr w odcieniach szarości *rgb2gray*



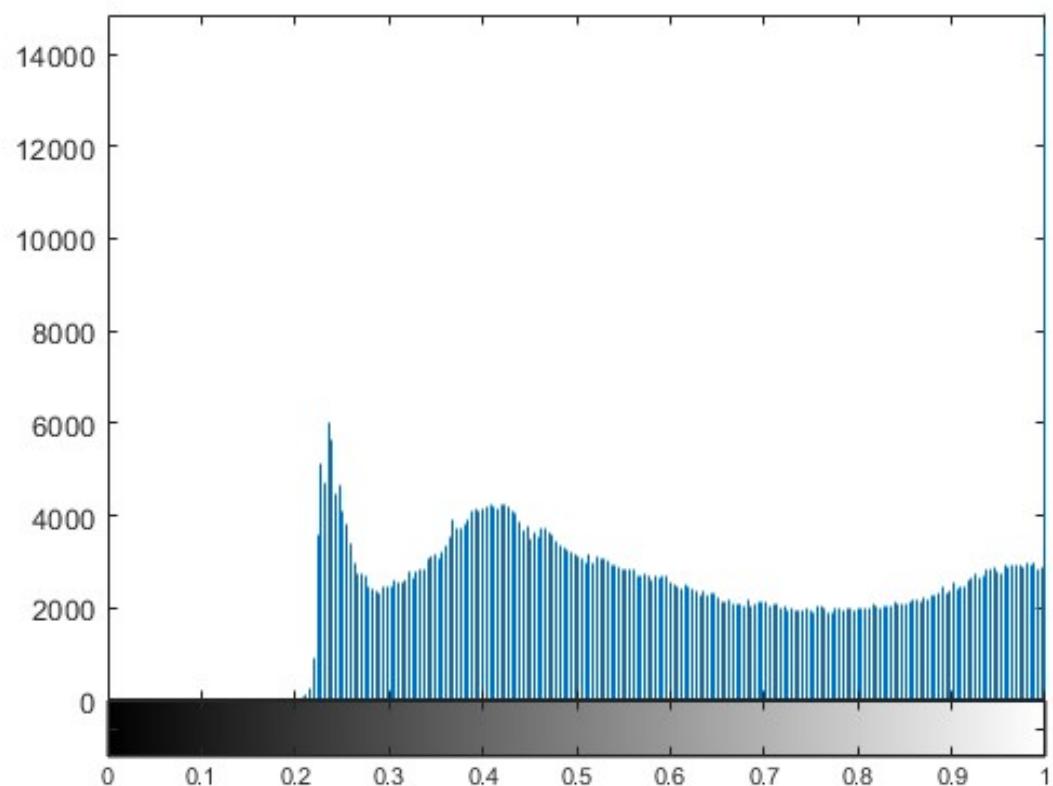
Rysunek 7: Histogram żubra w odcieniach szarości *rgb2gray*

1.6 Dodawanie i odejmowanie wartości do macierzy - zmiana jasności

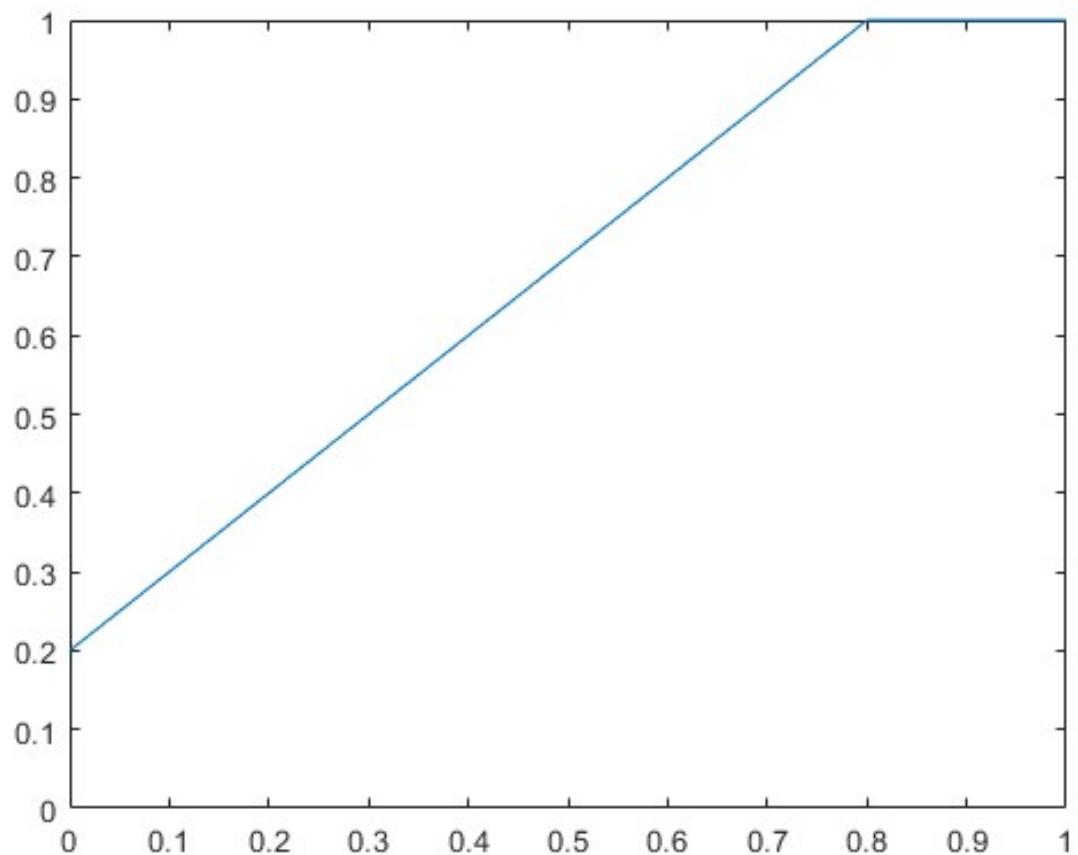
Dodano pewną wartość do wszystkich pikseli w macierzy w odcieniach szarości. Aby pozostać w zakresie od 0 do 1 należy wartości które przekroczyły zakres zmienić odpowiednio do wartości 0 lub 1. Wartość dodawana musi być w przedziale od 0 do 1. W przeciwnym wypadku powstałby obraz składający się wyłącznie z białych pikseli. Do macierzy dodano wartość 0.2 i wyświetlono zmieniony obraz (Rysunek 8). Zaprezentowano także histogram powstającego obrazu (Rysunek 9). Został on przesunięty o wartość rozjaśnienia w prawo. Rozjaśnienie można zaprezentować za pomocą funkcji liniowej (Rysunek 10). Do funkcji liniowej $y = x$ dodano wartość 0.2, otrzymano wzór $y = x + 0.2$. Lecz wartości wychodzące poza przedział $[0,1]$ zostały ograniczone do wartości granicznych (w naszym przypadku dla argumentów powyżej 0.8 wartość funkcji jest stała i wynosi 1.0).



Rysunek 8: Obraz żubra rozjaśniony o wartość 0.2



Rysunek 9: Histogram obrazu żubra rozjaśnionego o wartość 0.2

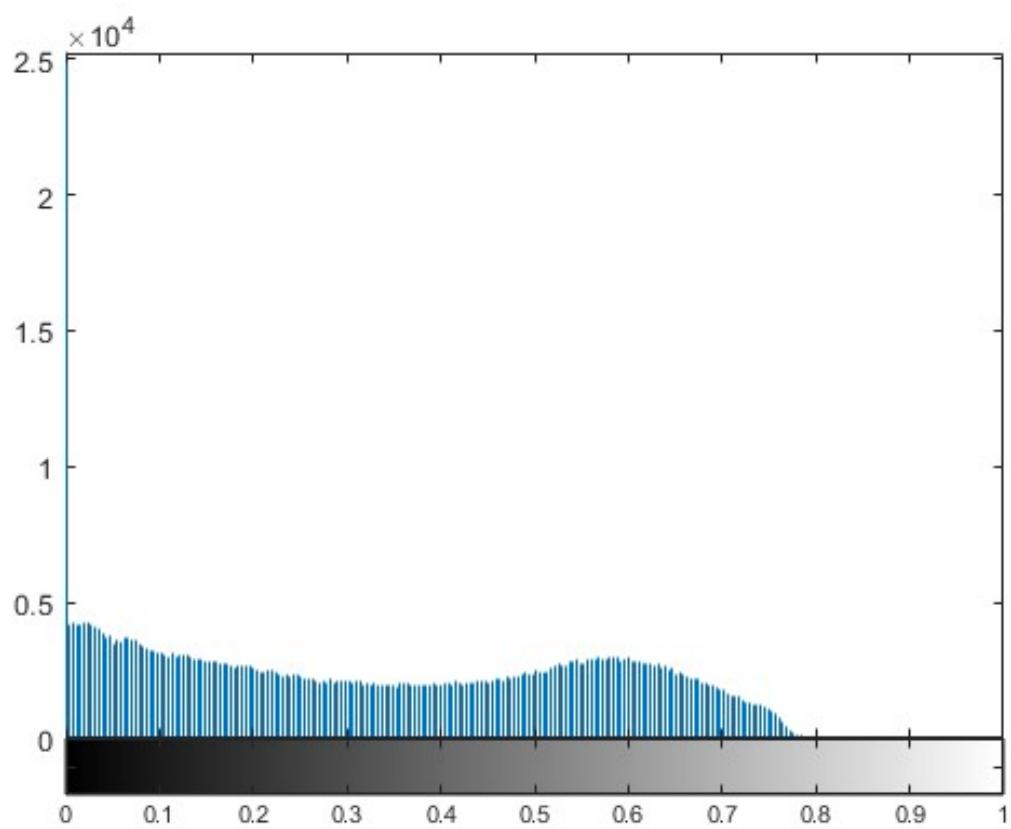


Rysunek 10: Rozjaśnienie przedstawione za pomocą funkcji liniowej o wartości 0.2

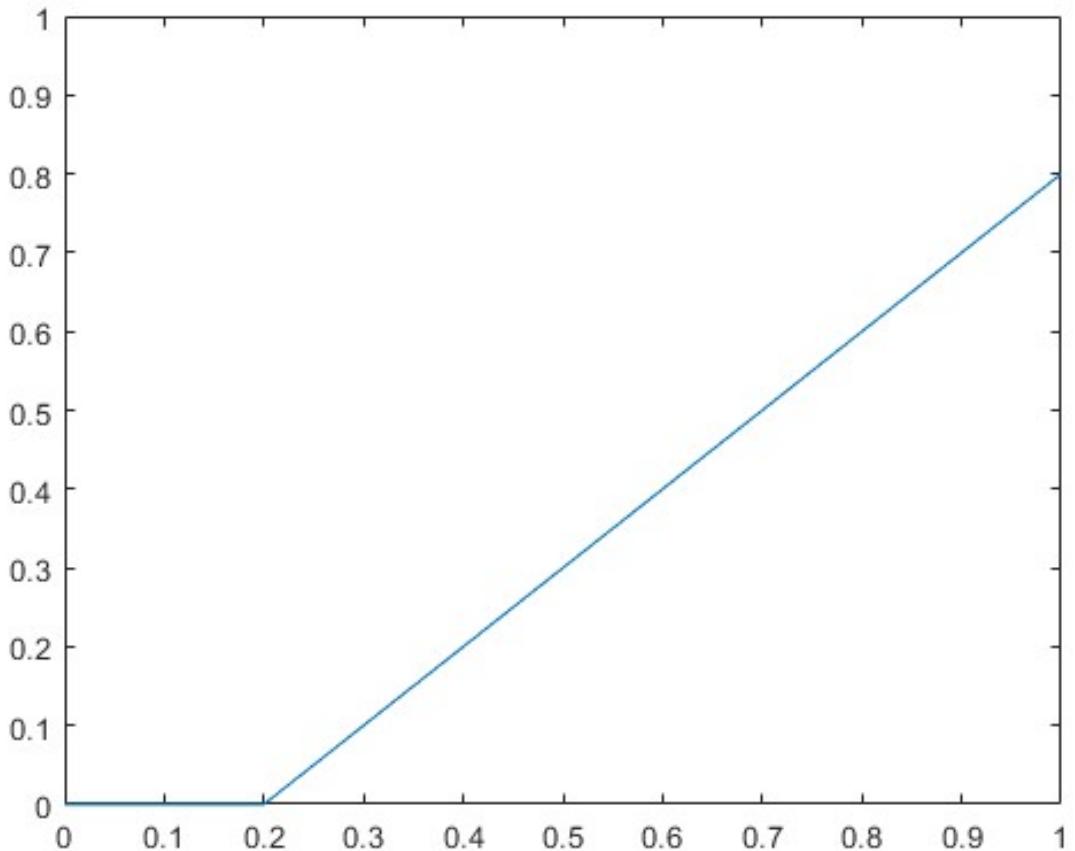
Odejmowanie wartości (ew. dodanie wartości ujemnej) od wszystkich pikseli skutkuje zmniejszeniem jasności całości obrazu. Wyświetlono obraz ściemiony (Rysunek 11), jego histogram (Rysunek 12) oraz funkcję liniową przekształcenia (Rysunek 13).



Rysunek 11: Obraz żubra ściemniony o wartość 0.2



Rysunek 12: Histogram obrazu żubra ściemnionego o wartość 0.2



Rysunek 13: Ściemnienie przedstawione za pomocą funkcji liniowej o wartości 0.2

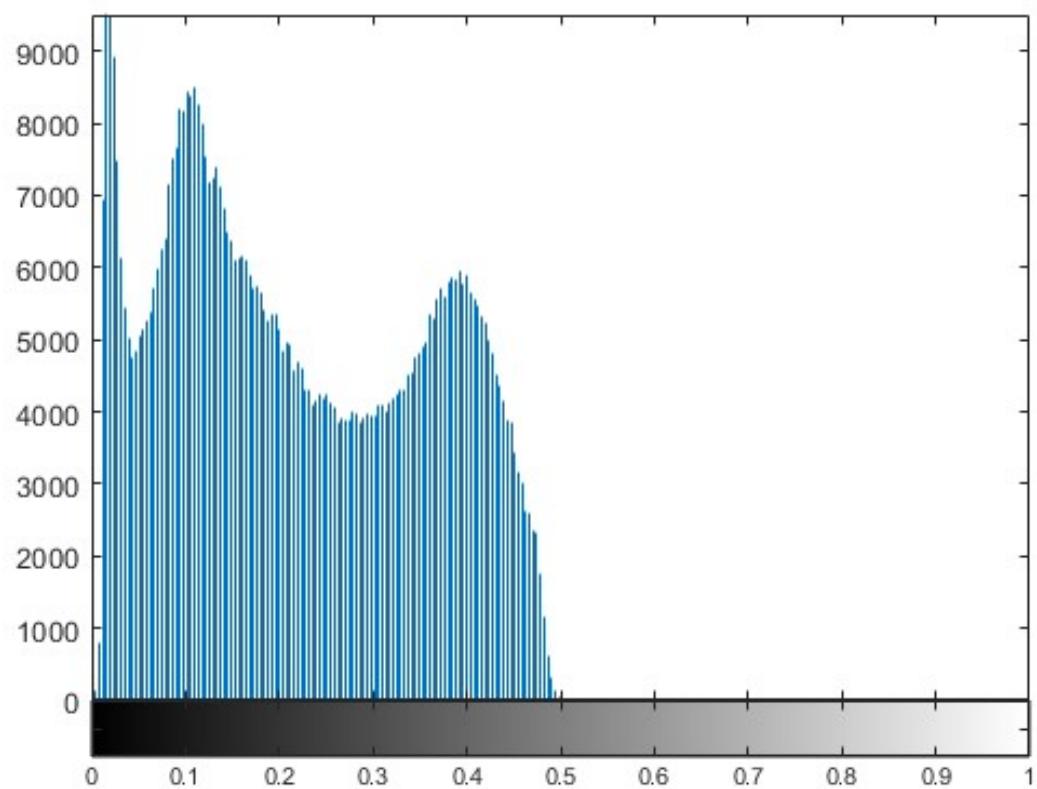
1.7 Mnożenie wartości macierzy - zmiana kontrastu

Kolejną operacją jest mnożenie przez stała. Wynikiem jej jest zwiększenie różnicy pomiędzy wartościami maksymalnymi a minimalnymi. Stała teoretycznie powinna być w przedziale $(0, +\infty)$, lecz pomnożenie o zbyt dużą wartość będzie skutkować, jak przy dodawaniu, uzyskaniem całego białego obrazu. Pomnożenie o wartość mniejszą od 1, będzie skutkować zmniejszeniem kontrastu, w przeciwnym wypadku zwiększeniem. Przy przekroczeniu wartości granicznych wartości należy ograniczyć do 1.

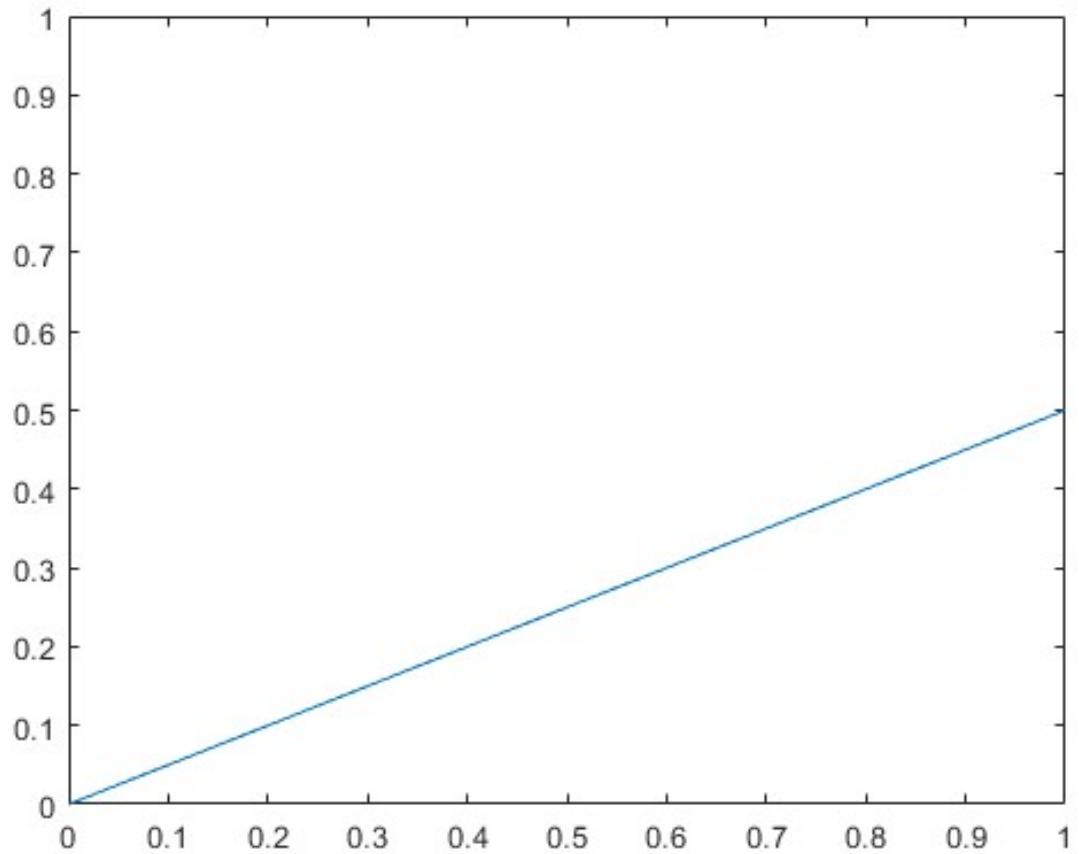
Macierz obrazu pomnożono o wartość 0.5 (Rysunek 14). Na histogramie (Rysunek 15) widać zmniejszenie się różnicy między wartościami minimalnymi a maksymalnymi, zmniejszenie się dziedziny histogramu. Przedstawienie za pomocą funkcji liniowej skutkuje zmianą nachylenie funkcji względem osi X, otrzymany wzór $y = 0.5 \cdot x$ (Rysunek 16).



Rysunek 14: Zmiana kontrastu o 0.5



Rysunek 15: Histogram zmiany kontrastu o 0.5

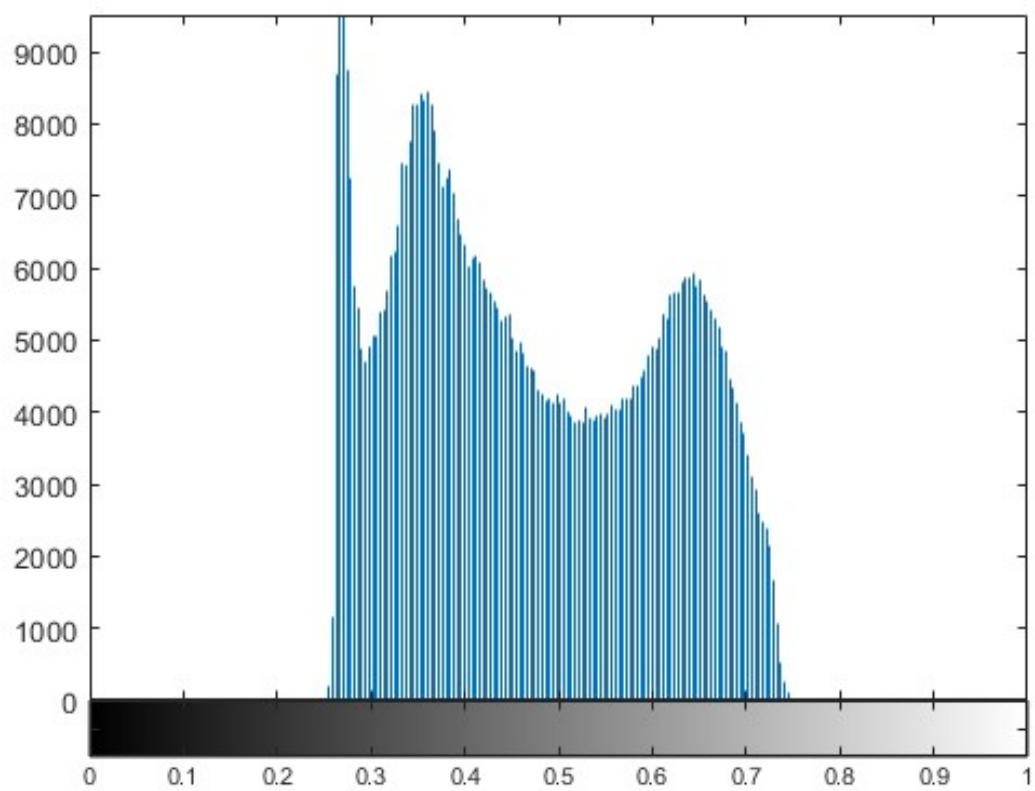


Rysunek 16: Funkcja liniowa zmiany kontrastu o 0.5

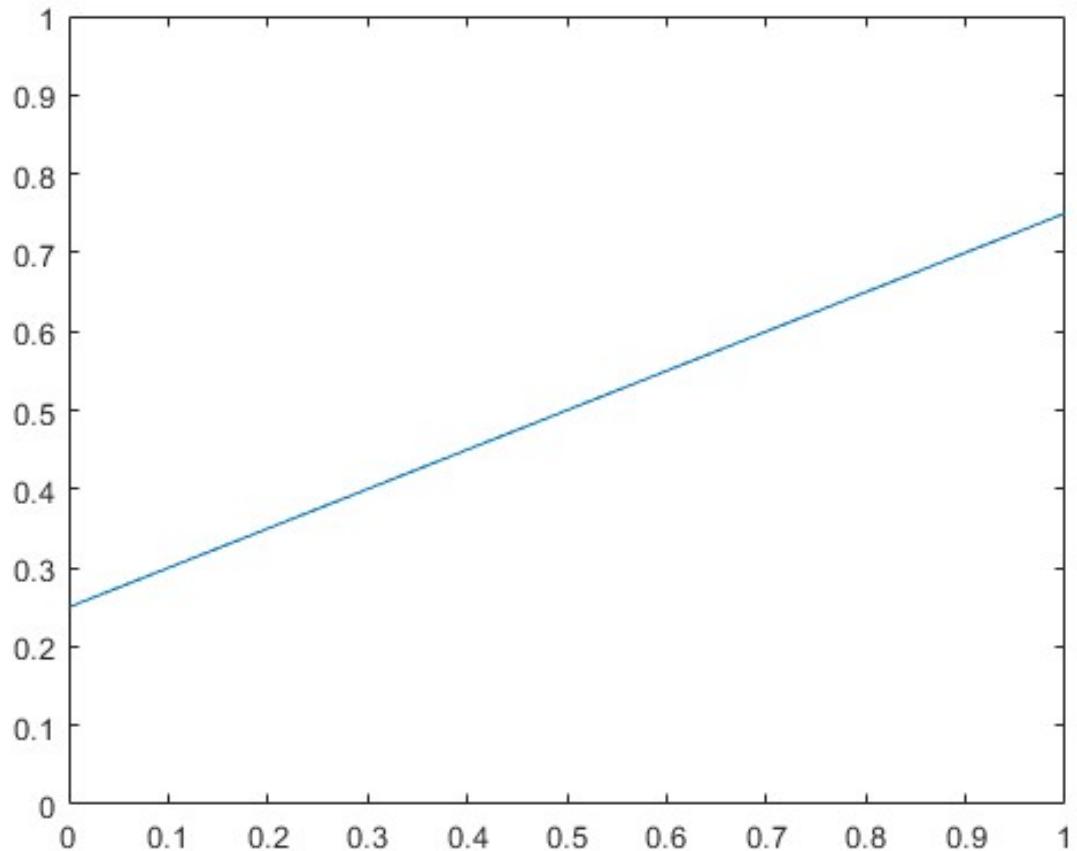
Można także zmieniać nachylenie funkcji liniowej względem środka. Wynikiem tego będzie zwężenie lub rozszerzenie dziedziny funkcji względem punktu 0.5. Przedstawiono obraz po takiej operacji (Rysunek 17), histogram (Rysunek 18) oraz funkcję liniową (Rysunek 19).



Rysunek 17: Zmiana kontrastu względem środka o 0.5



Rysunek 18: Histogram zmiany kontrastu względem środka o 0.5



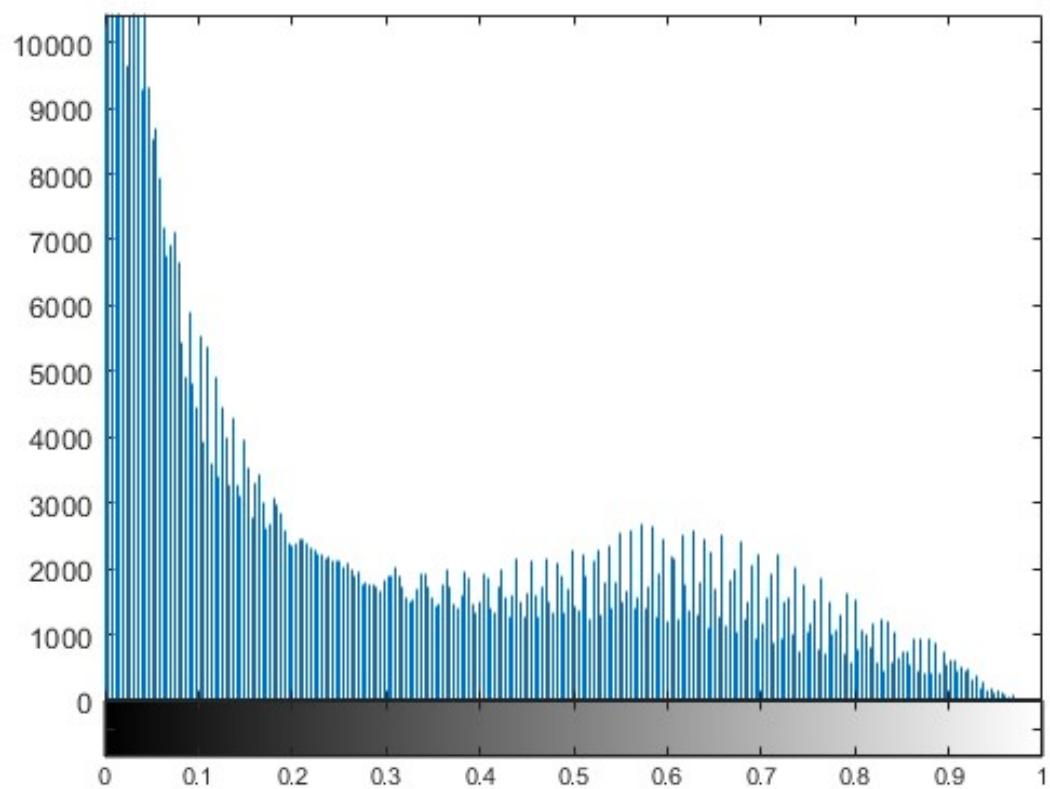
Rysunek 19: Funkcja liniowa zmiany kontrastu względem środka o 0.5

1.8 Potęgowanie - zmiana gammy

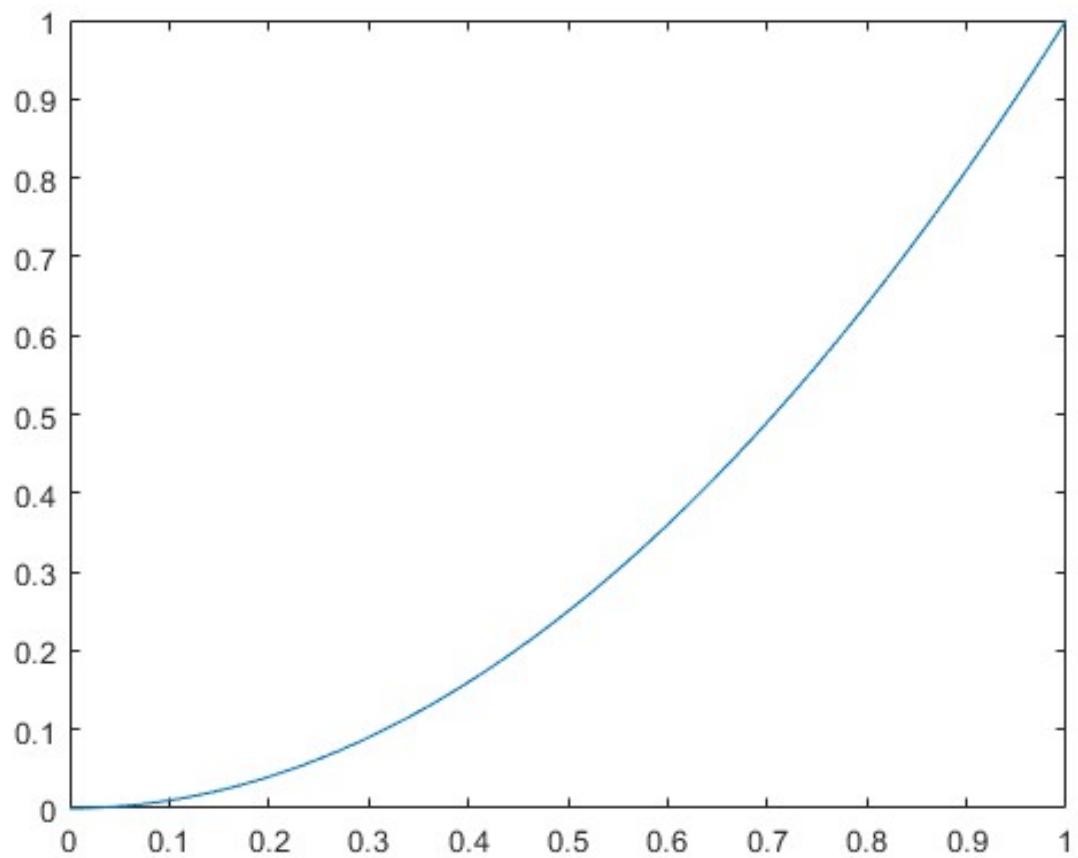
Kolejną operacją na obrazie jest potęgowanie wartości macierzy przez stałą g , większą od zera. Przyjęto się potęgowanie przez odwrotność stałej $\frac{1}{g}$. Im większy czynnik g tym będzie większa jasność obrazu. W tym przypadku nie jest konieczne sprawdzanie przekroczenia przedziału $[0, 1]$ (potęgowanie liczb w przedziale $[0, 1]$). Dla przykładu przyjęto stałą $g = 0.5$, więc obraz żubra spotęgowano o wykładnik $\frac{1}{0.5} = 2$. Wyniki przedstawiono poniżej.



Rysunek 20: Zmiana gammy obrazu o $g = 0.5$



Rysunek 21: Histogram zmiany gammy obrazu o $g = 0.5$



Rysunek 22: Funkcja zmiany gammy obrazu o $g = 0.5$

2 Laboratorium 2

2.1 Filtr dolnoprzepustowy - rozmycie

Rozmycie obrazu polega na uśrednieniu wartości kolorów, aby pozbyć się ekstremalnych wartości (białe kropki), wygładzić obraz albo zredukować szумy. W tym celu tworzymy kwadratową macierz dwuwymiarową, której elementy sumują się do 1. Środkowy element macierzy reprezentuje aktualny piksel, którego nową wartość obliczamy przez uśrednienie wartości pikseli dookoła, których wagi reprezentują pozostałe elementy macierzy. Przyjęto macierz 3×3 , której elementy są równe $\frac{1}{9}$.

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

Następnie użyto funkcji *imfilter*, która przyjmuje obraz oraz macierz filtru, a zwraca nowy obraz po filtracji (Rysunek 23).



Rysunek 23: Rozmyty obraz żubra filtrem dolnoprzepustowym 3×3

2.2 Filtr krawędziowy - wyostrzenie

Do macierzy filtru wprowadzono wartości -1 dla sąsiednich pikseli oraz 9 dla aktualnego piksela. Wynikiem tego jest wyostrzenie krawędzi obrazu, ale artefakty stają się bardziej widoczne (Rysunek 24).

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



Rysunek 24: Wyostrzony obraz żubra filtrem krawędziowym

2.3 Filtr medianowy - rozmycie

Kolejnym filtrem jest filtr medianowy, który polega na zmianie wartości danego piksela na podstawie mediany wartości sąsiadów. Charakteryzuje się rozmyciem zdjęcia z zachowaniem ostrzejszych krawędzi.

Filtr medianowy jest dostępny za pomocą funkcji *medfilt2*, która przyjmuje obraz oraz wymiar macierzy (ilość sąsiadów brana do obliczenia wartości). Do przykładu przyjęto rozmiar 5×5 .



Rysunek 25: Rozmyty obraz żubra filtrem medianowym

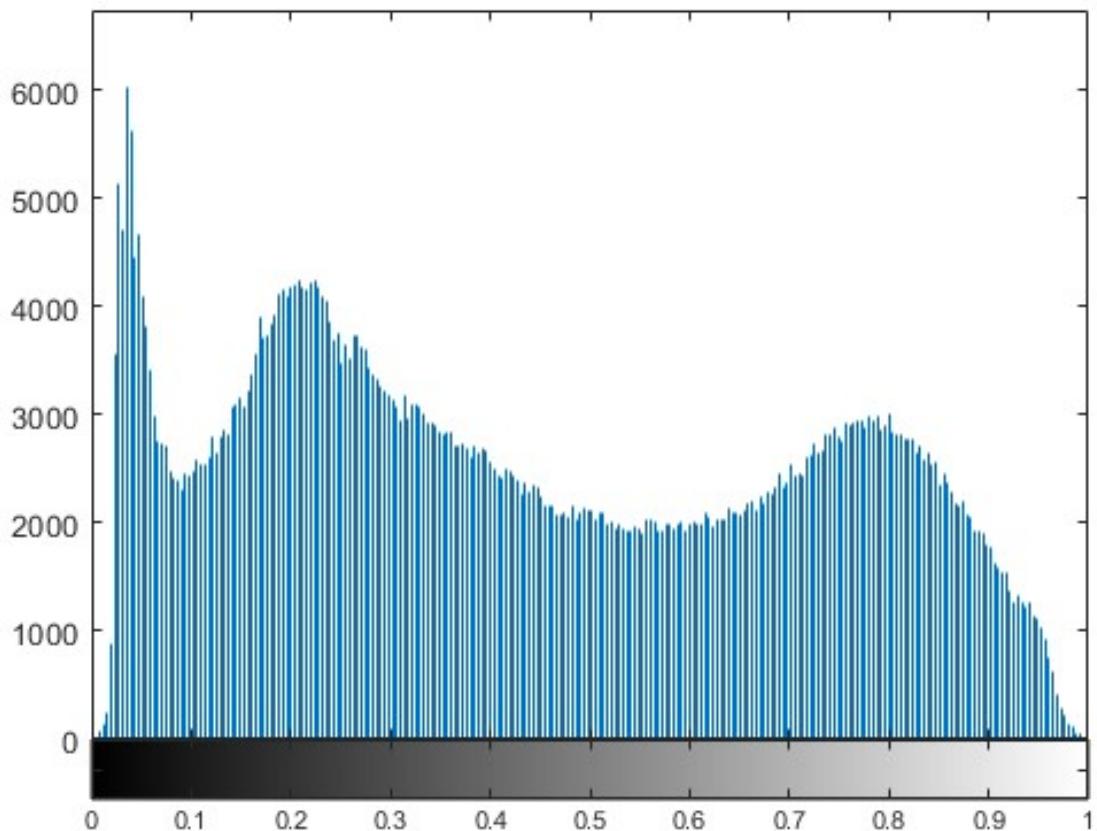
2.4 Binaryzacja - progowanie

Aby otrzymać najprostszy obraz czarno-biały wystarczy wartości powyżej 0.5 zmienić na 1, pozostałe na 0 (Rysunek 26). Przyjęto, że sygnał obrazu jest biały, a tło czarne. Należy więc odwrócić obraz.



Rysunek 26: Binaryzacja z progiem $t = 0.5$

Próg równy $t = 0.5$ nie zawsze jest dobrym rozwiązaniem, tak samo jak średnia. Należy wybrać próg taki, aby wariancja między klastrami była jak największa, a wariancja w klastrze jak najmniejsza. Można się posłużyć histogramem (Rysunek 27), w którym można zauważać wartości kolorów żubra (dwa wywyższenia w ciemniejszych kolorach) i tła (wywyższenie w jaśniejszych kolorach). Wartość progu powinna być w okolicach 0.55. Przeprowadzono binaryzację z takim progiem (Rysunek 28). Zauważono zmniejszoną liczbę czarnych pikseli na grzbiecie żubra.

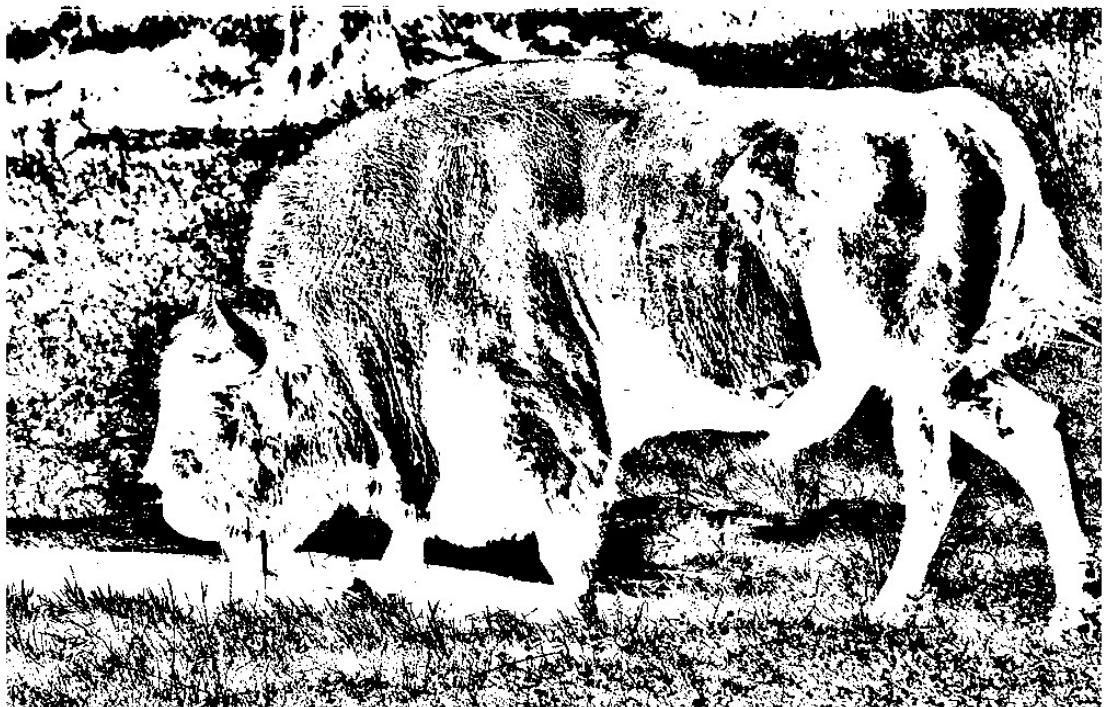


Rysunek 27: Histogram żubra



Rysunek 28: Binaryzacja z progiem $t = 0.55$

Dla każdego pliku graficznego ręczne wybieranie progu nie jest wygodne. Skorzystano z funkcji *graythresh*, która w przypadku żubra obliczyło wartość progu na $t = 0.4706$. Do progowania obrazu można skorzystać także z funkcji *imbinarize*, która posiada metodę obliczania *adaptive*. Sprawdza czy dany piksel jest znacznie różny od innych. W przypadku żubra ta metoda nie jest najlepsza (Rysunek 29).



Rysunek 29: Binaryzacja funkcją *imbinarize* metodą *adaptive*

2.5 Mediana na obrazie binarnym

Przeprowadzono operację filtrem medianowym na obrazie binarnym funkcją *medfilt2* z macierzą filtru 7×7 . Zauważono wygładzenie krawędzi, zaniknięcie pojedynczych punktów na obrazie oraz pozbycie się szumów (Rysunek 30).



Rysunek 30: Filtr medianowy na obrazie binarnym

2.6 Erozja morfologiczna

Erozja zdjęcia to operacja na krawędziach obrazu binarnego. Polega na poszerzeniu czarnych krawędzi. Przeprowadzono erozję na żubrze (Rysunek 28) za pomocą funkcji *imerode* przyjmującą obraz binarny oraz kwadratową macierz jedynek o wybranym rozmiarze. Wynik operacji przedstawiono poniżej. Zauważono zaniknięcie większości białych pikseli na trawie, lecz znaczne zwiększenie ilości czarnych pikseli na żubrze.



Rysunek 31: Erozja morfologiczna żubra

2.7 Dylatacja morfologiczna

Operacja odwrotna do erozji morfologicznej. Polega na zwiększaniu krawędzi białych na obrazie binarnym. Funkcja *imdilate* przyjmuje identyczne argumenty poprzednia funkcja. Wynik przedstawiono poniżej. Zwiększyła się ilość białych pikseli na trawie, lecz zmniejszyła ilość czarnych na żubrze.



Rysunek 32: Dylatacja morfologiczna żubra

2.8 Otwarcie morfologiczne

Operacja polega na erozji, a następnie dylatacji obrazu. Duże obiekty na obrazie nie zmienią się, natomiast małe obiekty lub artefakty znikną. Skutkiem operacji na żubrze jest pozbycie się małych białych pikseli i przez to zwiększenie się ilości czarnych pikseli na grzbiecie żubra.



Rysunek 33: Otwarcie morfologiczne żubra

2.9 Zamknięcie morfologiczne

Analogiczna operacja do otwarcia morfologicznego ze zmianą kolejności przeprowadzania składowych operacji (dylatacja następnie erozja). Polega na zniknięciu małych czarnych obiektów na obrazie. W wyniku operacji żubr prawie w całości jest biały, lecz zwiększyła się także ilość białych pikseli na trawie i tle zdjęcia.



Rysunek 34: Zamknięcie morfologiczne żubra

3 Laboratorium 3

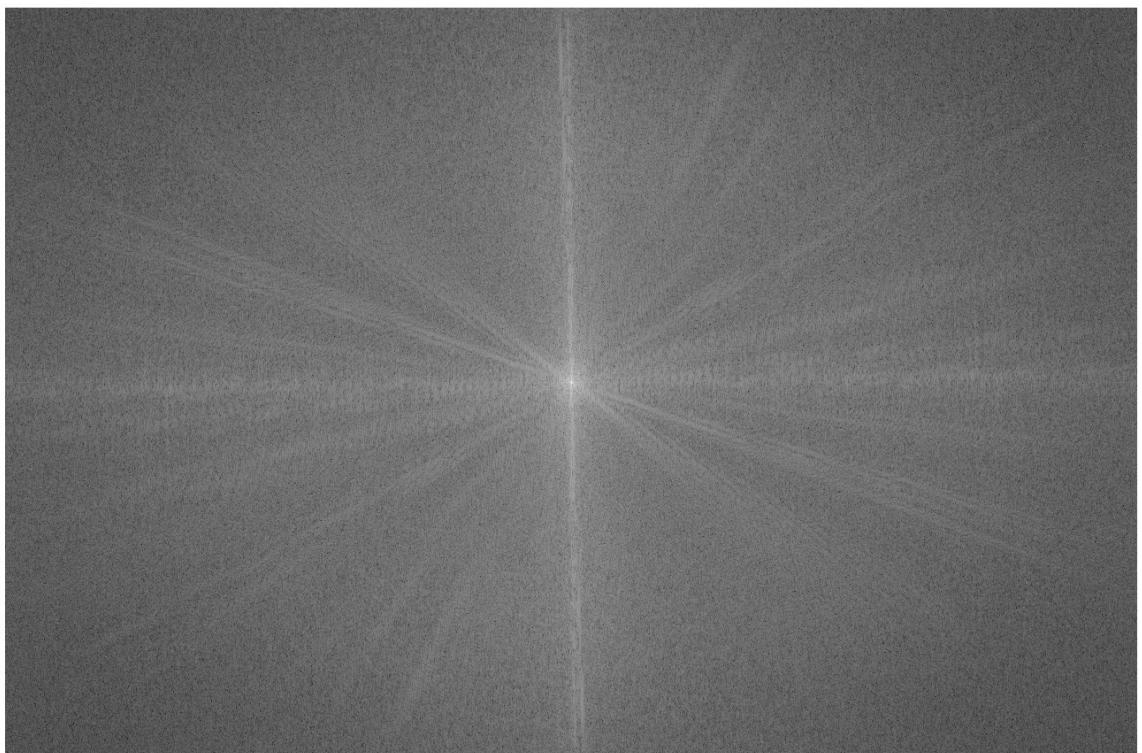
3.1 Transformata Fouriera

Obrazem referencyjnym jest zdjęcie opery w odcieniach szarości (Rysunek 35). Skorzystano z funkcji *fft2*, aby obliczyć transformatę Fouriera. Uzyskano macierz liczb zespolonych. Przedstawiono moduł tych liczb ze zmienionymi ćwiartkami (Rysunek 36) oraz fazę (Rysunek 37). Aby powrócić do oryginalnego obrazu należy skorzystać z funkcji odwrotnej transformaty Fouriera *ifft2*.

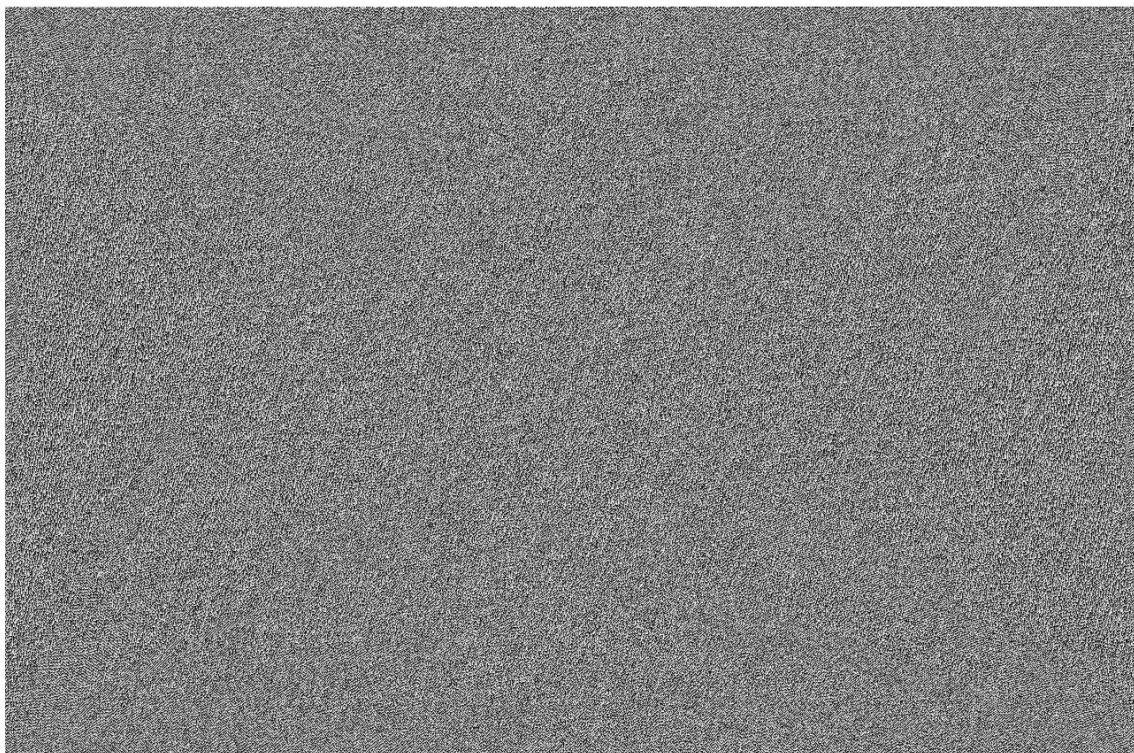
Zmieniono wartość jednego elementu w macierzy amplitud. Wartość elementu $A(50, 50)$ ustawiono na 10^5 . Wynikiem czego było ustawienie 49 maksimów w osi X oraz 49 maksimów w osi Y (Rysunek 38).



Rysunek 35: Zdjęcie opery w odcieniach szarości



Rysunek 36: Widmo amplitudowe opery



Rysunek 37: Widmo fazowe opery

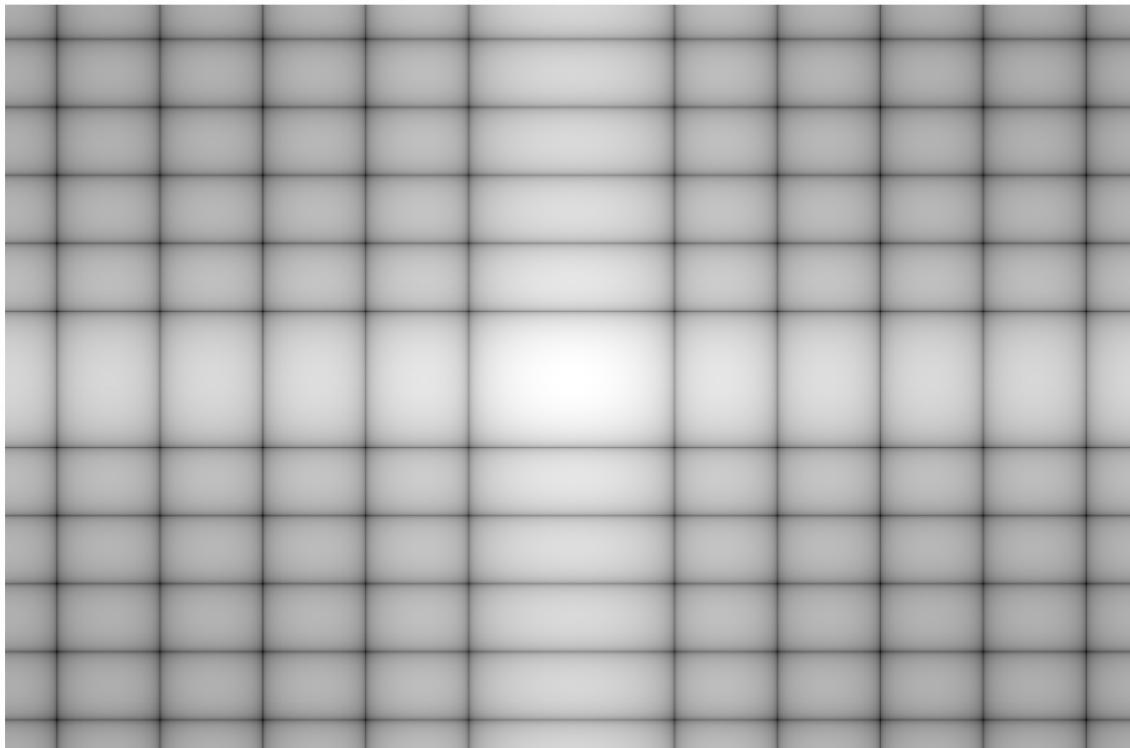


Rysunek 38: Zmiana elementu (50, 50) macierzy amplitud na 10^5

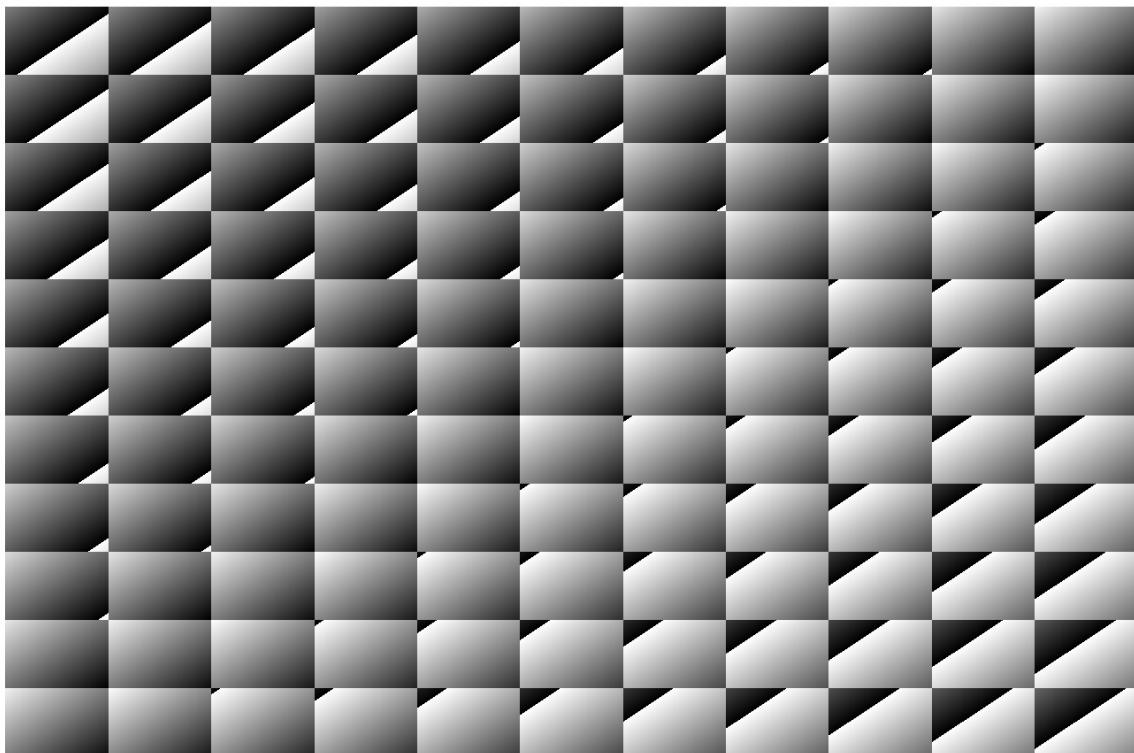
3.2 Filtr dolnoprzepustowy

Obliczono transformatę Fouriera z macierzy jedynek o rozmiarze 11×11 . Wyświetlono obraz amplitud filtru z zamienionymi ćwiartkami (Rysunek 39). Można zauważyc po 11 prostokątów na osi. Następnie wyświetlono fazy filtru (Rysunek 40).

Aby zastosować filtr należy pomnożyć transformaty filtru i obrazu. Wynik wyświetlono poniżej (Rysunek 41).



Rysunek 39: Amplituda filtru



Rysunek 40: Faza filtru



Rysunek 41: Rozmazany obraz opery