

UNIWERSYTET KARDYNAŁA STEFANA WYSZYŃSKIEGO
W WARSZAWIE

WYDZIAŁ MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZY
SZKOŁA NAUK ŚCISŁYCH

Katarzyna Mitrus

Michał Słotwiński

Wprowadzenie do Przetwarzania Obrazów

Sprawozdanie z laboratorium

Prowadzący:
prof. Wojciech Mokrzycki

Warszawa, 2018

Spis treści

Spis rysunków	4
Rozdział 1. Wstęp	7
1.1 Specyfikacja wykorzystanego formatu obrazu	7
1.2 Instrukcja obsługi programu	7
Rozdział 2. Operacje ujednoliciania obrazów	8
2.1 Ujednolicenie obrazów szarych geometryczne	9
2.2 Ujednolicenie obrazów szarych rozdzielczościowe	12
2.3 Ujednolicenie obrazów RGB geometryczne	15
2.4 Ujednolicenie obrazów RGB rozdzielczościowe	18
Rozdział 3. Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych	21
Rozdział 4. Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych	22
Rozdział 5. Operacje geometryczne na obrazie	23
Rozdział 6. Operacje na histogramie obrazu szarego	24
6.1 Obliczanie histogramu	25
6.2 Przemieszczanie histogramu	27
6.3 Rozciąganie histogramu	30
6.4 Progowanie lokalne	33
6.5 Progowanie globalne	36
Rozdział 7. Operacje na histogramie obrazu barwowego	39
7.1 Obliczanie histogramu	40
7.2 Przemieszczanie histogramu	42
7.3 Rozciąganie histogramu	45
7.4 Progowanie 1-progowe lokalne	48
7.5 Progowanie wielo-progowe lokalne	51
7.6 Progowanie 1-progowe globalne	55
7.7 Progowanie wielo-progowe globalne	58
Rozdział 8. Operacje morfologiczne na obrazach binarnych	61
Rozdział 9. Operacje morfologiczne na obrazach szarych	62
Rozdział 10. Filtrowanie liniowe i nielinowe	63
10.1 Filtr dolnoprzepustowy uśredniający	64
10.2 Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski	68
10.3 Operator Roberts'a	72

10.4 Operator Prewitt'a	76
10.5 Operator Sobel'a	80
10.6 Filtr kompasowy	85
10.7 Gradient wektora kierunkowego	93
10.8 Filtr medianowy	99
10.9 Filtr maksymalny	103
10.10 Filtr minimalny	107
10.11 Filtr płaskorzeźbowy	111
Rozdział 11. Podsumowanie	116
Bibliografia	117

Spis rysunków

2.1	Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (256x256), obraz 2 (512x512)	9
2.2	Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	10
2.3	Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	12
2.4	Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	12
2.5	Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (256x256), obraz 2 (512x512)	15
2.6	Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	15
2.7	Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	18
2.8	Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)	19
6.1	Obraz szary, histogram szarości tego obrazu	25
6.2	Obraz szary, histogram szarości tego obrazu	25
6.3	Obraz szary wejściowy, histogram szarości tego obrazu	27
6.5	Obraz szary wejściowy, histogram szarości tego obrazu	28
6.4	Obraz szary przesunięty o 100, histogram szarości tego obrazu	28
6.6	Obraz szary przesunięty o -100, histogram szarości tego obrazu	29
6.7	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	30
6.8	Obraz po rozciągnięciu, histogram szarości tego obrazu	30
6.9	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	31
6.10	Obraz po rozciągnięciu, histogram szarości tego obrazu	31
6.11	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	33
6.12	Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu	33
6.13	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	34
6.14	Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu	34
6.15	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	36
6.16	Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu	37
6.17	Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	37
6.18	Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu	38
7.1	Obraz barwny, histogram barw tego obrazu	40
7.2	Obraz barwny, histogram barw tego obrazu	40
7.3	Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	42
7.4	Obraz wyjściowy przesunięty o 50, histogram barw tego obrazu	42
7.5	Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	43
7.6	Obraz wyjściowy przesunięty o -50, histogram barw tego obrazu	43
7.7	Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	45
7.8	Obraz po rozciągnięciu, histogram barw tego obrazu	46
7.9	Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	46

7.10 Obraz po rozciągnięciu, histogram barw tego obrazu	46
7.11 Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	48
7.12 Obraz po progowaniu z otoczeniem piksla 21x21, histogram szarości tego obrazu	49
7.13 Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu	49
7.14 Obraz po progowaniu z otoczeniem piksla 21x21, histogram szarości tego obrazu	49
7.15 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	51
7.16 Obraz po progowaniu lokalnym (okno 21x21, progi 4), histogram barw tego obrazu .	52
7.17 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	52
7.18 Obraz po progowaniu lokalnym (okno 21x21, progi 4), histogram barw tego obrazu .	52
7.19 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	55
7.20 Obraz po progowaniu 1-progowym globalnym, histogram barw tego obrazu	55
7.21 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	56
7.22 Obraz po progowaniu 1-progowym globalnym, histogram barw tego obrazu	56
7.23 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	58
7.24 Obraz po progowaniu wielo-progowym globalnym (progi 4), histogram barw tego obrazu	59
7.25 Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu	59
7.26 Obraz po progowaniu wielo-progowym globalnym (progi 4), histogram barw tego obrazu	59
10.1 Obraz wejściowy, obraz uśredniony	64
10.2 Obraz wejściowy, obraz uśredniony	64
10.3 Obraz wejściowy, obraz uśredniony	65
10.4 Obraz wejściowy, obraz uśredniony	65
10.5 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa	68
10.6 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa	69
10.7 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa	69
10.8 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa	69
10.9 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a	72
10.10 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a	73
10.11 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a	73
10.12 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a	73
10.13 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a	76
10.14 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a	77
10.15 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a	77
10.16 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a	77
10.17 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a	80
10.18 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a	81
10.19 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a	81
10.20 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a	81
10.21 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym	86
10.22 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym	86
10.23 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym	86
10.24 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym	87
10.25 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego	94
10.26 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego	94

10.27 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego	94
10.28 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego	95
10.29 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym	99
10.30 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym	99
10.31 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym	100
10.32 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym	100
10.33 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym	103
10.34 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym	103
10.35 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym	104
10.36 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym	104
10.37 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym	107
10.38 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym	107
10.39 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym	108
10.40 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym	108
10.41 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym	111
10.42 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym	112
10.43 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym	112
10.44 Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym	112

Rozdział 1

Wstęp

Laboratoria oh oh... [1]

1.1 Specyfikacja wykorzystanego formatu obrazu

1.2 Instrukcja obsługi programu

Rozdział 2

Operacje ujednolicania obrazów

2.1 Ujednolicenie obrazów szarych geometryczne

Opis algorytmu

Operacja ujednolicania obrazów dzieli się na dwa etapy. Pierwszym jest ujednolicenie geometryczne, drugim zaś ujednolicenie rozdzielczościowe.

Operacja geometrycznego ujednolicenia obrazów polega na doprowadzeniu obydwu obrazów do takiej samej liczby wierszy pikseli w każdym obrazie i takiej samej liczby kolumn pikseli w każdym obrazie.

1. Wybierz największą wysokość i największą szerokość z dwóch obrazów.
2. Jeśli dany obraz ma mniejszą szerokość albo wysokość, wypełnij różnicę pikslami o wartości 1 (aby uniknąć dzielenia przez 0).



Rysunek 2.1: Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (256x256), obraz 2 (512x512)



Rysunek 2.2: Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)

Listing 2.1: Geometryczne ujednolicianie obrazów szarych

```

def geometricGray( self , show = False):
    # najwieksza szerokosc sposrod dwuch obrazow
    width1 = self .im1.shape [1]
    width2 = self .im2.shape [1]
    maxWidth = width1 if width1 > width2 else width2

    # najwieksza wysokosc sposrod dwuch obrazow
    height1 = self .im1.shape [0]
    height2 = self .im2.shape [0]
    maxHeight = height1 if height1 > height2 else height2

    # alokacja pamieci na obrazy wynikowe
    resultImage1 = np .empty((maxHeight , maxWidth) , dtype = np .
        uint8)
    resultImage2 = np .empty((maxHeight , maxWidth) , dtype = np .
        uint8)

    # wspolrzedne poczatku rysowania obrazu 1 w srodku
    startWidthCoord = int(round((maxWidth - width1) / 2))
    startHeightCoord = int(round((maxHeight - height1) / 2))

    # wypelnienie obrazu czarny kolorem
    for i in range(0 , maxHeight):
        for j in range(0 , maxWidth):
            resultImage1 [i , j] = 1

```

```
# narysowanie wysrodkowanego obrazu
for i in range(0, height1):
    for j in range(0, width1):
        resultImage1[i + startHeightCoord, j + startWidthCoord] =
            self.im1[i, j]

# wspolrzedne poczatku rysowania obrazu 1 w srodku
startWidthCoord = int(round((maxWidth - width2) / 2))
startHeightCoord = int(round((maxHeight - height2) / 2))

# wypelnienie obrazu czarnym kolorem
for i in range(0, maxHeight):
    for j in range(0, maxWidth):
        resultImage2[i, j] = 1

# narysowanie wysrodkowanego obrazu
for i in range(0, height2):
    for j in range(0, width2):
        resultImage2[i + startHeightCoord, j + startWidthCoord] =
            self.im2[i, j]

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage1, "L"), Image.
              fromarray(resultImage2, "L"))
    self.save(resultImage1, self.im1Name, "unificationGeo")
    self.save(resultImage2, self.im2Name, "unificationGeo")
```

2.2 Ujednolicenie obrazów szarych rozdzielczościowe

Opis algorytmu

Operacja ujednoliciania obrazów dzieli się na dwa etapy. Pierwszym jest ujednolicenie geometryczne, drugim zaś ujednolicenie rozdzielczościowe.

Operacja rozdzielczościowego ujednolicenia obrazów następuje po ujednoliceniu geometrycznym i polega na wypełnieniu obrazu pikslami, a brakujące piksele powinny być zinterpolowane.

1. Wypełnij cały obraz pikslami o znanej wartości zachowując pewien odstęp między nimi.
2. Każdemu pikselowi o nieznanej wartości przypisz zinterpolowaną wartość znanych pikseli z jego bezpośredniego otoczenia.



Rysunek 2.3: Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)



Rysunek 2.4: Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)

Listing 2.2: Rastrowe ujednolicianie obrazów szarych

```

def rasterGray( self , show = False ):
    # pierwszy jest ZAWSZE wiekszy
    width1 = self .im1.shape [1]
    width2 = self .im2.shape [1]

    height1 = self .im1.shape [0]
    height2 = self .im2.shape [0]

    scaleW = width1 / width2
    scaleH = height1 / height2

    # alokacja pamieci na obrazy wynikowe
    resultImage1 = np .zeros((height1 , width1) , dtype = np .uint8)
    resultImage2 = np .zeros((height1 , width1) , dtype = np .uint8)
    tmp = np .zeros((height1 , width1) , dtype = np .uint8)

    for i in range( height1 ):
        for j in range( width1 ):
            resultImage1 [i , j] = self .im1 [i , j]

    # wypelnianie
    count = 0
    for i in range( height2 ):
        for j in range( width2 ):
            if count == 0:
                resultImage2 [int (scaleH*i) , int (round (scaleW*j)) + 1] =
                    self .im2 [i , j]
                count += 1
            if count == 1:
                resultImage2 [int (round (scaleH*i)) + 1 , int (scaleW*j)] =
                    self .im2 [i , j]
                count = 0

    # interpolacja
    for i in range( height1 ):
        for j in range( width1 ):
            value = 0
            n = 0
            tmp [i , j] = resultImage2 [i , j]
            if resultImage2 [i , j] < 1:
                for iOff in range(-1, 2):

```

```
for jOff in range(-1, 2):
    iSafe = i if ((i + iOff) > (height1 - 2)) | ((i +
        iOff) < 0) else (i + iOff)
    jSafe = j if ((j + jOff) > (width1 - 2)) | ((j +
        jOff) < 0) else (j + jOff)
    if resultImage2[iSafe, jSafe] > 0:
        value += resultImage2[iSafe, jSafe]
        n += 1
    tmp[i, j] = value / n
    resultImage2[i, j] = tmp[i, j]

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage1, "L"), Image.
        fromarray(resultImage2, "L"))
self.save(resultImage1, self.im1Name, "unificationRas")
self.save(resultImage2, self.im2Name, "unificationRas")
```

2.3 Ujednolicenie obrazów RGB geometryczne

Opis algorytmu

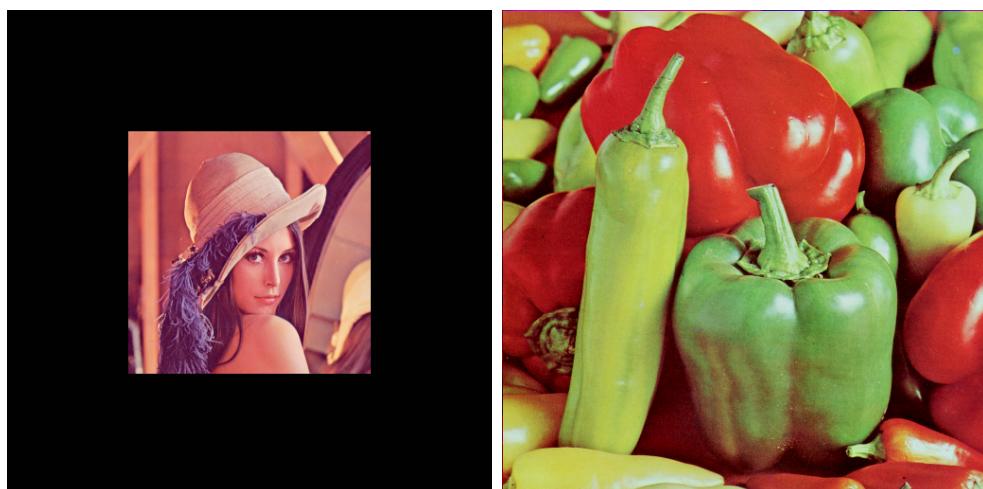
Operacja ujednolicania obrazów dzieli się na dwa etapy. Pierwszym jest ujednolicenie geometryczne, drugim zaś ujednolicenie rozdzielczościowe.

Operacja geometrycznego ujednolicenia obrazów polega na doprowadzeniu obydwu obrazów do takiej samej liczby wierszy pikseli w każdym obrazie i takiej samej liczby kolumn pikseli w każdym obrazie.

1. Wybierz największą wysokość i największą szerokość z dwóch obrazów.
2. Jeśli dany obraz ma mniejszą szerokość albo wysokość, wypełnij różnicę pikslami o wartości 1 dla każdego z kanałów R, G i B (aby uniknąć dzielenia przez 0).



Rysunek 2.5: Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (256x256), obraz 2 (512x512)



Rysunek 2.6: Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)

Listing 2.3: Geometryczne ujednolicianie obrazów barwnych

```

def geometricColor(self , show = False):
    # najwieksza szerokosc sposrod dwuch obrazow
    width1 = self.im1.shape[1]
    width2 = self.im2.shape[1]
    maxWidth = width1 if width1 > width2 else width2

    # najwieksza wysokosc sposrod dwuch obrazow
    height1 = self.im1.shape[0]
    height2 = self.im2.shape[0]
    maxHeight = height1 if height1 > height2 else height2

    # alokacja pamieci na obrazy wynikowe
    resultImage1 = np.empty((maxHeight , maxWidth , 3) , dtype = np.
        uint8)
    resultImage2 = np.empty((maxHeight , maxWidth , 3) , dtype = np.
        uint8)

    # wspolrzedne poczatku rysowania obrazu 1 w srodku
    startWidthCoord = int(round((maxWidth - width1) / 2))
    startHeightCoord = int(round((maxHeight - height1) / 2))

    # wypelnienie obrazu czarnym kolorem
    for i in range(0 , maxHeight):
        for j in range(0 , maxWidth):
            resultImage1[i , j] = (1 , 1 , 1)

    # narysowanie wysrodkowanego obrazu
    for i in range(0 , height1):
        for j in range(0 , width1):
            resultImage1[i + startHeightCoord , j + startWidthCoord] =
                self.im1[i , j]

    # wspolrzedne poczatku rysowania obrazu 1 w srodku
    startWidthCoord = int(round((maxWidth - width2) / 2))
    startHeightCoord = int(round((maxHeight - height2) / 2))

    # wypelnienie obrazu czarnym kolorem
    for i in range(0 , maxHeight):
        for j in range(0 , maxWidth):
            resultImage2[i , j] = (1 , 1 , 1)

```

```
# narysowanie wysrodkowanego obrazu
for i in range(0, height2):
    for j in range(0, width2):
        resultImage2[ i + startHeightCoord , j + startWidthCoord ] =
            self .im2[ i , j ]

if show:
    self .show( Image .fromarray( resultImage1 , "RGB" ) , Image .
        fromarray( resultImage2 , "RGB" ) )
self .save( resultImage1 , self .im1Name , "unificationGeo" )
self .save( resultImage2 , self .im2Name , "unificationGeo" )
```

2.4 Ujednolicenie obrazów RGB rozdzielczościowe

Opis algorytmu

Operacja ujednoliciania obrazów dzieli się na dwa etapy. Pierwszym jest ujednolicenie geometryczne, drugim zaś ujednolicenie rozdzielczościowe.

Operacja rozdzielczościowego ujednolicenia obrazów następuje po ujednoliceniu geometrycznym i polega na wypełnieniu obrazu pikslami, a brakujące piksele powinny być zinterpolowane.

1. Wypełnij cały obraz pikslami o znanej wartości zachowując pewien odstęp między nimi.
2. Każdemu pikselowi o nieznanej wartości przypisz zinterpolowaną wartość (dla każdego z kanałów R, G, B) znanych piksli z jego bezpośredniego otoczenia.



Rysunek 2.7: Obrazy wejściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)



Rysunek 2.8: Obrazy wyjściowe (od lewej): obraz 1 (512x512), obraz 2 (512x512)

Listing 2.4: Rastrowe ujednolicianie obrazów barwnych

```

def rasterColor(self , show = False):
    # pierwszy jest ZAWSZE wiekszy
    width1 = self.im1.shape[1]
    width2 = self.im2.shape[1]

    height1 = self.im1.shape[0]
    height2 = self.im2.shape[0]

    scaleW = width1 / width2
    scaleH = height1 / height2

    # alokacja pamieci na obrazy wynikowe
    resultImage1 = np.zeros((height1 , width1 , 3) , dtype = np.
                           uint8)
    resultImage2 = np.zeros((height1 , width1 , 3) , dtype = np.
                           uint8)
    tmp = np.zeros((height1 , width1 , 3) , dtype = np.uint8)

    for i in range(height1):
        for j in range(width1):
            resultImage1[i , j] = self.im1[i , j]

    # wypelnianie
    count = 0
    for i in range(height2):
        for j in range(width2):

```

```

if count == 0:
    resultImage2[int(scaleH*i), int(round(scaleW*j)) + 1] =
        self.im2[i, j]
    count += 1
if count == 1:
    resultImage2[int(round(scaleH*i)) + 1, int(scaleW*j)] =
        self.im2[i, j]
    count = 0

# interpolacja
for i in range(height1):
    for j in range(width1):
        r, g, b = 0, 0, 0
        n = 0
        tmp[i, j] = resultImage2[i, j]
        if (resultImage2[i, j][0] < 1) & (resultImage2[i, j][1] <
            1) & (resultImage2[i, j][2] < 1):
            for iOff in range(-1, 2):
                for jOff in range(-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height1 - 2)) | ((i +
                        iOff) < 0) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width1 - 2)) | ((j +
                        jOff) < 0) else (j + jOff)
                    if (resultImage2[iSafe, jSafe][0] > 0) | (
                        resultImage2[iSafe, jSafe][1] > 0) | (
                        resultImage2[iSafe, jSafe][2] > 0):
                        r += resultImage2[iSafe, jSafe][0]
                        g += resultImage2[iSafe, jSafe][1]
                        b += resultImage2[iSafe, jSafe][2]
                        n += 1
        tmp[i, j] = (r/n, g/n, b/n)
        resultImage2[i, j] = tmp[i, j]

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage1, "RGB"), Image.
        fromarray(resultImage2, "RGB"))
self.save(resultImage1, self.im1Name, "unificationRas")
self.save(resultImage2, self.im2Name, "unificationRas")

```

Rozdział 3

Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych

1. Sumowanie (określonej) stałej z obrazem oraz dwóch obrazów
2. Mnożenie obrazu przez zadaną liczbę oraz przez inny obraz
3. Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem
4. Potęgowanie obrazu (z zadana potęgą)
5. Dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę oraz przez inny obraz
6. Pierwiastkowanie obrazu
7. Logarytmowanie obrazu

Rozdział 4

Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych

1. sumowanie (określonej) stałej z obrazem oraz dwóch obrazów
2. mnożenie obrazu przez zadaną liczbę oraz przez inny obraz
3. mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem
4. potęgowanie obrazu (z zadaną potegą)
5. dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę oraz przez inny obraz
6. pierwiastkowanie obrazu
7. logarytmowanie obrazu

Rozdział 5

Operacje geometryczne na obrazie

1. przemieszczenie obrazu o zadany wektor
2. jednorodne i niejednorodne skalowanie obrazu
3. obracanie obrazu o dowolny kąt
4. symetrie względem osi układu i zadanej prostej
5. wycinanie fragmentów obrazu
6. kopiowanie fragmentów obrazów

Rozdział 6

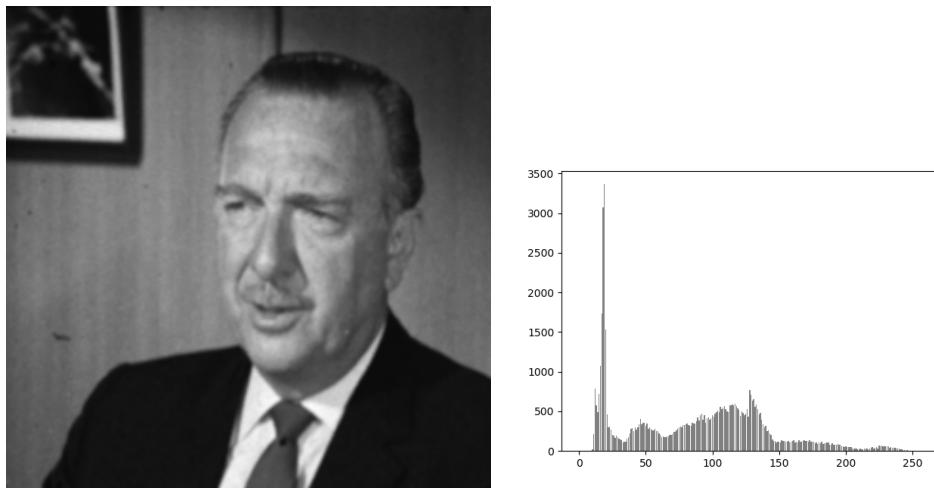
Operacje na histogramie obrazu szarego

6.1 Obliczanie histogramu

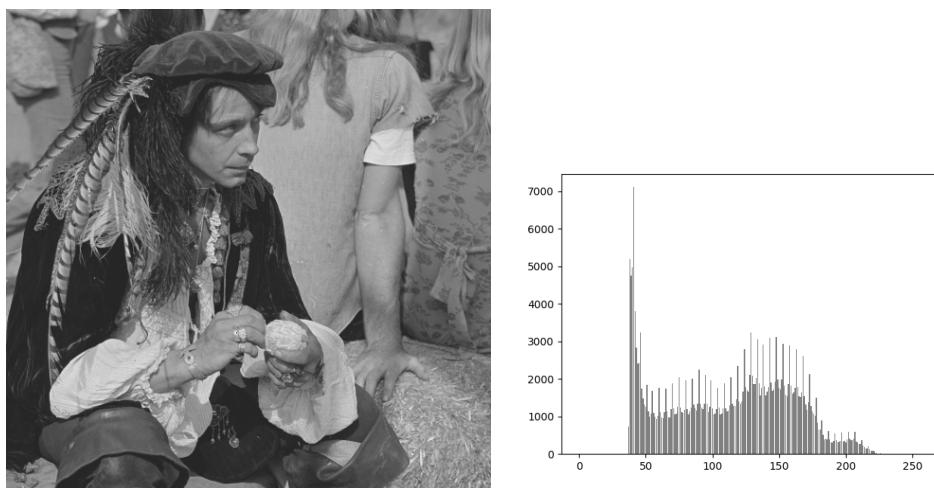
Opis algorytmu

Histogram obrazu szarego jest wykresem częstości występowania wartości szarości piksli w obrazie tj. przyporządkowuje liczbę pikseli do danego poziomu szarości.

1. Zaalokuj tablicę 256 elementową (tyle, ile poziomów szarości w obrazie)
2. Dla każdego piksela:
3. Zwięksź element tablicy o indeksie równym pozycji szarości danego piksela



Rysunek 6.1: Obraz szary, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.2: Obraz szary, histogram szarości tego obrazu

Listing 6.1: Obliczanie histogramu

```
def calculate(self, plot = False, image = None):
    if image is None:
        image = self.im

    width = image.shape[1]      # szereoksc
    height = image.shape[0]     # wysokosc
    hist = [0] * 256            # histogram szarosci

    for i in range(height):
        for j in range(width):
            bin = image[i, j]    # odcien szarosci
            hist[bin] += 1

    if plot:
        # tablica [0, 1, ..., 254, 255]
        bins = np.arange(256)
        self.plotHistogram(bins, hist)

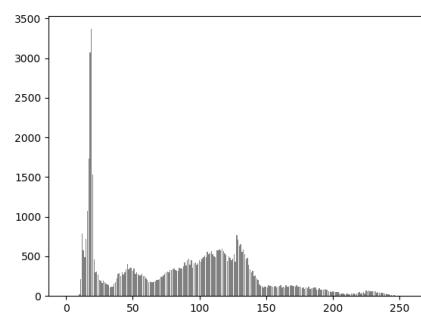
    return hist
```

6.2 Przemieszczanie histogramu

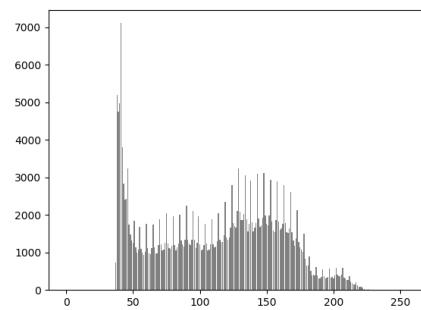
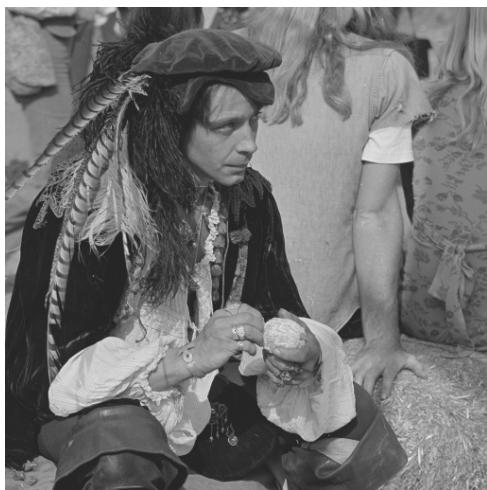
Opis algorytmu

Przemieszczenie histogramu polega na dodaniu lub odjęciu tej samej wartości od poziomu szarości każdego piksla w obrazie. W rezultacie obraz jest odpowiednio równomiernie rozjaśniony bądź przyciemniony. Nie można przekroczyć przyjętego zakresu poziomów szarości.

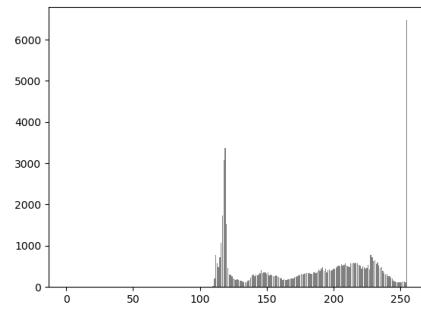
1. Do każdej wartości piksla dodaj podaną stałą o którą chcesz przemieścić histogram.
2. Jeśli wartość piksla po operacji dodawania wykracza poza zakres 255:
 3. Przypisz jej wartość 255.
 4. Jeśli wartość piksla po operacji dodawania jest mniejsza od 0:
 5. Przypisz jej wartość 0.



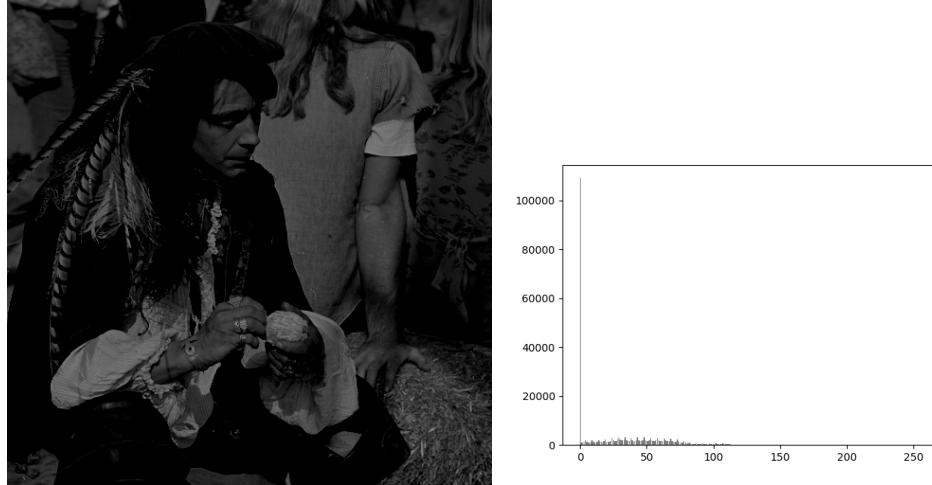
Rysunek 6.3: Obraz szary wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.5: Obraz szary wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.4: Obraz szary przesunięty o 100, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.6: Obraz szary pryesunięty o -100, histogram szarości tego obrazu

Listing 6.2: Przemieszczenie histogramu

```
def move( self , const = 0 , show = False , plot = False ):
    width = self .im .shape [1]      # szereoksc
    height = self .im .shape [0]     # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width ) , dtype=np .uint8)

    # przemieszczenie
    for i in range( height ):
        for j in range( width ):
            value = int( self .im [i , j ]) + const
            if value < 0:
                value = 0
            elif value > 255:
                value = 255
            resultImage [i , j ] = value

    if show:
        self .show( Image .fromarray( resultImage , "L" ))
        self .calculate( plot , resultImage )
        self .save( resultImage , self .imName , "moveHist" )
```

6.3 Rozciąganie histogramu

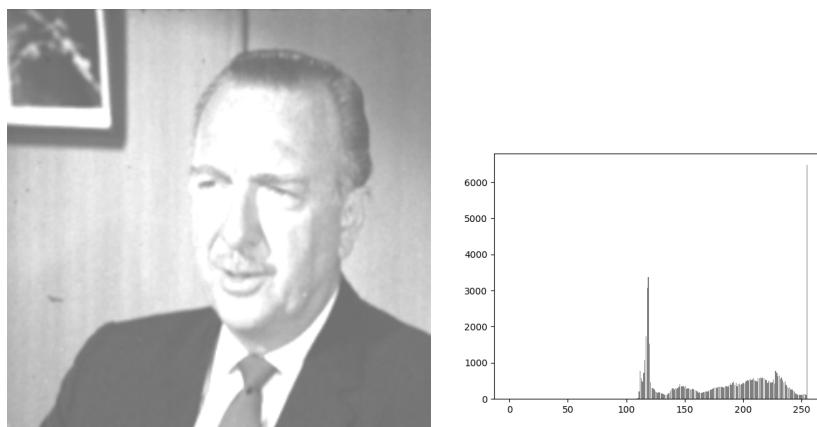
Opis algorytmu

Rozciągania histogramu dokonuje się na obrazie, którego poziomy szarości nie są rozpięte na cały możliwy zakres np. [51, 233]. Operacja rozciągnięcia histogramu rozciągnie histogram tak, aby był rozpięty na cały możliwy zakres poziomów szarości np. [0, 255].

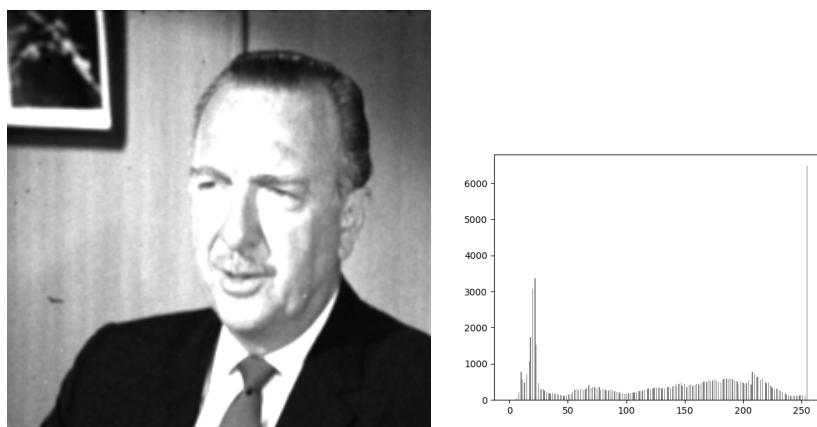
1. Znajdź w obrazie największą(\max) i najmniejszą(\min) wartość piksla
2. Dla każdego piksla:
3. Oblicz nową wartość piksla stosując wzór:

$$P_n = 255 / (\max - \min) * (P_o - \min).$$

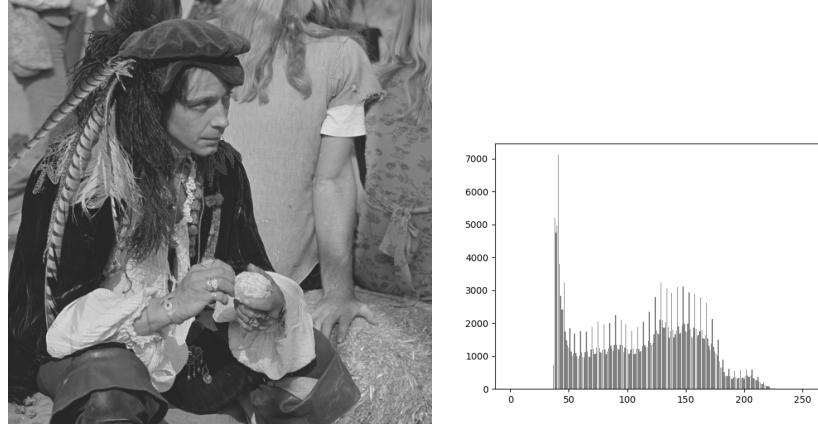
W taki sposób, jeśli odcienie szarości obrazu wejściowego były w zakresie np. [12, 239], po operacji rozciągania histogramu, odcienie szarości będą w zakresie [0, 255]



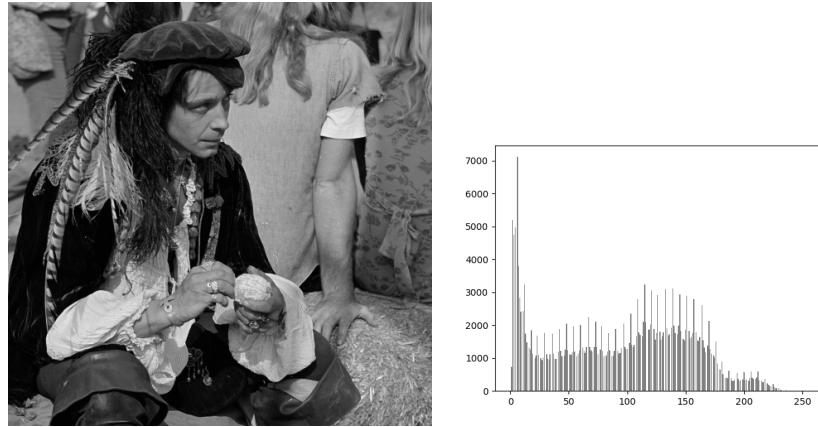
Rysunek 6.7: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.8: Obraz po rozciagnięciu, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.9: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.10: Obraz po rozciągnięciu, histogram szarości tego obrazu

Listing 6.3: Rozciąganie histogramu

```
def stretch(self , show = False , plot = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height , width) , dtype=np.uint8)
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            resultImage[i , j] = self.im[i , j]

# wartosc min i max w obrazie
    maxValue = 0
    minValue = 255
    while maxValue != 255:
```

```
# wartosci max i min w obrazie
for i in range(height):
    for j in range(width):
        currValue = resultImage[i, j]
        maxValue = max(maxValue, currValue)
        minValue = min(minValue, currValue)

# rozciaganie
for i in range(height):
    for j in range(width):
        pix = resultImage[i, j]
        resultImage[i, j] = ((255 / (maxValue - minValue)) * (pix
            - minValue))

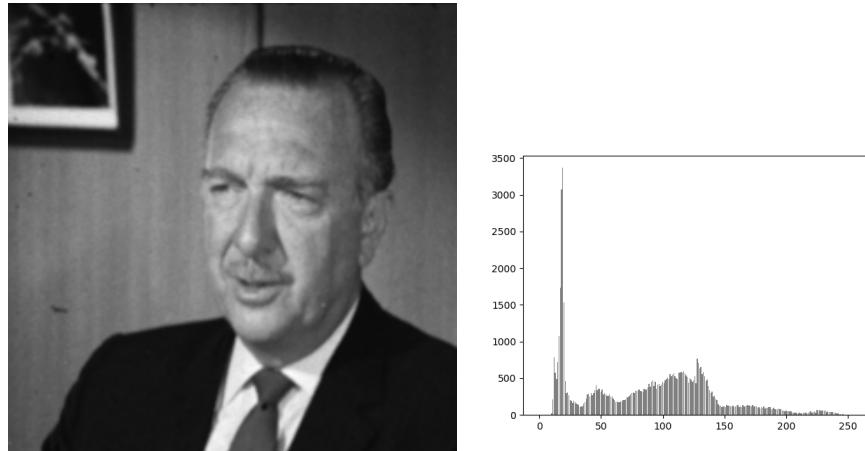
if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
self.calculate(plot, resultImage)
self.save(resultImage, self.imName, "stretchHist")
```

6.4 Progowanie lokalne

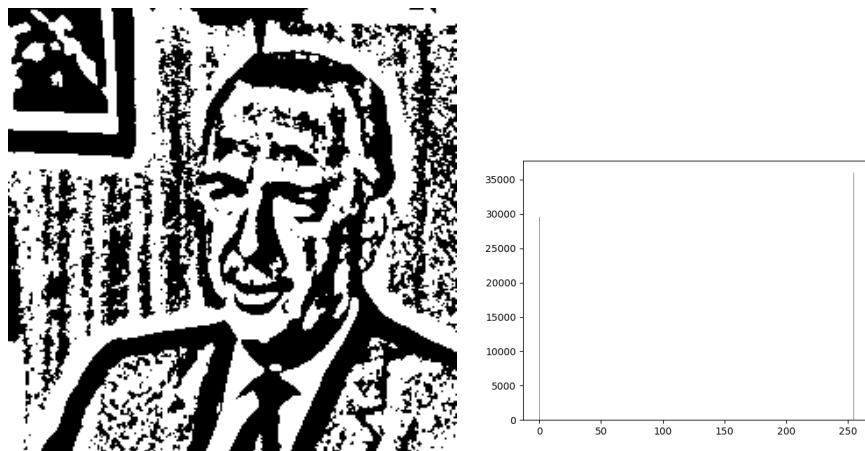
Opis algorytmu

Progowanie lokalne oblicza wartość progową dla każdego piksla z osobna. Jest to jedna z metod binaryzacji obrazu, która w wyniku dokładniej odwzorowuje kształt obiektu na obrazie.

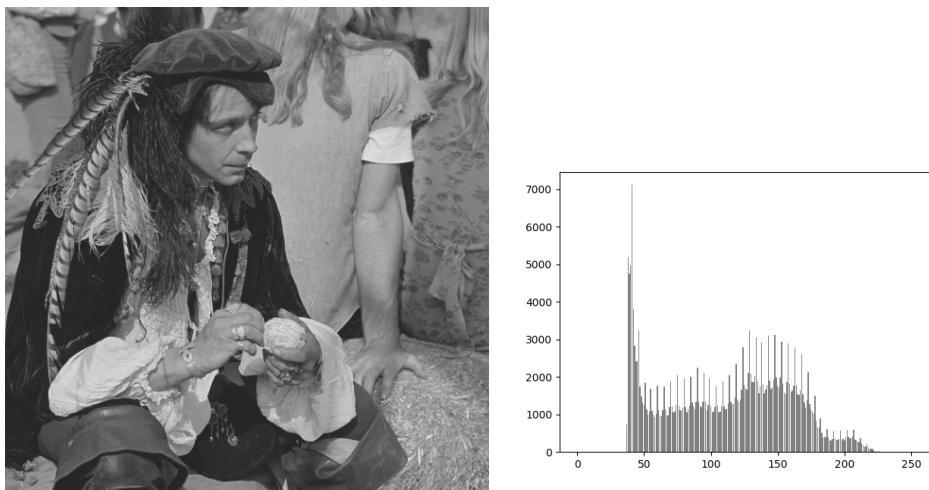
1. Zdefiniuj wielkość otoczenia piksla (musi być nieparzysta, po to, aby mógł istnieć piksel środkowy).
2. Dla każdego piksla:
 3. Oblicz wartość progową jako średnią wartość piksli w otoczeniu danego piksla.
 4. Jeśli wartość piksla środkowego jest < 0 :
 5. Przypisz mu wartość 0.
 6. W przeciwnym przypadku przypisz mu wartość 255.



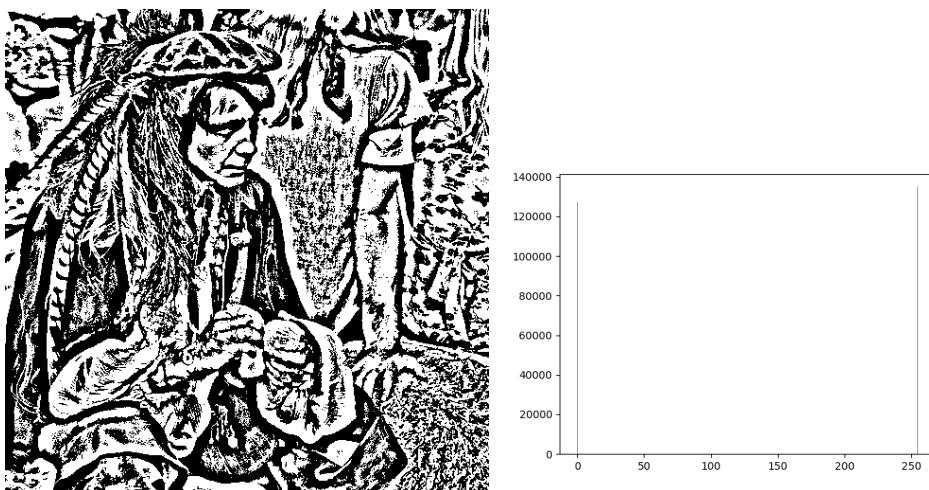
Rysunek 6.11: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.12: Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.13: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.14: Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu

Listing 6.4: Progowanie lokalne

```
def localThreshold(self, dim = 3, show = False, plot = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc
    l, r = -(int(round(dim / 2))), int(round(dim / 2) + 1)  # wsp
    . sasiadow

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width), dtype=np.uint8)

    # progowanie lokalne
    for i in range(height):
```

```
for j in range(width):
    n = 0
    threshold = 0
    currPix = self.im[i, j]
    for iOff in range(l, r):
        for jOff in range(l, r):
            iSafe = i if ((i + iOff) > (height + 1)) else (i + iOff)
            jSafe = j if ((j + jOff) > (width + 1)) else (j + jOff)
            threshold += self.im[iSafe, jSafe]
            n += 1
    threshold = int(round(threshold / n))
    resultImage[i, j] = 0 if (currPix < threshold) else 255

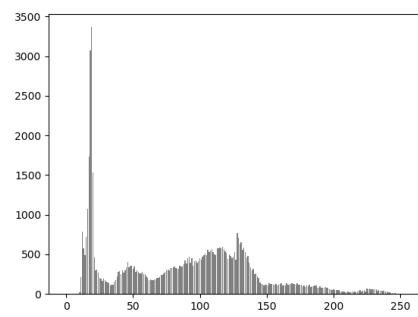
if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
    self.calculate(plot, resultImage)
    self.save(resultImage, self.imName, "locThreshold")
```

6.5 Progowanie globalne

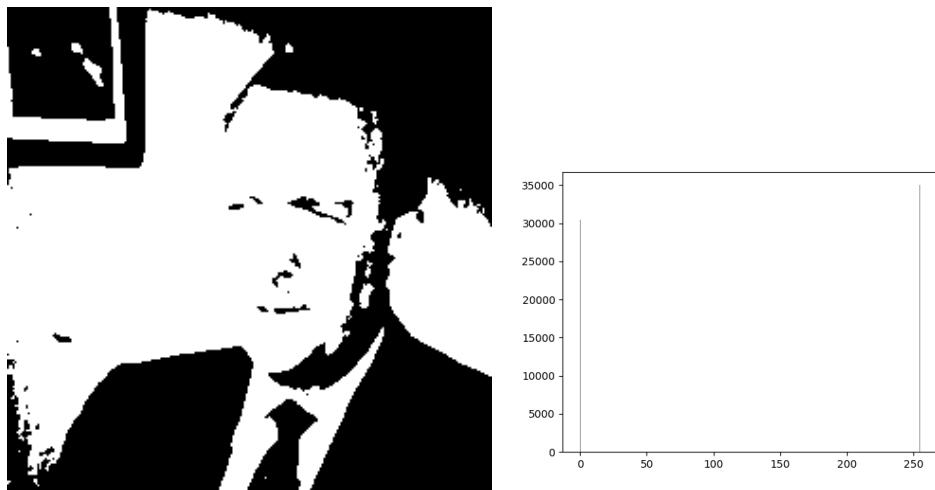
Opis algorytmu

Progowanie globalne jest jedną z metod binaryzacji obrazu. Wartość progowa jest ustalana globalnie biorąc pod uwagę wartość każdego piksla w obrazie, po czym stosując wyliczony próg aby nadać nową wartość każdemu pikselowi obraz w wyniku jest binarny.

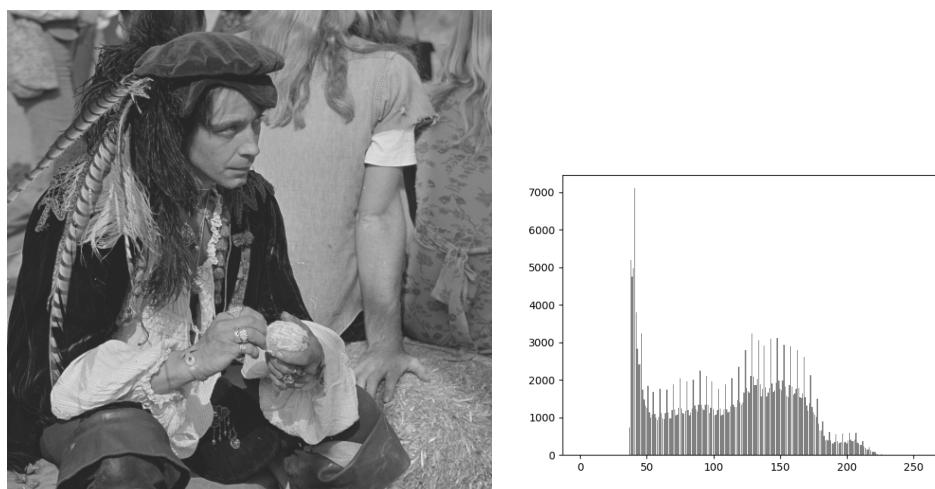
1. Oblicz wartość progową T , jako średnią wartość z wszystkich pikseli w obrazie
2. Dla każdego piksla:
 3. Jeśli wartość danego piksla jest $< T$:
 4. przypisz mu wartość 0.
 5. W przeciwnym przypadku przypisz mu wartość 255.



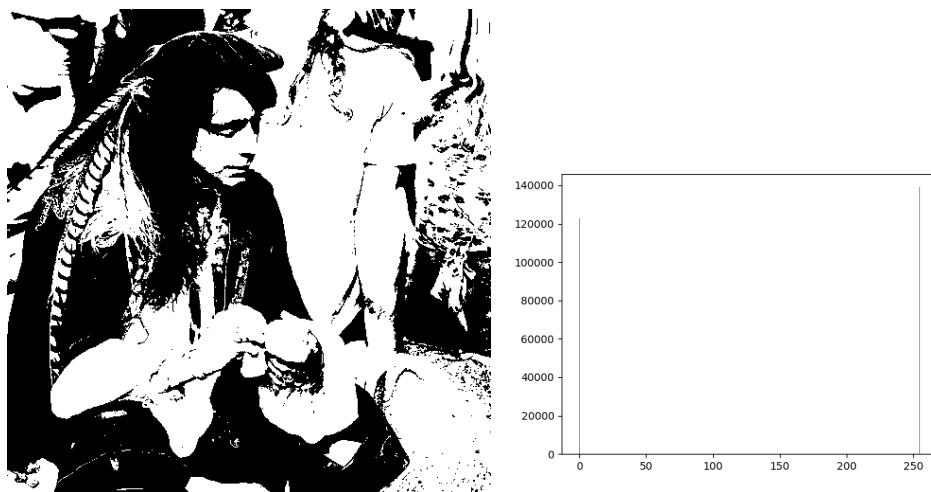
Rysunek 6.15: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.16: Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.17: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 6.18: Obraz po progowaniu z parametrem 20, histogram szarości tego obrazu

Listing 6.5: Progowanie globalne

```

def globalThreshold(self, show = False, plot = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width), dtype=np.uint8)

    # prog globalny
    threshold = 0
    n = 0
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            threshold += self.im[i, j]
            n += 1
        threshold = int(round(threshold / n))

    # binaryzacja
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            resultImage[i, j] = 0 if (self.im[i, j] < threshold) else
                255

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
        self.calculate(plot, resultImage)
        self.save(resultImage, self.imName, "globThreshold")

```

Rozdział 7

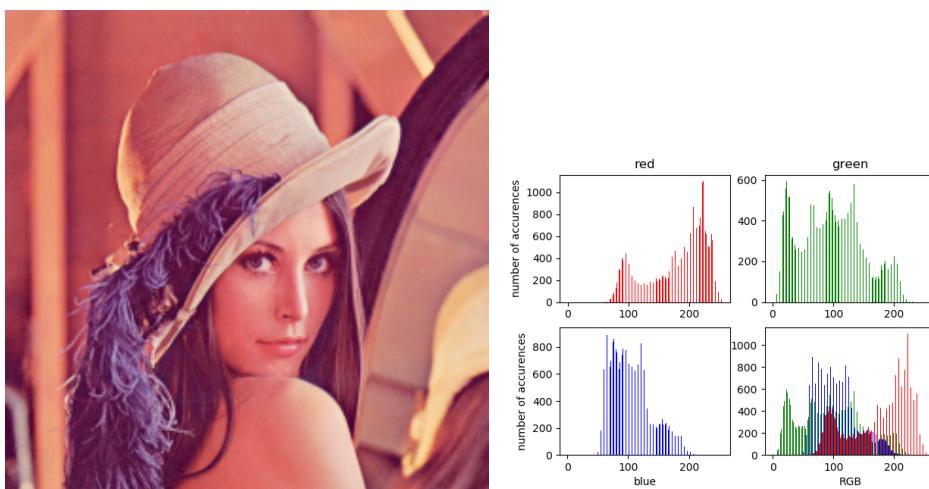
Operacje na histogramie obrazu barwowego

7.1 Obliczanie histogramu

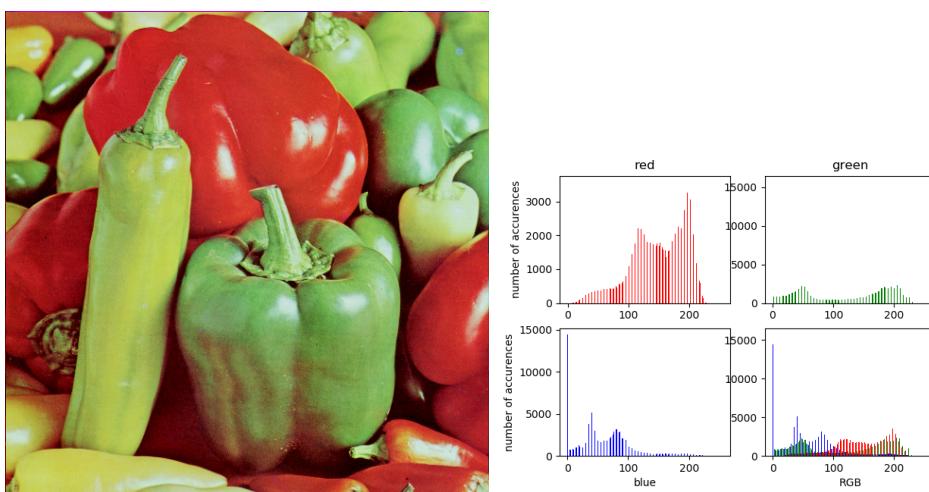
Opis algorytmu

Histogram obrazu barwnego jest wykresem częstości występowania wartości barwy piksli w obrazie tj. przyporządkowuje liczbę piskli do danego poziomu barwy.

1. Zaalokuj 3 tablice 256 elementowe (tyle, ile poziomów barw w obrazie)
2. Dla każdego piskla:
3. Dla każdej barwy:
4. Zwięksź element tablicy danej barwy o indeksie równym poziomie tej barwy danego piskla



Rysunek 7.1: Obraz barwny, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.2: Obraz barwny, histogram barw tego obrazu

Listing 7.1: Obliczanie histogramu

```
def calculate(self, plot = False, image = None):
    if image is None:
        image = self.im

    width = image.shape[1]           # szerokosc
    height = image.shape[0]          # wysokosc
    hist = [0] * 3                  # histogram RGB
    hist[0] = [0] * 256              # histogram R
    hist[1] = [0] * 256              # histogram G
    hist[2] = [0] * 256              # histogram B

    for i in range(height):
        for j in range(width):
            bin = image[i, j]
            for k in range(3):
                hist[k][bin[k]] += 1

    if plot:
        # tablica [0, 1, ..., 254, 255]
        bins = np.arange(256)
        self.plotHistogram(bins, hist)

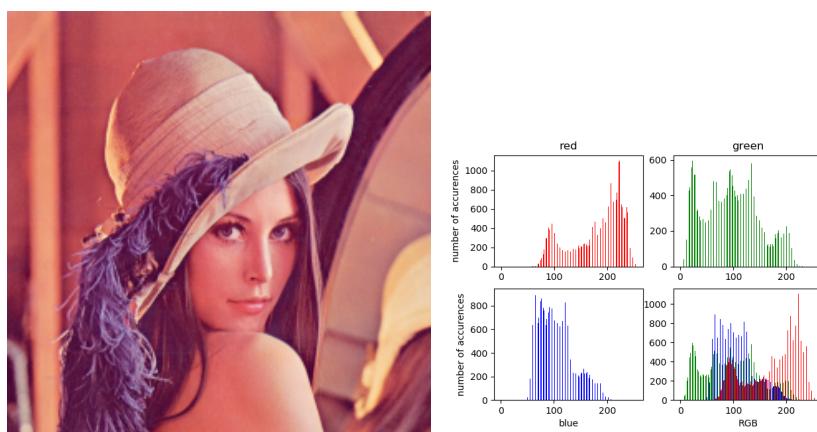
    return hist                      # [0] - hist R, [1] - hist G, [2]
                                    - hist B
```

7.2 Przemieszczanie histogramu

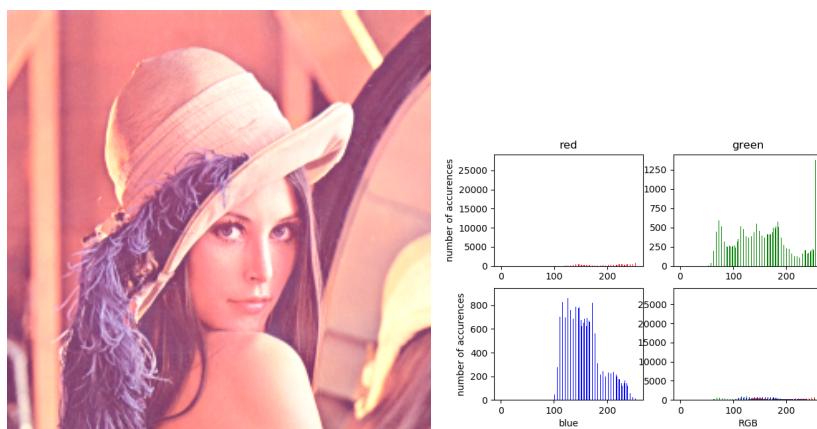
Opis algorytmu

Przemieszczanie histogramu polega na dodaniu lub odjęciu tej samej wartości od poziomu każdej z barw każdego piksla w obrazie. W rezultacie obraz jest odpowiednio równomiernie rozjaśniony bądź przyciemniony. Nie można przekroczyć przyjętego zakresu poziomu barwy.

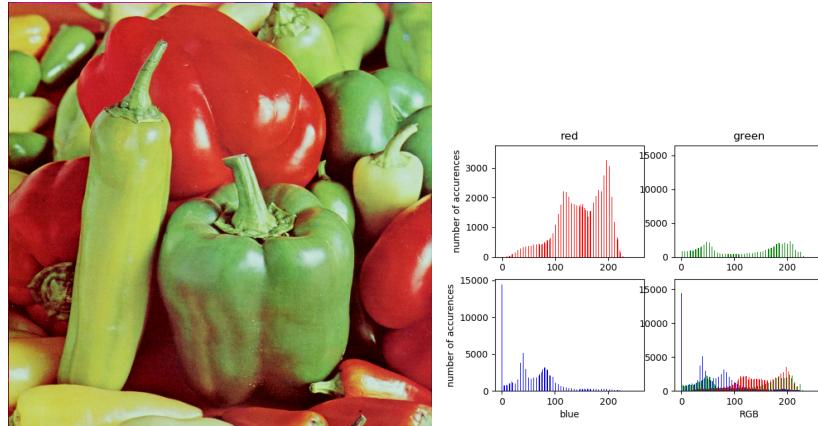
1. Do każdej wartości barwy piksla dodaj podaną stałą, o której chcesz przemieścić histogram.
2. Jeśli wartość barwy piksla po operacji dodawania wykracza poza zakres 255: Przypisz jej wartość 255.
3. Jeśli wartość piksla po operacji dodawania jest mniejsza od 0: Przypisz jej wartość 0.



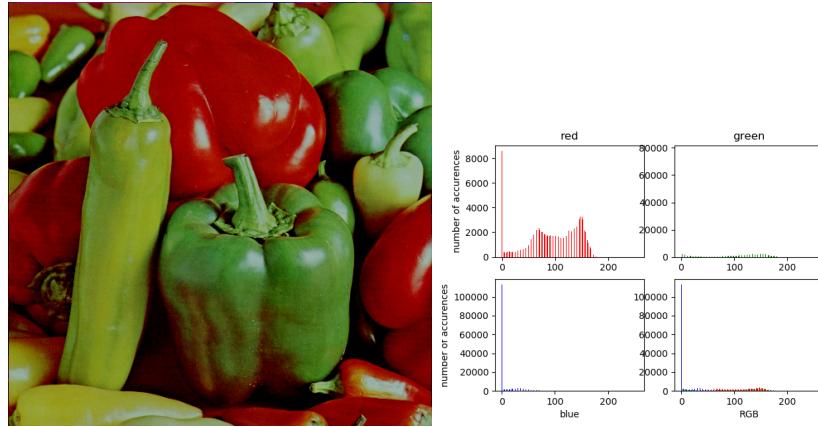
Rysunek 7.3: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.4: Obraz wyjściowy przesunięty o 50, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.5: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.6: Obraz wyjściowy przesunięty o -50, histogram barw tego obrazu

Listing 7.2: Przemieszczanie histogramu

```

def move( self , const = 0 , show = False , plot = False ) :
    width = self .im .shape [1]      # szereoksc
    height = self .im .shape [0]     # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)

    # przemieszczanie
    for i in range( height ) :
        for j in range( width ) :
            value = self .im [i , j]
            for k in range( len( value )) :
                v = value [k]
                v += const

```

```
if v < 0:  
    v = 0  
elif v > 255:  
    v = 255  
value[k] = v  
resultImage[i, j] = value  
  
if show:  
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))  
    self.calculate(plot, resultImage)  
    self.save(resultImage, self.imName, "moveHist")
```

7.3 Rozciąganie histogramu

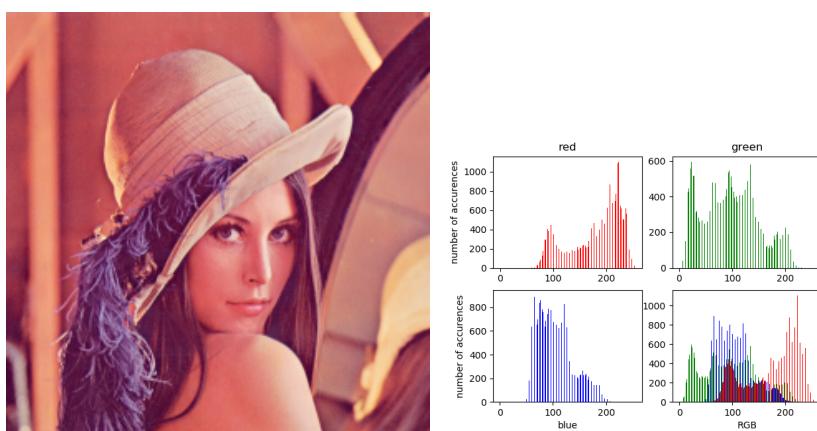
Opis algorytmu

Rozciągania histogramu dokonuje się na obrazie, którego poziomy barw nie są rozpięte na cały możliwy zakres np. [51, 233]. Operacja rozciągnięcia histogramu rozciągnie histogram tak, aby był rozpięty na cały możliwy zakres poziomów barw np. [0, 255].

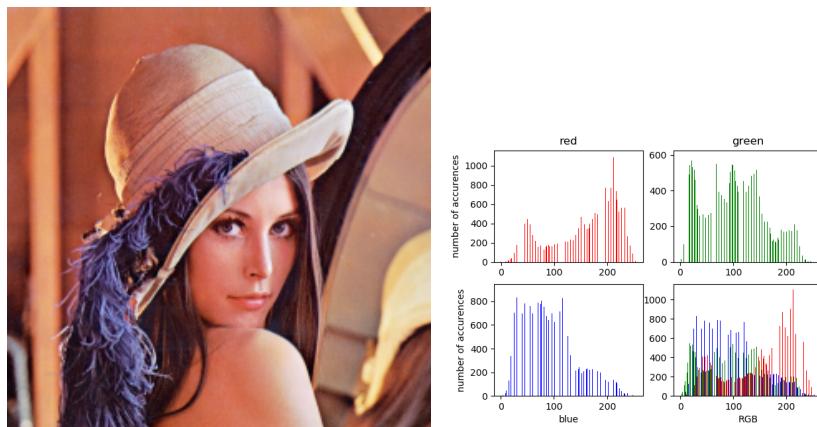
1. Znajdź w obrazie największą(\max_c) i najmniejszą(\min_c) wartość piksla dla każdej z barw(c)
2. Dla każdego piksla(P_o):
3. Dla każdej z barw(c):
4. Oblicz nową wartość piksla(P_n) stosując wzór:

$$P_n = 255 / (\max_c - \min_c) * (P_o - \min_c).$$

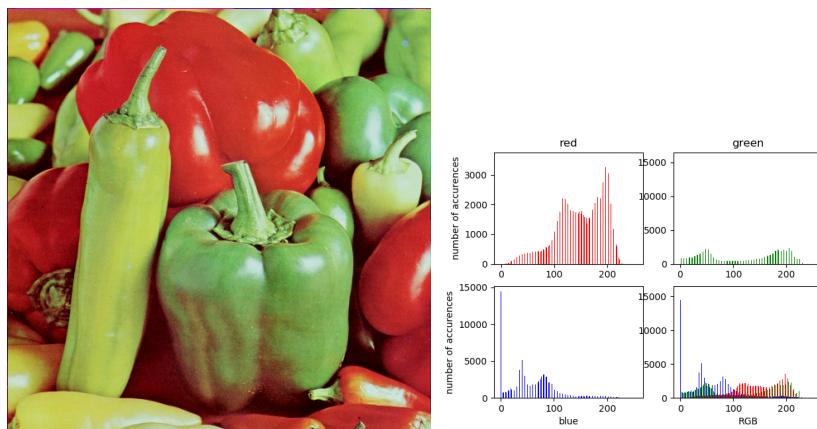
W taki sposób, jeśli barwy obrazu wejściowego były w zakresie np. [12, 239], po operacji rozciągania histogramu, będą w zakresie [0, 255].



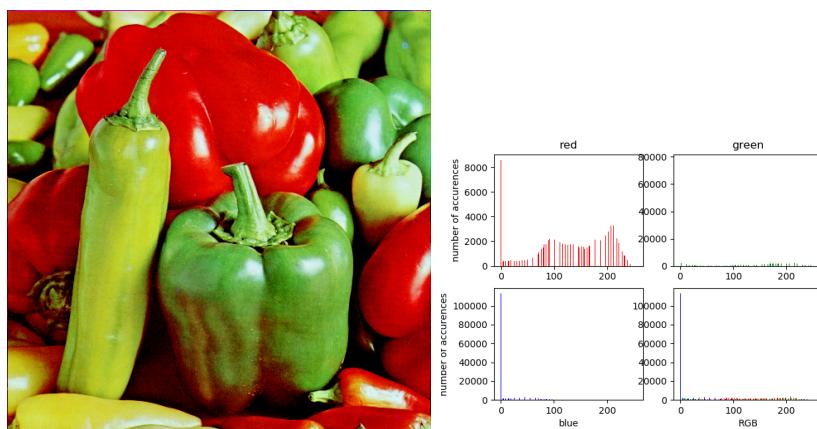
Rysunek 7.7: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.8: Obraz po rozciagnięciu, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.9: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.10: Obraz po rozciagnięciu, histogram barw tego obrazu

Listing 7.3: Rozciąganie histogramu

```

def stretch(self , show = False , plot = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]    # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            resultImage[i , j] = self.im[i , j]

    # wartosci min i max w obrazie
    maxValue = [0] * 3
    minValue = [255] * 3
    while (maxValue[0] != 255) & (maxValue[1] != 255) & (maxValue[2] != 255):
        # wartosci max i min w obrazie
        for i in range(height):
            for j in range(width):
                currValue = resultImage[i , j]
                for k in range(3):
                    maxValue[k] = max(maxValue[k] , currValue[k])
                    minValue[k] = min(minValue[k] , currValue[k])

    # rozciaganie
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            pix = resultImage[i , j]
            for k in range(3):
                pix[k] = ((255 / (maxValue[k] - minValue[k])) * (pix[k] - minValue[k]))
            resultImage[i , j] = pix

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage , "RGB"))
        self.calculate(plot , resultImage)
        self.save(resultImage , self.imName , "stretchHist")

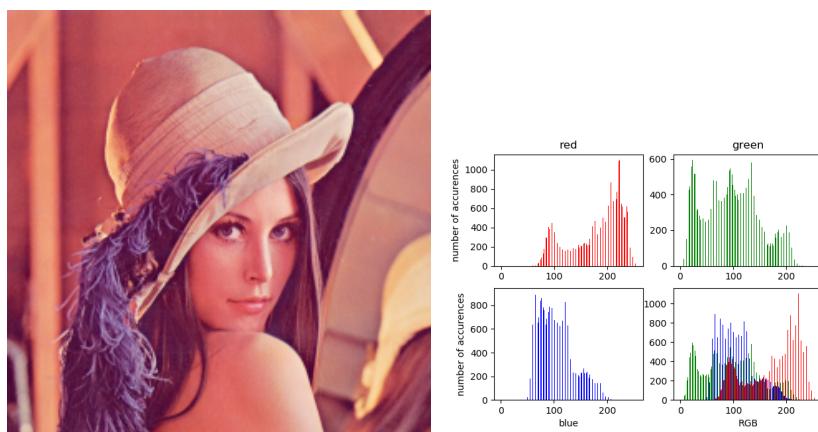
```

7.4 Progowanie 1-progowe lokalne

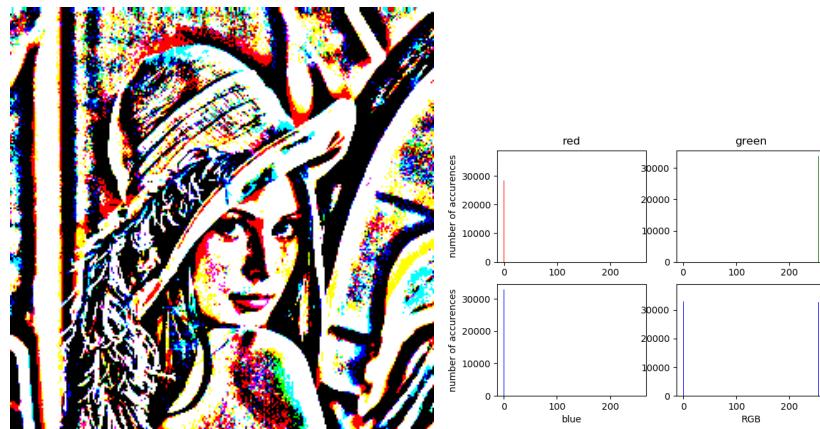
Opis algorytmu

Progowanie 1-progowe lokalne oblicza wartość progową dla każdego piksla z osobna. W wyniku takiego progowania obraz dokładniej odwzorowuje kształt obiektu. Próg obliczany jest jako średnia wartość piksli w obrazie, dla każdego kanału z osobna.

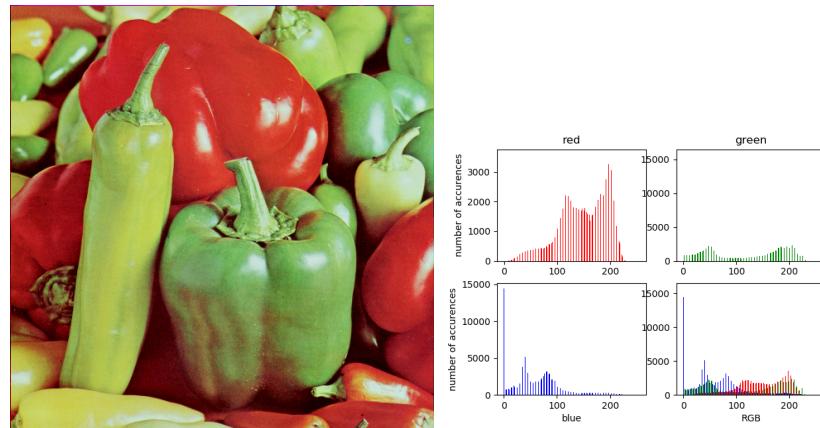
1. Zdefiniuj wielkość otoczenia piksła (musi być nieparzysta, po to, aby mógł istnieć piksel środkowy).
2. Dla każdego piksła(P):
3. Dla każdego kanału(C):
4. Oblicz wartość progową T_C jako średnią wartość piksli P_C w otoczeniu danego piksła(P).
5. Jeśli wartość piksła P_C jest $< T_C$:
6. Przypisz mu wartość 0.
7. W przeciwnym przypadku przypisz mu wartość 255.



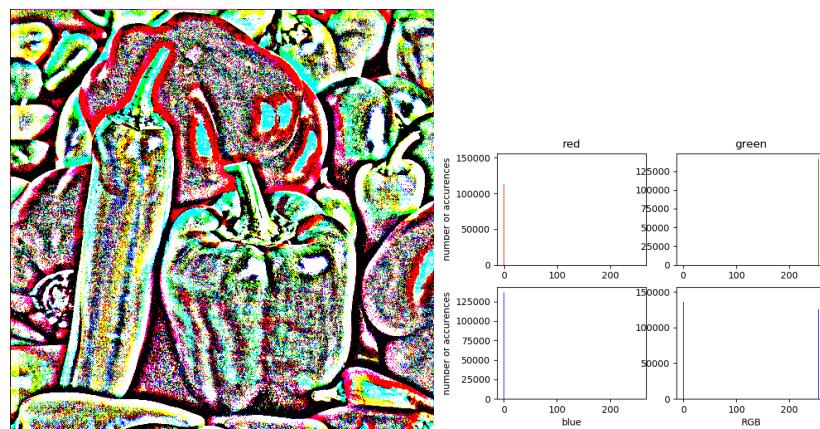
Rysunek 7.11: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 7.12: Obraz po progowaniu z otoczeniem piksla 21x21, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 7.13: Obraz wejściowy, histogram szarości tego obrazu



Rysunek 7.14: Obraz po progowaniu z otoczeniem piksla 21x21, histogram szarości tego obrazu

Listing 7.4: Progowanie 1-progowe lokalne

```

def localSingleThreshold(self, dim = 3, show = False, plot =
    False):
    width = self.im.shape[1]      # szereokosc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc
    low, up = -(int(dim / 2)), (int(dim / 2) + 1) # wsp.
        sasiadow

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width, 3), dtype=np.uint8)
    tmp = np.empty((height, width, 3))
    tmp2 = np.empty((height, width, 3))

    # progowanie lokalne
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            n = 0
            r = 0
            g = 0
            b = 0
            currPix = self.im[i, j]
            for iOff in range(low, up):
                for jOff in range(low, up):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height + low)) | ((i +
                        iOff) < 0) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width + low)) | ((j +
                        jOff) < 0) else (j + jOff)
                    r += int(self.im[iSafe, jSafe][0])
                    g += int(self.im[iSafe, jSafe][1])
                    b += int(self.im[iSafe, jSafe][2])
                    n += 1
            r = int(round(r / n))
            g = int(round(g / n))
            b = int(round(b / n))
            resultImage[i, j] = (0 if (currPix[0] < r) else 255, 0 if
                (currPix[1] < g) else 255, 0 if (currPix[2] < b)
                else 255)

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))
        self.calculate(plot, resultImage)
        self.save(resultImage, self.imName, "localSingleThreshold")

```

7.5 Progowanie wielo-progowe lokalne

Opis algorytmu

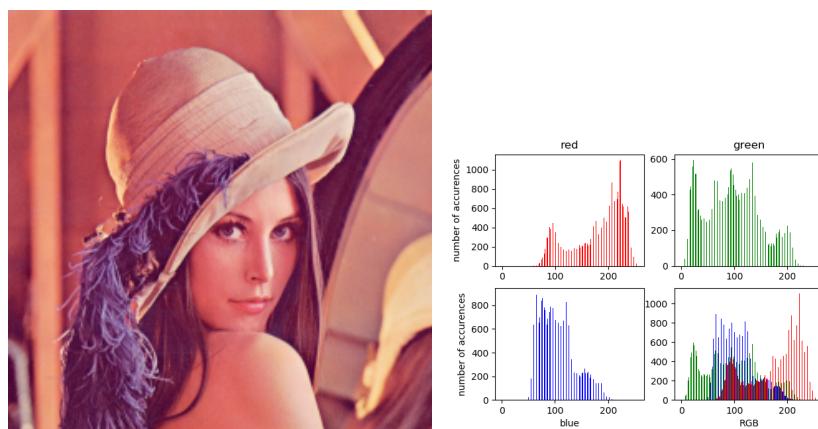
Progowanie wielo-progowe lokalne oblicza wartości progowe dla każdego piksla z osobna. W wyniku takiego progowania obraz ma mniejszą ilość kolorów w obrazie. Progi obliczane są dla każdego kanału z osobna.

1. Zdefiniuj wielkość otoczenia piksla (musi być nieparzysta, po to aby mógł istnieć piksel środkowy).
2. Zdefiniuj ilość progów(T).
3. Dla każdego piksla(P):
4. Dla każdego kanału(C):
5. Znajdź $MAX(P_C)$ i $MIN(P_C)$.
6. Oblicz skalę(S_C) wg. wzoru:

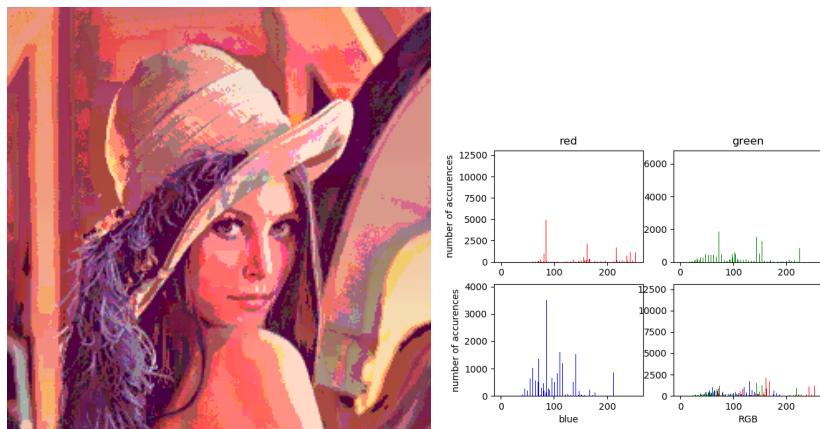
$$S_C = \frac{MAX(P_C)}{(T-1)}.$$

7. Jeśli $S_C = 0$:
8. Przypisz S_C wartość 1 (aby uniknąć dzielenia przez 0).
9. Wylicz nową wartość piksla(P_{C_n}) wg. wzoru:

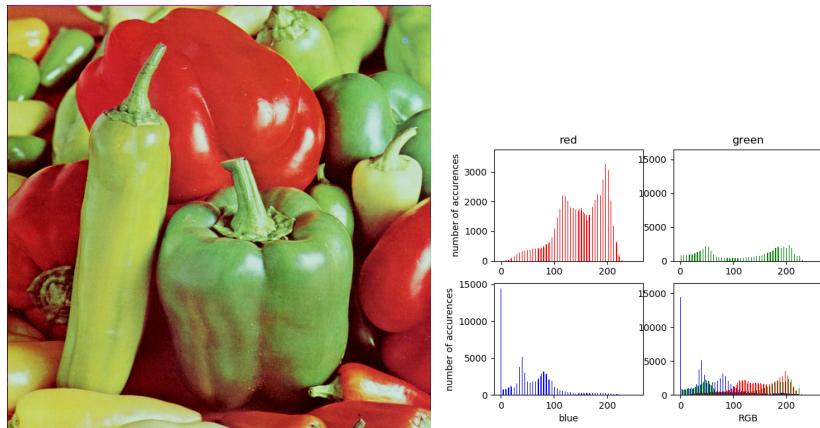
$$P_{C_n} = \lceil \frac{P_C}{S_C} \rceil * S_C.$$



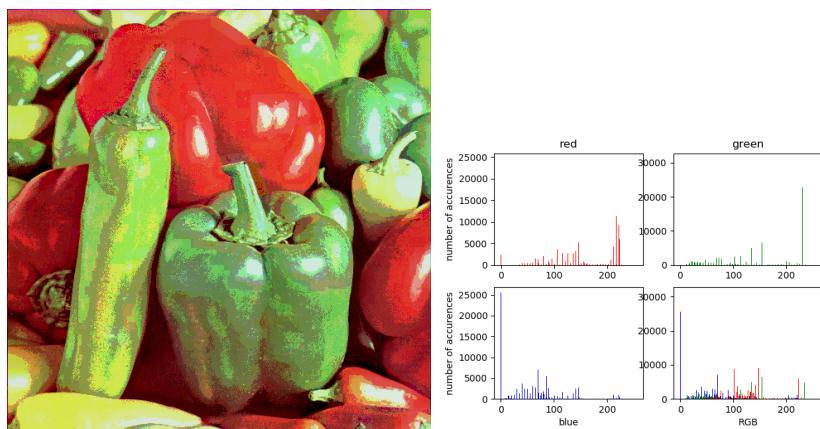
Rysunek 7.15: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.16: Obraz po progowaniu lokalnym (okno 21x21, progi 4), histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.17: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.18: Obraz po progowaniu lokalnym (okno 21x21, progi 4), histogram barw tego obrazu

Listing 7.5: Progowanie wielo-progowe lokalne

```

def localMultiThreshold( self , dim=3, bins=4, show=False , plot=
    False ):

    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc
    low , up = -(int(dim / 2)) , (int(dim / 2) + 1)  # wsp.
        # sasiadow

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)

    # progowanie lokalne
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            n = 0
            r = 0
            g = 0
            b = 0
            currPix = self .im [i , j]
            maxValue = [0] * 3
            minValue = [255] * 3
            for iOff in range(low , up):
                for jOff in range(low , up):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height + low)) | ((i +
                        iOff) < 0) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width + low)) | ((j +
                        jOff) < 0) else (j + jOff)
                    currValue = self .im [iSafe , jSafe]
                    for k in range(3):
                        maxValue [k] = max(maxValue [k] , currValue [k])
                        minValue [k] = min(minValue [k] , currValue [k])
                    scale = [0] * 3
                    for k in range(3):
                        scale [k] = maxValue [k] / (bins - 1)
                        if scale [k] == 0:
                            scale [k] = 1
                    for k in range(3):
                        v = int(round(currPix [k] / scale [k])) * scale [k]
                        currPix [k] = v
                    resultImage [i , j] = currPix

    if show:
        self .show(Image .fromarray(resultImage , "RGB"))

```

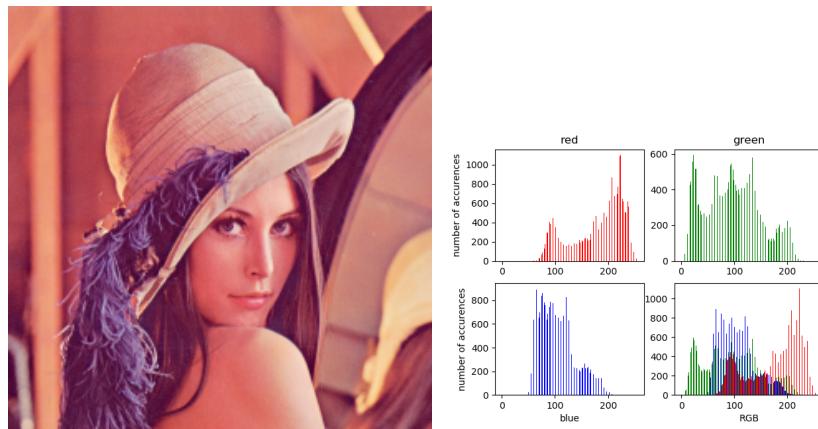
```
self.calculate(plot, resultImage)
self.save(resultImage, self.imName, "localMultiThreshold")
```

7.6 Progowanie 1-progowe globalne

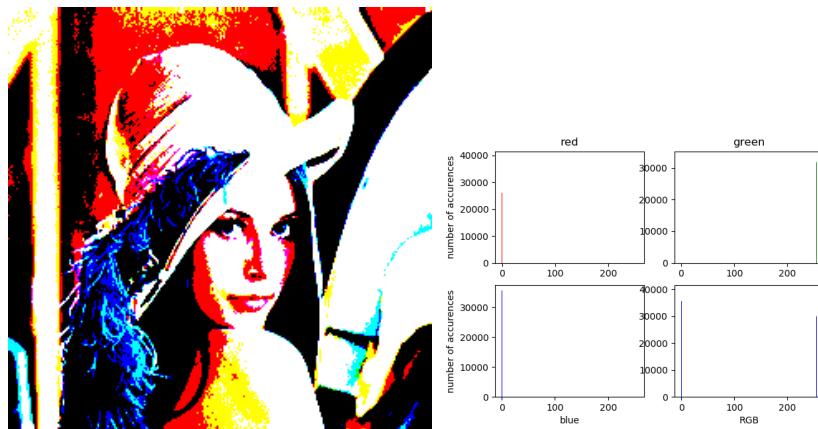
Opis algorytmu

W progowaniu 1-progowym globalnym wartość progowa jest ustalana globalnie dla każdego kanału z osobna, biorąc pod uwagę wartość każdego piksla w obrazie. Następnie, tak wyliczona wartość progowa, jest stosowana do nadania każdemu pikslowi nową wartość.

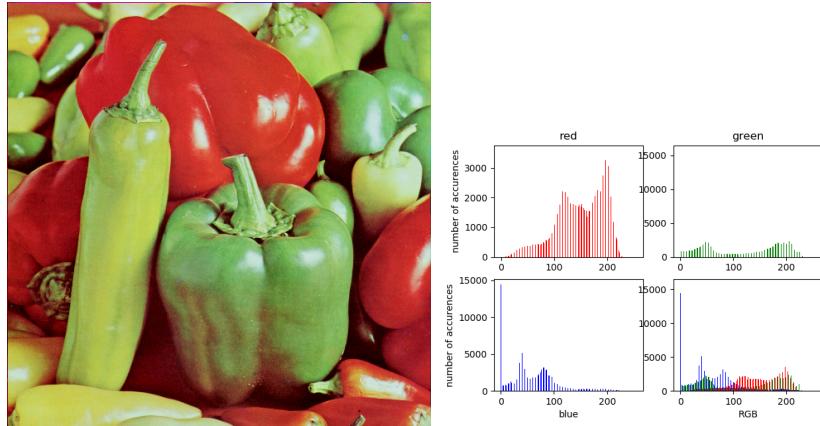
1. Dla każdego kanału(C):
2. Oblicz wartość progową T_C , jako średnią wartość z wszystkich pikseli P_C w obrazie.
3. Dla każdego piksela(P):
4. Dla każdego kanału(C):
5. Jeśli wartość P_C danego piksela jest $< T_C$:
6. przypisz mu wartość 0.
7. W przeciwnym przypadku przypisz mu wartość 255.



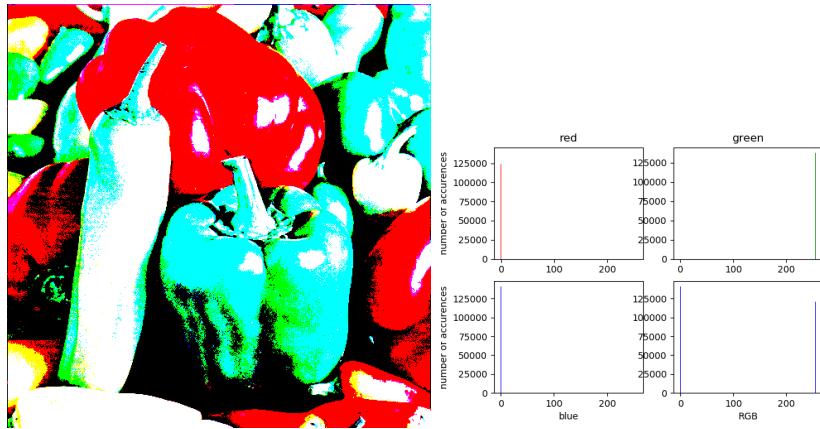
Rysunek 7.19: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.20: Obraz po progowaniu 1-progowym globalnym, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.21: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.22: Obraz po progowaniu 1-progowym globalnym, histogram barw tego obrazu

Listing 7.6: Progowanie 1-progowe globalne

```

def globalSingleThreshold(self , show = False , plot = False) :
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)
tmp = np.empty((height , width , 3))
tmp2 = np.empty((height , width , 3))

# prog globalny
globalR = 0
globalG = 0
globalB = 0
nR = 0

```

```
nG = 0
nB = 0
for i in range(height):
    for j in range(width):
        globalR += self.im[i, j][0]
        nR += 1
        globalG += self.im[i, j][1]
        nG += 1
        globalB += self.im[i, j][2]
        nB += 1
    globalR = int(round(globalR / nR))
    globalG = int(round(globalG / nG))
    globalB = int(round(globalB / nB))

# kwantzyacja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        resultImage[i, j] = (0 if (self.im[i, j][0] < globalR)
                           else 255, 0 if (self.im[i, j][1] < globalG) else 255,
                           0 if (self.im[i, j][2] < globalB) else 255)

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))
self.calculate(plot, resultImage)
self.save(resultImage, self.imName, "globalSingleThreshold")
```

7.7 Progowanie wielo-progowe globalne

Opis algorytmu

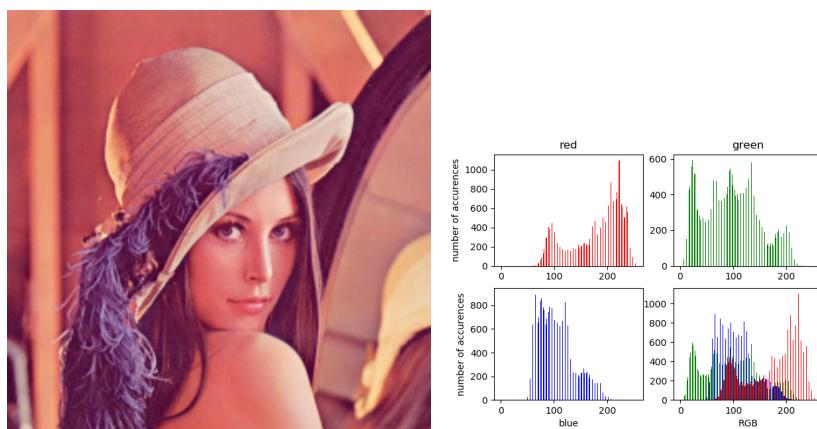
W progowaniu wielo-progowym globalnym wartości progowe są ustalane dla każdego kanału z osobna, biorąc pod uwagę wartość każdego piksla w obrazie. Następnie, tak wyliczona wartość progowa, jest stosowana do nadania każdemu pikslowi nowej wartości.

1. Zdefiniuj ilość progów(T).
2. Dla każdego piksla(P):
3. Dla każdego kanału(C):
4. Znajdź $MAX(P_C)$ i $MIN(P_C)$.
5. Oblicz skalę(S_C) wg. wzoru:

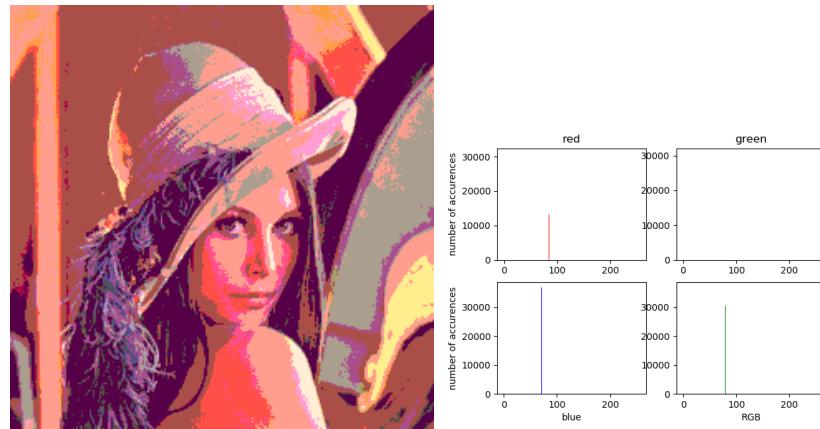
$$S_C = \frac{MAX(P_C)}{(T-1)}.$$

6. Dla każdego piksla(P):
7. Dla każdego kanału(C):
8. Wylicz nową wartość piksla(P_{C_n}) wg. wzoru:

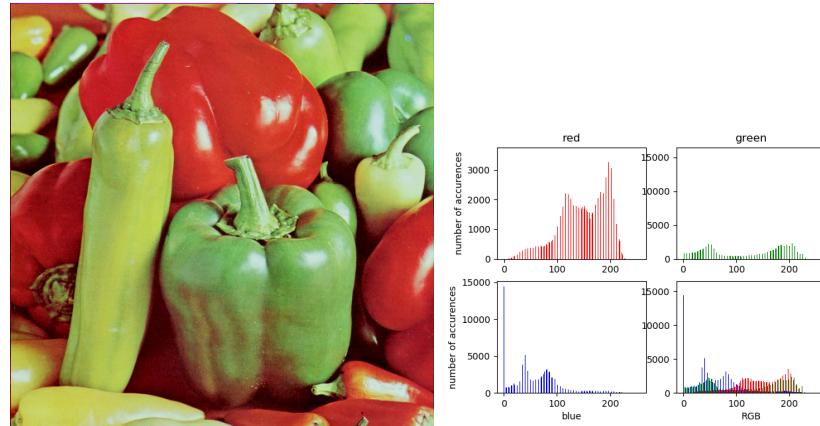
$$P_{C_n} = \lceil \frac{P_C}{S_C} \rceil * S_C.$$



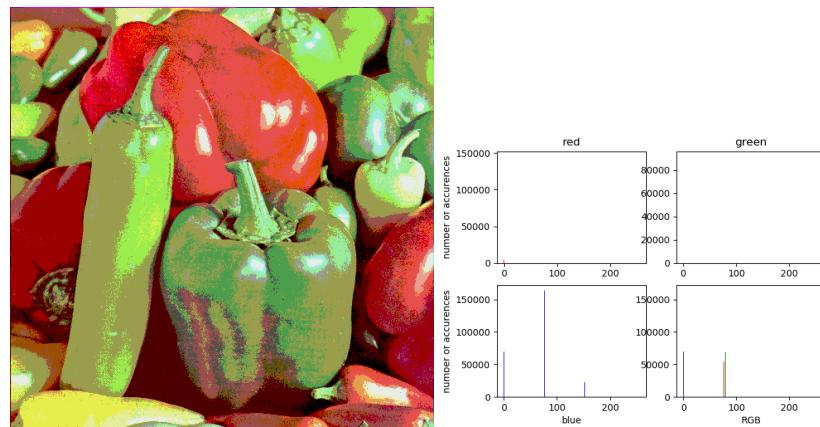
Rysunek 7.23: Obraz wejściowy, histogram barw tego obrazu



Rysunek 7.24: Obraz po progowaniu wielo-progowym globalnym (progi 4), histogramy barw tego obrazu



Rysunek 7.25: Obraz wejściowy, histogramy barw tego obrazu



Rysunek 7.26: Obraz po progowaniu wielo-progowym globalnym (progi 4), histogramy barw tego obrazu

Listing 7.7: Progowanie wielo-progowe globalne

```

def globalMultiThreshold(self , bins = 4, show = False , plot =
False):
    width = self.im.shape[1]      # szereoksc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)

maxValue = [0] * 3
minValue = [255] * 3
# wartosci max i min w obrazie
for i in range(height):
    for j in range(width):
        currValue = self.im[i , j]
        for k in range(3):
            maxValue[k] = max(maxValue[k] , currValue[k])
            minValue[k] = min(minValue[k] , currValue[k])

scale = [0] * 3
for k in range(3):
    scale[k] = maxValue[k] / (bins - 1)

for i in range(height):
    for j in range(width):
        pix = self.im[i , j]
        for k in range(3):
            pix[k] = int(round(pix[k] / scale[k])) * scale[k]
        resultImage[i , j] = pix

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage , "RGB"))
    self.calculate(plot , resultImage)
    self.save(resultImage , self.imName, "globalMultiThreshold")

```

Rozdział 8

Operacje morfologiczne na obrazach binarnych

1. okrawanie(erodzja) 2. nakładanie (dylatacja) 3. otwarcie 4. zamknięcie

Rozdział 9

Operacje morfologiczne na obrazach szarych

1. okrawanie(erozja) 2. nakładanie (dylatacja) 3. otwarcie 4. zamknięcie

Rozdział 10

Filtrowanie liniowe i nieliniowe

10.1 Filtr dolnoprzepustowy uśredniający

Opis algorytmu

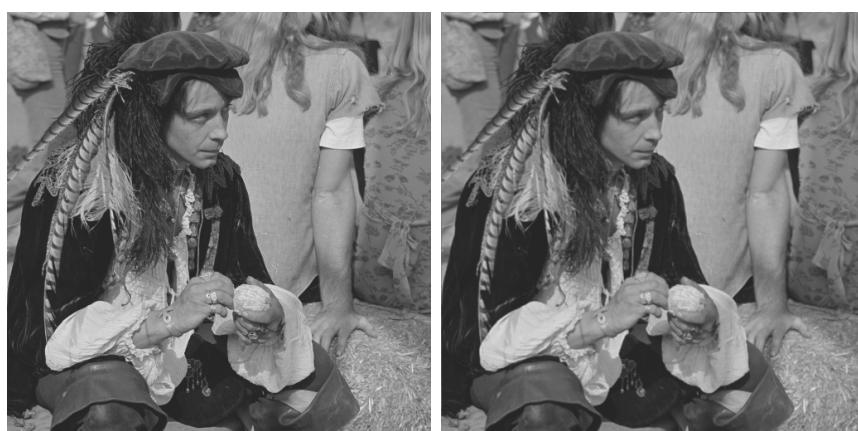
Filtr uśredniający jest podstawowym filtrem dolnoprzepustowym, jego wynikiem jest uśrednienie każdego piksla razem ze swoimi sąsiadami. Maska:

$$\frac{1}{9} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdej barwy:
3. Zsumuj wartości barwy piksli, otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Sumę barwy podziel przez sumę wag maski.
5. Przypisz nową wartość barwy pikselowi P .



Rysunek 10.1: Obraz wejściowy, obraz uśredniony



Rysunek 10.2: Obraz wejściowy, obraz uśredniony



Rysunek 10.3: Obraz wejściowy, obraz uśredniony



Rysunek 10.4: Obraz wejściowy, obraz uśredniony

Listing 10.1: Filtr dolnoprzepustowy uśredniający (obraz szary)

```

def averageGray(self , show = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereokosc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width) , dtype=np.uint8)

mask = np.ones((3 , 3))

# wygladzanie
for i in range(height):
    for j in range(width):
        avg = 0
        n = 0
        for iOff in range(-1, 1):
            for jOff in range(-1, 1):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                avg += self.im[iSafe , jSafe] * mask[iOff + 1 , jOff +
                    1]
                n += mask[iOff + 1 , jOff + 1]
        avg = int(round(avg / n))
        resultImage[i , j] = avg

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage , "L"))
    self.save(resultImage , self.imName, "lowpassAvg")

```

Listing 10.2: Filtr dolnoprzepustowy uśredniający (obraz barwny)

```

def averageColor ( self , show = False ) :
    width = self .im .shape [1]      # szereoksc
    height = self .im .shape [0]     # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)

    mask = np .ones ((3 , 3))

    # wygladzanie
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            avgr = 0
            avgg = 0
            avgb = 0
            n = 0
            for iOff in range (-1, 1):
                for jOff in range (-1, 1):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    avgr += self .im [iSafe , jSafe ] [0] * mask [iOff + 1 ,
                        jOff + 1]
                    avgg += self .im [iSafe , jSafe ] [1] * mask [iOff + 1 ,
                        jOff + 1]
                    avgb += self .im [iSafe , jSafe ] [2] * mask [iOff + 1 ,
                        jOff + 1]
                    n += mask [iOff + 1 , jOff + 1]
            avgr = int (round (avgr / n))
            avgg = int (round (avgg / n))
            avgb = int (round (avgb / n))
            resultImage [i , j] = (avgr , avgg , avgb)

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "RGB"))
    self .save (resultImage , self .imName , "lowpassAvg")

```

10.2 Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski

Opis algorytmu

Filtr Gaussa jest filtrem uśredniającym. Jego maska aproksymuje 2-wymiarową krzywą Gaussa. W odrużnieniu od filtru uśredniającego efekt rozmycia przez ten filtr jest mniejszy. Maska:

$\frac{1}{47}$	1	1	1	1	1
	1	4	6	4	1
	1	1	1	1	1
	1	4	6	4	1
	1	1	1	1	1

1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdej barwy:
3. Zsumuj wartości barwy piksli, otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Sumę wartości barwy podziel przez sumę wag maski.
5. Przypisz nową wartość barwy pikselowi P .



Rysunek 10.5: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa



Rysunek 10.6: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa



Rysunek 10.7: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa



Rysunek 10.8: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Gaussa

Listing 10.3: Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski (obraz szary)

```

def gaussGray( self , show = False ):
    width = self .im .shape [1]  # szerokość
    height = self .im .shape [0]  # wysokość

    # alokacja pamięci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width) , dtype=np .uint8)

    mask = np .ones((5 , 5))
    mask [1 , 1] = mask [3 , 3] = mask [1 , 3] = mask [3 , 1] = 4
    mask [1 , 2] = mask [3 , 2] = 6

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            n = 0
            value = 0
            for iOff in range (-2, 3):
                for jOff in range (-2, 3):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 2)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 2)) else (j +
                        jOff)
                    value += self .im [iSafe , jSafe] * mask [iOff + 2 , jOff
                        + 2]
                    n += mask [iOff + 2 , jOff + 2]
            value = int (round (value / n))
            resultImage [i , j] = value

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "L"))
        self .save (resultImage , self .imName , "lowpassGauss")

```

Listing 10.4: Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski (obraz barwny)

```

def gaussColor(self , show = False):
    width = self.im.shape[1]      # szereokosc
    height = self.im.shape[0]     # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)

mask = np.ones((5 , 5))
mask[1 , 1] = mask[3 , 3] = mask[1 , 3] = mask[3 , 1] = 4
mask[1 , 2] = mask[3 , 2] = 6

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        n = 0
        r , g , b = 0 , 0 , 0
        for iOff in range(-2, 3):
            for jOff in range(-2, 3):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 2)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 2)) else (j +
                    jOff)
                r += self.im[iSafe , jSafe][0] * mask[iOff + 2 , jOff +
                    2]
                g += self.im[iSafe , jSafe][1] * mask[iOff + 2 , jOff +
                    2]
                b += self.im[iSafe , jSafe][2] * mask[iOff + 2 , jOff +
                    2]
                n += mask[iOff + 2 , jOff + 2]
        r = int(round(r / n))
        g = int(round(g / n))
        b = int(round(b / n))
        resultImage[i , j] = (r , g , b)

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage , "RGB"))
    self.save(resultImage , self.imName , "lowpassGauss")

```

10.3 Operator Roberts'a

Opis algorytmu

Filtr Roberts'a jest jednym z najbardziej znanych filtrów do wykrywania krawędzi w obrazie. Wynikowa wartość składowej po zastosowaniu owego filtra może wyjść ujemna, aby temu zapobiec należy użyć wartości bezwzględnej. Filtr Roberts'a jest bardzo wrażliwy na szum i ma niski poziom reakcji na krawędź obrazu. Maska:

0	0	0
0	0	-1
0	1	0

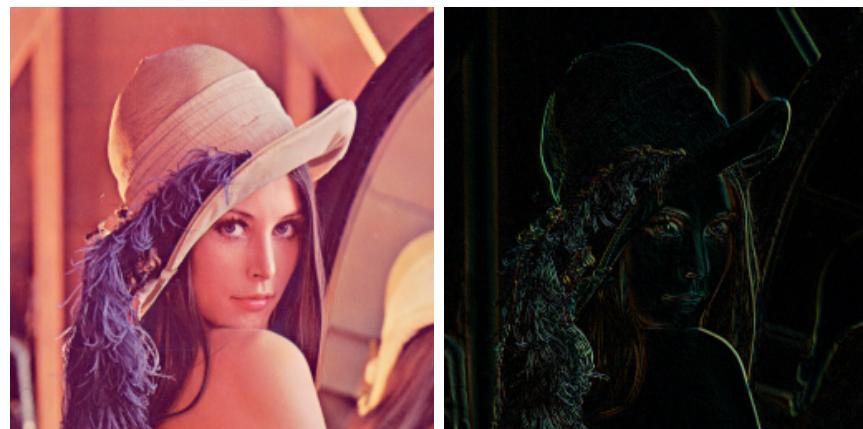
1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Zsumuj wartości piksli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
5. Przypisz nową wartość barwy pikslowi P .



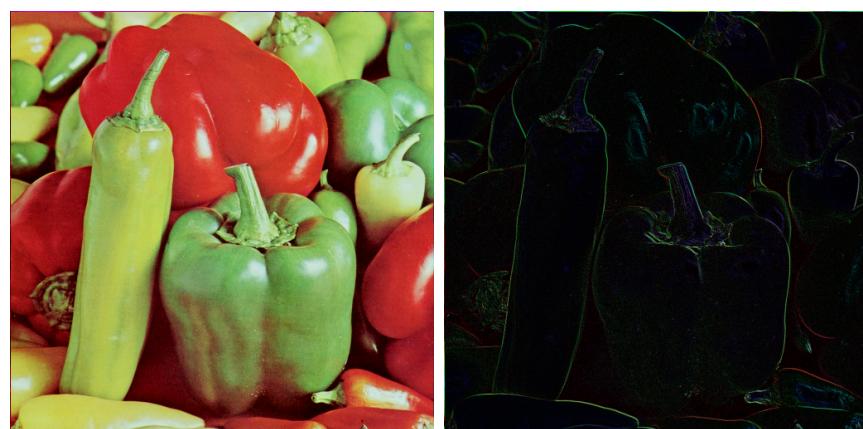
Rysunek 10.9: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a



Rysunek 10.10: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a



Rysunek 10.11: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a



Rysunek 10.12: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Roberts'a

Listing 10.5: Operator Roberts'a (obraz szary)

```

def robertsGray(self , show = False):
    width = self.im.shape[1] # szereoksc
    height = self.im.shape[0] # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width) , dtype=np.uint8)

mask = np.zeros((3 , 3))
mask[2 , 1] = 1
mask[1 , 2] = -1

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        value = 0
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                value += self.im[ iSafe , jSafe ] * mask[iOff + 1 , jOff
                    + 1]
        resultImage[i , j] = abs(value)

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage , "L"))
    self.save(resultImage , self.imName , "highpassRoberts")

```

Listing 10.6: Operator Roberts'a (obraz barwny)

```

def robertsColor (self , show = False):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty ((height , width , 3) , dtype=np .uint8)
    tmp = np .empty ((height , width , 3))
    tmp2 = np .empty ((height , width , 3))

    mask = np .zeros ((3 , 3))
    mask [2 , 1] = 1
    mask [1 , 2] = -1

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            r , g , b = 0 , 0 , 0
            for iOff in range (-1 , 2):
                for jOff in range (-1 , 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    r += self .im [iSafe , jSafe ] [0] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
                    g += self .im [iSafe , jSafe ] [1] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
                    b += self .im [iSafe , jSafe ] [2] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
            resultImage [i , j] = (abs(r) , abs(g) , abs(b))

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "RGB"))
        self .save (resultImage , self .imName , "highpassRoberts")

```

10.4 Operator Prewitt'a

Opis algorytmu

Filtr Prewitt'a, podobnie jak filtr Roberts'a, służy do wykrywania krawędzi i może w wyniku wygenerować wartość ujemną, aby temu zapobiec należy użyć wartości bezwzględnej. Maska Prewitt'a jest rozszerzeniem maski Roberts'a i nie jest tak wrażliwa na szum. Maska:

$$\frac{1}{2} \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

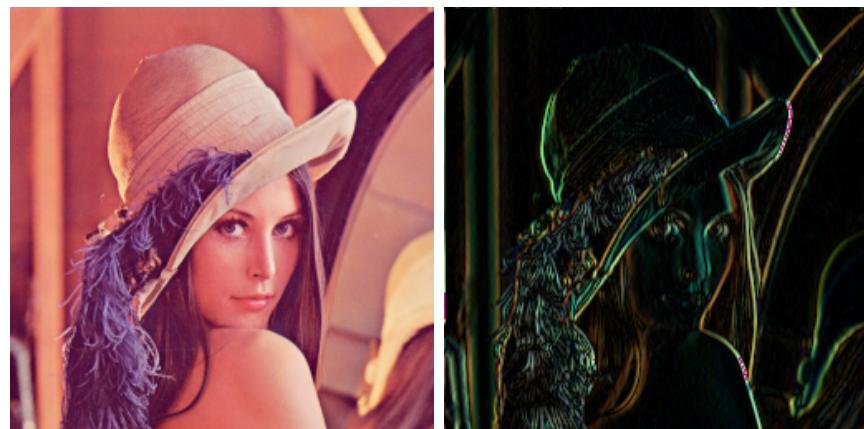
1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Zsumuj wartości piksli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
5. Przypisz nową wartość barwy pikslowi P .



Rysunek 10.13: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a



Rysunek 10.14: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a



Rysunek 10.15: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a



Rysunek 10.16: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Prewitt'a

Listing 10.7: Operator Prewitt'a (obraz szary)

```

def prewittGray(self , show = False):
    width = self.im.shape[1] # szereoksc
    height = self.im.shape[0] # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width) , dtype=np.uint8)

mask = np.zeros((3 , 3))
mask[0 , 0] = mask[1 , 0] = mask[2 , 0] = -1
mask[0 , 2] = mask[1 , 2] = mask[2 , 2] = 1

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        value = 0
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                value += self.im[iSafe , jSafe] * mask[iOff + 1 , jOff
                    + 1]
        resultImage[i , j] = abs(value / 2)

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage , "L"))
    self.save(resultImage , self.imName , "highpassPrewitt")

```

Listing 10.8: Operator Prewitt'a (obraz barwny)

```

def prewittColor (self , show = False):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty ((height , width , 3) , dtype=np .uint8)
    tmp = np .empty ((height , width , 3))
    tmp2 = np .empty ((height , width , 3))

    mask = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0 , 0] = mask [1 , 0] = mask [2 , 0] = -1
    mask [0 , 2] = mask [1 , 2] = mask [2 , 2] = 1

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            r , g , b = 0 , 0 , 0
            for iOff in range (-1, 2):
                for jOff in range (-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    r += self .im [iSafe , jSafe ] [0] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
                    g += self .im [iSafe , jSafe ] [1] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
                    b += self .im [iSafe , jSafe ] [2] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
            resultImage [i , j] = (abs(r)/2 , abs(g)/2 , abs(b)/2)

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "RGB"))
        self .save (resultImage , self .imName , "highpassPrewitt")

```

10.5 Operator Sobel'a

Opis algorytmu

Filtr Prewitt'a, podobnie jak filtr Roberts'a, służy do wykrywania krawędzi i może w wyniku wygenerować wartość ujemną, aby temu zapobiec należy użyć wartości bezwzględnej. Maska Prewitt'a jest rozszerzeniem maski Roberts'a i nie jest tak wrażliwa na szum. Maska:

	1	2	1
$\frac{1}{4}$	0	0	0
	-1	-2	-1

1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Zsumuj wartości piksli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
5. Przypisz nową wartość barwy pikslowi P .



Rysunek 10.17: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a



Rysunek 10.18: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a



Rysunek 10.19: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a



Rysunek 10.20: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem Sobel'a

Listing 10.9: Operator Sobel'a (obraz szary)

```

def sobolGray( self , show = False ):
    width = self .im .shape [1]  # szerokość
    height = self .im .shape [0]  # wysokość

    # alokacja pamięci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width) , dtype=np .uint8)

    mask = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0 , 0] = mask [0 , 2] = 1
    mask [2 , 0] = mask [2 , 2] = -1
    mask [0 , 1] = 2
    mask [2 , 1] = -2

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            value = 0
            for iOff in range (-1, 2):
                for jOff in range (-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    value += self .im [iSafe , jSafe] * mask [iOff + 1 , jOff
                        + 1]
            resultImage [i , j] = abs (value / 4)

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "L"))
        self .save (resultImage , self .imName , "highpassSobel")

```

Listing 10.10: Operator Sobel'a (obraz barwny)

```

def sobolColor(self , show = False):
    width = self.im.shape[1]  # szereoksc
    height = self.im.shape[0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)
    tmp = np.empty((height , width , 3))
    tmp2 = np.empty((height , width , 3))

    mask = np.zeros((3 , 3))
    mask[0 , 0] = mask[0 , 2] = 1
    mask[2 , 0] = mask[2 , 2] = -1
    mask[0 , 1] = 2
    mask[2 , 1] = -2

    # filtracja
    for i in range(height):
        for j in range(width):
            r , g , b = 0 , 0 , 0
            for iOff in range(-1, 2):
                for jOff in range(-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    r += self.im[iSafe , jSafe][0] * mask[iOff + 1, jOff +
                        1]
                    g += self.im[iSafe , jSafe][1] * mask[iOff + 1, jOff +
                        1]
                    b += self.im[iSafe , jSafe][2] * mask[iOff + 1, jOff +
                        1]
            r = abs(r) / 2
            g = abs(g) / 2
            b = abs(b) / 2
            if r > 255:
                r = 255
            if g > 255:
                g = 255
            if b > 255:
                b = 255
            resultImage[i , j] = (r , g , b)

```

```
if show:  
    self.show( Image.fromarray(resultImage, "RGB") )  
    self.save(resultImage, self.imName, "highpassSobol")
```

10.6 Filtr kompasowy

Opis algorytmu

Filtr kompasowy polega na splecieniu zbioru 8 masek wzornikowych, gdzie każda z nich jest czuła w innym kierunku. Dla każdego piksla wybierana jest maska o maksymalnej reakcji. Maski Sobel'a:

$\frac{1}{4}$	-1	0	1
	-2	0	2
	-1	0	1

$\frac{1}{4}$	0	1	2
	-1	0	1
	-2	-1	0

$\frac{1}{4}$	1	2	1
	0	0	0
	-1	-2	-1

$\frac{1}{4}$	2	1	0
	1	0	-1
	0	-1	-2

$\frac{1}{4}$	1	0	-1
	2	0	-2
	1	0	-1

$\frac{1}{4}$	0	-1	-2
	1	0	-1
	2	1	0

$\frac{1}{4}$	-1	-2	-1
	0	0	0
	1	2	1

$\frac{1}{4}$	-2	-1	0
	-1	0	1
	0	1	2

1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Dla każdej z masek(M):
4. Zsumuj wartości piksli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski M .
5. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
6. Następnie podziel ją przez 4.

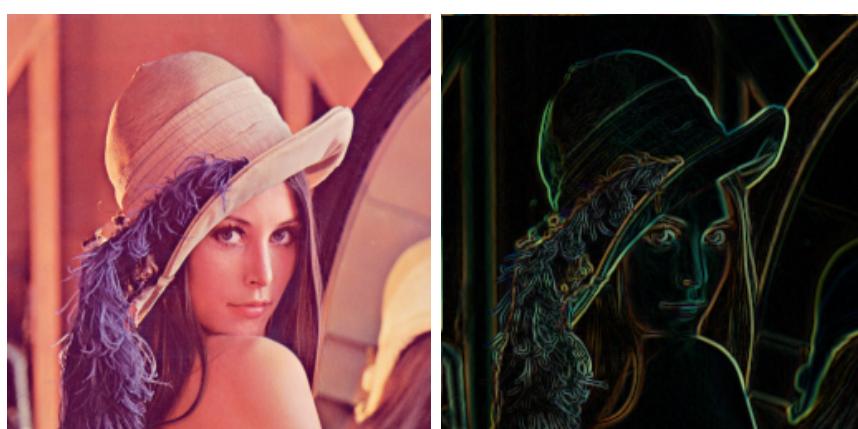
7. Wybierz największą z wartości, która jest maksymalną reakcją gradientu.
8. Przypisz nową wartość barwy pikselowi P .



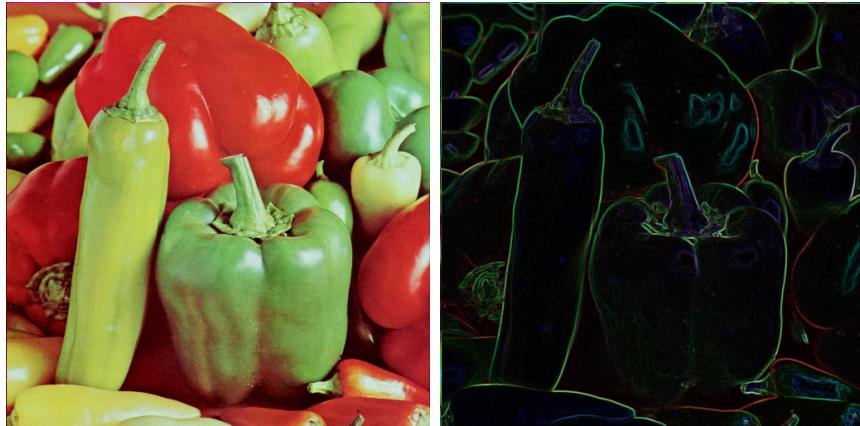
Rysunek 10.21: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym



Rysunek 10.22: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym



Rysunek 10.23: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym



Rysunek 10.24: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem kompasowym

Listing 10.11: Filtr kompasowy (obraz szary)

```

def compassGray( self , show = False ) :
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width ) , dtype=np .uint8)

    #maska
    mask = [0] * 8

    mask [0] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0][0 , 2] = mask [0][2 , 2] = 1
    mask [0][0 , 0] = mask [0][2 , 0] = -1
    mask [0][1 , 2] = 2
    mask [0][1 , 0] = -2

    mask [1] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [1][0 , 1] = mask [1][1 , 2] = 1
    mask [1][1 , 0] = mask [1][2 , 1] = -1
    mask [1][0 , 2] = 2
    mask [1][2 , 0] = -2

    mask [2] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [2][0 , 0] = mask [2][0 , 2] = 1
    mask [2][2 , 0] = mask [2][2 , 2] = -1
    mask [2][0 , 1] = 2
    mask [2][2 , 1] = -2

```

```

mask[3] = np.zeros((3, 3))
mask[3][0, 1] = mask[3][1, 0] = 1
mask[3][1, 2] = mask[3][2, 1] = -1
mask[3][0, 0] = 2
mask[3][2, 2] = -2

mask[4] = np.zeros((3, 3))
mask[4][0, 0] = mask[4][2, 0] = 1
mask[4][0, 2] = mask[4][2, 2] = -1
mask[4][1, 0] = 2
mask[4][1, 2] = -2

mask[5] = np.zeros((3, 3))
mask[5][1, 0] = mask[5][2, 1] = 1
mask[5][0, 1] = mask[5][1, 2] = -1
mask[5][2, 0] = 2
mask[5][0, 2] = -2

mask[6] = np.zeros((3, 3))
mask[6][2, 0] = mask[6][2, 2] = 1
mask[6][0, 0] = mask[6][0, 2] = -1
mask[6][2, 1] = 2
mask[6][0, 1] = -2

mask[7] = np.zeros((3, 3))
mask[7][1, 2] = mask[7][2, 1] = 1
mask[7][0, 1] = mask[7][1, 0] = -1
mask[7][2, 2] = 2
mask[7][0, 0] = -2

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        value = [0] * 8
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                for k in range(8):

```

```
    value[k] += self.im[iSafe, jSafe] * mask[k][iOff +
        1, jOff + 1]

    resultImage[i, j] = max(map(abs, value)) / 4

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
    self.save(resultImage, self.imName, "compassSobol")
```

Listing 10.12: Filtr kompasowy (obraz barwny)

```

def compassColor( self , show = False ):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)
    tmp = np .empty(( height , width , 3))
    tmp2 = np .empty(( height , width , 3))

    #maska
    mask = [0] * 8

    mask [0] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0][0 , 2] = mask [0][2 , 2] = 1
    mask [0][0 , 0] = mask [0][2 , 0] = -1
    mask [0][1 , 2] = 2
    mask [0][1 , 0] = -2

    mask [1] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [1][0 , 1] = mask [1][1 , 2] = 1
    mask [1][1 , 0] = mask [1][2 , 1] = -1
    mask [1][0 , 2] = 2
    mask [1][2 , 0] = -2

    mask [2] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [2][0 , 0] = mask [2][0 , 2] = 1
    mask [2][2 , 0] = mask [2][2 , 2] = -1
    mask [2][0 , 1] = 2
    mask [2][2 , 1] = -2

    mask [3] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [3][0 , 1] = mask [3][1 , 0] = 1
    mask [3][1 , 2] = mask [3][2 , 1] = -1
    mask [3][0 , 0] = 2
    mask [3][2 , 2] = -2

    mask [4] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [4][0 , 0] = mask [4][2 , 0] = 1
    mask [4][0 , 2] = mask [4][2 , 2] = -1
    mask [4][1 , 0] = 2
    mask [4][1 , 2] = -2

```

```

mask[5] = np.zeros((3, 3))
mask[5][1, 0] = mask[5][2, 1] = 1
mask[5][0, 1] = mask[5][1, 2] = -1
mask[5][2, 0] = 2
mask[5][0, 2] = -2

mask[6] = np.zeros((3, 3))
mask[6][2, 0] = mask[6][2, 2] = 1
mask[6][0, 0] = mask[6][0, 2] = -1
mask[6][2, 1] = 2
mask[6][0, 1] = -2

mask[7] = np.zeros((3, 3))
mask[7][1, 2] = mask[7][2, 1] = 1
mask[7][0, 1] = mask[7][1, 0] = -1
mask[7][2, 2] = 2
mask[7][0, 0] = -2

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        r = [0] * 8
        g = [0] * 8
        b = [0] * 8
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                for k in range(8):
                    r[k] += self.im[iSafe, jSafe][0] * mask[k][iOff +
                        1, jOff + 1]
                    g[k] += self.im[iSafe, jSafe][1] * mask[k][iOff +
                        1, jOff + 1]
                    b[k] += self.im[iSafe, jSafe][2] * mask[k][iOff +
                        1, jOff + 1]

            resultImage[i, j] = (max(map(abs, r)) / 4, max(map(abs, g
            )) / 4, max(map(abs, b)) / 4)

        if show:

```

```
self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))
self.save(resultImage, self.imName, "compassSobel")
```

10.7 Gradient wektora kierunkowego

Opis algorytmu

Filtr ten służy do wykrywania krawędzi w obrazie. Podobnie jak dla filtru kompasowego, filtr wektora kierunkowego polega na splecieniu 4 masek wzornikowych, gdzie każda z nich jest czuła w innym kierunku, a dla każdego piksla wybierana jest maska o maksymalnej reakcji. Maski Prewitt'a:

$\frac{1}{2}$	-1	0	1
	-1	0	1
	-1	0	1

$\frac{1}{2}$	1	1	1
	0	0	0
	-1	-1	-1

$\frac{1}{2}$	1	0	-1
	1	0	-1
	1	0	-1

$\frac{1}{2}$	-1	-1	-1
	0	0	0
	1	1	1

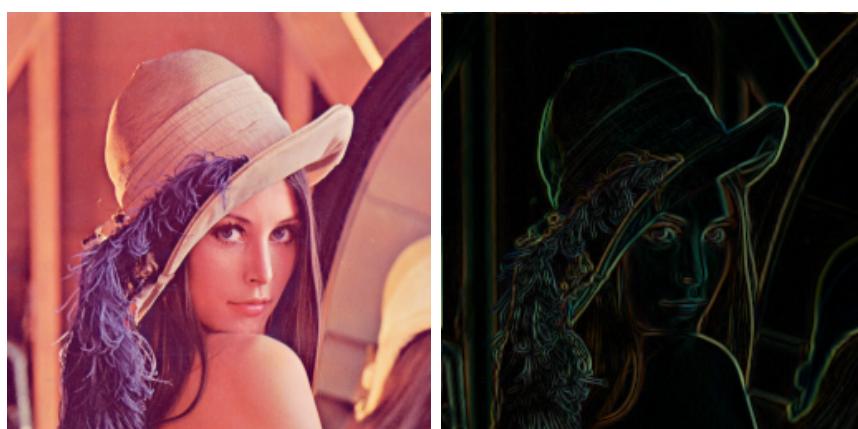
1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Dla każdej z masek(M):
4. Zsumuj wartości pikseli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski M .
5. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
6. Następnie podziel ją przez 4.
7. Wybierz największą z wartości, która jest maksymalną reakcją gradientu.
8. Przypisz nową wartość barwy pikslowi P .



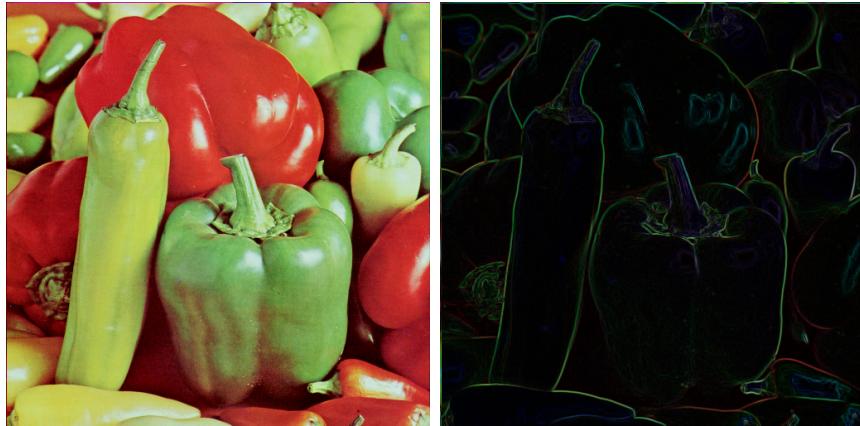
Rysunek 10.25: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego



Rysunek 10.26: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego



Rysunek 10.27: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego



Rysunek 10.28: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem wekora kierunkowego

Listing 10.13: Gradient wektora kierunkowego (obraz szary)

```

def VDGGray(self , show = False):
    width = self.im.shape[1] # szereoksc
    height = self.im.shape[0] # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width) , dtype=np.uint8)

#maska
mask = [0] * 4

mask[0] = np.zeros((3 , 3))
mask[0][0 , 2] = mask[0][2 , 2] = 1
mask[0][0 , 0] = mask[0][2 , 0] = -1
mask[0][1 , 2] = 1
mask[0][1 , 0] = -1

mask[1] = np.zeros((3 , 3))
mask[1][0 , 0] = mask[1][0 , 2] = 1
mask[1][2 , 0] = mask[1][2 , 2] = -1
mask[1][0 , 1] = 1
mask[1][2 , 1] = -1

mask[2] = np.zeros((3 , 3))
mask[2][0 , 0] = mask[2][2 , 0] = 1
mask[2][0 , 2] = mask[2][2 , 2] = -1
mask[2][1 , 0] = 1
mask[2][1 , 2] = -1

```

```
mask[3] = np.zeros((3, 3))
mask[3][2, 0] = mask[3][2, 2] = 1
mask[3][0, 0] = mask[3][0, 2] = -1
mask[3][2, 1] = 1
mask[3][0, 1] = -1

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        value = [0] * 4
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i + iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j + jOff)
                for k in range(4):
                    value[k] += self.im[iSafe, jSafe] * mask[k][iOff + 1,
                        jOff + 1]

        resultImage[i, j] = max(map(abs, value)) / 2

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
    self.save(resultImage, self.imName, "vdgSobol")
```

Listing 10.14: Gradient wektora kierunkowego (obraz barwny)

```

def VDGColor( self , show = False ) :
    width = self .im .shape [1]   # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)
    tmp = np .empty(( height , width , 3))
    tmp2 = np .empty(( height , width , 3))

    #maska
    mask = [0] * 4

    mask [0] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0][0 , 2] = mask [0][2 , 2] = 1
    mask [0][0 , 0] = mask [0][2 , 0] = -1
    mask [0][1 , 2] = 1
    mask [0][1 , 0] = -1

    mask [1] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [1][0 , 0] = mask [1][0 , 2] = 1
    mask [1][2 , 0] = mask [1][2 , 2] = -1
    mask [1][0 , 1] = 1
    mask [1][2 , 1] = -1

    mask [2] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [2][0 , 0] = mask [2][2 , 0] = 1
    mask [2][0 , 2] = mask [2][2 , 2] = -1
    mask [2][1 , 0] = 1
    mask [2][1 , 2] = -1

    mask [3] = np .zeros ((3 , 3))
    mask [3][2 , 0] = mask [3][2 , 2] = 1
    mask [3][0 , 0] = mask [3][0 , 2] = -1
    mask [3][2 , 1] = 1
    mask [3][0 , 1] = -1

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            r = [0] * 4
            g = [0] * 4

```

```

b = [0] * 4
for iOff in range(-1, 2):
    for jOff in range(-1, 2):
        iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
            iOff)
        jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
            jOff)
    for k in range(4):
        r[k] += self.im[iSafe, jSafe][0] * mask[k][iOff +
            1, jOff + 1]
        g[k] += self.im[iSafe, jSafe][1] * mask[k][iOff +
            1, jOff + 1]
        b[k] += self.im[iSafe, jSafe][2] * mask[k][iOff +
            1, jOff + 1]

    resultImage[i, j] = (max(map(abs, r)) / 4, max(map(abs, g
        )) / 4, max(map(abs, b)) / 4)

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))
    self.save(resultImage, self.imName, "vdgSobol")

```

10.8 Filtr medianowy

Opis algorytmu

Jeden z filtrów statystycznych, którego efekt opiera się na wyborze odpowiedniego piksla pod maską. Filtr medianowy (środkowy) opiera się na medianie, czyli wartości środkowej spośród uporządkowanych wartości piksli z otoczenia badanego piksla. Filtr ten stosuje się do redukcji szumu w obrazie.

1. Dla każdego piksla (P):
2. Dla każdej z barw (C):
3. Umieść wartości barwy C piksli z otoczenia piksla P w tablicy jednowymiarowej.
4. Posortuj rosnąco wartości barwy C , a następnie wybierz medianę.
5. Przypisz znalezioną medianę jako nową wartość barwy piksla P .



Rysunek 10.29: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym



Rysunek 10.30: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym



Rysunek 10.31: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym



Rysunek 10.32: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem medianowym

Listing 10.15: Filtr medianowy (obraz szary)

```
def medianGray(self, show = False):
    width = self.im.shape[1]  # szereoksc
    height = self.im.shape[0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width), dtype=np.uint8)

    for i in range(height):
        for j in range(width):
            median = [0] * 9
            for iOff in range(-1, 2):
                for jOff in range(-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j + jOff)
                    median[3*(1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe, jSafe]
            median.sort()
            u = int(round(len(median)/2))
            resultImage[i, j] = median[u] if ((u*2) % 2 == 0) else ((median[u - 1] + median[u])/2)

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
    self.save(resultImage, self.imName, "median")
```

Listing 10.16: Filtr medianowy (obraz brawny)

```

def medianColor(self , show = False):
    width = self.im.shape[1] # szereoksc
    height = self.im.shape[0] # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)

for i in range(height):
    for j in range(width):
        r = [0] * 9
        g = [0] * 9
        b = [0] * 9
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                r[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe , jSafe
                    ][0]
                g[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe , jSafe
                    ][1]
                b[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe , jSafe
                    ][2]
        r.sort()
        g.sort()
        b.sort()
        ur = int(round(len(r) / 2))
        ug = int(round(len(g) / 2))
        ub = int(round(len(b) / 2))
        resultImage[i , j] = (r[ur] if ((ur*2) % 2 == 0) else ((r[
            ur - 1] + r[ur])/2) , g[ug] if ((ug*2) % 2 == 0) else
            ((g[ug - 1] + g[ug])/2) , b[ub] if ((ub*2) % 2 == 0)
            else ((b[ub - 1] + b[ub])/2))

if show:
    self.show(Image.fromarray(resultImage , "RGB"))
    self.save(resultImage , self.imName, "median")

```

10.9 Filtr maksymalny

Opis algorytmu

Jeden z filtrów statystycznych, którego efekt opiera się na wyborze odpowiedniego piksla pod maską. Zwany jest także filtrem dekompresującym albo ekspansywnym. Jego działanie polega na wybraniu z pod maski punktu o wartości największej. Jego działanie powoduje zwiększenie jasności obrazu, daje to efekt powiększania się obiektów.

1. Dla każdego piksla (P):
2. Dla każdej z barw (C):
3. Umieść wartości barwy C piksli z otoczenia piksla P w tablicy jednowymiarowej.
4. Posortuj rosnąco wartości barwy C , a następnie wybierz ostatni(największy) element.
5. Przypisz znalezioną wartość jako nową wartość barwy piksla P .



Rysunek 10.33: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym



Rysunek 10.34: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym



Rysunek 10.35: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym



Rysunek 10.36: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem maksymalnym

Listing 10.17: Filtr maksymalny (obraz szary)

```
def maxGray(self, show=False):
    width = self.im.shape[1]  # szerokosc
    height = self.im.shape[0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width), dtype=np.uint8)

    for i in range(height):
        for j in range(width):
            median = [0] * 9
            for iOff in range(-1, 2):
                for jOff in range(-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j + jOff)
                    median[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe, jSafe]
            median.sort()
            resultImage[i, j] = median[len(median) - 1]

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
    self.save(resultImage, self.imName, "max")
```

Listing 10.18: Filtr maksymalny (obraz barwny)

```

def maxColor( self , show = False ):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)

    for i in range (height):
        for j in range (width):
            r = [0] * 9
            g = [0] * 9
            b = [0] * 9
            for iOff in range (-1, 2):
                for jOff in range (-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    r[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][0]
                    g[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][1]
                    b[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][2]
            r .sort ()
            g .sort ()
            b .sort ()
            resultImage [i , j] = (r [len (r) - 1] , g [len (g) - 1] , b [len (
                b) - 1])

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "RGB"))
        self .save (resultImage , self .imName , "max")

```

10.10 Filtr minimalny

Opis algorytmu

Jeden z filtrów statystycznych, którego efekt opiera się na wyborze odpowiedniego piksla pod maską. Zwany jest także filtrem kompresującym albo erozyjnym. Jego działanie polega na wybraniu z pod maski punktu o wartości najmniejszej. Jego działanie powoduje zmniejszenie jasności obrazu, daje to efekt erozji obiektów.

1. Dla każdego piksla (P):
2. Dla każdej z barw (C):
3. Umieść wartości barwy C piksli z otoczenia piksla P w tablicy jednowymiarowej.
4. Posortuj rosnąco wartości barwy C , a następnie wybierz pierwszy(najmniejszy) element.
5. Przypisz znalezioną wartość jako nową wartość barwy piksla P .



Rysunek 10.37: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym



Rysunek 10.38: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym



Rysunek 10.39: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym



Rysunek 10.40: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem minimalnym

Listing 10.19: Filtr minimalny (obraz szary)

```
def minGray(self, show=False):
    width = self.im.shape[1]  # szerokosc
    height = self.im.shape[0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np.empty((height, width), dtype=np.uint8)

    for i in range(height):
        for j in range(width):
            median = [0] * 9
            for iOff in range(-1, 2):
                for jOff in range(-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i + iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j + jOff)
                    median[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self.im[iSafe, jSafe]
            median.sort()
            resultImage[i, j] = median[0]

    if show:
        self.show(Image.fromarray(resultImage, "L"))
        self.save(resultImage, self.imName, "min")
```

Listing 10.20: Filtr minimalny (obraz barwny)

```

def minColor( self , show = False ):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty(( height , width , 3) , dtype=np .uint8)

    for i in range (height):
        for j in range (width):
            r = [0] * 9
            g = [0] * 9
            b = [0] * 9
            for iOff in range (-1, 2):
                for jOff in range (-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                        iOff)
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                        jOff)
                    r[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][0]
                    g[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][1]
                    b[3 * (1 + iOff) + jOff + 1] = self .im [ iSafe , jSafe
                        ][2]
            r .sort ()
            g .sort ()
            b .sort ()
            resultImage [i , j] = (r [0] , g [0] , b [0])

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "RGB"))
        self .save (resultImage , self .imName , "min")

```

10.11 Filtr płaskorzeźbowy

Opis algorytmu

Filtr płaskorzeźbowy swoją nazwę zdobył od efektu jaki generuje jego maska, obrazy przepuszczane przez ten filtr, w efekcie przypominają płaskorzeźbę. Sposób definiowania kierunków jest podobny jak w przypadku kierunkowych filtrów gradientowych. Różnicą jest jedynie wartość środkowa mająca wartość 1. W tym programie została użyta maska Prewitt'a. Maska:

	-1	0	1
$\frac{1}{2}$	-1	1	1
	-1	0	1

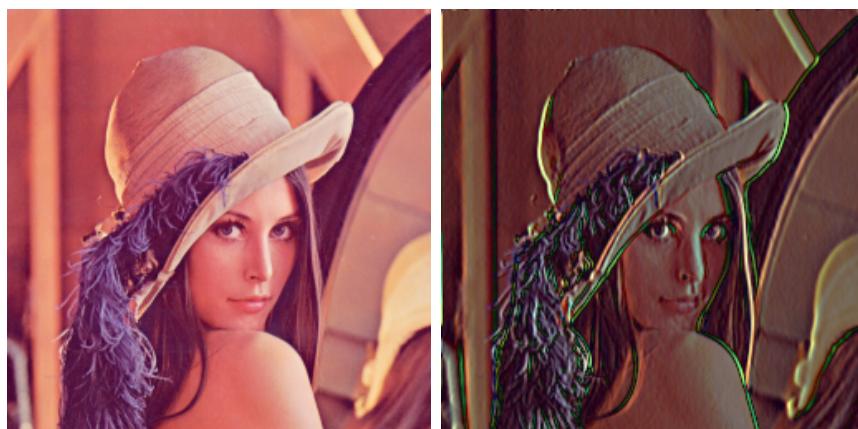
1. Dla każdego piksla(P):
2. Dla każdego kanału(C):
3. Zsumuj wartości pikseli P_C , otaczających piksel P pomnożonych przez odpowiednią wagę maski.
4. Zastosuj wartość bezwzględną na otrzymanej sumie.
5. Następnie podziel ją przez 2.
6. Jeśli otrzymana wartość jest > 255 .
7. Przypisz jej wartość 255.
8. Przypisz nową wartość barwy pikselowi P .



Rysunek 10.41: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym



Rysunek 10.42: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym



Rysunek 10.43: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym



Rysunek 10.44: Obraz wejściowy, obraz po filtracji filtrem płaskorzeźbowym

Listing 10.21: Filtr płaskorzeźbowy (obraz szary)

```

def reliefGray (self , show = False):
    width = self .im .shape [1]  # szereoksc
    height = self .im .shape [0]  # wysokosc

    # alokacja pamieci na obraz wynikowy
    resultImage = np .empty ((height , width) , dtype=np .uint8)

    mask = np .zeros ((3 , 3))
    mask [0 , 0] = mask [1 , 0] = mask [2 , 0] = -1
    mask [0 , 2] = mask [1 , 2] = mask [2 , 2] = 1
    mask [1 , 1] = 1

    # filtracja
    for i in range (height):
        for j in range (width):
            value = 0
            for iOff in range (-1, 2):
                for jOff in range (-1, 2):
                    iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i + iOff
                        )
                    jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j + jOff)
                    value += self .im [iSafe , jSafe] * mask [iOff + 1 , jOff +
                        1]
            value = abs (value) / 2
            if value > 255:
                value = 255
            resultImage [i , j] = value

    if show:
        self .show (Image .fromarray (resultImage , "L"))
        self .save (resultImage , self .imName , "reliefPrewitt")

```

Listing 10.22: Filtr płaskorzeźbowy (obraz barwny)

```

def reliefColor(self , show = False):
    width = self.im.shape[1] # szereoksc
    height = self.im.shape[0] # wysokosc

# alokacja pamieci na obraz wynikowy
resultImage = np.empty((height , width , 3) , dtype=np.uint8)
tmp = np.empty((height , width , 3))
tmp2 = np.empty((height , width , 3))

mask = np.zeros((3 , 3))
mask[0 , 0] = mask[1 , 0] = mask[2 , 0] = -1
mask[0 , 2] = mask[1 , 2] = mask[2 , 2] = 1
mask[1 , 1] = 1

# filtracja
for i in range(height):
    for j in range(width):
        r , g , b = 0 , 0 , 0
        for iOff in range(-1, 2):
            for jOff in range(-1, 2):
                iSafe = i if ((i + iOff) > (height - 1)) else (i +
                    iOff)
                jSafe = j if ((j + jOff) > (width - 1)) else (j +
                    jOff)
                r += self.im[iSafe , jSafe][0] * mask[iOff + 1 , jOff +
                    1]
                g += self.im[iSafe , jSafe][1] * mask[iOff + 1 , jOff +
                    1]
                b += self.im[iSafe , jSafe][2] * mask[iOff + 1 , jOff +
                    1]
            r = abs(r) / 2
            g = abs(g) / 2
            b = abs(b) / 2
            if r > 255:
                r = 255
            if g > 255:
                g = 255
            if b > 255:
                b = 255
            resultImage[i , j] = (r , g , b)

```

```
if show:  
    self.show(Image.fromarray(resultImage, "RGB"))  
self.save(resultImage, self.imName, "reliefPrewitt")
```

Rozdział 11

Podsumowanie

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Bibliografia

- [1] Wojciech S. Mokrzycki. *Wprowadzenie do przetwarzania informacji wizualnej Tom II*. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2012.