

Przetwarzanie obrazów

Sprawozdanie z laboratorium

Małgorzata Wiśniewska

Warszawa, 2020

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| 1 Wstęp | 3 |
| 1.1 Format obrazów | 3 |
| 1.2 Instrukcja obsługi programu | 3 |
| 2 Operacje ujednolicania obrazów | 4 |
| 2.1 Ujednolicanie obrazów szarych geometryczne | 4 |
| 2.2 Ujednolicanie obrazów szarych rozdzielczościowe | 7 |
| 2.3 Ujednolicanie obrazów RGB geometryczne | 9 |
| 2.4 Ujednolicanie obrazów RGB rozdzielczościowe | 12 |
| 3 Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych | 15 |
| 3.1 Sumowanie obrazów szarych z określona stałą | 15 |
| 3.2 Sumowanie dwóch obrazów szarych | 17 |
| 3.3 Mnożenie obrazów szarych przez określoną stałą | 21 |
| 3.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz | 23 |
| 3.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem | 27 |
| 3.6 Potęgowanie obrazu z zadaną potęgą | 31 |
| 3.7 Dzielenie obrazów szarych przez zadaną stałą | 33 |
| 3.8 Dzielenie obrazu przez inny obraz | 35 |
| 3.9 Pierwiastkowanie obrazu | 39 |
| 3.10 Logarytmowanie obrazu | 41 |
| 4 Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych | 44 |
| 4.1 Sumowanie obrazów barwowych z określona stałą | 44 |
| 4.2 Sumowanie dwóch obrazów barwowych | 46 |
| 4.3 Mnożenie obrazów barwowych przez określoną stałą | 50 |
| 4.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz | 52 |
| 4.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem | 55 |
| 4.6 Potęgowanie obrazu z zadaną potęgą | 59 |
| 4.7 Dzielenie obrazów barwowych przez zadaną stałą | 61 |
| 4.8 Dzielenie obrazu przez inny obraz | 63 |
| 4.9 Pierwiastkowanie obrazu | 67 |
| 4.10 Logarytmowanie obrazu | 69 |
| 5 Operacje geometryczne na obrazie | 72 |
| 5.1 Przemieszczanie obrazu o zadany wektor | 72 |
| 5.2 Skalowanie jednorodne obrazu | 73 |
| 5.3 Skalowanie niejednorodne obrazu | 75 |
| 5.4 Obracanie obrazu o dowolny kąt | 77 |
| 5.5 Symetrie obrazu względem osi układu | 79 |
| 5.5.1 Symetra względem osi OX | 79 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.5.2 | Symetria względem osi OY | 80 |
| 5.5.3 | Symetria względem zadanej prostej | 81 |
| 5.6 | Wycinanie fragmentów obrazów | 84 |
| 5.7 | Kopiowanie fragmentów obrazów | 85 |
| 6 | Operacje na histogramie obrazu szarego | 86 |
| 6.1 | Obliczanie histogramu | 86 |
| 6.2 | Przemieszczanie histogramu | 86 |
| 6.3 | Rozciąganie histogramu | 86 |
| 6.4 | Progowanie lokalne | 86 |
| 6.5 | Progowanie globalne | 86 |
| 7 | Operacje na histogramie obrazu barwowego | 87 |
| 7.1 | Obliczanie histogramu | 87 |
| 7.2 | Przemieszczanie histogramu | 87 |
| 7.3 | Rozciąganie histogramu | 87 |
| 7.4 | Progowanie 1 progowe lokalne | 87 |
| 7.5 | Progowanie 1 progowe globalne | 87 |
| 7.6 | Progowanie wieloprogowe lokalne | 87 |
| 7.7 | Progowanie wieloprogowe globalne | 87 |

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Format obrazów

1.2 Instrukcja obsługi programu

Rozdział 2

Operacje ujednolicania obrazów

Operacje ujednolicania obrazów dzieli się na dwa etapy. Pierwszym etapem jest ujednolicanie geometryczne, drugim jest ujednolicenie rozdzielczościowe. W prezentowanym programie ujednolicane są dwa obrazy, w taki sposób, że mniejszy z nich jest doprowadzany do takiego samego rozmiaru jak większy. Skutkuje to wygenerowaniem nowego obrazu o zwiększonej ilości pikseli niż początkowa wartość. Dzięki zastosowaniu tego typu ujednolicania w efekcie nie następuje widoczny spadek jakości.

2.1 Ujednolicanie obrazów szarych geometryczne

Opis algorytmu

Operacje geometrycznego ujednolicania polega na wyrównaniu liczby pikseli w kolumnach i wierszach w obu obrazach, poprzez zwiększenie liczby pikseli w kolumnach i wierszach mniejszego z obrazów.

1. Wybierz największą wysokość i największą szerokość spośród obu obrazów.
2. Jeśli dany obraz ma mniejszą wysokość lub szerokość, wypełnij różnicę pikslami o wartości 1, tak, żeby wysokość i szerokość obu obrazów była równa.

Efekty wykorzystania algorytmu



(a) Obraz 1: 256x256



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.1: Obrazy wejściowe



(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.2: Obrazy wyjściowe



(a) Obraz 1: 369x480



(b) Obraz 2: 623x640

Rysunek 2.3: Obrazy wejściowe



(a) Obraz 1: 623x640



(b) Obraz 2: 623x640

Rysunek 2.4: Obrazy wyjściowe

Kod źródłowy algorytmu

```
def geoUnificationGrey(self):
    # porównaj wielkość obrazów, jeżeli są tego samego rozmiaru
    # → nie rob nic
    if self.biggerPicture == 0 and self.smallerPicture == 0:
        print('Both pictures have the same size')
        return 0
    # stwórz tablice zer do zapisu efektu algorytmu
    result = np.zeros((self.maxLength, self.maxWidth), np.uint8)
    startWidthIndex = int(round((self.maxWidth - self.minLength) /
                                2))
    startLengthIndex = int(round((self.maxLength - self.minLength
                                ) / 2))
```

```

    for w in range(0, self.minLength):
        for l in range(0, self.minLength):
            result[l + startLengthIndex, w +
                  ↪ startWidthIndex] = self.matrix[l, w]
    #zapisz zunifikowany obraz
    path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
    ↪ biggerPictureName + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, 'L', path)

```

2.2 Ujednolicanie obrazów szarych rozdzielczościowe

Opis algorytmu

Operacja rozdzielczościowego ujednolicania obrazów następuje po ujednoliceniu geometrycznym obrazów wejściowych. Polega na wypełnieniu obrazu pikslami. Brakujące piksele powinny zostać zinterpolowane.

1. Wypełnij cały obraz pikslami o znanej wartości zachowując pewien odstęp między nimi, gdzie odstępem będą piksele o wartości 0.
2. Każdemu pikselowi o nieznanej wartości przypisz średnią wartość znanych (≥ 0) pikseli z jego bezpośredniego otoczenia.

Efekty wykorzystania algorytmu



(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.5: Obrazy wejściowe po ujednoliceniu geometrycznym



(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.6: Obrazy wyjściowe bez interpolacji



(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.7: Obrazy wyjściowe po interpolacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def resolutionUnificationGrey(self):
    print('Beginning of resolution unification for two grey pictures.
          ')
    if self.biggerPicture == 0 and self.smallerPicture == 0:
        print('Both pictures have the same size')
        return 0
    scaleFactorLength = float(self.maxLength / self.minLength)
    scaleFactorWidth = float(self.maxLength / self.minLength)
    result = np.zeros((self.maxLength, self.maxLength), np.uint8)
    for l in range(self.minLength):
        for w in range(self.minLength):
            if w % 2 == 0:
                pomL = int(scaleFactorLength * l)
                pomW = int(round(scaleFactorWidth * w))
                result[pomL, pomW] = self.matrix[l, w]
            elif w % 2 == 1:
```

```

        pomL = int(round(scaleFactorLength * 1))
        pomW = int(scaleFactorWidth * w)
        result[pomL, pomW] = self.matrix[l, w]
    # zapisz obraz bez interpolacji
    path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
        ↪ biggerPictureName + '_withoutInterpolation.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, 'L', path)
    # interpolacja
    for l in range(self.maxLength):
        for w in range(self.maxLength):
            value = 0
            count = 0
            if result[l, w] == 0:
                for lOff in range(-1, 2):
                    for wOff in range(-1, 2):
                        lSave = l if ((l + lOff) > (self.maxLength - 2)
                            ↪ ) | ((l + lOff) < 0) else (l + lOff)
                        wSave = w if ((w + wOff) > (self.maxLength - 2))
                            ↪ | ((w + wOff) < 0) else (w + wOff)
                        if result[lSave, wSave] != 0:
                            value += result[lSave, wSave]
                            count += 1
            result[l, w] = value / count
    # zapisz obraz po interpolacji
    path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
        ↪ biggerPictureName + '_withInterpolation.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, 'L', path)
    print('Finished_resolution_unification.')

```

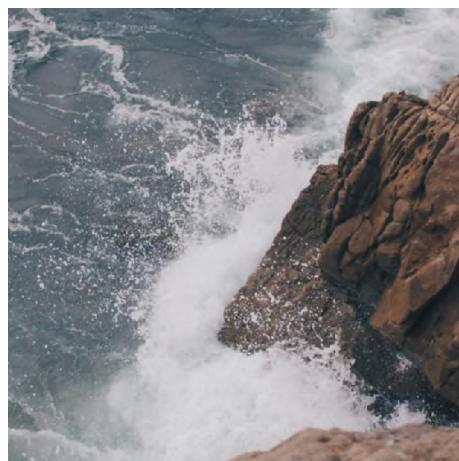
2.3 Ujednolicanie obrazów RGB geometryczne

Opis algorytmu

Operacje geometrycznego ujednolicania polega na wyrównaniu liczby piksli w kolumnach i wierszach w obu obrazach, poprzez zwiększenie liczby piksli w kolumnach i wierszach mniejszego z obrazów.

1. Wybierz największą wysokość i największą szerokość spośród obu obrazów.
2. Jeśli dany obraz ma mniejszą wysokość lub szerokość, wypełnij różnicę pikslami o wartości 1 dla każdego z kanałów (R,G,B), tak, żeby wysokość i szerokość obu obrazów była równa.

Efekty wykorzystania algorytmu

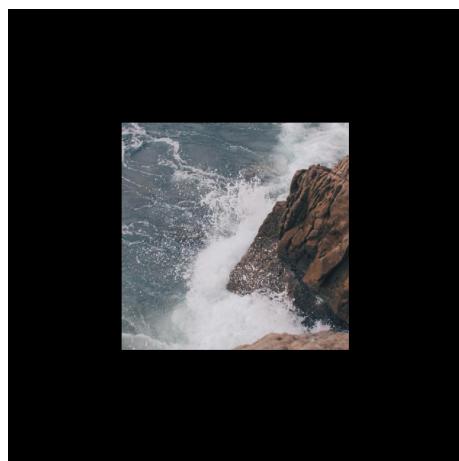


(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 1025x1025

Rysunek 2.8: Obrazy wejściowe



(a) Obraz 1: 1025x1025

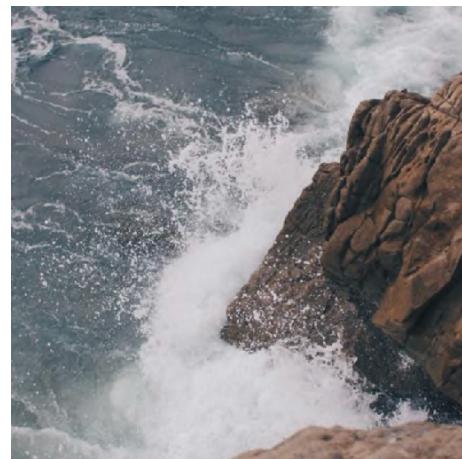


(b) Obraz 2: 1025x1025

Rysunek 2.9: Obrazy wyjściowe

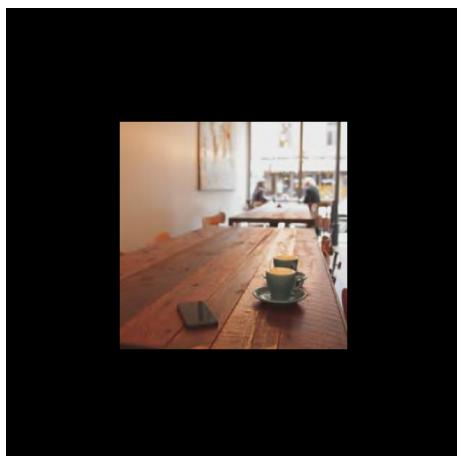


(a) Obraz 1: 256x256

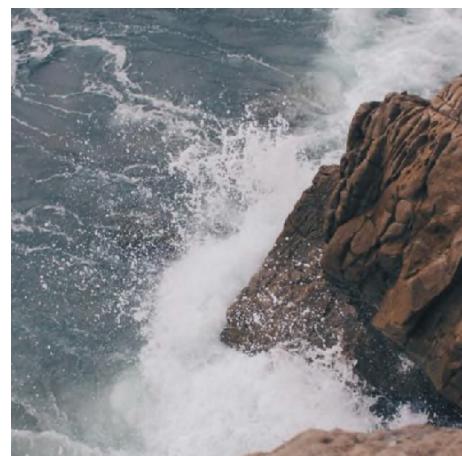


(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.10: Obrazy wejściowe



(a) Obraz 1: 512x512



(b) Obraz 2: 512x512

Rysunek 2.11: Obrazy wyjściowe

Kod źródłowy algorytmu

```
def geoUnificationRGB(self):
    if self.biggerPicture == 0 and self.smallerPicture == 0:
        print('Both pictures have the same size')
        return 0
    # stworz tablice z zerami jako odstawe dla unifikacji
    result = np.full((self.maxLength, self.maxWidth, 3), 0, np.uint8)
    startWidthIndex = int(round((self.maxWidth - self.minLength) / 2))
    startLengthIndex = int(round((self.maxLength - self.minLength) /
                                 2))
    for w in range(0, self.minLength):
        for l in range(0, self.minLength):
            result[l + startLengthIndex, w + startWidthIndex] = self.
                matrix[w, l]
    # zapisz zunifikowany obraz
    path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
        biggerPictureName + '.png'
```

```
self.saver.savePictureFromArray(result, 'RGB', path)
```

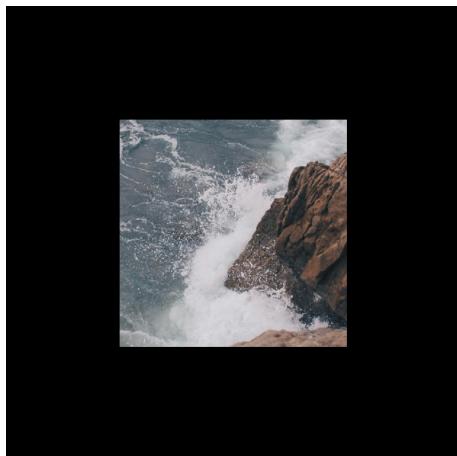
2.4 Ujednolicanie obrazów RGB rozdzielczościowe

Opis algorytmu

Operacja rozdzielczościowego ujednolicania obrazów następuje po ujednoliceniu geometrycznym obrazów wejściowych. Polega na wypełnieniu obrazu pikslami. Brakujące piksele powinny zostać zinterpolowane.

1. Wypełnij cały obraz pikslami o znanej wartości zachowując pewien odstęp między nimi, gdzie odstępem będą piksele o wartości 0.
2. Każdemu pikselowi (ze wszystkich kanałów - R, G, B) o nieznanej wartości przypisz średnią wartość znanych ($\neq 0$) pikseli z jego bezpośredniego otoczenia.

Efekty wykorzystania algorytmu

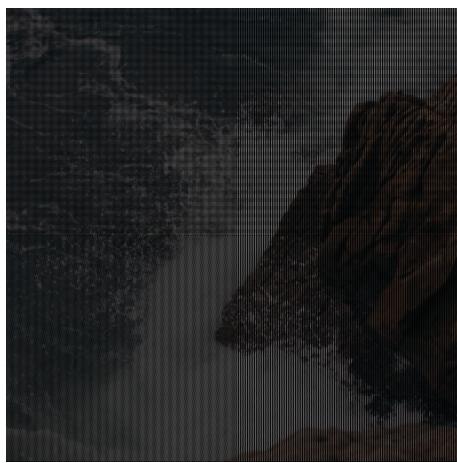


(a) Obraz 1: 1025x1025



(b) Obraz 2: 1025x1025

Rysunek 2.12: Obrazy wejściowe po ujednoliceniu geometrycznym

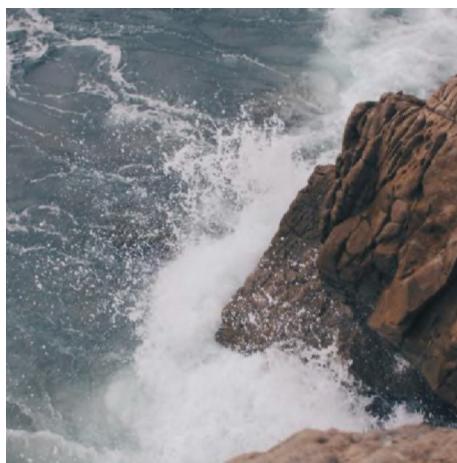


(a) Obraz 1: 1025x1025



(b) Obraz 2: 1025x1025

Rysunek 2.13: Obrazy wyjściowe bez interpolacji



(a) Obraz 1: 1025x1025



(b) Obraz 2: 1025x1025

Rysunek 2.14: Obrazy wyjściowe po interpolacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def resolutionUnificationGrey(self):
    print('Beginning of resolution unification for two grey pictures.
          ')
    if self.biggerPicture == 0 and self.smallerPicture == 0:
        print('Both pictures have the same size')
        return 0
    scaleFactorLength = float(self.maxLength / self.minLength)
    scaleFactorWidth = float(self.maxLength / self.minLength)
    result = np.zeros((self.maxLength, self.maxLength), np.uint8)
    for l in range(self.minLength):
        for w in range(self.minLength):
            if w % 2 == 0:
                pomL = int(scaleFactorLength * l)
                pomW = int(round(scaleFactorWidth * w))
                result[pomL, pomW] = self.matrix[l, w]
            elif w % 2 == 1:
```

```

        pomL = int(round(scaleFactorLength * l))
        pomW = int(scaleFactorWidth * w)
        result[pomL, pomW] = self.matrix[l, w]
# zapisz obraz bez interpolacji
path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
    ↪ biggerPictureName + '_withoutInterpolation.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, 'L', path)
# interpolacja
for l in range(self.maxLength):
    for w in range(self.maxLength):
        value = 0
        count = 0
        if result[l, w] == 0:
            for lOff in range(-1, 2):
                for wOff in range(-1, 2):
                    lSave = l if ((l + lOff) > (self.maxLength - 2)
                        ↪ ) | ((l + lOff) < 0) else (l + lOff)
                    wSave = w if ((w + wOff) > (self.maxLength - 2))
                        ↪ | ((w + wOff) < 0) else (w + wOff)
                    if result[lSave, wSave] != 0:
                        value += result[lSave, wSave]
                        count += 1
                    result[l, w] = value / count
# zapisz obraz po interpolacji
path = self.ex + self.smallerPictureName + '_' + self.
    ↪ biggerPictureName + '_withInterpolation.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, 'L', path)
print('Finished_resolution_unification.')

```

Rozdział 3

Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych

Operacje arytmetyczne między pikslami dwóch obrazów są wykorzystywane w wielu działach przetwarzania obrazów. Przeprowadza się je wykonując operacje na pojedynczych pikslach. Po operacjach arytmetycznych zwykle konieczne jest normalizowanie obrazu wynikowego. W zadaniach do normalizacji wykorzystano wzór:

$$f_{norm} = Z_{rep}[(f - f_{min}) / (f_{max} - f_{min})]$$

3.1 Sumowanie obrazów szarych z określona stałą

Opis algorytmu

Algorytm sumowania obrazu szarego z określona stałą polega na daodaniu do każdej wartości pojedynczego piksla określonej stałej. Po operacji sumowania następuje normalizacja obrazu.

1. Policz sumy wartości każdego piksla ze stałą. Jeżeli suma przekracza 255 to konieczne jest
 - Wybranie największej sumę piksla ze stałą - Q_{max}
 - Obliczenie D_{max} ze wzoru: $D_{max}[l, w] = (Q_{max}[l, w] - 255)$
 - Obliczenie $X = D_{max}/255$
2. Policz sumę ze wzoru: $Q[l, w] = P[l, w] - (P[l, w] * X) + const - (const * X)$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.1: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 70, obraz po normalizacji



Rysunek 3.2: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 400, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def addConstGrey(self, constant):
    maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic1)
    length, width, pictureName = self.pic1.getPictureParameters()
    matrix = self.pic1.getGreyMatrix()
    result = np.ones((length, width), np.uint8)
    sumMax = 0
    x = 0
    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            added = matrix[l, w] + constant
            if sumMax < added:
                sumMax = added
    if sumMax > maxBitsColor:
        x = (sumMax - maxBitsColor) / maxBitsColor
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            # Rounded up and assignment of value to the result matrix

```

```

    pom = (matrix[l, w] - (matrix[l, w] * x)) + (constant -
        ↪ constant * x))
    result[l, w] = np.ceil(pom)
    # Search for maximum and minimum
    if fmin > pom:
        fmin = pom
    if fmax < pom:
        fmax = pom
    # save picture with added constant to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
    # save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '_normalized.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

3.2 Sumowanie dwóch obrazów szarych

Opis algorytmu

Algorytm sumowania obrazu szarego z drugim obrazem szarym jest określone tylko o tych samych wymiarach $M \times N$ i strukturze ich macierzy. Algorytm sumowania obrazu z obrazem polega na dodaniu do wartości piksla z pierwszego obrazu, wartości odpowiadającego piksla z drugiego obrazu. Po operacji sumowania następuje normalizacja obrazu. Operacja dodawania obrazów są użyteczne przy uśrednianiu obrazów, w celu zredukowania na nich szumu.

1. Policz sumy wartości każdego piksla obrazu pierwszego $P1[l, w]$ z odpowiadającym piksem drugiego obrazu $P2[l, w]$. Jeżeli suma przekracza 255 to konieczne jest
 - Wybranie największej sumy odpowiadających piksli dwóch obrazów - Q_{max}
 - Obliczenie D_{max} ze wzoru: $D_{max}[l, w] = (Q_{max}[l, w] - 255)$
 - Obliczenie $X = D_{max}/255$
2. Policz sumę ze wzoru:

$$Q[l, w] = P1[l, w] - (P1[l, w] * X) + P2[l, w] - (P2[l, w] * X)$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.3: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2
[Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji



Rysunek 3.4: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2
[Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def addPictureGrey(self):
    if self.checkPictureBits(self.pic1) == self.checkPictureBits(self
        ↪ .pic2):
        maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic2)
    # check if pictures have same sizes, if not unify them
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
        ↪ , self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, pictureName1 = self.pic1.getPictureParameters()
    matrix1 = self.pic1.getGreyMatrix()
    length2, width2, pictureName2 = self.pic2.getPictureParameters()
    matrix2 = self.pic2.getGreyMatrix()
    pictureName1 = tempName

    sumMax = 0
    x = 0
    fmax = 0
    fmin = maxBitsColor

    result = np.zeros((length1, width1), np.uint8)

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            added = int(matrix1[l, w]) + int(matrix2[l, w])
            if sumMax < added:
                sumMax = added

    if sumMax > maxBitsColor:
        x = (sumMax - maxBitsColor) / maxBitsColor

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            # Rounded up and assignment of value to the result matrix
            pom = int(matrix1[l, w] - (matrix1[l, w] * x)) + int(
                ↪ matrix2[l, w] - (matrix2[l, w] * x))
            result[l, w] = np.ceil(int(pom))
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > pom:
                fmin = pom
            if fmax < pom:
                fmax = pom

    # save picture with added constant to png file (without
        ↪ normalization)
```

```

path = self.ex + str(pictureName1) + '_added_' + str(pictureName2
    ↪ ) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

normalized = np.zeros((length1, width1), np.uint8)
for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        normalized[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))

# save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_added_' + str(pictureName2
    ↪ ) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

3.3 Mnożenie obrazów szarych przez określoną stałą

Opis algorytmu

Algorytm mnożenia obrazu szarego przez określoną stałą polega na przemnożeniu każdego elementu obrazu (piksla) przez określoną stałą (skalar). Dla wszystkich piksli w obrazie wykonaj:

1. Jeżeli wartość piksla jest równa 255 to składowa wynikowa otrzymuje wartość stałą.
2. Jeżeli wartość piksla jest równa 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość 0.
3. Jeżeli wartość piksla jest inną niż 255 lub 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość poprzez pomnożenie wartości piksla przez skalar, podzielenie przez 255 i zaokrąglenie do liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.5: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 100, obraz po normalizacji



Rysunek 3.6: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 100, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def multiplyConstGrey(self, constant):
    maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic1)
    length, width, matrix, pictureName = self.getPictureParameters(
        ↪ self.pic1)
    result = np.ones((length, width), np.uint8)
    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if pom == maxBitsColor:
                result[l, w] = maxBitsColor
            elif pom == 0:
                result[l, w] = 0
            else:
                result[l, w] = np.ceil(((matrix[l, w] * constant) /
                    ↪ maxBitsColor))
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > result[l, w]:
                fmin = result[l, w]
            if fmax < result[l, w]:
                fmax = result[l, w]
    # save picture with added constant to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (fmax
                ↪ - fmin))
    # save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '_normalized.png'

```

```
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
```

3.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz

Opis algorytmu

Algorytm mnożenia obrazu szarego przez drugi szary obraz o tych samych wymiarach $M \times N$ i strukturze ich macierzy polega na przemnożeniu wartości piksla z pierwszego obrazu przez wartość odpowiadającego piksla z drugiego obrazu. Po operacji mnożenia następuje normalizacja obrazu. Dla każdego piksla pierwszego obrazu wykonaj następujące czynności:

1. Jeżeli wartość piksla $P1[l, w]$ jest równa 255 to składowa wynikowa otrzymuje wartość odpowiadającego piksla drugiego obrazu $P2[l, w]$.
2. Jeżeli wartość piksla $P1[l, w]$ jest równa 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość 0.
3. Jeżeli wartość piksla $P1[l, w]$ jest inna niż 255 lub 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość poprzez pomnożenie wartości piksla $P1[l, w]$ przez odpowiadający piksel $P2[l, w]$, podzielenie przez 255 i zaokrąglenie do liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.7: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2
[Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji



Rysunek 3.8: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2
[Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def multiplyPicturesGrey(self):
    if self.checkPictureBits(self.pic1) == self.checkPictureBits(self.
        ↪ .pic2):
        maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic2)
    # check if pictures have same sizes, if not unify them
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
        ↪ , self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic1)
    length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic2)
    pictureName1 = tempName

    result = np.ones((length1, width1), np.uint8)

    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            if matrix1[l, w] == maxBitsColor:
                result[l, w] = matrix2[l, w]
            elif matrix1[l, w] == 0:
                result[l, w] = 0
            else:
                result[l, w] = np.ceil(((int(matrix1[l, w]) * int(
                    ↪ matrix2[l, w])) / maxBitsColor))
        # Search for maximum and minimum
        if fmin > result[l, w]:
            fmin = result[l, w]

        if fmax < result[l, w]:
            fmax = result[l, w]

    # save picture multiplied by picture to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName1) + '_multiplied_' + str(
        ↪ pictureName2) + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
```

```

        result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (fmax
        ↪ - fmin))

# save picture multiplied by picture to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_multiplied_' + str(
    ↪ pictureName2) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

3.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem

Opis algorytmu

Mieszanie dwóch obrazów polega na sumowaniu ich z wagami α i $1 - \alpha$ według wzoru:

$$f_m = f\alpha + f^I(1 - \alpha)$$

gdzie $\alpha \in [0, 1]$. Płynna zmiana parametru α w przedziale $[0, 1]$ powoduje efekt przechodzenia obrazu f w obraz f^I .

1. Weź dwa obrazy szare o takim samym rozmiarze (po ujednoliceniu rozdzielczościowym) P_1 i P_2 .
2. Określ współczynnik mieszania obrazów α wyrażony jako liczba rzeczywista z przedziału $[0, 1]$, gdzie 0 reprezentuje przezroczystość, a 1 reprezentuje nieprzezroczystość.
3. Dla wszystkich piksli w obrazach wejściowych wykonaj:

$$Q[l, w] = \alpha * P_1[l, w] + (1 - \alpha) * P_2[l, w]$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.9: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2 [Od lewej, rząd 2] Obraz po mieszaniu ze współczynnikiem $\alpha = 0.8$, obraz po normalizacji



Rysunek 3.10: [Od lewej, rzad 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz po mieszaniu ze współczynnikiem $\alpha = 0.3$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationGrey(self.name1, self.
                                                ↪ name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationGrey()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2
def blendPictures(self, alfa):
    if self.checkPictureBits(self.pic1) == self.checkPictureBits(
        ↪ self.pic2):
        maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic2)
    # check if pictures have same sizes, if not unify them
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.
                                                               ↪ pic1, self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic1)
    length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic2)
    pictureName1 = tempName

    result = np.ones((length1, width1), np.uint8)

    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            pom = float(matrix1[l, w]) * alfa + float(matrix2[l, w
                                                               ↪ ]) * (1 - alfa)
            result[l, w] = np.ceil(pom)

            # Search for maximum and minimum
            if fmin > pom:
                fmin = pom
            if fmax < pom:
                fmax = pom

    # save picture multiplied by picture to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName1) + '_blended_' + str(alfa)
    ↪ + '_' + str(pictureName2) + '.png'
```

```

    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
        ↪ path)

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (
                ↪ fmax - fmin))

    # save picture multiplied by picture to png file (with
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName1) + '_blended_' + str(alfa)
    ↪ + '_' + str(pictureName2) + '_normalized.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
        ↪ path)

```

3.6 Potęgowanie obrazu z zadaną potęgą

Opis algorytmu

Algorytm potęgowania obrazu szarego do określonej stałej jest szczególnym przypadkiem mnożenia obrazów. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{f(x, y)}{f_{max}} \right)^\alpha, \alpha > 0$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.11: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 2$, obraz po normalizacji



Rysunek 3.12: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 3$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def raiseToPower(self, power):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getGreyMatrix()
    result = np.zeros((length, width), np.uint8)

    maxPicture = 0
    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if maxPicture < pom:
                maxPicture = pom

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if pom == maxBitsColor:
                pom = maxBitsColor
            elif pom == 0:
                pom = 0
            else:
                pom = np.power(int(pom) / maxPicture, power) *
                      maxBitsColor
            result[l, w] = np.ceil(pom)
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > pom:
                fmin = pom

            if fmax < pom:
                fmax = pom

    # save picture raised to constant power to png file (without
    ↪ normalization)

```

```

path = self.ex + str(pictureName) + '_power_' + str(power) +
      ↪ '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
                                ↪ path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w] = maxBitsColor * ((result[l, w] - fmin) /
                                       ↪ (fmax - fmin))

# save picture raised to constant power to png file (with
# normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_power_' + str(power) +
      ↪ '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
                                ↪ path)

```

3.7 Dzielenie obrazów szarych przez zadaną stałą

Opis algorytmu

Algorytm dzielenia obrazu szarego przez określoną stałą służy korekcji cieniowania między poziomami szarości obrazu. Aby zastosować algorytm dla każdego piksła obrazu wykonaj:

1. Policz sumę piksla ze stałą.
2. Spośród obliczonych sum wybierz Q_{max} - największą sumę.
3. Wartość wynikową policz z następującego wzoru:

$$Q[l, w] = (S * 255) / Q_{max}$$

Wynik zaokrąglaj w górę do najbliższej liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.13: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po podzieleniu przez stałą $\alpha = 3$, obraz po normalizacji



Rysunek 3.14: [Od lewej] Szary obraz wejściowy,obraz po podzieleniu przez stałą $\alpha = 15$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def divideConstGrey(self, constant):
    length, width, matrix, pictureName = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic1)
    result = np.zeros((length, width), np.uint8)

    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0
    sumMax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            added = int(matrix[l, w]) + int(constant)
            if sumMax < added:
                sumMax = added

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            added = int(matrix[l, w]) + int(constant)
            pom = (added * maxBitsColor) / sumMax
            result[l, w] = np.ceil(pom)
            if fmin > pom:
                fmin = pom
            if fmax < pom:
                fmax = pom

    # save picture with added constant to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_dividedBy_' + str(
        ↪ constant) + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
        ↪ path)

    for l in range(length):
        for w in range(width):

```

```

    result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (
        ↪ fmax - fmin))

# save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_dividedBy_' + str(
    ↪ constant) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

```

3.8 Dzielenie obrazu przez inny obraz

Opis algorytmu

1. Policz sumę piksla obrazu P_1 z odpowiadającym piksem obrazu P_2 .
2. Spośród obliczonych sum wybierz Q_{max} - największą sumę.
3. Wartość wynikową policz z następującego wzoru:

$$Q[l, w] = (S * 255)/Q_{max}$$

Wynik zaokrąglaj w górę do najbliższej liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.15: [Od lewej, rząd 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2 [Od lewej, rząd 2] Obraz powstały w wyniku dzielenia obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji



Rysunek 3.16: [Od lewej, rzad 1] Szary obraz wejściowy 1, szary obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz powstały w wyniku dzielenia obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationGrey(self.name1, self.
                                                ↪ name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationGrey()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2

def dividePicturesGrey(self):
    if self.checkPictureBits(self.pic1) == self.checkPictureBits(
        ↪ self.pic2):
        maxBitsColor = self.checkPictureBits(self.pic2)
    # check if pictures have same sizes, if not unify them
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.
                                                               ↪ pic1, self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic1)
    length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic2)
    pictureName1 = tempName

    result = np.ones((length1, width1), np.uint8)

    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0
    sumMax = 0

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            added = int(matrix1[l, w]) + int(matrix2[l, w])
            if sumMax < added:
                sumMax = added

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            added = int(matrix1[l, w]) + int(matrix2[l, w])
            pom = (added * maxBitsColor) / sumMax
            result[l, w] = np.ceil(pom)
            if fmin > pom:
                fmin = pom
            if fmax < pom:
                fmax = pom
```

```

# save picture multiplied by picture to png file (without
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_dividedBy_' + str(
    ↪ pictureName2) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        result[l, w] = maxBitsColor*((result[l, w] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))

# save picture multiplied by picture to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_dividedBy_' + str(
    ↪ pictureName2) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

```

3.9 Pierwiastkowanie obrazu

Opis algorytmu

Algorytm pierwiastkowania obrazu szarego jest szczególnym przypadkiem wykorzystania algorytmu potęgowania obrazu przez określoną stałą, która jest ułamkiem. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{f(x, y)}{f_{max}} \right)^\alpha, \alpha > 0$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.17: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 1/3$, obraz po normalizacji



Rysunek 3.18: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 1/2$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def rootGrey(self, power):
    factorial = 1 / power
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getGreyMatrix()
    result = np.zeros((length, width), np.uint8)

    maxPicture = 0
    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if maxPicture < pom:
                maxPicture = pom

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if pom == maxBitsColor:
                pom = maxBitsColor
            elif pom == 0:
                pom = 0
            else:
                pom = np.power(int(pom) / maxPicture, factorial) *
                    maxBitsColor
            result[l, w] = np.ceil(pom)
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > pom:
                fmin = pom

            if fmax < pom:
                fmax = pom
```

```

# save picture raised to constant power to png file (without
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_root_' + str(factorial)
    ↪ + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w] = maxBitsColor * ((result[l, w] - fmin) /
            ↪ (fmax - fmin))

# save picture raised to constant power to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_root_' + str(factorial)
    ↪ + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

```

3.10 Logarytmowanie obrazu

Opis algorytmu

Algorytm logarytmowania obrazu szarego powoduje rozjaśnienie i zróżnicowanie najciemniejszych obszarów obrazu. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{\log(1 + f(x, y))}{\log(1 + f_{max})} \right)$$

Przsumienie funkcji obrazu o 1 w góre wynika z nieokreśloności logarytmu w zerze.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 3.19: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po logarytmowaniu logarytmem naturalnym, obraz po normalizacji



Rysunek 3.20: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po logarytmowaniu logarytmem naturalnym, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def logharitmGrey(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getGreyMatrix()
    result = np.zeros((length, width), np.uint8)

    maxPicture = 0
    fmin = maxBitsColor
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if maxPicture < pom:
                maxPicture = pom

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            pom = matrix[l, w]
            if pom == 0:
                pom = 0
            else:
                pom = (np.log(1 + pom) / np.log(1 + maxPicture)) *
                    ↪ maxBitsColor
            result[l, w] = np.ceil(pom)
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > pom:
                fmin = pom

            if fmax < pom:
                fmax = pom

    # save picture raised to constant power to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_log.png'

```

```
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w] = maxBitsColor * ((result[l, w] - fmin) /
            ↪ (fmax - fmin))

# save picture raised to constant power to png file (with
↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_log_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)
```

Rozdział 4

Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych

Operacje arytmetyczne między pikslami dwóch obrazów są wykorzystywane w wielu działach przetwarzania obrazów. Przeprowadza się je wykonując operacje na pojedynczych pikslach. Po operacjach arytmetycznych zwykle konieczne jest normalizowanie obrazu wynikowego. W zadaniach poruszamy się po przestrzeni barw RGB, a do normalizacji wykorzystano wzór:

$$f_{norm} = Z_{rep}[(f - f_{min}) / (f_{max} - f_{min})]$$

4.1 Sumowanie obrazów barwowych z określona stałą

Opis algorytmu

Algorytm sumowania obrazu barwowego z określona stałą polega na dodaniu do 3 kanałów (RGB) każdego pojedynczego piksla określonej stałej. Po operacji sumowania następuje normalizacja obrazu.

1. Policz sumy wartości każdego piksla w każdym z kanałów ze stałą. Jeżeli suma przekracza 255 to konieczne jest

- Wybranie największej sumę piksla ze stałą - Q_{max}
- Obliczenie D_{max} ze wzoru: $D_{max}[l, w] = (Q_{max}[l, w] - 255)$
- Obliczenie $X = D_{max}/255$

2. Policz sumę ze wzoru:

$$Q_R[l, w] = P_R[l, w] - (P_R[l, w] * X) + const - (const * X) - 1$$

$$Q_G[l, w] = P_G[l, w] - (P_G[l, w] * X) + const - (const * X) - 1$$

$$Q_B[l, w] = P_B[l, w] - (P_B[l, w] * X) + const - (const * X) - 1$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.1: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 20, obraz po normalizacji



Rysunek 4.2: [Od lewej] Szary obraz wejściowy, obraz po sumowaniu ze stałą 200, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def addConstRGB(self, constant):
    length, width, pictureName = self.pic1.getPictureParameters()
    matrix = self.pic1.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)

    sumMax = 0
    x = 0
    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0]) + int(constant)
            G = int(matrix[l, w][1]) + int(constant)
            B = int(matrix[l, w][2]) + int(constant)
            if sumMax < max([R, G, B]):
                sumMax = max([R, G, B])

    if sumMax > 255:
        x = (sumMax - 255) / 255

```

```

for l in range(length):
    for w in range(width):
        R = (int(matrix[l, w][0]) - (int(matrix[l, w][0]) * x)) +
            ↪ (int(constant) - (int(constant) * x))
        G = (int(matrix[l, w][1]) - (int(matrix[l, w][1]) * x)) +
            ↪ (int(constant) - (int(constant) * x))
        B = (int(matrix[l, w][2]) - (int(matrix[l, w][2]) * x)) +
            ↪ (int(constant) - (int(constant) * x))
        result[w, l][0] = np.ceil(R)
        result[w, l][1] = np.ceil(G)
        result[w, l][2] = np.ceil(B)
        # Search for maximum and minimum
        if fmin > min([R, G, B]):
            fmin = min([R, G, B])
        if fmax < max([R, G, B]):
            fmax = max([R, G, B])

    # save picture with added constant to png file (without
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))

    # save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '_normalized.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.2 Sumowanie dwóch obrazów barwowych

Opis algorytmu

Algorytm sumowania obrazu barwowego z drugim obrazem barwowy jest określone tylko dla obrazów o tych samych wymiarach $M \times N$ i strukturze ich macierzy. Algorytm sumowania obrazu z obrazem polega na dodaniu do wartości piksla z pierwszego obrazu, wartości odpowiadającego piksla z drugiego obrazu. Po operacji sumowania następuje normalizacja obrazu. Operacja dodawania obrazów są użycieczne przy uśrednianiu obrazów, w celu zredukowania na nich szumu.

1. Policz sumy wartości składowych barwowych każdego piksla obrazu pierwszego $P1[l, w]$ z odpowiadającym piksem drugiego obrazu $P2[l, w]$
2. Wybierz największą sumę $Q_{max} = \max(R_S, G_S, B_S)$
3. Policz sumę ze wzoru:

$$Q_R[l, w] = (R_S * 255) / Q_{max}$$

$$Q_G[l, w] = (G_S * 255) / Q_{max}$$

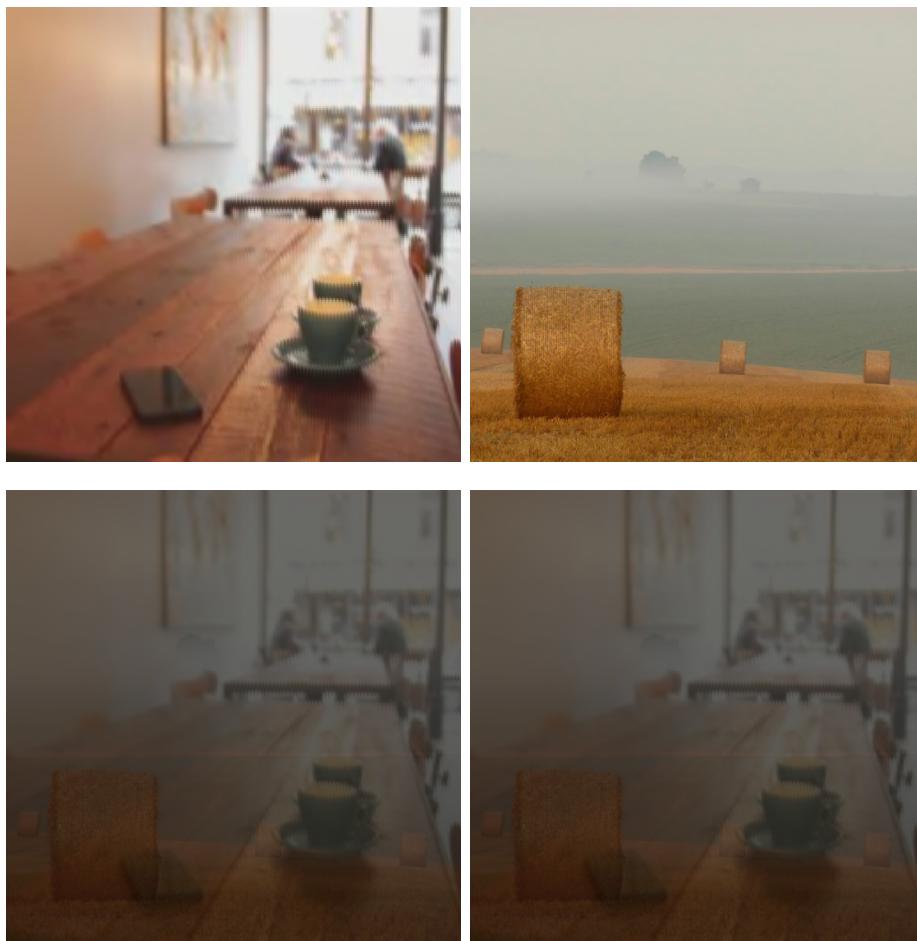
$$Q_B[l, w] = (B_S * 255) / Q_{max}$$

Wynik zaokrąglij do najbliższej górnej liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.3: [Od lewej, rząd 1] Barwowy obraz wejściowy 1, Barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji



Rysunek 4.4: [Od lewej, rząd 1] Barwowy obraz wejściowy 1, Barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rząd 2] Obraz po sumowaniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationRGB(self.name1, self.name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationRGB()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2

def addPictureRGB(self):
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
    ↪ , self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, pictureName1 = self.pic1.getPictureParameters()
    matrix1 = self.pic1.getRGBMatrix()
    length2, width2, pictureName2 = self.pic2.getPictureParameters()

```

```

matrix2 = self.pic2.getRGBMatrix()
pictureName1 = tempName

sumMax = 0
x = 0
fmax = 0
fmin = 255

result = np.zeros((length1, width1, 3), np.uint8)

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        R = int(matrix1[l, w][0]) + int(matrix2[l, w][0])
        G = int(matrix1[l, w][1]) + int(matrix2[l, w][1])
        B = int(matrix1[l, w][2]) + int(matrix2[l, w][2])
        if sumMax < max([R, G, B]):
            sumMax = max([R, G, B])

if sumMax > 255:
    x = (sumMax - 255) / 255

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        R = (int(matrix1[l, w][0]) - (int(matrix1[l, w][0]) * x))
        ↪ + (int(matrix2[l, w][0]) - (int(matrix2[l, w][0]) *
        ↪ x))
        G = (int(matrix1[l, w][1]) - (int(matrix1[l, w][1]) * x))
        ↪ + (int(matrix2[l, w][1]) - (int(matrix2[l, w][1]) *
        ↪ x))
        B = (int(matrix1[l, w][2]) - (int(matrix1[l, w][2]) * x))
        ↪ + (int(matrix2[l, w][2]) - (int(matrix2[l, w][2]) *
        ↪ x))
        result[w, l][0] = np.ceil(R)
        result[w, l][1] = np.ceil(G)
        result[w, l][2] = np.ceil(B)
        # Search for maximum and minimum
        if fmin > min([R, G, B]):
            fmin = min([R, G, B])
        if fmax < max([R, G, B]):
            fmax = max([R, G, B])

# save picture with added picture to png file (without
↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_added_' + str(pictureName2
↪ ) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

normalized = np.zeros((length1, width1, 3), np.uint8)
for l in range(length1):
    for w in range(width1):

```

```

        normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))
        normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))
        normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))

# save picture with added picture to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_added_' + str(pictureName2
    ↪ ) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

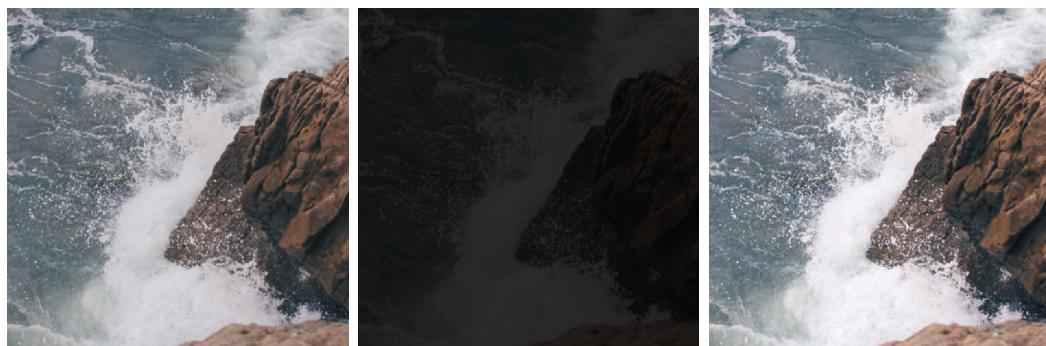
4.3 Mnożenie obrazów barwowych przez określoną stałą

Opis algorytmu

Algorytm mnożenia obrazu barwowego przez określoną stałą polega na przemnożeniu każdego elementu obrazu (piksla) przez określoną stałą (skalar). Dla wszystkich piksli w obrazie wykonaj na każdym z trzech kanałów RGB:

1. Jeżeli wartość składowa piksla jest równa 255 to składowa barwowa wynikowa otrzymuje wartość stałej.
2. Jeżeli wartość składowa piksla jest równa 0 to składowa barwowa wynikowa otrzymuje wartość 0.
3. Jeżeli wartość piksla jest inna niż 255 lub 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość poprzez pomnożenie wartości składowej piksla przez skalar, podzielenie przez 255 i zaokrąglenie do liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.5: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po przmnożeniu ze stałą 50, obraz po normalizacji



Rysunek 4.6: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po przmnożeniu ze stałą 200, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def assignRGBvalue(self, value, factor):
    if value == 255:
        value = factor
    elif value == 0:
        value = 0
    else:
        value = (int(value) * int(factor)) / 255
    return value

def multiplyConstRGB(self, constant):
    length, width, matrix, pictureName = self.getPictureParameters(
        ↪ self.pic1)
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)

    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = self.assignRGBvalue(int(matrix[l, w][0]), constant)
            G = self.assignRGBvalue(int(matrix[l, w][1]), constant)
            B = self.assignRGBvalue(int(matrix[l, w][2]), constant)

            result[w, l][0] = np.ceil(R)
            result[w, l][1] = np.ceil(G)
            result[w, l][2] = np.ceil(B)

            # Search for maximum and minimum
            if fmin > min([R, G, B]):
                fmin = min([R, G, B])
            if fmax < max([R, G, B]):
                fmax = max([R, G, B])

    # save picture with added constant to png file (without
    ↪ normalization)

```

```

path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))

# save picture with added constant to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_constant_' + str(constant)
    ↪ + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz

Opis algorytmu

Algorytm mnożenia obrazu barwowego przez drugi barwowy obraz o tych samych wymiarach $M \times N$ i strukturze ich macierzy polega na przemnożeniu wartości składowych barwowych piksla z pierwszego obrazu przez odpowiadającą wartość składową barwową piksla z drugiego obrazu. Po operacji mnożenia następuje normalizacja obrazu. Dla każdej wartości składowej barwowej piksla pierwszego obrazu wykonaj następujące czynności:

1. Jeżeli wartość składowa barwowa piksla $P1[l, w]$ jest równa 255 to składowa wynikowa otrzymuje wartość odpowiadającego piksla drugiego obrazu $P2[l, w]$.
2. Jeżeli wartość składowa barwowa piksla $P1[l, w]$ jest równa 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość 0.
3. Jeżeli wartość składowa barwowa piksla $P1[l, w]$ jest inna niż 255 lub 0 to składowa wynikowa otrzymuje wartość poprzez pomnożenie wartości barwowej piksla $P1[l, w]$ przez odpowiadającą barwową piksla $P2[l, w]$, podzielenie przez 255 i zaokrąglenie do liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.7: [Od lewej, rzad 1] Barwowy obraz wejściowy 1, barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz po mnożeniu obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationRGB(self.name1, self.name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationRGB()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2

def assignRGBvalue(self, value, factor):
    if value == 255:
        value = factor
    elif value == 0:
        value = 0
    else:
        value = (int(value) * int(factor)) / 255
    return value

def multiplyPicturesRGB(self):
    compare = Comparer()

```

```

biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
    ↪ , self.pic2)
if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
    self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
# get the values
tempName = smallerPicture.getPictureName()
length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
    ↪ getPictureParameters(self.pic1)
length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
    ↪ getPictureParameters(self.pic2)
pictureName1 = tempName

result = np.ones((length1, width1, 3), np.uint8)

fmin = 255
fmax = 0

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        R = self.assignRGBvalue(int(matrix1[l, w][0]), int(matrix2
            ↪ [l, w][0]))
        G = self.assignRGBvalue(int(matrix1[l, w][1]), int(matrix2
            ↪ [l, w][1]))
        B = self.assignRGBvalue(int(matrix1[l, w][2]), int(matrix2
            ↪ [l, w][2]))

        result[w, l][0] = np.ceil(R)
        result[w, l][1] = np.ceil(G)
        result[w, l][2] = np.ceil(B)

        # Search for maximum and minimum
        if fmin > min([R, G, B]):
            fmin = min([R, G, B])
        if fmax < max([R, G, B]):
            fmax = max([R, G, B])

# save picture multiplied by picture to png file (without
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_multiplied_' + str(
    ↪ pictureName2) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))

```

```

# save picture multiplied by picture to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_multiplied_' + str(
    ↪ pictureName2) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem

Opis algorytmu

Mieszanie dwóch obrazów polega na sumowaniu ich z wagami α i $1 - \alpha$ według wzoru:

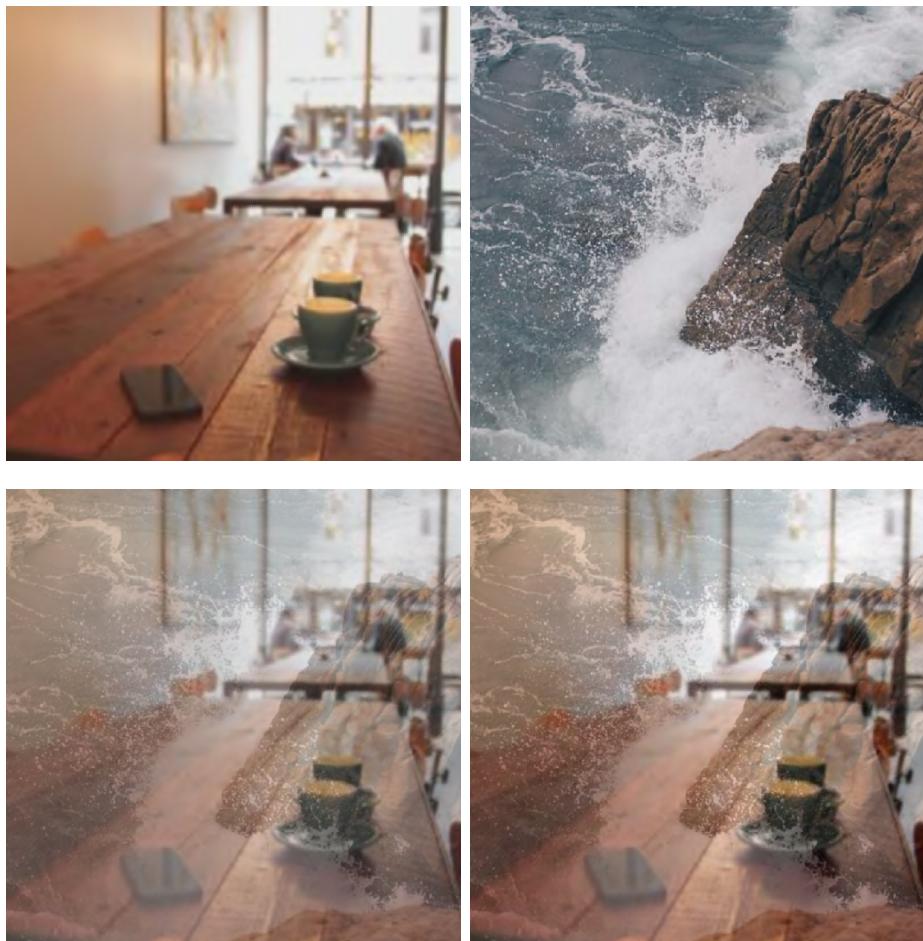
$$f_m = f\alpha + f^I(1 - \alpha)$$

gdzie $\alpha \in [0, 1]$. Płynna zmiana parametru α w przedziale $[0, 1]$ powoduje efekt przechodzenia obrazu f w obraz f^I .

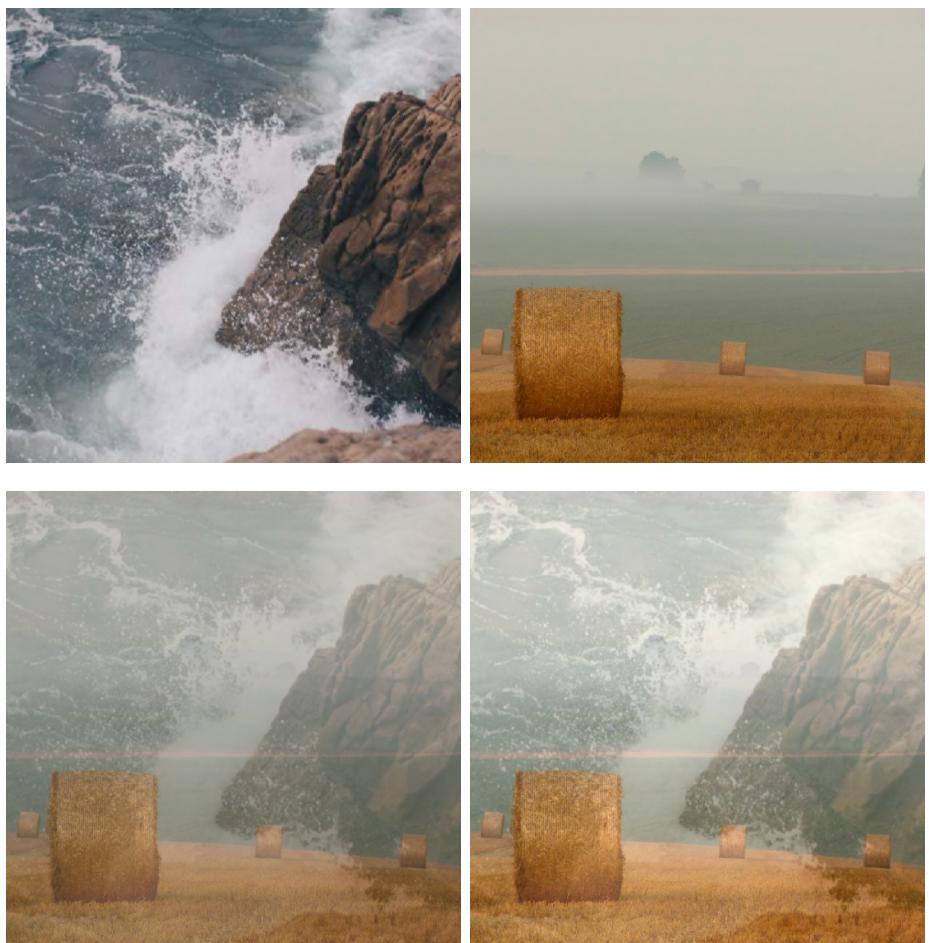
1. Weź dwa obrazy barwowe o takim samym rozmiarze (po ujednoliceniu rozdzielczościowym) P_1 i P_2 .
2. Określ współczynnik mieszania obrazów α wyrażony jako liczba rzeczywista z przedziału $[0, 1]$, gdzie 0 reprezentuje przezroczystość, a 1 reprezentuje nieprzezroczystość.
3. Dla wszystkich piksli w obrazach wejściowych wykonaj:

$$Q[l, w] = \alpha * P_1[l, w] + (1 - \alpha) * P_2[l, w]$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.8: [Od lewej, rząd 1] Barwowy obraz wejściowy 1, barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rząd 2] Obraz po mieszananiu ze współczynnikiem $\alpha = 0.6$, obraz po normalizacji



Rysunek 4.9: [Od lewej, rzad 1] Barwowy obraz wejściowy 1, barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz po mieszananiu ze współczynnikiem $\alpha = 0.3$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationRGB(self.name1, self.name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationRGB()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2

def blendPictures(self, alfa):
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
    ↪ , self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
    ↪ getPictureParameters(self.pic1)
    length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
    ↪ getPictureParameters(self.pic2)
    pictureName1 = tempName

    result = np.ones((length1, width1, 3), np.uint8)

    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length1):
        for w in range(width1):
            R = (float(matrix1[l, w][0]) * alfa) + (float(matrix2[l, w
            ↪ ][0]) * (1 - alfa))
            G = (float(matrix1[l, w][1]) * alfa) + (float(matrix2[l, w
            ↪ ][1]) * (1 - alfa))
            B = (float(matrix1[l, w][2]) * alfa) + (float(matrix2[l, w
            ↪ ][2]) * (1 - alfa))

            result[w, l][0] = np.ceil(R)
            result[w, l][1] = np.ceil(G)
            result[w, l][2] = np.ceil(B)

            # Search for maximum and minimum
            if fmin > min([R, G, B]):
                fmin = min([R, G, B])
            if fmax < max([R, G, B]):
                fmax = max([R, G, B])

    # save picture multiplied by picture to png file (without
    ↪ normalization)
```

```

path = self.ex + str(pictureName1) + '_blended_' + str(alfa) + '_'
      ↪ + str(pictureName2) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
          ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
          ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
          ↪ - fmin))

# save picture multiplied by picture to png file (with
      ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_blended_' + str(alfa) + '_'
      ↪ + str(pictureName2) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

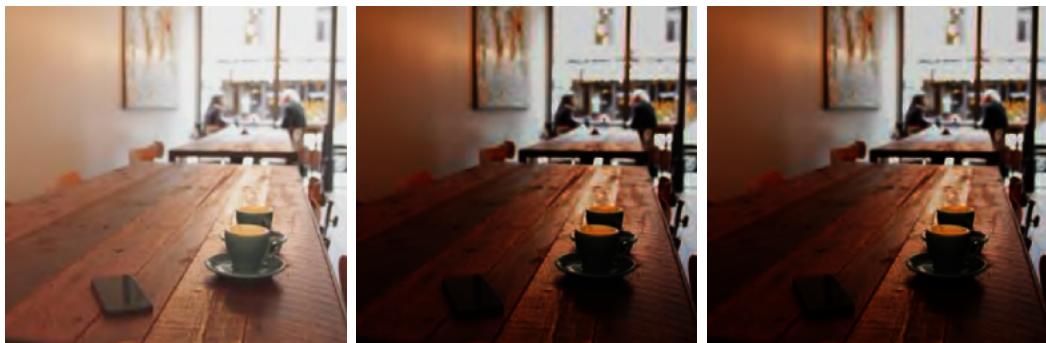
4.6 Potęgowanie obrazu z zadaną potęgą

Opis algorytmu

Algorytm potęgowania obrazu barwowego do określonej stałej jest szczególnym przypadkiem mnożenia obrazów. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{f(x, y)}{f_{max}} \right)^\alpha, \alpha > 0$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.10: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 2$, obraz po normalizacji



Rysunek 4.11: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 5$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def raiseToPower(self, power):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)

    maxPicture = 0
    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])
            G = int(matrix[l, w][1])
            B = int(matrix[l, w][2])
            if maxPicture < max([R, G, B]):
                maxPicture = max([R, G, B])

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])
            G = int(matrix[l, w][1])
            B = int(matrix[l, w][2])

            if R == 0:
                R = 0
            else:
                R = np.power(int(R) / maxPicture, power) * 255

            if G == 0:
                G = 0
            else:
                G = np.power(int(G) / maxPicture, power) * 255

            if B == 0:
                B = 0
            else:
                B = np.power(int(B) / maxPicture, power) * 255

            result[l, w] = [R, G, B]

```

```

    else:
        B = np.power(int(B) / maxPicture, power) * 255

        result[w, 1][0] = np.ceil(R)
        result[w, 1][1] = np.ceil(G)
        result[w, 1][2] = np.ceil(B)

        # Search for maximum and minimum
        if fmin > min([R, G, B]):
            fmin = min([R, G, B])
        if fmax < max([R, G, B]):
            fmax = max([R, G, B])

    # save picture raised to constant power to png file (without
    # normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_power_' + str(power) + '.'
    #(png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            # - fmin))
            result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            # - fmin))
            result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            # - fmin))

    # save picture raised to constant power to png file (with
    # normalization)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_power_' + str(power) + '_'
    #normalized.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.7 Dzielenie obrazów barwowych przez zadaną stałą

Opis algorytmu

Algorytm dzielenia obrazu barwowego przez określoną stałą służy korekcji cieniowania między poziomami szarości obrazu. Aby zastosować algorytm dla każdego piksła obrazu wykonaj:

1. Policz sumy warytości składowych barwowych piksla ze stałą.
2. Spośród obliczonych sum wybierz $Q_{max} = \max(R_S, G_S, B_S)$ - największą sumę.
3. Wartość wynikową policz z następującego wzoru:

$$Q_R[l, w] = (R_S * 255) / Q_{max}$$

$$Q_G[l, w] = (G_S * 255) / Q_{max}$$

$$Q_B[l, w] = (B_S * 255) / Q_{max}$$

Wynik zaokrąglaj w góre do najbliższej liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.12: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podzieleniu przez stałą $\alpha = 7$, obraz po normalizacji



Rysunek 4.13: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podzieleniu przez stałą $\alpha = 3$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def divideConstRGB(self, constant):
    length, width, matrix, pictureName = self.getPictureParameters(
        ↪ self.pic1)
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)

    fmin = 255
    fmax = 0
    sumMax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0]) + int(constant)
            G = int(matrix[l, w][1]) + int(constant)
            B = int(matrix[l, w][2]) + int(constant)
```

```

        if sumMax < max([R, G, B]):
            sumMax = max([R, G, B])

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R_pom = int(matrix[l, w][0]) + int(constant)
            G_pom = int(matrix[l, w][1]) + int(constant)
            B_pom = int(matrix[l, w][2]) + int(constant)

            R = (R_pom * 255) / sumMax
            G = (G_pom * 255) / sumMax
            B = (B_pom * 255) / sumMax

            result[w, l][0] = np.ceil(R)
            result[w, l][1] = np.ceil(G)
            result[w, l][2] = np.ceil(B)
            # Search for maximum and minimum
            if fmin > min([R, G, B]):
                fmin = min([R, G, B])
            if fmax < max([R, G, B]):
                fmax = max([R, G, B])

path = self.ex + str(pictureName) + '_dividedBy_' + str(constant)
    ↪ + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
    ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
    ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
    ↪ - fmin))

path = self.ex + str(pictureName) + '_normalized' + str(constant)
    ↪ + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.8 Dzielenie obrazu przez inny obraz

Opis algorytmu

1. Policz sumę wartości składowej barwowej piksla obrazu P_1 z odpowiadającym wartością składową piksla obrazu P_2 .
2. Spośród obliczonych sum wybierz $Q_{max} = \max(R_S, G_S, B_S)$ - największą sumę.
3. Wartość wynikową policz z następującego wzoru:

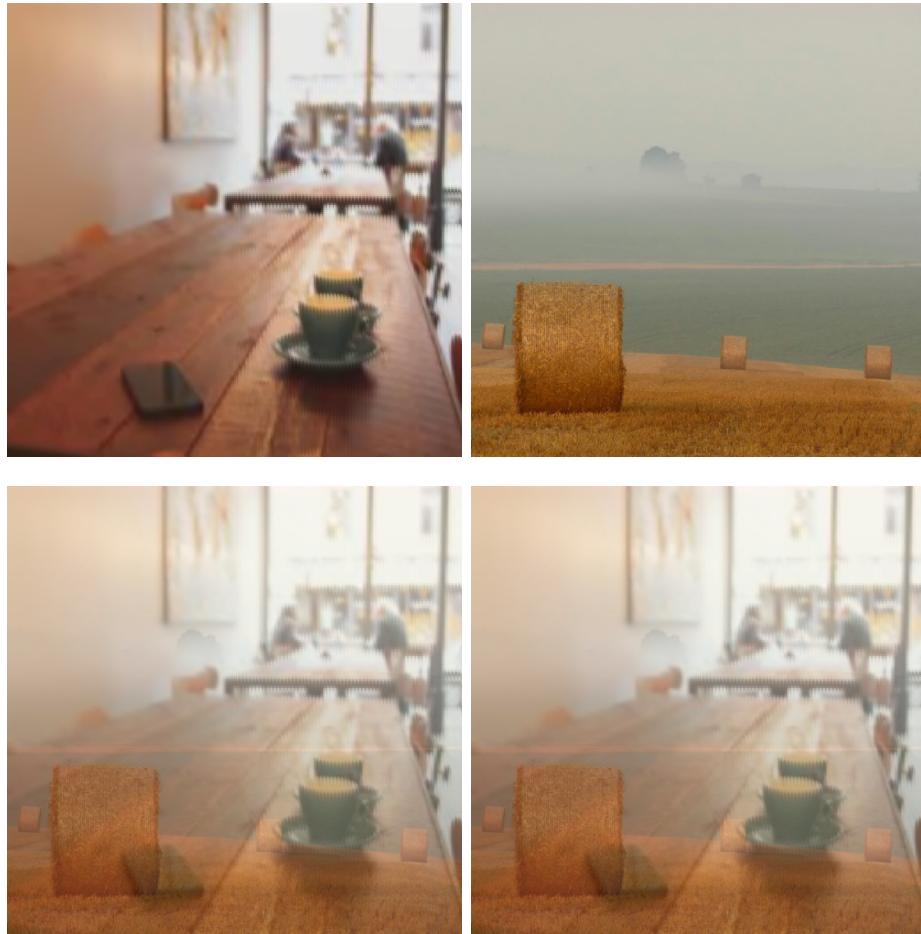
$$Q_R[l, w] = (R_S * 255) / Q_{max}$$

$$Q_G[l, w] = (G_S * 255)/Q_{max}$$

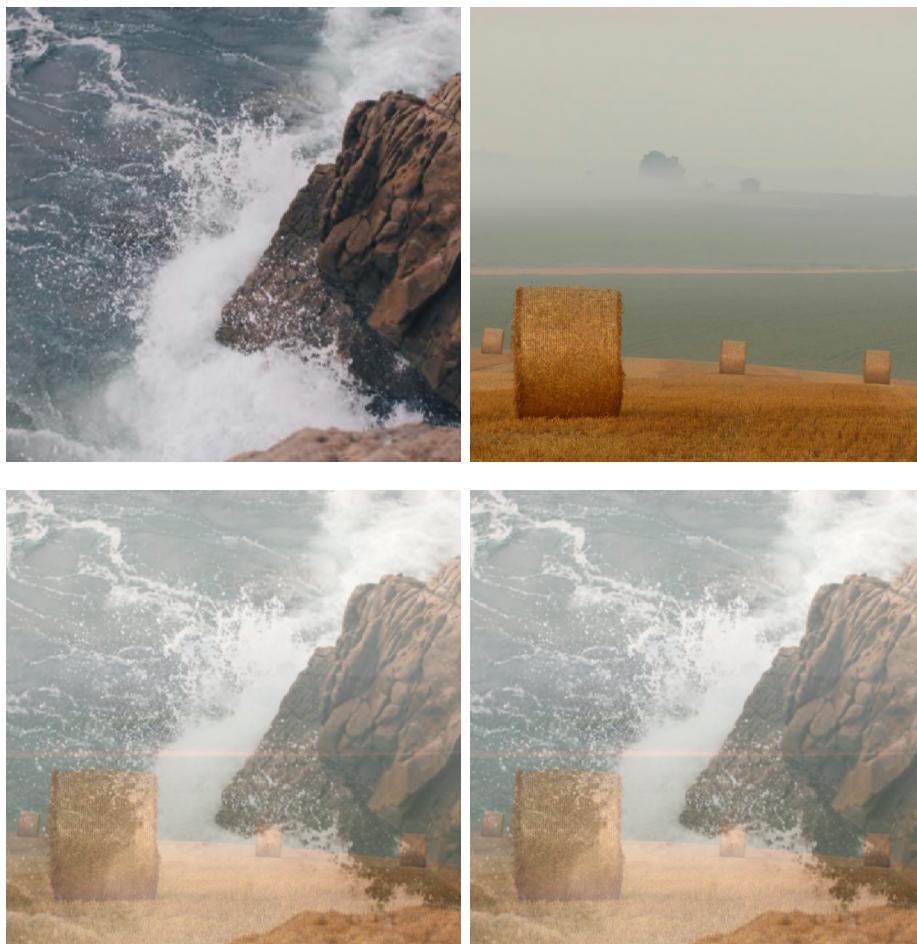
$$Q_B[l, w] = (B_S * 255)/Q_{max}$$

Wynik zaokrągluj w górę do najbliższej liczby całkowitej.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.14: [Od lewej, rzad 1] Barwowy obraz wejściowy 1, barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz powstały w wyniku dzielenia obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji



Rysunek 4.15: [Od lewej, rzad 1] Barwowy obraz wejściowy 1, barwowy obraz wejściowy 2 [Od lewej, rzad 2] Obraz powstały w wyniku dzielenia obrazów 1 i 2, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def getUnifiedPictures(self):
    resolutionUni = ResolutionUnificationRGB(self.name1, self.name2)
    resolutionUni.resolutionUnificationRGB()
    pic1Path, pic2Path = resolutionUni.getOutputPaths()
    pic1 = ImageHelper(pic1Path, self.pictureType)
    pic2 = ImageHelper(pic2Path, self.pictureType)
    return pic1, pic2

def dividePicturesRGB(self):
    compare = Comparer()
    biggerPicture, smallerPicture = compare.comparePictures(self.pic1
        ↪ , self.pic2)
    if biggerPicture != 0 and smallerPicture != 0:
        self.pic1, self.pic2 = self.getUnifiedPictures()
    # get the values
    tempName = smallerPicture.getPictureName()
    length1, width1, matrix1, pictureName1 = self.
        ↪ getPictureParameters(self.pic1)

```

```

length2, width2, matrix2, pictureName2 = self.
    ↪ getPictureParameters(self.pic2)
pictureName1 = tempName

result = np.ones((length1, width1, 3), np.uint8)

fmin = 255
fmax = 0
sumMax = 0

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        R = int(matrix1[l, w][0]) + int(matrix2[l, w][0])
        G = int(matrix1[l, w][1]) + int(matrix2[l, w][1])
        B = int(matrix1[l, w][2]) + int(matrix2[l, w][2])
        if sumMax < max([R, G, B]):
            sumMax = max([R, G, B])

for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        R_pom = int(matrix1[l, w][0]) + int(matrix2[l, w][0])
        G_pom = int(matrix1[l, w][1]) + int(matrix2[l, w][1])
        B_pom = int(matrix1[l, w][2]) + int(matrix2[l, w][2])

        R = (R_pom * 255) / sumMax
        G = (G_pom * 255) / sumMax
        B = (B_pom * 255) / sumMax

        result[w, l][0] = np.ceil(R)
        result[w, l][1] = np.ceil(G)
        result[w, l][2] = np.ceil(B)
        # Search for maximum and minimum
        if fmin > min([R, G, B]):
            fmin = min([R, G, B])
        if fmax < max([R, G, B]):
            fmax = max([R, G, B])

# save picture divided by picture to png file (without
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_dividedBy_' + str(
    ↪ pictureName2) + '.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

normalized = np.zeros((length1, width1, 3), np.uint8)
for l in range(length1):
    for w in range(width1):
        normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))
        normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (
            ↪ fmax - fmin))

```

```

normalized[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (
    ↪ fmax - fmin))

# save picture divided by picture to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName1) + '_dividedBy_' + str(
    ↪ pictureName2) + '_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.9 Pierwiastkowanie obrazu

Opis algorytmu

Algorytm pierwiastkowania obrazu barwowego jest szczególnym przypadkiem wykorzystania algorytmu potęgowania obrazu przez określoną stałą, która jest ułamkiem. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{f(x, y)}{f_{max}} \right)^\alpha, \alpha > 0$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.16: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 1/2$, obraz po normalizacji



Rysunek 4.17: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po podniesieniu do potęgi $\alpha = 1/6$, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```
def rootRGB(self, power):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)
    factorial = 1 / power

    maxPicture = 0
    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])
            G = int(matrix[l, w][1])
            B = int(matrix[l, w][2])
            if maxPicture < max([R, G, B]):
                maxPicture = max([R, G, B])

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])
            G = int(matrix[l, w][1])
            B = int(matrix[l, w][2])

            if R == 0:
                R = 0
            else:
                R = np.power(int(R) / maxPicture, factorial) * 255

            if G == 0:
                G = 0
            else:
                G = np.power(int(G) / maxPicture, factorial) * 255

            if B == 0:
                B = 0
            else:
                B = np.power(int(B) / maxPicture, factorial) * 255

            result[w, l][0] = np.ceil(R)
            result[w, l][1] = np.ceil(G)
            result[w, l][2] = np.ceil(B)

    # Search for maximum and minimum
    if fmin > min([R, G, B]):
        fmin = min([R, G, B])
    if fmax < max([R, G, B]):
        fmax = max([R, G, B])
```

```

# save picture raised to constant factorial to png file (without
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_root_' + str(power) + '.png'
    ↪ ,
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))

# save picture raised to constant factorial to png file (with
    ↪ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_root_' + str(power) + '
    ↪ _normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

4.10 Logarytmowanie obrazu

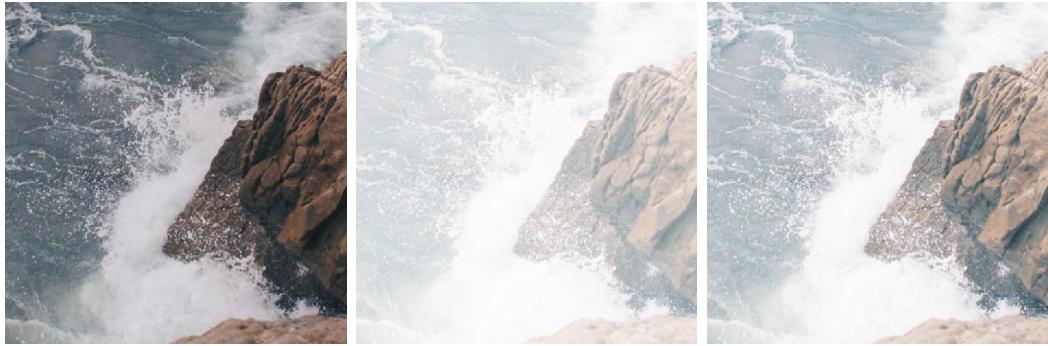
Opis algorytmu

Algorytm logarytmowania obrazu barwowego powoduje rozjaśnienie i zróżnicowanie najciemniejszych obszarów obrazu. Aby uniknąć wykroczenia poza zakres, skorzystano ze znormalizowanego wzoru:

$$f_m = 255 * \left(\frac{\log(1 + f(x, y))}{\log(1 + f_{max})} \right)$$

Przsunięcie funkcji obrazu o 1 w górę wynika z nieokreśloności logarytmu w zerze.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 4.18: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po logarytmowaniu logarytmem naturalnym, obraz po normalizacji



Rysunek 4.19: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po logarytmowaniu logarytmem naturalnym, obraz po normalizacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def logharitmRGB(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)

    maxPicture = 0
    fmin = 255
    fmax = 0

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])
            G = int(matrix[l, w][1])
            B = int(matrix[l, w][2])
            if maxPicture < max([R, G, B]):
                maxPicture = max([R, G, B])

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            R = int(matrix[l, w][0])

```

```

G = int(matrix[l, w][1])
B = int(matrix[l, w][2])

if R == 0:
    R = 0
else:
    R = (np.log(1 + R) / np.log(1 + maxPicture)) * 255

if G == 0:
    G = 0
else:
    G = (np.log(1 + G) / np.log(1 + maxPicture)) * 255

if B == 0:
    B = 0
else:
    B = (np.log(1 + B) / np.log(1 + maxPicture)) * 255

result[w, l][0] = np.ceil(R)
result[w, l][1] = np.ceil(G)
result[w, l][2] = np.ceil(B)
# Search for maximum and minimum
if fmin > min([R, G, B]):
    fmin = min([R, G, B])
if fmax < max([R, G, B]):
    fmax = max([R, G, B])

# save picture raised to constant power to png file (without
→ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_log.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

for l in range(length):
    for w in range(width):
        result[l, w][0] = 255 * ((result[l, w][0] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][1] = 255 * ((result[l, w][1] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))
        result[l, w][2] = 255 * ((result[l, w][2] - fmin) / (fmax
            ↪ - fmin))

# save picture raised to constant power to png file (with
→ normalization)
path = self.ex + str(pictureName) + '_log_normalized.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

Rozdział 5

Operacje geometryczne na obrazie

Operacje geometryczne na obrazach są szczególnie wykorzystywane w przypadku dopasowywania obrazu do układu współrzędnych oraz w przypadku eliminowania zniekształceń geometrycznych obrazu. W przedstawionych operacjach obrazy umieszczone są w pierwszej ćwiartce układu współrzędnych.

5.1 Przemieszczanie obrazu o zadany wektor

Opis algorytmu

Przemieszczanie obrazu o dany wektor polega na przesunięciu każdego piksla obrazu o określoną wartość zgodnie z zależnościami:

$$x^I = x_o + \Delta x$$

$$y^I = y_o + \Delta y$$

gdzie (x_o, y_o) są współrzędnymi początkowymi piksla, $(\Delta x, \Delta y)$ są wartościami przesunięcia, a (x^I, y^I) są współrzędnymi piksla po przesunięciu.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.1: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po przesunięciu o wektor $[30, 80]$



Rysunek 5.2: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po przesunięciu o wektor $[100, 10]$

Kod źródłowy algorytmu

```
def relocateByVectorRGB(self, x, y):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    deltaX = 0 - x
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            if 0 < l + y < length and 0 < w + deltaX < width:
                result[w + deltaX, l + y] = matrix[l, w]

    path = self.ex + str(pictureName) + '_moved_[ ' + str(x) + ', '
    ↪ + str(y) + '] .png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType,
    ↪ path)
```

5.2 Skalowanie jednorodne obrazu

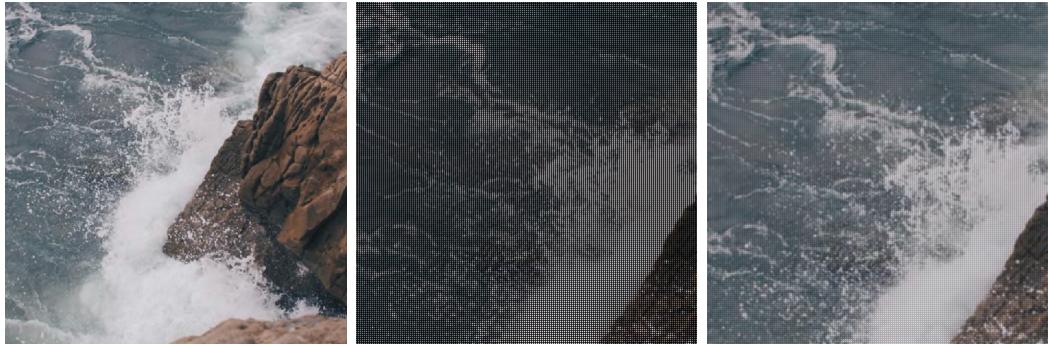
Opis algorytmu

Skalowanie jednorodne obrazu polega na pomnożeniu każdego piksła obrazu przez współczynnik skalowania S według zależności:

$$x^I = x_o * S$$

$$y^I = y_o * S$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.3: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po skalowaniu jednorodnym ze współczynnikiem $S = 1.5$, obraz po interpolacji



Rysunek 5.4: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po skalowaniu jednorodnym ze współczynnikiem $S = 2$, obraz po interpolacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def homogeneousScalingRGB(self, scale):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            if scale * l < length and scale * w < width:
                result[int(scale * w), int(scale * l)] = matrix[l, w]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_homogeneous_' + str(scale)
    ↪ + '_withoutInterpolation.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            r, g, b = 0, 0, 0
            n = 1
            if result[l, w][0] < 1 and result[l, w][1] < 1 and result[
                ↪ l, w][2] < 1:
                for lOff in range(-1, 2):
                    for wOff in range(-1, 2):
                        if result[l + lOff, w + wOff][0] > 1 and
                           result[l + lOff, w + wOff][1] > 1 and
                           result[l + lOff, w + wOff][2] > 1:
                               r += matrix[l + lOff, w + wOff][0]
                               g += matrix[l + lOff, w + wOff][1]
                               b += matrix[l + lOff, w + wOff][2]
                               n += 1
            result[l, w][0] = r / n
            result[l, w][1] = g / n
            result[l, w][2] = b / n

```

```

lSave = l if ((l + 10ff) > (length - 2)) | ((l
    ↪ + 10ff) < 0) else (l + 10ff)
wSave = w if ((w + w0ff) > (width - 2)) | ((w +
    ↪ w0ff) < 0) else (w + w0ff)
if result[lSave, wSave][0] > 0 or result[lSave,
    ↪ wSave][1] > 0 or result[lSave, wSave][2]
    ↪ > 0:
    r += result[lSave, wSave][0]
    g += result[lSave, wSave][1]
    b += result[lSave, wSave][2]
    n += 1
    result[l, w] = (r / n, g / n, b / n)
path = self.ex + str(pictureName) + '_homogeneous_' + str(scale)
    ↪ + '_withInterpolation.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

5.3 Skalowanie niejednorodne obrazu

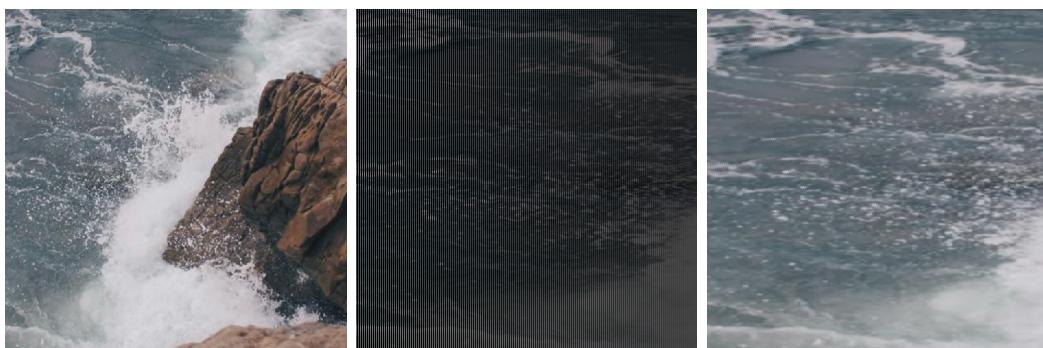
Opis algorytmu

Skalowanie niejednorodne obrazu polega na pomnożeniu każdego piksła obrazu przez współczynnik skalowanie S_x , S_y według zależności:

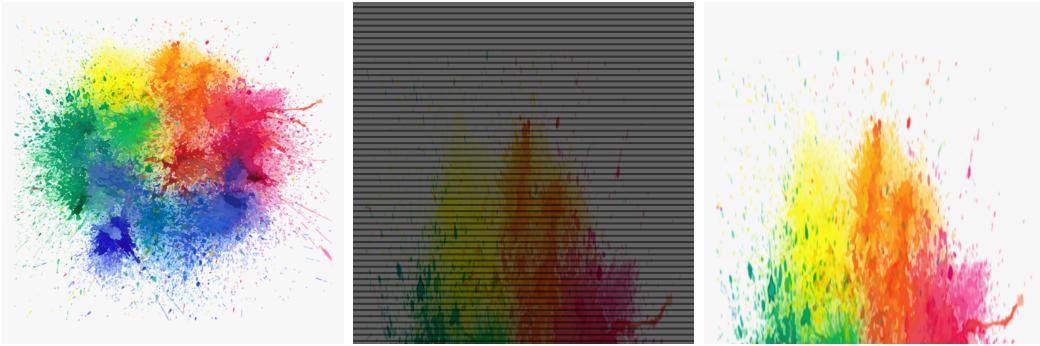
$$x^I = x_o * S_x$$

$$y^I = y_o * S_y$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.5: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po skalowaniu niejednorodnym ze współczynnikiem $S_x = 3$ i $S_y = 1$, obraz po interpolacji



Rysunek 5.6: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po skalowaniu niejednorodnym ze współczynnikami $S_x = 1$ i $S_y = 3$, obraz po interpolacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def heterogeneousScalingRGB(self, scaleY, scaleX):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.zeros((length, width, 3), np.uint8)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            if scaleY * l < length and scaleX * w < width:
                result[int(scaleX * w), int(scaleY * l)] = matrix[l, w
                                                               ]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_heterogeneous_' + str(
        scaleY) + ',' + str(
        scaleX) + ']_withoutInterpolation.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            r, g, b = 0, 0, 0
            n = 0
            if result[l, w][0] < 1 and result[l, w][1] < 1 and result[
                l, w][2] < 1:
                for lOff in range(-1, 2):
                    for wOff in range(-1, 2):
                        lSave = l if ((l + lOff) > (length - 2)) | ((l
                                                               + lOff) < 0) else (l + lOff)
                        wSave = w if ((w + wOff) > (width - 2)) | ((w +
                                                               + wOff) < 0) else (w + wOff)
                        if result[lSave, wSave][0] > 0 or result[lSave,
                            wSave][1] > 0 or result[lSave, wSave][
                                2] > 0:
                            r += result[lSave, wSave][0]
                            g += result[lSave, wSave][1]
                            b += result[lSave, wSave][2]
                            n += 1
            result[l, w] = (r / n, g / n, b / n)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_heterogeneous_' + str(
        scaleY) + ',' + str(
        scaleX) + ']_interpolated.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

```

    scaleX) + ']_withInterpolation.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

5.4 Obracanie obrazu o dowolny kąt

Opis algorytmu

Obracanie obrazu o dowolny kąt dookoła początku układu współrzędnych wykonuje się zgodnie ze wzorem:

$$x^I = x_o * \cos\alpha - y_o * \sin\alpha$$

$$y^I = x_o * \sin\alpha - y_o * \cos\alpha$$

gdzie (x_o, y_o) - współrzędne początkowe piksla, α to kąt obrotu, (x^I, y^I) to współrzędne piksla po obrocie.

W przedstawionych przykładach punkt obrotu został przesunięty na środek obrazu według wzoru:

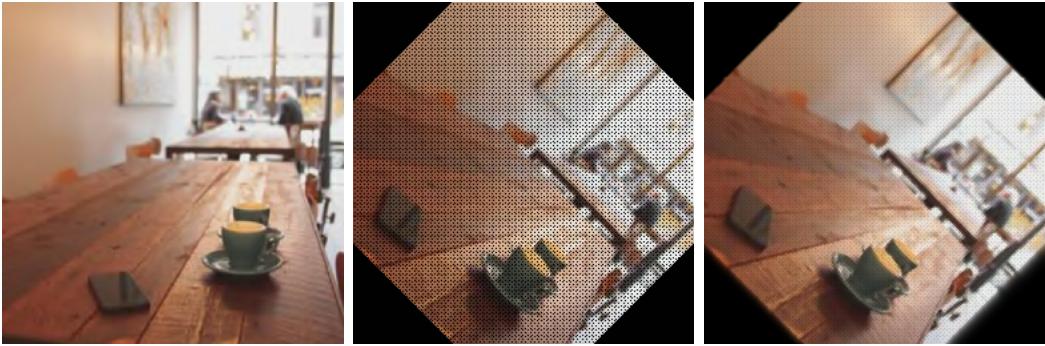
$$new_x = (x - width/2) * \cos(\alpha_r) - (y - height/2) * \sin(\alpha_r) + (width/2)$$

$$new_y = (x - width/2) * \sin(\alpha_r) + (y - height/2) * \cos(\alpha_r) + (height/2)$$

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.7: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obrocie o kąt $\alpha = 60^\circ$, obraz po interpolacji



Rysunek 5.8: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obrocie o kąt $\alpha = 45^\circ$, obraz po interpolacji

Kod źródłowy algorytmu

```

def angleRGB(self, angle):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)
    angleRadians = np.radians(angle)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            newW = (w - width / 2) * np.cos(angleRadians) - (l -
                ↪ length / 2) * np.sin(angleRadians) + (width / 2)
            newL = (w - width / 2) * np.sin(angleRadians) + (l -
                ↪ length / 2) * np.cos(angleRadians) + (length / 2)
            if 0 <= newL < length and 0 <= newW < width:
                result[int(newL), int(newW)] = matrix[l, w]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_angle_' + str(angle) +
        ↪ _withoutInterpolation.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            r, g, b = 0, 0, 0
            n = 1
            if result[l, w][0] == 1 and result[l, w][1] == 1 and
                ↪ result[l, w][2] == 1:
                for lOff in range(-1, 2):
                    for wOff in range(-1, 2):
                        lSave = l if ((l + lOff) > (length - 2)) | ((l
                            ↪ + lOff) < 0) else (l + lOff)
                        wSave = w if ((w + wOff) > (width - 2)) | ((w +
                            ↪ wOff) < 0) else (w + wOff)
                        if result[lSave, wSave][0] > 1 or result[lSave,
                            ↪ wSave][1] > 1 or result[lSave, wSave][
                                2] > 1:
                            r += result[lSave, wSave][0]
                            g += result[lSave, wSave][1]
                            b += result[lSave, wSave][2]
                            n += 1
    
```

```

        result[l, w] = (r / n, g / n, b / n)
path = self.ex + str(pictureName) + '_angle_' + str(angle) + '
    ↪ _withInterpolation.png'
self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)

```

5.5 Symetrie obrazu względem osi układu

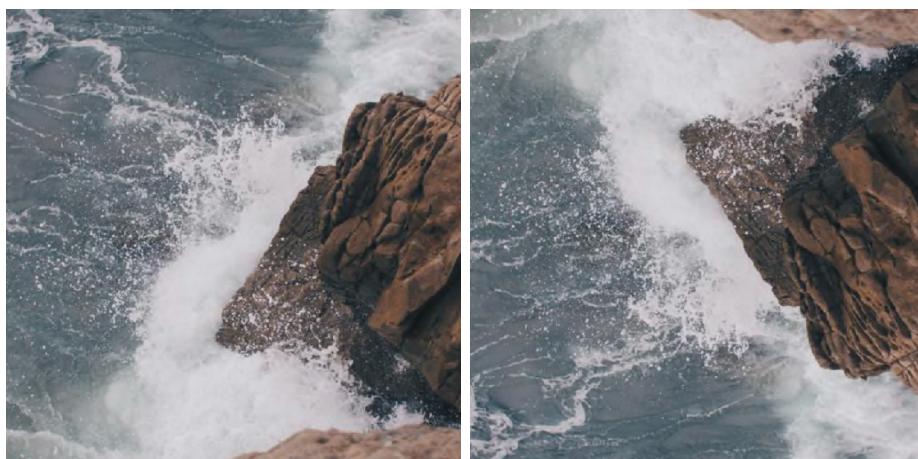
5.5.1 Symetria względem osi OX

Względem osi OX piksem symetrycznym do piksla $P_1(x, y)$ jest $P_2(x, -y)$.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.9: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem osi OX



Rysunek 5.10: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem osi OX

Kod źródłowy algorytmu

```
def symmetryX(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)
    pomLength = length - 1

    for l in range(length):
        for w in range(width):
            result[w, l] = matrix[pomLength - l, w]

    path = self.ex + str(pictureName) + '_X.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
```

5.5.2 Symetria względem osi OY

Względem osi OY piksem symetrycznym do piksla $P_1(x, y)$ jest $P_2(-x, y)$.

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.11: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem osi OY



Rysunek 5.12: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem osi OY

Kod źródłowy algorytmu

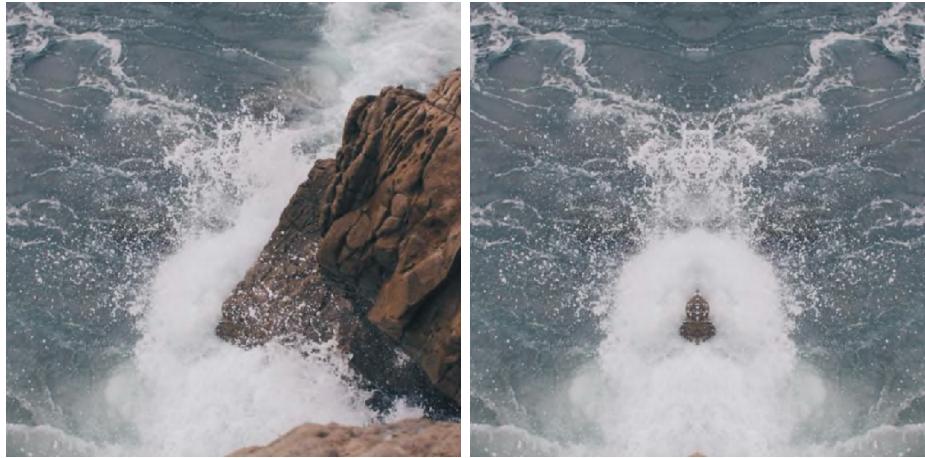
```
def symmetryY(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)
    pomLength = length - 1
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            result[w, l] = matrix[pomLength - l, w]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_Y.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
```

5.5.3 Symetria względem zadanej prostej

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.13: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem pionowej prostej poprowadzonej przez środek obrazu



Rysunek 5.14: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem pionowej prostej poprowadzonej przez środek obrazu

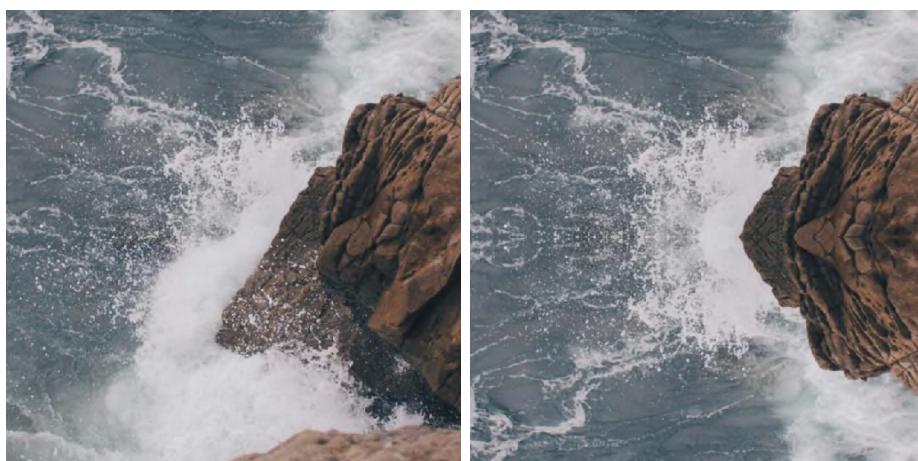
Kod źródłowy algorytmu

```
def symmetryLineVertical(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)
    pomLength = length - 1
    paramL = length / 2
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            if l < paramL:
                result[w, l] = matrix[l, w]
            else:
                result[w, l] = matrix[pomLength - l, w]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_vertical.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
```

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.15: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem poziomej prostej poprowadzonej przez środek obrazu



Rysunek 5.16: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy, obraz po obróceniu symetrycznym względem poziomej prostej poprowadzonej przez środek obrazu

Kod źródłowy algorytmu

```
def symmetryLineHorizontal(self):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getRGBMatrix()
    result = np.ones((length, width, 3), np.uint8)
    pomWidth = width - 1
    paramW = width / 2
    for l in range(length):
        for w in range(width):
            if w < paramW:
                result[w, l] = matrix[l, w]
            else:
                result[w, l] = matrix[l, pomWidth - w]
    path = self.ex + str(pictureName) + '_horizontal.png'
    self.saver.savePictureFromArray(result, self.pictureType, path)
```

5.6 Wycinanie fragmentów obrazów

Efekty wykorzystania algorytmu



Rysunek 5.17: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy 256x256, obraz po przesunięciu o współrzędnych $x_{min} = 70$, $x_{max} = 140$, $y_{min} = 160$, $y_{max} = 200$



Rysunek 5.18: [Od lewej] Barwowy obraz wejściowy 1025x1025, obraz po przesunięciu o współrzędnych $x_{min} = 600$, $x_{max} = 1000$, $y_{min} = 160$, $y_{max} = 400$

Kod źródłowy algorytmu

```
def cutPiece(self, yMin, yMax, xMin, xMax):
    length, width, pictureName = self.pic.getPictureParameters()
    matrix = self.pic.getGreyMatrix()
    for x in range(length - xMax, length - xMin + 1):
        for y in range(yMin, yMax+1):
            matrix[x, y] = (0, 0, 0)
    path = self.ex + str(pictureName) + '_' + str(yMin) + ',' + str(
        ↳ yMax) + ',' + str(xMin) + ',' + str(xMax) + '.png'
    self.saver.savePictureFromArray(matrix, self.pictureType, path)
```

5.7 Kopiowanie fragmentów obrazów

Rozdział 6

Operacje na histogramie obrazu szarego

- 6.1 Obliczanie histogramu
- 6.2 Przemieszczanie histogramu
- 6.3 Rozciąganie histogramu
- 6.4 Progowanie lokalne
- 6.5 Progowanie globalne

Rozdział 7

Operacje na histogramie obrazu barwowego

- 7.1 Obliczanie histogramu
- 7.2 Przemieszczanie histogramu
- 7.3 Rozciąganie histogramu
- 7.4 Progowanie 1 progowe lokalne
- 7.5 Progowanie 1 progowe globalne
- 7.6 Progowanie wieloprogowe lokalne
- 7.7 Progowanie wieloprogowe globalne