

# **Przetwarzanie Obrazów: Sprawozdanie**

Damian Ubowski      Maciej Tarach

Warszawa, 2019



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>7</b>
1.1	Format obrazu . . . . .	7
1.1.1	Struktura formatu . . . . .	7
1.1.2	Przykładowa struktura IFF . . . . .	8
1.1.3	Instrukcja obsługi programu . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Operacje ujednolicania obrazów</b>	<b>9</b>
2.1	Ujednolicenie obrazów szarych geometryczne . . . . .	9
2.2	Ujednolicenie obrazów szarych rozdzielczościowe . . . . .	12
2.3	Ujednolicenie obrazów RGB geometryczne . . . . .	15
2.4	Ujednolicenie obrazów RGB rozdzielczościowe . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych</b>	<b>17</b>
3.1	Sumowanie (określonej) stałej z obrazem . . . . .	18
3.2	Sumowanie dwóch obrazów . . . . .	18
3.3	Mnożenie obrazu przez zadaną liczbę . . . . .	18
3.4	Mnożenie obrazu przez inny obraz . . . . .	18
3.5	Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem . . . . .	18
3.6	Potęgowanie obrazu (z zadaną potęgą) . . . . .	18
3.7	Dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę . . . . .	18
3.8	Dzielenie obrazu przez przez inny obraz . . . . .	18
3.9	Pierwiastkowanie obrazu . . . . .	18
3.10	Logarytmowanie obrazu . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych</b>	<b>19</b>
4.1	Sumowanie (określonej) stałej z obrazem . . . . .	20
4.2	Sumowanie dwóch obrazów . . . . .	20
4.3	Mnożenie obrazu przez zadaną liczbę . . . . .	20
4.4	Mnożenie obrazu przez inny obraz . . . . .	20
4.5	Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem . . . . .	20
4.6	Potęgowanie obrazu (z zadaną potęgą) . . . . .	20

4.7	Dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę . . . . .	20
4.8	Dzielenie obrazu przez przez inny obraz . . . . .	20
4.9	Pierwiastkowanie obrazu . . . . .	20
4.10	Logarytmowanie obrazu . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Operacje geometryczne na obrazie</b>	<b>21</b>
5.1	Przemieszczenie obrazu o zadany wektor . . . . .	21
5.2	Jednorodne skalowanie obrazu . . . . .	21
5.3	Niejednorodne skalowanie obrazu . . . . .	21
5.4	Obracanie obrazu o dowolny kąt . . . . .	21
5.5	Symetrie względem osi układu . . . . .	21
5.6	Symetrie względem zadanej prostej . . . . .	21
5.7	Wycinanie fragmentów obrazu . . . . .	21
5.8	Kopiowanie fragmentów obrazów . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Operacje na histogramie obrazu szarego</b>	<b>23</b>
6.1	Obliczanie histogramu . . . . .	23
6.2	Przemieszczanie histogramu . . . . .	23
6.3	Rozciąganie histogramu . . . . .	23
6.4	Progowanie lokalne . . . . .	23
6.5	Progowanie globalne . . . . .	23
<b>7</b>	<b>Operacje na histogramie obrazu barwowego</b>	<b>25</b>
7.1	Obliczanie histogramu . . . . .	25
7.2	Przemieszczanie histogramu . . . . .	25
7.3	Rozciąganie histogramu . . . . .	25
7.4	Progowanie 1-progowe lokalne . . . . .	25
7.5	Progowanie wielo-progowe lokalne . . . . .	25
7.6	Progowanie 1-progowe globalne . . . . .	25
7.7	Progowanie wielo-progowe globalne . . . . .	25
<b>8</b>	<b>Operacje morfologiczne na obrazach binarnych</b>	<b>27</b>
8.1	Okrawanie (erozja) . . . . .	27
8.2	Nakładanie (dylatacja) . . . . .	27
8.3	Otwarcie . . . . .	27
8.4	Zamknięcie . . . . .	27
<b>9</b>	<b>Operacje morfologiczne na obrazach szarych</b>	<b>29</b>
9.1	Okrawanie (erozja) . . . . .	29
9.2	Nakładanie (dylatacja) . . . . .	29
9.3	Otwarcie . . . . .	29

9.4	Zamknięcie . . . . .	29
<b>10</b>	<b>Filtrowanie liniowe i nieliniowe</b>	<b>31</b>
10.1	Filtr dolnoprzepustowy uśredniający . . . . .	31
10.2	Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski . . . . .	31
10.3	Operator Roberts'a . . . . .	31
10.4	Operator Prewitt'a . . . . .	31
10.5	Operator Sobel'a . . . . .	31
10.6	Filtr kompasowy . . . . .	31
10.7	Gradient wektora kierunkowego . . . . .	31
10.8	Filtr medianowy . . . . .	31
10.9	Filtr maksymalny . . . . .	31
10.10	Filtr minimalny . . . . .	31
10.11	Filtr płaskorzeźbowy . . . . .	31



# Rozdział 1

## Wstęp

### 1.1 Format obrazu

Wybrany przez nas formatem obrazów cyfrowych jest DjVu, który jest oparty na zaawansowanej metodzie segmentacji obrazu. Tworzenie pliku DjVu polega na rozdzieleniu dowolnie skomplikowanego obrazu na odrębne warstwy, a następnie poddaniu warst odrębnym optymalizacjom i kompresjom. Format ten stosuje ładowanie progresywne, kodowanie arytmetyczne, oraz kompresję stratną dzięki czemu przy minimalnej ilości przestrzeni dyskowej można delektować się obrazami i dokumentami w wysokiej jakości.

#### 1.1.1 Struktura formatu

Pliki DjVu rozpoczynają się od swojej “Magic number” potwierdzającej rodzaj pliku i mającej wartość `0x41 0x54 0x26 0x54`. Następnie czerpiąc inspirację ze struktury IFF (**I**nter**c**hange **F**ile **F**ormat) plik dzieli się na kawałki (*ang. chunks*) zawierające interesujące nas cenne dane. Takie jak szerokość lub wysokość obrazu, dpi, informacje o kolorach, rozmieszczeniu pikseli, etc. Każdy kawałek składając się z ID typu, długości zawartości i samej zawartości tworzy zwarty format. Identyfikator typu określa rolę w jakiej przyjdzie służyć kawałkowi. Do dyspozycji ma ich całkiem sporo, ale uwzględniając najbardziej przydatne w naszym kontekście to ograniczymy liczbę do:

- \* BGjp - warstwa tylna przechowywana przy użyciu kodowania JPEG.
- \* BFjp - warstwa przednia w formacie JPEG.
- \* INFO - opisuje wysokość, szerokość, rozdzielczość, wersję kodera, oraz flagi wskazujące na obrót obrazu.

### 1.1.2 Przykładowa struktura IFF

FORM:DJVU [14260]

INFO [10]

Sjbx [13133]

FG44 [181]

BG44 [935]

Powyższa struktura przedstawia dokument składający się z jednej strony, na co wskazuje *FORM:DJVU*, wraz z grafiką. Ten znacznik informuje, że mamy do czynienia z kontenerem o długości 14260 bajtów, który może zawierać inne kawałki dokumentu. Zgodnie z konwencją, po identyfikatorze typu i informacji o długości znajduje się zawartość kawałka. W tym wypadku jak i w każdym innym po *FORM:DJVU* powinno znaleźć się *INFO* z podstawowymi informacjami. Jeśli konwencji i wymagań specyfikacyjnych stało się zadość wtedy czas nastał na jakieś wizualne atrakcje takie jak *Sjbx*, czyli masce wyboru pomiędzy kolorami z warstwy przedniej (*FG44*) i tylnej (*BG44*).

### 1.1.3 Instrukcja obsługi programu

W celu uruchomienia kodu źródłowego będzie niezbędny:

- \* [DjVuLibre](#) ( $\geq 3.5.21$ )
- \* [Python](#) ( $\geq 2.6$  lub  $3.X$ )
- \* [Cython](#) ( $\geq 0.19$ , lub  $\geq 0.20$  dla Python 3)
- \* [pkg-config](#) (POSIX)



## Rozdział 2

# Operacje ujednolicania obrazów

Ujednolicanie obrazów oznacza sprowadzenie ich do wspólnego gruntu pod względem określonego parametru. W tym wypadku będziemy ujednolicać obrazy pod względem geometrycznym (ilości kolumn i wierszy pikseli) i następnie rozdzielczościowym (wypełnienia pikselami). Sekwencyjność tych operacji jak i one same nie są w stanie spowodować spadku jakości obrazu.

### 2.1 Ujednolicenie obrazów szarych geometryczne

#### Algorytm

##### Opis

Algorytm geometrycznego ujednolicenia obrazów ma za zadanie sprowadzić oba obrazy do tej samej liczby pikseli w każdym wierszu i każdej kolumnie.

##### Kroki

1. Porównaj szerokości i wysokości obu obrazów i wybierz największe.
2. Jeśli pierwszy lub drugi obraz mają szerokość lub wysokość mniejszą od największej dostępnej to:
  - (a) Utwórz czarne tło
  - (b) Przenieś z wyśrodkowaniem piksele na czarne tło
3. Jeśli żaden z warunków jest niespełniony to nie rób nic

Rysunek 2.1: Przed uruchomieniem algorytmu (od lewej): obraz 1 (1067x1067, 300dpi), obraz 2 (2133x2133, 300dpi)



Rysunek 2.2: Po uruchomieniu algorytmu (od lewej): obraz 1 (2133x2133, 300dpi), obraz 2 (2133x2133, 300dpi)



## Kod źródłowy algorytmu

```
def geometricGray(self):
    print('geometric gray unificaiton start')
    width, height = self.firstDecoder.width, self.firstDecoder.
        height
    if width < self.maxWidth or height < self.maxHeight:
        # Create black background
        firstResult = numpy.zeros((self.maxHeight, self.maxWidth)
            , numpy.uint8)

        # Copy smaller image to bigger
        startWidthIndex = int(round((self.maxWidth - width) / 2))
        startHeightIndex = int(round((self.maxHeight - height) /
            2))

        pixelsBuffer = self.firstDecoder.getPixels()
        for h in range (0, height):
            for w in range (0, width):
                firstResult[h + startHeightIndex, w + startWidthIndex] =
                    pixelsBuffer[h, w]

        img = Image.fromarray(firstResult, mode='L')
        img.save('Resources/ggUnification_1.png')
        print('first image done')

    width, height = self.secondDecoder.width, self.
        secondDecoder.height
    if width < self.maxWidth or height < self.maxHeight:
        # Create black background
        secondResult = numpy.zeros((self.maxHeight, self.maxWidth)
            , numpy.uint8)

        # Copy smaller image to bigger
        startWidthIndex = int(round((self.maxWidth - width) / 2))
        startHeightIndex = int(round((self.maxHeight - height) /
            2))

        pixelsBuffer = self.secondDecoder.getPixels()
        for h in range (0, height):
            for w in range (0, width):
                secondResult[h + startHeightIndex, w + startWidthIndex] =
                    pixelsBuffer[h, w]

        img = Image.fromarray(secondResult, mode='L')
        img.save('Resources/ggUnification_2.png')
        print('second image done')
    print('geometric gray unification done')
```

## 2.2 Ujednolicenie obrazów szarych rozdzielczościowe

### Algorytm

#### Opis

Po użyciu ujednolicenia geometrycznego można użyć ujednolicenia rozdzielczościowego, które przeskaluje obraz z mniejszej postaci do większej dzięki czemu nie zostanie nam czarna ramka wokół obrazu. Wynikiem będzie większy obraz niż początkowo bez czarnego obwodu wokół. Mniejszy obraz można przeskalować do większych wymiarów przenosząc wszystkie piksele z uwzględnieniem luk pomiędzy nimi i następnie użycia interpolacji do zamazania tych luk. Interpolacja działa na zasadzie pobierania wartości z okolicznych pikseli i wyciągania z nich średniej, która posłuży jako baza koloru dla nowego piksela.

#### Kroki

1. Ustalenie nowych wymiarów obrazu
2. Obliczenie odległości pomiędzy pikselami (*scaleFactoryH*, *scaleFactoryW*)
3. Naniesienie pikseli z mniejszego obrazu na większy z uwzględnieniem luk
4. Interpolacja

### Kod źródłowy algorytmu

```
def rasterGray(self):
    print('raster gray unification start')
    self._scaleUp(self.firstDecoder, 'Resources/rgUnification_1.png')

    print('first image done')
    self._scaleUp(self.secondDecoder, 'Resources/rgUnification_2.png')

    print('second image done')
    print('raster gray unification done')

def _scaleUp(self, decoder, outputPath):
    width, height = decoder.width, decoder.height
```

## 2.2. UJEDNOLICENIE OBRAZÓW SZARYCH ROZDZIELCZOŚCIOWE13

Rysunek 2.3: Skutki braku interpolacji



Rysunek 2.4: Przed uruchomieniem algorytmu (od lewej): obraz 1 (2133x2133, 300dpi), obraz 2 (2133x2133, 300dpi)



Rysunek 2.5: Po uruchomieniu algorytmu (od lewej): obraz 1 (2133x2133, 300dpi), obraz 2 (2133x2133, 300dpi)



```

scaleFactoryW = float(self.maxWidth) / width
scaleFactoryH = float(self.maxHeight) / height
if width < self.maxWidth or height < self.maxHeight:
    pixelsBuffer = decoder.getPixels()
    result = numpy.zeros((self.maxHeight, self.maxWidth),
                        numpy.uint8)

    # Fill values
    for h in range(height):
        for w in range(width):
            if w%2 == 0:
                result[int(scaleFactoryH * h), int(round(
                    scaleFactoryW * w)) + 1] =
                    pixelsBuffer[h, w]

            if w%2 == 1:
                result[int(round(scaleFactoryH * h)) + 1, int(
                    scaleFactoryW * w)] =
                    pixelsBuffer[h, w]

    # Interpolate
    self._interpolate(result)
    img = Image.fromarray(result, mode='L')
    img.save(outputPath)

def _interpolate(self, result):
    for h in range(self.maxHeight):
        for w in range(self.maxWidth):

```

```
value = 0
count = 0
if result[h, w] == 0:
    for iOff in range(-1, 2):
        for jOff in range(-1, 2):
            iSafe = h if ((h + iOff) > (self.maxHeight - 2))
                        | ((h + iOff) < 0) else (h + iOff)
            jSafe = w if ((w + jOff) > (self.maxWidth - 2)) |
                        ((w + jOff) < 0) else (w + jOff)
            if result[iSafe, jSafe] != 0:
                value += result[iSafe, jSafe]
                count += 1
result[h, w] = value / count
```

## 2.3 Ujednolicenie obrazów RGB geometryczne

## 2.4 Ujednolicenie obrazów RGB rozdzielczościowe







## Rozdział 3

# Operacje sumowania arytmetycznego obrazów szarych

- 3.1 Sumowanie (określonej) stałej z obrazem
- 3.2 Sumowanie dwóch obrazów
- 3.3 Mnożenie obrazu przez zadaną liczbę
- 3.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz
- 3.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem
- 3.6 Potęgowanie obrazu (z zadaną potęgą)
- 3.7 Dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę
- 3.8 Dzielenie obrazu przez przez inny obraz
- 3.9 Pierwiastkowanie obrazu
- 3.10 Logarytmowanie obrazu



## Rozdział 4

# Operacje sumowania arytmetycznego obrazów barwowych

- 4.1 Sumowanie (określonej) stałej z obrazem
- 4.2 Sumowanie dwóch obrazów
- 4.3 Mnożenie obrazu przez zadaną liczbę
- 4.4 Mnożenie obrazu przez inny obraz
- 4.5 Mieszanie obrazów z określonym współczynnikiem
- 4.6 Potęgowanie obrazu (z zadaną potęgą)
- 4.7 Dzielenie obrazu przez (zadaną) liczbę
- 4.8 Dzielenie obrazu przez przez inny obraz
- 4.9 Pierwiastkowanie obrazu
- 4.10 Logarytmowanie obrazu

## Rozdział 5

# Operacje geometryczne na obrazie

- 5.1 Przemieszczenie obrazu o zadany wektor
- 5.2 Jednorodne skalowanie obrazu
- 5.3 Niejednorodne skalowanie obrazu
- 5.4 Obracanie obrazu o dowolny kąt
- 5.5 Symetrie względem osi układu
- 5.6 Symetrie względem zadanej prostej
- 5.7 Wycinanie fragmentów obrazu
- 5.8 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 wielo-progowe lokalne
- 7.6 Progowanie 1-progowe globalne
- 7.7 Progowanie wielo-progowe globalne



## Rozdział 8

# Operacje morfologiczne na obrazach binarnych

8.1 Okrawanie (erozja)

8.2 Nakładanie (dylatacja)

8.3 Otwarcie

8.4 Zamknięcie



## Rozdział 9

# Operacje morfologiczne na obrazach szarych

9.1 Okrawanie (erozja)

9.2 Nakładanie (dylatacja)

9.3 Otwarcie

9.4 Zamknięcie



## Rozdział 10

### Filtrowanie liniowe i nieliniowe

10.1 Filtr dolnoprzepustowy uśredniający

10.2 Filtr dolnoprzepustowy Gaussowski

10.3 Operator Roberts'a

10.4 Operator Prewitt'a

10.5 Operator Sobel'a

10.6 Filtr kompasowy

10.7 Gradient wektora kierunkowego

10.8 Filtr medianowy

10.9 Filtr maksymalny

10.10 Filtr minimalny

10.11 Filtr płaskorzeźbowy