
Inżyniera Obrazów

Laboratorium numer 3

Autor sprawozdania: Michał Dziedziak 263901

Imię i Nazwisko prowadzącego kurs: dr inż. Jan Nikodem

Dzień i godzina zajęć: czwartek, 11:15 - 14:15

Spis treści

1	Temat laboratorium	2
2	Zadania do wykonania i plan pracy	2
2.1	Zadanie 4: Implementacja części algorytmu JPEG	2
2.2	Zadanie 5: Dokończenie implementacji algorytmu JPEG	2
3	Teoria	2
3.1	Konwersja modelu barw: RGB -> YCbCr	3
3.2	Przeskalowanie w dół macierzy składowych Cb i Cr	3
3.3	Podział obrazu na bloki o rozmiarze 8x8	3
3.4	Wykonanie dyskretnej transformacji cosinusowej (DCT)	3
3.5	Podzielenie każdego bloku obrazu przez macierz kwantyzacji	3
3.6	Zaokrąglenie wartości w każdym bloku do liczb całkowitych	3
3.7	Zwinięcie każdego bloku 8x8 do wiersza 1x64 - algorytm ZigZag	3
3.8	Zakodowanie danych obrazu – m.in. algorytmem Huffmana	3
4	Prezentacja wykonanego zadania	4
5	Wnioski	4

Spis rysunków

1	Prezentacja oryginalnego obrazu wraz z wariacjami po kompresji i dekompresji (z różnymi parametrami)	4
2	Logi konsoli opisujące rozmiary obrazów po kompresji (z różnymi parametrami)	4

1 Temat laboratorium

W ramach trzecich zajęć laboratoryjnych mieliśmy wykonać zadanie 4 i 5 z listy drugiej. Punkty te dotyczyły implementacji algorytmu JPEG.

2 Zadania do wykonania i plan pracy

2.1 Zadanie 4: Implementacja części algorytmu JPEG

Zadanie czwarte zakładało uproszczoną implementację algorytmu JPEG. W ramach tego punktu mieliśmy zaimplementować:

- Kroki: 0, 1, 2, 3, 7, 8 algorytmu JPEG. Gdzie:
 - Krok 0: Wczytanie obrazu wejściowego,
 - Krok 1: Konwersja modelu barw: RGB \rightarrow YCbCr,
 - Krok 2: Przeskalowanie w dół macierzy składowych Cb i Cr,
 - Krok 3: Podział na bloki o rozmiarze 8x8,
 - Krok 7: Zwinięcie każdego bloku 8x8 do wiersza 1x64 - algorytm ZigZag,
 - Krok 8: Zakodowanie danych obrazu,
- Zmierzyć liczbę bajtów powstałego obrazu po kroku 8
- Ocenic wpływ kroku 2. na rozmiar i wygląd, poprzez stworzenie trzech wariacji obrazu:
 - bez próbkowania,
 - z próbkowaniem ci drugi element,
 - z próbkowaniem co czwarty element.
- Dokonać dekompresji poprzez odwrócenie powyższych kroków.

2.2 Zadanie 5: Dokończenie implementacji algorytmu JPEG

Zadanie piąte zakładało dokończenie implementacji algorytmu JPEG. W ramach tego punktu mieliśmy zaimplementować:

- Pozostałe kroki algorytmu:
 - Krok 4: Wykonanie dyskretnej transformacji cosinusowej na każdym bloku obrazu,
 - Krok 5: Podzielenie każdego bloku obrazu przez macierz kwantyzacji,
 - Krok 6: Zaokrąglenie wartości w każdym bloku do liczb całkowitych.
- Ocenic jak wybór czynnika QF wpływa na rozmiar i wygląd obrazka.
- Dokonać dekompresji poprzez odwrócenie powyższych kroków.

3 Teoria

Format JPEG (ang. Joint Photographic Experts Group) jest powszechnie stosowanym standardem kompresji stratnej do obrazów cyfrowych. Algorytm JPEG składa się z kilku etapów, które pozwalają na efektywną redukcję rozmiaru pliku przy minimalnej utracie jakości obrazu.

3.1 Konwersja modelu barw: RGB -> YCbCr

W pierwszym kroku obraz jest konwertowany z modelu barw RGB do przestrzeni barw YCbCr. Model YCbCr składa się z trzech składowych: Y (luminancja), Cb (chrominancja niebieska) i Cr (chrominancja czerwona). Konwersja ta pozwala na oddzielenie informacji o jasności od informacji o barwie, co ułatwia dalszą kompresję.

3.2 Przeskalowanie w dół macierzy składowych Cb i Cr

Kolejnym krokiem jest przeskalowanie macierzy składowych Cb i Cr, które odpowiadają za informacje o barwie, przy użyciu technik próbkowania, takich jak próbkowanie co drugi element lub co czwarty element. To przeskalowanie pozwala na zmniejszenie rozmiaru danych przy minimalnej utracie jakości obrazu.

3.3 Podział obrazu na bloki o rozmiarze 8x8

Obraz jest dzielony na niewielkie bloki o stałym rozmiarze 8 na 8 pikseli. Ten krok umożliwia stosowanie transformacji i kwantyzacji na mniejszych fragmentach obrazu, co ułatwia kompresję.

3.4 Wykonanie dyskretnej transformacji cosinusowej (DCT)

Każdy blok obrazu jest poddawany dyskretnej transformacji cosinusowej (DCT), która przekształca blok pikseli z dziedziny przestrzennej do dziedziny częstotliwości. DCT pozwala na koncentrację energii sygnału obrazu w niewielkiej liczbie współczynników, co ułatwia kwantyzację.

3.5 Podzielenie każdego bloku obrazu przez macierz kwantyzacji

Wyniki DCT są dzielone przez macierz kwantyzacji, która zawiera współczynniki kwantyzacji dla różnych częstotliwości. Wysokie wartości w macierzy kwantyzacji prowadzą do większej utraty informacji i większej kompresji.

3.6 Zaokrąglenie wartości w każdym bloku do liczb całkowitych

Po podzieleniu przez macierz kwantyzacji wartości wynikowe są zaokrąglane do najbliższych liczb całkowitych, co dodatkowo redukuje rozmiar danych.

3.7 Zwinięcie każdego bloku 8x8 do wiersza 1x64 - algorytm ZigZag

W celu dalszej kompresji, współczynniki kwantyzacji są uporządkowywane za pomocą algorytmu ZigZag, który umożliwia efektywne kodowanie długich sekwencji zer.

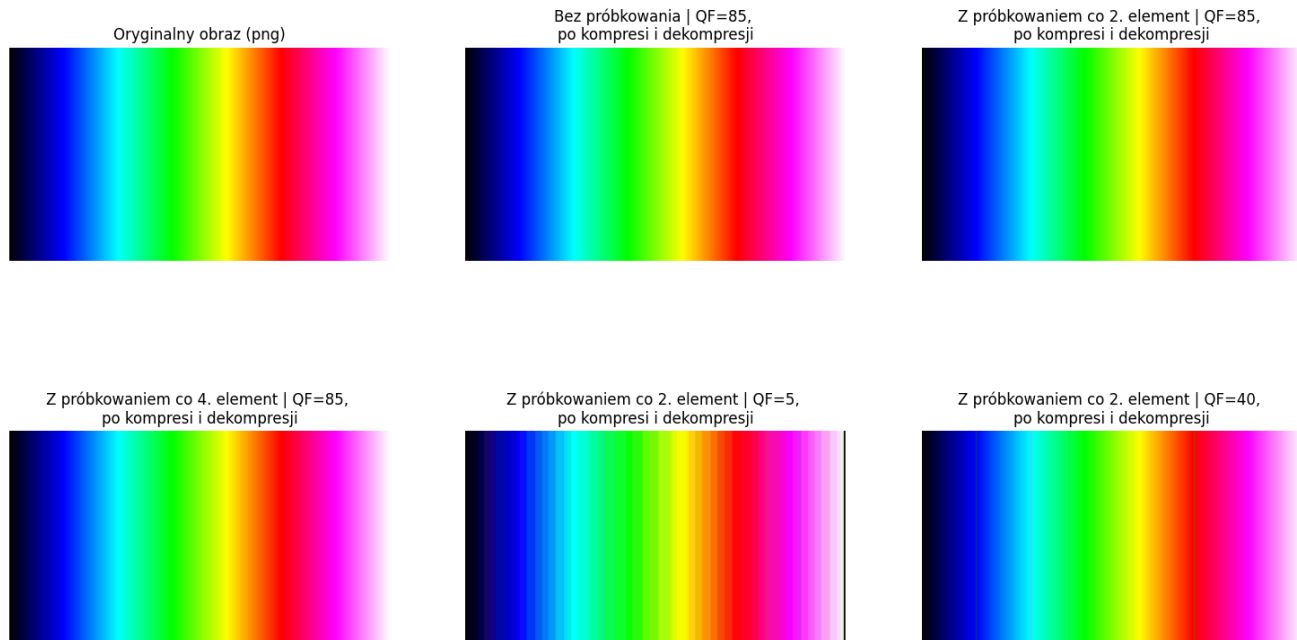
3.8 Zakodowanie danych obrazu – m.in. algorytmem Huffmana

Ostatecznie, dane obrazu są kodowane za pomocą różnych algorytmów kompresji, takich jak algorytm Huffmana, który redukuje redundancję danych i dalszy zmniejsza rozmiar pliku.

Algorytm JPEG umożliwia osiągnięcie znacznej kompresji obrazu przy zachowaniu akceptowalnej jakości wizualnej. Parametry takie jak czynnik jakości (Quality Factor) pozwalają na regulację kompromisu pomiędzy jakością obrazu a stopniem kompresji.

Źródła: Fileformat [2019]

4 Prezentacja wykonanego zadania



Rysunek 1: Prezentacja oryginalnego obrazu wraz z wariacjami po kompresji i dekompresji (z różnymi parametrami)

```
Rozmiar dla: bez próbkowania, QF=85: 182.92 KB
Rozmiar dla: próbkowanie co 2, QF=85: 97.52 KB
Rozmiar dla: próbkowanie co 4, QF=85: 73.33 KB
Rozmiar dla: próbkowanie co 2, QF=5: 83.33 KB
Rozmiar dla: próbkowanie co 2, QF=40: 96.84 KB
```

Rysunek 2: Logi konsoli opisujące rozmiary obrazów po kompresji (z różnymi parametrami)

5 Wnioski

Podczas laboratorium pomyślnie zaimplementowałem algorytm JPEG. Udało mi się zrozumieć poszczególne kroki algorytmu i ich wpływ na rozmiar i jakość obrazu. Na podstawie wykonanych zadań zauważyłem, że wybór parametrów takich jak czynnik jakości (QF) czy technika próbkowania ma znaczący wpływ na rozmiar i jakość obrazu.

- Wraz ze wzrostem czynnika jakości (QF) rośnie jakość obrazu, ale maleje stopień kompresji (co za tym idzie, zwiększa się rozmiar obrazu).
- Technika próbkowania również wpływa na rozmiar obrazu. Wraz ze wzrostem stopnia próbkowania maleje rozmiar obrazu, ale rośnie utrata jakości.

Literatura

Fileformat. Jpeg - image file format. <https://docs.fileformat.com/image/jpeg/>, 2019.