

# Sprawozdanie z wykonania projektu JPEGBatch z przedmiotu KODA

Zbigniew Malec

Maciej Ciara

Michał Głuchowski

Adam Walendziwski

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Słownik</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Sposób realizacji zadania</b>	<b>4</b>
3.1	Obrazy wejściowe . . . . .	4
3.2	Biblioteka JPEG . . . . .	6
3.3	GUI . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Opis obsługi programu</b>	<b>7</b>
4.1	Moduły programu . . . . .	7
4.2	Otwieranie plików . . . . .	7
4.3	Kompresja . . . . .	7
4.3.1	Tryby kompresji . . . . .	7
4.3.2	Ręczna regulacja jakości . . . . .	8
4.3.3	Automatyczna regulacja jakości . . . . .	10
4.3.4	Optymalizacja tablic Huffmana . . . . .	10
4.3.5	DCT . . . . .	10
4.3.6	Obrazek monochromatyczny . . . . .	11
4.3.7	Wygładzanie . . . . .	11
4.4	Kompresowanie . . . . .	11
4.5	Praca z obrazkiem wyjściowym . . . . .	11

# 1 Wstęp

Celem projektu było stworzenie programu stanowiącego interfejs dla kodeka JPEG. Interfejs ten miał umożliwić wygodny dostęp do wszystkich funkcji wybranego kodeka (**IJG JPEGLIB**). Program miał umożliwić łatwe tworzenie serii obrazków o różnych parametrach (w granicach zdefiniowanych przez użytkownika).

## 2 Słownik

- **JPEG** - system kompresji statycznych obrazów rastrowych, przeznaczonego głównie do przetwarzania obrazów naturalnych (zdjęć satelitarnych, pejzaży, portretów itp.), a więc takich, które nie mają zbyt wielu ostrych krawędzi i małych detali. Motywacją do powstania tego systemu była standaryzacja algorytmów kompresji obrazów monochromatycznych i kolorowych
- **Kompresja danych** - polega na zmianie sposobu zapisu informacji w taki sposób, aby zmniejszyć redundancję i tym samym objętość zbioru, nie zmieniając przenoszonych informacji. Innymi słowy chodzi o wyrażenie tego samego zestawu informacji, lecz za pomocą mniejszej liczby bitów. Działaniem przeciwnym do kompresji jest dekompresja
- **Kompresja bezstratna** - ogólna nazwa takich metod upakowywania informacji do postaci zawierającej zmniejszoną liczbę bitów tak, aby całą informację dało się z tej postaci odtworzyć do identycznej postaci pierwotnej
- **Kompresja stratna** - metoda zmniejszania ilości bitów potrzebnych do wyrażenia danej informacji, które nie daje gwarancji, że odtworzona informacja będzie identyczna z oryginałem. Dla niektórych danych algorytm kompresji stratnej może odtworzyć informację w sposób identyczny,
- **Downsampling** - proces redukcji częstotliwości próbkowania,
- **DCT** - Dyskretna transformata kosinusowa to jedna z najpopularniejszych blokowych transformat danych. Jest szczególnie popularna w stratnej kompresji danych.

## 3 Sposób realizacji zadania

### 3.1 Obrazy wejściowe

Obiekty klasy Image służą do pobierania oraz przechowywania obrazów przez aplikację.

Interfejs programistyczny pozwala wczytać obraz z pliku, pobrać informacje na temat rozmiaru pliku wejściowego, wymiarów wczytanego obrazu oraz liczby komponentów, które składają się na próbkę. Jest także możliwe pobranie bufora próbek w formacie RGB (24 bpp) lub RGBA (32 bpp).

Implementacja klasy Image została wykonana w języku C++ i bazuje na zewnętrznej bibliotece do wczytywania i operacji na obrazach.

Rozwiązanie opiera się na bibliotece FreeImage w wersji 3.8.0. Jest to darmowa biblioteka dostępna wraz z kodem źródłowym. Posiada bardzo prosty interfejs programistyczny i obsługę wielu formatów plików graficznych. Wśród obsługiwanych w tej chwili znajdują się:

- BMP
- DDS
- Dr. Halo
- GIF
- HDR
- ICO
- IFF
- JNG
- JPEG/JIF
- KOALA
- LBM
- Kodak PhotoCD

- MNG
- PCX
- PBM
- PGM
- PNG
- PPM
- PhotoShop
- Sun RAS
- TARGA
- TIFF
- WBMP
- XBM
- XPM

Ponadto, lista ta może być rozszerzona dzięki systemowi wtyczek. Wewnętrznie, moduł dotyczący formatu JPEG jest obsługiwany za pomocą LibJpeg, na której to bibliotece oparty został moduł kompresora. Biblioteka umożliwia pobranie obrazka z pliku lub obszaru pamięci i udostępnia dla niego podstawowe operacje, które mogą zostać wykonane na całym obrazku, bądź grupie jego pikseli. Do operacji takich należy konwersja bufora próbek do różnych formatów (jak np. RGB, RGBA), obracanie, czy też skalowanie obrazu.

Użycie klasy Image powinno przebiegać następująco:

1. Utworzenie obiektu (w konstruktorze przekazywana jest ścieżka do pliku wejściowego)
2. Sprawdzenie poprawności wczytanych danych przez sprawdzenie wskaźnika do któregośkolwiek z buforów próbek. W przypadku niepowodzenia, zwrócona zostanie wartość NULL.

3. Pobranie informacji na temat obrazka - rozmiar, wymiary, liczba składowych próbki.
4. Pobieranie bufora próbek w formacie RGB lub RGBA.
5. Usunięcie obiektu, co pozwala na dealokację zasobów używanych dynamicznie przez obiekt.

## 3.2 Biblioteka JPEG

W projekcie korzystamy z biblioteki IJG JPEG, która umożliwia kompresowanie danych oraz ich dekompresowanie za pomocą metody JPEG. My korzystamy tylko z opcji kompresji. Krótko przedstawimy jak przebiega ten proces. Na początku są alokowane i inicjalizowane potrzebne zmienne z biblioteki JPEG. Podajemy wyjście dla danych skompresowanych. Ustawiamy parametry zgodnie z tym co wybrał użytkownik w GUI. Niektóre są dostarczane przez klasę wczytującą obrazek (szerokość, wysokość obrazka, ilość składowych). Po tym przeprowadzana jest kompresja i otrzymujemy skompresowany plik JPEG.

## 3.3 GUI

Graficzny interfejs użytkownika został napisany z wykorzystaniem biblioteki Qt. GUI składa się z dwóch głównych okien - okna narzędziowego oraz okna podglądu. Okno narzędziowe umożliwia dostęp do opcji wykorzystanego przez nas kodeka, umożliwia wczytanie obrazka, rozpoczęcie kompresji oraz zapis postaci skompresowanej. Z poziomu okna narzędziowego można także otworzyć okno umożliwiające zdefiniowanie tablic kwantyzacji oraz okno umożliwiające zdefiniowanie poziomu downsamplingu. Obsługa zdarzeń odbywa się przy pomocy mechanizmu slotów i sygnałów. Główne moduły wykorzystane w projekcie to QImage pozwalający przechowywać obrazki, QPainter pozwalający skalować obrazki oraz okna, przyciski, etykiety, pola tekstowe itd. Wczytywanie plików tekstowych odbywa się przy wykorzystaniu elementów biblioteki standardowej C++.

## 4 Opis obsługi programu

### 4.1 Moduły programu

Program składa się z kilku podstawowych modułów:

- **Tools** - podstawowy moduł, za pomocą którego można określić parametry kompresji,
- **Results** - moduł, w którym zostaną wyświetlone rezultaty kompresji - poszczególne obrazki wyjściowe wraz z ich parametrami,
- **Images** - moduł pomocniczy, służący do podglądu obrazka wejściowego i wyjściowego, oraz wartości kompresji,
- **Quantization, Downsampling** - moduły pomocnicze, dzięki którym można wprowadzić niestandardowe tablice kwantyzacji itp.

### 4.2 Otwieranie plików

W celu otworzenia pliku do kompresji należy w module **Tools** wybrać Open w menu File, a następnie wskazać miejsce przechowywania pliku.

### 4.3 Kompresja

Każda z opcji kompresji może być zarówno zaznaczona jak i odznaczona. Podobnie mogą zostać wprowadzone tablice kwantyzacji bądź próbkowanie może zostać określone - w przypadku wybrania wykluczających się parametrów zostanie skompresowanych tyle obrazków ile istnieje kombinacji parametrów kompresji (np. jeśli zaznaczymy "Optimize Huffman" oraz "Don't optimize Huffman", zostaną wygenerowane dwie serie rezultatów - jedne z włączoną optymalizacją tablic Huffmana, a druga z wyłączoną).

#### 4.3.1 Tryby kompresji

W obecnej wersji program pozwala na korzystanie z dwóch trybów kompresji: **Baseline** oraz **Extended**. Oba tryby są trybami kompresji stratnej. Tryb **Baseline** jest trybem podstawowym i nie umożliwia progresywnego trybu operacji. **Extended** to

tryb rozszerzony, który jest wzmocnieniem trybu bazowego (podstawowego). Umożliwia on większą precyzję i lepszą kompresję niż tryb bazowy. Opcja **Progressive** pozwala skompresować obrazek w trybie progresywnym. Obrazek zostanie zakodowany w trakcie kilku przebiegów, z których każdy kolejny doda do kompresowanego obrazka nowe informacje, poprawiające ostateczny jego wygląd. Plik wyjściowy zostanie wygenerowany z przeplotem. Obrazek taki może być potem odczytywany w wielu krokach poprawiających ostateczną jakość obrazka.

### 4.3.2 Ręczna regulacja jakości

Zaznaczając opcję **Manual quality** i wczytując tablice kwantyzacji i/lub współczynniki próbkowania można ręcznie sterować jakością obrazków wyjściowych.

**4.3.2.1 Tablice kwantyzacji** Po naciśnięciu przycisku **Quantization** pokaże się moduł, w którym mogą zostać zdefiniowane tablice kwantyzacji. Po naciśnięciu któregoś z przycisków **Luminance** bądź **Chrominance** należy wybrać pliki, w których znajdują się odpowiednie tablice. Kolejne wartości danej tablicy w pliku powinny zostać oddzielone białymi znakami. Kolejna tablica w pliku powinna zostać oddzielona dwoma białymi znakami. Po wybraniu pliku z tablicami kwantyzacji pod odpowiednim przyciskiem pojawi się nazwa pliku.

Przykład danych wejściowych (dwie tablice luminancji):

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

1	1	1	1	1	1	2	2
1	1	1	1	1	2	4	4
1	1	1	1	1	3	3	5
1	1	1	2	3	3	5	5
1	1	3	3	4	4	5	5
1	3	3	3	4	5	6	6
2	3	3	5	3	6	5	5
3	3	4	3	6	4	5	5

**4.3.2.2 Downsampling** Po naciśnięciu przycisku **Downsampling** otworzy się nowy moduł, w którym może zostać zdefiniowane próbkowanie. Ustawiane wartości muszą spełniać zależność

$$\sum_i H_i \cdot V_i \leq 10$$

gdzie  $H$  to współczynnik próbkowania poziomego, a  $V$  to współczynnik próbkowania pionowego  $i$ -tej składowej. Podobnie jak w przypadku tablic kwantyzacji - współczynniki próbkowania mogą zostać wczytane z pliku. Kolejne wartości zmiennych luminancji (najpierw zmienna pionowa następnie pozioma) i chrominancji (analogicznie do zmiennych luminancji) powinny być oddzielone białymi znakami. Kolejny zestaw danych próbkowania powinien nastąpić po dwóch białych znakach. Przykład danych wejściowych (dwa zestawy współczynników próbkowania):

1	2	3	1
3	2	4	2

Powyższe tabele zostaną zinterpretowane jakos dwa zestawy współczynników próbkowania, z których pierwszy składa się z:

- pionowego współczynnika próbkowania składowej luminancji równej 1,
- poziomego współczynnika próbkowania składowej luminancji równej 2,
- pionowego współczynnika próbkowania składowej chrominancji równej 3,
- pionowego współczynnika próbkowania składowej chrominancji równej 1.

Druga tabela zostanie zinterpretowana w sposób analogiczny.

### 4.3.3 Automatyczna regulacja jakości

Regulacja jakości odbywa się przy użyciu opcji **Auto quality**. W polach poniżej można sprecyzować oczekiwaną jakość wynikowych plików. Należy ustawić parametr *minimum*, który oznacza dolną granicę jakości, *maximum* - górna granica jakości oraz *step* czyli krok jakości, według którego będą generowane kolejne obrazki. Parametr przyjmuje wartości od 0 do 100. Ta opcja pozwala na zmniejszenie rozmiaru pliku wynikowego kosztem jednak jakości. Przeważnie zadowalająca jest wartość 75 (co jest wartością domyślną). Wartości powyżej 95 nie są zalecane - rozmiar pliku gwałtownie rośnie przy znikomej poprawie jakości obrazu.

### 4.3.4 Optymalizacja tablic Huffmana

Optymalizacja tablic Huffmana nie wpływa na jakość obrazka wynikowego, a jedynie na jego rozmiar. Po zaznaczeniu opcji **Optimize Huffman** zostaną zoptymalizowane parametry kodowania entropii. Proces kompresji będzie działał wolniej, ale obrazek będzie miał mniejszy rozmiar. Bez tej opcji używane są domyślne parametry.

### 4.3.5 DCT

Dyskretna transformata kosinusowa to algorytm używany w kompresji JPEG. Dzięki liście wybieralnej możemy określić typ algorytmu:

- **int** - całkowitoliczbowa metoda DCT (wartość domyślna)

- **fast** - szybka całkowitoliczbowa metoda DCT (niższa jakość)
- **float** - zmiennoprzecinkowa metoda DCT. Jest odrobinę dokładniejsza niż metoda całkowitoliczbowa, lecz dużo wolniejsza.

#### 4.3.6 Obrazek monochromatyczny

Zaznaczanie opcji **Grayscale output** spowoduje utworzenie monochromatycznego (w odcieniach szarości) obrazka z barwnego pliku wejściowego.

#### 4.3.7 Wygładzanie

Wygładzanie obrazka wejściowego w celu wyeliminowania zakłóceń odbywa się poprzez ustawienie wartości w polach sekcji **Smoothing**. Należy ustawić parametr *minimum*, który oznacza dolną granicę wygładzania, *maximum* - górną granicę wygładzania oraz *step* czyli krok wygładzania, według którego będą generowane kolejne obrazki. 0 (wartość domyślna) to brak wygładzania.

### 4.4 Kompresowanie

Po zdefiniowaniu parametrów kompresji należy nacisnąć przycisk **Compress**. Po chwili, otworzy się moduł **Results**, w którym będzie można obejrzeć wyniki kompresji.








Moduł **Results** umożliwia pełen podgląd parametrów użytej kompresji, wraz z tablicami kwantyzacji i próbkowania (pojawiają się po naciśnięciu odpowiedniego przycisku).

Obok parametrów kompresji pojawiają się wskaźniki kompresji, które zostały opisane poniżej.

Skompresowany obrazek można otworzyć naciskając przycisk **Show**. Zostanie otwarty moduł **Images**, którego opis możliwości znajduje się poniżej. Obraz wynikowy zostać zapisany w formacie *JPEG*.

### 4.5 Praca z obrazkiem wyjściowym

Obok obrazka wyjściowego znajdują się przyciski służące dokładniejszemu podglądowi obrazka:

-  - zmiana sposobu ułożenia obrazków wejściowego i wyjściowego
-  - ponowne załadowanie obrazka po kompresji
-  - różnica kolorów pomiędzy obrazkiem oryginalnym a skompresowanym
-  - błąd kompresji - pozwala zobaczyć, które piksele uległy przekłamaniu w procesie kompresji
-  - składowa luminancji
-  - składowa chrominancji Cb
-  - składowa chrominancji Cr

Pod obrazkami znajdują się następujące wskaźniki:

- **CR** - stopień kompresji (rozmiar obrazka przed kompresją / rozmiar obrazka po kompresji),
- **CP** - procent kompresji (stopień kompresji wyrażony procentowo),
- **BR** - średnia bitowa ( $((8 * \text{rozmiar obrazka skompresowanego}) / (\text{wysokość} * \text{szerokość}))$ ),
- **MSE** - błąd średniokwadratowy.

Wskaźniki efektywności kompresji mają sens jedynie w przypadku kompresji obrazków wcześniej nieskompresowanych.

Obrazki można oddalać bądź przybliżać przy użyciu przycisków lupy



albo kółeczka na myszce (wskaźnik nie może znajdować się nad żadnym z obrazków).