

Compresie de imagini

Autor: Procop Iuliana, 331AA

An: 2021-2022

Cuprins

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducere..... | 3 |
| 2. Suport tehnic | 6 |
| 3. Etape de implementare | 7 |
| 4. Mod de utilizare și interacțiune cu utilizatorul..... | 10 |
| 5. Concluzii | 13 |
| 6. Referințe bibliografice..... | 15 |

1. Introducere

Prelucrarea imaginilor este un termen folosit frecvent în domeniul IT, și nu numai, ce are ca scop principal procesarea și îmbunătățirea imaginilor, dar și ajustarea sau modificarea acestora cu ajutorul anumitor efecte. Există două tipuri de metode utilizate pentru procesarea imaginilor și anume, procesarea analogică și procesarea digitală. Procesarea analogică este utilizată pentru imprimări de imagini și pentru fotografii. Procesarea digitală constă în manipularea imaginilor prin intermediul calculatoarelor. Astfel, procesarea digitală cuprinde trei etape principale pe care toate imaginile trebuie să le parcurgă, iar acestea fiind preprocesarea, ajustarea și extragerea informațiilor.

Tema generală ce va fi detaliată mai departe este compresia de imagini. Compresia imaginilor este printre cele mai importante utilitare a procesării de imagini, folosită pe o scară largă la nivel web, aplicații multimedia, de streaming media, telefonie prin internet, dar și în fotografia digitală. Compresia de imagini este un tip de compresie aplicată imaginilor digitale, care are rolul de a reduce dimensiunea sau calitatea unei imagini. Obiectivul fundamental în compresia imaginilor este de a reduce dimensiunea de stocare a acestora atunci când spațiul de stocare este limitat sau nu este suficient.

În scopul înțelegerii modului de realizare a compresiei de imagini, este necesară cunoașterea unor concepte ce țin de modul de interpretare a imaginilor.

O imagine este o matrice de valori numerice, unde fiecare element din matrice este un pixel, iar numărul acestora definește rezoluția imaginii. De asemenea, fiecare punct al unei imagini este reprezentat de câte o culoare care variază, acesta fiind motivul pentru care, ca o imagine să fie supusă unei reprezentări numerice, este necesară discretizarea acesteia, discretizarea fiind procesul de transpunere a imaginii într-o reprezentare matriceală, a cărei elemente sunt reprezentate de pixeli.

Astfel, după tipul valorilor numerice ale matricei, imaginile pot fi:

- **Imagini scalare**, unde fiecare componentă a matricei este un scalar, acestea fiind imaginile monocrome, în care punctele au doar două valori posibile, în general alb-negru, pixelii acestora având valori unsigned 8-bit (0 – negru, 255 - alb).
- **Imagini vectoriale**, unde fiecare componentă este un vector de numere, în special imaginile color, vectorul având trei elemente RGB, ce reprezintă cele trei componente de bază ale oricărei culori. Orice culoare poate fi descompusă în cele trei culori primare (roșu, verde și albastru), deci orice imagine este obținută prin suprapunerea acestor trei radiații de lumină având culorile aferente și intensități diferite.

Există două tipuri de compresii de imagini folosite frecvent în domeniul prelucrării de imagini: compresie fără pierderi (lossless) și compresie cu pierderi (lossy).

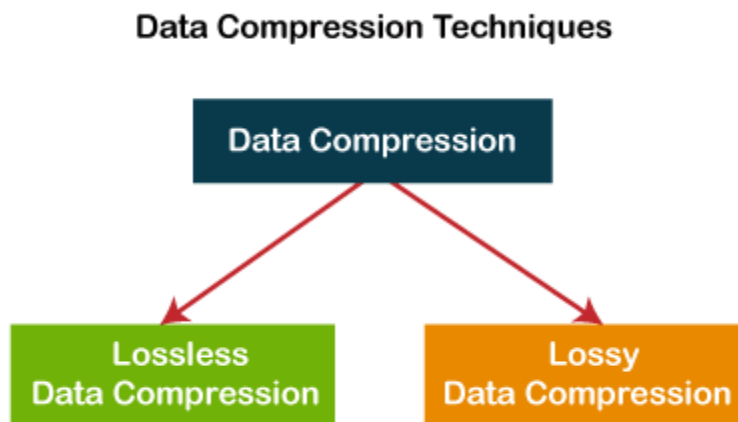


Fig. 1: Clasificarea compresiei digitale

Compresia lossless este acel tip de compresie a cărui obiectiv este de a reduce dimensiunea imaginii, iar imaginea comprimată este identică cu imaginea supusă comprimării, adică cea inițială, fără a exista pierderi de date.

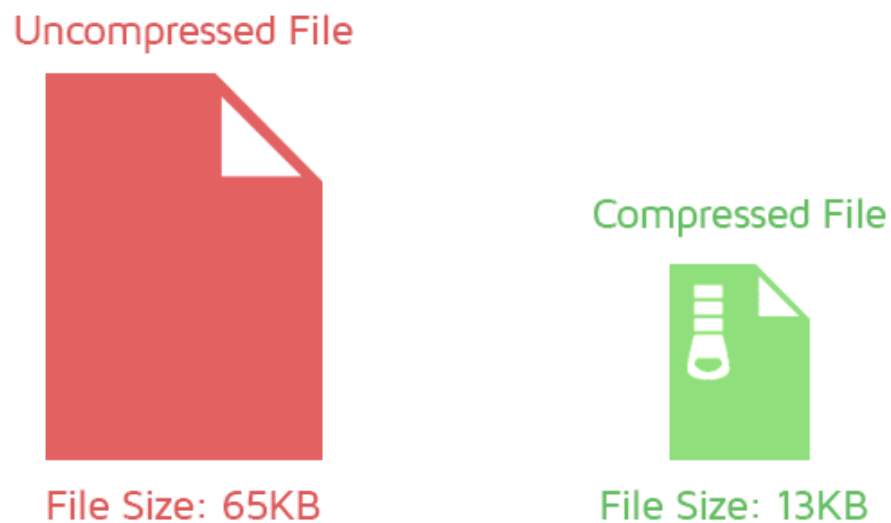


Fig. 2: Efectele compresiei lossless

Compresia lossy este procesul în urma căruia rezultă pierderi de date ale imaginii, unde imaginea inițială nu mai este identică cu cea deja comprimată, observându-se o micșorarea semnificativă a calității imaginii.

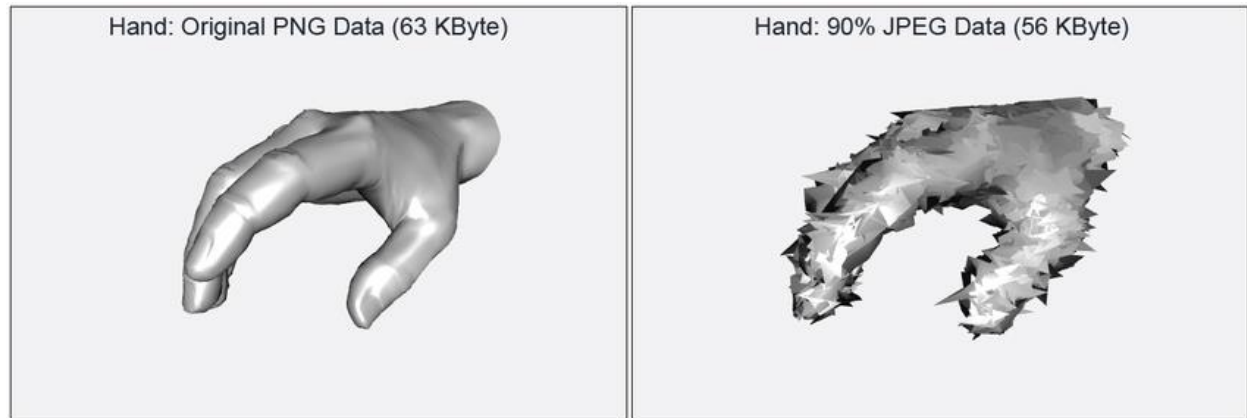


Fig. 3: Efectele compresiei lossy

Principalele obiective ale temei alese sunt:

- ✓ Ușurința utilizării aplicației create ce implementează compresia de imagini
- ✓ Prezentarea unei interfețe simplificate și plăcute a aplicației
- ✓ Aplicația să fie simplu de utilizat și accesibilă pentru toți utilizatorii
- ✓ Aplicația să prezinte un mod de accesare rapid
- ✓ Îmbunătățire cu privire la aspectele compresiei lossy, în comparație cu compresia lossless care este una dintre cele mai folosite
- ✓ Prezentarea imaginilor before & after pentru ca utilizatorii să observe efectele compresiei asupra imaginilor alese de aceștia

2. Suport tehnic

Implementarea aplicației pentru compresia de imagini a avut drept punct de pornire laboratoarele de Aplicații multimedia unde s-au folosit compresiile asupra unor exemple relevante, evidențiind, de asemenea, efectele celor două tipuri de compresii pentru buna înțelegere a modului de funcționare a acestei părți importante din cadrul procesului de prelucrare de imagini. Acestea au stat la baza realizării părții tehnice aplicației și a funcționalității temei.

Printre alte utilitare și aplicații care au oferit un suport tehnic în realizarea temei alese, se poate expune un utilitar free pe internet sub denumirea de "Image Optimizer" [7], care a reprezentat un exemplu solid în realizarea interfeței vizuale pentru aplicație, dar și pentru obținerea interacțiunii cu utilizatorul. Aplicația "Image Optimizer" presupune un buton pentru încărcarea imaginii de către utilizator, care are dreptul de a alege ce tip de compresie dorește, dar și dimensiunile imaginii ce va rezulta în urma procesului de compresie. După efectuarea acestor operații, utilizatorul poate să-și descarce imaginea rezultată.

De asemenea, printre cele enunțate mai sus se identifică și alte aplicații mobile destinate sistemului de operare Android sau chiar IOS care realizează compresia lossless a imaginilor, fără a insista foarte mult asupra compresiei lossy, în care există pierderi de calitate. Aplicațiile acestea se pot instala pe telefonul mobil și pot fi testate atent. Spre exemplu aplicația "PicTools Batch crop resize compress crop multiple" [8] este o aplicație care conține mai multe instrumente pentru lucrul cu imaginile, dar care realizează și compresia acestora, utilizatorul putând alege și calitatea pentru imaginea dorită. Aplicația nu prezintă o interfață ergonomică în care utilizatorul poate vedea imaginile de before & after, însă pentru compresia lossless expune dimensiunile imaginii inițiale și a celei comprimate.

Astfel, pornind de la cele prezentate mai sus, aplicația realizată cu tema "Compresie de imagini" are ca obiectiv principal reliefaarea efectelor celor două tipuri de compresii prezentate, clarificarea și evidențierea conceptelor ce conturează domeniul procesării de imagini, având în prim-plan compresia de imagini și implementarea unei interfețe prin care utilizatorul să înțeleagă funcționarea și utilitatea acesteia.

3. Etape de implementare

Prima etapă în realizarea temei alese a fost urmărirea implementărilor din laboratoarele de Aplicații multimedia și înțelegerea acestora pentru realizarea mai departe a propriei aplicații.

Printre principalele tehnologii folosite pentru aplicație se identifică:

- Pentru partea de realizare a proceselor de compresie, lossy și lossless, s-a folosit limbajul de programare Python, în cadrul platformei Jupyter Notebook.
- Biblioteca cv2 sau OpenCV, folosită pentru citirea imaginilor, salvarea și afișarea acestora. Este o bibliotecă open source foarte utilă în aplicații pentru analiza imaginilor, dar și analiza video.
- Pentru realizarea unei interfețe de comunicare cu utilizatorul, dar și pentru partea de upload și salvare a imaginilor, s-a folosit GUI-ul (Graphical User Interface) din Python denumit Tkinter. Tkinter este un pachet din Python care vine cu multe funcții și metode care pot fi folosite pentru a crea o aplicație, mai precis o interfață grafică a acesteia.
- Modulul "os" din Python, folosit pentru extragerea dimensiunii imaginii, aceasta oferă funcții pentru interacțiunea cu sistemul de operare.

```
import cv2
import tkinter as tk
from tkinter import *
from tkinter import filedialog
from tkinter.filedialog import askopenfile
from tkinter.filedialog import asksaveasfile
import os
```

Fig. 4: Biblioteci folosite

A doua etapă a constat în realizarea interfeței de comunicare cu utilizatorul, reprezentată printr-o fereastră ce conține un mesaj care îi indică utilizatorului să aleagă un tip de compresie dorit: "Choose a compression type", dar și două butoane ce reprezintă fiecare tip de compresie. Pentru a crea o interfață tkinter, se creează o instanță a cadrului tkinter, adică "Tk()". Acesta ajută la afișarea ferestrei rădăcină (root) și gestionează toate celelalte componente ale aplicației tkinter. Apoi, se creează fereastra pentru interfață cu dimensiunile 650x450, cu ajutorul funcției "geometry" din Tkinter, având titlul "Image compression" stabilit cu funcția "title", care are rolul de a oferi un titlu ferestrei aplicației. Interfața prezintă o culoare de background prestabilită și identificată prin codul acesteia "#FFB6C1", ce reprezintă culoarea roz, de asemenea, fontul textului este reprezentat de următoarele caracteristici: times, dimensiunea de 18 și bold. De asemenea, pentru ca utilizatorul să știe ce pași trebuie realizați și pentru a-și da seama de modul de funcționare a aplicației pentru o ușoară gestionare a acesteia, s-a realizat printarea unor mici indicații pe care trebuie să le urmeze și să le aibă în vedere, folosind Tkinter, cu funcția "Label" în cadrul căreia se

precizează fereastra în care trebuie să apară mesajul, textul care se dorește a fi afișat, dimensiunile acestuia și fontul. Fontul textului este stabilit cu funcția specifică, adăugând tipul caracterelor, dimensiunea, dar și modul în care apar: bold, italic, subliniat, etc. Pentru menținerea ferestrei de interfață este utilizat `"mainloop()"`, care rulează bucla de evenimente Tkinter. Această metodă ascultă evenimentele care se efectuează și blochează orice cod care vine după ea de la rulare până când se închide fereastra în care s-a apelat metoda. Interfața aceasta prezintă fereastra principală a aplicației, de aici plecând restul funcționalităților.

Următoarea etapă a constat în implementarea compresiei lossy, funcționalitatea acesteia fiind inclusă într-o funcție sub denumirea de `"showLossy()"`. Pentru acest tip de compresie se creează o nouă fereastră, cu aceleași caracteristici ca fereastra principală, doar cu dimensiuni diferite. Fereastra conține o înștiințare ce evidențiază faptul că utilizatorul trebuie să încarce o imagine cu extensia BMP, pentru ca efectul compresiei lossy să fie sugestiv. Apoi, este apelată o funcție `"upload_file"` ce este implementată pentru interacțiunea cu utilizatorul reprezentând partea de upload a unei imagini, dorite de utilizator din propriul său calculator, acest lucru efectuându-se cu ajutorul funcției Tkinter `"askopenfile"`, `"filedialog"`. Funcțiile determină utilizatorul să selecteze și să încarce un fișier din sistemul local. În continuare, pentru citirea și afișarea imaginilor selectate de utilizator, se folosesc funcțiile `"imread"` și `"imshow"`, funcții implementate în biblioteca cv2. O altă funcție cu o utilitate foarte mare, care realizează procesul de compresie a imaginilor este `"imwrite"`, aceasta preia imaginea aleasă de utilizator, o salvează în format JPG, care este una dintre cele mai importante metode de realizare a compresiei cu pierderi de calitate, fiind singurul care are acest rol de a afișa imagini cu o dimensiune a fișierului mică pentru calitatea pe care o are, însă cu un factor de calitate ales. Factorul de calitate a comprimării lossy este setat cu `"IMWRITE_JPEG_QUALITY"` cu două tipuri de valori, respectiv 0 și 100. Pentru JPEG/JPG factorul de calitate poate fi ales între intervalul 0 și 100, unde 0 reprezintă calitatea cea mai slabă, iar 100 este calitatea cea mai bună. În cazul în care nu ar fi fost ales niciun factor de calitate, acesta ar fi fost default 95. Pentru cele 2 valori definite se realizează o exemplificare a acestora pentru înțelegerea modului de funcționare a compresiei cu pierderi de calitate. În urma realizării compresiei, fiecare imagine este afișată pentru evidențierea rezultatului operației.

Cealaltă etapă este reprezentată de realizarea celeilalte compresii, compresia lossless, cea în care se realizează o redimensionare, fără pierderi de calitate. Această etapă are la bază aceleași principii respectate și în implementarea compresiei lossy, cu excepția modului de funcționare. În această etapă utilizatorul poate vedea dimensiunea imaginilor, cea inițială și cea rezultată în urma compresiei lossless, în bytes. Pornind de la implementarea compresiei lossy, implementarea compresiei lossless realizează interfața în același mod, fereastra având dimensiuni asemănătoare, fiind implementată în cadrul funcției `"showLossless"`. De asemenea, fereastra conține o înștiințare ce evidențiază faptul că utilizatorul trebuie să încarce o imagine cu extensia BMP, pentru ca efectul compresiei lossless să fie sugestiv, dar și faptul că utilizatorul va trebui să aleagă extensia sub care poate fi salvată imaginea rezultat (`"Then save the image with desired extension"`). Apoi, este

apelată o altă funcție "upload_file" ce este implementată pentru interacțiunea cu utilizatorul reprezentând partea de upload a unei imagini, dorite de utilizator din propriul său calculator, acest lucru efectuându-se cu ajutorul funcției Tkinter "askopenfile" din "filedialog", dar și pentru partea de salvarea a imaginii rezultate în urma compresiei prin intermediul funcției "asksaveasfile". Funcțiile determină utilizatorul să selecteze și să încarce un fișier din sistemul local sau pe sistemul local. Indicațiile sunt afișate în interfața Tkinter pentru ca utilizatorul să le aibă în vedere și să le respecte pentru o bună funcționare a aplicației și pentru obținerea rezultatului dorit. S-au folosit aceleași funcții "Label" pentru aspectul textului și pentru așezarea acestuia în cadrul ferestrei. Imaginea citită inițial trebuie să fie de format BMP, conform mesajului "Upload a .BMP image!" afișat pentru utilizator, iar în urma compresiei rezultă imaginea în formatul ales de utilizator, fiind unul dintre modurile specifice și sugestive pentru compresia lossless. De asemenea, citirea și afișarea imaginilor se realizează cu funcțiile din biblioteca cv2, respectiv "imread" și "imshow", iar partea de realizare a compresiei efective se face cu ajutorul funcției "imwrite", ce are drept parametru "IMWRITE_PNG_COMPRESSION", cu valoarea stabilită la 9, ce determină cea mai bună compresie cu cea mai mică dimensiune de fișier, dar care implică și un timp mai mare pentru realizarea acestui lucru. În cazul în care nu ar fi fost ales niciun nivel de compresie, acesta ar fi fost default 3. Pentru imaginea BMP citită inițial este afișat în interfață un mesaj de culoare roșie care indică dimensiunea fișierului, respectiv și pentru imaginea rezultată cu noul format. Acest lucru se execută prin intermediul bibliotecii din Python denumită "os", determinând această dimensiune cu ajutorul lui "os.stat(filename).st_size", unde "filename" este fișierul sau imaginea a cărei/cărei dimensiune se dorește a fi citită. Dimensiunea acestora este citită în bytes.

În implementarea aplicației s-a ales un mod de abordare separat pentru cele două compresii, fiecare dintre ele având propria interfață cu propriile indicații pentru utilizator, dar unificate în cadrul aceleiași interfețe principale. Scopul acesteia a constat în diferențierea celor două compresii, care prezintă deosebiri destul de vizibile, dar și pentru facilitarea distingerii acestora pentru utilizator, care poate nu prezintă o familiaritate ridicată asupra metodelor de procesare de imagini și a folosirii acestui tip de interfață. Astfel, utilizatorul va putea observa efectele celor două, accesându-le separat prin intermediul butoanelor specifice și remarcând acțiunile, funcționarea și rezultatul acestora.

4. Mod de utilizare și interacțiune cu utilizatorul

Pornind de la implementarea creată cu ajutorul GUI-ului Tkinter, a fost efectuată interfața pentru interacțiunea cu utilizatorul. Întreaga aplicație constă în demonstrarea utilizatorului modul de funcționare a compresiei de imagini, pentru a înțelege diferențele dintre cele două tipuri și chiar în distingerea cu succes a acestora pentru aplicarea lor în diferite funcționalități ce vor fi necesare în viața cotidiană, în domeniul tehnologiei, fotografiei și nu numai.

La început, pentru realizarea celor două tipuri de compresii, se rulează codul realizat pentru întreaga aplicație. Astfel, este afișată interfața principală Tkinter cu dimensiunile ferestrei prestabilite, iar modul de utilizare al acesteia este indicat în interfață pornind de la mesajul în care utilizatorul trebuie să aleagă un tip de compresie dorit: "Choose a compression type", iar apoi să apese unul dintre cele două butoane aferente acestor compresii.

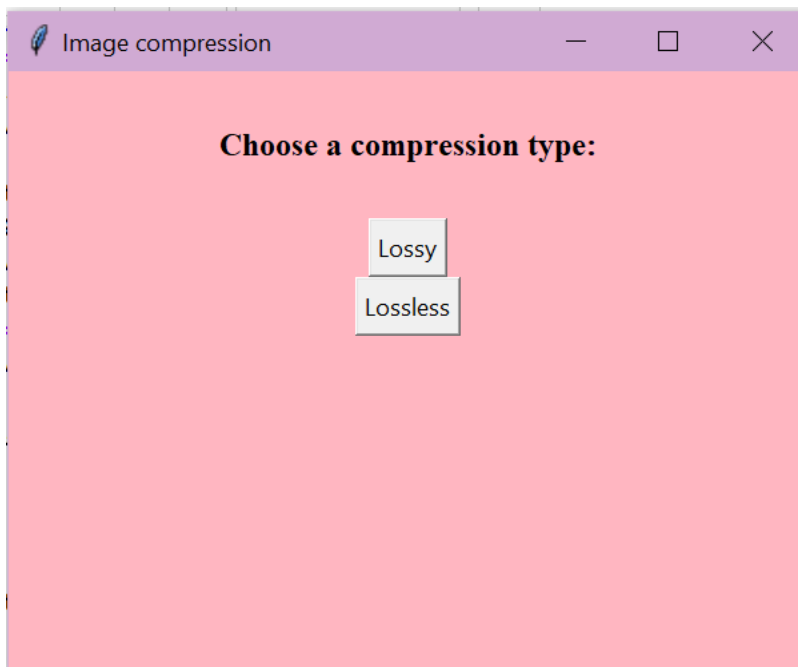


Fig. 4: Interfața principală Tkinter

Pentru compresia lossy, la pornirea interfeței asociate acesteia este afișat un mesaj ce indică utilizatorului să încarce din propriul calculator imaginea BMP dorită, care va fi supusă compresiei: "Upload a .BMP image!". Astfel, se realizează interacțiunea cu utilizatorul prin intermediul upload-ului, exemplificat prin funcționalitatea butonului aferent. Utilizatorul va trebui să apese pe buton ca să se realizeze acest lucru.

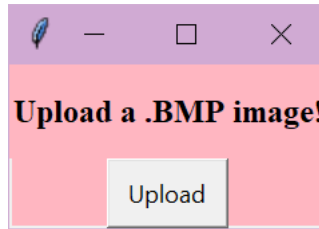


Fig. 5: Interfața compresiei lossy

Următorul pas este identificarea de către utilizator a imaginilor de before & after ce vor apărea și pentru a testa, astfel, funcționarea aplicației. Se poate observa faptul că asupra imaginii cu denumirea ”JPEG lower quality” s-a aplicat un factor de calitate cu valoarea 0, în care calitatea este foarte scăzută, ajungând chiar la împrăștierea imaginii, comparativ cu imaginea ”JPEG higher quality” în care factorul de calitate are valoarea 100, iar pierderea de calitate nu este foarte vizibilă. De asemenea, se afișează și imaginea BMP inițială pentru validarea demonstrației compresiei lossy.

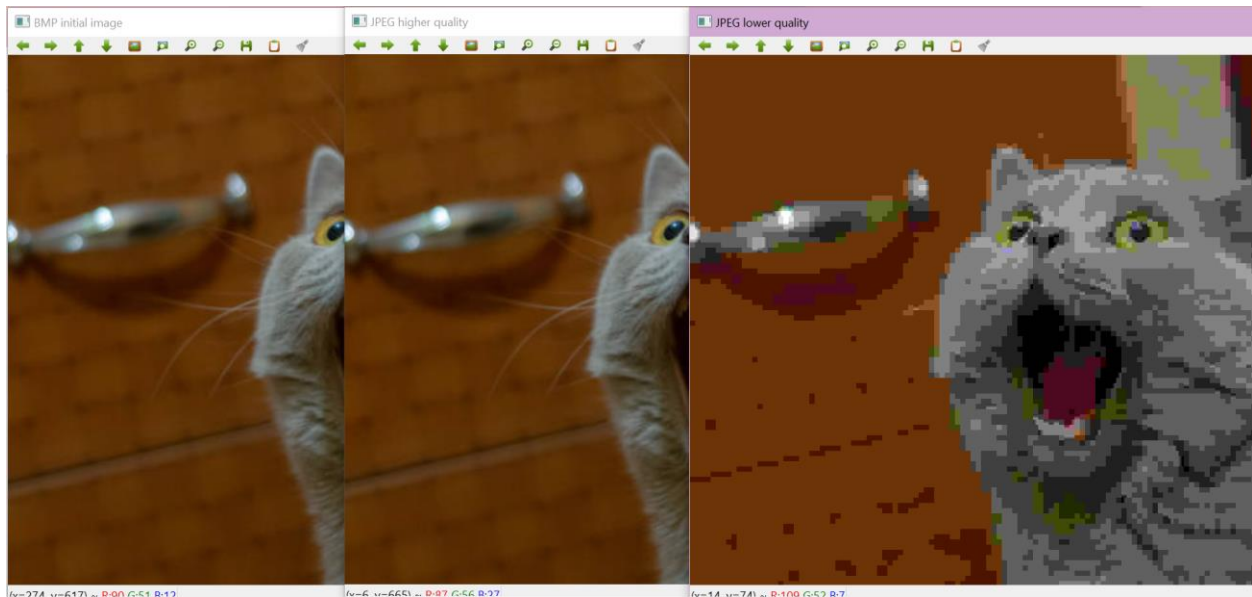


Fig. 6: Reprezentarea compresiei lossy

Pentru compresia lossless, interfața pornește în același mod ca la compresia lossy, însă în cadrul acesteia sunt afișate mai multe mesaje, care, de asemenea, au ca scop menținerea interacțiunii cu utilizatorul, dar și pentru o ușoară înțelegere a modului de funcționare. Primul pas ce trebuie realizat este încărcarea imaginii BMP de către utilizator, ”Upload a .BMP image!”, urmând să fie atenționat cu faptul că va trebui să salveze imaginea cu extensia dorită pentru a demonstra specificația compresiei lossless.

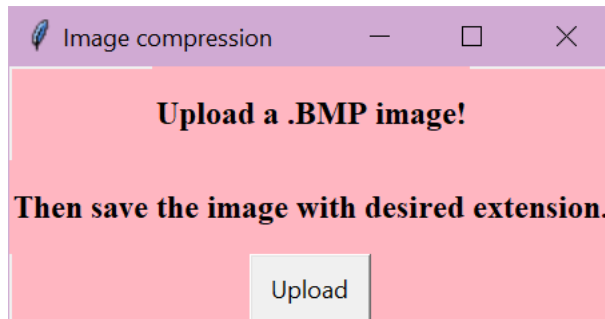


Fig. 6: Interfața compresiei lossless

În urma efectuării acestor operații este indicată sporirea atenției asupra imaginilor de before & after, cea inițială și cea rezultată, dar și asupra dimensiunilor de before & after. Pentru imaginile respective vor fi afișate două mesaje de culoarea roșie care vor evidenția diferențele de dimensiune dintre cele două, având în vedere faptul că această compresie îndeplinește redimensionarea dimensiunii imaginilor fără a exista pierderi de calitate. Astfel, persoana care aplică această operație va putea observa capacitatea de compresie a unei imagini ce va rezulta cu o altă dimensiune.

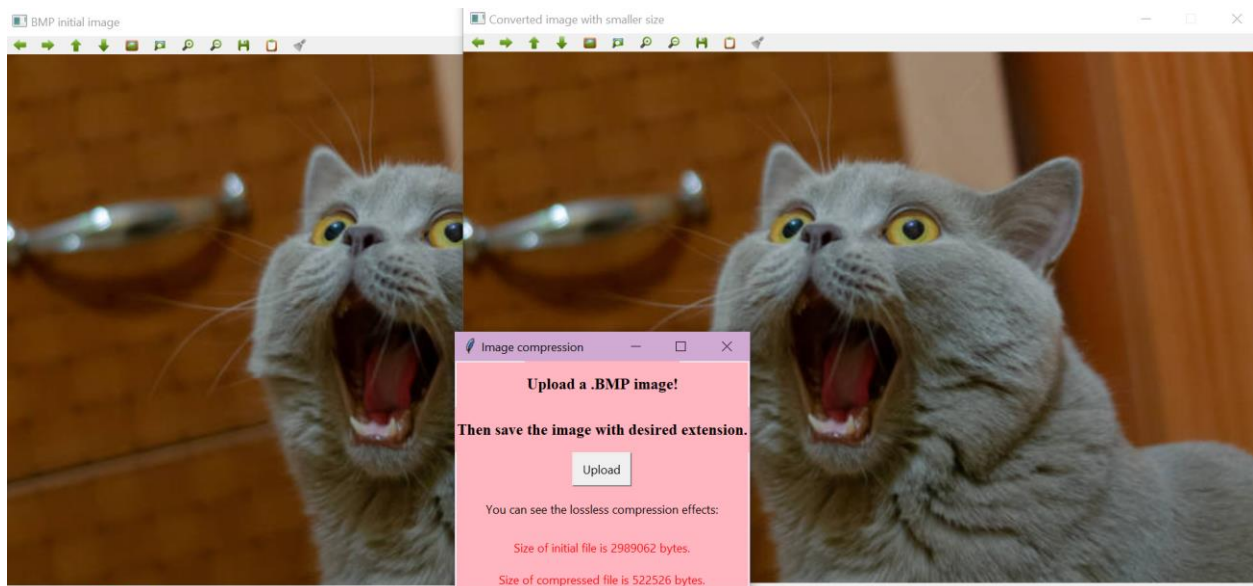


Fig. 7: Reprezentarea compresiei lossless

5. Concluzii

Pornind de la toate noțiunile expuse și de la prezentarea aplicației, cea de compresie a imaginilor, se poate exprima faptul că aceasta prezintă o utilitate foarte mare în cadrul oricărei funcționalități ce are la bază procesarea de imagini, mai precis compresia acestora. De asemenea, performanța ei este potrivită în concordanță cu implementarea. Nu prezintă performanță foarte avansată, deoarece aplicația propune realizarea corectă a compresiei prin expunerea rezultatelor, astfel, integrând și o relație de interacțiune cu utilizatorul.

În cadrul aplicațiilor multimedia, compresia de imagini reprezintă una dintre cele mai remarcabile metode de procesare de imagini, utilitatea acestuia fiind răspândită în foarte multe domenii.

Printre obiectivele stabilite la începutul implementării aplicației s-au realizat:

- ✓ Interfața simplificată, realizată prin afișarea unor mesaje, dar și butoane ce constau în expunerea pașilor pe care trebuie să-i urmeze utilizatorul. Acestea conțin niște indicații cu privire la ceea ce se întâmplă în cadrul fiecărei implementări și dezvăluie modul în care poate fi abordată folosirea acesteia.
- ✓ Aplicație ușor de utilizat fără elemente avansate și complexe, fiind reprezentată de funcționalitățile butoanelor care supun utilizatorul la încărcarea și salvarea unei imagini din propriul calculator, dar și în alegerea tipului de compresie dorit.
- ✓ Acces rapid în cadrul aplicației, fără un timp de așteptare mare, având efecte aproximativ instantane.
- ✓ Prezentarea imaginilor before & after, fiind printre cele mai fundamentale utilități ale aplicației. Aceasta permite utilizatorului să observe efectele compresiei de imagini.

Printre principalele avantaje ale acestei aplicații se identifică următoarele:

- Minimizarea dimensiunii unui fișier de imagine
- Reducerea calității imaginii astfel încât să nu se atingă nivelul nepermis
- Permite stocării mai multor imagini pe același spațiu
- Micșorarea timpului necesar trimiterii imaginilor pe internet sau descărcării acestora
- Utilizarea maleabilă a aplicației
- Expunerea unui mod sugestiv de verificare a funcționalității acesteia
- Evidențiază în scop educativ efectele compresiilor

De asemenea, alături de avantajele enumerate mai sus, se pot identifica și dezavantaje care au impact remarcabil asupra modului de abordare a reprezentării compresiei:

- Comprimarea lossy nu este cea mai potrivită pentru editarea imaginilor, deoarece deteriorează calitatea imaginii
- Compresia excesivă poate duce la împrăștierea imaginii, acest lucru este foarte bine surprins în cadrul aplicației
- Interfața are un aspect simplu, fără elemente complexe
- Implementarea supune utilizatorul să urmărească niște etape pentru înțelegerea modului de funcționare

6. Referințe bibliografice

1. University of Tartu. Web-site <https://sisu.ut.ee/imageprocessing/book/1>
2. S. Boopathiraja, P. Kalavathi, C. Dhanalakshmi , "Significance of Image Compression and Its Upshots - A Survey", International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology (IJSRCSEIT), ISSN : 2456-3307, Volume 5 Issue 2, pp. 1203-1208, March-April 2019.
3. Why is image compression important, Web-site <https://www.quora.com/Why-is-image-compression-important>
4. Prelucrarea imaginilor, Web-site <https://www.creeaza.com/referate/informatica/grafica-design/Prelucrarea-imaginilor848.php>
5. TechTarget, Image compression, Web-site <https://www.techtarget.com/whatis/definition/image-compression>
6. eYewated, Înțelegerea compresiei în fotografia digitală, Web-site <https://ro.eyewated.com/intelegerea-compresiei-in-fotografia-digitala/>
7. Image Optimizer, <http://www.imageoptimizer.net/Pages/Home.aspx>
8. Google Play, Android app "PicTools Batch crop resize compress crop multiple" <https://play.google.com/store/apps/details?id=omkar.tenkale.pictoolsandroid&hl=ro&gl=US>
9. Save OpenCV images in JPEG with quality and PNG with compression, Web-site: <https://www.life2coding.com/save-opencv-images-jpeg-quality-png-compression/>