Domaći zadatak iz OAiS DSP 2

Radomir Zlatković, *RA19/2018* i Aleksa Heler, *RA22/2018*

***Apstrakt*—Naša verzija kompresije i dekompresije .bmp slike (24 bit color) koristeći YUV predstavu boje, DCT transformaciju za prelazak u spektralni domen, run length coding za izbegavanje bespotrebnih ponavljanja nula, i *Huffman* kodovanje za bolju kompakciju energije.**

***Ključne reči*—DCT**(Discrete Cosinus Transform)**, *Huffman* coding, Run length coding, kvantizacija, RGB/YUV, BMP**

I. Uvod

Projekat je započet kao grupni domaći zadatak iz predmeta Osnovi Algoritama i Struktura DSP 2. Ceo projekat je implementiran u C++ jeziku. Kao međureprezentacija kompresovane slike koristi se ".rtrk" format fajla.

II. Metod

U blok dijagramu ispod je prikazana struktura i redosled kodovanja.

Enkoder

Prelazak iz RGB u **YUV** prostor boja

↓

Podela slike na blokove **8x8**

↓

8x8 **DCT**

↓

Kvantizacija koeficijenata

↓

Zig zag odbacivanje manje bitnih koeficijenata

↓

Zero run length kodovanje

↓

Huffman kodovanje

↓

Zapis kodovanih blokova u izlaznu datoteku

Dekoder

Učitavanje blokova iz kodovane datoteke

↓

Huffman dekodovanje

↓

Zero run length dekodovanje

↓

Vraćanje u opseg koristeći kvantizacionu matricu

↓

Inverzna **DCT**

↓

Sastavljanje blokova u veliku sliku

↓

Prelazak iz YUV u RGB prostor boja

III. Opis funkcionalnih celina

A. Prelazak između RGB u YUV prostora boja

Iz razloga što je naše čulo vida osetljivije na osvetljenje i ivice objekata, Y komponenta (osvetljenje) se neće spajati sa susednim blokovima. Kako je oko manje osetljivo na promene U i V komponenti (boje) njih spajamo 4 susedna bloka u jedan.

B. Podela na 8x8 blokove, DCT, kvantizacija koeficijenata i zig zag odbacivanje

DCT se koristi pre **DFT** (discrete fourier transform) iz razloga što su bolje koncentrisani koeficijenti na jednoj lokaciji (gornji levi ugao). Zbog toga se više kvantizuju koeficijenti koji su u donjem desnom uglu, a manje oni u gornjem levom uglu. Zig zag prolaskom kroz blok će se odbaciti oni delovi koji su teže primetni, a zbog daljeg entropijskog kodovanja (run length i Huffman) će se uštedeti mnogo energije.

C. Zero run length kodovanje

Pošto se pojavljuje puno nula, bolje je koristiti varijantu run length kodovanja gde prvi broj predstavja broj nula, dok drugi prestavlja broj nakon tog niza nula. Primer: (0, 0, 0, 0, 0, 12, 0, 0, 0, -4) se koduje kao (5,12),(3,-4) čime se uštedi mnogo prostora. Dodatno na kraju niza Y, U, V se na kraju dodaje (0,0) što označava kraj nizova, tj. do kraja niza su sve nule.

D. Huffman kodovanje

Zbog velikog ponavljanja simbola, zgodno je simbole koji se češće ponavljaju zapisati sa manjim brojem bita, čime se dodatno štedi prostor.

IV. Testiranje i rezultati

Testiranje je odrađeno u zasebnom projektu koji pokreće enkodovanje a zatim dekodovanje na deset slika, i nakon toga metodom najmanjih kvadrata (MSE - mean sqare error) ocenjuje odstupanje enkodovanog fajla (*final*) od početnog. Takođe je izračunat odnos početne i krajnje veličine fajla, tj. stepen kompresije. Rezultati se nalaze u Tabeli I.

Fajlovi nakon kompresije i dekompresije ne gube mnogo subjektivnog vizelnog kvaliteta. Prelaskom sa originalne na kompresovanu sliku se može primetiti malo zatamnjivanje boja što je posledica prelaska u YUV420 i kvantizacije. Zamućenje se vidi kod tankih linija gde su veliki prelasci boja, ali je neprimetno na prvi pogled. Neke slike pokazuju veće odstupanje po meri MSE, iako vizuelno pokazuju manje artifakta nego neke slike sa manjim odstupanjima po MSE.

TABELA I
Rezultati mean square error analize i analize veličine fajla

IMAGES	Y MSE	BMP size (kb)	RTRK size (kb)	Stepen kompresije
baboon	55.7359	768	175	4.4
clock	11.3765	576	71.3	8.1
czv	3.5169	6497	205	31.7
image1	3.4466	1406	106	13.3
lena	6.3209	192	27.3	7
sample	56.8909	7200	1129.9	6.4
bird	1.7112	6592	378	17.4
blackHole	69.585	1371	293	4.7
butterfly	1.262	4219	256	16.5
car	1.6489	7200	565	12.7

V. Zaključak

Implementirana kompresija pokazuje znatno smanjenje veličine fajla uz minimalne i skoro neprimetne vizuelne promene. Testiranje je pokazalo stepen kompresije i do 30 puta, u slikama gde nema mnogo promena boja, dok je kompresija manja kod slika gde je promena boja izraženija.

VI. Dodatak

Moguće je i dodatno poboljšanje stepena kompresije ili bolje očuvanje vizuelnog kvaliteta slike promenom paramtera stepena kvantizacije i procenta zig zag odbacivanja (70% očuvanje Y, 85% očuvanje U i V komponenti). Takođe može da se unapredi zig zag algoritam tako što neće slati ceo blok od 64 bajta (8x8) već samo onaj deo koji je očuvan. Međutim ovo ne bi bila toliko drastična promena kako run length neočuvane delove svodi na jedan bajt, a daljim *Huffman*-ovim kodovanjem bi se delovi koji se više ponavljaju svejedno predstavili sa manjim brojem bita.