

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA**

**VIŠEMEDIJSKE KOMUNIKACIJE**

## **2. DOMAĆA ZADAĆA**

Zagreb, travanj, 2016.

## 1. Kompresija slike bez gubitaka i s gubicima

**1.1. a.** Boje su tamnije. Točke te rubni dijelovi kvadrata, geometrijskih oblika zelene boje i slova „FER“ su iskrivljeni (posebice zaobljene linije) i „pikselasti“ (vidljivi su pikseli, kvadratići) i pojavljuju se neke dodatne linije, blokovi oko rubova kvadrata i slova „FER“, poput neke sjene. Tekst „Višemedijske komunikacije“ je jedva čitljiv. Najviše su degradirane crne točke koje su na originalnoj slici imale sjenu i bile zamućene (imale su gradijent) te tekst s obzirom da slova imaju puno zaobljenih linija koje se faktorom kompresije 99 značajno iskrive i tako tekst postaje jedva čitljiv.

**b.** Tablica prikazuje veličine JPEG datoteka

<i>fer-1.jpg</i>	33.1 kB
<i>fer-20.jpg</i>	14.1 kB
<i>fer-40.jpg</i>	8.84 kB
<i>fer-80.jpg</i>	6.44 kB
<i>fer-99.jpg</i>	2.61 kB

Najoptimalnijom smatram sliku *fer-40.jpg*. Njena veličina oko 4 je puta manja od izvorne i skoro duplo manja od *fer-20.jpg* u odnosu na koju ne postoje prevelike razlike u kvaliteti. Na *fer-40.jpg* počinju se pojavljivati pikseli oko neravnih linija (tekst „Višemedijske komunikacije“, crne točke te zeleni oblici) i blokovi na crvenom kvadratu, ali te promjene u odnosu na *fer-20.jpg* su jedva vidljive, a slika je duplo manje veličine pa je za kodiranje po mom mišljenju najbolje uzeti tu sliku.

**1.2. a.** Slika kodirana u PNG formatu otvorena u aplikaciji za grafičku obradu te ponovo spremljena u PNG formatu jednaka je izvornoj s obzirom na veličinu i kvalitetu jer PNG koristi kompresiju bez gubitaka pa slika ne gubi na kvaliteti.

**b.** Predlažem PNG kompresiju. Originalna slika *fer.bmp* veličine je 242 kB, *fer.jpg* 33.1 kB, a *fer.png* najmanje, 19.7 kB. Osim što je manje veličine, *fer.png* je i bolje kvalitete od *fer.jpg*. U odnosu na *fer.bmp*, na *fer.jpg* boje postaju malo tamnije što je posebno vidljivo na tekstu „Višemedijske komunikacije“, pojavljuje se sjena oko rubova (tj. blokovi) na crvenom kvadratu, dok kod *fer.png* nema nikakvih promjena – PNG komprimira sliku bez gubitaka, slika ostaje iste kvalitete.

c. Kod JPEG-a, sadržaj slike komprimira se uz gubitak kvalitete, ali uz mogućnost odabira stupnja kompresije. Veći stupanj kompresije rezultira manjom datotekom. Ostvaruje dobru kompresiju slike (smanjenje veličine), ali se time i gubi na kvaliteti slike. Najviše se koristi za fotografije i slike koje imaju blaže prijelaze tonova i boje, dakle za neke realistične scene. Nije pogodan za grafiku koja zahtjeva oštar kontrast između piksela, poput tehničkih crteža.

Kod PNG-a nemamo mogućnost odabira stupnja kompresije, slika pretvorena u PNG format je jedne veličine koja se ne može nikako mijenjati ili podešavati. PNG koristi kompresiju bez gubitaka pa je prilagođen računalnoj i internet grafici. Za takve slike je JPEG previše složen, dok PNG nije dobar za kodiranje fotografija jer ne ostvaruje dobru kompresiju na slikama koje imaju previše detalja.

d. U pravu je čovječuljak lijevo na slici. S PNG formatom nema deformacija testa, dok je u slučaju JPEG-a tekst zamućen. Zbog toga je PNG zaista bolji za ilustracije, slike s tekстом, slike s logom i grafove – dakle jednostavne slike bez puno detalja.

## 2. Kompresija složene slike

2.1. Kako je JPEG bolji za kodiranje slika s više detalja, do oku više vidljivih gubitaka dolazi kod *fer* slike jer je ona jednostavnija pa se na rubovima, iskrivljenim linijama i tekstu više uočava degradacija. Za tako jednostavne slike JPEG koder je previše složen – na jednostavnoj slici je potrebno izvršiti manju kompresiju nego na slici s više detalja da bi „gubitak subjektivne kvalitete“ na obje slike bio podjednak. Uspoređujući slike *fer-99.jpg* i *frymire-8x90.jpg* koje imaju skoro jednak faktor kompresije, vidljivo je da je kod slike *frymire-8x90.jpg* degradacija značajno manja nego na *fer-99.jpg* upravo zbog toga što je *frymire-8x90.jpg* puno sličnija fotografiji, a *fer-99.jpg* ima puno više jednostavnih lako uočljivih oblika zbog čega dolazi do veće degradacije.

2.2. Tablica prikazuje veličine PNG i JPEG slika.

<i>frymire-8.png</i>	99.1 kB
<i>frymire-8.jpg</i>	218 kB

<i>frymire-8x60.jpg</i>	43.8 kB
<i>frymire-8x90.jpg</i>	17.3 kB

Vidljivo je kako je slika bez kompresije u JPEG formatu više od duplo veća od slike bez kompresije u PNG formatu, a kvalitete slika su podjednake – kod *frymire-8.png* u odnosu na originalnu sliku vidljiva su mala zatamnjenja boje u gornjem dijelu, dok kod *frymire-8.jpg* ne uočavam nikakve promjene u odnosu na original. Primjenom faktora kompresije, veličine JPEG slika značajno se smanjuju, a stupanj degradacije je prihvatljiv. Veličina *frymire-8x60.jpg* je u pola manja od *frymire-8.png*, a razlika u kvaliteti je mala – na obje slike su vidljiva zatamnjenja u gornjem dijelu, a osim toga se na *frymire-8x60.jpg* pojavljuju i mala zamućenja na tom dijelu. U cjelini slike su gotovo jednake pa je zaključak da je bolje koristiti JPEG koder jer bitno smanjuje veličinu slike, dok kvaliteta nije jako narušena.

### 3. Kompresija digitalizirane fotografije

#### 3.1., 3.2.

DATOTEKA	STUPANJ KOMPRESIJE	VELIČINA
<i>lena.png</i>		186 kB
<i>lena-1.jpg</i>	1	404 kB
<i>lena-20.jpg</i>	20	104 kB
<i>lena-50.jpg</i>	50	71.8 kB

Sve slike su identične kvalitete, odnosno golim okom se ne vide nikakve razlike u kvaliteti. Veličina slike u PNG formatu je 186 kB i ona je uvijek ista, kodira se bez gubitaka i ne postoje stupnji kompresije. Veličina *lena-1.jpg*, nekomprimirane slike u JPEG formatu, je više od dvostruko veća što je nelogično s obzirom da JPEG koder s gubicima. Razlog tome je što algoritam koji komprimira sliku je usmjeren da zadrži što više detalja sa slike koji važni, dok izbacuje one manje važne. Za svaki blok slike se zapisuju neki podaci i u slučaju stupnja kompresije 1 ti podaci su najpreciznije iskazani, odnosno tad ostaju svi važni detalji na slici pa je veličina slike najveća. Povećanjem stupnja kompresije kvaliteta slike ostaje golom oku identična, dok se veličina drastično smanjuje.

**3.3.** Po mom mišljenju, optimalan raspon kompresije za korištenje u JPEG kompresiji je od 30% do 40%. Veličine su tad od 30-35 kB, a kvaliteta slike je gotovo nepromijenjena u odnosu na original.

**3.4.** Najviše su degradirani dijelovi na prijelazima boja jer se svaka boja kodira drugačijim nizom bitova.

## 4. JPEG KODER

**4.1.** Prva matrica sadrži kvantizacijske faktore i naziva se kvantizacijska matrica  $Q(u,v)$ . Druga matrica je DCT matrica  $S(u,v)$  koja se dobije tako da se svaki blok izvorišne slike podijeljene na blokove  $8 \times 8$  piksela transformira u blok od 64 DCT koeficijenata. Treća je matrica kvantizirana matrica  $K(u,v)$ , dobivena tako da je svaki DCT koeficijent podijeljen kvantizacijskim faktorom iz kvantizacijske matrice (i zaokružen na cijeli broj).

MATRICA	KOMPRESIJA	KVALITETA
QM1	12.302	mutna slika, boje su izgubile živost i ne vide se jasno detalji
QM2	7.674	jasnija slika nego kod QM1, ali boje i dalje nisu jarke kao na originalnoj
QM3	33.94	jako mutna slika na kojoj su vidljivi pikseli, tamnije boje
QM4	17.355	bolja kvaliteta u odnosu na QM3, pikseli se vide i dalje ali u manjoj mjeri
QM5	2.043	do sad najbolje kvalitete, vidljivi svi detalji kao i na originalnoj, ali boje nisu toliko jarke
QM6	60.13	najlošija kvaliteta, jako pikselasta slika, papige se ne razaznaju

Najbolja kvaliteta slike dobije se koristeći matricu QM5 koja ima najmanji omjer kompresije zato što ima najmanje kvantizacijske koeficijente (2) u svim poljima (ne odbacuje ni visoke ni niske frekvencije), a najlošija kvaliteta koristeći matricu QM6 koja ima najveći omjer kompresije jer ima najveće koeficijente (128) u svim poljima (odbacuje visoke frekvencije što ne utječe na kvalitetu, ali koristi veliki faktor kompresije i za niske frekvencije čime odbacuje i njih te slika jako izgubi na kvaliteti).

**4.2.** (naredba **is127**) Faktor kompresije se značajno smanjio, i to na 5.796 i bitno se povećala kvaliteta slike. Razlog tome je sljedeći. Matrica DCT je zapravo jedan blok 8x8 izvorne slike prebačen u frekvencijsku domenu. U gornjem lijevom kutu nalaze se najniže frekvencije, a u donjem desnom najviše frekvencije. Više frekvencije (sitni detalji koje ljudsko oko ne zamjećuje) se odbacuju tako da se za njih koriste veći faktori kompresije u kvantizacijskoj matrici (veći brojevi u desnom donjem kutu u matrici  $Q(u,v)$ , pa su na tim mjestima u kvantiziranoj matrici 0) i time postizemo smanjenje veličine slike, a ne gubimo puno na kvaliteti. Međutim ako se odbace niže frekvencije (ako imamo velike faktore kompresije u gornjem lijevom kutu kvantizacijske matrice), zapravo odbacujemo osnovne karakteristike slike i ona postaje jako loše kvalitete. U ovom primjeru smanjili smo faktore kompresije za niske frekvencije i time poboljšali kvalitetu slike.

**4.3.** (naredba **os127**) Faktor kompresije se smanjio još više nego u prethodnom zadatku, na 2.229. Međutim, slika je puno lošije kvalitete od slike iz prethodnog zadatka. U odnosu na sliku na koju je primjenjena originalna QM6 matrica, ova je malo oštrija pa se može razaznati da su na slici papige. Razlog loše kvalitete slike je taj što smo odbacili niske frekvencije koje nose „osnovne podatke“ o slici.

**4.4.**

Quantization Table								
2	3	7	16	24	40	51	61	
3	3	7	19	26	58	60	55	
7	7	7	24	40	57	69	56	
14	17	20	29	51	87	80	62	
18	22	37	56	68	109	103	77	
24	35	55	64	81	104	113	92	
49	64	78	87	103	121	120	101	
72	92	95	98	112	100	103	105	

The compression ratio is 10

## 5. JPEG2000

- 5.1. Veličina izvornes slike je 81.1 kB pa veličina rezultirajuće može biti najviše 32.44 kB, a to se postiže za **bitrate=0.9**. U tom slučaju veličina je 29.5 kB, dok je za **bitrate=1.0** malo prevelika, 32.77 kB.
- 5.2. Kvaliteta JPEG 2000 slike je bolja od obične JPEG slike. Na JPEG slici boje su „oštrije“, kao da se malo vidi utjecaj šuma čega na JPEG 2000 slici nema – najviše izraženo na ramenu gdje se vidi kako su boje „glatke“ i prirodne, ni malo se ne naziru pikseli.
- 5.3. Kvaliteta JPEG i JPEG 2000 slike je približno ista kada kod kodiranja JPEG 2000 uzmemo **bitrate oko 0.5**. Veličina JPEG 2000 slike je tada 16 kB, dok je veličina JPEG slike 81 kB. Zaključujem da je JPEG 2000 koder bolji jer postiže veću kompresiju za istu kvalitetu slike.