

# Algoritmi i formati za kompresiju slike

5954

*Rezime: U današnje vrijeme slike su postale veoma važni dokumenti i došlo je do pojave čuvanja fotografije na različite načine. Da bismo sliku velikih formata sačuvali na računaru, potrebno je da slika bude komprimirana ili skraćena. Danas postoje algoritmi koji vrše kompresiju na različite načine, jedan od njih je bez gubitka koji zadržava iste informacije kao originalna slika, a drugi je sa gubitkom informacija kod kompresije slike. U ovom seminarskom radu obradit ćemo šta je kompresija slike, koji su algoritmi za kompresiju i koji to sve formati za sliku postoje.*

Ključne riječi: kompresija slike, algoritmi za kompresiju slike, formati slike, RAW, BMP, PNG, JPEG, GIF, TIFF.

## Uvod

Danas imamo sve veće potrebe za prijenosom što veće količine podataka. Imamo dva rješenja za prijenos velike količine podataka, a to su:

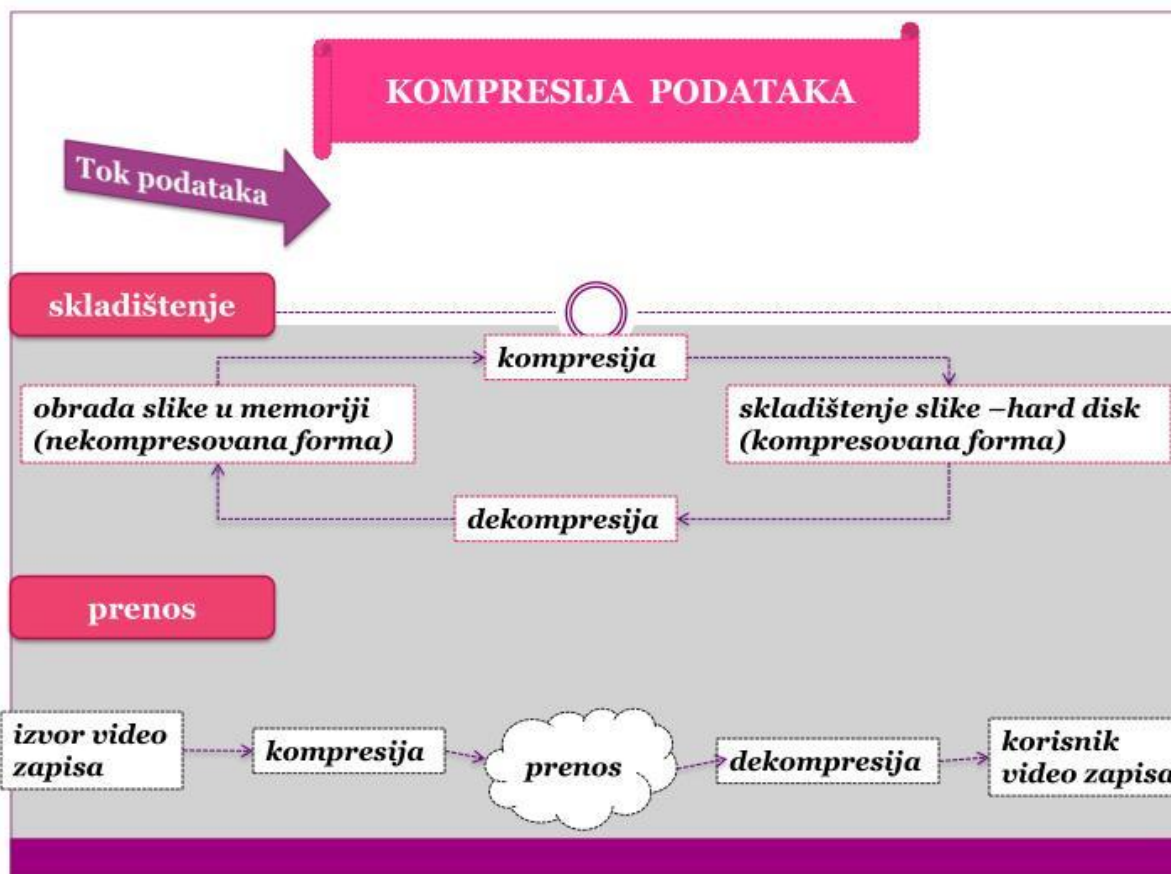
- Hardware-sko rješenje i
- Software-sko rješenje

Ova rješenja nam pomažu da se slika smanji na što manju veličinu kako bi se moglo prenositi što više slika u jedinici vremena preko istog ograničenog prijenosnog sistema. Kompresija slike ima važnu ulogu u digitalnoj obradi slike, također je važna za efikasan prijenos i čuvanje slike. Da bismo sačuvali jednu digitalnu monohromnu sliku koja ima rezoluciju 512×512 piksela potrebna nam je memorija od 256 KB, a da bi sačuvali slike koje su u boji i iste su ove rezolucije potrebno nam je 768 KB. Da bi ostao sačuvan monohromni video sekvence iste rezolucije, sa 25 slika/s, potrebno je 6.4 MB/s, a za video sekvencu u boji čak 19.2 MB/s. Slika koja ima dimenzije 1024 piksela × 1024 piksela × 24 bita bez kompresije zauzima oko 3 MB memorijskog prostora i potrebno je 7 minuta za njen prijenos. Dok sliku koja je kompresovana u odnosu 10:1 zauzima 300 KB memorijskog prostora i potrebno je 30 sekundi za njen prijenos. Kada izračunamo broj bitova po slici koja je rezultat tipičnih brzina uzorkovanja i kvantizacije metode, nalazimo da je potrebna kompresija slike. Zbog toga je danas razvoj efikasnih tehnika za kompresiju slike postao neophodan. Danas su razvijene metode pomoću kojih možemo izvršiti kompresiju slike i do 50 puta bez utjecaja na gubitak kvaliteta slike.

Algoritme za kompresiju slike dijelimo na:

1. Kompresija bez gubitka podataka (Lossless)
2. Kompresija sa gubitkom podataka (Lossy)

Algoritmi za kompresiju slike koriste nesavršenost ljudskih čula kako bi odredili koje informacije su nepotrebne. Kada se izvrši kompresija slike ne mijenja se broj piksela nego se samo mijenja način na koji se slika priprema za pohranu. Kada se slika pohranjuje na računar postoje različiti načini pretvaranje slike u binarne brojeve, što znači da postoji mnogo formata za zapis slike. Ti formati mogu da koriste ili ne koriste kompresiju podataka i mogu biti sa gubitkom ili bez gubitka podataka. Najpoznatiji formati za pohranjivanje slike su: BMP, PNG, JPEG, GIF i TIFF, ali danas se najviše koriste JPEG i GIF.



Slika 1. Kompresija podataka [5]

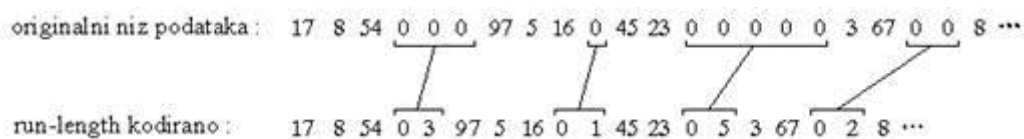
## Kompresija bez gubitka podataka

Kompresija bez gubitka podataka je način kod kojeg se ne gube podaci i kvalitet informacija. Ova kompresija se još naziva i nezaboravna kompresija. Kada dođe do kompresije slike ovom metodom svi podaci ostaju zadržani, i također dekompresijom se mogu vratiti u izvorno stanje. Najčešće korišteni formati za kompresiju bez gubitka podataka su: GIF, PNG, TIFF i BMP.

## Metode kompresije bez gubitka podataka:

### 1.Run-length kodiranje

Ova metoda koristi činjenicu da su u mnogim fajlovima česti nizovi istih vrijednosti. Algoritam ove metode prvo provjerava fajl, a zatim ubacuje specijalne znakove svaki put kad naiđe na niz od dva ili više jednakih znakova. Ova metoda se lahko implementira kako hardware-ski tako i software-ski. Također vrlo je brza i lahko se provjerava ali ima ograničene mogućnosti kompresije.

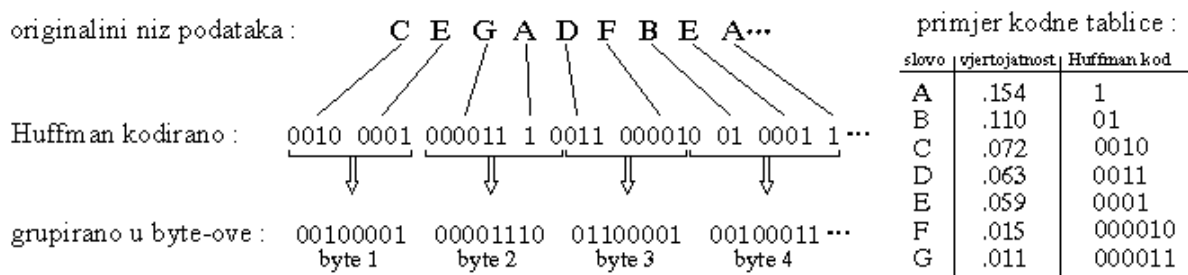


Slika 2. Run-length kodiranje [6]

Na slici 2. imamo primjer Run-length kodiranja, u ovom primjeru lahko je uočiti da se često pojavljuju nule, kako one ne bi bespotrebno zauzimale prostor u memoriji uz pomoć ovog koda smanjuje se količina memorije.

## 2.Huffman-ovo kodiranje

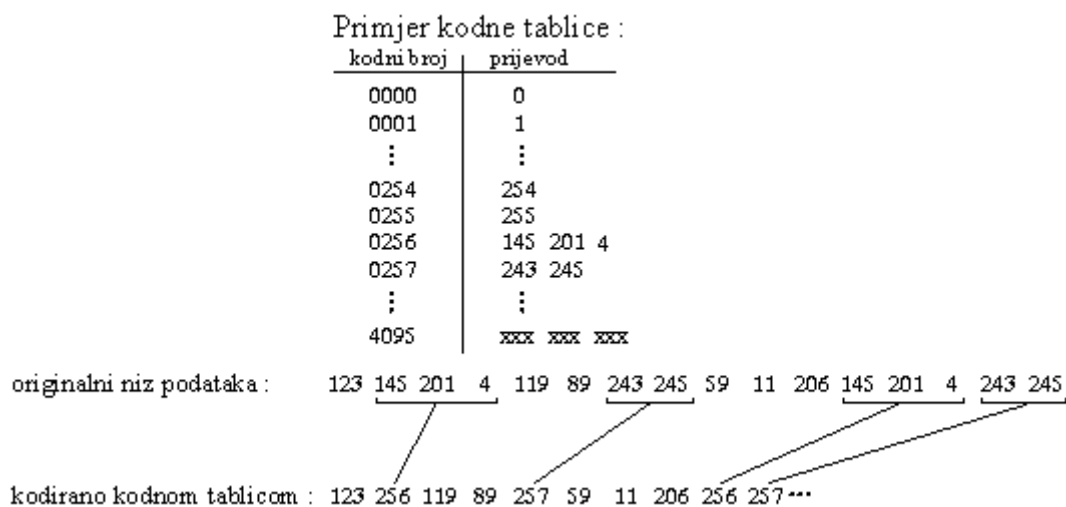
Ovaj algoritam ime je dobio po svom izumitelju D.A.Huffman-u. On se temelji na tome da se neki znakovi pojavljuju više puta nego drugi. Na osnovu frekvencije da se pojedini znakovi pojavljuju više puta ovaj algoritam izgrađuje težinsko binarno stablo. Svaki element ovog stabla dobija novu kodnu riječ koja određuje poziciju znaka u stablu. Znak koji ima najmanju frekvenciju ponavljanja uglavnom ima veću kodnu riječ od samog znaka. Kod ovog algoritma odnos kompresije iznosi oko 1:2 za nekolinearne slike, a za tipične slike odnos kompresije je oko 1:1.2 do 1:2.5.



Slika 3. Huffman-ovo kodiranje [7]

## 3.Entropijsko kodiranje

Ovaj algoritam temelji se na tome da koder i dekoder sadrže jednak riječnik metasimbola od kojih svaki predstavlja cijelu sekvenciju ulaznih znakova. Ako se sekvenca ponovi nakon što je pronađen simbol za nju, ona se zamijeni sa tim simbolom. Svi kodirani podaci ne moraju sadržavati riječnik (nizovi znaka=simbol) jer je riječnik sadržan u koderu i dekoderu. Omjer kompresije iznosi 1:8.



Slika 4. Entropijsko kodiranje [7]

## 4. Kodiranje područja

Ovo je poboljšana verzija Run-length kodiranja koja koristi dvodimenzionalnu karakteristiku slika. Ovaj algoritam pokušava da pronađe provougaone regije jednakih karakteristika, koje se zatim kodiraju u opisanoj formi kao elementi s dvije tačke i određenom strukturom. Ovdje mora biti opisana cijela slika da bi se omogućilo dekodiranje bez gubitka. S obzirom da je ovaj algoritam vrlo efikasan način kodiranja, ali zbog svoje nelinearnosti onemogućuje hardware-sku implementaciju, pa je zbog toga relativno spor.

## Kompresija sa gubitkom podataka

Algoritam sa gubitkom podataka radi na principu brisanja ili zaboravljanja nepotrebnih podataka. Ovom metodom gubi se informacija o slici pa ona zauzima manje memorijskog prostora. Algoritmi sa gubitkom podataka koriste se kada se lahko može ponoviti neko snimanje ili kada se može tolerisati gubitak nekih informacija (televizija, multimedijalni sistemi, itd.). Ova kompresija temelji se na manama ljudskog oka jer je ljudsko oko manje osjetljivo na promjenu u tonu boje nego na promjenu u svjetlini. Ova metoda sastoji se od tri komponente:

- Modeliranje slike
- Kvantizacija parametara
- Kodiranje

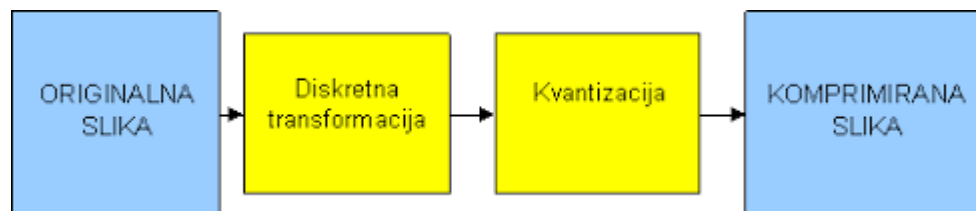
Kompresija sa gubitkom podataka koristi JPEG format.

## Metode kompresije sa gubitkom podataka:

### 1. Transformacijsko kodiranje

Ova metoda je proces kompresije sa gubitkom podataka. Kada imamo sliku dimenzija  $N \times N$  kod transformacijskog kodiranja ona se dijeli u manje blokove dimenzija  $n \times n$  i na svaku od njih primjenjuje se unitarna transformacija. Proces kodiranja transformacije sastoji se iz dva procesa, a to su: signal iz prostornog na frekvencijski domen i kvantizaciju. Diskretna transformacija vrši analizu frekvencije preko diskretnih talasnih oblika slike. Svaka diskretna transformacija mora ispunjavati sljedeće uslove:

- Ona mora biti reverzibilna
- Mora imati minimalnu srednju kvadratnu grešku
- Mora biti jednostavna i brzo se računati



Slika 5. Shema šifriranja blokova transformacije [7]

Transformacijsko kodiranje sastoji se iz četiri koraka:

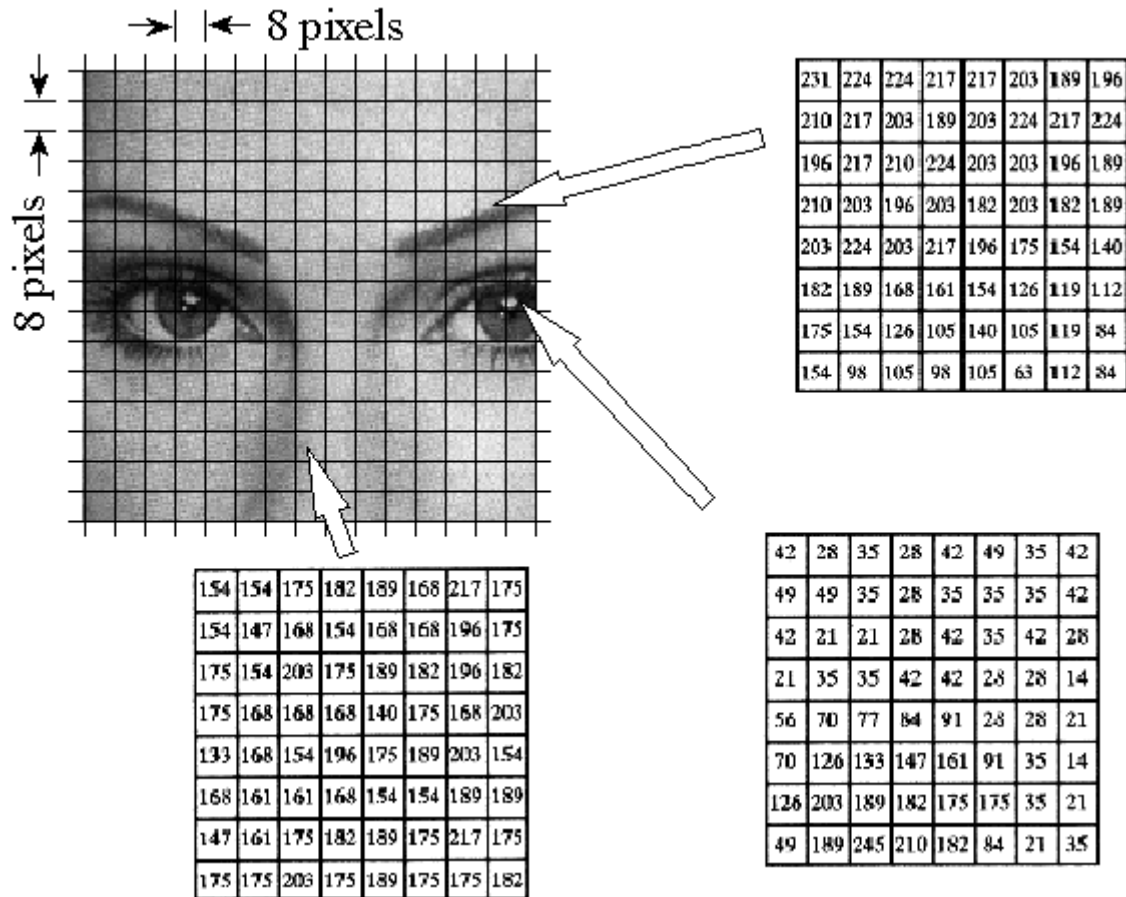
- Podjela slike u blokove

- Transformacija slike
- Kvantizacija koeficijenta
- Huffman-ovo kodiranje

Transformacijsko kodiranje vrši se u dva koraka:

- Segmentacija (podjela slike na dvodimenzionalne vektore)
- Transformiranje (primjena izabrane transformacije)

Transformacijsko kodiranje koristi JPEG i MPEG3 formate.

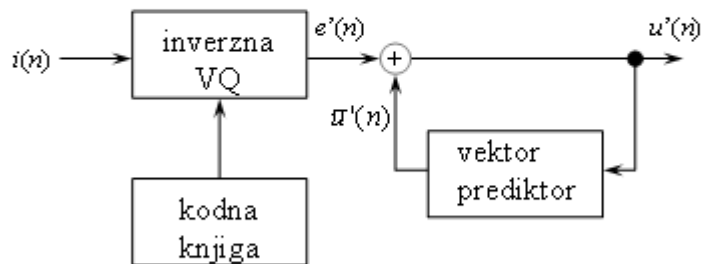


Slika 6. Transformacijsko kodiranje [8]

## 2. Vektorska kvantizacija

Kvantizator vektora može se matematički definisati kao operator transformacije koji transformiše prostor  $R^K$  u konačnu podgrupu  $X$  u prostoru  $R^K$  koji predstavlja  $n$  vektora. Linde, Buzo i Graz generalizirali su metod optimalnog skalarnog proizvoda koji se temelji na jednostavnim koracima:

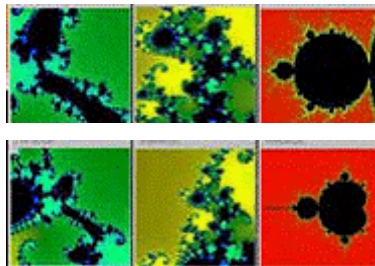
- Podjela oblasti na  $n$  grupa
- Centri tih grupa postaju vektori
- Proračun srednje distorzije



Slika 7. Vektorska kvantizacija [6]

### 3. Fraktalno kodiranje

Ova metoda temelji se na opisu slike pomoću fraktala. Ovakav način kodiranja počeo se proučavati sredinom osamdesetih, tada su zabilježeni izvrsni rezultati, omjeri kompresije oko 10000:1 i veći. Najveći problem bila je velika kompleksnost i trebalo je jako dugo vremena za izvođenje ovakvih algoritama. Tada je njihova primjena za komercijalne svrhe bila neprihvatljiva ali danas su ti algoritmi unaprijeđeni i postoje njihove upotrebljive verzije.



Slika 8. Fraktalno kodiranje [7]

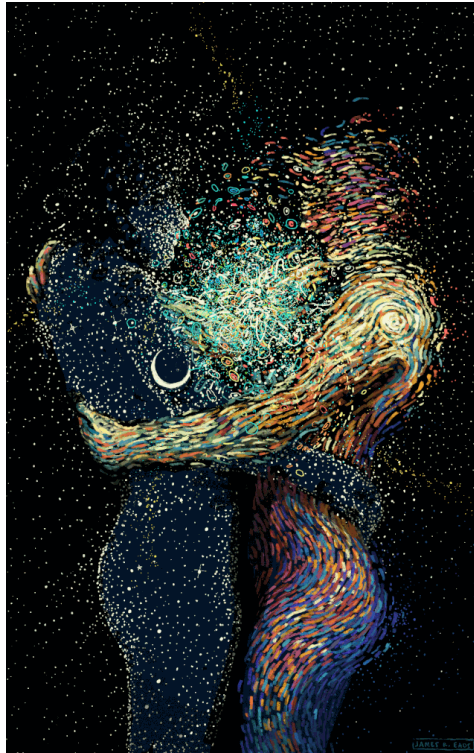
### 4. Prediktivno kodiranje

Ova metoda zasniva se na pretpostavci da se signal između dva uzorka relativno mijenja to jest da postoji korelacija između susjednih uzoraka. Korelacija može postojati u vremenu ili u prostoru i ona se koristi kako bi se na temelju prethodnih vrijednosti predvidjele vrijednosti uzorka. Dobivena razlika između stvarnog i predviđenog uzorka se kodira, a niz takvih razlika stvara signal razlike.

### Formati slika

## 1.GIF format

Riječ GIF je skraćenica od engleske riječi *Graphic Interchange Format*. Namijenjen je za upotrebu na web-u i on je jedan od prvih dva slikovna formata na internetu. On je postao vrlo korišten format zbog podržanosti i prenosivosti. On koristi kompresiju slike bez gubitka podataka. Broj boja u GIF formatu ograničen je na 256 (ili nijansi sive boje). On se koristi za pohranjivanje crteža i jednostavnih slika koje ne sadrže puno prijelaza boja, a koriste se i za pohranu slika koje su fotografije ili imaju u sebi puno boja odnosno prijelaza boja. GIF posjeduje mogućnosti koje drugi formati ne posjeduju, a to su prozirnost tj. transparentnost i animacija.



Slika 9. GIF format [12]

## 2.JPEG format

JPEG je skraćenica od engleske riječi *Joint Photographic Experts Group*. Ovo je algoritam koji je dizajniran za kompresiju slike sa dubinom od 24 bita ili sivim slikama. Ovaj algoritam koristi kompresiju sa gubitkom podataka. Karakteristika koja čini ovaj algoritam fleksibilnim jeste što se brzina kompresije može podesiti. Sa manjom stopom kompresije dobit ćemo bolji kvalitet slike i veličina rezolucije će biti veća, dok sa većom stopom kompresije gubimo više informacija i veličina rezolucije je manja. Postoje tri osnovne kompresije:

1. Baseline Standard
2. Baseline Optimized
3. Progressive

Ovaj format popularan je za web.

a) Originalna slika 83261 bajta

b) Dekodirana slika 15138 bajta



Slika 10. Primjer kompresije slike pomoću JPEG [11]

### 3.RAW format

RAW format koristi se za zapis slikovnih datoteka kod kojih nema gubitka informacija. On se pokazao kao idealan format jer pruža mogućnost da proces generiranja fotografije u potpunosti preselimo iz fotoaparata u računar. RAW format veći je od ostalih formata jer on ima veću količinu informacija čak i do nekoliko desetaka megabajta, a to ga čini vrlo nezgodnim za spremanje i slanje. Danas imamo veliki broj proizvođača i RAW datoteka ali svi oni rade na istom principu. Zbog toga je došlo do pojave nezavisnih proizvođača softvera koji nude konverziju za veliki broj različitih RAW formata. Nabrojat ćemo neke od programa:

- Pixmantec RawShooter Premium
- Bibble Labs Bibble Pro
- Phase One Capture One PRO
- Adobe Camera Raw



Slika 11. Usporedba JPEG formata sa RAW [12]



#### 4. TIFF format

TIFF je skraćenica od engleske riječi *Tagged Image File Format*. TIFF je format za čuvanje slika. On je jedan od najpopularnijih formata. On je prvobitno bio kreiran od strane kompanije Aldus, zajedno sa Microsoftom. TIFF je popularan format za slike visoke dubine u boji. Ovaj format može da sadrži slike koje imaju od 2 do 16777216 boja (ili nijani sive boje). Samo poluprofesionalni i profesionalni fotoaparati mogu snimiti direktno u TIFF-u. TIFF format ima tri tipa kompresije a to su LZW, ZIP i JPEG.

#### 5. BMP format

BMP je skraćenica od engleske riječi *Bitmap*. Ovaj format nema kompresiju i to osigurava kvalitet slike. On je standardni format i njega podržavaju svi programi za obradu slikovnih datoteka sa Windows operativnim sistemom. Podržava potpunu skalu boja i zove se pixmap. On može sadržavati slike koje imaju od 2 do 16777216 boja (ili nijansi sive boje). Ako dođe do promjene veličine BMP datoteke mijenja se veličina svakog piksela i to se rezultira nejasnim i zamućenim oblicima. Ovaj format se ne upotrebljava često zbog nemogućnosti kompresije i zbog toga stvara prevelike datoteke koje zauzimaju previše memorije. Ovaj format ne podržava animaciju i transparentnost.

#### 6. PNG format

PNG je skraćenica od engleske riječi *Portable Network Graphics*. Ovo je bitmap format koji koristi kompresiju bez gubitka podataka. On je nastao kako bi unaprijedio GIF i koristi se bez licence. PNG koristi transparentciju kao i GIF, ali on koristi 24 ili 32 bita po pikselu. Ovdje je ta transparentcija poboljšana jer je on uveo 254 nivoa transparentnosti, a piksel kod GIF-a je imao samo dva nivoa, ili je transparentan ili nije. PNG ne podržava animaciju. Ovaj format pored 24 i 32 bitne palete boja podržava i Grayscale te full color RGB[A].



BMP 257 KB



TIFF LZW 251KB



PNG 173 KB



JPEG 79 KB

Slika 12. Odnos kompresije za TIFF je oko 1:1, za PNG je oko 1.5:1 i za JPEG je 3.2:1 [13]

## Zaključak

Najbitnije je da možemo razlučiti kada ćemo koristiti format zapisa sa gubitkom informacija, odnosno kad je to neizbježno ukoliko se radi o web-u. Danas skoro svi imaju brzi internet i to nije toliko bitno kao što je bilo bitno nekoliko godina unazad. Možemo izabrati bitmap format ili vektorski format zapisa. Vektorski format koristi se za tehničke crteže ili za animacije za djecu, dok se bitmap koristi za realistične scene. Ako želimo spremiti neku sliku koja ima malo boja najbolje je da koristimo GIF format jer nam on daje najbolje omjere između kvaliteta i zauzeća prostora na disku. RAW format zauzima najviše memorije ali daje najbolji kvalitet slike. Kada imamo slike sa puno boja i koje trebaju biti što kvalitetnije koristimo TIFF format, a ako nije toliko bitna kvaliteta slike koristi se JPEG format. Na internetu se najviše koriste JPEG i GIF.

## Literatura

- [1] <http://airccse.org/journal/ijcses/papers/5214ijcses04.pdf> (dostupno 11.12.2017)
- [2] [http://boris-marenic.from.hr/radovi/kompresija\\_slike/KOMPRESIJA%20SLIKE.pdf](http://boris-marenic.from.hr/radovi/kompresija_slike/KOMPRESIJA%20SLIKE.pdf) (dostupno 11.12.2017)
- [3] <http://www.am.unze.ba/pzi/2010/BarucijaLejla/index.html> (dostupno 11.12.2017)
- [4] [http://dsp.etfbl.net/multimedia/studenti/2006/micic\\_males\\_ciganovic.doc](http://dsp.etfbl.net/multimedia/studenti/2006/micic_males_ciganovic.doc) (dostupno 11.12.2017)
- [5] <https://www.slideserve.com/nailah/kompresija-podataka> (dostupno 11.12.2017)
- [6] [http://www.am.unze.ba/pzi/2010/Velagic%20Memnuna/run\\_length.html](http://www.am.unze.ba/pzi/2010/Velagic%20Memnuna/run_length.html) (dostupno 11.12.2017)
- [7] <http://www.vcl.fer.hr/dtv/jpeg/trafo.htm> (dostupno 11.12.2017)
- [8] [http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/dzo/resources/book\\_dsp\\_smith/datacomp.htm](http://cmp.felk.cvut.cz/cmp/courses/dzo/resources/book_dsp_smith/datacomp.htm) (dostupno 11.12.2017)
- [9] <http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/1999/ks/ks.htm> (dostupno 11.12.2017)
- [10] [http://eprints.grf.unizg.hr/2165/1/DB363\\_Mijic\\_Josip.pdf](http://eprints.grf.unizg.hr/2165/1/DB363_Mijic_Josip.pdf) (dostupno 11.12.2017)
- [11] <http://disp.ee.ntu.edu.tw/meeting/%E4%BF%9D%E8%A8%80/Basic%20Image%20Compression%20Algorithm%20and%20Introduction%20of%20JPEG%20Standard/Basic%20Image%20Compression%20Algorithm%20and%20Introduction%20of%20JPEG%20Standard.pdf> (dostupno 11.12.2017)
- [12] <http://fixthephoto.com/tech-tips/difference-between-jpeg-and-png.html> (dostupno 11.12.2017)
- [13] [https://homepages.cae.wisc.edu/~ece533/project/f06/aguilera\\_rpt.pdf](https://homepages.cae.wisc.edu/~ece533/project/f06/aguilera_rpt.pdf) (dostupno 11.12.2017)
- [14] <http://elibrary.matf.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/541/msIvonaBrajevic.pdf?sequence=1> (dostupno 11.12.2017)