

**PANEVROPSKI UNIVERZITET “APEIRON”**  
**U BANJOJ LUCI**  
**FAKULTET INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA**

Seminarski rad iz predmeta Multimedija

**DIGITALNI GRAFIČKI FORMAT JPEG 2000**

Profesor

Doc Dr Siniša Tomić

Kandidat

Siniša Božić

192-20/RITP

## **SADRŽAJ**

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SPECIFIKACIJA JPEG 2000 STANDARDA .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PRIKAZ KARAKTERISTIKA I MOGUĆE UPOTREBE.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CITATNI IZVORI.....</b>	<b>10</b>

## 1 UVOD

JPEG 2000 je grafički standard za kompresiju statičkih digitalnih fotografija<sup>1</sup>. Razvijen je od strane ISO JPEG odbora kako bi se poboljšao postojeći JPEG standard istovremeno dodavajući nove mogućnosti i funkcionalnosti. Ovaj standard, definisan kao ISO/IEC 15444 je standard koji se sastoji iz više segmenata, kao što su sistem kompresije, obilježja formata fajlova, opis klijent-server protokola i bežičnih aplikacija standarda, i tako dalje. Iako je prije dvije decenije, po njegovom predstavljanju, najavljen kao standard koji će zamijeniti postojeći JPEG, do masovne primjene nije došlo već je JPEG 2000 našao primjenu u nišnim segmentima, kao što su svemirska i medicinska fotografija, digitalni bioskopi, primjena u arhiviranju fotografija, a upotrebljava se i u vojno-bezbjedonosne svrhe.

Koristeći JPEG 2000, aplikacija može da pristupi i otvori onoliki dio grafičkog fajla koji mu za određenu namjenu odgovara. Na primjer, preglednik fotografija koji podržava JPEG 2000 može da trenutno pristupi ogromnom fajlu od npr. više stotina megapiksela, instantno kreirajući njegovu umanjenju verziju namijenjenu ekranskom prikazu. Za poređenje, preglednik bi koristeći JPEG standard prvo morao da učita kompletan fajl u memoriju, potom ga obradi i potom prikaže na ekranu u odgovarajućoj nižoj rezoluciji što je resursno i vremenski zahtjevan proces. JPEG 2000 je standard za kompresiju digitalnog grafičkog materijala bez gubitaka ("lossless"). Iako je kompresija definitivno po svojoj prirodi sa gubicima i dovodi do nepovratnog gubitka podataka, njeni vizuelni efekti nisu takvi kao kod JPEG kompresije odnosno ne stvaraju vizuelne distorzije (tzv. "artefakte"). Pri tome, moguće je parcijalno kodirati fotografiju, primjenjujući JPEG kompresiju sa gubicima ("lossy") na nekim segmentima fotografije, a na nekim dijelovima JPEG 2000 kompresiju lossless, čime se štede računarski i mrežni resursi i povećava kvalitet prikaza. Budući da JPEG 2000 podržava generisanje velikih fajlova i HDR ("high-dynamic range") fotografija, moguće je koristiti jedan master fajl za generisanje višestrukih varijanti sa željenim izlaznim HDR karakteristikama. Zbog svojih karakteristika, JPEG 2000 standard se može po kvalitetu uporediti sa nekim nekompresovanim formatima, ostvarujući velike uštede u memorijskom prostoru.

U ovom radu je dat kratak pregled mogućnosti JPEG 2000 grafičkog standarda, opisan kratak istorijat, glavne karakteristike i kroz primjere ilustrovana njegova aplikacija u nekim najznačajnijim segmentima njegove primjene.

---

<sup>1</sup> Pod fotografijom će se podrazumijevati bilo koji grafički dokument.

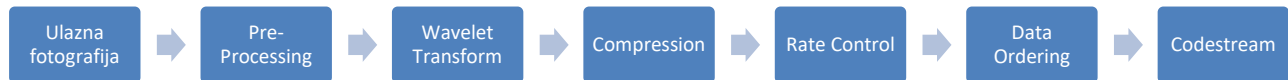
## 2 SPECIFIKACIJA JPEG 2000 STANDARDA

Nastao 2000. godine, JPEG 2000 je zamišljen kao nadgradnja postojećeg JPEG standarda, originalno predstavljenog 1992. godine. Dok se originalni JPEG 1 standard sastoji iz 7 segmenata, JPEG 2000 obuhvata 15 dijelova [1]:

- **Core coding system:**  
Obuhvata ključni dio standarda, odnosno programski kod kojim se JPEG 2000 fotografike kodiraju odnosno dekodiraju. Takođe obuhvata opis fajl-formata JP2.
- **Extensions:**  
Definiše ekstenzije programskog koda i fajl-formata kao što su multikomponentne transformacije, fleksibilne kompresione tehnike, kvantizacije šeme i nelinearne transformacije.
- **Motion JPEG 2000:**  
Definiše fajl-format pokretnih sekvenci koje su kodirane statičkim JPEG 2000 formatom.
- **Conformance:**  
Definiše testne procedure za ekodiranje i dekodiranje.
- **Reference software:**  
Programski paketi koji vrše enkodiranje i dekodiranje, pisani u C i u Java programskim jezicima, licencirani kao open-source.
- **Compound image file format:**  
Definiše JPM fajl-format za višestranne dokumente.
- **JPEG 2000 Secured (JPSEC):**  
Standardizuje alatke za sigurnost transakcija, zaštitu sadržaja i zaštitu tehnologija.
- **JPIP:**  
Definiše alatke za podršku pristupu fotografijama i metapodacima u mrežnom okruženju. Primarni fokus je efikasno mrežno pregledavanje JPEG 2000 sadržaja.
- **JP3D:**  
Predstavlja 3D komponentu standarda definisanjem treće dimenzije i predstavljajući načina za 3D vizuelizaciju.
- **JPWL:**  
Predstavlja načine za efikasno prenošenje JPEG 2000 fajlova u mrežnim uslovima koji bi mogli da dovedu do gubitka podataka.
- **Entry-level Encoder:**  
Definiše enkodersku podršku prvog nivoa.
- **JPXML:**  
Specifikacija XML reprezentacije JPEG 2000 fajlova.
- **High-throughput JPEG 2000:**  
Ubrzava JPEG 2000 za red veličine na uštrb neznatno smanjene efikasnosti kodiranja.

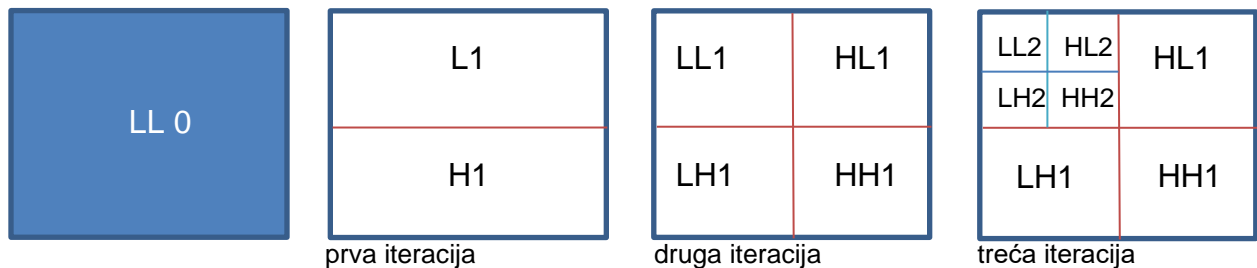
- Wrapping in HEIF:  
Definiše prenos JPEG 2000 materijala putem HEIF standarda, odnosno ISO/IEC 23008-12.
- Extensions for coding of discontinuous media:  
Ovaj dio, koji je još u razvoju, odnosi se na poboljšanje kodiranja materijala sa tzv. visokim diskontinuitetima, kao što su npr. materijali koji sadrže informacije o dubini.

JPEG 2000 generiše sadržaj na sljedeći način:

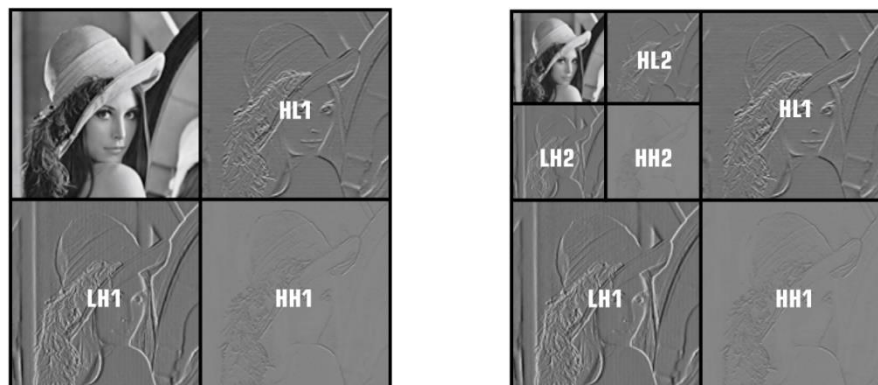


Prilog 1: Tok generisanja sadržaja kod JPEG 2000 standarda

Ulazna fotografija je podijeljena na susjedne blokove nazvane pločicama ("tiles"). Svaka pločica se procesira nezavisno i može da sadrži sopstvene kompresione parametre. Također, nad svakim blokom zasebno se vrši konverzija boja, upotrebom ili ICT ("Irreversible Color Transform"), ili RCT ("Reversible Color Transform"). Kod tzv. "Wavelet Transform" segmenta, segmenti fotografije se propuštaju rekurzivno kroz Wavelet filtere – tačnije kroz low i high pass filtere.



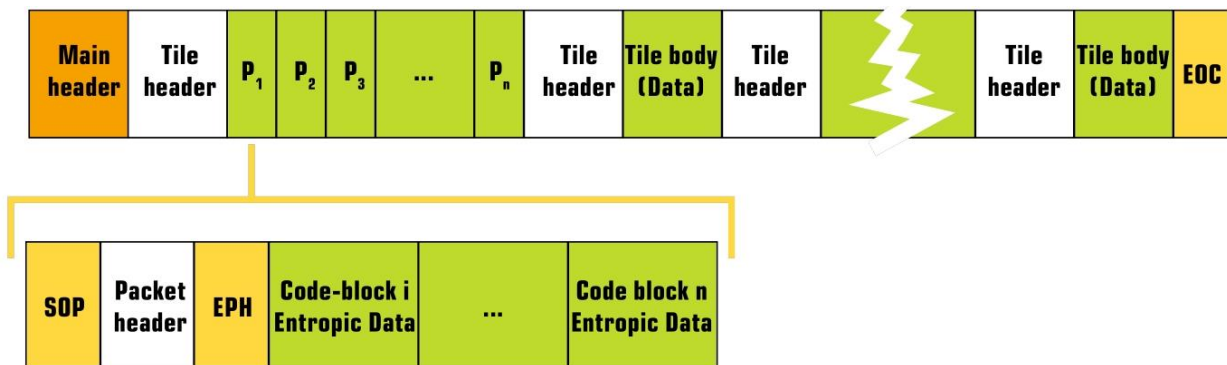
Prilog 2: Ilustracija rekurzivne transformacije kroz dva tipa filtera



Prilog 3: Primjer rekurzivnog propuštanja fotografije kroz filtere

Putem Wavelet Transformacije fotografija se ne kompresuje, već se digitalne grafičke informacije sadržane u fotografiji razlažu na način koji omogućava lakšu i efikasniju

kompresiju. Kompresiji prethodi kvantifikacija kroz koju se procjenjuje količina podataka po blokovima i ista se smanjuje nauštrb kvaliteta, te se kao izlaz dobija niz cijelih brojeva koji se odnose na specifične raspone frekvencija kao i na prostorna područja fotografije. Kompresija se obavlja putem entropijske jedinice za kodiranje, čije osnovno obilježje je da uklanja redundansu odnosno ponavljanje istih podataka putem matematičko-statističkih algoritama. Nakon kodiranja, svakom pikselu ili bloku piksela se dodjeljuje određena preciznost i konačno, izlazni zapis se sortira i formira se JPEG 2000 fajl. Dakle, kao i JPEG, JPEG 2000 definiše format fajla kao i strukturu izlaznog ispisa odnosno programskog koda koji čini dati fajl. Fajlovi u JPEG 2000 formatu obično imaju ekstenziju .jp2, a koristi se i ekstenzija .jpx koja se odnosi na višestruke izlazne ispise koji su kombinovani u jednom fajlu.



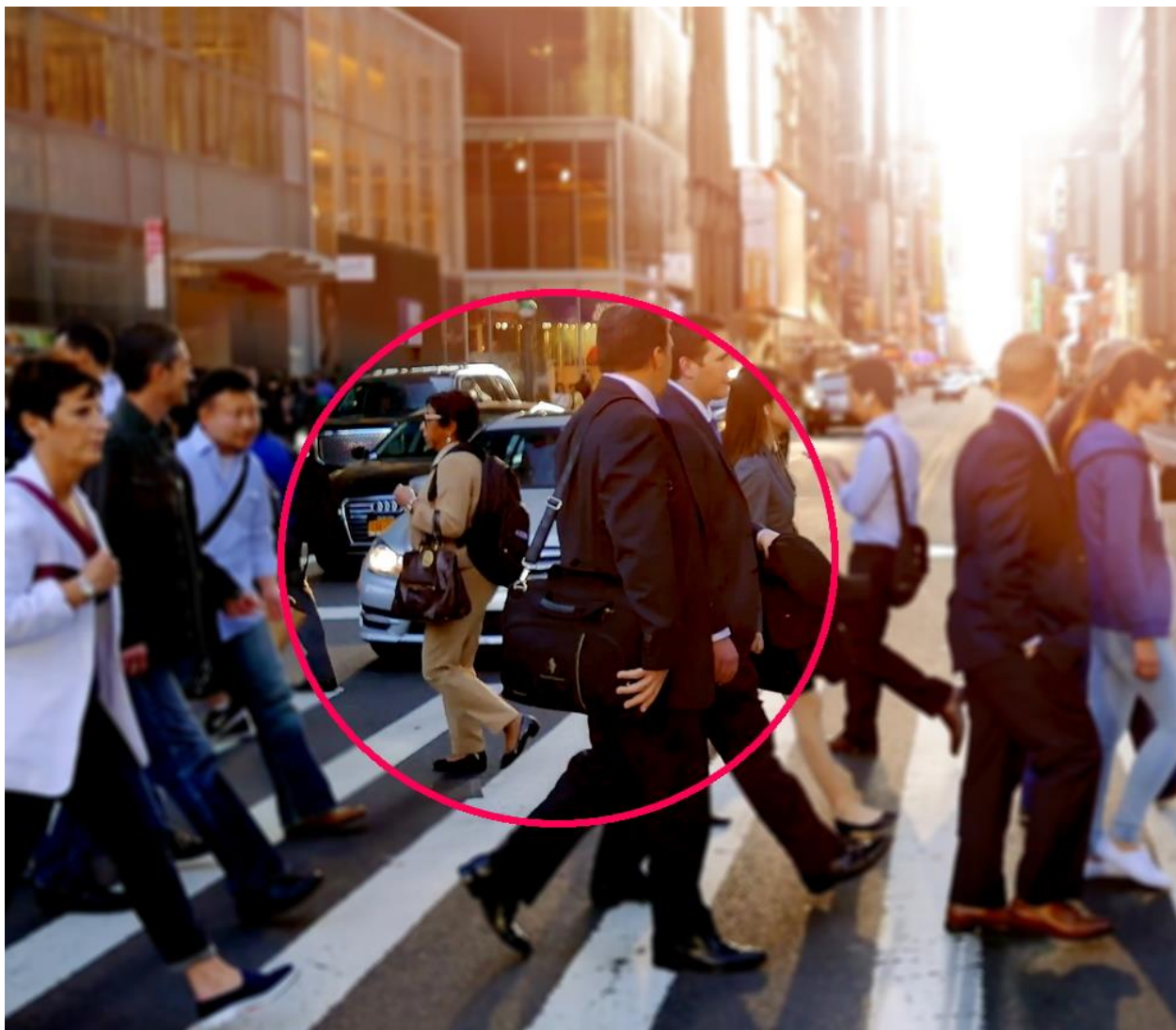
Prilog 4: Struktura JPEG 2000 ispisa

Kada je u pitanju lossless kompresija, JPEG 2000 obično postiže umanjeње veličine fajla u proporciji od 2:1 do 3:1, što znači da u odnosu na RAW nekompresovani format, JPEG 2000 fajlovi su najmanje 50% manji, uz mogućnost prikaza bez gubitka kvaliteta. JPEG 2000 podržava i vizuelnu lossless kompresiju, obično uz 10:1 do 20:1 odnos, te je podržana i kompletno lossy kompresija sa višim odnosima kao npr. 50:1 do 100:1 [2].

JPEG 2000 je otvoreni standard, što znači da ga zainteresovane strane mogu implementirati bez plaćanja naknada za licence i intelektualnu svojinu.

### 3 PRIKAZ KARAKTERISTIKA I MOGUĆE UPOTREBE

Korisnik može da primjeni više tipova kompresije na fotografiji, primjera radi kao što je prikazano na Prilogu 5, na izabranom području primjenjujući podešavanja visokog kvaliteta dok se na ostalim područjima primjenjuje kompresija višeg stepena sa nižim kvalitetom. Ova mogućnost je naročito pogodna za Pan&Scan ili Cropping primjene [3].



Prilog 5: JPEG 2000 višestruka kompresija na istoj fotografiji

Kada je u pitanju lossy kompresija, kod JPEG standarda se uočavaju artefakti koji degradiraju vizuelni prikaz što je ograničenje kod nekih primjena kao što su priprema za štampu. JPEG 2000 ne stvara takve artefakte već je njegova karakteristika da kod kompresije sa gubitkom kvaliteta stvara slabo vidljive efekte zamućenja, tako da je krajnji izgled fotografije prihvatljiviji za dalju manipulaciju ili prikaz. Navedeni efekat je vidljiv na Prilogu br. 6 [4].





Prilog 6: Lijeva fotografija kompresovana putem 2:1, a desna putem 400:1 odnosa

Obzirom na razlike u načinima obrade i kompresije grafičkog materijala, ako uporedimo JPEG i JPEG 2000 standarde sa istim načinom kompresije (koristeći isti nivo kompresije i lossy način kod JPEG 2000), izlazni rezultati će ići u korist JPEG 2000 jer će vizuelni gubici biti primjetno manji. Na prilogu br. 7 se može vidjeti jedno takvo poređenje.



Prilog 7: Lijeva fotografija kompresovana putem JPEG kompresije sa odnosnom 100:1, a desna putem JPEG 2000 korištenjem 100:1 odnosa

Ako dođe do pojave greške u prenosu fajla, JPEG 2000 će uvijek biti mnogo otporniji u odnosu na JPEG. Prilog 7 pokazuje dramatičan gubitak kvaliteta u prikazu boja kod pojave greške od 16 bajta kod JPEG kompresije.



Prilog 8: Lijevo je prikaz efekta gubitka kvaliteta kod greške od 16 bajta koristeći JPEG 2000, a desno JPEG standard



## 4 ZAKLJUČAK

JPEG 2000 je otvoreni standard za kompresovanje i zapisivanje digitalnih nepokretnih fotografija. Obiluje naprednim funkcijama i iako dijeli dio naziva sa JPEG standardom, ova dva standarda nisu međusobno kompatibilna. Tržište je prihvatilo JPEG 2000 dobro, ali nije postao dominantan kao njegov prethodnik. Danas je JPEG 2000 de fakto standard u digitalnoj filmskoj industriji, gdje je prvi i zvanični odabir za skladištenje snimljenih statičnih (kao i pokretnih, kroz Motion JPEG 2000 format) vizuelnih materijala. Svugdje gdje ima potrebe za stvaranjem i manipulacijom visokokvalitetnih i memorijski zahtjevnih fajlova, JPEG 2000 je vrlo dobar odabir. U poređenju sa nekim drugim formatima, kao što su TIFF i PNG, nudi osjetno bolji stepen kompresije, te osobine koje ovi formati nemaju. Iz tog razloga se naročito koristi u arhivske potrebe, prilikom digitalnog arhiviranja i očuvanja grafičkih materijala iz raznih sfera ljudskog djelovanja.

S druge strane, manipulacija fajlovima JPEG 2000 standarda zahtjeva više računarskih resursa, te sa softverske strane je potrebno imati odgovarajuće dodatke – plug-in – za čitanje i pisanje ovih fajlova. Internet čitači ih direktno ne podržavaju, te kao i za neke druge formate, oni su čitljivi uz instaliranje pomenutih dodataka. Iako je JPEG podrazumijevani standard za uopštenu, generalnu prezentaciju digitalnog grafičkog materijala na Internetu i u većini drugih primjena, u onim sferama koje ili zahtjevaju naprednije mogućnosti ili jednostavno bolji kvalitet, JPEG 2000 je očiti izbor. JPEG 2000 vjerovatno neće zamijeniti JPEG standard, ali će se njegova upotreba nastaviti i u određenim branšama produbiti, budući da je u više od jedne široko rasprostranjene ljudske djelatnosti postao podrazumijevani standard.

## 5 CITATNI IZVORI

- [1] "Overview of JPEG 2000," The Joint Photographic Experts Group (JPEG) committee, [Online]. Izvor: <https://jpeg.org/jpeg2000/index.html>. [Pristupano 18 04 2022].
- [2] P. Robert Buckley, "JPEG 2000 - a Practical Digital Preservation Standard?," [Online]. Izvor: <https://www.dpconline.org/docs/technology-watch-reports/87-jpeg-2000-a-practical-digital-preservation-standard/file>. [Pristupano 18 April 2022].
- [3] M. W. Marcellin, M. J. Gormish, A. Bilgin and M. P. Boliek, "An Overview of JPEG-2000," [Online]. Izvor: <https://uweb.engr.arizona.edu/~bilgin/publications/DCC2000.pdf>. [Pristupano 18 04 2022].
- [4] "Everything you always wanted to know about JPEG 2000," [Online]. Izvor: [https://www.intopix.com/Ressources/WPs\\_and\\_Sc\\_Pub/intoPIX%20-%20Pocket%20book%20about%20JPEG%202000.pdf](https://www.intopix.com/Ressources/WPs_and_Sc_Pub/intoPIX%20-%20Pocket%20book%20about%20JPEG%202000.pdf). [Pristupano 18 April 2022].