

Komparativna analiza video kompresija u 4K rezoluciji

Ratko Ivkovic / Mile Petrovic

Departman za Elektrotehničko i Računarsko inženjerstvo
Univerzitet u Prištini, Fakultet Tehničkih Nauka
Kosovska Mitrovica, Srbija
ratko.ivkovic@pr.ac.rs / mile.petrovic@pr.ac.rs

Ivana Milosevic / Vladimir Ceric

SP Audio i video tehnologije
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
Beograd, Srbija
ivana.milosevic@viser.edu.rs / vladimir.ceric@viser.edu.rs

Vladimir Dakovic

Elektrotehnički fakultet
Beograd, Srbija
dakovicvladimir@gmail.com

Sadržaj—U radu je prikazana komparativna analiza poslednjih verzija video kompresija u 4K rezoluciji. Uz pomoć softverskog paketa After Effects kreiran je originalni nekompresovani video fajl u 4K rezoluciji, a zatim konvertovan pomoću različitih video kompresija u odgovarajuće video formate. Izvršeno je poređenje veličine memorije dobijenih fajlova, broja frejmova, dužina trajanja, ukupni i totalni bitrate, dužina trajanja kompresije i veličina stream video fajla. Uz pomoć softverskog paketa Matlab i Video Quality Measurement programa analizirane su nabrojane veličine. Rezultati su pokazali optimizovanost video kompresija, kao i kvalitet video fajlova nakon kompresije. Svi dobijeni rezultati su prikazani grafički i numerički.

Ključne riječi—4K video; H.265 HEVC; H.264 AVC; H.264 AVC Intel; Divx+ HD; VP8; Theora video

I. UVOD

Video u digitalnom obliku je prepoznatljiv jedino na osnovu formata i rezolucije. Video formati se definišu na osnovu kodeka čija je srž biblioteka na osnovu koje se vrši njen zapis, a rezolucije video zapisa su utvrđene standardima. Iako se ove dve oblasti čine odvojene, njihova evolucija je pokazala da su veoma usko povezani i da svaki video format ima svoj optimum rada u tačno definisanoj rezoluciji. Tako recimo video rezolucija koja danas predstavlja sinonim za televiziju visokog kvaliteta je 4K. Od 2014. počela je serijska proizvodnja televizora koji podržavaju ovu rezoluciju, a pojedini TV kanali počeli su eksperimentalno da emituju televizijski program u 4K rezoluciji.

Jedan isti video format može biti standardizovan od strane nekoliko različitih kompanija i tako predstavljen tržištu. Svi ti različiti standardi video formata nazivaju se kodeci. Praktično govoreći "život" nekog kodeka na tržištu zavisi od njegove prirode da se prilagodi različitim proizvodima i različitim softverima, a da pri tom ne predstavlja veliku hardversku zahtevnost. Zbog ove činjenice različite kompanije specijalizovane za video kompresije su se utrkivale ko će

postaviti bolje rezultate i tako se pozicionirati na tržištu. Sa druge strane i hardver se adaptirao potrebama što bolje kompresije, pa tako na procesorima postoje posebne instrukcije za ovu namenu. Kroz evoluciju kompresije, učinjeni su veliki naponi da se poboljšaju karakteristike kompresije tako što su smanjeni robusni veliki video fajlovi a kvalitet je ostao na prihvatljivom nivou.

Evoluciju video kodeka može se posmatrati kroz dobro poznate ITU-T i ISO/IEC standarde: verzije ITU-T kodeke pod nazivom H.261 [1] i H.263 [2], a verzije ISO/IEC kodeke pod nazivom MPEG-1 (Moving Picture Experts Group) [3] i MPEG-4 Visual [4]. Njihovom zajedničkom saradnjom nastali su kodeci H.262/MPEG-2 [5] i H.264/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding) [6].

II. VIDEO KODECI

Stalni razvoj tehnologije sa jedne strane kao i povećanje zahteva korisnika sa druge takođe imaju veliki uticaj na smer razvoja video kodeka. Povećanje tehničkih mogućnosti današnjih TV aparata kao što su veća kontrast, veći broj piksela, manja potrošnja, realistični prikaz boja, itd. daje snažnije temelje i određuje put za razvoj različitih video formata. Kompletna hardverska podrška bez optimizacije i adekvatnog softvera bila bi potpuno beskorisna. Srž softvera koji realizuje prikazivanje video materijala na ekranu čini video kodek.

A. H.265 HEVC

Kao zajednički projekat ITU-T VCEG (Video Coding Experts Group) i ISO/IEC MPEG ujedinjene u JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding) na tržištu se pojavio HEVC (High Efficiency Video Coding) standard [7]. Ovaj video kodek je standardizovan sredinom 2013. godine, kada je i zvanično uskladjen od strane ITU-T i ISO/IEC. Tako postavljen HEVC standard sada poseduje podršku za 3D/stereo/multiview video kodiranje, podesivo video

kodiranje, široku podršku sa drugim aplikacijama, povećanu preciznost i podršku novim formatima boja. U okviru ISO/IEC, HEVC standard vodi se kao MPEG-H Part 2 (ISO/IEC 23008-2), dok se u okviru ITU-T vodi pod nazivom ITU-T Recommendation H.265. Od ove video kompresije puno se očekuje jer predstavlja podršku video formatima jako visoke definicije kao što su 4Kx2K i 8Kx4K. Ovakva očekivanja su opravdana uzimajući u obzir rast hardverskih mogućnosti, naročito multiprocesorske platforme. Posebno se očekuje od paralelnog procesiranja algoritama što je i glavna razlika u odnosu na druge kodeke [8]. Tako da se naredna unapređenja ovog kodeka mogu tražiti u optimizaciji paralelnog procesiranja, jer će novi video formati onda samo zavisiti od rasta hardvera. Takođe neophodno je da se napomene i visok nivo fleksibilnosti ovog video kodeka u zavisnosti od korišćenog sistema.

B. H.264 AVC

Video kodek koji je prethodio standardu HEVC, bio je H.264/MPEG-4 AVC, koji je razvijen u periodu između 1999. i 2003. godine [6]. Ovaj video kodek je standardizovan na velikom broju uređaja i doživio nekoliko različitih verzija u periodu od 2003. do 2009. godine. Jedan od razloga za njegovu široku primenu u ovom periodu je što je on direktni naslednik H.262/MPEG-2 video standarda. Kodek je našao široko korišćenje za brojne aplikacije kao što je HD TV signal preko satelita, razni kablovski i zemaljski prenosni sistemi, standardi u kamerama, stream na internetu, video preko mobilnih mreža, Blue-ray diskovi, aplikacije koje su svoj rad zasnivale na radu videa u realnom vremenu, video konferencije, itd.

C. H.264 AVC Intel

Intel je u okviru treće generacije Intelovih procesora za rad sa multimedijom razvio Intel Media SDK, za rad sa videom Intel Quick Sync Video sa njegovim posebnim delom za H.264 AVC enkoderom [9]. Ovakav koncept specijalizovan je za podešavanja videa visokih performansi koji je optimizovan samo za Intelove procesore. Osnovni koncept ovog kodeka je nizak API (Application programming interface) nivo kao i podešavanja za DirectShow filter. Za konvertovanje u ovaj video kodek poželjna je hardverska podrška intelove grafike i intelovog CPU. Sa druge strane treba uzeti u obzir da konvertovanje izričito zahteva podršku OpenCL, CUDA i Intel QSV.

D. Divx+ HD

Zadnja verzija Divx-ovog kodeka bazirana je na libDivX Media Format 3.7.0.0073 biblioteci u zapisu video formata. Divx je tokom godina sebe pozicionirao na tržištu kao kodek koja ima za cilj što bolju optimizaciju video fajlova za sve postojeće uređaje za reprodukciju video fajlova.

Divx+ HD je baziran na izvornom video kodu H.264 AVC kome je dodat AAC audio i zajedno implementirani u MKV video fajl sa 5.1 kanalnim surround audio sistemom. Da bi se još bolje objasnio ovaj video kodek mora se uzeti u obzir šta predstavlja MKV fajl [10]. Ovaj video fajl je optimizovan da pored željenog videa u okviru istog fajla može smestiti nekoliko različitih audio fajlova koji su sinhronizovani sa postojećim video fajlom, a isto tako isti ovaj fajl može sadržati veliki broj titlovanih fajlova u formatima srt i sub.

E. VP8

VP8 kodek [11], napravljen je od strane On2 Technologies kao naslednik VP7. Nakon 2010. godine kada je kompaniju On2 Technologies kupio Google VP8, postao je alternativa H.264 i on je optimizovan za projekte na internetu, tzv. webm projekti.

Prvenstveno ovaj video format je optimizovan za HTML5 standard, tako da će suština njegove optimizacije biti za web pretraživače (streaming), prvenstveno za Chrome. Zasniva se na drugačijem zapisu RGB signala, tzv. Y'CbCr format. U ovom načinu zapisa osvetljenje se zapisuje kao poseban C' kanal, dok se boje zapisuju u Cb i Cr kanalima. VP8 funkcioniše na osnovu 8-bitnog YUV 4:2:0 formata slike. Potrebno je istaći da će sa izlaskom i standardizacijom VP9 video kodeka H.265 dobiti veliku konkurenciju.

F. Theora video

Theora video kompresija se zasniva na redukcivanju robusnosti fajla u prostornom domenu, i finom obradom u frekvencijskom domenu [12]. Kombinacijom ova dva domena postignuta je bolja optimizacija kvaliteta video fajla.

Prvi korak algoritma je podela slike na blokove (matrice 8x8), dok se drugi korak sastoji u primeni Diskretne Kosinusne Transformacije [13] nad svakim blokom ponaosob. Treći korak je kvantovanje [14] koje otklanja redundansu u frekvencijskom domenu smanjenjem visoko frekvencijske komponente iz blokova. U sledećem, četvrtom koraku, primenjuje se očitavanje dobijenih koeficijenata na "cik-cak" način. U petom koraku, sve matrice se provlače kroz Huffman algoritam [15].

Theora video se bazira na predikciji prethodnog frejma koji se zove glavni frejm ili intra frejm, pa svi naredni frejmovi zavise od njega. Praktično rečeno, Theora video koristi razliku intra frejma i narednog frejma, sa algoritmom koji minimizira razlike između posmatranih regiona.

III. METODOLOGIJA

Originalni video fajl kreiran je pomoću softverskog paketa After Effects v6, od 2D statičnih slika PNG formata zapisa, kombinovan sa Optical flares i Trapcode Particular efektima, sa po 30 frps i dužine 10 sekundi. Kompletan ovaj postupak je kreiran u 4K video rezoluciji, odnosno 4xHD ili 4096x2160 piksela.



Slika 1. Originalni nekompresovani video (prikaz četiri frejma)

PNG format zapisa je odabran zbog osobine da slika poseduje transparentne delove. Da bi se eliminisao uticaj audio signala tokom konverzije, originalni video zapis je dobijen bez audio zapisa. Upravo iz razloga što različiti video formati koriste različite audio formate tokom zapisa. Nekoliko frejmova kreiranog video zapisa je prikazano na Sl. 1.

Originalni nekompresovni video fajl je podrvgnut konvertovanju u HEVC H.265 UHD, Divx+ HD, H.264 AVC, H.264 AVC Intel, VP8 i Theora formatu. Treba posebno istaći da pri konvertovanju nije menjana rezolucija, dok je bitrate video formata podešen prema optimumu u zavisnosti od video formata.

Svi dobijeni video zapisi su analizirani prema veličini fajla u megabajtima (MB), vremenu konvertovanja izraženog u minutima, veličini formata kada se pripremi za pregled preko Interneta (Stream size), prosečnom i ukupnom bit rate-u, dužini i ukupnom broju frejmova nakon konverzije.

Analiza je izvršena i prema parametrima za ocene kvaliteta slike PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio), SNR (Signal-to-Noise Ratio) i SSIM (The Structural SIMilarity) [16].

Da bi se smanjio uticaj hardverskih performansi i mogućih „nedostataka“ koristili su se Intelovi procesori i generacije, upravo zbog H.264 AVC Intel kodeka. Svi dobijeni video fajlovi su testirani kroz programe koji podržavaju 4k rezoluciju da bi se eliminisala moguća „greška“ redukcije piksela pri reprodukciji.

Za potrebe ove analize originalni video fajl kao i video fajlovi dobijeni nakon kompresije razloženi su na frejmove koji su zapisani na kompjuteru u formi slike. Potrebno je istaći da su sve slike zapisane u istom formatu zbog relevantnosti analize. Takve slike su razmotrene prema već pomenutim parametrima. Ovakva analiza treba da pokaže kvalitet frejmova tokom trajanja video zapisa.

IV. REZULTATI

Detaljan opis osobina renderovanog originalnog video fajla dat je u Tabeli 1.

TABELA I. KARAKTERISTIKE ORIGINALNOG VIDEO FAJLA

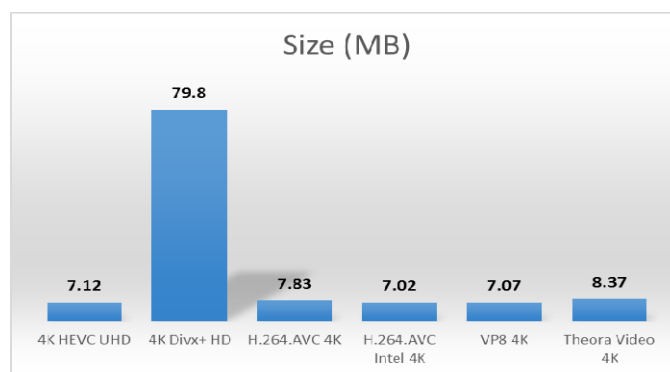
Karakteristika	Vrednost
Renderovanje	2hr 20min
Veličina (MB)	7116.8
Prosečni bitrate (Kbps)	5971968
Ukupni bitrate (Kbps)	1680194
Trajanje (s)	10
Ukupan broj frejmova (Frps)	300
Video format	AVI
Stream Size (MB)	-

Sam proces kreiranja (renderovanja) video fajla u 4K rezoluciji trajao je više od 2 sata, dok je veličina fajla veća od 7 GB, uz ekstremno veliki prosečni i ukupni bitrate. Svi ovi podaci izgledaju suviše veliki ako se zna da je dužina video fajla 10 sekundi i ukupan broj frejmova 300.

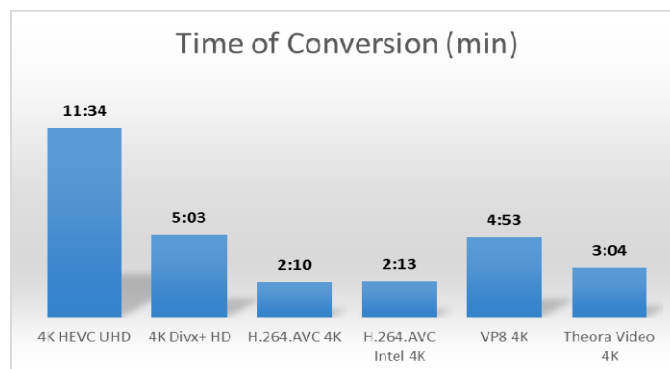
U Tabeli 2 date su karakteristike (Video Format i Writing Library [17]) dobijenih video fajlova nakon konverzije različitim video kodecima.

TABELA II. KARAKTERISTIKE ORIGINALNOG VIDEO FAJLA

	Video Format	Writing Library
4K HEVC UHD	MKV	libDivX Media Format 4.0.0.0578
4K Divx+ HD	MKV	libDivX Media Format 3.7.0.0073
H.264.AVC 4K	AVI	AVC H.264 library
H.264.AVC Intel 4K	AVI	AVC H.264 library
VP8 4K	MKV	libebml v0.7.7 + libmatroska v0.8.1
Theora Video 4K	OGV	libTheora 3.2.0 (UTC 2006-05-6)



Slika 2. Veličina u MB video zapisa nakon konvertovanja

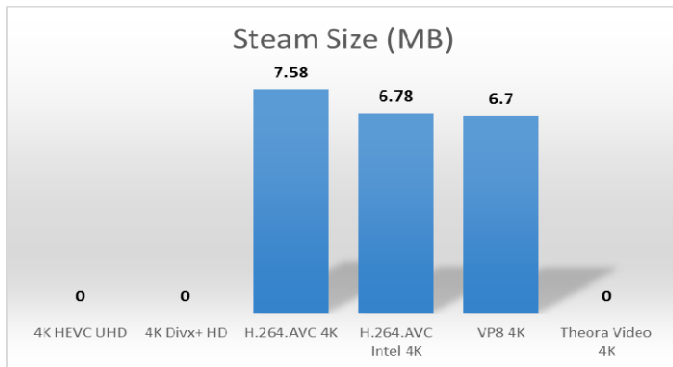


Slika 3. Vreme konvertovanja izraženo u minutima

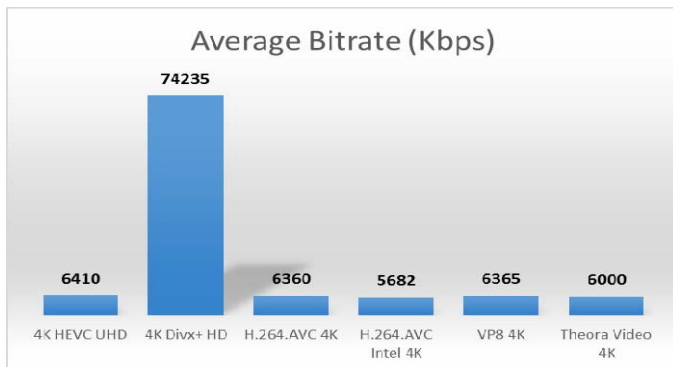
Na Sl. 2, Sl. 3 i Sl. 4 dati su grafički prikazi dobijenih vrednosti parametara za veličine fajlova nakon konvertovanja u megabajtima (MB), vreme konvertovanja i veličina memorije kada se pripremi za pregled preko Interneta (Stream size), respektivno.

Sa datih slika se može videti da najviše vrednosti za veličinu fajla daje 4K Divx+ HD kodek, a najnižu H.264.AVC Intel 4K kodek. Najveće vreme konverzije koristi 4K HEVC

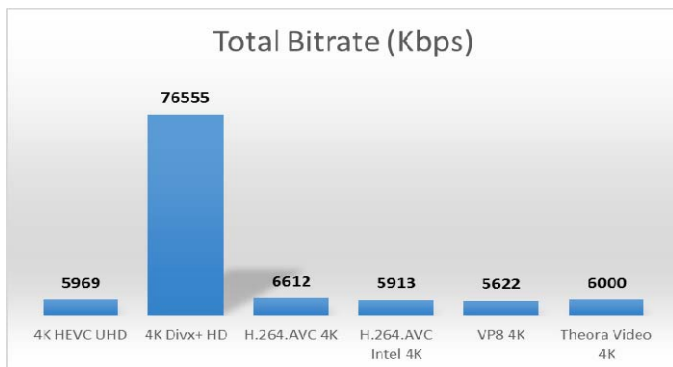
UHD kodek, a najmanje H.264.AVC4K. Sa Sl. 3 se videti da kodeci 4K HEVC UHD, 4K Divx+ HD i Theora Video 4K ne dozvoljavaju mogućnost postavljanja fajlova na internet.



Slika 4. Veličina memorije u MB kod fajlova pripremljenih za Internet



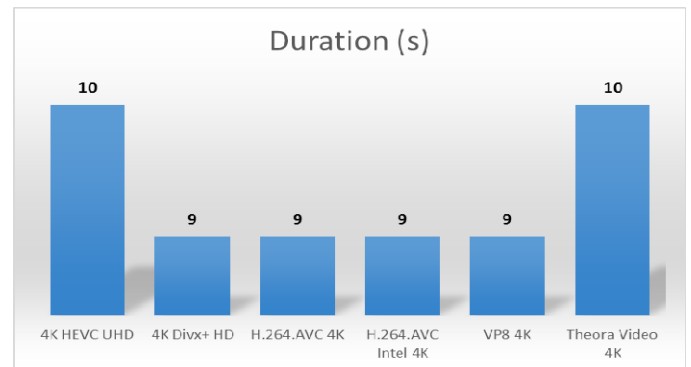
Slika 5. Veličina prosečnog bitrate



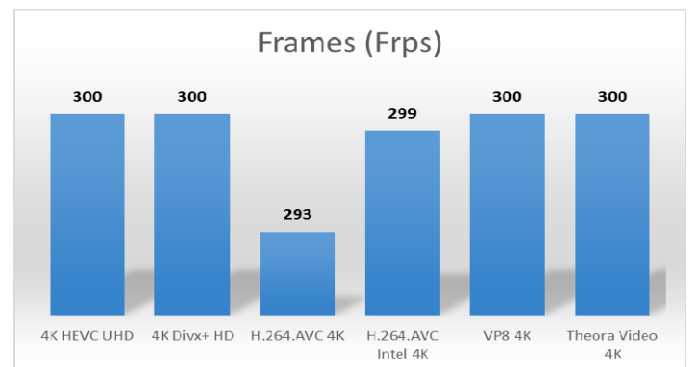
Slika 6. Veličina ukupnog bitrate

Na Sl. 5 i Sl. 6 dati su grafički prikazi vrednosti prosečnog i ukupnog bit rate video fajlova dobijenih nakon konverzije različitim video kodecima. Sa Sl. 5 i Sl. 6 se vidi da ukupni bitrate je veći od prosečnog kod 4K Divx+ HD, H.264.AVC 4K i H.264.AVC Intel 4K kodek. Kod 4K HEVC UHD i VP8 4K kodeka ukupni bitrate je manji od prosečnog, dok za Theora Video 4K prosečni i ukupni bitrate su jednaki. Na Sl. 7 i Sl. 8 dati su grafički prikazi vrednosti trajanja i ukupnog broja frejmova video fajlova dobijenih nakon konverzije različitim video kodecima, respektivno. Sa Sl. 7 se vidi da 4K HEVC UHD i Theora Video 4K imaju isto trajanje, a ostali

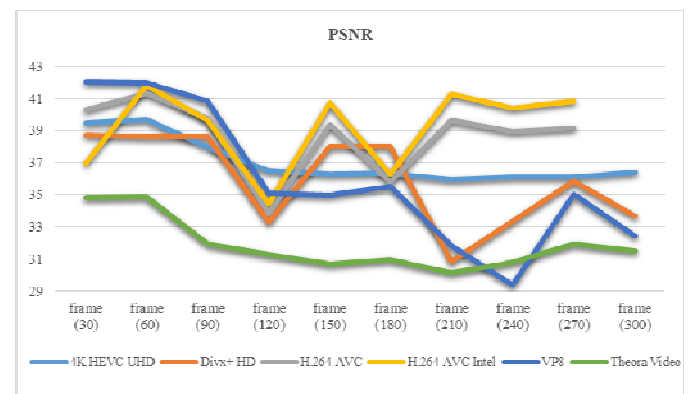
kodeci takođe imaju isto trajanje, za 1 sekundu kraće od 4K HEVC UHD i Theora Video 4K. Sa Sl. 8 se vidi da svi kodeci daju isti ukupan broj frejmova (300 frps), osim H.264.AVC 4K kodeka koji daje niže vrednosti.



Slika 7. Trajanje konvertovanih video fajlova



Slika 8. Ukupan broj frejmova konvertovanih video fajlova



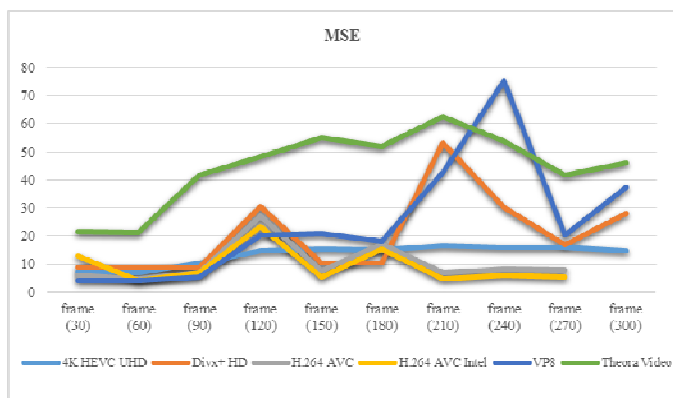
Slika 9. Vrednosti PSNR za celokupan opseg frejmova

Dobijene vrednosti za parametre PSNR, MSE i SSIM prikazane su na Sl. 9, Sl. 10 i Sl. 11, respektivno. Dobijeni rezultati predstavljaju poredjenja frejmova originalne slike sa fremovima video formata nakon kompresije. Kao što se može videti sa sve tri navedene slike, grafikon kompresija H.264 AVC i H.264 AVC Intel su nepotpuni upravo iz razloga nedostatka poslednjih frejmova.

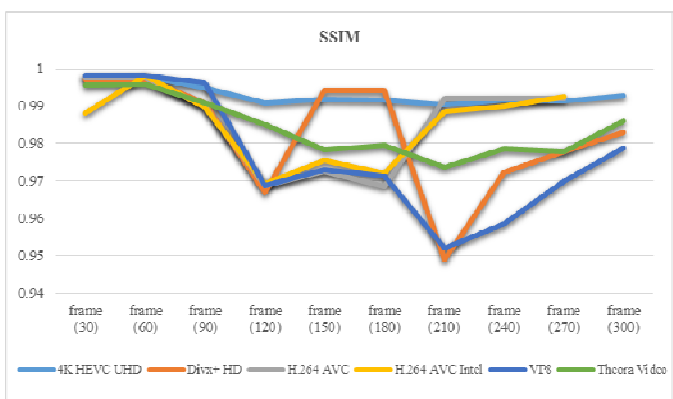
Sl. 9 daje uvid u promenu PSNR parametra, i tu se generalno može zaključiti da sve kompresije daju zadovoljavajuće rezultate za prenos, odnosno da je vrednost ovog parametra iznad 30 dB [18]. Iako Theora video daje

vidno manje vrednosti ovog parametra, rezultati pokazuju da je i ova kompresija prihvatljiva za prenos. Međutim, ovde se može govoriti i o stabilnosti ovog parametra. Stabilnost se može definisati kroz činjenicu da parametar nema značajnih varijacija u posmatranom opsegu. Ocena stabilnosti se može dobiti na osnovu standardne devijacije posmatrane za određenu kompresiju. Gledajući kroz tu prizmu, standardna devijacija HEVC UHD kompresije je svega 1.44, dok kompresija Theora video daje vrednost standardne devijacije od 1.64 što ih čini kao dva najstabilnija kodeka za prenos, ostale kompresije imaju znatno veću standardnu devijaciju. Blago opadanje PSNR parametra na posmatranom opsegu može se objasniti povećanjem stepena greške u predikciji I, P i B frejmova.

Po pitanju srednje-kvadratne greške (MSE) kao što se može uočiti sa Sl. 10 najmanje vrednosti greške pokazuju kompresije H.264 AVC, H.264 AVC Intel i HEVC UHD. Pri čemu vrednosti standardne devijacije H.264 AVC, H.264 AVC Intel iznose 7.19 i 6.5, respektivno, pa imaju skoro duplo veći stepen varijacija od HEVC UHD kompresije (3.82). Ostali kodeci imaju veći stepen greške i varijacije, što je posebno izraženo kod Theora video kompresije. Suprotno od PSNR parametra, vrednosti MSE neznatno rastu na posmatranom opsegu, a pravda se istim razlogom kao povećanje kod PSNR.



Slika 10. Vrednosti MSE za celokupan opseg frejmova



Slika 11. Vrednosti SSIM za celokupan opseg frejmova

Mera strukturalne sličnosti (SSIM) prikazana je na Sl. 11 pokazuje koliko je struktura frejmova originalnog video fajla identična sa strukturom frejmova nakon kompresije. Pored toga što se može posmatrati koji parametar ima vrednost najbliže jedinici, isto tako relevantno je posmatrati koja od kompresija održava konstantu vrednost (ima najmanju varijaciju), odnosno kod koje kompresije je vrednost standardne devijacije na najnižem nivou. I u ovom razmatranju kao i u prethodna dva najbolje rezultate daje HEVC UHD jer su vrednosti za SSIM parametar konstantno iznad 0.99, odnosno strukturalna sličnost je preko 99% sa originalom, dok je vrednost standardne devijacije 0.00271531, što govori o izuzetno velikom stepenu kvaliteta ove kompresije, jer se praktično odstupanje meri promilima. Tokom posmatranog opsega u određenim frejmovima vrednosti SSIM za Divx+ HD i VP8 imaju veću vrednost od kompresije HEVC UHD, međutim imaju i veće vrednosti varijacije na kompletnom opsegu od oko 6 puta što ih čini dosta nestabilnim kompresijama. Pored HEVC UHD, najbolje rezultate stabilnosti po pitanju strukturalne sličnosti daje Theora video sa standardnom devijacijom od 0.0078144.

V. ZAKLJUČAK

Ovaj rad daje uporednu analizu kodeka koji danas predstavljaju standard u multimediji pri 4K rezoluciji. Na osnovu svih dobijenih podataka može se uočiti da najveću stabilnost pri konvertovanju daju HEVC UHD i Theora Video jer ne „gube“ frejmove i sekunde, a ukupan i prosečan broj bitrate „drže“ stabilnim. Ipak, po pitanju bitrate Theora Video daje najbolje rezultate i pokazuje idealne karakteristike. Veličina video formata pripremljena za Internet je moguća samo za H.264 AVC, H.264 AVC Intel i Googl-ov video format VP8. Pri čemu neznatno bolje rezultate pokazuje VP8. Vreme konvertovanja daje pravu sliku o optimizovanosti kodeka prema hardveru i softveru. Naime, radilo se o istom fajlu koji je trebalo konvertovati, pa se očekuje da kraće vreme konvertovanja daju kompresije koje imaju bolju optimizaciju. Najbolje rezultate po parametru vremena konvertovanja daje H.264 AVC, H.264 AVC Intel i Theora Video, dok ostali pokazuju znatno lošiju optimizovanost. U ovom sličaju HEVC zauzima zadnje mesto sa 11 min i 34 sekunde, pa se ovaj podatak može pravdati činjenicom da je skoro izvršena standardizacija pa se prve optimizacije očekuju i godinama koje dolaze. Na osnovu veličine memorije može se reći da svi fajlovi osim Divx+ HD formata su približno iste veličine. Divx+ HD se zapisuje u MKV formatu koji podržava AAC audio sistem 5.1, kao i sistem titlova pa ovi podaci u startu zauzimaju veliku količinu memorije. Primera radi Divx+ HD zauzima 11 puta veću memoriju od H.264 AVC Intel video kodeka. Posmatrano kroz analizu frejmova HEVC UHD kompresija daje zavidnu stabilnost za prenos, mali nivo greške i veoma veliku strukturalnu sličnost sa originalnim video formatom, tako da se sa pravom očekuje mnogo od ovog video formata u narednim godinama.

ZAHVALNICA

Ovaj rad rađen je u okviru istraživanja na projektima TR35026, III47016 i III44006 Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

LITERATURA

- [1] Video Codec for Audiovisual Services at px64 kbit/s, ITU-T Rec. H.261, version 1, Nov. 1990, version 2, Mar. 1993.
- [2] Video Coding for Low Bit Rate Communication, ITU-T Rec. H.263, Nov. 1995.
- [3] Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to About 1.5 Mbit/s—Part 2: Video, ISO/IEC 11172-2 (MPEG-1), ISO/IEC JTC 1, 1993.
- [4] Coding of Audio-Visual Objects—Part 2: Visual, ISO/IEC 14496-2 (MPEG-4 Visual version 1), ISO/IEC JTC 1, Apr. 1999.
- [5] Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information - Part 2: Video, ITU-T Rec. H.262 and ISO/IEC 13818-2 (MPEG 2 Video), ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Nov. 1994.
- [6] Advanced Video Coding for Generic Audio-Visual Services, ITU-T Rec. H.264 and ISO/IEC 14496-10 (AVC), ITU-T and ISO/IEC JTC 1, May 2003.
- [7] B. Bross, W.-J. Han, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, and T. Wiegand, High Efficiency Video Coding (HEVC) Text Specification Draft 9, document JCTVC-K1003, ITU-T/ISO/IEC Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC), Oct. 2012.
- [8] V. Mitrovic, B. Gara, M. Petrovic and B. Gvozdic, Performance Analysis of HEVC Standard in Relation to H.264/MPEG-4 Standard, International Scientific Conference - UNITECH 2014, Technical University Gabrovo, Bulgaria, ISSN 1313-230X, pp. II 106 – II 111, 21 – 22 Nov. 2014.
- [9] The Advantages of H.264/AVC Intel [Online]. Available: <https://software.intel.com/en-us/videos/the-advantages-of-h264avc> , [14. Dec. 2014].
- [10] Divx+ HD[Online]. Available: <http://www.divx.com/en/devices/solutions/high-definition/divx-plus-hd/video> , [19. Dec. 2014].
- [11] J. Bankoski, P. Wilkins and Y. Xu, VP8 data format and decoding guide. IETF Internet-Draft, March 2011.
- [12] I. E. G. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next-generation Multimedia. John Wiley & Sons, 2003.
- [13] K. R. R. e P. Yip, Discrete Cosine Transform. Academic Press, 1990.
- [14] M. K. e. H. M. A. Hallapuro, "Low complexity transform and quantization – part I: Basic implementation," JVT document JVT-B038, Geneva, February 2002.
- [15] D. A. Huffman, "A method for the construction of minimum redundancy codes," Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 40, no. 9, pp. 1098–1101, September 1952.
- [16] B. Jaksic, B. Gara, R. Ivkovic, M. Petrovic and M. Milosevic, "Analisis brightness effect on quality pictures after compression with JPEG and SPIHT compression method," Matematicke i informaticke tehnologije – MIT Vrnjačka Banja - Serbia, pp. 305-310, 5-9 Sept. 2013.
- [17] G. Marchionini and G. Geisler, "The open video digital library," ISSN 1082-9873, D-Lib Magazine, vol. 8, no. 12, December 2002.
- [18] B. Jaksic, R. Ivkovic, B. Gara, M. Petrovic and P. Spalevic, "Analysis of different influence of compression algorithm on the image filtered Laplacian, Prewitt and Sobel operator," International Journal of Darshan Institute on Engineering Research and Emerging Technology, vol. 2, no. 1, pp. 59-67, 2013.

ABSTRACT

This work presents comparative analyses of the recent versions of video compressions in 4K resolution. Original non-compressed video in 4K resolution was created using the software package After Effects, and after that converted into appropriate video formats by different kinds of video compressions. Comparison of memory size of obtained files, number of frames, general and total bitrate, duration of compression and files size of stream video was done. Matlab and Video Quality Measurement was of great help in measuring of obtained data. Results showed optimization and quality of video compressions as well as quality of video compression after the process of compression. All obtained results are presented in tables and graphically.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VIDEO COMPRESSION IN 4K RESOLUTION

Ratko Ivkovic, Ivana Milosevic, Mile Petrovic, Vladimir Cerić
Vladimir Dakovic