

<https://doi.org/10.37528/FTTE/9788673954752/POSTEL.2023.013>

OBJEKTIVNA PROCENA KVALITETA H.264, H.265 I H.266 KOMPRIMOVANIH VIDEO SEKVENCI

Boban Pavlović, Omar Zelmati
Univerzitet odbrane u Beogradu – Vojna akademija
bobanpav@yahoo.com, zelmatiomar1991@gmail.com

Rezime: U radu je analiziran kvalitet H.264, H.265 i H.266 komprimovanih video sekvenci iz vidljivog (engl. VISible, VIS), bliskog infracrvenog (engl. Near InfraRed, NIR) i dalekog infracrvenog (engl. Long Wavelength InfraRed, LWIR) spektralnog opsega. Za potrebe poređenja standarda kompresije formirana je baza komprimovanih videa. Iz javno dostupne baze TRICLOBS izabrano je osam sekvenci koje pokrivaju širok spektar sadržaja, odnosno scenarija sa fiksnom scenom i pokretnom kamerom. Za svaki standard usvojeno je pet različitih faktora kvaliteta, tako da se za originalni video iz svakog kanala (VIS, NIR i LWIR) dobija po 15 komprimovanih video zapisa, čime je formirana baza od 360 komprimovanih sekvenci. Za objektivnu procenu kvaliteta videa korišćen je vršni odnos signal/šum (engl. Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR). Analizirana je zavisnost PSNR od faktora kvaliteta prema tri korišćena standarda za sva tri spektralna opsega. U završnom delu rada data je uporedna analiza veličina komprimovanih fajlova po opsezima i primenjenim standardima.

Ključne reči: H.264, H.265 i H.266 kompresija, faktor kvaliteta (QF), objektivna procena kvaliteta, vršni odnos signal/šum (PSNR)

1. Uvod

Sa porastom Internet video striminga, kao i sa povećanjem rezolucija koje koriste kamere i njihovom upotrebom od strane civilnog društva i bezbednosnih službi, zahtevaju se veliki memorijski prostor i propusni opseg. Iz tog razloga primena visoko efikasnih tehnika video kompresije je od ogromne važnosti. Trenutno je analiza njihovih performansi jedna od vodećih tema istraživanja [1, 2].

Pošto je brzina kadrova video snimka često relativno visoka (najčešće 30 kadrova u sekundi), a parametri kamere (žižna daljina, pozicija, ugao gledanja, itd.) obično se ne menjaju brzo između kadrova, sadržaj uzastopnih kadrova je obično sličan, osim ako se određeni objekti u sceni ne kreću izuzetno brzo ili se scena promeni [3]. Drugim rečima, video ima i vremensku redundansu, za razliku od tehnika kompresije slike koje koriste prostornu redundansu, s obzirom da se sadržaj slike menja relativno sporo, čineći potiskivanje komponenti viših prostornih frekvencija održivim.

Vremenska redundansa je značajna i obezbeđuje, umesto kodovanja svakog pojedinačnog kadra, kodovanje razlike između trenutnog kadra i drugih kadrova u nizu. Ako je redundansa između njih dovoljno velika, slike razlike se uglavnom sastoje od malih vrednosti i imaju niske entropije, što je izuzetno dobro za kompresiju. Savremeni algoritmi video kompresije (H.264, H.265 i H.266) usvajaju hibridni pristup kodovanja, tj. predviđaju i kompenzuju razlike između video kadrova kako bi se uklonila vremenska redundansa, a zatim prešlo na kodovanje rezidualnih grešaka (razlika) [4]. Iako je oduzimanje jedne slike od druge jednostavno (piksel po piksel), takav pristup je neefikasan u postizanju visokog stepena kompresije. Pošto je glavni uzrok razlike između kadrova kretanje kamere i/ili objekta, ovi generatori pokreta mogu se „kompenzovati” detektovanjem pomeranja odgovarajućih piksela ili regiona u ovim kadrovima i određivanjem njihovih razlika. Za algoritme video kompresije koji usvajaju ovaj pristup se kaže da su zasnovani na kompenzaciji kretanja MC (engl. *Motion Compensation*).

U ovom radu su prikazani osnovni koncepti video kodovanja za tri popularna standarda zasnovana na kompenzaciji kretanja (H.264/AVC/, H.265/HEVC/ i H.266/VVC/). Kreirana je nova baza komprimovanih videa za potrebe testiranja i analize uticaja svakog standarda kompresije na kvalitet video sekvenci iz vidljivog, NIR i LWIR spektralnih opsega. Dvadeset četiri video sekvence su komprimovane korišćenjem svakog od standarda kompresije postavljanjem adekvatnog faktora kvaliteta. Na kraju je dobijeno ukupno 360 komprimovanih video sekvenci.

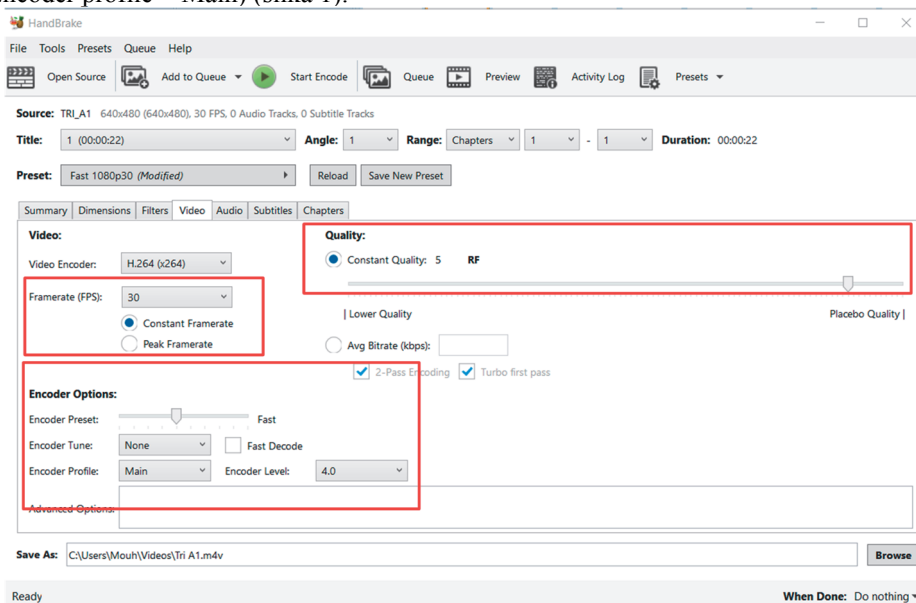
Za procenu kvaliteta slike i videa, kao objektivna mera je korišćen vršni odnos signal/šum PSNR (engl. *Peak Signal-to-Noise Ratio*), zbog svoje jednostavnosti. Analizirana je zavisnost PSNR od faktora kvaliteta prema tri korišćena standarda za sva tri spektralna opsega. U završnom delu rada data je uporedna analiza veličina komprimovanih fajlova po opsezima i primenjenim standardima.

2. Standardi video kompresije

Standarde video kodovanja H.264, H.265 i H.266 zajednički su razvili ISO/IEC MPEG (engl. *Moving Pictures Experts Group*) i ITU-T VCEG (engl. *Video Coding Experts Group*). Glavni cilj H.264/AVC (engl. *Advanced Video Coding*) i H.265/HEVC (engl. *High Efficiency Video Coding*) [5] bio je da poboljšaju efikasnost kodovanja kako bi odgovorili zahtevima za sve većom količinom video podataka zbog povećanja rezolucije videa i brzine kadrova, imajući u vidu uvođenje snimaka visoke definicije i kasnije video/TV ultra visoke definicije (engl. *Ultra-High Definition, UHD*). U poslednje vreme, H.266 (engl. *Versatile Video Coding, VVC*) je razvijen da dalje rešava gore navedena pitanja, kao i zbog novih aplikacija video zapisa, kao što su video velikog dinamičkog opsega (engl. *High Dynamic Range, HDR*), videa od 360°, panoramski video i druge [6].

Da bi se izvršila kompresija primenom H.264 i H.265 koda, korišćen je softverski alat HandBrake (slika 1). Za standard H.266, primenjen je javno dostupni encoder Fraunhofer VVenC (engl. *Versatile Video Encoder*) [7]. Kodovanje se vrši tako da se svaki originalni video komprimuje prema pet različitih faktora kvaliteta (QF). Za H.264 i za H.265, usvojeno je pet vrednosti QF (5, 15, 25, 35, 50), čime se dobija pet novih komprimovanih video snimaka. Faktor kvaliteta QF=5 odgovara najvišem kvalitetu, a QF=50 odgovara najnižem kvalitetu. Parametri H.264 i H.265 koda su sledeći: brzina kodovanja = 'brzo' (engl. *Fast*), konstantan broj slika u sekundi (30 fps), nema dodatnog

podešavanja enkodera (engl. Encoder Tune = None), profil enkodera = glavni (engl. Encoder profile = Main) (slika 1).



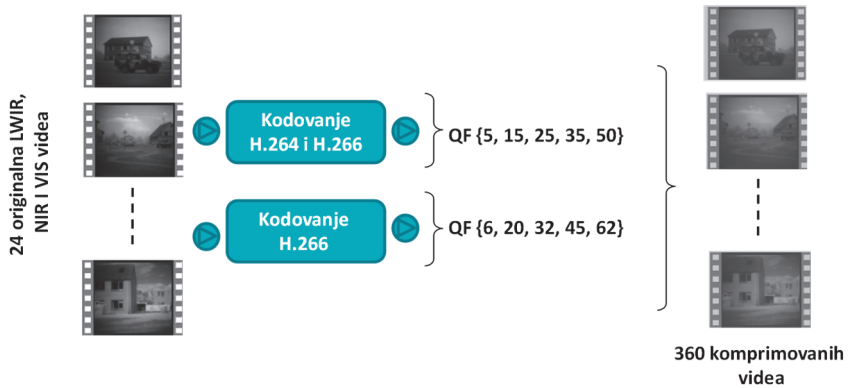
Korišćena implementacija H.266 kodera ima drugačiji opseg QF (od 0 do 63), tako da su QF vrednosti za ovaj tip kompresije izabrane korišćenjem jednostavne analogije sa opsegom implementacija H.264 i H.265 (od 0 do 51). Tako su za H.266 kodovanje korišćene vrednosti QF od 6, 20, 32, 45 i 62, pri čemu QF=6 odgovara najvišem kvalitetu, a QF=62 odgovara najnižem kvalitetu. Za sva poređenja izvršena u ovom radu vrednosti QF koje odgovaraju standardu H.266 su prikazane na slikama tako da odgovaraju opsegu vrednosti kao QF za H.264 i H.265.

Nakon konverzije originalnog videa u YUV (Y,Cb,Cr) format korišćenjem ffmpeg [8] okvira, komandna linija koja se koristi za kodovanje video zapisa u H.266 je prikazana na slici 2, gde se može uočiti da se koriste sledeći parametri: brzina kodovanja = 'brzo', rezolucija video snimka = 640×480, tempo = 30 fps, format kodovanja YUV = 4:2:0 i QF=6. Korišćeni enkoder (VVenC) podržava paralelizaciju na nivou okvira i zadataka sa veoma dobrim skaliranjem, te je ušteda u vremenu bila znatno veća.

```
D:\>vvencapp --preset fast -i "avi_baza\LWIR\original\TRI_A1.yuv" -s 640x480 -r 30 -c yuv420 -q 6 -o "avi_baza\LWIR\H266\QF1\TRI_A1.266"
```

Slika 2. Primer H.266 kodovanja pomoću VVenC komandne linije

Kodovanje je obavljeno na laptopu ASUS TUF GAMING A15 sa sledećom konfiguracijom: CPU AMD RYZEN 7 6000 SERIES, GPU NVIDIA RTX 3060 8GB i 16GB RAM memorije. Za svaki originalni video iz posmatranog kanala (VIS, NIR i LWIR) dobija se 15 komprimovanih video zapisa, po 5 od svakog standarda (H.264, H.265 i H.266). Konačno se dobija 360 komprimovanih video zapisa koji se čuvaju za dalju obradu i analizu. Slika 3 prikazuje dijagram formiranja nove baze komprimovanih videa.



Slika 3. Dijagram formiranja nove baze komprimovanih videa



(a) QF=25, H.264:
PSNR=39.36 dB

(b) QF=25, H.265:
PSNR=46.35 dB

(c) QF=31, H.266:
PSNR=45.66 dB



(d) QF=35, H.264:
PSNR=37.62 dB

(e) QF=34, H.265:
PSNR= 44.20 dB

(f) QF=43, H.266:
PSNR=42.13 dB



(g) QF=50, H.264:
PSNR=28.39 dB

(h) QF=50, H.265:
PSNR= 38.48 dB

(i) QF=62, H.266:
PSNR=34.50 dB

Slika 4. Prikaz izabranog kadra VIS kanala videa 1 kroz tri standarda i kroz tri QF-a

Slika 4 ilustruje primer izabranog kadra iz video snimka 1. Prikazane su originalna verzija i njene degradirane verzije za VIS kanal i za sva tri primenjena standarda kompresije (H.264, H.265 i H.266). Standard H.264 daje niži PSNR za sve kanale i za sve faktore kvaliteta u poređenju sa standardima H.265 i H.266. Za ovaj kadar, razlika između vrednosti PSNR dobijenih za standarde H.265 i H.266 manja je od razlike vrednosti PSNR ova dva standarda u odnosu na vrednost za H.264. Dodatno se može zapaziti da je prednost u objektivnom kvalitetu na strani H.266 kompresije za frejm najboljeg kvaliteta – QF=5/6, a sa povećanjem vrednosti QF (narušavanje kvaliteta) prednost u objektivnom kvalitetu na strani H.265 kompresije.

Razlika između degradiranih verzija i originalne verzije izabranog kadra za posmatrani VIS kanal može se uočiti tek za vrednost QF=25, dok je razlika jasno uočljiva za QF=50 (slika 4).

3. Analiza rezultata objektivnih mera procene kvaliteta

Objektivne mere procene kvaliteta videa OVQA (engl. *Objective Video Quality Assessment*) imaju tri vrste primene [9]. Prvo, mogu se koristiti za praćenje kvaliteta videa radi kontrole sistema prenosa. Drugo, mogu se koristiti za odabir sistema ili algoritama za obradu videa. I treće, mogu se ugraditi u sistem za obradu video zapisa kako bi se optimizovali algoritmi i parametri koji se koriste. Za proučavanje performansi korišćenih standarda sprovedena je objektivna analiza kvaliteta pomoću PSNR objektivne mere [10].

U cilju objektivne mere procene kvaliteta, korišćene su vrednosti vršnog odnosa signal-šum (PSNR) [11]. Ova mera predstavlja poređenje između originalnog i komprimovanog videa. PSNR vrednost u decibelima (dB) je proporcionalna kvalitetu komprimovanog video zapisa. U praksi, $PSNR_d$ komprimovanog video zapisa V_d nastalog od originalnog videa V_o , dobija se usrednjavanjem PSNR-ova

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}, \quad (1)$$

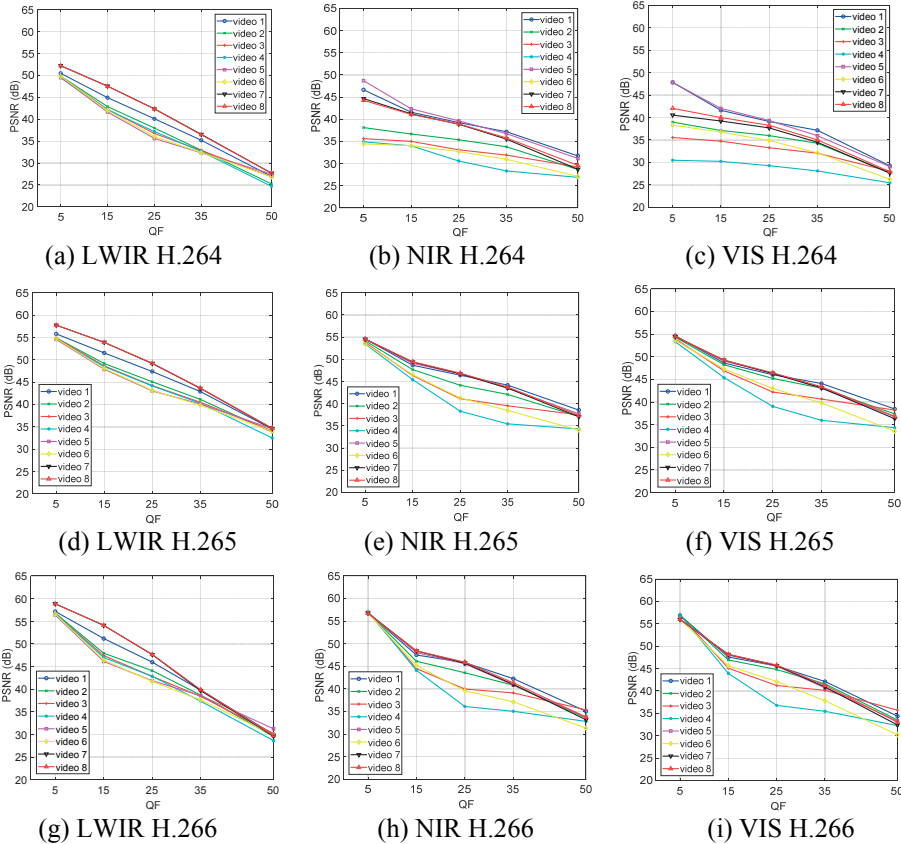
između njihovih kadrova:

$$PSNR_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PSNR(V_d(i), V_o(i)), \quad (2)$$

gde je n broj kadrova i $V_d(i)$ i $V_o(i)$ su kadrovi video zapisa V_d i V_o sa rednim brojem i .

Slika 5 prikazuje PSNR u zavisnosti od faktora kvaliteta (QF) prema tri standarda za osam video sekvenci iz LWIR, NIR i vidljivog dela spektra (VIS). Primećuje se da za LWIR kanal krive svih osam komprimovanih sekvenci za sva tri standarda imaju isti nagib (Slika 5(a), slika 5(d) i slika 5(g)), dok se za NIR i VIS kanale kod sva tri standarda primećuje veliko odstupanje u nagibu između krivih sekvenci komprimovanih korišćenjem istog standarda (slika 5(b), slika 5(c), slika 5(e), slika 5(f), slika 5(h) i slika 5(i)).

Odstupanje u nagibu je izraženije kod tri video sekvence i to su: video 3, 4 i 6, gde su najniže vrednosti PSNR za ove video snimke u funkciji QF za NIR i VIS kanale. Na primer, najniža vrednost PSNR je za video 4 (25.45 dB) kanala VIS komprimovan H.264 standardom sa QF=50 (slika 5(c)). Uzrok odstupanja ova tri videa može biti prisustvo AWGN šuma.

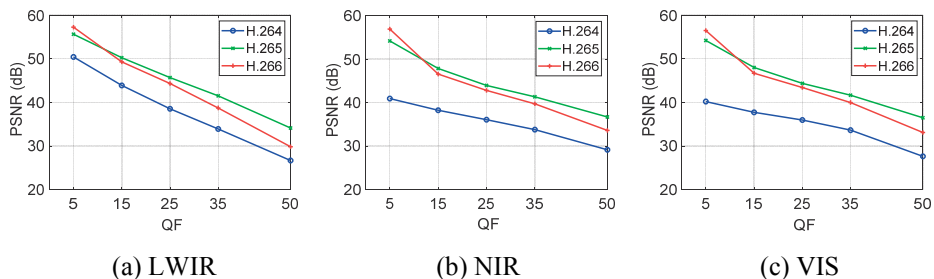


Slika 5. Prikaz PSNR-a u zavisnosti od QF-a za svih 8 komprimovanih video sekvenci za sva tri kanala i korišćenjem sva tri standarda

Slika 6 ilustruje poređenje srednjih vrednosti PSNR za osam video sekvenci po QF za sva tri standarda. Poređenje je prikazano za svaki od tri kanala zasebno.

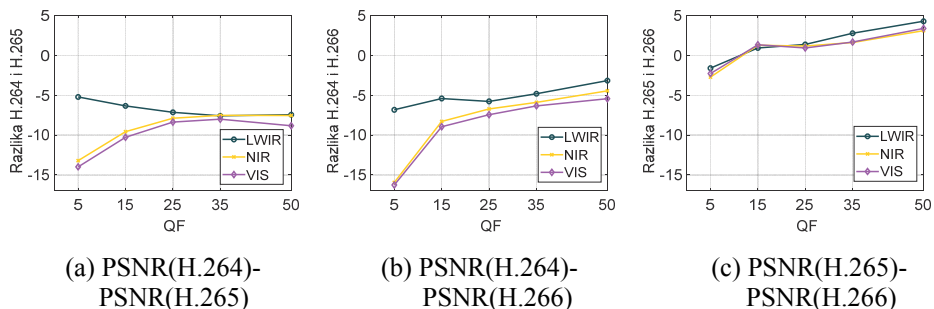
Može se primetiti da se za sva tri kanala dobijaju najniže srednje vrednosti PSNR za standard H.264 (najniži kvalitet) za sve nivoe kvaliteta. Srednje vrednosti PSNR su najveće za standard H.265 za sve kanale kroz sve QF vrednosti osim za QF=5, gde standard H.266 daje nešto veću vrednost PSNR u sva tri kanala. Na primer, sa slike 6(a) se može videti da je za LWIR kanal i za QF=5 vrednost PSNR koja odgovara standardu H.266 (PSNR=57,24 dB) veća od one dobijene za standard H.265 (PSNR=55,63 dB) za 1,61 dB.

Da bi se bolje uporedile performanse standarda za različite QF vrednosti, razlike između srednjih vrednosti PSNR za svaki par standarda za sva tri kanala su prikazane na slici 7.



Slika 6. Uporedni prikaz srednjih vrednosti PSNR za osam video sekvenci po QF za sva tri standarda i za: (a) LWIR kanal, (b) NIR kanal i (c) VIS kanal

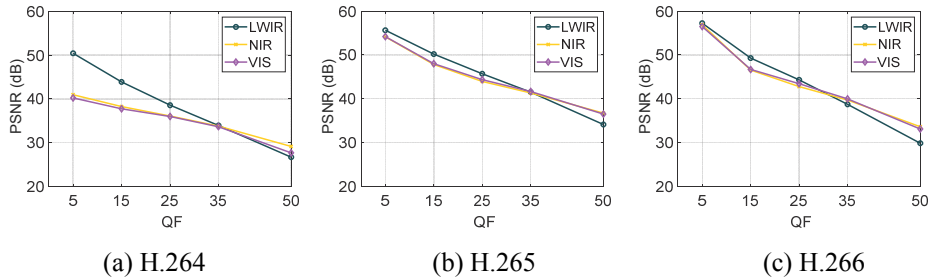
Primećuje se da se najveći dobitak u kvalitetu dobija za standard H.266 u odnosu na standard H.264 (razlika je 16,27 dB) za QF=5 i za VIS kanal (slika 7(b)). Sa iste slike se uočava da je za LWIR kanal u poređenju sa NIR i VIS kanalima, dobitak u kvalitetu između H.264 i H.266 znatno niži kroz sve nivoe kvaliteta. Razlika srednjih vrednosti PSNR između standarda H.264 i H.265 prikazana je na slici 7(a), gde se može videti da za NIR i VIS kanale razlika ima tendenciju zaravnjenja za vrednosti veće od QF=25. Za LWIR kanal razlika se povećava sa porastom vrednosti QF. Razlika srednjih vrednosti PSNR između standarda H.265 i H.266 je pozitivna za sve vrednosti QF osim za QF=5 i povećava se sa porastom vrednosti QF (slika 7(c)), što znači da za vrednosti QF veće od 5 standard H.265 nadmašuje standard H.266 u pogledu kvaliteta procenjenog korišćenjem PSNR.



Slika 7. Uporedni prikaz razlike srednjih vrednosti PSNR za osam video sekvenci po QF za sva tri kanala sračunate između: (a) H.264 i H.265, (b) H.264 i H.266 i (c) H.265 i H.266

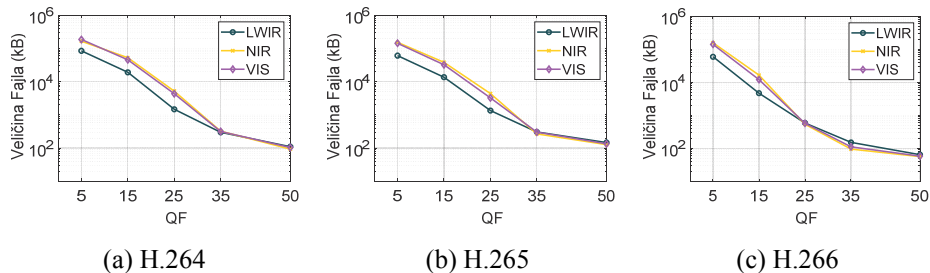
Slika 8 ilustruje poređenje srednjih vrednosti PSNR za osam video sekvenci po QF za sva tri kanala prema pojedinačnim standardima.

Za nivoe kvaliteta do QF=35, PSNR za LWIR kanal je veći nego za NIR i VIS kanale. Može se zaključiti da je za četiri prve QF vrednosti, gubitak kvaliteta izazvan H.264 standardom značajno veći za NIR i VIS kanale. Stoga je LWIR kanal najbolji za održavanje maksimalnog kvaliteta sa nižim nivoima kompresije dok se koristi kodek H.264. Dodatno se može uočiti da su krive zavisnosti PSNR od faktora kvaliteta kod NIR i VIS kanala preklapaju, a da od njih odstupaju krive koje se odnose na LWIR kanal.



Slika 8. Uporedni prikaz srednjih vrednosti PSNR za osam video sekvenci po QF za sva tri kanala i za: (a) H.264 standard, (b) H.265 standard i (c) H.266 standard

Analiza veličina fajlova po tipovima kompresije za sva tri kanala u funkciji faktora kvaliteta prikazana je na slici 9, sa koje se može uočiti da je za sve standarde i za niže faktore kvaliteta ($QF < 35$) kriva koja odgovara LWIR kanalu niža od krive NIR i VIS kanala. Za $QF > 35$ srednje veličine fajlova su skoro iste za sva tri kanala.

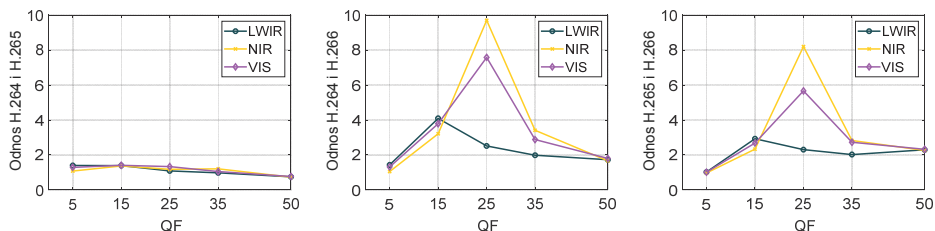


Slika 9. Uporedni prikaz srednjih vrednosti veličina fajlova za osam video sekvenci po QF za sva tri kanala i za: (a) H.264 standard, (b) H.265 standard i (c) H.266 standard

Da bi se uporedili standardi u smislu zauzeća memorije, za svaku kombinaciju standarda i za svaki QF izračunat je odnos srednje veličine fajla FS iz osam komprimovanih sekvenci. Rezultati su prikazani na slici 10. Primećuje se da se odnos veličina fajlova standarda H.264 i H.265 smanjuje kroz QF vrednosti za sva tri kanala (slika 10(a)). Na primer, za LWIR kanal i $QF=5$ $FS(H.264)/FS(H.265)=1.398$, dok je odnos niži za veće faktore kvaliteta: 0.97 za $QF=35$ i 0.75 za $QF=50$. Može se zaključiti da standard H.265 nadmašuje standard H.264 u smislu smanjenja veličine fajla za niže faktore kvaliteta ($QF < 35$).

Za odnos između standarda H.264 i H.266 rezultati dobijeni za LWIR kanal značajno se razlikuju od rezultata dobijenih za kanale NIR i VIS (slika 10(b)). Maksimalni odnos se dobija za $QF=25$ za NIR (9.7) i VIS (7.58) kanale, dok se za $QF=15$ dobija maksimalni odnos za LWIR kanal (4.1).

Sa slike 10(c) maksimalni odnos veličina fajlova između standarda H.265 i H.266 dobija se za NIR kanal za $QF=25$ (8.2). Za isti faktor kvaliteta, odnos veličina u VIS kanalu je 5.67, a u LWIR kanalu maksimalan odnos je 2.93 za $QF=15$. Može se zaključiti da su performanse standarda H.266 u odnosu na standard H.265 u pogledu zauzeća memorije bolje i da zavise od faktora kvaliteta i kanala.



(a) FS(H.264)/FS(H.265) (b) FS(H.264)/FS(H.266) (c) FS(H.265)/FS(H.266)

Slika 10. Uporedni prikaz odnosa srednjih vrednosti veličina fajlova za osam video sekvenci po QF za sva tri kanala između: (a) H.264 i H.265, (b) H.264 i H.266 i (c) H.265 i H.266

4. Zaključak

U ovom radu je analizirana efikasnost kodovanja sa standardima video kompresije H.264/AVC/, H.265/HEVC/ i H.266/VVC/. Napravljen je skup od 360 komprimovanih sekvenci u cilju proučavanja performansi kodeka na signalima iz različitih delova elektromagnetnog spektra (vidljivi, NIR i LWIR delovi). Za sva tri kanala (VIS, NIR i LWIR), rezultati analize favorizuju upotrebu standarda H.265 i H.266 u odnosu na standard H.264, dok se performanse standarda H.265 i H.266 neznatno razlikuju po svim kanalima.

Prilikom analize uočeno je da je prednost jednog standarda u odnosu na drugi izraženija pri višim vrednostima faktora kvaliteta za kompletan skup. Takođe je zaključeno da standard H.266 daje najbolje rezultate u odnosu na druge standarde za vrednosti faktora kvaliteta između 15 i 25, gde je efikasnost standarda H.266 izraženija za NIR i VIS kanale u poređenju sa LWIR kanalom.

Analiza računске kompleksnosti pokazala je da standardi imaju duže trajanje kodovanja sekvenci za niže vrednosti QF (bolji vizuelni kvalitet) u poređenju sa trajanjem potrebnim za više vrednosti QF (lošiji vizuelni kvalitet). Ovaj efekat je najizraženiji za H.266 kodovanje, a najmanje izražen za H.264 kodovanje. Takođe je zaključeno da je u nekim situacijama vreme potrebno za kodovanje standardima H.264 i H.265 značajno niže (do 600 puta) u poređenju sa standardom H.266. Stoga su za ispunjavanje zahteva za korišćenje H.266 standarda u realnom vremenu potrebna dodatna poboljšanja.

Konačno, zaključuje se da iako je prednost H.266/VVC standarda u uštedi memorijskih resursa (poput arhiviranja 8K video sekvenci), za aplikacije sa radom u realnom vremenu, standard H.265/HEVC je pogodniji. Ovaj standard predstavlja očekivano poboljšanje u odnosu na standard H.264/AVC za sve kanale VIS, NIR i LWIR koji se sve više koristi, između ostalog, i u vojnim komunikacionim sistemima i aplikacijama. Ovu tvrdnju dodatno dokazuje činjenica da su određene vojne organizacije i savezi usvojili gore navedeni standard kao svoj prioritetni standard kompresije video podataka, koji se koristi i planira da se koristi u širokom spektru vojnih aplikacija i sistema.

Literatura

- [1] S. Liu, W. Bai, G. Liu, W. Li, and H. M. Srivastava, "Parallel fractal compression method for big video data," *Complexity*, vol. 2018, 2018.

- [2] O. Zelmati, *Subjektivna i objektivna procena kvaliteta slika iz infracrvenog dela elektromagnetnog spektra*, Doktorska disertacija, Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija, 2023.
- [3] R. Westwater and B. Furht, *Real-time video compression: techniques and algorithms*, vol. 376, Springer, 2007.
- [4] Z.-N. Li, M. S. Drew, and J. Liu, "Modern Video Coding Standards: H. 264, H. 265, and H. 266," in *Fundamentals of Multimedia*, ed: Springer, 2021, pp. 423-478.
- [5] G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the high efficiency video coding (HEVC) standard," *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, vol. 22, no. 12, pp. 1649-1668, 2012.
- [6] G. Sullivan, "Versatile video coding (vvc) arrives," in Proc. *2020 IEEE International Conference on Visual Communications and Image Processing (VCIP)*, pp. 1-1. 2020.
- [7] A. Wieckowski, J. Brandenburg, T. Hinz, C. Bartnik, V. George, G. Hege, et al., "VVenC: An open and optimized VVC encoder implementation," in Proc. *2021 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, pp. 1-2. 2021.
- [8] Y. Cheng, Q. Liu, C. Zhao, X. Zhu, and G. Zhang, "Design and implementation of media player based on FFmpeg," in *Software Engineering and Knowledge Engineering: Theory and Practice*, ed: Springer, pp. 867-874, 2012.
- [9] B. Pavlović, B. Bondžulić, N. Stojanović, M. Novčić, and D. Bujaković, "Comments on Objective Quality Assessment of MPEG-2, H. 264 and H. 265 Videos," in Proc. *2018 New Trends in Signal Processing (NTSP)*, pp. 1-8. 2018.
- [10] Z. Wang and A. C. Bovik, "Mean squared error: Love it or leave it? A new look at signal fidelity measures," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 26, no. 1, pp. 98-117, 2009.
- [11] K. S. Thyagarajan, *Still image and video compression with MATLAB*, John Wiley & Sons, 2011.

Abstract: *The paper analyzes the quality of H.264, H.265, and H.266 compressed video sequences in the visible (VIS), near-infrared (NIR), and long-wavelength infrared (LWIR) spectral ranges. To facilitate a comparison of compression standards, a database of compressed videos was formed. Eight sequences covering a wide range of content and scenarios with both fixed scenes and moving cameras were selected from the publicly available TRICLOBS database. For each standard, five different quality factors were adopted, resulting in 15 compressed video clips for the original video from each channel (VIS, NIR, and LWIR), forming a database of 360 compressed sequences. Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) was used for an objective assessment of video quality. The dependence of PSNR on the quality factor was analyzed for all three spectral ranges and three applied standards. In the conclusion of the paper, a comparative analysis of file sizes was provided by spectral range and applied standards.*

Keywords: *H.264, H.265, and H.266 compression, quality factor (QF), objective quality assessment, Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR).*

OBJECTIVE VIDEO QUALITY ASSESSMENT OF THE H.264, H.265 AND H.266 COMPRESSED VIDEO SEQUENCES

Boban Pavlović, Omar Zelmati