

# Video kodni standard H.264/AVC: Studija poređenja Intel IPP i JM H.264 kodera

Zoran Miličević, Zoran Bojković

**Sadržaj** — U radu su predstavljeni rezultati poređenja performansi H.264 kodeka razvijenog od strane Intel-a (*Intel's Integrated Performance Primitives softver (Intel IPP)*) i *Joint Video Team (Joint Model (JM) softver)*. Izlazni rezultati simulacije H.264 kodeka su dobijeni procesiranjem video sadržaja u različitim formatima pri promenljivom bitskom protoku. Intel IPP H.264 koder u odnosu JM rešenje pokazuje bolje performanse u smislu računarskog vremena i vršnog odnosa signal/šum.

**Ključne reči** — H.264/AVC standard, Intel IPP, Joint Model (JM), vršni odnos signal/šum, računarsko vreme i promenjivi bitski protok.

## I. UVOD

H.264/AVC je video kodni standard koji je zajednički razvijen od strane eksperata iz JVT (*Joint Video Team*), odnosno ITU-T VCEG i ISO/IEC MPEG komiteta za standardizaciju [1]-[3]. H.264/AVC video kodni standard JVT predstavlja napredak u standardizaciji tehnologija za video kodovanja i nudi efikasniju predikciju pokreta, korišćenje blokova male veličine, adaptivno deblocking filtriranje u petlji i poboljšanje metoda entropijskog kodovanja, što sve zajedno obezbeđuju otprilike 50% uštede na bitskom protoku za jednaki perceptualni kvalitet [4], [5].

Osnovni funkcionalni elementi H.264/AVC standarda su: transformacija za redukciju prostorne korelacije i kvantizacija za kontrolu bitskog protoka. Od ne manje važnosti su predikcija kompenzacije pokreta za redukciju vremenske korelacije, kao i entropijsko kodovanje za redukciju statističke korelacije.

U poređenju sa MPEG-4, H.263 i MPEG-2, H.264/AVC može dostići 50% u redukciji bitskog protoka za jednaki perceptualni kvalitet. Poboljšanje performansi kodovanja proističe uglavnom iz dela za predikciju [6].

H.264/AVC video kodni standard pored dvoslojne arhitekture (mrežni apstraktni sloj i video kodni sloj) obuhvata i široku paletu alata koji se mogu svrstati u alate za *povećanje efikasnosti i preciznosti predikcije*, alate za *entropijsko kodovanje sa visokim odnosom kompresije* i alate za *robusnost i otpornost na greške*.

Za određene aplikacije, H.264/AVC definiše skup različitih *Profila* [7]. Profili definišu skup kodnih alata i algoritama koji se mogu koristiti pri generisanju

odgovarajućeg toka bita. Takođe, za svaki profil H.264/AVC definiše i skup nivoa i podnivoa. Aplikacije podržane sa H.264/AVC standardom su video konferencija i video telefonija, *broadcast* i *streaming video*, HD-DVD, BD-ROM, kao i DVB [8].

Baseline profil podržava primarno takozvane *low-cost* aplikacije koje zahtevaju dodatnu robusnost u slučaju kada postoje gubici u podacima. Ovaj profil obuhvata sve karakteristike *Constrained Baseline* profila, kao i tri dodatne karakteristike (fleksibilno raspoređivanje makroblova, proizvoljno raspoređivanje isečaka i redundantni iseći) koje se mogu koristiti za obezbeđenje robusnosti na gubitke.

H.264/AVC video format pokriva veliki opseg aplikacija koje obuhvataju sve forme digitalne kompresije od *Internet streaming* aplikacija sa malim bitskim protokom do HDTV *broadcast* i aplikacija namenjenim takozvanom *Digital Cinema*.

Rad je organizovan na sledeći način. Prvo poglavlje je uvodno. Drugo poglavlje, sadrži motivaciju i prikazuje dva softverska rešenja namenjena za procesiranje video sadržaja. U trećem poglavlju prikazani su i obrazloženi rezultati različitih testiranja. Poslednje poglavlje sadrži zaključna razmatranja.

## II. MOTIVACIJA

Danas su na softverskom tržištu prisutna različita rešenja koja obezbeđuju dizajniranje i upravljanje različitim video i govornim kodecima.

Motiv koja dominira ovim radom ima za cilj da se analiziraju i uporede nekoliko dostupnih softverskih rešenja, koja između ostalog, obezbeđuju funkcionalnosti procesiranja video sadržaja, sa težištem na razmatranju i poređenju funkcionalnosti i performansi H.264/AVC video kodeka.

U skladu sa prethodnim, u radu su razmatrana dva komercijalno dostupna softverska rešenja za sagledavanja performansi, procesiranja i analize video sadržaja i to: *Intel's Integrated Performance Primitives (Intel IPP)* i *JM (Joint Model)*.

*Intel's Integrated Performance Primitives (Intel IPP)* je softverska biblioteka razvijena je od strane kompanije *Intel* i sadrži skup funkcija za multimediju i procesiranje aplikacija sa podacima [9], [10].

Biblioteka podržava Intel-ove, kao i druge kompatibilne procesore i dostupna je za *Windows*, *Linux* i *Mac OS X* operativne sisteme. Intel IPP je raspoloživ kao posebno softversko rešenje ili kao sastavni deo *Intel Parallel Studio* softvera.

Zoran Miličević, Uprava za telekomunikacije i informatiku GŠ VS u Beogradu, Raska 2, 11000 Beograd, Srbija (telefon: 381-64-1191125; e-mail: mmilicko@eunet.rs).

Zoran Bojković, Univerzitet u Beogradu, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: z.bojkovic@yahoo.com).

Softver Intel IPP je podeljen u četiri glavne grupe koje su namenjene procesiranju: *Signala* (sa linearnim nizom ili vektorskim podacima), *Slika* (sa 2D nizovima za karakteristične prostore sa bojama), *Matrica* (sa *nxm* nizovima za operacije sa matricama) i *Kriptografije*.

Intel IPP, kao softverska biblioteka obezbeđuje veliki dijapazon funkcionalnosti. Funkcionalnosti podržane sa Intel IPP obuhvataju: procesiranje signala i slike, kompjutersku viziju, prepoznavanje govora, kompresiju podataka, kriptografiju, manipulaciju stringovima, procesiranje audio signala, video kodovanje, realistično tumačenje (prevođenje) i procesiranje 3D podataka.

Takođe, Intel IPP obuhvata i sofisticirane elemente (osnove) za konstruisanje/razvoj audio, video i govornih kodeka, kao što su MP3 (MPEG-1 Audio, Layer 3), MPEG-4, H.264, H.263, JPEG, JPEG2000, GSM-AMR, G.723.

Da bi podržao različite tipove podataka i šeme za svaku funkciju i minimizirao broj podataka koji se koristi u strukturama, Intel IPP biblioteka isporučuje mnoštvo opcija za dizajnere softvera, a naročito u procesu izbora dizajna i optimizacije aplikacije. Različiti tipovi podataka i šema su podržani od strane svake funkcije. Intel IPP minimizira strukture sa podacima omogućavajući pri tome dizajneru veliku fleksibilnost pri pravljenju optimiziranih aplikacija, viši nivo softverskih komponenti i biblioteku sa funkcijama.

S druge strane, JM (*Joint Model*) referentni softver predstavlja rešenje koje je razvijeno od strane *Joint Video Team (JVT) ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG* [11], [12]. JM softver omogućava konfigurisanje H.264/AVC koda i dekoda modula, kao i manipulisanje sa oba modula sa izborom i podešavanjem različitih parametara. Referentno uputstvo za softver obuhvata informacije o instalaciji, problemima (greškama), ulaznim parametrima koda i dekoda, sintaksi, kompilaciji, kao i dodatne informacije koje obezbeđuju adekvatno korišćenje i konfigurisanje softvera. JM softver je dostupan za Windows i Unix operativne sisteme.

### III. REZULTATI TESTIRANJA I DISKUSIJA

Rezultati eksperimenata (testiranja) su dobijeni pod sledećim opštim uslovima (Tabela 1) [13].

TABELA 1. OPŠTI USLOVI TESTIRANJA

Parametri	Testirane video sekvence	
	Forman	Football
Veličina	11.138 MB	13 MB
Video format	QCIF (176x144)	CIF (352x288)
Format odabiranja	4:2:0	4:2:0
Broj kodovanih frejmova	300	90
Intra period	15	15
Profil	Baseline	Baseline
Bitski protok (na ulazu u koder)	od 25 KB do 150KB/sek	od 25 KB do 150KB/sek
Vrednost parametara kvantizacije	28	28
Broj referentnih fejmova	5	5

Za komparativnu analizu korišćene su dve karakteristične video test sekvence u dva različita video formata (rezolucije) i to:

- video test sekvenca Forman u QCIF (*Quadrature Common Intermediate Format*) formatu, rezolucije (176x144) piksela.
- video test sekvenca Football u CIF (*Common Intermediate Format*) formatu, rezolucije (352x288) piksela.

Iz tabele 1 se može uočiti da se kod obe test video sekvence koristi isti format odabiranja, intra period, profil, bitski protok, vrednost parametra kvantizacije i broj referentnih frejmova, dok jedinu razliku predstavlja broj kodovanih frejmova. Navedeni parametri su izabrani da imaju identične vrednosti, kako bi vrednosti različitih faktora koji se dobijaju posle procesa kodovanja i dekodovanja bili relevantni za poređenje i izvođenje zaključaka.

Takođe, karakteristično je da su sva testiranja realizovana sa varijabilnim bitskim protokom od 25 do 150 KB/s.

Za poređenje i analizu izlaznih rezultata kod svih realizovanih testiranja koriste se sledeći faktori: vreme estimacije pokreta (izraženo u sekundama), ukupno vreme kodovanja (izraženo u sekundama), vreme potrebno za dekodovanje (izraženo u sekundama), veličina H.264 fajla, odnos kompresije i vršni odnos signal/šum (Peak *Signal to Noise Ration, PSNR*).

Na osnovu navedenih faktora očigledno je da se testiranja generalno baziraju na računarskom vremenu (računarskim vremenima koja su potrebna za realizaciju različitih operacija i procesa kod koda i dekoda), vršnom odnosu signal/šum i bitskom protoku (u ovom slučaju promenljivom).

Poređenjem rezultata testiranja H.264 kodeka, a koji su prikazani u tabelama 2 i 3, evidentno je da Intel IPP u odnosu JM, ako se poređenje rezultata bazira na računarskom vremenu (vreme estimacije pokreta i ukupno vreme kodovanja) od 400 do 600 puta brži u procesiranju *Forman* video test sekvence u QCIF formatu.

TABELA 2. REZULTATI TESTIRANJA FORMAN30\_QCIF\_300.YUV (JM)

Koriš. bitski protok	Vreme estim. pokreta (s)	Ukup. vreme kod. (s)	Vreme dekod. (s)	Velič. H.264 fajla	Odnos komp.
25 KB/s	1396.664	1658.874	15.824	251 KB	44.37
50 KB/s	1426.045	1829.835	18.384	501 KB	22.23
75 KB/s	1442.001	1951.315	19.059	751 KB	14.83
100 KB/s	1376.785	1941.312	17.805	1.001 MB	11.12
125 KB/s	1398.593	2045.541	19.375	1.251 MB	8.90
150 KB/s	1509.317	2280.951	19.307	1.501 MB	7.42

TABELA 3. REZULTATI TESTIRANJA FORMAN30\_QCIF\_300.YUV  
(INTEL IPP)

Koriš. bitski protok	Vreme estim. pokreta (s)	Ukup. vreme kod. (s)	Vreme dekod. (s)	Velič. H.264 fajla	Odnos komp.
25 KB/s	2.51	3.41	0.1257	294 KB	37.92
50 KB/s	2.58	3.31	0.1519	562 KB	19.82
75 KB/s	3.07	3.93	0.1061	824 KB	13.52
100 KB/s	2.88	3.74	0.1232	1.082 MB	10.3
125 KB/s	2.94	3.77	0.1386	1.334 MB	8.35
150 KB/s	3.25	4.13	0.1577	1.583 MB	7.04

Ova činjenica je naročito izražena, ako se uporedi vreme potrebo za dekodovanje video test sekvence. Međutim, kod oba softverska rešenja za H.264 kodek se uočava da vreme procesiranja ne raste sa promenom bitskog protoka, već da je promenljivo (uočljiv je delimičan rast u pri bitskom protoku od 25 do 75 KB/s, zatim pad pri bitskom protoku od 75 do 100 KB/s i ponovo rast pri bitskom protoku od 100 do 150 KB/s). Ako se uporedi veličina izlaznog H.264 fajla uočava se da su izlatni fajlovi kod Intel IPP H.264 koderu delimično veći u odnosu JM. Ono što svakao daje prednost JM H.264 koderu u odnosu na Intel IPP jeste odnos kompresije.

S druge strane, poređenjem rezultata testiranja H.264 kodeka, koji su prikazani u Tabelama 4 i 5, evidentno je da Intel IPP u odnosu JM, ako se poređenje rezultata bazira na računarskom vremenu (vreme estimacije pokreta i ukupno vreme kodovanja) od 600 do 1200 puta brži kada je procesirana *Football* video test sekvenca u CIF formatu.

TABELA 4. REZULTATI TESTIRANJA FOOTBALL30\_CIF\_90.YUV (JM)

Koriš. bitski protok	Vreme estim. pokreta (s)	Ukup. vreme kod. (s)	Vreme dekod. (s)	Velič. H.264 fajla	Odnos komp.
25 KB/s	1867.852	1977.511	7.46	115 KB	116.21
50 KB/s	1895.832	2011.276	8.643	151 KB	88.5
75 KB/s	1870.535	1994.897	8.793	225 KB	59.4
100 KB/s	1787.468	1914.402	10.001	300 KB	44.55
125 KB/s	1762.494	1894.901	9.81	375 KB	35.64
150 KB/s	1752.587	1889.357	10.397	450 KB	29.7

TABELA 5. REZULTATI TESTIRANJA FOOTBALL30\_CIF\_90.YUV  
(INTEL IPP)

Koriš. bitski protok	Vreme estim. pokreta (s)	Ukup. vreme kod. (s)	Vreme dekod. (s)	Velič. H.264 fajla	Odnos komp.
25 KB/s	1.47	1.77	0.0483	88 KB	151.87
50 KB/s	1.96	2.27	0.0567	186 KB	71.85
75 KB/s	2.25	2.58	0.0642	280 KB	47.73
100 KB/s	2.38	2.71	0.0629	372 KB	35.92
125 KB/s	2.47	2.93	0.0628	465 KB	28.74
150 KB/s	2.53	2.86	0.0898	554 KB	24.12

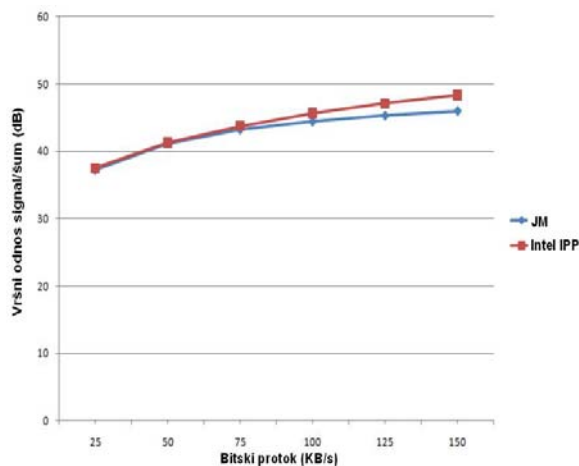
I u ovom slučaju izražena je razlika u vremenu potrebnom za dekodovanje u korist Intel IPP H.264 kodeka. Međutim, kod oba softverska rešenja za kodek se uočava da vreme procesiranja ne raste sa promenom bitskog protoka, već da je promenljivo. Dalje, ako se uporedi veličina izlaznog H.264 fajla uočava se da su izlatni fajlovi kod Intel IPP H.264 koderu delimično veći u odnosu JM, osim u slučaju kada je bitski protok 25 KB/s. Ono što svakako daje prednost JM H.264 kodeku u odnosu na Intel IPP jeste odnos kompresije, uz jedni izuzetak u slučaju kada je bitski protok 25 KB/s.

U tabeli 6. prikazan su rezultati merenja vršnog odnosa signal/šum (*Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR*) kod JM i Intel IPP H.264 kodeka, kada je procesirana *Forman* video test sekvenca pri promenljivom bitskom protoku.

TABELA 6. VRŠNI ODNOS SIGNAL/ŠUM (PSNR)  
ZA FORMAN TEST SEKVENCU

Bitski protok (KB/s)	JM (PSNR u dB)	Intel IPP (PSNR u dB)
25	37.18359	37.46751
50	41.13141	41.28917
75	43.17939	43.7612
100	44.37394	45.63609
125	45.26677	47.11219
150	45.95815	48.34548

Analizom tabele 6 i slike 1 može se uočiti da za bitski protok koji je u rasponu od 25 do 75 KB/s postoje mala (zamemarljiva) razliku u vršnom odnosu signal/šum između JM i Intel IPP H.264 kodeka, dok se posle 75 KB/s ta razlika povećava i reda je veličine nekoliko decibela (dB) u korist Intel IPP H.264 kodeka.

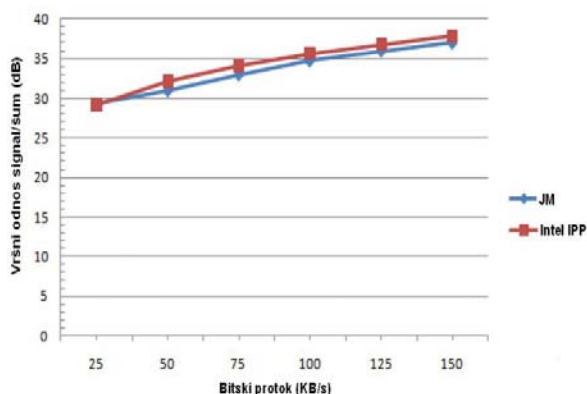


Sl. 1. Vršni odnos signal/šum za *Forman* video test sekvencu [13].

U tabeli 7. prikazan su rezultati merenja vršnog odnosa signal/šum (*Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR*) kod JM i Intel IPP H.264 kodeka, kada je procesirana *Football* video test sekvencu pri promenljivom bitskom protoku.

TABELA 7. VRŠNI ODNOS SIGNAL/ŠUM (PSNR) ZA FOOTBALL TEST SEKVENCU

Bitski protok (KB/s)	JM (PSNR u dB)	Intel IPP (PSNR u dB)
25	29.33657	29.15126
50	30.98771	32.14291
75	33.01121	34.08814
100	34.73708	35.63852
125	36.00283	36.81034
150	37.02637	37.82698



Sl. 2. Vršni odnos signal/šum za *Football* video test sekvencu [13].

Analizom tabele 7 i slike 2 može se uočiti da posle bitskog protoka od 25 KB/s postoji mala razliku (ispod jednog decibela) u vršnom odnosu signal/šum između JM i Intel IPP H.264 kodeka, ali u korist Intel IPP rešenja za kodek (osim u slučaju kada je bitski protok 75 KB/s).

#### IV. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata testiranja H.264 kodeka može se zaključiti da je Intel IPP H.264 kodek preko 600 puta brži nego JM koder u smislu računarskog vremena potrebnog za kodovanje i dekodovanje video strimova u CIF i QCIF formatu. Takođe, kvalitet izlaznog videa je testiran i u smislu vršnog odnosa signal/šum i može se zaključiti da u ovom slučaju Intel IPP H.264 kodek daje bolje rezultate u odnosu na JM. S druge strane, odnos kompresije i veličina izlaznog H.264 fajla daje prednost JM kodeku u odnosu na Intel IPP.

#### LITERATURA

- [1] T. Weigand, G. Sullivan, G. Bjontegaard and A. Luthra, Overview of the H.264/AVC video coding standard, *IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology*, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, July 2003.
- [2] K. R. Rao, Z. S. Bojkovic, D. A. Milovanović, *Wireless Multimedia Communications: Convergence, DSP, QoS and Security*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2008.
- [3] A. Puri, H. Chen, A. Luthra, Video coding using the H.264/MPEG-4 AVC compression standard, *Signal Processing: Image Communication*, vol. 19, is. 9, pp. 793-846, October 2004.
- [4] I. E. G. Richardson, *H.264 and MPEG-4 video compression video coding for next-generation multimedia*, John Wiley & Sons Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO 19 8SQ, England, 2003.
- [5] H.264: International Telecommunication Union, Recommendation ITU-T H.264: Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services, ITU-T, 2003.
- [6] Z. Miličević, Z. Bojković, Kombinovani metod za intra/inter predikciju kod H.264/AVC standarda, *Zbornik radova XVII Telekomunikacioni forum TELFOR 2009*, Beograd, 24-26. Novembar 2009.
- [7] J. Ostermann, J. Bormans, P. List, D. Marple, M. Narroschke, F. Pereira, T. Stockhammer, and T. Wedi, Video coding with H.264/AVC: tools, performances, and complexity, *IEEE Circuits and System Magazine*, pp. 7-28, first quarter 2004.
- [8] S. Kwon, A. Tamhankar, K. R. Rao, Overview of the H.264/MPEG-4 part 10, *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 17, is. 9, pp. 186-215, April 2006.
- [9] <http://software.intel.com/en-us/> for Intel IPP software (19.07.2010).
- [10] <http://software.intel.com/en-us/articles/intel-integrated-performance-primitives-code-samples/> for code samples (19.07.2010).
- [11] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/> for JM software (19.07.2010).
- [12] [http://iphome.hhi.de/suehring/tml/JM%20Reference%20Software%20Manual%20\(JVT-AE010\).pdf](http://iphome.hhi.de/suehring/tml/JM%20Reference%20Software%20Manual%20(JVT-AE010).pdf) for JM reference software documentation manual (19.07.2010).
- [13] <http://ee.uta.edu/Dip/Courses/EE5359/swaroop%20updated%20h.264.pdf> (19.07.2010).

#### ABSTRACT

This paper seeks to provide the comparison between performances results concerning the two H.264 codec's developed by Intel (Intel's Integrated Performance Primitives Intel IPP) as well as by Joint Video Team (Joint Model (JM)). H.264 codec simulation output results are generated for video content in different formats and variable bit rate. Intel IPP H.264 encoder compared to JM solution shows better results in term of computational time and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR).

#### H.264/AVC VIDEO CODING STANDARD: COMPARISON STUDY OF INTEL IPP AND JM H.264 ENCODER

Zoran Milicevic, Zoran Bojkovic