

OBJEKTIVNA PROCENA KVALITETA VIDEO SEKVENCI SA MALIM BITSKIM BRZINAMA

Boban Bondžulić¹, Vladimir Petrović², Boban Pavlović¹, Nikola Krstić¹

¹Univerzitet odbrane u Beogradu – Vojna akademija
bondzulici@yahoo.com, bobanpav@yahoo.com, krsta019@yahoo.com

²University of Manchester – ISBE, v.petrovic@manchester.ac.uk

Sadržaj: U radu su analizirane tri objektivne mere za procenu kvaliteta video signala sa potpunim referenciranjem na izvorni signal. Performanse objektivnih mera analizirane su na dve baze video sekvenci sa dostupnim subjektivnim impresijama kvaliteta. Baze sadrže video sekvence sa malim bitskim brzinama, pri čemu su degradacije izvornih sekvenci nastale kompresijom i paketskim gubicima. Dodatno, u radu je testirana hipoteza da na subjektivnu impresiju kvaliteta presudan uticaj imaju kadrovi lošeg kvaliteta.

Ključne reči: H.264, potpuno referenciranje, male bitske brzine, objektivne mere procene kvaliteta videa.

1. Uvod

Najveći broj mera za objektivnu procenu kvaliteta video signala, uključujući i mere prihvaćene od strane VQEG (*Video Quality Experts Group*) grupe i ITU (*International Telecommunication Union*) namenjen je za procenu kvaliteta video sekvenci sa fiksnom i visokom prostornom i vremenskom rezolucijom. Tako su objektivne mere iz VQEG FR-TV testova evaluirane na PAL i NTSC televizijskim formatima, rezolucija 720x576/50 fps i 720x486/60 fps [1]. U 2008. godini VQEG je kompletirao evaluaciju objektivnih mera u multimedijalnom scenariju (MM *Phase I*) [2]. Test je obuhvatio video servise koji se isporučuju sa brzinama do 4 Mb/s. Kao rezultat publikovane su četiri preporuke za procenu kvaliteta multimedije. Preporukama se definišu mere sa potpunim (*Full Reference*, FR) i delimičnim referenciranjem na izvorni signal (*Reduced Reference*, RR), dok mere bez referenciranja (*No Reference*, NR) nisu dale zadovoljavajuće rezultate.

Redukovano referenciranje i slepa procena kvaliteta SD televizije (625 linija i 525 linija), bili su predmet razmatranja RR/NR-TV VQEG projekta kompletiranog juna 2009. godine. Svi NR modeli su odbačeni, dok je ITU odlučio da je tačnost dela RR mera dovoljna za standardizaciju [3].

Prva faza HDTV VQEG projekta odnosila se na validaciju mera objektivne procene kvaliteta HD (*High Definition*) videa. Mere procene bez referenciranja nisu

zadovoljile postavljene zahteve dok su jedan FR model i jedan RR model zadovoljili da budu predmet standardizacije [4, 5].

Prenos video signala kroz komunikacioni kanal ograničenog kapaciteta veoma je teško ostvariti uz visoku prostornu i vremensku rezoluciju. U ovakvim situacijama je uobičajeno da se pored grube kvantizacije vrši smanjenje kako prostorne tako i vremenske rezolucije (tempa), sa ciljem smanjenja količine podataka.

Rezultati istraživanja predstavljeni u [6] naglašavaju da na subjektivni kvalitet utiču tip kodera, video sadržaj, bitska brzina, tempo i dimenzija kadra, po opadajućem značaju. Nezavisno od tempa i dimenzije kadra (QCIF ili CIF), kodovanjem pomoću H.264 kodera dobijen je zadovoljavajući (dobar ili odličan) kvalitet ukoliko se piksel predstavlja sa 0.1 bpp. Ograničenje bitske brzine zahteva optimalnu kombinaciju tempa i dimenzije kadra, gde subjekti biraju manju dimenziju kadra uz sporiji (brži) tempo za video sekvence sa visokom (niskom) vremenskom aktivnošću.

Postojeće objektivne mere često nisu u stanju da adekvatno procene ceo opseg kvaliteta pa su potrebne mere koje adekvatno evaluiraju kompletan opseg, a naročito signale nižeg kvaliteta. Pored toga, trenutno najbolji modeli za objektivnu procenu kvaliteta video signala koriste neki od multirezolucionihih domena i složene modele vizuelnog sistema čoveka. Rezultat su izuzetno složeni algoritmi procene kvaliteta, nepraktični za rad u realnom vremenu. Stoga postoji jasna potreba za efikasnim merama kvaliteta koje će biti sposobne da rade u realnom vremenu (vremenu trajanja signala).

U ovom radu analizirane su tri objektivne mere procene kvaliteta sa potpunim referenciranjem na izvorni video signal. Analiza je sprovedena za video sekvence sa malim bitskim brzinama, pri čemu su korišćene dve baze video sekvenci sa dostupnim subjektivnim impresijama kvaliteta. U jednoj od baza maksimalna bitska brzina iznosi 128 kb/s, dok u drugoj bazi bitska brzina ne prelazi 600 kb/s. Degradacija signala nastaje kompresijom i paketskim gubicima.

2. Opis objektivnih mera korišćenih u radu

Najčešće korišćene objektivne mere za procenu kvaliteta/distorzije su srednja kvadratna greška (*Mean Squared Error*, MSE) i vršni odnos signal šum (*Peak Signal to Noise Ratio*, PSNR), ali su ove mere često kritikovane jer ne daju rezultate koji su u potpunosti u skladu sa subjektivnim procenama [7].

Za procenu kvaliteta slike \mathbf{D} , tj. za procenu odstupanja slike \mathbf{D} od referentne slike \mathbf{R} , srednja kvadratna greška, MSE, se definiše kao:

$$MSE(\mathbf{D}, \mathbf{R}) = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (R(m, n) - D(m, n))^2 \quad (1)$$

Mnogo pogodniji za praktičnu primenu je vršni odnos signal šum. Za predstavu osvetljenosti piksela sa p bita ($L=2^p$ nivoa sivog), on je dat kao:

$$PSNR(\mathbf{D}, \mathbf{R}) = 10 \log_{10} \frac{L^2}{MSE(\mathbf{D}, \mathbf{R})} \text{ [dB]}, \quad (2)$$

gde je L dinamički opseg slike (tipično [0,255]).

SSIM indeks je veoma popularan algoritam za procenu kvaliteta slika [8]. Osnovna ideja koja stoji iza SSIM tehnike je da su slike prirodnih scena bogate strukturama i da je ljudsko oko osetljivo na strukturne distorzije.

Indeks opisuje kvalitet poređenjem lokalnih korelacija osvetljaja, kontrasta i strukture između referentne i test slike. Neka su dati vektori \mathbf{x} i \mathbf{y} . SSIM indeks je dat sa:

$$SSIM(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \cdot \frac{2\sigma_{xy} + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2} \quad (3)$$

U prethodnom izrazu, μ_x i μ_y su srednje vrednosti vektora, σ_x^2 i σ_y^2 su varijanse vektora, a σ_{xy} je kros-korelacija između \mathbf{x} i \mathbf{y} . Konstante C_1 i C_2 su date sa $C_1=(K_1L)^2$ i $C_2=(K_2L)^2$, gde je L dinamički opseg nivoa sivog piksela (za 8-bitne slike $L=255$). K_1 i K_2 su konstante čije su vrednosti male tako da C_1 i C_2 imaju uticaja samo za $(\mu_x^2 + \mu_y^2)$ ili $(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)$ malo. Predložene vrednosti konstanti su $K_1=0.01$ i $K_2=0.03$ [8].

U proceni kvaliteta slika, delovi referentne i test slike predstavljaju vektore \mathbf{x} i \mathbf{y} . Srednja vrednost lokalnih SSIM vrednosti daje krajnju meru kvaliteta slike. Ukoliko se mere PSNR i SSIM koriste u proceni kvaliteta video signala, prvo se vrši procena kvaliteta svih slika/kadrova i nakon toga vrši usrednjavanje. Vrednosti kvaliteta video sekvenci dobijene korišćenjem ovih mera biće obeležene sa Frame PSNR i Frame SSIM.

Objektivna mera sa potpunim referenciranjem predložena u [9] je zasnovana na ideji da je sistem prenosa koji prenese više informacija o gradijentu izvorne sekvence bolji. Mera kvaliteta video sekvence se dobija kao:

$$VQ^{AB} = k_s Q_s^{AB} + k_t Q_t^{AB} + k_c Q_c^{AB} \quad (4)$$

gde Q_s^{AB} govori o očuvanju prostornih informacija (strukture na sceni, prostorne veze objekata, ...), Q_t^{AB} o očuvanju vremenskih informacija (kretanje objekata, optički tok, promene u strukturama i oblicima tokom vremena) i Q_c^{AB} govori o očuvanju boje. Očuvanje prostornih i vremenskih informacija razmatra se kroz poređenje prostornog i vremenskog gradijenta izvorne i test sekvence. Očuvanje boje se posmatra kroz promene nastale u H (*hue*) i S (*saturation*) kanalima HSV kolor koordinatnog sistema.

Koeficijenti značaja k_s , k_t i k_c ($k_s+k_t+k_c=1$) su određeni kroz postupak optimizacije objektivnih skorova uz dostupne subjektivne skorove. Njihove vrednosti govore o efektima svakog od izvora informacija (prostornog, vremenskog i kanala boje) na ljudski vizuelni sistem u proceni kvaliteta videa. Optimalne vrednosti koeficijenata, $[k_s, k_t, k_c]=[0.8, 0.15, 0.05]$, ukazuju da prostorni kanal daje najpouzdanije estimacije kvaliteta, nakon čega slede vremenski pa hromatski kanal. Dinamički opseg indeksa kvaliteta VQ^{AB} je $[0, 1]$, gde se za degradiranu sekvencu sa većom vrednošću VQ^{AB} kaže da je boljeg kvaliteta. Dodatno, mera VQ^{AB} uzima u obzir i promene kvaliteta kadrova tokom vremena. Naime, za krajnju vrednost kvaliteta sekvence uzima se srednja vrednost 20% kadrova sa najnižim VQ^{AB} skorovima.

3. Opis baza video sekvenci korišćenih u radu

3.1. FUB baza sekvenci

U ovoj bazi se koristi šest originalnih (standardnih) sekvenci dužine 250 kadrova: 'Coastguard', 'Container', 'Foreman', 'Japan football league', 'News' i 'Tempete' [6]. Sekvence su komprimovane koristeći H.263 i H.264 kodere, za bitske brzine od 24 kb/s do 384 kb/s. Korišćene su dve dimenzije kadrova – QCIF (176x144) i CIF (352x288), pri čemu je tempo menjan od 7.5 do 30 kadrova u sekundi. Koristeći jedan tip kodera, promenom bitske brzine, dimenzije kadra i tempa, dobija se 15 test sekvenci, što

se vidi iz tabele 1. Ova baza nije javno dostupna i nakon upućivanja zahteva autorima iz [6], dobijen je deo baze – 60 sekvenca QCIF formata, kodovanih H.264 koderom.

Autori su koristili skalu kvaliteta sa pet nivoa. U subjektivnim testovima je učestvovalo 20 posmatrača. Za prikupljanje subjektivnih skorova korišćen je DSIS II metod (*Double Stimulus Impairment Scale, Variant II*), pri čemu se prvo prikazuje referentna, a nakon nje test sekvenca.

Tabela 1. Parametri korišćeni pri formiranju FUB baze sekvenca

Dimenzija kadra\Tempo	7.5 fps	15 fps	30 fps
CIF	64, 128 kb/s	64, 128 kb/s	128, 384 kb/s
QCIF	24, 48, 64 kb/s	24, 48, 64 kb/s	48, 64, 128 kb/s

3.2. EPFL-PoliMI baza sekvenca

Korišćenje IP mreža za isporuku multimedijalnih sadržaja od strane provajdera ka brojnim korisnicima postaje sve popularnije. U ovakvim mrežama ne postoji garancija da će sadržaj krajnjem korisniku biti isporučen bez grešaka (garantuje se najbolja namera da se isporuči sadržaj). Sa druge strane interes provajdera je da ponudi servise koji zadovoljavaju očekivanja korisnika sa stanovišta kvaliteta [10].

Dve akademske institucije – Politehnički institut u Milanu (PoliMI) i Politehnička škola u Lozani (EPFL) su učinile dostupnom bazu od 156 sekvenca, kodovanih sa H.264/AVC koderom i degradiranih sa paketskim gubicima [11]. U subjektivnim testovima je učestvovalo 40 posmatrača. U toku subjektivnih testova korišćen je SS (*Single Stimulus*) metod, pri čemu se prezentuje test sekvenca bez prikaza originala. U ovom radu je korišćena polovina baze, CIF prostorne rezolucije.

U subjektivnim eksperimentima razmatrano je šest standardnih izvornih sekvenca koje se koriste u oblasti obrade videa: 'Foreman', 'Hall', 'Mobile', 'Mother', 'News' i 'Paris'. Sekvence su dostupne u progresivnom formatu sa 30 kadrova u sekundi.

Za svaku od šest originalnih H.264/AVC povorki bita, generisane su degradirane povorke kroz odbacivanje paketa. Odabrano je šest nivoa paketskih gubitaka (*Packet Loss Rate, PLR*), procentualno 0.1%, 0.4%, 1%, 3%, 5% i 10%. Za svaki od nivoa paketskih gubitaka izabrane su po dve realizacije nastale odbacivanjem različitih paketa, tako da se ukupno dobija 12 realizacija po originalnom sadržaju. Performanse originalnih kodovanih povorki bita su date u tabeli 2. Parametri kvantizacije za svaku od sekvenca su tako podešeni da se ne pređe bitski protok od 600 kb/s.

Tabela 2. Performanse originalnih kodovanih povorki bita iz EPFL-PoliMI baze sekvenca

Ime sekvenca	Bitski protok [kbps]	PSNR [dB]	Ime sekvenca	Bitski protok [kb/s]	PSNR [dB]
'Foreman'	353	34.35	'Mother'	150	37.03
'News'	283	37.27	'Hall'	216	36.16
'Mobile'	532	28.29	'Paris'	480	33.64

4. Analiza rezultata na bazama sekvenca

Rezultati evaluacije dati su kroz dijagrame rasipanja i kroz tri aspekta kojima se odsljkava uspešnost objektivne mere u predikciji kvaliteta slike/videa [12]:

- tačnost predikcije, određena računanjem koeficijenta korelacije – LCC, srednje apsolutne greške – MAE i korena srednje kvadratne greške – RMSE, između objektivnih procena i subjektivnih skorova (*Mean Opinion Score*, MOS),
- monotonost predikcije, određena Spirmanovim koeficijentom korelacije rangova – SROCC,
- doslednost predikcije, određena brojem tačaka za koje je greška predikcije veća od dvostruke vrednosti standardne greške subjektivnih procena – OR.

Za nelinearno preslikavanje između objektivnih procena i subjektivnih skorova koristi se interpolaciona kriva sa četiri parametra (*logistic function*) [12].

4.1. Analiza rezultata na FUB bazi sekvenci

Rezultati evaluacije objektivnih mera na FUB bazi sekvenci dati su u tabeli 3. U tabeli su podebljani najbolji rezultati po svih pet kriterijuma (LCC, SROCC, MAE, RMSE i OR). Iz tabele se vidi da je po svim kriterijumima najbolje slaganje subjektivnih i VQ^{AB} objektivnih skorova kvaliteta.

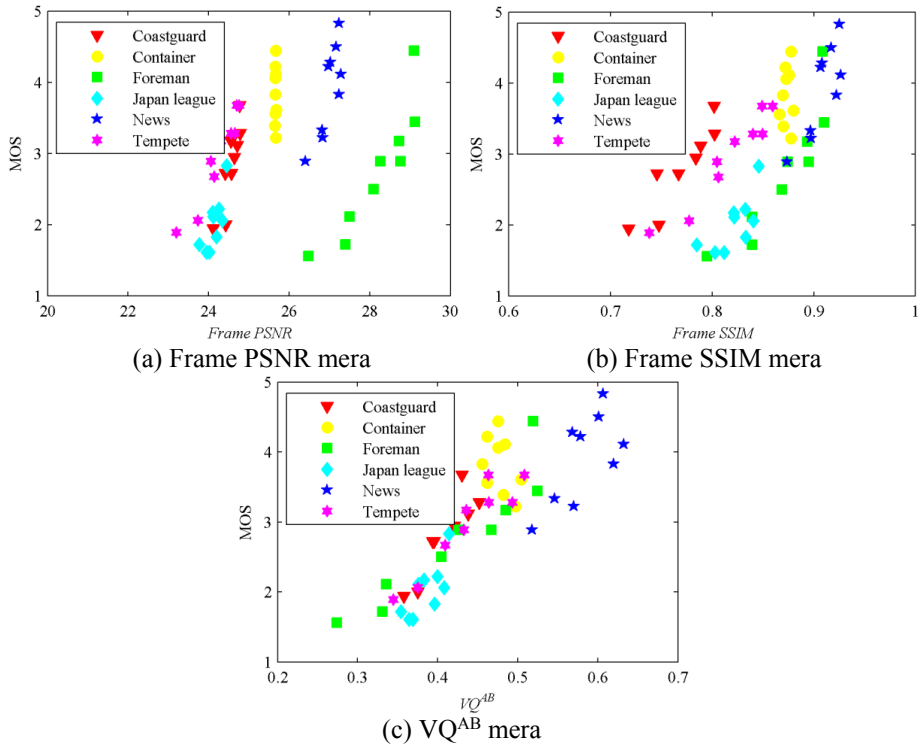
Tabela 3. Performanse objektivnih mera na FUB setu

<i>Mera procene</i>	<i>LCC</i>	<i>SROCC</i>	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>OR (%)</i>
<i>Frame PSNR</i>	0.6781	0.5395	0.4803	0.6427	38.8889
<i>Frame SSIM</i>	0.7251	0.7096	0.5449	0.6022	46.2963
<i>VQ^{AB}</i>	0.8836	0.8641	0.3211	0.4095	22.2222

Veza između subjektivnih podataka i objektivnih predikcija prikazana je kroz dijagrame rasipanja na slici 1. Prikazani su dijagrami rasipanja na kojima su test sekvence koje potiču od iste izvorne sekvence predstavljene istim simbolom.

Sa slike 1(a) se uočava značajno rasipanje u prostoru subjektivno-objektivnih PSNR skorova kvaliteta, zbog čega su i najlošije performanse Frame PSNR mere. Dijagram rasipanja Frame SSIM mere ukazuje da postoji veće rasipanje oko interpolacione krive za sekvence lošijeg kvaliteta, dok je za meru VQ^{AB} rasipanje veće kod sekvenci boljeg kvaliteta (više MOS vrednosti).

Dijagrami rasipanja prema izvornim sekvencama omogućavaju bolje sagledavanje performansi objektivnih mera. Sa ovih dijagrama rasipanja se uočava da je za sve tri mere naročito izazov proceniti kvalitet sekvence 'Container'. Subjektivni utisak kvaliteta za ovu sekvencu se kreće od 3 do 4.5 (od dobrog do odličnog), dok se po objektivnim merama skorovi značajno grupišu (najveće grupisanje je kod Frame PSNR mere). Od izvornih sekvenci ova sekvencu ima najmanju prostorno-vremensku aktivnost (varijansu unutar kadrova i razliku između susednih kadrova), što posmatračima omogućava da u obzir uzmu kvalitet prisutan na kompletnoj sceni, a ne samo u regionima u kojima postoji izraženo kretanje. Sa dijagrama rasipanja Frame SSIM mere se uočava da od trenda ostalih izvornih sekvenci odstupaju skorovi dobijeni od degradacija sekvence 'Coastguard'. Ova sekvencu sadrži najviše kretanja i za nju je najveća unutar kadrovska varijansa. Kod VQ^{AB} mere od trenda većine odstupaju skorovi dobijeni od degradacija sekvence 'News'. Ova sekvencu je takođe karakteristična po slaboj prostorno-vremenskoj aktivnosti (ona je nešto veća nego kod sekvence 'Container'), pri čemu je aktivnost u zadnjem planu (iza osoba koje čitaju vesti).



Slika 1. Dijagrami rasipanja subjektivnih i objektivnih skorova na FUB bazi sekvenci (svaka tačka odgovara jednoj video sekvenci)

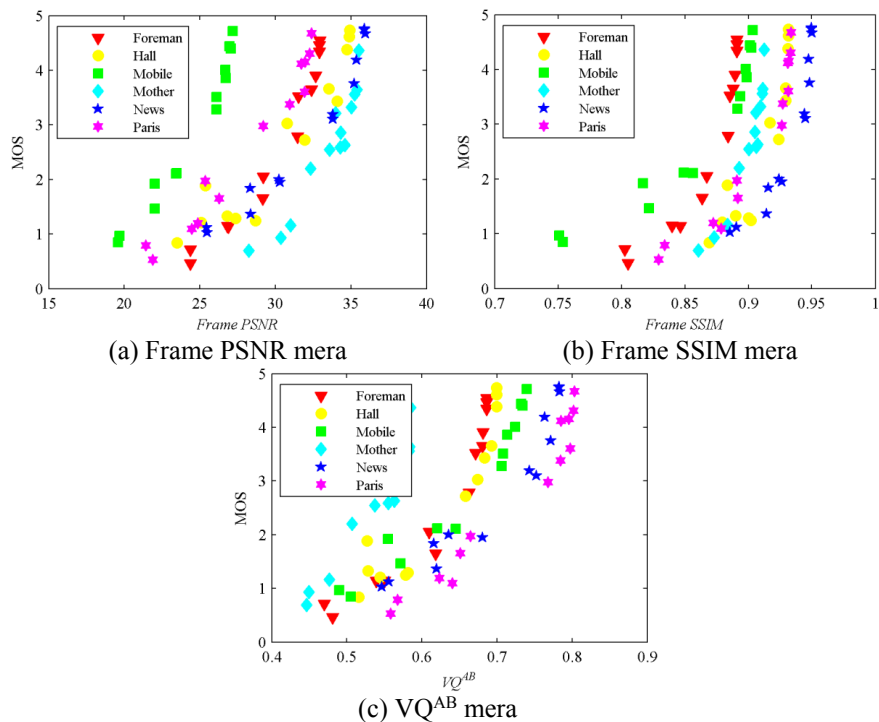
4.2. Analiza rezultata na EPFL-PoliMI bazi sekvenci

Rezultati evaluacije objektivnih mera na EPFL-PoliMI bazi sekvenci dati su u tabeli 4. Iz tabele se vidi da je po svim kriterijumima najbolje slaganje subjektivnih i VQ^{AB} objektivnih skorova kvaliteta.

Tabela 4. Performanse objektivnih mera na EPFL-PoliMI setu

Mera procene	LCC	SROCC	MAE	RMSE	OR (%)
Frame PSNR	0.6984	0.6955	0.7970	0.9654	67.9487
Frame SSIM	0.7116	0.7084	0.7877	0.9476	65.3846
VQ^{AB}	0.7909	0.7995	0.6804	0.8253	61.5385

Veza između subjektivnih podataka i objektivnih predikcija prikazana je kroz dijagrame rasipanja na slici 2. Najveće rasipanje skorova je oko interpolacione krive Frame PSNR mere. Sa slike 2(c) se uočava da kod VQ^{AB} objektivne mere postoji odstupanje trenda procena degradacija sekvence 'Mother' od degradacija ostalih izvornih sekvenci. Ovo odstupanje je posledica najniže bitske brzine (150 kb/s, tabela 2), što je objektivno uočeno i zbog čega su dobijeni najniži objektivni skorovi. Sa druge strane, slika scene obiluje uniformnim regionima u kojima posmatrači nisu uočili vizuelne efekte malog broja paketskih gubitaka, pa su dali visoke ocene.



Slika 2. Dijagrami rasipanja subjektivnih i objektivnih skorova na EPFL-PoliMI bazi

S obzirom na dijagrame rasipanja prema izvornoj sekvenci, zanimljivo je analizirati stepen slaganja subjektivnih i objektivnih skorova koji potiču od iste izvorne sekvence. Slaganje subjektivnih impresija i objektivnih skorova dato je u tabeli 5 kroz linearnu korelaciju (bez nelinearne interpolacije) i korelaciju rangova.

Tabela 5. Koeficijent linearne korelacije (LCC) i korelacija rangova (SROCC) subjektivnih i objektivnih skorova koji potiču od iste izvorne sekvence

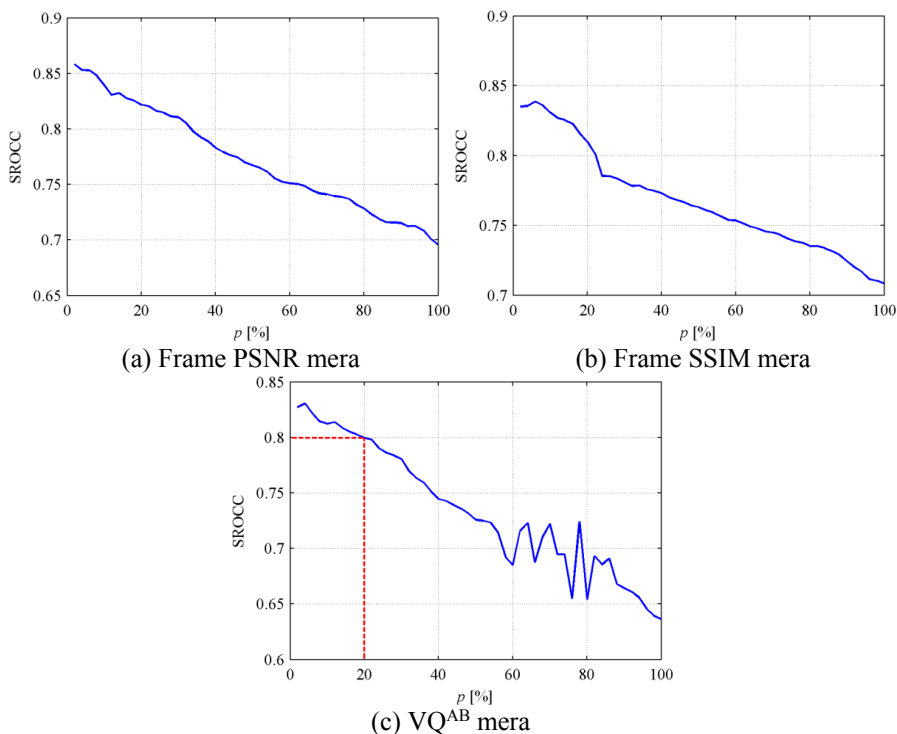
Izvorna sekvencica	LCC			SROCC		
	Frame PSNR	Frame SSIM	VQ^{AB}	Frame PSNR	Frame SSIM	VQ^{AB}
'Foreman'	0.9647	0.9110	0.9360	0.9835	0.9890	0.9780
'Hall'	0.9372	0.8997	0.9251	0.9341	0.9341	0.9066
'Mobile'	0.9747	0.9316	0.9602	0.9835	0.9725	0.9780
'Mother'	0.9411	0.9299	0.9573	0.9615	0.9560	0.9615
'News'	0.9641	0.9085	0.9473	0.9560	0.9670	0.9560
'Paris'	0.9768	0.9331	0.9695	0.9835	0.9835	0.9780
Srednja vrednost	0.9598	0.9190	0.9492	0.9670	0.9670	0.9597

Iz tabele 5 se uočava izuzetno visok stepen slaganja subjektivnih i objektivnih skorova dobijenih nad degradacijama od iste izvorne sekvence. Na podskupovima

sekvenci koje potiču od iste reference najbolje slaganje je po Frame PSNR meri. Međutim, uspeh na podskupovima sekvenci ne dovodi do uspeha na globalnom planu (nivou kompletne baze), tako da su na globalnom planu performanse Frame PSNR mere u nivou performansi Frame SSIM mere, a ispod performansi VQ^{AB} mere (tabela 4).

4.3. Uticaj izbora kadrova na performanse objektivnih mera

Intuitivno je jasno da svi kadrovi test sekvence nemaju isti značaj za posmatrača. Generalno je prihvaćeno da ljudi obraćaju više pažnje na kadrove lošeg kvaliteta nego na kadrove dobrog kvaliteta i samim tim ti kadrovi imaju veći značaj u proceni kvaliteta [13]. Zbog toga je razuman pristup da se veći subjektivni značaj da kadrovima lošeg kvaliteta (ili delovima slike lošeg kvaliteta). U radu je razmotren pristup korišćenja određenog procenta ($p\%$) kadrova lošeg kvaliteta (merenog kroz objektivnu meru). Naime, nakon određivanja kvaliteta svih kadrova vrši se sortiranje objektivnih vrednosti u rastućem redosledu i za objektivnu procenu kvaliteta uzima samo $p\%$ kadrova sa najnižim skorovima objektivnog kvaliteta (srednja vrednost $p\%$ najnižih skorova). Preostalih $(100-p)\%$ kadrova se ne koristi u objektivnoj evaluaciji.



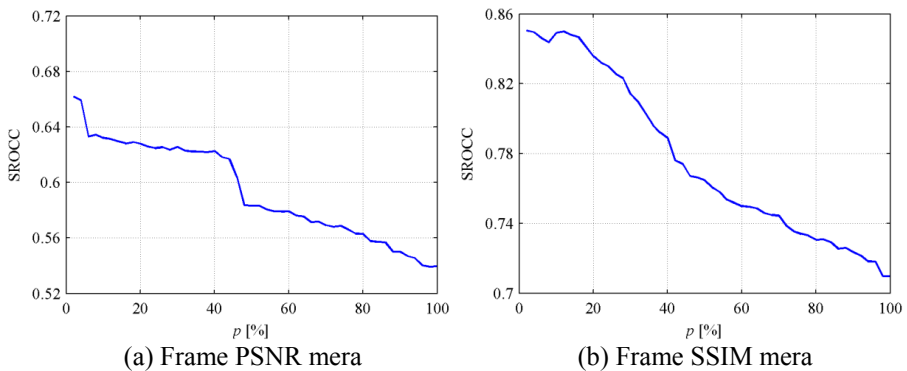
Slika 3. Zavisnost performansi od procenta relevantnih kadrova na EPFL-PoliMI setu

U validaciji predloženog pristupa i optimizaciji objektivnih mera korišćena je EPFL-PoliMI baza sekvenci. Kako bi se odredila optimalna vrednost parametra p , sprovedena je detaljna optimizacija polazeći od $p=2\%$ do $p=100\%$ sa inkrementom od 2% kadrova. Najnižih $p\%$ objektivnih skorova su jednako ponderisani, a ostatak

objektivnih vrednosti je ignorisan. Performanse objektivnih mera su evaluirane kroz poređenje sa MOS skorovima korišćenjem SROCC mere. Za preslikavanje skorova korišćena je logistik funkcija sa četiri parametra. Dobijeni rezultati (zavisnost performansi objektivnih mera od selekcije relevantnih $p\%$ kadrova) su dati na slici 3.

Sa slike 3 se uočava da performanse tri objektivne mere značajno zavise od izbora relevantnih kadrova. Korišćenje kadrova sa najnižim skorovima kvaliteta značajno doprinosi slaganju subjektivnih i objektivnih procena. Optimalna vrednost parametra p je blizu nule, tj. $p=2\%$. Ovo nije neočekivano uzimajući u obzir da ova baza sadrži degradacije nastale paketskim gubicima nastalim tokom prenosa kroz mrežu. Vidljive degradacije su u ovom slučaju prostorno lokalizovane i uočljive samo u kadrovima lošeg kvaliteta. Posebno je zanimljivo da su izborom relevantnih kadrova najbolje performanse dobijene za Frame PSNR meru (pri $p=2\%$). Na slici 3(c) su naglašene performanse standardne VQ^{AB} mere, koja koristi 20% kadrova sa najnižim vrednostima kvaliteta.

Korišćenje $p\%$ najnižih skorova kvaliteta analizirano je i na FUB bazi sekvenci. Rezultati optimizacije prikazani su na slici 4 za Frame PSNR i Frame SSIM mere (objektivna mera VQ^{AB} nije analizirana jer već ima ugrađen izbor 20% kadrova sa najnižim vrednostima kvaliteta). I ovde se može govoriti o poboljšanju performansi objektivnih mera korišćenjem relevantnih kadrova. Primena Frame SSIM mere uz izbor relevantnih kadrova donosi značajno poboljšanje performansi, ali su performanse lošije od performansi VQ^{AB} mere (tabela 3).



Slika 4. Zavisnost performansi od procenta relevantnih kadrova na FUB setu

5. Zaključak

U radu su analizirane mogućnosti tri objektivne mere procene kvaliteta video sekvenci sa malim bitskim brzinama. Na dve baze video sekvenci najbolji rezultati ostvareni su primenom mere zasnovane na očuvanju gradijenta.

Dodatno, pokazano je da se izborom relevantnih kadrova sekvence mogu značajno popraviti performanse objektivnih mera procene kvaliteta. Kako se najbolje slaganje subjektivnih i objektivnih skorova kvaliteta dobija izborom kadrova sa najnižim objektivnim skorovima kvaliteta, potvrđena je hipoteza da na subjektivnu impresiju kvaliteta presudan značaj imaju kadrovi lošeg kvaliteta.

Takođe, pokazano je i da se vršni odnos signal šum uz izbor relevantnih kadrova, može koristiti za pouzdanu procenu kvaliteta sekvenci sa paketskim gubicima.

Literatura

- [1] ITU-R Rec. BT. 1683, *Objective perceptual video quality measurement techniques for standard definition digital broadcast television in the presence of a full reference*, ITU, Geneva, Switzerland, 2004.
- [2] K. Brunnstrom, G. Cermak, D. Hands, M. Pinson, F. Speranza, and A. Webster, "Final report from the Video Quality Experts Group on the validation of objective models of multimedia quality assessment, Phase I," VQEG, [Online]. Available: <http://www.vqeg.org>, 2008.
- [3] ITU-T Rec. J.249, *Perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a reduced reference*, ITU, Geneva, Switzerland, 2010.
- [4] ITU-T Rec. J.341, *Objective perceptual multimedia video quality measurement of HDTV for digital cable television in the presence of a full reference*, ITU, Geneva, Switzerland, 2011.
- [5] ITU-T Rec. J.342, *Objective multimedia video quality measurement of HDTV for digital cable television in the presence of a reduced reference signal*, ITU, Geneva, Switzerland, 2011.
- [6] G. Zhai, J. Cai, W. Lin, X. Yang, W. Zhang, and M. Etoh, "Cross-dimensional perceptual quality assessment for low bit-rate videos," *IEEE Trans. on Multimedia*, vol. 10, no. 7, pp. 1316-1324, 2008.
- [7] Z. Wang, and A.C. Bovik, "Mean squared error: Love it or leave it? A new look at signal fidelity measures," *IEEE Signal Proc. Mag.*, vol. 26, no. 1, pp. 98-117, 2009.
- [8] Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, and E.P. Simoncelli, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 13, no. 4, pp. 600-612, 2004.
- [9] V. Petrović, and B. Bondžulić, "Objective assessment of surveillance video quality," *Sensor Signal Processing for Defence Conference, Proc. of papers*, pp. 1-5, 2012.
- [10] F. De Simone, M. Naccari, M. Tagliasacchi, F. Dufaux, S. Tubaro, and T. Ebrahimi, "Subjective quality assessment of H.264/AVC video streaming with packet losses," *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, Article 190431, pp. 1-12, 2011.
- [11] EPFL-PoliMI Video Quality Assessment Database, [Online]. Available: <http://vqa.como.polimi.it/index.htm>
- [12] ITU TUTORIAL, *Objective perceptual assessment of video quality: Full reference television*, ITU-T Telecommunication Standardization Bureau, 2004.
- [13] A.K. Moorthy, and A.C. Bovik, "Visual importance pooling for image quality assessment," *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 3, no. 2, pp. 193-201, 2009.

Abstract: In this paper we analysed three objective full-reference video quality assessment algorithms. Performance of the three methods has been evaluated through two video quality databases with subjective scores on visual quality. The freely available video quality databases contain video sequences at low bit-rates, with degraded video sequences caused by coding and packet losses. Additionally, it has been tested a hypothesis that the worst frames have the most significant influence on subjective quality video assessment.

Keywords: *H.264, full-reference, low bit-rate, objective video quality assessment.*

LOW BIT-RATE VIDEO QUALITY ASSESSMENT

Boban Bondžulić, Vladimir Petrović, Boban Pavlović, Nikola Krstić