

Pregled baza komprimiranih video signala sa subjektivnim rezultatima ocjene kvalitete

Križanec, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:828363>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

**PREGLED BAZA KOMPRIMIRANIH VIDEO
SIGNALA SA SUBJEKTIVNIM REZULTATIMA
OCJENE KVALITETE**

Završni rad

Domagoj Križanec

Osijek, 2016.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada	1
2. OCJENA KVALITETE VIDEO SIGNALA	2
2.1. Subjektivne metode	2
2.2. Objektivne metode.....	3
3. BAZE KOMPRIMIRANIH VIDEO SIGNALA	4
3.1. <i>LIVE</i> baza video signala	4
3.2. <i>LIVE Mobile</i> baza video signala	6
3.3. <i>ECVQ</i> baza video signala	8
3.4. <i>EVVQ</i> baza video signala.....	9
3.5. <i>EPFL-poliMI</i> baza video signala	11
3.6. <i>IVP</i> baza video signala	13
3.7. <i>MMSPG</i> – baza skalirano kodiranih video signala	15
3.8. Baza video signala skalirane kvalitete s artefaktima brzine promjene okvira i kvantizacije	16
3.9. Baza video signala uz prisustvo gubitka paketa	17
3.10. <i>FRTV by VQEG</i> baza video signala.....	17
3.11. <i>3D</i> baza video signala	18
3.12. <i>SD ROL</i> baza video signala	18
3.13. <i>IRCCyN IVC 1080i</i> baza video signala.....	19
4. USPOREDBA SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH OCJENA VIDEO SIGNALA	20
4.1. Rezultati testiranja za <i>LIVE</i> bazu	20
4.2. Rezultati testiranja za <i>ECVQ</i> bazu	23
4.3. Rezultati testiranja za <i>EVVQ</i> bazu	25
4.4. Usporedba objektivnih i subjektivnih rezultata za testirane baze.....	27
5. ZAKLJUČAK	30
LITERATURA.....	31
SAŽETAK.....	34
OVERVIEW OF COMPRESSED VIDEO DATABASES WITH SUBJECTIVE QUALITY ASSESMENT.....	34
ABSTRACT	34
ŽIVOTOPIS	35

1. UVOD

Jedan od najvećih problema prenošenja video zapisa preko IP mreža gubitak je kvalitete video zapisa. Takvi problemi najčešće se javljaju zbog gubitaka u prijenosu te nedostataka mreže. Nakon prijenosa, kvaliteta video zapisa ocjenjuju ljudi koji kvalitetu ocjenjuju po kontinuiranim skalama kvalitete. Takvo ocjenjivanje kvalitete naziva se subjektivno ocjenjivanje kvalitete komprimiranih video zapisa. Budući da je nemoguće organizirati testiranje s ljudima za svaki pojedini video zapis, razvijeni su računalni algoritmi koji pokušavaju zamijeniti ljude i sami vršiti ocjenjivanje. Sadržaj i ocjene koje koriste kao reference povlače iz određenih baza video zapisa koji su ocjenjivani. U ovom će radu biti potpuno prikazan opis pojedinih baza video signala kojima je dozvoljen pristup, a nakon toga slijede objektivna mjerenja kvalitete video signala PSNR metrikom.

1.1. Zadatak završnog rada

Kako bi se ocijenila uspješnost kojom računalni algoritam predviđa kvalitetu komprimiranog video signala, potrebno je imati stvarnu ocjenu kvalitete tog signala dobivenu od strane skupine gledatelja. Da bi se ispitala neovisnost performansi objektivnog algoritma o tipu sadržaja video signala, tipu izobličenja, rezoluciji i ostalim parametrima samog komprimiranog signala, potrebno je algoritam testirati na različitim bazama signala za koje se znaju subjektivne ocjene. U radu je potrebno detaljno analizirati relevantnu literaturu i dati pregled javno dostupnih relevantnih baza video signala sa subjektivnim rezultatima ocjene kvalitete. Za odabrane baze signala izračunati korelaciju subjektivnih rezultata i rezultata PSNR metrike.

2. OCJENA KVALITETE VIDEO SIGNALA

2.1. Subjektivne metode

Subjektivne metode ocjenjivanja video signala su metode koje za svoje provođenje obuhvaćaju grupe ljudskih pojedinaca što u prethodno određenim te propisanim uvjetima ocjenjuju kvalitetu videa. Kvaliteta promatranog ispitnog sadržaja ocjenjuje se tako da se računa aritmetička sredina ocjena svih pojedinaca što su ocjenjivali promatrani sadržaj. Budući da se kvaliteta video zapisa zapravo temelji na ljudskoj ocjeni kvalitete, može se reći da su subjektivni postupci zapravo stvarna ocjena kvalitete promatranog ispitnog sadržaja. Treba napomenuti kako rezultati mjerenja nisu točni brojevi, nego su rezultati statističke disperzije ocjena gledatelja koji ovise o različitim faktorima kao što su: „odabir ispitnog sadržaja, raspoloženja promatrača, uvjeti promatranja (omjer udaljenosti promatranja i visine slike, osvjetljenosti i izgled prostorije u kojoj se vrši promatranje, svjetlina, kontrast i veličina monitora, itd.)“[1].

Subjektivne se metode može podijeliti na [1]:

- SSCQS (engl. *Single Stimulus Continuous Quality Evaluation*) : jednopodražajni postupak s apsolutnom ocjenom kvalitete slike
- DDIS (engl. *Double Stimulus Impairment Scale*) : dvopodražajni postupak s ocjenom izobličenja slike
- DSCQS (engl. *Double Stimulus Continuous Quality Scale*): dvopodražajni postupak s ocjenom kvalitete slike
- ACR (engl. *Absolute Category Rating*): postupak apsolutnog kategorijskog ocjenjivanja.

Važno je napomenuti kako je sve postupke i načine mjerenja opisala i standardizirala Međunarodna telekomunikacijska agencija. Subjektivne metode imaju i svoje glavne nedostatke poput dugotrajne pripreme mjernog okruženja, složenosti te nemoguće primjene u stvarnim sustavima. Zbog toga su razvijeni posebni računalni algoritmi koji koriste subjektivne metode kao referentne postupke zbog njihove pouzdanosti mjerenja i ocjenjivanja te uspoređuju njihove rezultate s videima i slikama koje sami ocjenjuju.

2.2. Objektivne metode

U današnje suvremeno doba, dok svakodnevno nastaju stotine tisuća novih video zapisa, bitno je pronaći način ocjenjivanja kvalitete videa preko matematičkih modela koji bi se dosta približio stvarnim subjektivnim rezultatima vršenim nad ljudskim ispitanicima. Sve objektivne postupke za ocjenjivanje kvalitete video sustava opisala je telekomunikacijska unija. Ti objektivni postupci zapravo određuju stupanj izobličenja koristeći razne tehnike koje se dijele ovisno o dostupnosti originalnog sadržaja tijekom mjerenja.

Postupke se objektivnog mjerenja kvalitete slikovnog ili video sadržaja dijele na 3 načina[1]:

- „Objektivne mjere koje vrednuju razliku između originalnog i izobličenog sadržaja- ocjena kvalitete ispitnog vizualnog sadržaja mjeri se uz prisustvo originalnog sadržaja –FR (engl. *Full Reference*).“
- „Objektivne mjere koje se temelje na ekstrakciji i usporedbi značajki originalnog i izobličenog vizualnog sadržaja –ocjena kvalitete ispitnog vizualnog sadržaja temelji se na usporedbi statistički dobivenih značajki ispitnog i originalnog vizualnog sadržaja – RR (engl. *Reduced Reference*).“
- „Objektivne mjere koje vrednuju izobličenja u ispitnom sadržaju bez uporabe originalnog sadržaja –ocjena kvalitete ispitnog vizualnog sadržaja temelji se na značajkama informacije o originalnom sadržaju- NR (engl. *No Reference*).

3. BAZE KOMPRIMIRANIH VIDEO SIGNALA

Baze za ocjenjivanje kvalitete videa omogućuju istraživačima ocjenjivanje svojstava algoritama za ocjenu kvalitete te pridonose postignuću krajnjeg cilja objektivnog ocjenjivanja što je približavanje ljudskoj percepciji. Postoji mnogo različitih vrsta baza komprimiranih video sustava sa subjektivnim rezultatima ocjenjivanja koji se razlikuju prema tipu videa ili načinu komprimiranja tih video sustava.

3.1. *LIVE* baza video signala

Laboratorij za inženjering slika i videa sa sveučilišta u Austinu napravio je bazu komprimiranih video sustava *LIVE* (engl. *Laboratory for Image & Video Engineering*). Napravljena je baza za ocjenjivanje videa koja će dopuniti *LIVE* bazu za ocjenu kvalitete slike, kako bi opremili istraživače važnim alatom u svrhu napredovanja razvoja objektivnog ocjenjivanja video signala [2][3]. Cilj kompletne studije bio je razvitak baze podataka što bi automatski izazvala VQA (engl. *Video Quality Algorithms*). *LIVE* baza za ocjenjivanje kvalitete videa koristi deset nekomprimiranih video zapisa visoke kvalitete sa velikim opsegom sadržaja kao referentne videoe. Iz tih deset referentnih videa napravljen je popis od 150 izobličenih videa (15 videa po jednoj referenci) koristeći 4 različite vrste izobličenja što su: MPEG-2 kompresija, H.264 kompresija, simulirana transmisija H.264 komprimiranih tokova bitova kroz IP mrežu sklonu kvarovima te kroz bežičnu mrežu sklonu kvarovima. Svi video zapisi koriste YUV 4:2:0 format te nemaju nikakvih zaglavlja. Rezolucija svakog pojedinog video zapisa je 768x432 elemenata slike. Razine izobličenja su ručno su namještane kako bi bilo osigurano da su različite razine izobličenja očite i ljudima. Svaki pojedini video zapis u *LIVE* bazi za procjenu kvalitete video signala bio je procijenjen od strane 38 pojedinaca u studiji istog stimulansa gdje su oznake referenci bile skrivene od subjekata, te gdje su subjekti ocjenjivali kvalitetu video zapisa prema kontinuiranoj skali kvalitete. 9 od tih 38 subjekata pokazalo se nepouzdanima u studiji, tako da su subjektivni rezultati u ovoj bazi rezultat testiranja vršenih nad 29 subjekata. Značenje te varijanca razlike rezultata srednje subjektivne ocjene (engl. *Difference Mean Opinion Scores - DMOS*) koje su dobivene subjektivnim ocjenjivanjem, kao i reference te izobličenju mogu se naći u sklopu baze video podataka. Također su ocijenili i performanse nekoliko potpunih referenci algoritama za subjektivno ocjenjivanje kvalitete video zapisa i zapisali rezultate te statističke testove u njihovu istraživanju. Slika 3.1. prikazuje po jedan okvir iz svakog od referentnih video zapisa.



a)



b)



b)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

Slika 3.1. Okvir iz originalnog signala iz LIVE baze:
a)bs b)mc c)pr d)pa e)rb f)rh g)sf h)sh i)st j)tr

3.2. *LIVE Mobile* baza video signala

Svakodnevnim napretkom funkcija mobilnih uređaja eksponencijalno raste i gledanje video sadržaja preko istih. *LIVE* je zbog toga razvio novu bazu kvalitete video zapisa koja predočava izobličenja video zapisa što prolaze kroz prometne bežične veze te koja sadrži mjerenja subjektivne kvalitete video zapisa preko mobilnih uređaja ili tableta nad ljudskim subjektima. Baza sadrži 200 izobličenih videa + 4 kompresije + 4 gubitka paketa zbog prijenosa bežičnim mrežama + 4 zamrzavanja slike + 3 s prilagođenom stopom + 5 s trenutnom dinamikom po referenci, svaki s rezolucijom 1280x720 i sa okvirnom stopom od 30 fps-a (engl. *frames per second*) te trajanja od 15 sekundi koja su načinjena iz 10 izvornih videa visoke razlučivosti snimljenih koristeći „*RED ONE*“ digitalnu kinematografsku kameru. Svi video zapisi su komprimirani s brzinom između 0.7 i 6 Mbps[4][5][6]. Premda nova *LIVE* mobilna video baza sadrži ista izobličenja koja su istražena u prethodnim istraživanjima mobilnih baza, također sadrži i dinamički promjenjiva izobličenja koja se mijenjaju po funkciji vremena poput zamrzavanja slike te promjenjive razine kompresije. Baza uključuje subjektivnu studiju, analizu ljudskog ponašanja te procjenu algoritma trenutne objektivne slike te video kvalitete (IQA/VQA). Cilj ove studije bio je razvijanje baze koja će automatski izazvati VQA algoritme koji simuliraju izobličenja u visoko prometnim bežičnim mrežama te postavljanje mjerila ljudske percepcije na videozapise s kvalitetom na mobilnim uređajima. U studiji je sudjelovalo 50 ispitanika što je rezultiralo sa 5 300 zaokruženih subjektivnih rezultata. Svaki video zapis u *LIVE* mobilnoj video bazi procijenjen je jednopodražajnim postupkom s apsolutnom ocjenom kvalitete slike (SSCQE) sa skrivenim referencama. Studija uključuje i razliku srednje subjektivne ocjene kvalitete (DMOS) izvedene iz rezultata dobivenih od subjekata nakon svakog pojedinog video zapisa kao i vremenski kontinuirane rezultate. Također su analizirali ljudska mišljenja koristeći statističke tehnike. Nadalje, u obzir su uzete i ocjene kvalitete tableta i mobitela na kojima su rađena istraživanja kako bi se vidjelo koliko utjecaja na kvalitetu daju različiti zasloni. Uzeti su u obzir i par IQA/VQA algoritama prema njihovoj efikasnosti u predviđanju određene video kvalitete. Slika 3.2. prikazuje po jedan okvir iz svakog od referentnih video zapisa.



a)



b)



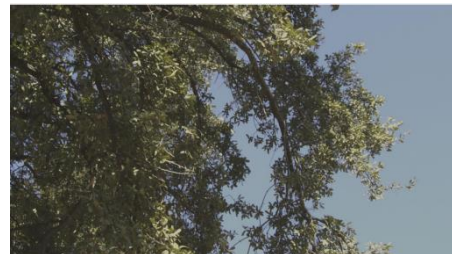
c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

Slika 3.2. Okvir iz originalnog signala iz LIVE mobile baze:
a)bf b)dv c)fc d)hc e)la f)po g)rb h)sd i)ss j)tk

3.3. ECVQ baza video signala

(engl. *ETFOS CIF Video Quality*) ECVQ baza video signala koristi osam nestlačenih video zapisa sa znatno drugačijim sadržajem. Referentni su video zapisi predočeni u izvornom YUV 4:2:0 formatu, svi u CIF rezoluciji (352x288) s brzinom okvira od 25 fps-a te sveukupno imaju 300 okvira[22][23][24]. Koristeći te originalne video zapise, napravljen je set od 90 izobličenih video zapisa. Korištena su dva načina izobličavanja: H.264/AVC kompresija te MPEG-4 vizualna kompresija. Sekvence su kodirane različitim brzinama (od 73 do 827 kb/s) što daje veliki spektar izobličenja. Eksperimentalno subjektivno ocjenjivanje kvalitete bilo je provedeno nad 40 ispitanika koristeći metodu za subjektivno ocjenjivanje kvalitete video zapisa (SAMVIQ). Svaki video zapis pokazan je ispitaniku samo jednom. Ispitivači su nakon promatranja video zapisa morali ocijeniti video zapis ocjenama od 0 do 100. Nakon ispitivanja, računa se razlika rezultata srednje subjektivne ocjene (DMOS). Srednja vrijednost rezultata te varijanca dobivena subjektivnim ocjenjivanjem mogu se naći u bazi koju nudi ETFOS uz sve ostale referentne te izobličene video zapise. Slika 3.3. prikazuje po jedan okvir iz svakog referentnog video zapisa.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

Slika 3.3. Okvir iz originalnog signala iz ETFOS CIF baze:
a) Container Ship b) Flower Garden c) Football d) Foreman e) Hall f) Mobile g) News
h) Silent

3.4. EVVQ baza video signala

(engl. *ETFOS VGA Video Quality*) EVVQ baza koristi osam ne stlačenih video zapisa s vidno različitim sadržajem. Baza je veoma slična prethodno opisanoj bazi podataka, a glavna razlika je u tomu što se u ovoj bazi ocjenjuju video zapisi pri VGA (640x480) rezoluciji. Kao i u prethodnoj bazi, svi video zapisi imaju okvirnu brzinu od 25 fps-a te sveukupno 300 okvira[22][23][24]. Iz originalnih video zapisa, koristeći H.264 kompresiju te MPEG-4 vizualnu kompresiju, napravljeno je 90 izobličenih video zapisa za daljnje ocjenjivanje. Sekvence su kodirane različitim brzinama (od 261 do 1737 kb/s). Testiranje se vršilo nad 40 ispitanika koristeći metodu za subjektivno ocjenjivanje kvalitete video zapisa (SAMVIQ). Nakon prikazivanja, računa se razlika rezultata srednje ocjene (DMOS). Srednju vrijednost te varijancu rezultata može se naći u bazi uz sve originalne te izobličene video zapise. Slika 3.4. prikazuje po jedan okvir iz svakog referentnog video zapisa.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

*Slika 3.4. Okvir iz originalnog signala iz ETFOS VGA baze:
a)Cartoon b)Cheerleaders c)Discussion d)Flower Garden e)Football f)Mobile
g)Town Plan h)Weather*

3.5. EPFL-poliMI baza video signala

Kako bi se pružila balansirana i razumljiva baza podataka koja bi omogućila izvediva istraživanja u polju procjene video kvalitete, nudi se javno dostupna baza podataka sa 156 video sekvenci koji su kodirani sa H.264/AVC i pokvareni sa istodobnim gubitkom paketa podataka zbog prijenosa preko mreže sklone pogreškama. Materijal uključuje jedan set od 78 video nizova (sekvenci ili slijedova) na CIF prostornoj rezoluciji i još jedan set od 78 nizova na 4CIF prostornoj rezoluciji. Također su uključeni rezultati subjektivnih testova koji su provedeni na području dvije akademske institucije, Politecnico di Milano-Italija i Ecole Polytechnique Federale de Lausanne- Švicarska [7][8][9]. 40 neupućenih subjekata sudjelovalo je u subjektivnim istraživanjima. U ovom subjektivnom istraživanju postoji 6 izvornih videa na koje su stavljena različita izobličenja te su napravljene testne sekvence. Originalni video zapisi su CIF rezolucije (352x288 piksela) i nazvani su Foreman, Hall, Mobile, Mother, News i Paris. Svi video zapisi dostupni su u formatu pri okvirnoj stopi od 30 fps-a. Budući da predstavljaju različite razine prostorne i vremenske kompleksnosti, ove sekvence su pomno odabrane. Svako testiranje podrazumijeva samo jednog subjekta u prostoriji pri ocjenjivanju kvalitete video zapisa. Pri ovom subjektivnom testiranju, istraživači su koristili metodu jednog poticaja (engl. *Single Stimulus – SS*) u kojoj je ispitivani video zapis prezentiran sam, bez uparivanja sa njegovom originalnom (referentnom) verzijom. Svaka sekvenca prikazana je u vremenskom razdoblju od 10 sekundi. Na kraju svake prezentacije slijedi dodatnih 3-5 sekundi za glasanje gdje subjekt ocjenjuje kvalitetu video zapisa koristeći kontinuiranu skalu ocjenjivanja u rasponu od 0 do 5. Ti izvorni subjektivni rezultati kasnije su procesirani kako bi se dobila srednja subjektivna ocjena testiranja (MOS). Slika 3.5 prikazuje po jedan okvir iz svakog referentnog video zapisa.



a)

b)

c)



d)

e)

f)



g)

h)

i)



j)

k)

l)

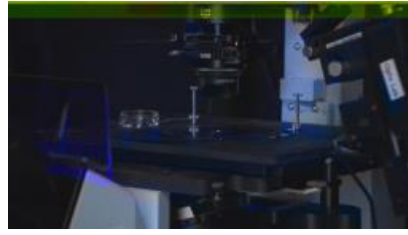
Slika 3.5. Okvir iz originalnog signala iz EPFL- poli MI baze:
 a) Ducks Take off b) Harbour c) Ice d) ParkJoy e) Soccer f) Foreman g) Hall h) Mobile
 i) Mother j) News k) Paris l) CrowdRun

3.6. IVP baza video signala

Veleučilište u Hong Kongu razvija IVP (engl. *Image and Video Processing*) [14] baza komprimiranih video sustava sa subjektivnim načinom ocjenjivanja. Za istraživanje je korišteno deset nekomprimiranih video zapisa visoke definicije (1920x1080) kao referentne videoe [12][13]. Jedan video koji sadrži animacije napravljen je pomoću 3D modela, dok su svi ostali video zapisi snimani sa profesionalnom opremom te pažljivo prebačeni u digitalni zapis. Zapisi su snimani u progresivnom RAW formatu pri 25fps-a bez ikakvog stlačivanja. Prije ubacivanja izobličenja na video zapise, prvo je prebačen format iz RAW u YUV 4:2:0. Svaki video zapis trajanja je od 10 sekundi te nema audio komponentu. Izobličenje video zapisa postignuto je koristeći 4 tipa izobličavanja. Ona su MPEG 2 kompresija, *Diracwavelet* kompresija, H.264 kompresija te gubitak paketa na H.264 kompresiji zbog prijenosa IP mrežama. Video zapisi komprimirani sa MPEG 2 ili H.264 kompresijama koriste tipična izobličavanja poput blokiranja, zamagljivanja, mrdanja te zamagljivanja pokreta pri krajevima objekta. Video zapisi komprimirani preko *Diracwavelet* kodiranja imaju par blokiranih sadržaja, ali pokazuju zrnatost slike te mrljavost. Na kraju svega, 4 komprimirana prijenosa video zapisa bila su odabrana kako bi bila dekodirana sa komprimiranim mehanizmom za dekodiranje JM programa te sa fleksibilnim naručivanjem makrobloka (FMO). Što se tiče samog istraživanja, istraživači su koristili 42 plaćena ispitanika, omjer žena i muškaraca - 11:31. Među njima 25 ispitanika nije radilo ili je imalo ikakvog kontakta sa poslovima vezanim za ocjenjivanjem video kvalitete. Ostalih 17 ispitanika članovi su IVP laboratorija, te su u istraživanju označeni kao stručnjaci. U ovoj bazi, IVP laboratorij nudi svima na korištenje 3 datoteke sa subjektivnim ocjenama, što su dobili kao povratnu informaciju od nestručnjaka, stručnjaka, te od svih ispitanika. Svaki ispitanik procijenio je 10 referentnih video zapisa te 128 komprimiranih video zapisa. Korištena je ACR metoda opisana u prethodnim slučajevima. Između pojedinih video zapisa postojao je vremenski prozor od 5 sekundi za ocjenjivanje video zapisa ocjenama od 1 do 5. Krajnja obrada subjektivnih rezultata sastoji se od triju stadija. Prvo, svaka se grupa rezultata uvrštava u Z rezultate, tako da svaka grupa rezultata ima vrijednost značenja i varijance 0. Nakon toga, subjekti su izloženi Beta2 testiranju reakcije. I posljednje, svi odbačeni Z rezultati uvrštavaju se u graf sa linearnom regresijom (obrnuta Z transformacija). Nakon svega, računaju se DMOS te sve ostale devijacije. Slika 3.6. prikazuje po jedan okvir iz svakog od referentnih video zapisa.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)

Slika 3.6. Okvir iz originalnog signala iz IVP baze:
a)Bus b)Laser c)Overbridge d)Robot e)Shelf f)Square g)Toys Calendar h)Tube
i)Tractor j)Train

3.7. MMSPG – baza skalirano kodiranih video signala

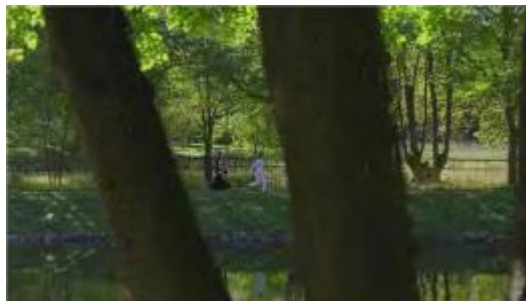
Baza skalirano kodiranih video zapisa nudi efikasnu alternativu prijenosu uživo gdje sadržaj mora biti prenesen većoj grupi klijenata s različitim uvjetima prijenosa mrežom te sa različitim uvjetima dekodiranja te projektiranja. Trodimenzionalna skaliranost koja je dio skaliranog video kodiranja nudi takvu adaptivnu distribuciju klijenata[15][16]. Za razvitak ovakvog prijenosa, MMSPG laboratorij morao je provesti subjektivno istraživanje za skalirano video kodiranje, gdje su bila uvrštena 2 različita načina skaliranog kodiranja (SVC te engl. *Wavelet-based codec*) te gdje su ocjenjivanja 3 različita video zapisa visoke kvalitete (HD). Brzine prijenosa rangirane su između 300kbps te 4Mbps. Rezolucije video zapisa bile su: 320x180, 640x360 te 1280x720. Dva različita načina testiranja su korištena u ovom istraživanju. To su upareno uspoređivanje te studija kvalitete istog stimulansa. U uparenom istraživanju, dvije različite video sekvence sa različitim konfiguracijama skaliranja emitirane su jedna pored druge te su subjekti imali mogućnost triju odabira: kvalitetnija lijeva slika, kvalitetnija desna slika te jednako kvalitetne obje slike. U studiji kvalitete istog stimulansa svaki je video zapis pokazan subjektima, te su ga morali ocijeniti ocjenama od 0 do 100. Slika 3.7. prikazuje po jedan okvir iz svakog od referentnih video zapisa.



a)



b)



c)

Slika 3.7. Okvir iz originalnog signala iz MMSPG baze:
a) Ducks Take Off b) Into Tree c) Park Joy

3.8. Baza video signala skalirane kvalitete s artefaktima brzine promjene okvira i kvantizacije

Izvorni naziv ove baze je *Scalable video quality with frame rate and quantization artefacts database*. Zbog razvitka skaliranog video kodiranja (SVC), video prijenos uživo može biti dekodiran pri puno nižim rezolucijama u vremenskom i prostornom smislu. Kako bi se dobro proučio učinak na kvalitetu video zapisa tijekom vremenskih i prostornih izobličenja, potrebno je provesti detaljno subjektivno istraživanje kvalitete [17]. U ovom subjektivnom testiranju kvalitete korišten je protok sličan ACR-u (engl. *Absolute Category Rating*). Ispitan je 31 subjekt te je dobiveno ukupno 20 ocjena za svaki ispitani video zapis. Kako bi potpuno ispitali subjekte radi predočenja subjektivnih ocjena pri različitim brzinama te kako bi ispitali sadržaj video zapisa i rezoluciju ovisnu o promjenama brzine, odabrano je 6 video zapisa što su korišteni kao referentni zapisi. Svi su predočeni u CIF (352x288) te QCIF (176x144) rezoluciji, originalno sa brzinom od 30fps-a. Nadalje, svakom je video zapisu je smanjena brzina sa 30 fps, na 15, 10, 7.5 i 6 bez ikakvog trenutnog filtriranja što na kraju daje ukupno 30 testnih sekvenci za svaku rezoluciju. Svi video zapisi zapravo su prikazani u svojoj izvornoj brzini okvira, samo što su okviri jednostavno duže zadržani prilikom smanjenja brzine. Prije početka testiranja subjektima su dani probni video zapisi kako bi se upoznali sa načinom ocjenjivanja te unaprijed odgovorili na sva moguća pitanja. Sveukupno 30 studenata elektrotehnike na Polytechnic sveučilištu bilo je ispitano u CIF te QCIF testiranju. Subjektivno ocjenjivanje kvalitete provedeno je pomoću jednodražajnog postupka s apsolutnom ocjenom kvalitete slike (SSCQE). Raspon ocjena kojeg je subjekt mogao dati bio je od 0 (najgori) do 100 (najbolji). Svako testiranje trajalo je 15 minuta bez pauze. Izlučivanje konačne ocjene vršeno je tako da su se prvo našli apsolutni minimumi i maksimum što je subjekt dao za sveukupne video zapise te iz toga vadili srednje ocjene kako bi se dobio MOS. Kao što i očekivano, MOS je padao s padom brzine okvira video zapisa. Zanimljivo je kako su ocjene padale brže pri QCIF rezoluciji u odnosu na CIF rezoluciju. Standardna devijacija svih videozapisa pri QCIF rezoluciji iznosi 10 u odnosu na 9.3 od CIF rezolucije. Istraživači te rezultate pridodaju tomu da je ocjenjivanje videozapisa vrlo teško pri tako malim veličinama prikazivanja. Malo je neočekivanim bilo da je MOS za pojedine QCIF sekvence pri najvećoj brzini okvira bio pomalo veći nego li kod CIF sekvenci, ali to su bila samo blaga odstupanja. Istraživači zaključuju kako bi srednje ocjene za QCIF te CIF sekvence pri najvećoj brzini okvira trebale biti sličnije da je više subjekata bilo uključeno u testiranje.

3.9. Baza video signala uz prisustvo gubitka paketa

Izvorni je naziv ove baze *Perceptual video quality in presence of packet loss*. Kako bi se potpuno istražio utjecaj gubitka paketa na procjenu opažene kvalitete video zapisa, istraživači su proveli 2 subjektivna istraživanja. Prvo je istraživanje bilo za svaku pojedinu sliku u video zapisu, a drugo je bilo za kompletnu sekvencu. S obzirom na to kako je cilj ovog rada proučavanje samo kvalitete video zapisa, biti će opisan samo dio istraživanja gdje se proučava kompletna sekvenca video zapisa[18][19]. U ovom istraživanju korišteno je sveukupno 17 sekvenci video zapisa što uključuju 15 sekvenci iz prvog testiranja kvalitete slike, te još dviju dodatnih sekvenci. Svaka je sekvenca bila iste dužine trajanja što je iznosilo oko 2 sekunde, i treći i četvrti okviri bili su maknuti simulirajući tako gubitak paketa pri prijenosu 3G mrežama. Istraživači su uzeli tijek od 2 sekunde jer su zaključili iz testnih prikazivanja kako je interval od 2 sekunde potpuno dovoljan kako bi subjekti dali pouzdanu ocjenu kvalitete za pojedini video zapis. Za testiranje se koristio jednodražajni postupak sa apsolutnom ocjenom kvalitete (SSCQS). Subjektima je bilo rečeno kako ocjenjuju izobličene video sekvence te te su svaki video trebali ocijeniti ocjenama od 1 do 5. Pri svakom testiranju subjektima su bili prikazani svih 17 video zapisa od kojih su prvih 5 služili za vježbanje, a ostalih 12 za testiranje. Ocjene dobivene tijekom vježbanja subjekata pokazale su se manje pouzdanima nego ocjene dobivene za vrijeme glavnog testiranja, tako da se prvih 5 video zapisa nije uzimalo u obzir pri računanju MOS-a. Test je sveukupno trajao 2 minute bez pauza. Svaki set video sekvenci bio je procijenjen od strane 32 gledatelja (12 video stručnjaka, te 20 ne stručnjaka). Svaka video sekvenca imala je QVGA (320x240) rezoluciju sa okvirnom brzinom od 12 fps. Svaki video je bio kodiran/dekodiran koristeći JM 10.0 koder, prateći sa H.264 izobličavanjem za ciljnom brzinom bitova od 128 kbps.

3.10. FRTV by VQEG baza video signala

Ovo istraživanje napravljeno od strane VQEG (engl. *Video Quality Experts Group*)[20], predočuje subjektivno ocjenjivanje objektivnih modela video kvalitete koji su bili predani grupaciji. Svaki od 10 istraživača dao je jedan model video zapisa koji bi se koristio pri izračunavanju objektivnih ocjena te kako bi ti rezultati kasnije bili uspoređeni sa subjektivnim rezultatima. Preko 26 000 subjektivnih rezultata bilo je generirano temeljeno na 20 različitih video sekvenci procesirano pomoću više od 16 različitih video sustava te procijenjeno na 8 različitih laboratorija za analizu video sustava diljem svijeta. Subjektivno testiranje je bilo organizirano u četirima grupama: 50 Hz/visoke kvalitete, 50Hz/ niske kvalitete, 60Hz/visoke kvalitete te 60 Hz/ niske kvalitete. U ovim slučajima visoka kvaliteta se odnosi na poslanu

kvalitetu, a niska kvaliteta na primljenu kvalitetu. Grupa visoke kvalitete se odnosila na brzinu prijenosa između 3Mbps te 50Mbps, dok se grupa niske kvalitete odnosila na brzine prijenosa između 768 kbps te 4.5 Mbps. Subjektivna procjena je vršena pomoću dvopodražajnog postupka ocjene kvalitete video zapisa (DSCQS). Dvije različite grupe od 18 ispitanika bile su korištene u svakom laboratoriju diljem svijeta, jedna za visoku, a druga za nisku kvalitetu. Samo ne stručni ispitanici smjeli su sudjelovati u istraživanju. Svi subjekti su prije sudjelovanja morali proći određena testiranja, odnosno morali su imati normalan vid (20/20) bez korištenja korekcijskih dioptrijskih naočala, da su raspoznavali boje, te da su znali jezik na kojemu se vrši testiranje kako bi mogli razumjeti i odgovoriti na upute o testiranju.

3.11. 3D baza video signala

Iako se godinama već subjektivno ocjenjuje kvaliteta 2D video zapisa, ubacivanje 3D videozapisa u to zahtjeva potpuno novu metriku te metodologiju uzimajući u obzir najosnovnije razlike u ljudskoj percepciji te izobličenju. S obzirom na to, razvijena je najnovija stereoskopska baza videozapisa sa velikim brojem scena snimanih koristeći dvije HD kamere sa različitim parametrima snimanja. Uz sve video zapise što se mogu naći u bazi, istraživači također daju na korištenje i subjektivne rezultate dobivene metodom jednopodražajnog postupka sa apsolutnom ocjenom kvalitete slike [21]. Spomenuta baza u sebi ima stereoskopske video zapise rezolucije 1920x1080 elemenata slike te brzine od 25fps-a. Snimane su razne scene sa velikim brojem boja, tekstura te pokretnih objekata. Baza sveukupno sadrži 6 scena na koju se na obične 2D karakteristike (boja, tekstura, pokret), dodaju još i 3D karakteristike (dubina). U studiji je ispitano sveukupno 20 subjekta (6 ženskih te 14 muških). Nitko od njih nije bio stručnjak za video zapise, a godine su im bile u intervalu od 24 do 37 godina. Za subjektivno ocjenjivanje, baza je bila podijeljena u set za vježbanje (1 scena) te testiranje sa ostalih 6 scena. Za svaku od scene, proučavalo se 5 različitih udaljenosti kamere (10, 20, 30, 40, 50 cm) . Troje je subjekata diskreditirano pa se u konačan rezultat uzimaju rezultati preostalih 17.

3.12. SD ROL baza video signala

SD ROL baza subjektivnog ocjenjivanja kvalitete video zapisa također dolazi sa IRCCyN instituta. Ova baza sadrži 84 video zapisa nad kojima se vršilo ispitivanje uključujući i sve subjektivne rezultate. Video zapisi su različitog sadržaja sa 14 HCR kodiranjem, uključujući simulaciju pogrešnog prijenosa ili bez nje. H.264 izobličenja u također uključena. Uz bazi, uz podatke o video zapisima, mogu se naći i dokumenti sa individualnim ocjenama pojedinih video zapisa te MOS-om za svaki pojedini video. Sadržaj ove baze čine SD – video zapisi, rezolucije

720x576 piksela te frekvencije polja od 50Hz. Kompletno ispitivanje vršilo se ACR metodom, a trajalo je sveukupno 30 minuta.

3.13. IRCCyN IVC 1080i baza video signala

1080i baza podataka video kvalitete sadrži 192 video sekvenci od 9 do 12 sekundi u 1920x1080i50 rezoluciji. Pruženi su individualni glasovi i MOS rezultati sakupljeni od strane ACR-HR i SAMVIQ eksperimenta [10][11]. 24 visoko kvalitetne video sekvence u 1920x1080i50 rezoluciji su procesuirane u 8 različitih načina kako bi sadržali 192 procesuirane video sekvence (slijeda). H.264 video kodiranje sa 7 različitih, individualno odabranih tokova bitova, korišteno je kako bi stvorilo degradirane video sekvence koje se pružaju na cijelom vidnom polju kvalitete, od izvrsnog do lošeg. Neprocesuirane reference su također procijenjene. Korištene su engl. *Absolute- category Rating- Hidden Reference ACR-HR* i engl. *Subjective Assessment Methodology for Video Quality (SAMVIQ)* kao testne metodologije. Ova baza podataka je stvorena kako bi usporedila dvije popularne metodologije procjene kvalitete videa. Cilj je bio saznati prednosti metodologija u odnosu na uvjete testova. Pri H.264 kodiranju postoji visok broj video sekvenci za pokriće velikog opsega video karakteristika. Format je HD tako da je potreban minimum kvalitete. Opseg kvalitete je reduciran. Ova baza podataka HD video kvalitete može biti korištena kako bi testirala metrička preciznost video kvalitete u H.264 okružju kada se ne uzimaju u obzir pogreške odašiljanja. Visok broj video sekvenci i 2 metodologije mogu biti korištene kako bi procijenile razliku između metodologija ovisno, primjerice, o karakteristikama sadržaja izvora. Što se tiče samih video zapisa, sva 192 video zapisa su frekvencije polja od 50Hz, formata 1080i50, dužine od 225 do 300 okvira te trajanja od 9 do 12 sekundi. Istraživači su vršili testiranje nad 28 ispitanika od kojih je jedan bio odbačen sa prosjekom godina od 27.96 (20-50). Ispitivanje se vršilo koristeći LCD Philips T370 HW01 Full HD televizor.

4. USPOREDBA SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH OCJENA VIDEO SIGNALA

Jedna od najčešćih metoda za ocjenjivanje kvalitete video zapisa je PSNR metoda. PSNR zapravo predstavlja odnos između najveće moguće snage signala te snage šuma izobličenja koji utječe na kvalitetu video zapisa te njegovo prikazivanje [25]. PSNR se preko srednje kvadratne pogreške (engl. *Mean Square Error- MSE*)[25].

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2 \quad (4-1)$$

PSNR u decibelima definira se pomoću izraza [25]:

$$PSNR[dB] = 10 \times \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \quad (4-2)$$

iz čega slijedi izraz [25]:

$$PSNR = 20 \times \log_{10} (MAX_I) - 10 \times \log_{10} (MSE) , \quad (4-3)$$

gdje je $I(i,j)$ okvir originalnog videa, $K(i,j)$ okvir komprimiranog videa, $m \times n$ rezolucija videa, MAX_I maksimalna vrijednost koju element slike može poprimiti. Alat koji se koristio za provođenje objektivnog testiranja jest *MSU Video Quality Measurement tool*[26].

4.1. Rezultati testiranja za LIVE bazu

U slijedećoj tablici prikazani su rezultati dobiveni objektivnim mjerenjem pomoću računalnih algoritama za LIVE bazu, te subjektivni rezultati mjerenja.

Tablica 4.1. Rezultati subjektivne i objektivne ocjene kvalitete za LIVE bazu video signala

Ime sekvence	Subj. ocjena	PSNR
rb2_25fps	64,9369	26,82593
rb3_25fps	46,2446	29,33755
rb4_25fps	54,3732	29,43357
rb5_25fps	46,4907	30,71062
rb6_25fps	68,1064	26,08052
rb7_25fps	54,8101	28,82951
rb8_25fps	54,6555	27,77977
rb9_25fps	39,1978	30,99889
rb10_25fps	43,6833	29,79268
rb11_25fps	55,8563	28,24423
rb12_25fps	63,5809	27,43631
rb13_25fps	38,8828	31,23106

Ime sekvence	Subj.ocjena	PSNR
rb14_25fps	45,6069	29,66398
rb15_25fps	48,0089	29,20068
rb16_25fps	47,5270	28,80570
sf2_25fps	54,9213	28,04187
sf3_25fps	63,2756	29,18376
sf4_25fps	56,8614	33,60666
sf5_25fps	49,2987	32,35611
sf6_25fps	59,3959	28,10246
sf7_25fps	44,8094	31,11527
sf8_25fps	39,1088	34,12127
sf9_25fps	32,6002	36,46659
sf10_25fps	44,0164	34,49373
sf11_25fps	54,9423	33,75224
sf12_25fps	57,1497	32,87079
sf13_25fps	40,9999	39,50119
sf14_25fps	44,6477	37,38053
sf15_25fps	49,2215	35,77780
sf16_25fps	53,7003	34,74754
sh2_50fps	81,2601	24,73651
sh3_50fps	70,5494	27,69156
sh4_50fps	54,9174	30,13514
sh5_50fps	49,6350	30,72516
sh6_50fps	55,5307	27,76759
sh7_50fps	61,2837	27,96315
sh8_50fps	46,2254	29,05857
sh9_50fps	36,2440	32,86701
sh10_50fps	40,8004	31,97279
sh11_50fps	51,6153	31,15388
sh12_50fps	66,3166	29,91889
sh13_50fps	37,0212	32,37686
sh14_50fps	44,0813	30,40680
sh15_50fps	57,5757	29,09823

Ime sekvence	Subj.ocjena	PSNR
sh16_50fps	62,0745	28,23246
st2_25fps	65,6522	29,76315
st3_25fps	61,3221	32,09021
st4_25fps	44,0305	35,30886
st5_25fps	41,4157	36,23956
st6_25fps	58,4534	34,36199
st7_25fps	44,2762	37,26904
st8_25fps	48,3834	37,74501
st9_25fps	40,7745	36,92399
st10_25fps	46,5633	36,55708
st11_25fps	52,3269	36,11457
st12_25fps	56,0811	35,60002
st13_25fps	36,5136	36,48725
st14_25fps	42,9632	35,45392
st15_25fps	49,1987	34,25932
st16_25fps	57,4200	33,33738
tr2_25fps	71,2731	25,44036
tr3_25fps	72,1356	26,61340
tr4_25fps	64,6561	26,71270
tr5_25fps	53,1125	30,09283
tr6_25fps	73,4730	25,00969
tr7_25fps	55,3531	30,28440
tr8_25fps	52,4524	30,37866
tr9_25fps	38,6726	31,44234
tr10_25fps	47,7716	30,22645
tr11_25fps	56,9119	29,38299
tr12_25fps	63,7984	28,91595
tr13_25fps	33,4734	33,25861
tr14_25fps	42,5381	31,77745
tr15_25fps	56,1328	29,78063
tr16_25fps	65,7102	28,40085
pa2_25fps	44,5010	34,73733

Ime sekvence	Subj.ocjena	PSNR
pa3_25fps	70,1054	32,78711
pa4_25fps	66,4280	32,78711
pa5_25.fps	75,1225	28,40466
pa6_25.fps	73,8803	29,75503
pa7_25.fps	63,2564	30,03135
pa8_25.fps	61,2726	33,25791
pa9_25.fps	40,5551	34,99196
pa10_25.fps	53,7598	29,40285
pa11_25.fps	59,8921	25,87201
pa12_25.fps	77,2518	23,08654
pa13_25.fps	39,7105	26,70855
pa14_25.fps	46,8271	25,11467
pa15_25.fps	54,4239	24,31472
pa16_25.fps	61,8235	23,28658
mc2_50fps	78,3431	25,11411
mc3_50fps	69,2258	27,65254
mc4_50fps	59,5299	29,34225
mc5_50fps	57,8482	30,23162
mc6_50fps	73,3075	27,28943
mc7_50fps	58,5392	29,60631
mc8_50fps	54,0963	28,41054
mc9_50fps	47,3711	31,26010
mc10_50fps	48,7705	30,87142
mc11_50fps	57,6788	30,00170
mc12_50fps	67,8232	28,31524
mc13_50fps	30,9426	34,34676
mc14_50fps	40,5326	31,33128
mc15_50fps	52,5435	29,09856
mc16_50fps	64,8173	25,16927
bs2_25fps	68,9412	22,99420
bs3_25fps	52,9363	28,71941
bs4_25fps	51,0109	26,42889

Ime sekvence	Subj.ocjena	PSNR
bs5_25fps	55,9066	27,07679
bs6_25fps	61,7965	24,97181
bs7_25fps	45,9273	26,86360
bs8_25fps	40,9576	31,48046
bs9_25fps	31,9421	32,45911
bs10_25fps	36,6396	31,65890
bs11_25fps	38,6448	30,46945
bs12_25fps	52,1844	28,51633
bs13_25fps	32,7252	29,33637
bs14_25fps	43,9984	27,26313
bs15_25fps	50,5090	25,90374
bs16_25fps	53,4364	24,94389
pr2_50fps	61,3882	22,11295
pr3_50fps	66,3322	25,04797
pr4_50fps	45,4702	28,15800
pr5_50fps	45,3150	28,42769
pr6_50fps	55,3240	28,18090
pr7_50fps	56,1730	27,33184
pr8_50fps	44,6086	28,23083
pr9_50fps	39,8067	29,40285
pr10_50fps	53,7598	27,31615
pr11_50fps	59,8921	25,87201
pr12_50fps	77,2518	23,08654
pr13_50fps	39,7105	26,70855
pr14_50fps	46,8271	25,11467
pr15_50fps	54,4239	24,31472
pr16_50fps	61,8235	23,28658

4.2. Rezultati testiranja za ECVQ bazu

U slijedećoj tablici prikazani su rezultati dobiveni objektivnim mjerenjem pomoću računalnih algoritama za ECVQ bazu, te subjektivni rezultati mjerenja.

Tablica 4.2. Rezultati subjektivne i objektivne ocjene kvalitete za ECVQ bazu

Ime sekvence	S. ocjena	PSNR
container_ship_1	66,6250	34,29676
container_ship_2	76,0250	36,37909
container_ship_3	84,4000	38,67598
container_ship_4	90,6750	40,14654
container_ship_5	93,8750	41,34716
container_ship_6	96,5000	42,36339
container_ship_7	55,9500	30,78660
container_ship_8	75,9000	33,16827
container_ship_9	86,4250	34,88364
container_ship10	94,4000	35,82519
container_ship11	97,1750	36,75186
container_ship12	97,9750	36,99158
flower_garden_1	40,2750	22,77677
flower_garden_2	64,9750	27,40828
flower_garden_3	76,1250	29,29095
flower_garden_4	85,7750	30,65913
flower_garden_5	88,0250	31,76118
flower_garden_6	48,5750	24,80026
flower_garden_7	56,6250	25,50926
flower_garden_8	76,6500	28,07628
flower_garden_9	83,1750	29,25668
flower_garden10	87,3000	30,18643
flower_garden11	90,3750	30,96466
football_1	48,1250	28,31019

Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
football_2	63,0250	30,10084
football_3	72,0250	31,38845
football_4	81,7000	32,60127
football_5	40,7250	27,11413
football_6	51,1750	27,99267
football_7	60,7250	29,35070
football_8	70,8750	30,48626
football_9	78,9750	31,41690
football_10	84,3000	32,20725
foreman_1	30,2500	28,40924
foreman_2	52,3500	32,26158
foreman_3	79,4000	35,47236
foreman_4	89,6750	37,15324
foreman_5	93,1750	38,40887
foreman_6	94,8250	39,36548
foreman_7	36,8750	28,53121
foreman_8	71,9250	34,70216
foreman_9	80,4250	35,73219
foreman_10	85,2500	36,58250
foreman_11	88,2000	37,23160
hall_1	82,7500	35,96376
hall_2	96,8000	37,57162
hall_3	99,5500	38,91228
hall_4	101,7500	39,66267

Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
hall_5	98,3500	40,20853
hall_6	102,0000	40,66469
hall_7	62,2500	30,43288
hall_8	77,2250	31,61336
hall_9	82,6250	32,28888
hall_10	89,8250	32,60343
hall_11	95,5000	32,88998
hall_12	92,7750	32,97285
mobile_1	85,4750	28,05441
mobile_2	91,0000	29,92185
mobile_3	93,0000	31,33158
mobile_4	93,5000	32,38631
mobile_5	50,6000	23,60323
mobile_6	61,5500	25,23203
mobile_7	71,8250	27,80506
mobile_8	76,8250	28,86128
mobile_9	75,0750	29,64966
mobile_10	79,9750	30,31139
news_1	74,6500	34,40483
news_2	92,6500	37,77644
news_3	98,4250	41,05457
news_4	100,8000	34,05241
news_5	101,4000	44,40262
news_6	99,3000	45,33455
news_7	55,4500	31,58735
news_8	70,2750	34,32755
news_9	85,4750	36,86978
news_10	93,4000	38,26649
news_11	97,3750	39,59363
news_12	97,6000	39,79357
silent_1	54,4750	33,65632
silent_2	72,9000	36,10044

Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
silent_3	86,9250	38,75251
silent_4	92,7500	40,57966
silent_5	96,7500	41,96678
silent_6	98,2750	43,08578
silent_7	56,4250	33,48551
silent_8	74,1000	35,70175
silent_9	84,2250	36,91105
silent_10	88,5000	38,01641
silent_11	89,7000	38,84455
silent_12	93,7250	39,57860

4.3. Rezultati testiranja za EVVQ bazu

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati dobiveni objektivnim mjerenjem pomoću računalnih algoritama za EVVQ bazu, te subjektivni rezultati mjerenja.

Tablica 4.3. Rezultati subjektivne i objektivne ocjene kvalitete za EVVQ bazu

Ime sekvence	Subj. ocjena	PSNR	Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
cartoon_1	55,1250	31,54653	discussion_4	99,7750	41,64898
cartoon_2	62,5750	33,52351	discussion_5	100,2750	42,23221
cartoon_3	72,5250	36,05701	discussion_6	99,5000	42,67790
cartoon_4	85,5500	38,52730	discussion_7	68,5000	34,47163
cartoon_5	92,6250	39,03441	discussion_8	84,0000	37,50063
cartoon_6	93,6750	40,82597	discussion_9	89,3750	39,04670
cartoon_7	60,3500	32,93541	discussion_10	92,4500	39,83990
cartoon_8	71,5500	35,27813	discussion_11	95,6000	40,53980
cartoon_9	82,6500	37,30111	discussion_12	94,8500	40,88079
cartoon_10	90,9000	38,69178	flower_garden_1	63,2250	26,71710
cartoon_11	91,2000	39,71748	flower_garden_2	75,8500	29,24050
cartoon_12	93,9750	40,53489	flower_garden_3	80,4250	30,56044
cheerleaders_1	61,2750	28,28286	flower_garden_4	84,3500	31,59831
cheerleaders_2	71,5750	29,60845	flower_garden_5	87,3500	32,45545
cheerleaders_3	79,8500	30,68460	flower_garden_6	61,2500	27,11770
cheerleaders_4	53,7500	27,56659	flower_garden_7	65,7250	27,34021
cheerleaders_5	54,6250	27,57319	flower_garden_8	77,7000	28,28157
cheerleaders_6	53,7250	27,64245	flower_garden_9	80,2750	29,38682
cheerleaders_7	55,0750	27,83978	flower_garden10	89,2250	30,25512
cheerleaders_8	59,0250	28,33273	flower_garden11	90,6500	30,96784
cheerleaders_9	62,9500	29,13984	football_1	43,1000	29,00990
discussion_1	79,4500	36,77297	football_2	56,5750	30,85451
discussion_2	96,2500	39,50137	football_3	71,2250	32,19089
discussion_3	100,0250	40,82180	football_4	82,0250	33,21629

Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
football_5	88,6250	34,05625
football_6	53,8250	29,44236
football_7	54,0500	29,75542
football_8	61,6000	30,44464
football_9	70,6500	31,62854
football_10	78,6000	32,58801
football_11	83,9500	33,34179
mobile_1	56,8750	24,87623
mobile_2	88,8750	29,00407
mobile_3	93,3250	30,32472
mobile_4	96,3000	31,27245
mobile_5	97,9250	32,03659
mobile_6	70,6250	25,59103
mobile_7	72,3500	25,92090
mobile_8	74,2000	27,32382
mobile_9	79,9500	28,24896
mobile_10	85,3500	28,98837
mobile_11	86,7000	29,60723
town_plan_1	84,0500	36,13355
town_plan_2	92,3250	38,12397
town_plan_3	95,7250	39,30193
town_plan_4	98,2750	39,94461
town_plan_5	97,3750	40,49364
town_plan_6	99,6500	40,89787
town_plan_7	67,4750	32,46905
town_plan_8	86,4500	35,79567
town_plan_9	93,9000	37,17103
town_plan_10	96,2750	38,02766
town_plan_11	95,9250	38,60314
town_plan_12	97,1750	39,01153
weather_1	94,0500	42,10507
weather_2	98,0500	43,28528

Ime sekvence	S.ocjena	PSNR
weather_3	98,6750	43,82913
weather_4	99,2250	44,21040
weather_5	99,3250	44,47331
weather_6	98,4000	44,70314
weather_7	81,9500	39,69538
weather_8	91,3250	41,09750
weather_9	93,3000	41,67742
weather_10	95,1250	41,93515
weather_11	94,7500	42,32907
weather_12	94,0500	42,47430

4.4. Usporedba objektivnih i subjektivnih rezultata za testirane baze

Usporedba rezultata subjektivnih i objektivnih testiranja vršiti će se pomoću Pearsonovog linearnog koeficijenta korelacije[28]. Pearsonov linearni koeficijent korelacije najčešće se koristi u slučajevima gdje postoji linearna povezanost te normalna distribucija varijabli promatranih sustava. Vrijednost Pearsonovog linearnog koeficijenta korelacije kreće se u intervali od -1 (savršena negativna korelacija) do +1 (savršena pozitivna korelacija). Za potrebe koristit će se apsolutne vrijednosti Pearsonovog linearnog koeficijenta korelacije. Označavamo ga s malim slovom r_p . Za računanje Pearsonovog linearnog koeficijenta korelacije potrebne su tri različite sume:

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - x_{sr})^2 \quad (4-4)$$

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{sr})^2 \quad (4-5)$$

$$SS_{xy} = \sum (x_i - x_{sr})(y_i - y_{sr}) \quad (4-6)$$

X, Y te suma umnožaka varijabli X i Y. Varijabla x_i predstavlja u tablici rezultate dobivene subjektivnim ocjenjivanjem, a varijabla y_i rezultate dobivene mjerenjem (objektivnim ocjenjivanjem). x_{sr} i y_{sr} su srednje vrijednosti pripadnih skupova podataka.

U konačnici Pearsonov linearni koeficijent korelacije r_p iznosi:

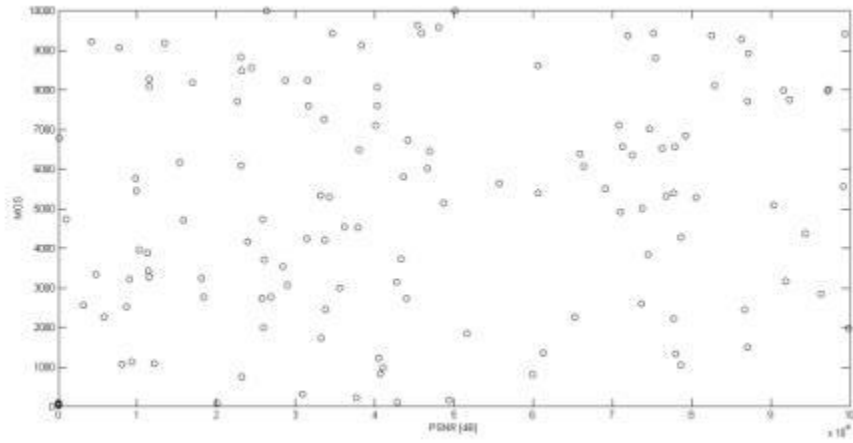
$$r_p = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx} * SS_{yy}}} \quad (4-7)$$

U tablici 4.4. su prikazane apsolutne vrijednosti Pearsonova linearnog koeficijenta korelacije za prethodno obrađene baze podataka.

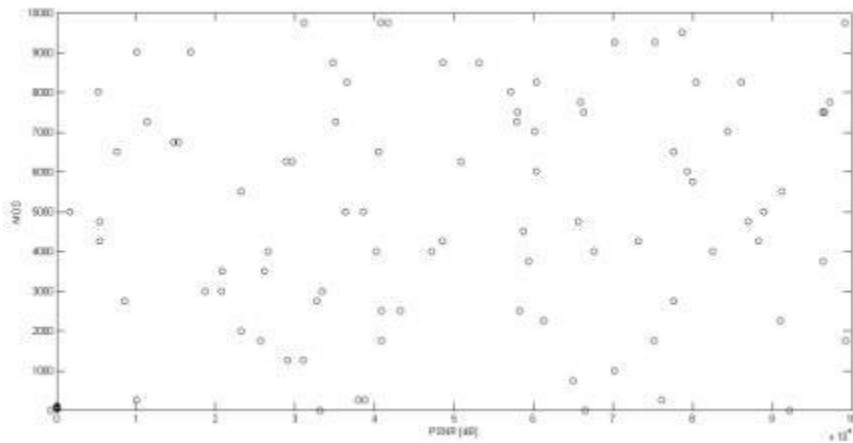
Tablica 4.4. Pearsonov linearni koeficijent korelacije za pojedine baze

Ime baze	LIVE	ECVQ	EVVQ
r_p	0,5337	0,73381	0,76527

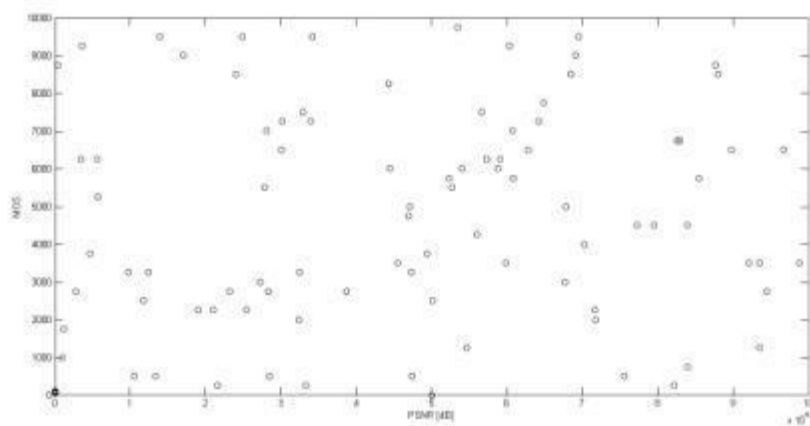
Iz rezultata prikazanih u tablici 4.4. vidljivo je da je najmanja korelacija subjektivnih i objektivnih rezultata dobivena za LIVE bazu podataka, dok je za preostale dvije testirane baze ona prilično veća. Razlog tome leži najviše u činjenici da LIVE baza sadrži 4 tipa izobličenja (prijenos IP mrežama, prijenos bežičnim mrežama, H.264 i MPEG-2 kompresija), dok ECVQ i EVVQ baze sadrže po dva tipa izobličenja (MPEG-4 Visual i H.264 kompresija). Ovi rezultati samo potvrđuju česte navode iz dostupne literature, koji kažu da PSNR nije u mogućnosti predvidjeti subjektivne rezultate kvalitete video signala za širok opseg parametara kodiranja i prijenosa mrežom. Razlog tome leži u činjenici što PSNR ne uzima u obzir svojstva ljudskog vizualnog sustava, već uspoređuje dvije slike (dva okvira video signala) na bazi "točka-točka". Na slici 4.4 prikazani su raspršni grafovi PSNR- MOS za testirane baze podataka. Slike samo potvrđuju komentar naveden prethodno.



a)



b)



c)

Slika 4.4. Raspršni dijagram PSNR- MOS za: a) LIVE b) ECVQ c) EVVQ

5. ZAKLJUČAK

U početnom dijelu ovog rada definirane su razlike između objektivnog i subjektivnog načina ocjenjivanja kvalitete video zapisa. Ustanovljeno je kako su subjektivne metode zasnovane na testiranjima uz pomoć ljudskih ispitanika, dok su objektivne metode zasnovane na korištenju raznih računalnih algoritama za ocjenjivanje video zapisa. Kompletna svrha subjektivnih istraživanja jest zapravo unaprjeđenje algoritama za ocjenjivanje te kako bi se zapravo usavršile objektivne metode. Nadalje, opisane su većina baza koje su trenutno raspoložive istraživačima. Kako bih se dobio pristup pojedinim bazama, bilo je potrebno kontaktirati istraživače u svrhu dobivanja potrebne lozinke. Uz baze kojima je pristup bio omogućen, stavljene su slike iz pojedinih okvira referentnih videa (jedan okvir po referentnom zapisu). U glavnom dijelu rada prikazano je testiranje vršeno pomoću PSNR metrike. U tablicama su prikazani rezultati koji su dobiveni koristeći PSNR metriku te su uspoređeni sa subjektivnim rezultatima dobivenim od strane istraživača za pojedinu bazu.

LITERATURA

- [1] G. Gvozden, Uporaba značajki vizualnog sadržaja za objektivno vrednovanje kvalitete slike, URL: https://www.fer.unizg.hr/download/repository/Goran_Gvozden_KDI.pdf (2016-05-27).
- [2] K. Seshadrinathan, R. Soundararajan, A. C. Bovik and L. K. Cormack, *Study of Subjective and Objective Quality Assessment of Video*, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol.19, no.6, pp.1427-1441, June 2010.
- [3] K. Seshadrinathan, R. Soundararajan, A. C. Bovik and L. K. Cormack, *A Subjective Study to Evaluate Video Quality Assessment Algorithms*, *SPIE Proceedings Human Vision and Electronic Imaging*, Jan. 2010.
- [4] A. K. Moorthy, L. K. Choi, A. C. Bovik and G. deVeciana, *Video Quality Assessment on Mobile Devices: Subjective, Behavioral and Objective Studies*, *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, October 2012.
- [5] A. K. Moorthy, L. K. Choi, G. deVeciana, and A. C. Bovik, *Mobile Video Quality Assessment Database*, *IEEE ICC Workshop on Realizing Advanced Video Optimized Wireless Networks*, Ottawa, Canada, June 10-15, 2012.
- [6] A. K. Moorthy, L. K. Choi, G. deVeciana, and A. C. Bovik, *Subjective Analysis of Video Quality on Mobile Devices*, *Sixth International Workshop on Video Processing and Quality Metrics for Consumer Electronics (VPQM)* (invited article), Scottsdale, Arizona, January 15-16, 2012.
- [7] F. De Simone, M. Naccari, M. Tagliasacchi, F. Dufaux, S. Tubaro, and T. Ebrahimi, *SUBJECTIVE ASSESSMENT OF H.264/AVC VIDEO SEQUENCES TRANSMITTED OVER A NOISY CHANNEL*, accepted at *First International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX 2009)*, July 29–31 2009, San Diego, California, U.S.A.
- [8] F. De Simone, M. Naccari, M. Tagliasacchi, F. Dufaux, S. Tubaro, and T. Ebrahimi, *H.264/AVC VIDEO DATABASE FOR THE EVALUATION OF QUALITY METRICS*, submitted to *35th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2010)*, March 14–19 2010, Dallas, Texas, U.S.A.

- [9] URL: <http://vqa.como.polimi.it/> (2016-05-27).
- [10] S. Péchard, R. Pépion, P. LeCallet, *Suitable methodology in subjective video quality assessment: a resolution dependent paradigm*, International Workshop on Image Media Quality and its Applications, IMQA2008, Sep 2008, Kyoto, Japan.
- [11] URL: http://ivc.univ-nantes.fr/en/databases/1080i_Videos/ (2016-05-27).
- [12] F. Boulos, W. Chen, B. Parrein, P. LeCallet, Region-of-interest prediction for h.264/avc error resilience, IEEE International Conference on Image Processing, Nov 2009, Cairo, Egypt.
- [13] URL: http://ivc.univ-nantes.fr/en/databases/1080i_Videos/ (2016-05-27).
- [14] URL: <http://ivp.ee.cuhk.edu.hk/research/database/subjective/> (2016-05-27).
- [15] J.-S. Lee, F. De Simone, T. Ebrahimi, *Subjective quality evaluation via paired comparison: application to scalable video coding*, IEEE Transactions on Multimedia, vol. 13, no. 5, pp. 882-893, Oct. 2011.
- [16] J.-S. Lee, F. De Simone, N. Ramzan, Z. Zhao, E. Kurutepe, T. Sikora, J. Ostermann, T. Ebrahimi, *Subjective evaluation of scalable video coding for content distribution*, in Proc. ACM Multimedia, Firenze, Italy, pp. 65-72, Oct. 2010.
- [17] Y.-F. Ou, T. Liu, Z. Zhao, Z. Ma, Y. Wang, *Modeling the Impact of Frame Rate on Perceptual Quality of Video*, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'08), San Diego, CA, USA, Oct. 12-15, 2008, pp. 689-692.
- [18] Li.Tao, W. Yao, J. Boyce, Z. Wu, H. Yang, *Subjective Quality Evaluation of Decoded Video in the Presence of Packet Losses*, IEEE Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, April 2007. (ICASSP 2007). Volume 1, Page(s):I-1125 - I-1128.
- [19] X. Feng, T. Liu, D. Yang, and Y. Wang, *Saliency Based Objective Quality Assessment of Decoded Video Affected by Packet Losses*, in Proceedings of IEEE ICIP, San Diego, CA, October 2008.
- [20] URL: <http://www.its.bldrdoc.gov/vqeg/projects/frtv-phase-i/frtv-phase-i.aspx> (2016-05-29).

- [21] L. Goldmann, F. De Simone, T. Ebrahimi, *A Comprehensive Database and Subjective Evaluation Methodology for Quality of Experience in Stereoscopic Video*, Electronic Imaging (EI), 3D Image Processing (3DIP) and Applications, San Jose, USA, 2010.
- [22] URL: <http://www.etfos.unios.hr/vqg/> (2016-06-15).
- [23] S. Rimac-Drlje, M. Vranješ, D. Žagar, Foveated mean squared error – a novel video quality metric, *Multimedia Tools and Applications*, vol. 49, no. 3, 2010, pp. 425-445.
- [24] M. Vranješ, S. Rimac-Drlje, K. Grgić, Review of Objective Video Quality Metrics and Performance Comparison Using Different Databases, *Signal Processing-Image Communication*, 2012.
- [25] URL: <http://www.lockergnome.com/it/2010/07/08/create-two-tables-side-by-side-in-word-2/> (2016-07-17).
- [26] URL: http://compression.ru/video/quality_measure/video_measurement_tool_en.html (2016-05-28).
- [27] URL: <http://www.statisticshowto.com/how-to-compute-pearsons-correlation-coefficients/> (2016-07-17).
- [28] URL: <http://www.statisticshowto.com/how-to-compute-pearsons-correlation-coefficients/> (2016-07-17).

SAŽETAK

U ovom radu detaljno su opisane pojedine baze za subjektivno ocjenjivanje videa kvalitete, te su dodatno za 3 baze provedena testiranja kvalitete PSNR metrikom. Za te odabrane baze vršilo se testiranje kvalitete u programu *MSU Video Quality Measurement tool*. Za svaku pojedinu bazu su se u programu uspoređivali izobličeni video zapisi s referentnim video zapisima dobivenim u toj bazi. Pri završetku testiranja, računao se Pearsonov linearni koeficijent korelacije kako bi se utvrdilo odstupanje objektivnog ocjenjivanja od subjektivnog ocjenjivanja kvalitete, te su prikazani dobiveni rezultati.

Ključne riječi: video, signal, baza, subjektivno, ocjenjivanje, PSNR.

OVERVIEW OF COMPRESSED VIDEO DATABASES WITH SUBJECTIVE QUALITY ASSESMENT

ABSTRACT

In this paper there is detailed description for each of subjective quality databases provided by the researchers, and three of them were tested by the PSNR metric. For selected databases we used *MSU Video Quality Measurement tool* to test the quality of the video. In each database we compared distorted videos with original sequences. After the testing phase, we used *Pearson linear correlation coefficient formula*, so that we could check the deviation between results. Results we obtained by testing are described in the paper.

Key words: video, quality, database, subjective, sequences, phase, deviation.

ŽIVOTOPIS

Domagoj Križanec rođen je 10.12.1993. u Osijeku. Trenutno prebiva u Ladimirevcima gdje i završava osnovnu školu. 2008. godine obrazovanje nastavlja u „Srednjoj Školi Valpovo“, gdje pohađa elektotehnički smjer. 2012. godine završava srednju školu te brani rad s temom „Alarmni uređaj s PLC-om“, koji je obranio s odličnim uspjehom. Iste godine upisuje “Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija“ (tadašnji ETFOS) sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Kasnije se opredjeljuje za smjer „Komunikacije i informatika“. Ima odlično poznavanje engleskog jezika te posjeduje vozačku dozvolu B kategorije.

Potpis: _____

