

POREĐENJE MPEG-2 I MPEG-4 STANDARDA**MPEG-2 AND MPEG-4 COMPARATION**Bojan Perić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu urađeno je poređenje MPEG-2 i MPEG-4 standarda video kompresije. Najpre je svaki od standarda opisan pojedinačno, a zatim je urađeno njihovo poređenje – najpre teorijsko, na osnovu specifikacija samih standarda, a zatim i praktično nad video materijalom koristeći softver za poređenje kvaliteta videa.

Abstract – This paper presents comparison of MPEG-2 and MPEG-4 coding standards. Firstly, each standard is described, and then the comparison is done – theoretically, based on the specifications of standards, and then the tests are done on video material using video quality comparison software.

Ključne reči: video kompresija, MPEG-2, MPEG-4.

1. UVOD**1.1. Televizija i njena istorija**

Televizija je sistem prenosa pokretne slike na daljinu, posredstvom električnih signala. Ona obuhvata prenos i sinhronizaciju audio-video sadržaja: video signal, audio signal, dodatne informacije (teletext). Prema formatu prenosa sistemi se dele na analogne (PAL/SECAM/NTSC) i digitalne (DVB/ATSC).

Veoma važna osobina vida jeste njegova nesavršenost. Nesavršenosti koje su iskorišćene za potrebe televizije su ograničena mogućnost razlikovanja detalja u prostoru (čovjek razlikuje određeni broj detalja u jedinici vidnog ugla) i vremenu (čulo vida može da razlikuje do 24 različite slike u sekundi, ako se frekvencija poveća iznad 24 čulo vida će sve te slike povezati u vremenski neprekidan događaj).

1.2. Analogna televizija

Analogna televizija je još uvek tehnika koja preovlađuje u većini zemalja u svetu, u kojima se koriste različiti video standardi za format slike, koji su, uz svoje prateće parametre, dati u tabeli 1:

Tabela 1 - Analiza postojećih standarda

	PAL	SECAM	NTSC
BROJ LINIJA	625	625	525
VERTIKALNA FREKVENCIJA	50 Hz	50 Hz	60 Hz
HORIZONTALNA FREKVENCIJA	15625 Hz	15625 Hz	15750 Hz
ŠIRINA SPEKTRA	7 MHz	5 MHz	4,2 Mhz
RASTOJANJE KANALA	7-8 MHz	8 MHz	6 MHz
NOSILAC BOJE	4,43 MHz	4,25 MHz	3,58 MHz
NOSILAC ZVUKA	5,5 MHz	6,5 MHz	3,58 MHz

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, red.prof.

1.3. Digitalna televizija

Digitalna televizija (DTV) označava prenos audio/video zapisa u digitalnom formatu. Digitalni prenos je binarno kodovan, pa se sadržaj može komprimovati slično kao i kod računarskih datoteka. Pri analognom prenosu signal kontinuirano prenosi sve elemente slike i zvuka, dok se kod komprimovanog digitalnog prenosa prenose samo oni delovi slike i zvuka koji su se u međuvremenu promenili. Ovakva vrsta kompresije omogućava distributerima programa da emituju približno deset digitalnih kanala umesto jednog analognog, koristeći pri tom isti frekvencijski opseg [1]. Saobraćaj unutar digitalnog TV kanala može biti realizovan na 2 načina:

- Celokupan kanal posvećen emitovanju jednog programa;
- Kanal podeljen na više podkanala manjeg protoka, pri čemu svaki od njih može da prenosi različit program (2.1 i 2.2 podkanali kanala 2).

Ovakva podela moguća je zahvaljujući MPEG-2 kompresiji materijala za prenos koja se zasniva na beleženju promene frejmova.

1.4. Kodovanje

Komunikativni kanal može da podrži samo određeni protok. Koder smanjuje količinu informacija neophodnih za rekonstrukciju signala na prijemu, zatim se ta količina informacija šalje kroz komunikacioni kanal i vraća na početnu količinu informacija od strane dekodera. Sistem koda i dekoda naziva se *codec*. Najveći uticaj kompresija ima na emitovanje. Postoji samo jedan elektromagnetski spektar, pa je veliki pritisak drugih servisa kao što je mobilna telefonija. Analogna televizija neracionalno troši propusni opseg, stoga je njena zamena kompresovanom digitalnom televizijom neizbežna. Princip kompresije je razlika između informacionog i bitskog protoka koja se naziva *redundansa*. Informacioni sadržaj ili *entropija* uzorka je funkcija toga koliko se on razlikuje od predviđene vrednosti tj. informacije koje moraju biti prenešene kako bi signal na prijemu bio identičan ili jako sličan signalu na predajniku Sve tehnike kompresije mogu se podeliti na dve grupe:

- Kompresija bez gubitaka (podaci na predajnoj i prijemnoj strani su isti bit-po-bit);
- Kompresija sa gubicima (podaci na predajnoj i prijemnoj strani nisu isto bit-po-bit, već među njima postoje određene razlike).

MPEG spada u kompresiju sa gubicima, greške su organizovane tako da ih posmatrač ili slušalac subjektivno teško detektuje (ovo se postiže dobrim modelovanjem ljudskih čula) istovremeno omogućavajući visok stepem kompresije.

2. MPEG-2

2.1. Uvod u MPEG-2

MPEG (engl. *Motion Picture Experts group*) je osnovan 1988. godine, kao radna grupa u okviru ISO/IEC, sa ciljem definisanja standarda za digitalnu kompresiju audio-video signala. U okviru MPEG standarda nije definisan sam proces kodovanja, već sintaksa kodovanog toka podataka i proces dekodovanja [2]. MPEG-2 je prvobitno razvijen za komprimovanje videa kvaliteta za difuzno emitovanje u propusni opseg od 4 do 6 Mb/s, da bi mogao da stane u TV kanal sistema NTSC ili PAL. Kasnije je dopunjen za više rezolucije, uključujući i HDTV. Sada je veoma raširen jer predstavlja osnovu za DVD i digitalnu satelitsku televiziju.

2.2. MPEG-2 standard kodovanja

Standard MPEG-2 podržava 4 rezolucije: nisku (352x240), glavnu (720x480), visoku-1440 (1440x1152) i visoku (1920x1080). Niska je namenjena za video rekordere, glavna za normalnu TV difuziju, a preostale dve za HDTV.

Televizijski servisi u Evropi trenutno emituju svoj signal na 25Hz ili 25 slika (frejmova) u sekundi. Svaki okvir sastoji se od 2 prepletana polja, dajući protok od 50Hz. Prvo polje svakog frejma sastoji se samo od neparnih linija frejma, a drugo polje samo od parnih i uzorkovano je u video kameri 20ms nakon prvog polja. NTSC je prepletana na sličan način, ali sa protokom od 30 tj. 60Hz. U video sistemima osim televizije, uobičajen je video bez preplitanja, npr. kod većine računara. Kod ovakvog videa sve linije frejma odabiru se u istom trenutku vremena. Još se naziva i *progresivno skeniran* video.

2.3. Principi smanjenja bitskog protoka

Sistem smanjenja bitskog protoka vrši se uklanjanjem viška informacija (redundanse) iz signala u koderu, pre prenošenja, i ponovnim vraćanjem iste u dekeru. U video signalima mogu se izdvojiti 2 vrste redundanse:

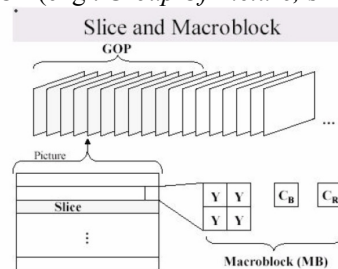
- *Prostorna i vremenska* – vrednosti piksela nisu nezavisne, već su u korelaciji sa vrednostima susednih piksela unutar istog frejma i kroz druge frejmove;
- *Psiho-vizuelna* – ljudsko oko ima ograničeni odziv na fine detalje, pa kontrolisana oštećenja unešena u dekodovanu sliku nisu vidljiva posmatraču.

Dve ključne tehnike iskorišćene u MPEG kodeku su *intra-frame kodovanje pomoću DCT* i *inter-frame predikcija kompenzacijom pokreta*. Dvodimenzionalna DCT obavlja se na blokovima 8x8 svake komponente slike kako bi formirali blokove DCT koeficijenata. Veličina svakog koeficijenta ukazuje na doprinos određene kombinacije prostornih frekvencija originalnom bloku slike. DCT teži da koncentriše energiju na koeficijente niskih frekvencija, a mnogi od ostalih su bliski nuli. Smanjenje bitskog protoka ostvaruje se neemitovanjem koeficijenata bliskih nuli i kvantizacijom i kodovanjem preostalih koeficijenata (koduju se samo razlike u odnosu na prethodni okvir). Inter-frame predikcija kompenzacijom pokreta iskorišćava vremensku redundansu tako što pokušava da predvidi okvir koji treba da bude kodovan na osnovu prethodnog, referentnog, okvira. Predviđanje se ne može zasnivati na izvornoj slici, jer izvorne slike nisu dostupne u dekeru. Zbog

toga koder sadrži lokalni deker koji rekonstruiše slike baš onakve kakve bi bile u dekeru, iz čijih predikcija može biti formirana.

2.4. Detalji MPEG-2 kodovanja

U MPEG-2 postoje 3 tipa slika koji definišu koji će mod predikcije biti korišćen za kodovanje svakog bloka. *I-slika* (intra) koduju se bez pozivanja na druge slike. Mogu se povremeno koristiti da obezbede pristupne tačke u nizu bitova gde dekodovanje može da počne. *P-slika* (prediktivne) mogu koristiti prethodnu I- ili P-sliku za kompenzaciju kretanja i mogu se koristiti kao referenca za dalja predviđanja. Nude veću kompresiju u odnosu na I-slike. *B-slika* (bidirekciono-prediktivne) mogu da koriste prethodne ili sledeće I- ili P-slike za kompenzaciju pokreta i nude najviši stepen kompresije. Različiti tipovi slika obično se pojavljuju u nizu koji se ponavlja, pod nazivom GOP (engl. *Group Of Picture*, slika 1).



Slika 1 – Podela videa na GOP, slice i macroblock

Definisan je mali broj skupova MPEG-2 kompleta alata, poznati kao profili i nivoi. *Profil* je podskup algoritamskih alata koji su primenljivi na grupu aplikacija, a *nivo* identifikuje skup ograničenja na vrednosti parametara (veličina slike, bitski protok) tj. granice kompleksnosti za svaki profil.

3. MPEG-4

MPEG-4 scene deli na objekte koji se mogu zasebno kodovati odgovarajućim algoritmom za komprimovanje, tako da i sami objekti mogu biti skalirani i rešavani samostalno. Na ovaj način u aplikacije ubacujemo interaktivnost, skaliranje, manipulaciju objekata i sl.

3.1. Uvod u MPEG-4

MPEG-4 je dizajniran tako da se nesmetano integriše u postojeća MPEG okruženja, a MPEG komitet je odredio kako se interaktivni MPEG-4 sadržaj prenosi MPEG-2 transportnim tokom. Novije verzije MPEG-4 standarda su organizovane tako da su kompatibilne sa svim prethodnim verzijama, dodaju nove profile, ali ne menjaju već postojeće. On eliminiše potrebu za proizvodnjom velikog broja različitih multimedijalnih formata, a i nudi više novih širokopojsnih i uskopojasnih platformi za distribuciju svojih sadržaja (wireless, DTV, internet) [3].

3.2. Opis MPEG-4 standarda

MPEG-4 je prvobitno zamišljen kao standard za kompresiju audio i video signala na veoma niskim bitskim protocima. Međutim, specifikacije za kompresiju zasnovanu na sadržaju otvorile su mnoge nove mogućnosti tako da je standard evoluirao u okvir za manipulaciju i upravljanje interaktivnim multimedijalnim sadržajem. Što se tiče transporta MPEG-4 sadržaja, on se može preneti preko mnogih različitih transportnih slojeva i čak se premeštati sa jednog tipa prenosa na drugi. Kako

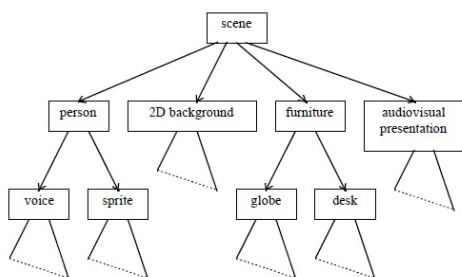
bi investiranje u MPEG-2 ostavio korisnim, MPEG komitet je omogućio da MPEG-4 sadržaj može da se prenosi MPEG-2 transportnim tokovima.

MPEG-4 se sastoji od velikog broja alata za kodiranje audio-vizuelnih objekata. On takođe sadrži profile koji omogućavaju korisnicima da iz različitih skupova alata biraju samo one koji su im potrebni. Neki od profila koji postoje su: vizuelni, audio, grafički, profili grafikona scene, MPEG-J, profili opisa objekata, a svaki od njih ima svoje podprofile.

3.3. Objekti u MPEG-4

Audio, video, grafika i ostale komponente MPEG-4 zovu se *objekti*. Oni mogu postojati kao nezavisni ili se više njih može grupisati u jednu celinu. Rezultat ovog grupisanja je *MPEG-4 scena*. Dakle, audio i video više nisu skupovi ravnomerno zastupljenih piksela ili uzoraka, već skupovi objekata. Objekti su smešteni u tzv. elementarne tokove. Neki objekti, kao što su sound track ili video, imaju jedan osnovni tok, dok drugi objekti mogu imati dva ili više tokova [4]. Kako bi obavestio sistem koji elementarni tok pripada određenom objektu koristi se deskriptor objekta, koji sadrži deskriptore elementarnog toka kako bi rekao sistemu koji dekoderi su potrebni za dekodovanje toka.

MPEG-4 scena prati hijerarhijsku strukturu koja se može predstaviti usmerenim acikličnim grafom, kao što je pokazano na slici 2. Svaki čvor je medijski objekat, a atributi čvora mogu se menjati kako dodajemo nove čvorove.



Slika 2 – Logička struktura scene

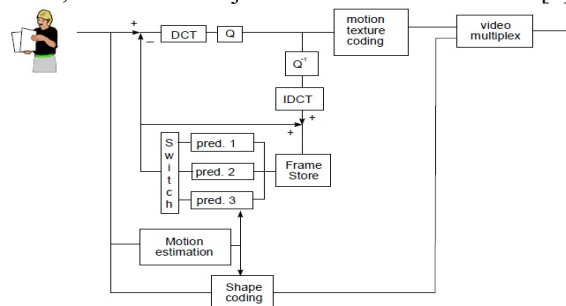
U MPEG-4 modelu, audio-vizuelni objekti imaju prostorne i vremenske mere. Svaki medijski objekat ima lokalni koordinatni sistem u kome ima fiksnu prostorno-vremensku lokaciju i razmeru. Taj sistem služi kao regulator za manipulisanje medijskim objektom u prostoru i vremenu. Objekti se pozicioniraju navođenjem koordinatne transformacije iz lokalnog koord. sistema objekta u globalni koord. sistem definisan opisom scene koji se nalazi u čvoru stabla na višoj poziciji.

MPEG-4 podržava skaliranje objekata. Ovo je korisna mogućnost u sredinama sa malim bitskim protokom, jer se kvalitet prezentacije može gotovo neprimetno smanjiti ako je dostupan mali propusni opseg. Nepromenljive pozadine zovu se *sprajtovi*. Sprajt je potrebno poslati samo jednom, nakon toga nova posmatranja kreiraju se jednostavnim slanjem novih pozicija četiri unapred definisanih tačaka. Tipičan primer ovoga je prenos sportskog događaja, gde se scene razvijaju u veoma ograničenom okruženju [5]. Skalabilnost takođe omogućava dobru zaštitu od grešaka tako što najbolje štiti najvažnije objekte (bolja zaštita → potreban veći broj bita). Objektno-orijentisani pristup MPEG-4 dozvoljava mapiranje slika na kompjuterski generisane oblike.

Mreža, kao jedan takav oblik, može imati bilo koju sliku mapiranu na nju. Slike mapiranog videa mogu takođe biti mapirane na mrežu. Tako, umesto da šaljemo potpuno nove slike za svaku deformaciju, dovoljno je poslati samo uputstva, i deformacije se rade lokalno, čime se štedi dosta protoka.

3.4. Video kodovanje u MPEG-4

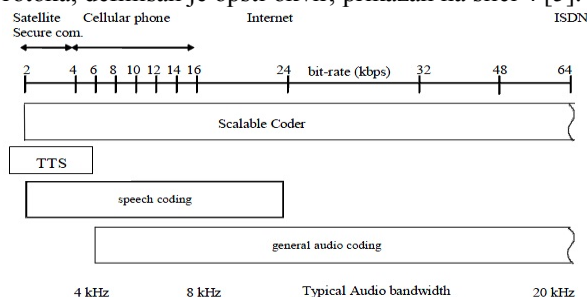
Na slici 3 prikazana je blok-šema osnovnog MPEG-4 algoritma za kodovanje kako pravougaone tako i sekvence ulaznih slika proizvoljnog oblika. Osnovna struktura podrazumeva kodovanje oblika i kompenzaciju pokreta, kao i kodovanje teksture bazirano na DCT [4].



Slika 3 – Blok-dijagram MPEG-4 video kodera

3.5. MPEG-4 audio

Audio signal je ranije smatran samo kao signal povezan sa video signalom. Sada, audio ima isti značaj i kvalitet kao i video. Za audio najvišeg kvaliteta, MPEG-4 poseduje algoritam za napredno audio kodovanje AAC koji daje signal koji se po kvalitetu gotovo ne razlikuje od originala, od mono, pa sve do višekanalnog surround zvuka, po znatno nižim bitskim protocima nego MP3 audio format. Sloj MPEG-4 sistema dozvoljava korišćenje kodeka u skladu sa postojećim standardima, npr. MPEG-2 AAC. Da bi bilo omogućeno optimalno pokrivanje bitskog protoka i kako bi bila omogućena skalabilnost bitskog protoka, definisan je opšti okvir, prikazan na slici 4 [5].



Slika 4 – Audio MPEG-4 opšti okvir

3.6. Funkcije i aplikacije MPEG-4 standarda

Neke od funkcija i aplikacija MPEG-4 standarda su interaktivnost, alati kojima je moguće kreirati jedinstvene kodere i dekodere visokog kvaliteta, skalabilnost sadržaja, zaštita intelektualne svojine, DVD, multimedija na mobilnim uređajima, internet video streaming itd.

4. POREĐENJE MPEG-2 I MPEG-4 STANDARDA

U tabeli 2 date su osnovne razlike između MPEG-2 i MPEG-4 na osnovu specifikacija samih standarda. Stručnjaci se slažu da je MPEG-4 standard kompresije superioran u odnosu na MPEG-2, jer između ostalog omogućuje manje fajlove uz visok kvalitet slike.

Tabela 2 – Poređenje MPEG-2 i MPEG-4 standarda

MPEG-2	MPEG-4
Video: 3,5 - 6 Mb/s	Video: 5kb/s - 10Mb/s
Statička reprezentacija	Dinamička reprezentacija
Svi pikseli se tretiraju kao da su deo pokretnog videa	Svaki objekat koduje se svojom optimalnomšom kodovanja
Brzina prenosa usko povezana sa stvarnim profilom	Skalabilan na širokoj oblasti što se tiče audio, ali i video zapisa
Zahteva manje računarske snage	Zahteva više računarske snage
DVD, HDTV	Internet, mobilni telefoni
Propusni opseg do 40 MB/s	Propusni opseg oko 64 kb/s
Veća veličina fajlova	Manja veličina fajlova

MPEG-2 sadržaj kreira iz različitih izvora, kao što su pokretni video, grafika, tekst. Nakon što se sadržaji slože u ravni piksela, isti se koduju kao da su svi pokretni video pikseli. To je ujedno i standard sa statičkom reprezentacijom tj. ako jedan emiter emituje snimak događaja koji je uzet od drugog emitera, već postojeći logo prvog emitera ne može se ukloniti.

MPEG-4 je dinamičan. Različiti objekti mogu se kodovati i prenositi odvojeno do dekodera svojim elementarnim tokovima. Sastavljanje sadržaja vrši se posle dekodovanja. Jedan od razloga zašto u praksi MPEG-4 nudi višu efikasnost kodovanja u odnosu na MPEG-2 jeste ACE (engl. *Advanced Coding Efficiency*) – algoritam za kodovanje koji se počeo koristiti upravo sa dolaskom MPEG-4 standarda. MPEG-4 nudi bolje algoritme kompresije nego MPEG-2, ali zahteva i dosta više računarske snage. Jedna od ključnih razlika su blokovi na kojima je bazirana procena kretanja – MPEG-2 koristi blokove 16x16, dok se u MPEG-4 koriste različiti oblici i veličine blokova.

5. SOFTVERSKO POREĐENJE

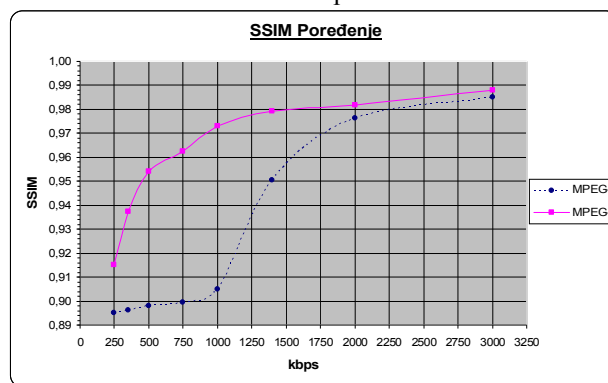
Praktično poređenje standarda urađeno je komprimovanjem konkretnog video materijala pomoću MainConcept MPEG koda (MPEG-2) i MainConcept H.264 (MPEG-4 Part 10 - H.264).

Video sekvenca je rezolucije 720x576 na 25fps, a kodovana je konstantnim bitrate-om, uz sledeće vrednosti: 250, 350, 500, 750, 1000, 1400, 2000 i 3000 kb/s. Takođe, sekvenca je demultipleksirana i iz nje je izbačen audio signal, tako da je komprimovan samo video. Parametri koji su mereni u testu su: SSIM indeks, PSNR, vreme potrebno za kompresiju i dobijena veličina fajla nakon kompresije.

Rezultati dobijeni za veličinu dobijenog fajla pokazuju da su MPEG-2 fajlovi znatno veći u odnosu na MPEG-4 fajlove, posebno pri niskim bitskim brzinama. Razlika je sve manja kako se bitska brzina povećava. Sto se tiče vremena potrebnog za kompresiju MPEG-2 je prilično brži, ali ovo je i posledica kompleksnijih algoritama koje koristi MPEG-4.

Rezultati SSIM indeksa prikazani su na grafiku 1. Ovaj metod za merenje sličnosti između dve slike ili video sekvence dizajniran je da poboljša tradicionalne PSNR i MSE i dosta bolje od njih modeluje percepciju ljudskog oka, tako da ove rezultate možemo smatrati najboljim pokazateljem poređenja ovih standarda. MPEG-4 je bolji duž celog opsega testiranih vrednosti. Razlika je najveća pri malim bitskim brzinama, dok se sa njenim povećanjem MPEG-2 bliži po kvalitetu tako da je razlika na 3000 kb/s gotovo neprimetna. Kod testiranja PSNR

vrednosti rezultati su gotovo isti kao kod SSIM indeksa uz za nijansu bolji PSNR koji ima MPEG-2 u odnosu na MPEG-4 na bitskim brzinama preko 2000 kb/s.



Grafik 1 – Poređenje SSIM indeksa

Tabela 3 pokazuje, na osnovu vrednosti izvedenih iz prethodnog grafika, kolika bitska brzina u kb/s je potrebna jednom, odnosno drugom standardu, da bi se ostvario isti kvalitet slike tj. ista vrednost SSIM indeksa.

Tabela 3 – Potrebna bitska brzina za isti kvalitet slike

Željeni SSIM	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
MPEG-4	315	365	450	675	920	1525
MPEG-2	1200	1285	1450	1550	1775	2250

6. ZAKLJUČAK

MPEG-2 može da isporuči sliku identičnog kvaliteta kao i MPEG-4. Međutim, za takvu isporuku potrebno je više propusnog opsega. Oba standarda zavise od kvaliteta izvora. Može se reći da će MPEG-4 zameniti MPEG-2 obzirom da omogućava visok kvalitet uz mnogo manji propusni opseg, a i obzirom na to da je Internet, kao jedan od medija budućnosti, uslovljen propusnim opsegom. MPEG-4 je idealno rešenje za slanje signala globalnom mrežom i brži prijem signala na korisničkoj strani, a svi znamo, pa čak i iz ličnog iskustva, da brzina prijema određenog sadržaja najčešće igra presudnu ulogu na opšte zadovoljstvo krajnjeg korisnika kvalitetom usluga.

7. LITERATURA

- [1] Katedra za računarsku tehniku i računarske komunikacije Fakulteta Tehničkih Nauka, predavanja sa ispita *Programska podrška u televiziji i obradi slike*, Novi Sad, 2006.
- [2] John Watkinson, "The MPEG Handbook", second edition, Elsevier, Oxford 2004.
- [3] MPEG-4 Industry Forum, "MPEG-4 – The Media Standard".
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2196 Overview of the MPEG-4 Version 1 Standard.
- [5] Martin Alberink, Sorin Iacob, "The MPEG-4 Standard", Telematica Institut, Enschede, 2001.

Kratka biografija:



Bojan Perić rođen je u Smederevu 27.04.1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - telekomunikacije odbranio je 2011.god.