

## 5. SOFTVERSKO POREĐENJE

U ovoj glavi biće prikazano poređenje MPEG-2 i MPEG-4 standarda kroz komprimovanje određenog video materijala. Za ovo poređenje korišćeni su MainConcept MPEG enkoder, za kodovanje pomoću MPEG-2 standarda, i MainConcept H.264 enkoder za kodovanje standardom MPEG-4. Generalno, za MPEG-4 kodovanje mogu se koristiti dva enkodera: MPEG-4 part 2 (popularniji kao „DivX“ ili MPEG-4 ASP) i noviji MPEG-4 Part 10 (ovde spadaju H.264 i MPEG-4 AVC). Parametri enkodera koji su tokom testova imali konstantne vrednosti su:

- Video mode: PAL;
- Field encoding: Progressive frame;
- Frame rate: 25fps – PAL/SECAM, generic 625/50Hz rate;
- Profile ID: Main Profile;
- Level ID: Main Level;
- Multiplexing type: MPEG-2.

Testovi su rađeni na:

- ✓ Intel(R) Core(TM) 2 CPU 4400 @ 2.00 GHz, 1 GB RAM-a i operativnim sistemom Microsoft Windows XP Professional SP2.

Računanje SSIM indeksa i PSNR-a rađeno je pomoću softvera MSU Video Quality Measurement Tool, verzija 3.0, koji u sebi već ima ugrađene funkcije za računanje SSIM i PSNR metrike.

Kao video materijal za testiranje korišćen je trejler za film Transformers 3 u HD rezoluciji, nad kojim je izvršen downsampling na rezoluciju 720x576, na 25fps i veličine 18MB. Generalno, samo jedna video sekvenca nije najbolji pokazatelj performansi kodera, međutim trejleri filmova predstavljaju dobar kompromis jer sadrže kako scene sa dosta akcije, tako i statičke scene, a uz manju veličinu fajla u odnosu na ceo film omogućuju da sam proces kompresije ne traje dugo. Sekvenca je kodovana konstantnim bitrate-om, a vrednosti su uzimane sledećim redosledom: 250, 350, 500, 750, 1000, 1400, 2000, 3000 kbps. Takođe, kako je ispitivana efikasnost video kompresije ova dva standarda, sekvenca je demultipleksirana i iz nje je izbačen audio signal, tako da su enkoderi komprimovali samo video materijal. Parametri koji su mereni su: SSIM indeks, PSNR, vreme potrebno za kompresiju i dobijena veličina fajla nakon kompresije.

### SSIM Indeks

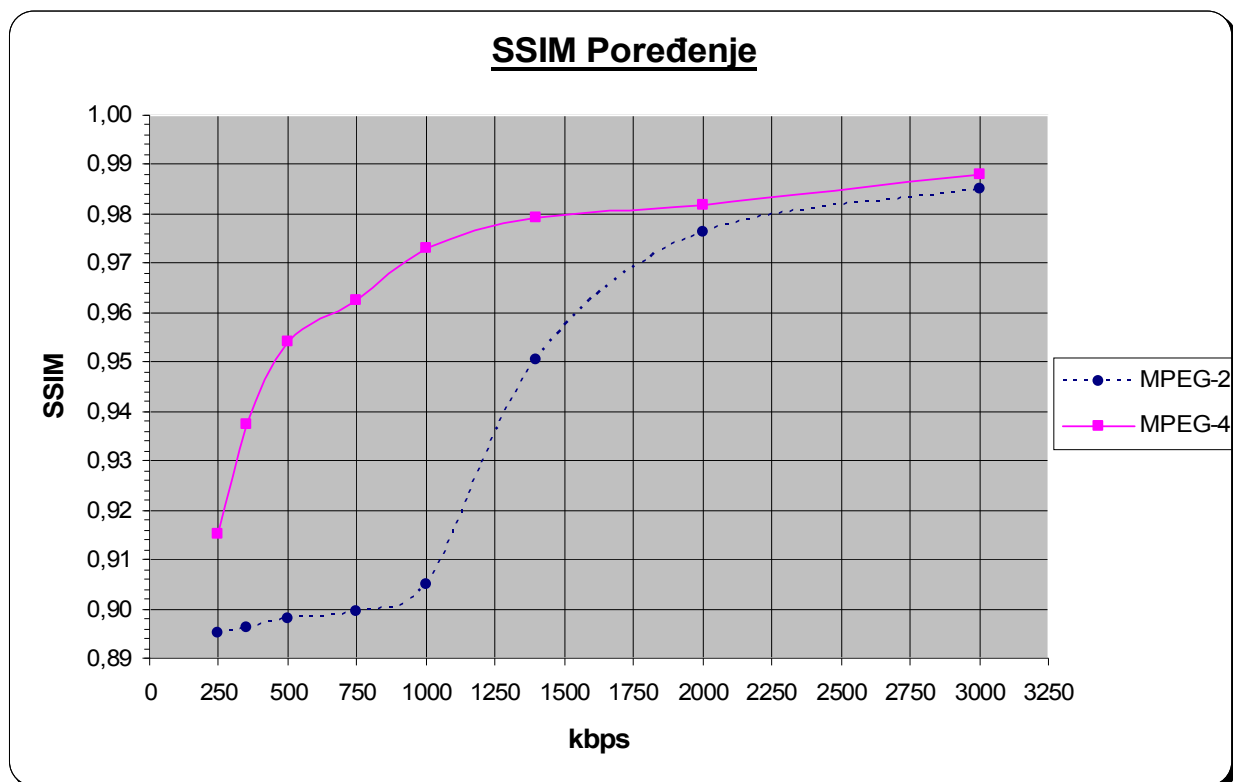
SSIM je skraćenica od engleskog termina Structural SIMilarity i predstavlja metod za merenje sličnosti između dve slike ili, u ovom slučaju, dve video sekvence. SSIM je dizajniran da poboljša tradicionalne metode poređenja kao što su PSNR (odnos signal/šum) i MSE (srednja kvadratna greška) i dosta bolje od njih modeluje percepciju ljudskog oka. Ukoliko imamo dve slike  $x$  i  $y$  veličine  $N \times N$ , SSIM indeks računa se po formuli:

$$\text{SSIM}(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (5.1)$$

gde su:

- $\mu_x, \mu_y$  prosek od x i y, respektivno;
- $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  varijanse od x i y, respektivno;
- $\sigma_{xy}$  kovarijansa od x i y;
- $c_1=(k_1 L)^2, c_2=(k_2 L)^2$  dve varijable sa funkcijom da stabilizuju deljenje sa slabim imeniocem;
- $L$  dinamički opseg vrednosti piksela;
- $k_1=0.01$  i  $k_2=0.03$  konstantne vrednosti.

Formula se primenjuje samo na luminansu, a dobijene vrednosti su u opsegu od -1 do 1, gde vrednost 1 dobijamo ukoliko imamo slike istog kvaliteta. Nakon računanja SSIM indeksa dobijeni su rezultati prikazani na grafiku 5.1:



Grafik 5.1 – Poređenje SSIM indeksa

Testovi pokazuju da je MPEG-4 bolji duž celog opsega testiranih bitskih brzina. Ova razlika najveća je pri malim bitskim brzinama, zbog čega se ovaj standard mnogo češće koristi na Internetu nego MPEG-2 standard, jer je neophodno obezbediti dobar kvalitet video signala na malim brzinama. Kako bitska brzina raste MPEG-2 je sve bliži kvalitetu slike MPEG-4 standarda, tako da je razlika na 3000 kbps gotovo neprimetna.

### PSNR

PSNR je skraćena od engleskog termina *peak signal-to-noise ratio*, što je inženjerski termin za odnos između maksimalne snage signala i snage šuma koji utiče na vernost reprezentacije samog signala. Pošto mnogi signali imaju veoma širok dinamički opseg, PSNR se najčešće izražava u logaritamskoj skali. Najčešće se definiše preko MSE (*engl.* Mean Squared Error), koja se, za dve monohromatske slike I i K, gde je jedna slika originalna, a druga sadrži šum, računa kao:

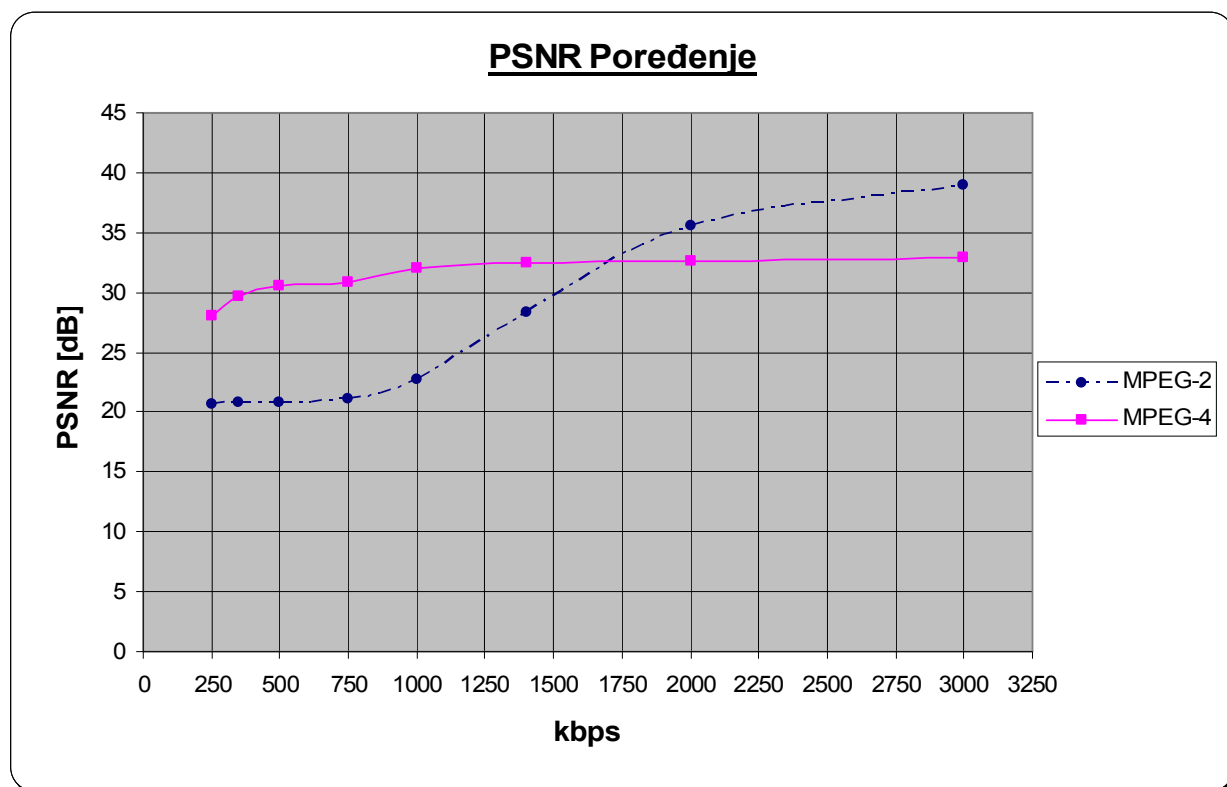
$$MSE = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - K(i, j)]^2 \quad (5.2)$$

A odatle PSNR izračunavamo kao:

$$\begin{aligned} PSNR &= 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \\ &= 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right) \end{aligned} \quad (5.3)$$

gde je  $MAX_I$  maksimalna moguća vrednost piksela slike.

Rezultati analize PSNR-a prikazani su na grafiku 5.2:



Grafik 5.2 – Poređenje PSNR vrednosti

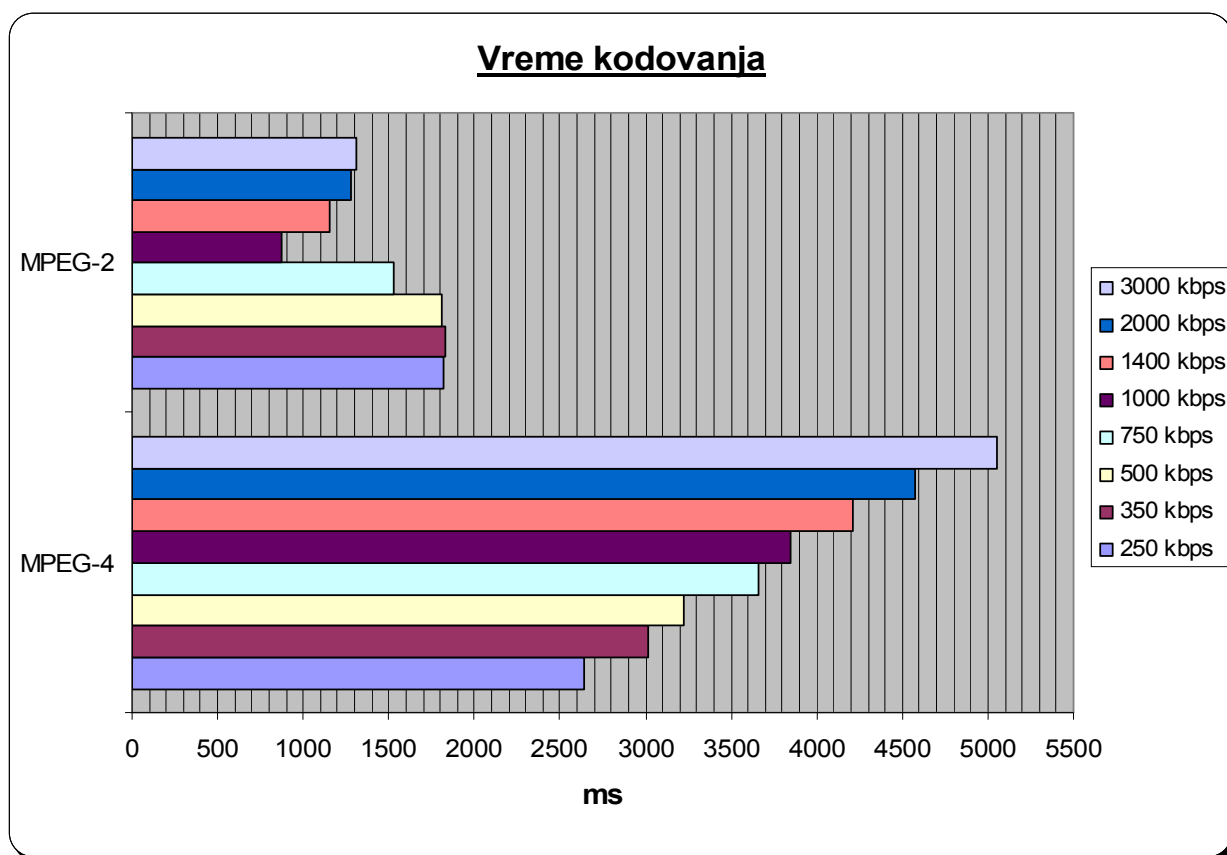
Rezultati ovih merenja pokazuju da je MPEG-4 ponovo bolji na niskim bitskim brzinama, ali na višim MPEG-2 se poboljšava, čak i beleži bolje rezultate. Međutim, rezultate SSIM indeksa smatramo boljim pokazateljem kvaliteta kompresije, jer bolje reprezentuju percepciju ljudskog oka.

### Vreme kompresije

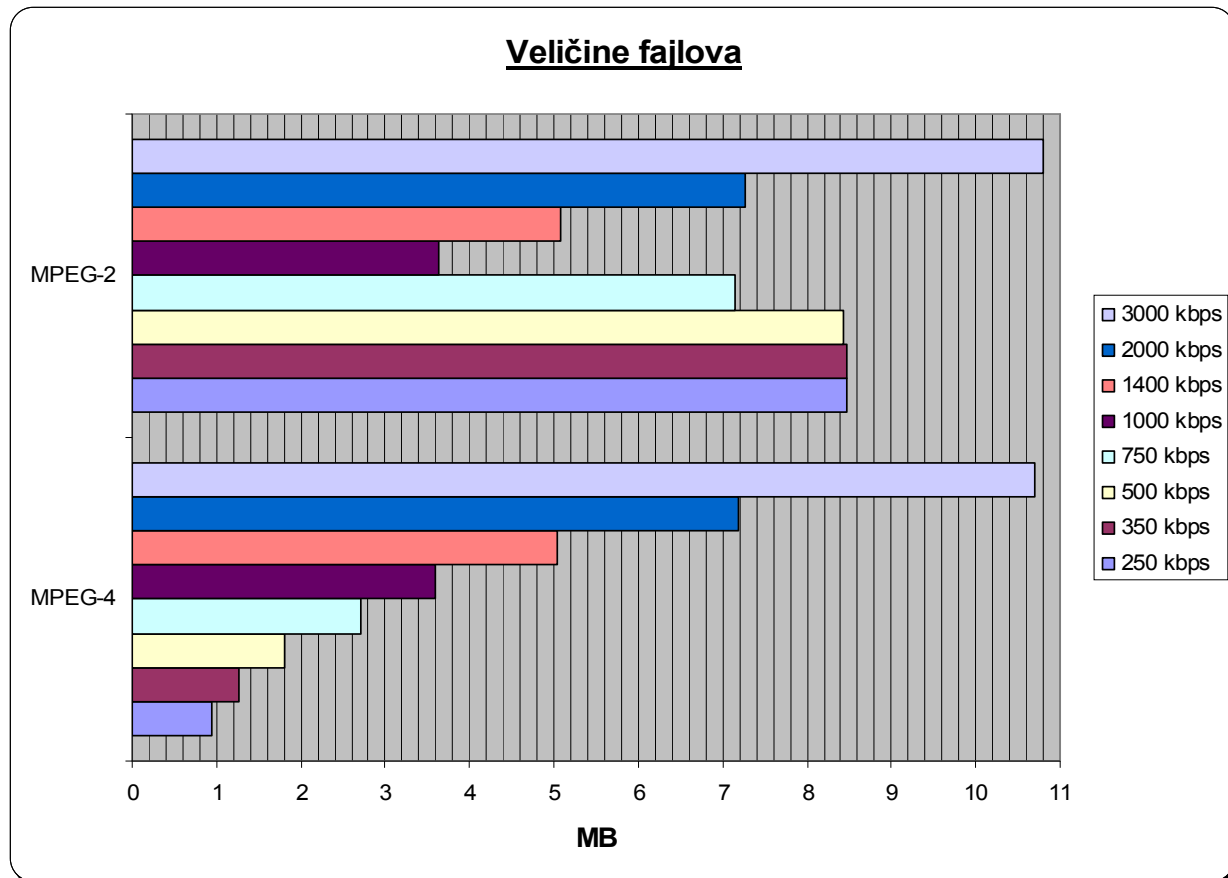
Što se tiče vremena kompresije ono one pokazuje samo koji standard brže vrši kompresiju, već i kompleksnost samog algoritma koji se koristi za kompresiju. U ovom testu MPEG-2 se pokazao kao standard koji dosta brže radi svoj zadatak, kao što i pokazuje grafik 5.3.

### Veličina komprimovanog fajla

Veličina komprimovanog fajla pokazuje koliko MPEG-4 algoritam daje dosta bolje rezultate na niskim bitskim brzinama. Međutim, kao i kod rezultata SSIM-a i PSNR-a, kako bitska brzina raste, tako se i razlika između ova dva standarda kompresije smanjuje, u ovom slučaju tako što su dobijene veličine kompresovanih fajlova gotovo identične. Rezultate ovog testa pokazuje grafik 5.4.



Grafik 5.3 – Vreme kompresije



Grafik 5.4 – Veličine kompresovanih fajlova

Kao poslednji deo testa biće upoređen bitska brzina potrebna za postizanje video signala istog kvaliteta. Željeni kvalitet biće fiksirane vrednosti SSIM indeksa počev od 0,92 do 0,98. Iz grafika sa slike 5.1 biće približno izvedena bitska brzina potrebna svakom od standarda kompresije da ostvari određeni kvalitet slike, prostim presekom vrednosti SSIM faktora sa dobijenim graficima. Tabela 5.1 pokazuje dobijene vrednosti.

| Željeni SSIM | 0,92      | 0,93      | 0,94      | 0,95      | 0,96      | 0,97      | 0,98      |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MPEG-4       | 275 kbps  | 315 kbps  | 365 kbps  | 450 kbps  | 675 kbps  | 920 kbps  | 1525 kbps |
| MPEG-2       | 1125 kbps | 1200 kbps | 1285 kbps | 1450 kbps | 1550 kbps | 1775 kbps | 2250 kbps |

**Tabela 5.1 – Potrebna bitska brzina za isti kvalitet slike**

Kao što tabela 5.1 pokazuje, razlika u bitskoj brzini kreće od faktora 4, kolika je razlika pri SSIM indeksu 0,92, i smanjuje se do vrednosti 1,50 sa povećanjem kvaliteta.

Dakle, rezultati svih testova nedvosmisleno pokazuju da je MPEG-4 bolji standard za kompresiju video materijala. Ova prednost je najočiglednija na malim bitskim brzinama. Kako se brzina povećava razlika je sve manja, ali ipak i dalje u korist MPEG-4.