

COMPARISON OF VIDEO CODECS

Pavel Urbánek

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xurban27@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: David Bařina

E-mail: ibarina@fit.vutbr.cz

Abstract: This article is aimed at comparison of contemporary and future codecs. Methods like PSNR and SSIM are briefly explained as well as the basic information on major codecs and standards. Results are presented in form of graphs, followed by comments. From contemporary codecs x264 performed best while H.265 has proven to be high efficient video codec.

Keywords: video codec, video quality, PSNR, SSIM, MPEG-4, Xvid, DivX, H.264, x264, H.265, VP8

1 ÚVOD

Videokodeky jsou součástí mnoha oblastí a stále se rozšiřují. Výběr správného kodeku je klíčový, rozdíly mohou být značné. Videokodek je spojením kodéru – nástroje pro převedení originálního obrazu do komprimované bitové podoby a dekodéru – nástroje pro rekonstrukci obrazu z bitového toku. Kodeky ve většině případů vycházejí z formálního popisu – standardu, který zajišťuje především kompatibilitu mezi jednotlivými implementacemi dekodérů. Tento článek se zabývá srovnáním populárních ztrátových kodeků. V první části jsou představeny techniky srovnávání, ve druhé části jednotlivé kodeky a ve třetí části jsou prezentovány výsledky srovnání. Do testů byla zařazena i implementace návrhu budoucího standardu H.265.

2 TECHNIKY SROVNÁVÁNÍ

Při hledání optimálního kodeku pro konkrétní oblast nasazení sledujeme několik parametrů. V tomto případě je na prvním místě poměr kvality a datového toku videa. Zatímco datový tok lze určit poměrně snadno, u kvality je to složitější. Existují subjektivní a objektivní metody.

Subjektivní metody jsou založeny na vnímání kvality videa pozorovatelem. Jejich výhoda spočívá v tom, že vyhodnocení probíhá lidským vnímáním. Nevýhodou je časová náročnost, lidské zdroje, nekonzistentnost výsledků atd.

Objektivní metody jsou matematické modely, které se snaží přiblížit výsledkům subjektivních metod, přičemž k určení kvality není potřeba člověk, výpočet je exaktní a objektivní. Díky tomu jej lze automatizovat a opakovaně aplikovat i na velké objemy dat. Hlavním nedostatkem je právě nedokonalá aproximace vnímání kvality videa člověkem, což může vést k situaci, kdy objektivní metoda poskytuje dobré výsledky, zatímco člověk vnímá kvalitu videa jako horší a vice versa. Asi nejčastěji používanou objektivní technikou je *špičkový odstup signálu od šumu* (Peak Signal to Noise Ratio – PSNR). Je založen na *střední kvadratické odchylce* (1) (Mean Square Error – MSE), kde A je původní obraz, B reprezentuje komprimovaný obraz.

$$MSE(A, B) = \frac{1}{mn} \sum_{x=0}^{m-1} \sum_{y=0}^{n-1} [A(x, y) - B(x, y)]^2 \quad (1)$$

Vzhledem k tomu, že výsledné hodnoty MSE jsou velkého rozsahu, je PSNR (2) zobrazeno logaritmicky, jednotkou je dB. Ztrátové kodeky obvykle dosahují od 30 do 50 dB, čím vyšší je dosažená hodnota, tím menší je rozdíl oproti originálu.

$$PSNR(A, B) = 10 \cdot \log_{10} \frac{(2^{\text{bit_depth}} - 1)^2}{MSE(A, B)} \quad (2)$$

Metoda *Structural Similarity* (3) [1] (SSIM) dosahuje vyšší úrovně aproximace než PSNR. μ_A je průměr A, σ_A je rozptyl, σ_{AB} je kovariance a c_1, c_2 jsou konstanty vycházející z bitové hloubky obrazu.

$$SSIM(A, B) = \frac{(2\mu_A\mu_B + c_1)(\sigma_{AB} + c_2)}{(\mu_A^2 + \mu_B^2 + c_1)(\sigma_A + \sigma_B + c_2)} \quad (3)$$

Jak je ze vztahů patrné, obě metody vyžadují dostupnost původního i komprimovaného videa, takové metody označujeme jako *Full Reference* – FR.

3 SROVNÁVANÉ KODEKY

x264 je kodek implementující standard H.264/AVC, jedná se o volně dostupnou knihovnu (a program) šířenou pod GNU GPL. Nejpodstatnějšími fakty podporující použití x264/H.264 je vysoká komprese, vynikající vizuální kvalita, masivní rozšíření a podpora jak v SW a webu, tak HW. Testována byla revize 1867. Nastavení: *Profile: High, encoding preset: slow, single pass - quantizer-based: [22; 25; 27; 30; 35; 40]*

Xvid se řadí mezi open source, všechny zdrojové kódy jsou uvolněny pod licencí GNU GPL. Jedná se o přímou konkurenci komerčního DivX. Kodek Xvid implementuje MPEG-4 SP a MPEG-4 ASP. Testována byla verze programu 1.3.0. Nastavení: *Profile: Xvid HD 1080, quality preset: general purpose, single pass - quantizer-based: [3; 4; 6; 8; 12; 16; 20; 30]*

VP8 je standard a kodek nezatížený patenty a distribuovaný jako open source. VP8 je obdobný kodekům typu MPEG, má velice blízko k H.264/AVC. V současné době je propagován Googlem, YouTube konvertuje HD videa jak do H.264, tak do VP8. Testovaná verze byla VP8–1.0. Nastavení: *Profile: unrestricted, quality preset: best, two pass - bitrate-based: [500k; 700k; 1M; 1,5M; 2,5M; 3,5M; 5M; 7M; 10M]bits/s*

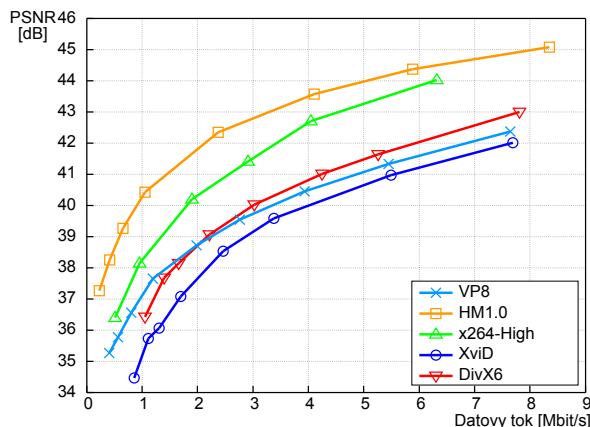
HM 1.0 je implementací testovacího modelu (TMuC) vyvíjeného standardu *HEVC – High Efficiency Video Coding* označovaného též jako *H.265*. Kodek je ve stádiu testování jednotlivých návrhů. Plánované vydání standardu spadá do roku 2012. Základním cílem je dosažení v Baseline profilu o 50% nižší velikosti komprimovaného videa než u H.264 High profilu, pochopitelně se zachováním odpovídající kvality. HM 1.0 je dostupný ve formě zdrojových kódů. Nastavení: *Config: randomaccess, quantization parameter: [18; 20; 22; 25; 30; 33; 36; 40]*

Kodek **DivX** byl v počátcích vyvíjen jako open source software, od verze 5 se stal uzavřeným, což vedlo k oddělení skupiny vývojářů, kteří založili projekt Xvid. Testování proběhlo na verzi 6.9.2. Nastavení: *Profile: 1080HD, encoding preset: 7, single pass - quality-based: [4; 5; 6; 8; 10; 13; 15; 20]*.

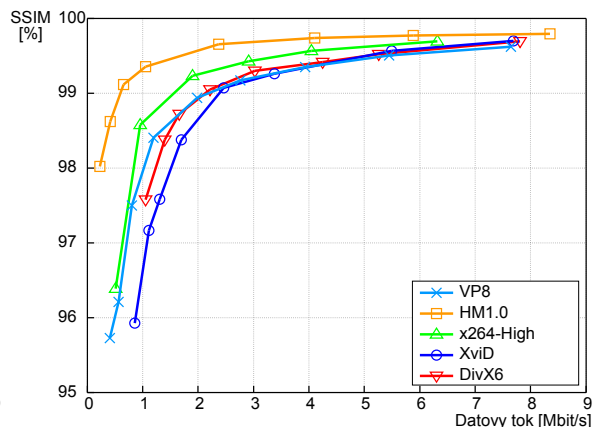
4 SROVNÁNÍ

Pro samotné srovnání kodeků byl vytvořen C++ program, který využívá knihoven OpenCV 2.2. Na jeho vstupu je netlist s cestami k originálním a zakódovaným souborům. Program zpracuje netlist a

postupně srovnává jednotlivá videa snímek po snímku, počítá datový tok, PSNR a SSIM. Kromě textového výstupu jsou generovány vektorové grafy vypočtených hodnot. Vstupní video bylo sestaveno z nekomprimovaných HD videí používaných pro testování H.265. Video obsahuje několik reálných hraných scén napodobujících „film“ (pohyb kamery, pohyb osob a objektů), jsou použity titulky, zatmívání a přechody obrazu. Formát videa je HD 720p, 24 Hz, délka 460 snímků.



Graf 1: Výsledky PSNR



Graf 2: Výsledky SSIM

| | DivX 6 | Xvid | x264 | HM1.0 | VP8 |
|-------------------------|--------|------|------|-------|-----|
| Kódování [fps] | 26 | 36 | 19 | <1 | 7 |
| Dekódování [fps] | 63 | 140 | 42 | <1 | 61 |

Tabulka 1: Průměrné rychlosti kódování a dekodování (vfw)

Z grafu 1 je patrné, že nejlépe v testu dopadl HM 1.0, platí to i pro výsledky metody SSIM – graf 2. Vysoká efektivita kódování je vykoupena velmi dlouhou dobou kódování, to však pravděpodobně v době oficiálního vydání standardu nebude problém, protože kodek projde ještě rozsáhlými optimalizacemi. Kodek x264 dosáhl nejvyšších hodnot PSNR i SSIM mezi současnými kodeky, následován DivX6, VP8 a Xvid. Rychlosti kódování a dekodování jsou nejlepší u kodeků založených na MPEG-4 ASP - Xvid a DivX.

5 ZÁVĚR

V tomto článku byly představeny a srovnány nejen rozšířené kodeky, ale i návrh budoucího standardu H.265, byly poskytnuty základní informace o srovnávacích technikách. Z naměřených výsledků vychází nejlépe kodek x264 (nepočítáme-li HM 1.0), který poskytuje vynikající kvalitu obrazu i při nižším datovém toku.

REFERENCE

- [1] Wang, Z.; Bovik, A. C.; Sheikh, H. R.; aj.: *Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity*. IEEE Transactions on Image Processing, Duben 2004.