

COMPARISON OF LOSSY IMAGE COMPRESSION FORMATS

Ladislav Koláček

Bachelor Degree Programme (4), FIT BUT

E-mail: xkolac08@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: David Bařina

E-mail: ibarina@fit.vutbr.cz

Abstract: In this paper, a compression performance of lossy image compression formats is evaluated. The paper closely focuses on JPEG, JPEG 2000, JPEG XR and WebP image formats. The compression performance of these formats was measured using the structural similarity index (SSIM). Performed experiments suggest that the JPEG 2000 or WebP format achieves the best compression ratio at any given quality level in most cases.

Keywords: komprese obrazu, ztrátová komprese, JPEG, WebP

1 ÚVOD

Tento příspěvek se věnuje srovnání ztrátových formátů, konkrétně se jedná o porovnání kompresního poměru. Hlavním cílem tohoto příspěvku je tedy nalézt ztrátový formát, který disponuje nejlepším kompresním poměrem při zachování vysoké kvality obrazu. Za tímto účelem jsem vyhledal nejvíce používané ztrátové formáty, mezi které se řadí JPEG, JPEG 2000, JPEG XR a WebP. Každý z těchto formátů využívá jiný kompresní proces a především jinou transformaci dat.

Tento příspěvek je rozčleněn do několika sekcí. V sekci Ztrátové formáty jsou blíže popsány výše zmíněné formáty a metriky srovnání kvality obrazu. V sekci Srovnání formátů se nachází mnou provedené porovnání ztrátových formátů pomocí metriky SSIM i s výsledky měření zobrazenými ve formě grafů. V závěru nakonec zhodnotím své poznatky z naměřených hodnot z provedených testování a určím nejkvalitnější ztrátový formát.

2 ZTRÁTOVÉ FORMÁTY

Pro lepší ilustraci je na následujícím diagramu uveden zjednodušený kompresní proces:



Obrázek 1: Zjednodušený náhled na kompresní proces ztrátového formátu. V procesu předzpracování se provádí převod do barevného prostoru YC_bC_r .

Prvním porovnávaným formátem je JPEG [4], který je ve světě velmi používaným ztrátovým formátem. JPEG ve svém kompresním procesu využívá diskrétní kosinovou transformaci DCT a pro účely kódování využívá RLE a následně Huffmanovo kódování. Při použití vyšší komprese je náchylný ke vzniku blokového efektu. [6] JPEG je pouze specifikací pro kompresi složky 2D obrazu a význam složek udává JFIF, který neobsahuje podporu alfa kanálu.

Formát JPEG 2000 [3] přináší mnohá vylepšení, jako např. vyšší kompresní poměr při použití stejné kvality, vyšší odolnost proti chybám, podpora alfa kanálu atd. JPEG 2000 ve svém kompresním pro-

cesu využívá diskrétní vlnkovou transformaci DWT a za účelem kódování využívá algoritmus EBCOT. U tohoto formátu je datový tok rozdělen do vrstev, díky tomu je schopen při načítání obrázku postupně zvyšovat kvalitu s každou další dekódovanou vrstvou. Jeho nevýhodou je vyšší výpočetní náročnost a s tím spojený delší kompresní čas. Při použití vysoké komprese dochází ke vzniku artefaktů, které se projevují velmi znatelným rozmazáním obrázku. [6]

Dalším formátem je JPEG XR [5], který velmi efektivně využívá komprimovaný snímek. Ve svém kompresním procesu používá transformaci obdobnou DCT složenou ze 2 etap, ve které je možné uplatnit filtr na hranice mezi bloky a volitelně i mezi dlaždicemi, kde nejčastěji dochází ke vzniku artefaktů, a tímto jim předcházet. Za účelem kódování využívá RLE a následně VLC kódování. JPEG XR podporuje segmentaci obrazu za účelem náhodného přístupu, alfa kanál a také další funkce.

Posledním porovnávaným ztrátovým formátem je formát WebP [1] vyvíjený firmou Google. Tento formát je založený na kompresním formátu videa (VP8). Ve svém kompresním procesu používá transformaci DCT a následně WHT a za účelem kódování využívá aritmetický kódér. WebP nově obsahuje podporu pro alfa kanál a podporují jej téměř všechny webové prohlížeče.

Pro porovnání kompresního poměru výše zmíněných ztrátových formátů byla využita metrika SSIM [2] (structural similarity index), která posuzuje 3 podmínky (jas, kontrast a strukturu) mezi původním a kódovaným signálem. Tato metrika je založena na předpokladu, že lidský zrakový systém HVS (human vision system) je adaptován na extrahování strukturální informace ze scény a tudíž by strukturální podobnost mohla být dobrou aproximací vnímané kvality obrazu.

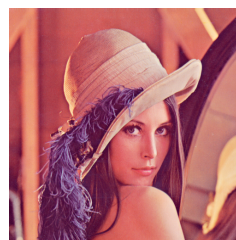
3 SROVNÁNÍ FORMÁTŮ

Praktické srovnání pomocí metriky SSIM bylo provedeno tímto způsobem: Nejprve byly vybrány vhodné nástroje pro kompresi obrazu do všech čtyř ztrátových formátů. Komprese byla provedena z bezztrátového formátu do příslušného ztrátového formátu pro 25 různých kvalit. Pro každou kvalitu je pak provedeno srovnání s původním obrazem pomocí metriky SSIM. Obrázky 2a a 2b jsou vhodné ke srovnání formátů, jelikož neobsahují mnoho ostrých hran, které jsou velmi nežádoucí pro ztrátovou kompresi. Obrázky 3a a 3b představují již výsledné grafy srovnání kompresního poměru. Na ose x je v grafu znázorněn počet bitů připadajících na jeden pixel a na ose y je vyznačen index SSIM v logaritmickém měřítku. Čím vyšších hodnot indexu SSIM formát dosahuje, tím je kvalitnější.

Z výsledků je zřejmé, že téměř všechny srovnávané formáty dosahují vysokých hodnot kvality indexu SSIM, ale nejlepších hodnot kompresního poměru dosahují formáty JPEG 2000 a WebP. U Obrázku 2b dosahuje nejvyšších hodnot indexu SSIM formát JPEG 2000 a u Obrázku 2a je nepatrně kvalitnější formát WebP, především v nižších datových tocích. JPEG XR zaznamenal propad, jelikož výsledné soubory v nižších datových tocích obsahují artefakty.



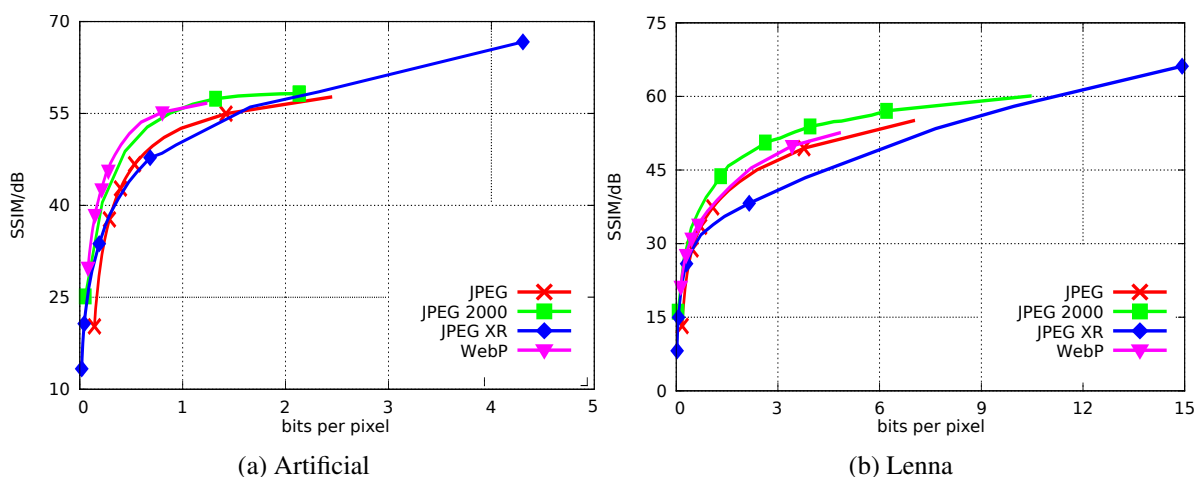
(a) Artificial



(b) Lenna

Obrázek 2: Uvedené obrázky byly vybrány pro porovnání ztrátových formátů metrikou SSIM.

V grafech na Obrázku 3 byly využity následující nástroje: Pro JPEG byla použita otevřená knihovna libjpeg (parametr -baseline -quality). Pro JPEG 2000 byla použita demoverze Kakadu (parametr -



Obrázek 3: Srovnání kompresního poměru ztrátových formátů u Obrázků 2a a 2b.

rate). Pro JPEG XR byl použit MS DPKv1.0 (parametr -q). Pro WebP byla použita otevřená knihovna libwebp verze 0.4.0 (parametr -q).

4 ZÁVĚR

V příspěvku bylo popsáno srovnání kompresního poměru ztrátových formátů pomocí metriky SSIM. Významné formáty, jako je JPEG, JPEG 2000 a JPEG XR, jsem se rozhodl porovnat s novým formátem WebP, abych zjistil, jakým kompresním poměrem disponuje. Z naměřených výsledků zobrazených ve formě grafů jsem zjistil, že nejlepším kompresním poměrem disponuje formát JPEG 2000, ale v nižších datových tocích dosahuje lepší kvality formát WebP. Zřejmě z toho důvodu, že zvyšuje kompresní poměr při použití stejné kvality oproti formátu JPEG téměř dvojnásobně.

Dalším možným výzkumem by mohlo být porovnání časové náročnosti výše zmíněných formátů.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu Pokročilé rozpoznávání a prezentace multimediálních dat (FIT-S-11-2).

REFERENCE

- [1] Bankoski, J.; Koleszar, J.; Quillio, L.; aj.: VP8 Data Format and Decoding Guide. *RFC 6386*, listopad 2011, ISSN 2070-1721.
- [2] Dosselmann, R.; Yang, X.: A Formal Assessment of the Structural Similarity Index. Technická zpráva, 2008.
- [3] ITU-T T.800 | ISO/IEC 15444-1: JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0. 2000.
- [4] ITU-T T.81 | ISO/IEC 10918-1: Information technology - Digital compression and coding of continuous-tone still images: Requirements and guidelines. 1992.
- [5] ITU-T T.832 | ISO/IEC 29199-2: Information technology – JPEG XR image coding system – Image coding specification. 2012.
- [6] Ebrahimi, F.; Chamik, M.; Winkler, S.: JPEG vs. JPEG2000: An objective comparison of image encoding quality. 2004, s. 300–308, doi:10.1117/12.564835.