

LOSSLESS VIDEO COMPRESSION

Jaroslav Němec

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xnemec14@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: David Bařina

E-mail: ibarina@fit.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with lossless video compression. In this paper you can find lossless video codec fundamental sections. A function of each of these sections can be implemented by many ways. In reversible color transform section are tested these transformations - LOCO-I, YF_rF_b and RCT. In predictor section are tested MED and Paeth predictors. The entropy coder function is ensured by adaptive arithmetic coding. The goal of this paper is to determine the best combination to achieve highest compression ratio.

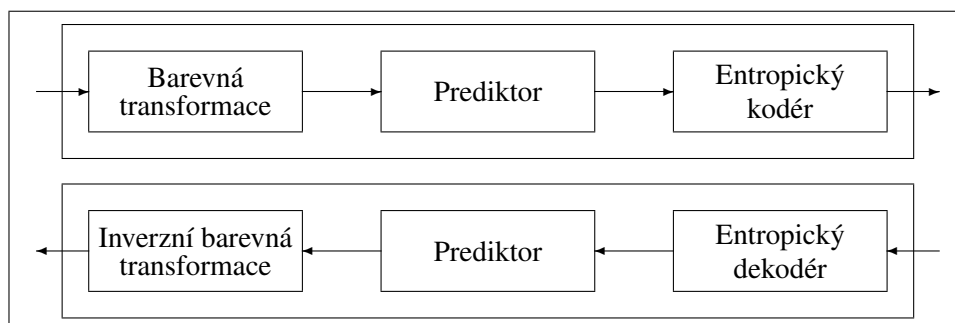
Keywords: Lossless image compression, videocodec, reversible color transform, pixel prediction, LOCO-I, Median Edge Detection, entropy coder

1 ÚVOD

V následujících kapitolách budou rozebrány funkční jednotky videokodeku. U každého bloku bude vysvětlena jeho funkce, vstup a výstup. Každý funkční blok může být implementován několika způsoby, které zde budou také uvedeny. Na základě těchto funkčních bloků byl sestaven a otestován videocodek. V závěru článku je srovnání se současně používanými bezztrátovými kodeky, slabiny implementovaného videokodeku a návrhy na vylepšení.

2 STRUKTURA VIDEOKODEKU

Samotný kodek videa se skládá ze dvou částí - kodéru a dekodéru. Obě části jsou vyznačeny na následujícím obrázku. Na vstupu kodéru je jeden snímek videa, na který je postupně aplikována



Obrázek 1: Funkční bloky videokodeku

barevná transformace, predikce a entropické kódování. Výstupem jsou binární data. Zde se nevyužívá podobnosti sousedních snímků. Tato metoda lze použít na nejvýše tři sousední snímky, u dalších jsou rozdíly příliš velké. Každý snímek se bere jako klíčový. Dekodér má na vstupu binární data, na

jejich dekódování použije entropický dekodér, na výsledek dekódování je použit prediktor a inverzní barevná transformace. Na výstupu dekodéru je snímek videa.

Barevná transformace

Barevný model RGB není vhodný pro účely komprese (korelaci barevných složek). Provede se reversibilní barevná transformace. Transformace jsou založeny na oddělení jasu a barvonosných složek. Na vstupu bloku barevné transformace je snímek v modelu RGB, na který se aplikuje barevná transformace, která obraz dekoreluje čímž zvýší účinnost prediktoru. Budou zde zmíněny barevné transformace LOCO-I [1], YF_rF_b [2] a RCT [3]. První barevnou transformací je LOCO-I, která je součástí ISO/ITU standardu pro bezztrátovou kompresi obrazu - JPEG-LS. Vztahy pro převod převod z modelu RGB:

$$C_1 = R - G \quad (1)$$

$$C_2 = G \quad (2)$$

$$C_3 = B - G \quad (3)$$

Zpětný převod do modelu RGB:

$$R = C_1 + G \quad (4)$$

$$G = C_2 \quad (5)$$

$$B = C_3 + G \quad (6)$$

Prediktor

Na vstupu prediktoru je dekorelovaný snímek pomocí barevné transformace. Prediktor využívá podobnosti sousedních pixelů. Z již zpracovaných pixelů určuje hodnotu aktuálně zpracovaného pixelu a k zakódování pošle chybu predikce (rozdíl skutečné hodnoty a predikce). Pokud prediktor funguje správně, je chyba predikce v okolí hodnoty 0. Okolí pixelu je následující: A - pixel vlevo, B - pixel vpravo, C - pixel vlevo dole. Budou zde zmíněny prediktory MED [1] a Paeth [4]. Prediktor MED:

$$X_{MED} = \begin{cases} \min(A,B) & \text{pokud } C \geq \max(A,B) \\ \max(A,B) & \text{pokud } C \leq \min(A,B) \\ A + B - C & \text{jinak} \end{cases} \quad (7)$$

Entropický kodér

Na vstupu entropického kodéru je chyba predikce. U chyby predikce je typické, že se drtivá většina hodnot pohybuje v úzkém intervalu okolo hodnoty 0. Entropický kodér upřednostňuje hodnoty s vysokou četností výskytu. V implementovaném kodeku byl použit adaptivní aritmetický kodér [5], který vykazuje lepší schopnost komprese než Huffmanovo kódování. Principem jeho činnosti je přiřazení vstupnímu toku dat určité číslo z intervalu $<0,1$). Hodnoty s vyšší četností zmenšují interval méně než hodnoty s menší četností. V konečném důsledku hodnoty s vyšší četností přispívají do výstupu menším počtem bitů. Každý kanál (pro LOCO-I viz. rovnice č.1-3) je zakódován pomocí aritmetického kodéru.

3 SROVNÁNÍ

Všechny výše zmíněné části byly implementovány formou videokodeku. Následující tabulky prezentují vliv jednotlivých kombinací na účinnost komprese a srovnání se současně používanými bezztrátovými videokodeky. Je vidět, že při použití prediktoru MED dostáváme vždy lepší kompresní poměr bez ohledu na použitou barevnou transformaci. Také byl vždy překonán současně používaný videokodek Huffvuv. Videokodek Lagarith má v naprosté většině lepší kompresní poměr. Oba dva videokodeky (Huffvuv a Lagarith) jsou rychlejší než implementovaný videokodek. Všechny uvedené videa [6] jsou z databáze videí určených pro porovnání účinnosti komprese. Velikosti výsledných souborů jsou udávány v MB. Videokodek Huffvuv byl při kompresi průměrně 2x rychlejší a Lagarith 3x.

Video	Nekomprimované	LOCO-I	YF_rF_b	RCT	Huffyuv	Lagarith
Highway	217	143	141	141	153	142
Akiyo	21,7	8,53	8,66	8,49	12,6	6,77
Bridge	21,9	11,2	11,2	11,1	14,4	10,2

Tabulka 1: Účinnost komprese s prediktorem MED

Video	Nekomprimované	LOCO-I	YF_rF_b	RCT	Huffyuv	Lagarith
Highway	217	144	141	141	153	142
Akiyo	21,7	8,62	8,78	8,58	12,6	6,77
Bridge	21,9	11,2	11,3	11,2	14,4	10,2

Tabulka 2: Účinnost komprese s prediktorem Paeth

Rozměry videa	100×75	120×90	160×120	210×150	240×180	320×240
FPS	150	110	70	50	35	20

Tabulka 3: Rychlost implementovaného kodeku při kompresi

4 ZÁVĚR

V článku byla popsána struktura videokodeku. K třem základním funkčním blokům byly uvedeny různé implementace. Srovnáním vybraných prediktorů a barevných transformací bylo zjištěno, že v drtivé většině případů funguje prediktor MED lépe než Paeth. Z barevných transformací vychází ve většině případů nejlépe transformace RCT, nicméně je nutné zvážit i fakt, že transformace LOCO-I je výpočetně nejjednodušší. Posledním blokem je adaptivní aritmetický kodér, který způsobuje menší rychlost oproti současně používaným videokodekům. Dalším pokračováním by mělo být právě zrychlení práce aritmetického kodéru.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla částečně za podpory grantu VUT FIT-S-11-2, specifického výzkumu MSM0021630528 a IT4Innovations CZ.1.05/1.1.00/02.0070.

REFERENCE

- [1] WEINBERGER, G. M.: *The LOCO-I lossless image compression algorithm: principles and standardization into jpeg-ls*. Image Procession 9, 2000: s. 1309-1324, ISSN 1057-7149.
- [2] TOPIWALA, P.; TU, C.: *New Invertible Integer Color Transforms Based on Lifting Steps and Coding of 4:4:4 Video*. JVT, no. JVT-I0r3, (San Diego, CA), 2003.
- [3] GORMISH, M. J.: *Lossless and nearly lossless compression for high quality images*. SPIE, ročník 3025, (San Jose, CA), 1997: s.62-70, ISSN 1818-2259.
- [4] *PNG Specification* [online]. [cit. 2012-24-02]. URL <http://www.w3.org/TR/PNG-Filters.html>
- [5] WITTEN, I. H.; NEAL, R. M.: *Arithmetic coding for data compression* Commun. ACM, vol. 30, no. 6, pp. 520–540, June 1987.
- [6] *YUV Video Sequences* [online]. [cit. 2012-21-02]. URL <http://trace.eas.asu.edu/yuv/index.html>