

ADAPTIVE OPTIMISATION OF QUANTISATION TABLES USED IN JPEG COMPRESSION

Jakub Onderka

Master Degree Programme (2.), FEEC BUT

E-mail: xonder02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Číka

E-mail: cika@feec.vutbr.cz

Abstract: This article is about optimisation of quantization tables used in JPEG compression for particular image data. The goal is to achieve smaller data size, while preserving image quality (measured by MSE). The optimization was performed using evolutionary genetic algorithms. For higher image qualities (quality coefficient 95), the data size for test image was about quarter smaller with optimised tables than with standard tables.

Keywords: JPEG compression, quantization, genetic algorithm

1 ÚVOD

Komprese JPEG se používá pro snížení datové náročnosti obrazových dat. I když první specifikace formátu pochází již z roku 1992 a ve schopnostech komprese byl překonán formátem JPEG 2000, na webových stránkách se stále jedná o nejčastěji používaný obrazový formát kvůli podpoře webových prohlížečů, které formát JPEG 2000 nepodporují [1].

Postup komprese je následující: nejprve jsou obrazová data převedena z barevného prostoru RGB do prostoru YCbCr, kde Y reprezentuje jasovou složku a Cb a Cr dvě barvonosné složky. Poté je každá složka rozdělena do bloků o velikosti 8×8 bodů, na které je aplikován převod z plošné do frekvenční oblasti 2D diskretní kosinovou transformací (DCT).

Tyto bloky jsou poté kvantizovány předem danými kvantizačními tabulkami (zvláště jasová a barvonosné složky) podle požadované kvality – právě v tomto kroku dochází ke ztrátě informace. Kvantizované bloky jsou nakonec komprimovány Huffmanovým nebo aritmetickým kódováním.

Kvantizační tabulky jsou definovány standardem, zvoleny byly ale pouze empiricky a každý kodér může použít vlastní [2]. Nemusí tedy být vždy nejvhodnější pro konkrétní obrazová data.

Cílem práce bude pomocí genetických algoritmů nalézt pro konkrétní obraz vhodnější kvantizační tabulky a určit, o kolik se sníží velikost výsledného souboru při zachování stejné kvality jako s použitím kvantizačních tabulek vycházejících ze standardu.

2 GENETICKÉ ALGORITMY

Jsou to algoritmy vycházející z principů evoluce živých organismů v přírodě. Používají se v případech, kdy analytický postup není možný, nebo je velmi obtížný. Jejich použití bylo tedy zvoleno i pro tvorbu kvantizačních tabulek, jelikož nelze předem určit správný výsledek výpočtu – je jen vyžadováno vytvoření co nejkvalitnějšího obrazu o dané datové velikosti nebo obrazu s co nejmenší datovou velikostí pro danou kvalitu.

Genetické algoritmy pracují s populací, která se skládá z jedinců. Jedinci jsou v populaci seřídění dle fitness funkce od nejlepšího po nejhorší a poté jsou jedinci kříženi mezi sebou, přičemž lepší jedinci

mají vyšší pravděpodobnost, že se budou křížit. Nový jedinci pak vytvoří novou populaci. Tento postup se opakuje tolikrát, dokud nepřinese požadované výsledky.

V tomto případě je jedinec dvojice kvantizačních tabulek – pro jasovou a barvnosné složky. Pro tvorbu nových tabulek byly použity dvě operace: křížení (výměna nebo průměr jednotlivých koeficientů na stejné pozici v tabulkách mezi sebou) a mutace (náhodná změna některých koeficientů v tabulce).

3 POROVNÁNÍ KVALITY

Pro porovnání kvality originálního a komprimovaného obrazu byl použit algoritmus MSE (střední kvadratická chyba). Čím větší je hodnota MSE, tím jsou dva obrazy více rozdílné, pro stejné obrazy je hodnota MSE nulová [3].

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

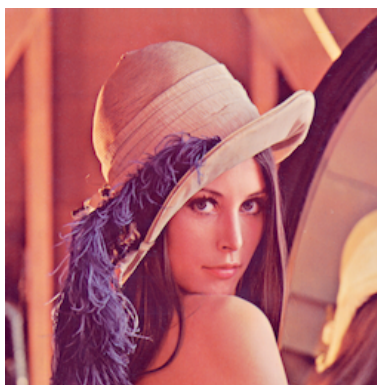
V rovnici č. 1 značí I původní a K upravený obraz. Obvykle se MSE používá pouze pro porovnání podobnosti jasových složek, což by však v průběhu evoluce vedlo k potlačení kvality barvnosných složek. Proto byl zvolen postup, kdy výsledná hodnota kvality je spočtena jako průměr porovnání všech tří složek v barevném prostoru YCbCr.

PSNR je vyjádření špičkového odstupe signálu k šumu a bylo spočteno z MSE následovně:

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right). \quad (2)$$

4 VÝSLEDKY

Pro vyhodnocení funkce algoritmu byl použit známý 24bitový obrázek Lenny o rozlišení 256×256 obrazových bodů (obr. č. 1). Barvnosné složky nebyly podvzorkovány, komprese byla provedena Huffmanovým kódováním vycházejícím ze standardu. Pro enkódování a dekodování JPEG souborů a pro genetické algoritmy byla využita vlastní implementace v jazyce Java.



Obrázek 1: Testovací obrázek Lenna

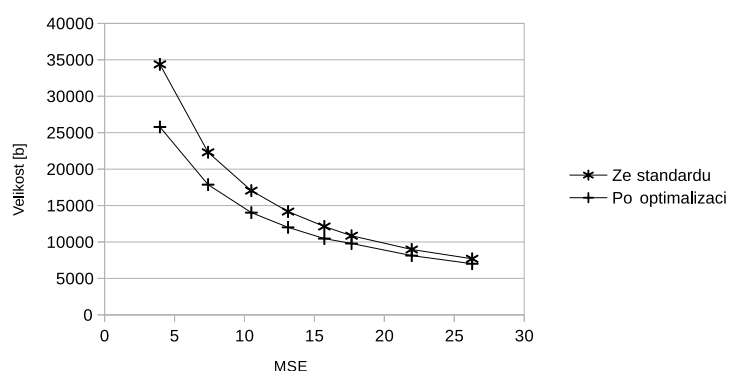
Originální obrázek byl komprimován za použití kvantizačních tabulek dle standardu vynásobeným koeficientem kvality 50, 60, 70, 75, 80, 85, 90 a 95, výsledná velikost spolu se spočtenou kvalitou dle MSE byla zanesena do tabulky č. 1 a grafu č. 2. Poté byla provedena optimalizace tabulek genetickými algoritmy. Fitness funkce řadila kvantizační tabulky po jejich aplikaci na daný obraz a to

spočtením MSE a datové velikosti obrazu – jako nejlepší byla určena ta tabulka, která splňovala dané maximální MSE a zároveň datová velikost byla nejmenší.

Velikost populace byla nastavena na 50 jedinců, evoluce byla provedena 400krát (tyto hodnoty byly zvoleny empiricky). Datová velikost po optimalizaci byla zanesena taktéž do tabulky č. 1 a grafu č. 2. Nalezení optimální tabulky trvalo přibližně 20000krát déle než enkódování obrázku známou tabulkou.

Kvalita	MSE	PSNR [dB]	Datová velikost [b]		
			Původní	Po optimalizaci	Změna
50	26,27	34,80	7 695	7 014	-8,84 %
60	21,95	35,50	8 968	8 131	-9,33 %
70	17,65	36,34	10 856	9 790	-9,81 %
75	15,70	36,77	12 123	10 465	-13,67 %
80	13,11	37,42	14 169	12 005	-15,27 %
85	10,49	38,26	17 045	14 026	-17,71 %
90	7,39	39,58	22 312	17 874	-19,89 %
95	3,95	42,18	34 377	25 784	-24,99 %

Tabulka 1: Velikost souboru s obrazem před optimalizací a po optimalizaci



Obrázek 2: Závislost velikosti souboru na kvalitě před optimalizací a po optimalizaci

5 ZÁVĚR

Z výsledků vyplývá, že při použití genetických algoritmů pro optimalizaci kvantizačních tabulek při kompresi obrazu formátem JPEG lze dosáhnout snížení datové velikosti obrazu až o 24,99 % (přibližně z 34 kB na 26 kB pro testovací obrázek) při stejné kvalitě obrazu, jakou mají standardní tabulky při kvalitativním koeficientu 95. Při snižování kvality se procentuální změna velikosti snižovala, tedy největší význam má optimalizace pro nejvyšší kvality.

REFERENCE

- [1] Usage of image file formats for websites. *W3Techs* [online]. [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: http://w3techs.com/technologies/overview/image_format/all
- [2] T.81. *Information technology - Digital compression and coding of continuous-tone still images - Requirements and guidelines*. Genève, 1993. Dostupné z: <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>
- [3] YUSRA A. Y. AL-NAJJAR a DR. DER CHEN SOONG. Comparison of Image Quality Assessment: PSNR, HVS, SSIM, UIQI. *International Journal of Scientific Engineering Research*. 2012, č. 8. Dostupné z: <http://www.ijser.org/researchpaper%5CComparison-of-Image-Quality-Assessment-PSNR-HVS-SSIM-UIQI.pdf>