

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ, OBOR GEODÉZIE A KARTOGRAFIE
KATEDRA GEOMATIKY

název předmětu

GEOINFORMATIKA

číslo
úlohy

1

název úlohy

JPEG komprese a dekomprese rastru

školní rok

2023

studijní skup.

C-101

číslo zadání

-

Zpracovali:

Kateřina Chromá
Josef Jehlička
Štěpán Šedivý

datum

24.10.
2023

klasifikace

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ZADÁNÍ:

Implementujte algoritmus JPEG kompresi a rastru v prostředí MATLAB (popř. v programovacím jazyce dle vlastního výběru), zahrnující tyto fáze:

- transformaci do $YCbCr$ modelu,
- diskrétní kosinovou transformaci,
- kvantizaci koeficientů,

a to bez využití vestavěných funkcí.

Kompresní algoritmus otestujte na různých typech rastru: rastr v odstínech šedi, barevný rastr (viz. tabulka) vhodného rozlišení a velikosti (max 128x128 pixelů) s různými hodnotami faktoru komprese $q = 10, 50, 70$.

Pro každou variantu spočítejte střední kvadratickou odchylku m jednotlivých RGB složek.

$$m = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=0}^{m*n} (z - z')^2}{m*n}\right)}.$$

Výsledky umístěte do přehledných tabulek pro jednotlivá q . Na základě výše vypočtených zhodnoťte, ke kterým typům dat JPEG komprese nejvíce a naopak nejméně vhodná.

VYPRACOVANÉ BONUSOVÉ ÚLOHY:

- Konverze pixelů ZIG-ZAG sekvencí
- JPG dekomprese

POPIS A ROZBOR PROBLÉMU

1. JPG komprese

- Konverze RGB na $YC_B C_R$

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_B \\ C_R \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{pmatrix}$$

- Převzorkování na submatice 8x8
- Diskrétní kosinová transformace

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) * C(v) \left[\sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) * \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} * \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

Kde

$$C(u) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2}, & u = 0, \\ 1, & u \neq 0. \end{cases}$$

$$C(v) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2}, & v = 0, \\ 1, & v \neq 0. \end{cases}$$

- Kvantizace DCT koeficientů

$$F_Q(u, v) = \frac{F(u, v)}{Q(u, v)},$$

Kde $Q(u, v)$ je rozdílné pro složky Y a C

$$Q(u, v)_{50}^Y = \begin{pmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 87 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 26 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{pmatrix}$$

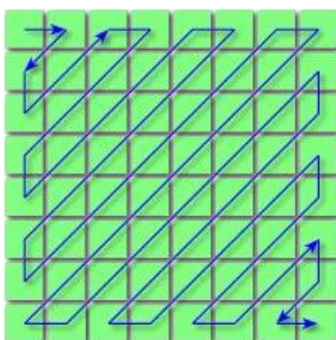
$$Q(u, v)_{50}^C = \begin{pmatrix} 17 & 18 & 24 & 47 & 66 & 99 & 99 & 99 \\ 18 & 21 & 26 & 66 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 24 & 26 & 56 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 47 & 69 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \\ 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 & 99 \end{pmatrix}$$

$$Q(u, v) = \frac{50 * Q(u, v)_{50}}{q}$$

- Uložení zkompresované submatice

2. Konverze pixelů do ZIG-ZAG sekvencí

Kompresované barevné složky $Y C_B C_R$ byly převedeny z matic do jedné řady pomocí Zig-zag sekvence. Tím byla převedena 2D data na 1D. Funkce konverze je vyznačena na následujícím obrázku.



Pro účely dekomprese byly hodnoty barevných složek z jedné řady (1D) převedeny zpět na původní matici (2D).

3. JPG dekomprese

- JPG dekomprese postupuje po submaticích stejně jako JPG komprese
- Inverzní diskretní kosinová transformace

$$F(x, y) = \frac{1}{4} \left[\sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) * C(v) f(u, v) * \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} * \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

kde

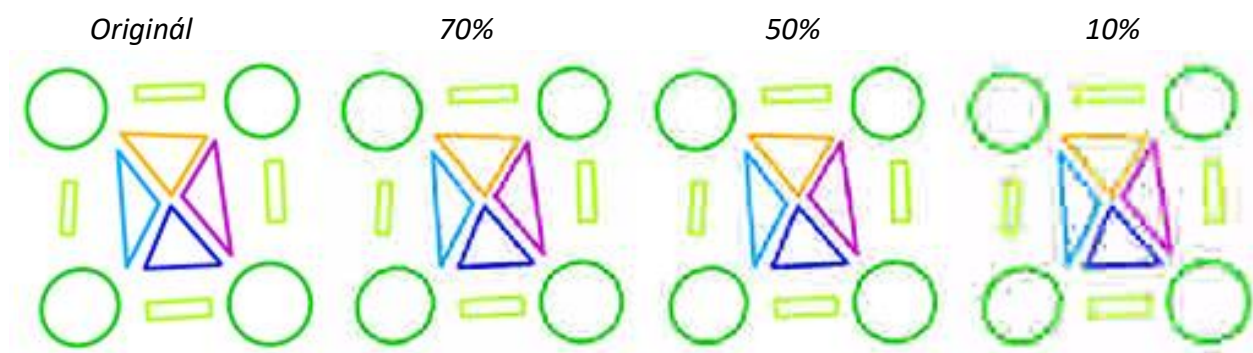
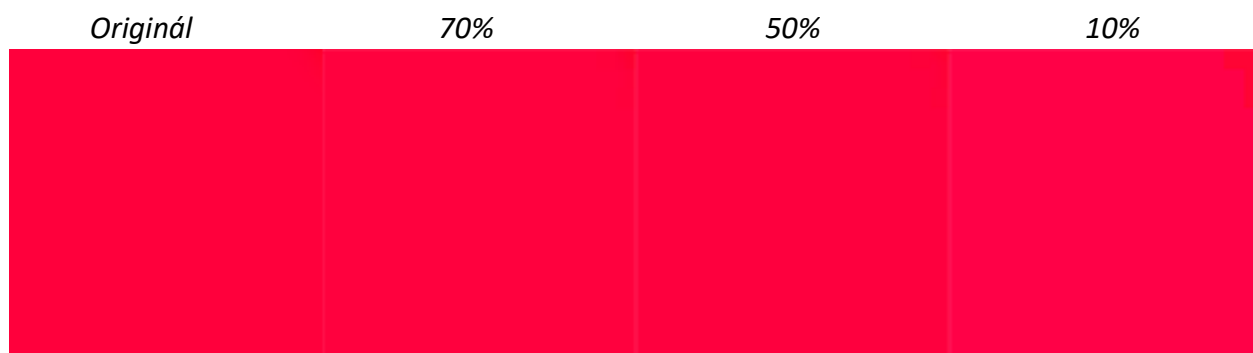
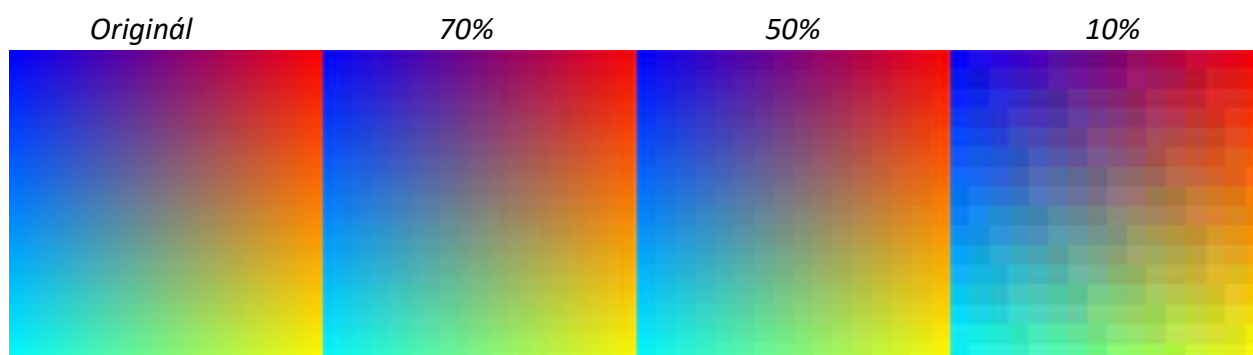
$$C(u) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2}, & u = 0, \\ 1, & u \neq 0. \end{cases}$$

$$C(v) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2}, & v = 0, \\ 1, & v \neq 0. \end{cases}$$

- Převod $Y C_B C_R$ na RGB

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0091 & -0.0032 & 1.3955 \\ 1.0091 & -0.3472 & -0.7206 \\ 1.0091 & 1.7689 & -0.0066 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ C_B \\ C_R \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{pmatrix}.$$

VÝSTUPY:



STŘEDNÍ KVADRATICKÉ ROZDÍLY RGB SLOŽEK U JEDNOTLIVÝCH RASTRŮ:

Barevný přechod			
q	m R	m G	m B
10	6.9176	5.8898	7.6127
50	1.3830	1.5802	1.4239
70	1.5584	1.2253	1.8471

Fotografie			
q	m R	m G	m B
10	24.8709	18.5183	18.4788
50	14.5617	11.9530	11.8101
70	12.3691	10.3868	10.8524

Barva			
q	m R	m G	m B
10	1.0518	0.7839	10.7503
50	1.0785	0.1448	1.6011
70	0.4614	0.6022	1.7733

Vektorová kresba			
q	m R	m G	m B
10	29.3531	21.2747	31.0191
50	14.6640	10.5718	15.2256
70	12.0683	8.5931	12.8919

ZÁVĚR:

Díky výše uvedených tabulek vidíme, že JPG komprese je nejvíce vhodná pro rastry o jedné barvě. Nejméně vhodná je pro rastry vektorové kresby, jelikož vektorový obrázek má ostré rasty, které se díky kompresi „rozmažou“.