

# Kompresse

## Počítačová grafika

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

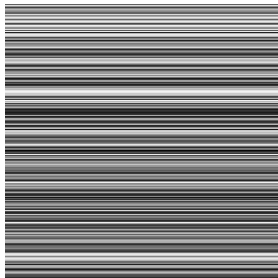
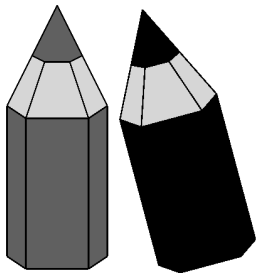


Palacký University, Olomouc



- *binární (B/W) – 1 bit/pixel*
- *v odstínech šedi (gray scale) – 1 byte/pixel*
- *indexový (pseudo color) – 1 byte/pixel*
- *indexový (direct color) – 3 byte/pixel*
- *plně barevný (color) – 3-4 složky*
  - *low color (15 bit)*
  - *high color (16 bit)*
  - *true color (24 bit)*
  - *super true color (32 bit)*
  - *deep color (48 bit)*

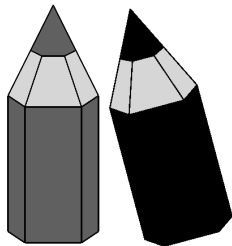
- *Redundance kódování – informaci kódujeme více bity, než je potřeba*
- Redundance prostorová – korelace mezi pixely
- *Nerelevantní informace – informace, kterou lidské oko nedokáže zpracovat*





- **Redundantní data** – reprezentace obsahuje opakující se nebo nerelevantní informaci
- **Kód nesoucí informaci** –  $b$ ,  $b'$
- *Relativní redundance dat*  
$$R = 1 - \frac{1}{C}$$
- **Kompresní poměr**  
$$C = \frac{b}{b'}$$

- **Délka** – počet bitů každé informace
- **8-bitový kód** – každá barva je kódována 8 bity
- Pro obrázek obsahující 4 barvy je 8-bitový kód zbytečný
- **Fixní  $m$ -bitový kód** – každý kus informace kódován  $m$  bity



## Example

Jaký je kompresní poměr a relativní redundance kódování, pokud obrázek zakódujeme místo 8-bitovým kódem pouze 2-bitovým kódem?

- Fixní  $m$ -bitový kód není vždy optimální
- **Variabilní délka kódu** – Huffmanovo kódování
- $r_k \in [0, L - 1]$  – intenzity v obraze
- velikost obrazu:  $M \times N$
- $n_k$  – počet výskytů intenzity  $r_k$
- $P(r_k) = \frac{n_k}{M \cdot N}$  – pravděpodobnost výskytu intenzity
- $L(r_k)$  – počet bitů potřebných k reprezentaci hodnoty  $r_k$
- **Průměrný počet bitů potřebných k reprezentaci každého pixelu** –  
$$L_{avg} = \sum_{k=0}^{L-1} L(r_k) P(r_k)$$
- **Celkový počet bitů potřebných k reprezentaci každého pixelu** –  $M \cdot N \cdot L_{avg}$

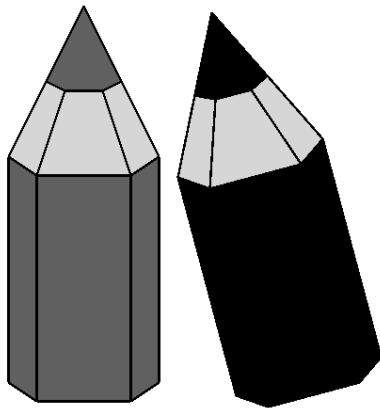
## Example

Jaký je průměrný počet bitů potřebných k reprezentaci každého pixelu, pokud použijeme fixní  $m$ -kód?

- Velikost:  $440 \times 440$
- Intenzity: 0, 96, 214 a 255

## Fixní 8-kód

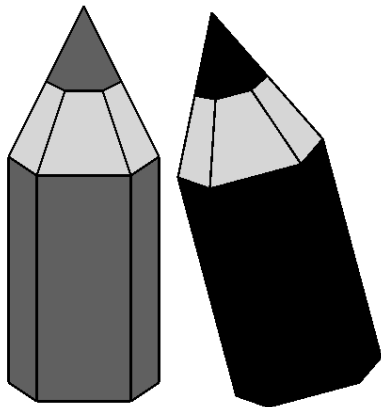
intenzita	kód
$r_0$	00000000
$r_{96}$	01100000
$r_{214}$	11010110
$r_{255}$	11111111



## Kód s proměnlivou délkou

intenzita	$P(r_k)$	kód	délka kódu
$r_0$	0.25	01	2
$r_{96}$	0.2	000	3
$r_{214}$	0.1	001	3
$r_{255}$	0.45	1	1

- Průměrná délka:  $L_{avg} = ?$
- Kompresce a relativní redundance 8-kódu:  
 $C = ?$   
 $R = ?$





## Kód s proměnlivou délkou

intenzita	$P(r_k)$	kód	délka kódu
$r_0$	0.25	01	2
$r_{96}$	0.2	000	3
$r_{214}$	0.1	001	3
$r_{255}$	0.45	1	1

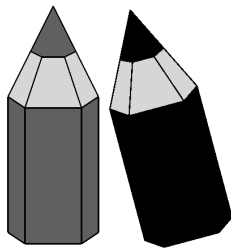
- Průměrná délka:

$$L_{avg} = 0.25 \cdot 2 + 0.2 \cdot 3 + 0.1 \cdot 3 + 0.45 \cdot 1 = 1.85$$

- Komprese a relativní redundance 8-kódu:

$$C = \frac{440 \cdot 440 \cdot 8}{440 \cdot 440 \cdot 1.85} = \frac{8}{1.85} \approx 4.32$$

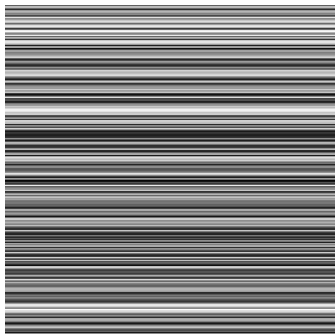
$$R = 1 - \frac{1}{4.32} \approx 0.77$$



### Example

Jaký je průměrný počet bitů potřebných k reprezentaci každého pixelu, pokud použijeme fixní m-kód?

- Velikost:  $256 \times 256$
- Intenzity:  $0, \dots, 255$
- Kód: Každý řádek intenzita + počet opakování
- Každý pixel kódován 2 byty
- RLE komprese

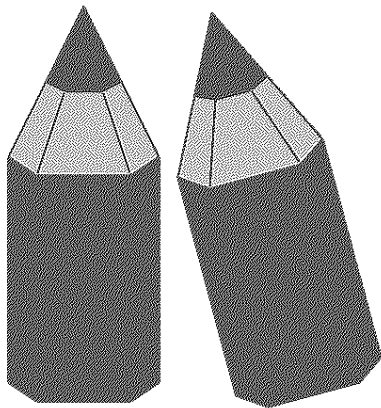


## Example

Spočítejte kompresi a relativní redundanci 8-bitového kódu vůči tomuto kódu.

- Velikost:  $440 \times 440$
- Fixní 8-kód – celková délka:  $440 \cdot 440 \cdot 8$
- Zaokrouhlení: 1 intenzita

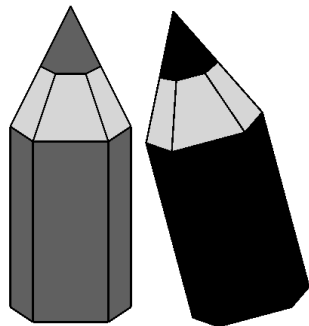






- **Náhodná událost** –  $E$
- **Pravděpodobnost náhodné události** –  $E$
- **Informace** –  $I(E) = \log \frac{1}{P(E)} = -\log P(E)$
- **Základ logaritmu** = jednotky (v obraze 2)
- **Entropie** = průměrná informace  
$$H = - \sum_{j=1}^J P(a_j) \log P(a_j)$$
- **Matlab**:  $J = \text{entropy}(I)$

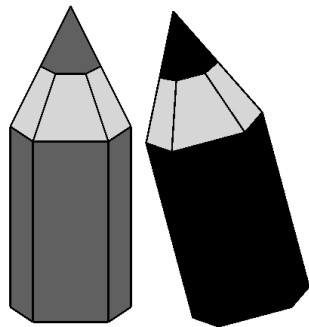
intenzita	$P(r_k)$
$r_0$	0.25
$r_{96}$	0.2
$r_{214}$	0.1
$r_{255}$	0.45



## Example

Jaká je entropie tohoto obrazu?

intenzita	$P(r_k)$
$r_0$	0.25
$r_{96}$	0.2
$r_{214}$	0.1
$r_{255}$	0.45



$$H = -[0.25 \cdot \log_2 0.25 + 0.2 \cdot \log_2 0.2 + 0.1 \cdot \log_2 0.1 + 0.45 \cdot \log_2 0.45] \approx 1.815 \text{ bit/pixel.}$$



- Objektivní hodnocení
- Subjektivní hodnocení – fidelity kriteria



- **Hodnota vstupního obrazu:**  $f(x, y)$
- **Hodnota výstupního obrazu:**  $\hat{f}(x, y)$
- **Chyba:**  $e(x, y) = |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$
- **Celková chyba:**  $\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\hat{f}(x, y) - f(x, y)|$
- **root-mean-square error**

$$e_{rms} = \left[ \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

- **mean-square signal-to-noise ratio**

$$SNR_{ms} = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \hat{f}(x, y)^2}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [\hat{f}(x, y) - f(x, y)]^2}$$

