

DCT - Diszkrét koszinusz-transzformáció

Patka Zsolt-András

Sapientia EMTE - Számítástechnika IV

2020.03.26

Miről lesz szó?

Adattömörítés

- Veszteségmentes adattömörítés

- Veszteséges adattömörítés

DCT

- Fourier-transzformáció

- DCT

Alkalmazása - JPEG

- Áttekintés

- Downsampling

- DCT

- Bázisfüggvények

- Folyamat - 1: normalizálás

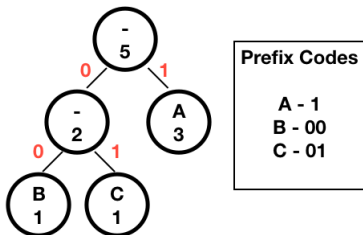
- Folyamat - 2: Transzformáció

- Folyamat - 3: Kvantálás

Adattömörítés: Veszteségmentes adattömörítés

- ▶ Lehetséges a tömörített adatból az eredeti adatok pontos rekonstrukciója
- ▶ Huffman
 - ▶ változó hosszúságú kódok
 - ▶ gyakrabban előfordult szimbólumok rövidebb kódot kapnak

String to be encoded: **ABACA**



forrás:

www.journaldev.com/23246/huffman-coding-algorithm

- ▶ Például: Szöveges állományok tömörítése

Adattömörítés: Veszteséges adattömörítés

- ▶ A tömörített adatból az eredeti adatok nem pontos rekonstrukcióját teszi lehetővé
- ▶ Például: képek (JPEG), videók tömörítése (MPEG, H.26X)

DCT: Fourier-transzformáció

- ▶ Periódikus jel felírása szinuszok és koszinuszok kombinációjaként
- ▶
$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * [\cos(\frac{2\pi}{N} kn) - i * \sin(\frac{2\pi}{N} kn)]$$

DCT: DCT

- ▶ DCT-I:

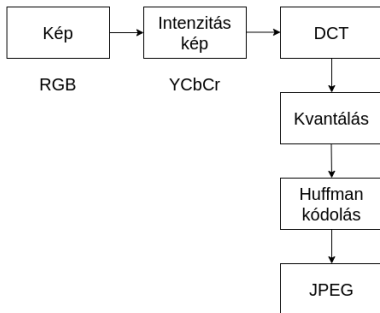
- ▶ $X_k = \frac{1}{2}(x_0 + (-1)^k x_{N-1}) + \sum_{n=0}^{N-1} x_n * \cos[\frac{\pi}{N-1} nk]$

- ▶ DCT-II:

- ▶ $X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * \cos[\frac{\pi}{N} * (n + \frac{1}{2})k] \quad k = 0, \dots, N-1$

- ▶ leggyakrabban használt forma (JPEG-ben is használt)

Alkalmazása - JPEG: Áttekintés



- ▶ az emberi szem a világosságra sokkal érzékenyebb, mint a színre
- ▶ az emberi szem a magas frekvenciájú változásokat sokkal kevésbé érzékeli, mint az alacsony frekvenciájú változásokat

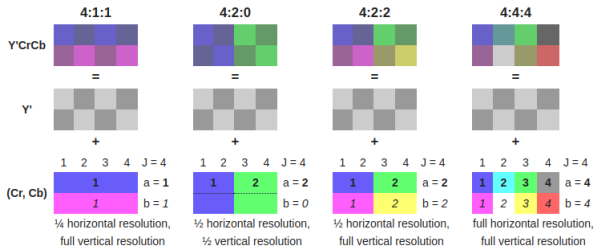
Alkalmazása - JPEG: Downsampling

RGB \leftarrow YCbCr



forrás: en.wikipedia.org/wiki/YCbCr

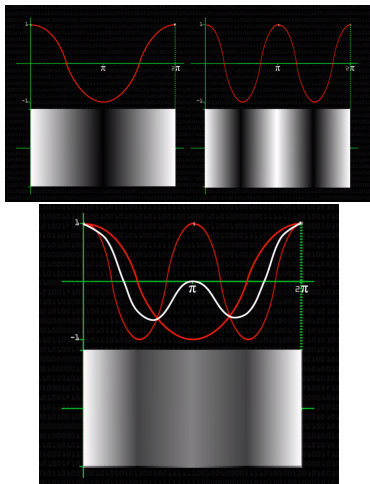
Downsampling:



forrás:

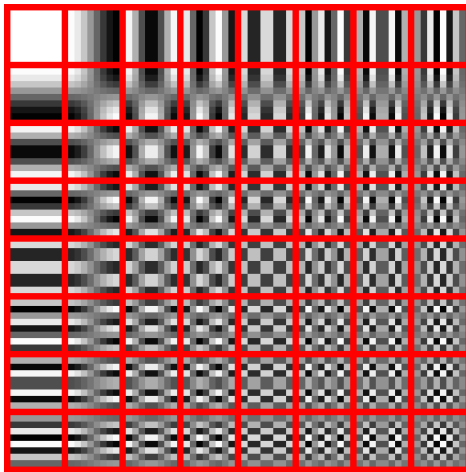
en.wikipedia.org/wiki/Chroma_subsampling

Alkalmazása - JPEG: DCT



forrás: JPEG DCT, Discrete Cosine Transform (JPEG Pt2)- Computerphile

Alkalmazása - JPEG: Bázisfüggvények



forrás: en.wikipedia.org/wiki/JPEG

Alkalmazása - JPEG: Folyamat - 1: normalizálás

Az értékből (0..255) kivonunk 128-at, így -128 és 127 közé kerülnek

$$g = \begin{matrix} & \xrightarrow{x} & \\ \begin{matrix} \downarrow y \\ \end{matrix} & \begin{bmatrix} -76 & -73 & -67 & -62 & -58 & -67 & -64 & -55 \\ -65 & -69 & -73 & -38 & -19 & -43 & -59 & -56 \\ -66 & -69 & -60 & -15 & 16 & -24 & -62 & -55 \\ -65 & -70 & -57 & -6 & 26 & -22 & -58 & -59 \\ -61 & -67 & -60 & -24 & -2 & -40 & -60 & -58 \\ -49 & -63 & -68 & -58 & -51 & -60 & -70 & -53 \\ -43 & -57 & -64 & -69 & -73 & -67 & -63 & -45 \\ -41 & -49 & -59 & -60 & -63 & -52 & -50 & -34 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Alkalmazása - JPEG: Folyamat - 2: Transzformáció

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

Transzformáció eredménye:

$$G = \begin{matrix} & \begin{matrix} u \\ \longrightarrow \end{matrix} & \begin{bmatrix} -415.38 & -30.19 & -61.20 & 27.24 & 56.12 & -20.10 & -2.39 & 0.46 \\ 4.47 & -21.86 & -60.76 & 10.25 & 13.15 & -7.09 & -8.54 & 4.88 \\ -46.83 & 7.37 & 77.13 & -24.56 & -28.91 & 9.93 & 5.42 & -5.65 \\ -48.53 & 12.07 & 34.10 & -14.76 & -10.24 & 6.30 & 1.83 & 1.95 \\ 12.12 & -6.55 & -13.20 & -3.95 & -1.87 & 1.75 & -2.79 & 3.14 \\ -7.73 & 2.91 & 2.38 & -5.94 & -2.38 & 0.94 & 4.30 & 1.85 \\ -1.03 & 0.18 & 0.42 & -2.42 & -0.88 & -3.02 & 4.12 & -0.66 \\ -0.17 & 0.14 & -1.07 & -4.19 & -1.17 & -0.10 & 0.50 & 1.68 \end{bmatrix} & \begin{matrix} \downarrow v. \end{matrix} \end{matrix}$$

Alkalmazása - JPEG: Folyamat - 3: Kvantálás

Kvantálási mátrix 50 százalékos tömörítéshez

$$Q = \begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}.$$

Végző együtthatók:

$$B = \begin{bmatrix} -26 & -3 & -6 & 2 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & -4 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 5 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Köszönöm a figyelmet!

Források

- ▶ en.wikipedia.org/wiki/JPEG
- ▶ JPEG DCT, Discrete Cosine Transform (JPEG Pt1 & Pt2)-
Computerphile
- ▶ hu.wikipedia.org/wiki/Veszteségmentes_tömörítés
- ▶ en.wikipedia.org/wiki/YCbCr
- ▶ www.journaldev.com/23246/huffman-coding-algorithm
- ▶ en.wikipedia.org/wiki/Chroma_subsampling
- ▶ en.wikipedia.org/wiki/Discrete_cosine_transform