

# LOSSY VIDEO SIGNAL COMPRESSION - QUANTISATION

**Radek Balada**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT  
E-mail: xbalad01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Frýza  
E-mail: fryza@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The paper describes a compression algorithm based on the three-dimensional discrete cosine transform (3D DCT) and a method of quantisation their coefficients. The 3D DCT modifies a common used the two-dimensional discrete cosine transform (2D DCT) by extending a temporal dimension. The paper also introduces compression diagram including separate blocks which forms encoder and decoder. For direct verification a testing program was compiled. Experimental results show that the compression algorithm can produce good quality video with attractive compression ratio.

## 1. ÚVOD

Tématem mého příspěvku je ztrátová komprese videosignálů. Protože sekvence videosignálů často vyžadují velké množství paměti pro jejich uchování a zabírají velkou šířku pásma při jejich přenosu, je nutné videosignály komprimovat. Některé standardy pro kompresi videosignálů používají dvourozměrnou diskrétní kosinovou transformaci. Mým úkolem je rozšířit tuto transformaci o další rozměr (čas) a otestovat použití trojrozměrné diskrétní kosinové transformace. Zaměřuji se hlavně na porovnávání obrazové kvality v závislosti na velikosti ztrátové komprese. Tato práce také popisuje metody kvantování koeficientů vzniklých trojrozměrnou diskrétní kosinovou transformací.

## 2. ZPRACOVÁNÍ OBRAZOVÝCH SIGNÁLŮ

### 2.1. TROJROZMĚRNÁ DISKRÉTNÍ KOSINOVÁ TRANSFORMACE

Trojrozměrná diskrétní kosinová transformace (3D DCT) [1] slouží k odstranění nadbytečné redundance obrazových dat v prostorových souřadnicích i v časové oblasti a je definována rovnicí:

$$G(u, v, w) = \sqrt{\frac{2}{M} \frac{2}{N} \frac{2}{P}} C(u)C(v)C(w) \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{z=0}^{P-1} g(x, y, z) \cos(t_1) \cos(t_2) \cos(t_3), \quad (1)$$

kde  $t_1 = \frac{(2x+1)u\pi}{2M}$ ,  $t_2 = \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$ ,  $t_3 = \frac{(2z+1)w\pi}{2P}$ ,  $g(x, y, z)$  je jeden bod sekvence.

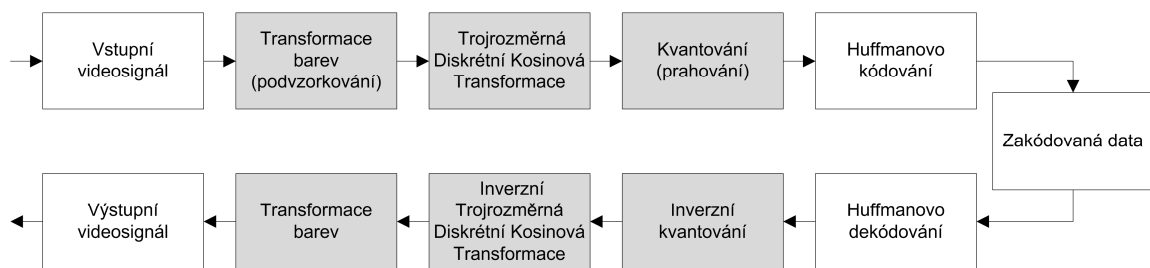
Konstanty  $C(u) = C(v) = C(w) = \frac{1}{\sqrt{2}}$  pro  $u = v = w = 0$ ,

$C(u) = C(v) = C(w) = 1$  pro  $u > 0, v > 0, w > 0$ .

Vycházíme z dvourozměrné diskrétní kosinové transformace, která je běžně aplikována na bloky 8x8, proto trojrozměrnou diskrétní kosinovou transformaci aplikujeme na bloky 8x8x8 obrazových bodů, tj.  $M = N = P = 8$ .

## 2.2. KODÉR 3D DCT

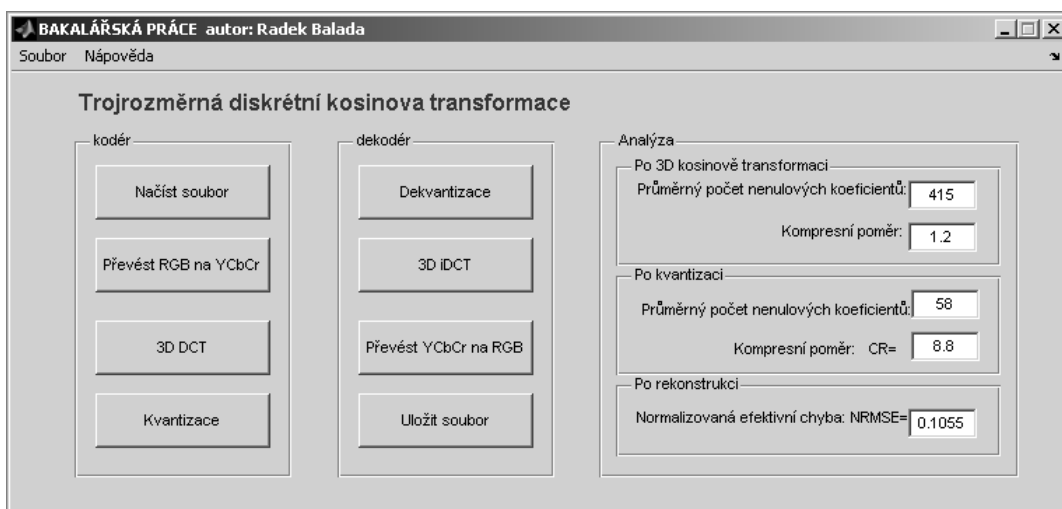
Do kodéru, zobrazeném na Obrázku 1, vstupuje nekomprimovaný videosignál. Tento signál se převede do barevného prostoru  $YCbCr$ . Nastupuje samotná trojrozměrná diskrétní kosinová transformace a vygenerování jejich frekvenčních koeficientů. Frekvenční koeficienty jsou v dalším bloku kvantovány dle požadovaných parametrů. Následně jsou frekvenční koeficienty načteny ve vhodném pořadí a zakódovány Huffmanovým kódem. Výstupem dekodéru by měl být videosignál subjektivně co nejvěrnější původnímu vstupnímu videosignálu.



Obrázek 1: Blokové schéma kodéru 3D DCT

## 2.3. POPIS A FUNKCE PROGRAMU

Pro potřeby testování komprimační metody 3D DCT jsem vytvořil program v prostředí MATLAB. Vytvořený program respektuje jednotlivé bloky kodéru i dekodéru. Úvodní okno programu je zobrazeno na obrázku 2. Stěžejním bodem programu je kvantování koeficientů 3D DCT. Program umožňuje kvantování frekvenčních koeficientů použitím dvourozměrných kvantizačních matic, ale generuje i matice přizpůsobené vlastnostem 3D DCT.



Obrázek 2: Hlavní menu vytvořeného programu

## 2.4. KVANTOVÁNÍ KOEFICIENTŮ 3D DCT

Kvantizační matici  $Q(u, v, w) \in \mathbb{N}$  o rozměrech  $8 \times 8 \times 8$  pro kvantování 3D DCT koeficientů můžeme vygenerovat pomocí vztahu [2]:

$$Q(u, v, w) = \begin{cases} A_{inn} \left( 1 - \frac{e^{-\beta_{inn}(u+1)(v+1)(w+1)}}}{e^{-\beta_{inn}}} \right) + 1; & \text{pro } (u \cdot v \cdot w) \leq C \\ A_{out} \left( 1 - e^{-\beta_{out}(u+1)(v+1)(w+1)} \right); & \text{pro } (u \cdot v \cdot w) > C \end{cases} \quad (2)$$

Kde konstanty  $A_{inn}$  a  $A_{out}$  jsou amplitudy kvantizační matice a koeficienty  $\beta_{inn}$  a  $\beta_{out}$  spolu s koeficientem  $C$  mají zásadní vliv na míru kvantizace a obrazovou kvalitu. Velikost všech těchto koeficientů byla určena experimentálně:  $A_{inn} = A_{out} = 255$ ,  $C = 12$ ,  $\beta_{inn} = \langle 0,01; 0,09 \rangle$  a  $\beta_{out} = \langle 0,001; 0,01 \rangle$ .

## 2.5. UKÁZKA ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Na obrázku 3a) vidíme snímek testovací videosekvence s kompresním poměrem  $CR=8$ , Obr. 3b) znázorňuje poruchy v obraze při nadměrné kvantizaci a  $CR=57$ .



**Obrázek 3:** Ukázka a) vhodného a b) mezního případu zpracování

## 3. ZÁVĚR

Článek nastiňuje postup zpracování a komprese videosignálů použitím trojrozměrné diskrétní kosinové transformace. Veškeré uvedené postupy byly ověřeny pomocí programu vytvořeného v prostředí Matlab. Pomocí tohoto programu byly rovněž navrženy vhodné rozsahy koeficientů pro generování trojrozměrných kvantizačních matic.

## LITERATURA

- [1] SERVAIS, M., De JAGER, G. Video compression using the three dimensional discrete cosine transform. COMSIG '97. Proceedings of the 1997 South African Symposium. Grahamstown, South Africa: 1997, s. 27-32. ISBN 0-7803-4173-2.
- [2] LEE, M. C., CHAN, Raymond K. W., ADJEROH, D.A. Quantization of 3D-DCT Coefficients and Scan Order. Journal of Visual Communications and Image Representation, vol. 8, no. 4, 1997, s. 405-422.