

SIMULATION OF THE HVS CHARACTERISTICS IN MATLAB

Martin Ševčík

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xsevci31@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper deals with the objective metric JND evaluation from the reference and distorted pictures. Results of three methods (Pixel based method, Watson method, Zhang method) were compared for set of tested pictures. These methods are aimed for objective evaluation of digital picture quality in real DVB-T/H broadcasting.

1. ÚVOD

Měření vizuální kvality obrazu používají objektivní kritéria, která představují přesné a opakovatelné výsledky. Nedokáží však kompletně reprodukovat subjektivní zkušenosti lidského pozorovatele. Jednou z objektivních metod měření kvality obrazu je metrika JND (Just Noticeable Difference), která je založena na lidském vnímání HVS (Human Visual System). Metrika určuje míru poškození jednotlivých pixelů hodnoceného obrazu vůči originálu a vyhodnocuje, zda je toto poškození lidským okem pozorovatelné. JND metriku je možno počítat v pixelové oblasti [1] nebo ve frekvenční oblasti pomocí DCT koeficientů. Ve frekvenční oblasti existují výpočty JND např. podle Watsona [2] nebo Zhanga [3].

2. SUBJEKTIVNÍ A OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ OBRAZU

Televizní programy jsou produkovány pro diváky, a proto je jejich názor na kvalitu videa velmi důležitý. Dokonce se všemi dnes dostupnými vynikajícími objektivními testovacími metodami pro analogová a digitální videa je důležité mít srovnání s lidským vnímáním obrazu. U subjektivního testování mohou být pozorovatelná i zhoršení obrazu, která nejsou snadno měřitelná. Nevýhodou je závislost na mnoha různých faktorech (vzdálenost pozorovatele, schopnost vidění, kvalita zobrazení apod.). Objektivního hodnocení se využívá z důvodů přílišné složitosti a velkého počtu možných výsledků u subjektivního testování. Musí ovšem být zabezpečena dobrá korelace s výsledky subjektivního testování, protože konečným hodnotícím prvkem je vždy názor pozorovatele.

2.1. JND V PÍXELOVÉ OBLASTI

JND metrika v pixelové oblasti vychází jen z dobře známých vlastností HVS, které se podílejí na vývoji modelu vnímání z dat v prostorové doméně obrazu. Hodnota JND je vztažena ke každému pixelu v obraze. V reálném životě může být práh vidění JND obrazu

velmi komplikovanou funkcí obsahující mnoho faktorů. Pokud jsou uvažovány jen šedotónové obrazy v prostorové doméně, existují zejména dva hlavní faktory ovlivňující chybovost prahu vidění každého pixelu - průměrný jas pozadí a prostorové maskování [1].

2.2. JND VE FREKVENČNÍ OBLASTI

JND metrika ve frekvenční oblasti pracuje s frekvenčními koeficienty obrazu. Nejdříve je rozdělen referenční a hodnocený obraz na RGB složky a ty jsou dále transformovány na jasovou složku Y a barevné složky C_r a C_b . Každá složka je rozdělena do bloků o velikosti 8×8 pixelů a pro každý blok zvlášť je provedena DCT transformace. Tím jsou získány frekvenční koeficienty z pixelových hodnot pro všechny tři složky obrazu (YC_rC_b).

Z referenčního obrazu (viz Obrázek 1a) je odvozeno maskování, které modeluje práh lidského vnímání zahrnující kontrastní citlivost, jasové maskování a kontrastní maskování (ve Zhangově modelu také texturní maskování [3]).

$$d(n, k, l) = \frac{b(n, k, l) - b'(n, k, l)}{t(n, k, l)} \quad (1)$$

Podle rovnice (1) je vypočtena tzv. JND mapa (Obrázek 1.), která pro jednotlivé frekvenční koeficienty znázorňuje míru poškození. Pokud je $d(n, k, l) < 1$, poškození obrazového bodu není lidským okem rozpoznatelné, jestliže je $d(n, k, l) > 1$, poškození je viditelné. Rozdíl referenčního obrazu $b(n, k, l)$ a hodnoceného obrazu $b'(n, k, l)$ je podělen celkovým citlivostním prahem $t(n, k, l)$. Proměnná n udává, se kterým blokem se bude pracovat a proměnné k, l jsou souřadnice DCT koeficientů v jednom bloku.

$$P = \left\{ \sum_n |d(n, k, l, \phi)|^{Q_s} \right\}^{\frac{1}{Q_s}}. \quad (2)$$

Posledním krokem je vyhodnocení pomocí Minkowskiho vzdálenosti dle vztahu (2). Výpočet je prováděn ve třech krocích. Nejprve jsou vyhodnoceny rozdílové koeficienty v prostoru, dále přes frekvence a nakonec přes složky $YC_rC_b(\phi)$, konstanta $Q_s = 4$ zaručuje minimální chybu při výpočtu JND metriky [2].

3. VYHODNOCENÍ

Na obrázku 1 a v tabulce 1 jsou uvedeny ukázkové výsledky hodnocení JND z referenčního a poškozeného obrazu (komprese JPEG, stupeň 1 až 5 bez udání kompresního poměru).



(a)



(b)

Obrázek 1: (a) Referenční obraz „Ovoce“, (b) JND mapa Watsonova modelu (stupeň 5).

Stupeň komprese	Zhangův model		Watsonův model		Pixelový model	
	JND	max JND	JND	max JND	JND	max JND
1.	2,911	0,1641	15,6907	5,1737	0,1334	6,5554
2.	3,2764	0,5003	16,9957	6,7243	0,1655	8,0882
3.	3,6043	0,8675	17,9927	4,0273	0,1926	8,4421
4.	4,0645	1,0121	20,6225	8,1853	0,283	13,5234
5.	4,3586	1,2719	24,2408	9,7034	0,4445	16,5158

Tabulka 1: Srovnání hodnot JND pro obraz „Ovoce“ komprimovaný JPEG.

4. ZÁVĚR

Pro vyhodnocení byly použity vytvořené m-soubory v Matlabu (Signal a Image Processing Toolbox) pro obrazy s různou obrazovou strukturou a vlastnostmi ve frekvenční oblasti (obrazy „Kristýny“, „Ovoce“, „Staroměstské náměstí“, „Plakáty“ a „Zahrada“). Vzhledem k omezenému prostoru článku je uvedena ukázka obrazů a výsledky jen pro obraz „Ovoce“ (Obrázek 1 a Tabulka 1). Jak ukazuje Tabulka 1, hodnoty JND se s rostoucí kompresí zvětšují a pro jednotlivé modely jsou dosti rozdílné. Ve frekvenční oblasti vychází pro Zhangův model mnohem menší hodnoty než u Watsonova modelu. To může být dáno rozdílným početním modelem (u Zhangova modelu se počítá navíc s texturním maskováním). Odlišné hodnoty v pixelové oblasti jsou pochopitelné, protože na rozdíl od frekvenční oblasti je zde vyhodnocována hodnota JND přímo z pixelových hodnot. Pro Watsonův a Zhangův model byla vypočítána celková hodnota JND a určena maximální chyba v obraze. V pixelové oblasti byla vypočítána z JND mapy průměrná hodnota chyby JND na jeden pixel a určena maximální chyba v obraze. Při znormailování hodnoty JND ve frekvenční oblasti byly zobrazeny srovnávací charakteristiky pro Watsonův a Zhangův model. U Watsonova modelu JND je nejméně viditelné poškození pro obraz „Ovoce“.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu GAČR 102/08/P295 „Analýza a modelování přenosových zkreslení digitální televize DVB-T/H“ a výzkumného záměru MSM 0021630513 „Elektronické komunikační systémy a technologie nových generací (ELKOM)“.

LITERATURA

- [1] C-H. Chou and Y-C. Li, “A perceptually tuned subband image coder based on the measure of just-noticeable distortion profile,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 5, no. 6, pp. 467-476, Dec. 1995.
- [2] A. B. Watson, Perceptual Optimization of DCT Color Quantization Matrices, in *Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing*, Austin, TX, 1994.
- [3] X.H. Zhang, W.S. Lin a P. Xue, Improved Estimation for Just-noticeable Visual Distortions, *Signal Processing*, vol. 85, no. 4, 2005, pp. 795-808.