

Šum v pixelovej grafike

NOISE IN BITMAPS

¹Martin CHLEBOVEC, ²Samuel ANDREJČÍK

^{1,2}Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach,
Letná 9/A, 042 00 Košice, Slovensko

¹martin.chlebovec.2@student.tuke.sk, ²samuel.andrejcik@student.tuke.sk

Abstract — The project is interested in editing images by adding random matrix to bitmaps. Demonstration of this phenomenon most manifests itself on MSB - most significant bit that can practically degrade the image. The result of the project is to compare the original image and the image with the changed bit planes. The implementation of the assignment consisted in generating a random matrix that we then used to edit the images. To achieve the desired effect, we multiplied this matrix with each bit of the image. Subsequently, we all combined the planes together to draw a solid image.

Keywords — bit, bitmap, matlab, reshape, matrix, white & black, pixels, noise, lsb, msb, psnr, mse

I. ÚVOD

Semestrálne zadanie z predmetu Multimediálne signály v komunikačných sieťach sme realizovali na úlohe č.25 s názvom: “Zrealizujte vloženie náhodného bitového toku postupne do všetkých bitových rovín troch vybraných, testovaných obrazov. Porovnajzte PSNR medzi pôvodným obrazom a obrazmi s modifikovanými bitovými rovinami. Zadanie zrealizujte v prostredí MATLAB.” Zadanie sme vyhotovili vo dvojici a využili sme predpísané funkcie z cvičení.

II. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Cieľom nášho zadania bolo porovnať o koľko sa zmení PSNR medzi pôvodným dvojrozmerným obrazom a tým istým obrazom po pridaní náhodného bitového toku. PSNR (skratka z anglického peak signal-to-noise ratio), teda v preklade špičkový pomer signálu k šumu, resp. špičkový odstup signálu k šumu) vyjadruje pomer medzi maximálnou možnou energiou signálu a energiou šumu.

Nakoľko má mnoho signálov veľmi široké dynamické spektrum, obvykle sa PSNR vyjadruje ako logaritmus. ¹⁾ Pridaním šumu sa obrázok vždy degraduje, teda týmto procesom nie je možné pôvodný obrázok vylepšovať. Šum vyjadruje náhodne generovaná matica jednotiek a núl. Matica má rovnaký počet riadkov ako obrázok, avšak len 1 stĺpec, ktorý sa násobí so stĺpcami obrázka.







Každý obrazový bod je reprezentovaný na ôsmich bitoch, pričom táto hodnota vyjadruje intenzitu farebnej zložky v obrázku. Všetky body sú reprezentované do matice, ktorá tvorí celkový obrázok. Následne sa táto matica konvertuje na 262144 riadkov a 8 stĺpcov. Každý stĺpec vyjadruje bitovú zložku výslednej hodnoty intenzity obrázku, pričom prvý stĺpec na najnižšiu hodnotu (LSB) a posledný stĺpec má hodnotu najvyššiu (MSB). ²⁾

Bitovým násobením matíc po prvkoch meníme pôvodný obrázok. Pre vizualizáciu vykresľujeme pôvodný obrázok, následne obrázky s úpravou každého bitu (po stĺpcoch) a nakoniec pozmenený obrázok, ktorý je charakterizovaný ôsmimi zmenenými stĺpcami.

A. Okná



Hodnoty PSNR pre trojicu obrázkov z dvoch priebehov scriptu

	PSNR1	-15.0069		PSNR1	-15.0393
	PSNR2	-15.1346		PSNR2	-15.1736
	PSNR3	-11.6505		PSNR3	-11.6715

III. VÝPOČTY

Primárnym cieľom nášho zadania bolo určiť hodnotu PSNR, teda o koľko sa zmení obrázok so šumom oproti pôvodnému obrázku. Na to aby sme určili hodnotu PSNR musíme najprv vypočítať strednú kvadratickú chybu, z anglického mean square error (tzv. MSE). N vo vzorci znamená súčin šírky a výšky obrázka, v pixeloch.

Rozdiel pôvodného a pozmeneného obrázku je výsledkom sumy, čo v princípe znamená takmer konečný výsledok strednej kvadratickej chyby, ktorý je umocnený a vynásobený $1/N^2$. Výsledná hodnota pre PSNR je vyjadrená v dB a počíta sa logaritmicou funkciou s predpisom nižšie.

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [f(i, j) - \hat{f}(i, j)]^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad [dB]$$

IV. DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Úlohu sme úspešne vyriešili v prostredí MATLAB a dosiahli sme predpokladané výsledky o zhoršení pôvodných obrázkov po pridaní šumu. Najväčší problém sme mali s pochopením úlohy. Nerozumeli sme ako máme rozdeliť obrázok na bitové roviny. Avšak po konzultácii s vyučujúcim sme problém vyriešili a už nebolo náročné obrázok rozložiť na maticu a každý jej stĺpec vynásobiť náhodne vygenerovanou maticou a následne výsledky vykresľovať. Pri

bitovom násobení po prvkoch sme narazili na konflikt dátových typov.

Preto sme museli previesť double do uint8, nakoľko ten predstavuje celé číslo v osembitovom tvare. Riešenie je náročné na výpočtový výkon, spracovanie niekoľkých desiatok premenných a vykonávanie aritmetických operácií zaberá radovo pár minút do dosiahnutia výsledku v podobe výsledného okna obrázkov. Program je aj pamäťovo náročný a zaberá približne 700-800MB v operačnej pamäti. Navrhnutý zdrojový kód pre prostredie MATLAB predpokladá použitie čiernobielych obrázkov s rozlíšením 512x512px.

Výsledkom je okno, ktoré demonštruje jednotlivé bitové roviny všetkých obrázkov s každým upraveným bitom pre obrázok. Výsledným obrázkom je spojenie všetkých upravených bitových rovín do celistvého obrázku. Najväčšia zmena obrázku je zaznamenaná pri MSB, nakoľko má najväčšiu váhu - tvorí 50% intenzity daného obrázku v dekadickom tvare nadobúda hodnoty 128/0. Pri bitovom násobení dochádza k násobeniu jednotkami a nulami, čo má za následok udržanie/nulovanie MS bitu.

Výsledný MSB počítaného pixelu sa nezmení, alebo výrazne degraduje pixel o 50% za predpokladu, že násobením sa nuluje z hodnoty 1. Pri obrázku je táto zmena najvýraznejšia. Najmenší vplyv na výsledný obrázok má bit LSB, kedy jeho zmenou nedôjde k viditeľnej zmene obrázku, hodnota bitu pre číslo v dekadickom tvare je 0/1. Pri násobení druhého - siedmeho bitu sú rozdiely viac zrejme vzostupne (pri vyššom bite vyššie). Každá osmica bitov v riadku tvorí jeden pixel obrázku. Osmica nadobúda hodnoty 0-255.

A. Skratky

- MSB - Most Significant Bit - najvýznamnejší bit
- LSB - Less Significant Bit - najmenej významný bit
- PSNR - Peak Signal to Noise Ratio - špičkový pomer signálu k šumu
- MSE - Mean Square Error - stredná kvadratická chyba

B. Rovnice ³⁾

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [f(i, j) - \hat{f}(i, j)]^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad [dB]$$

V. ZÁVER

Prostredie MATLAB vo Workbenchi uchováva všetky premenné a výsledky spusteného skriptu, vďaka čomu môžeme robiť spätnú analýzu a vyhodnocovať hodnoty premenných, výsledkov. Dosiahli sme zaujímavé výsledky napríklad pre PSNR a taktiež pre finálne - upravené obrázky s modifikovanými bitovými rovinami.

Pri prvých dvoch obrázkoch, ktoré sú pôvodne v svetlejšej palete čiernobielej farby sme dosiahli zhodne PSNR na úrovni -15dB, z čoho sme usúdili, že sa obraz výrazne zmenil a je takmer nečitateľný i keď obrysy dôležitých častí ostali zväčša zachované, modifikácia čiernymi obrazovými bodmi bola výrazná. Pri treťom zvolenom obrázku bola tmavšia paleta čiernobielej farby a preto aj výsledné PSNR medzi pôvodným a modifikovaným obrazom sa pohybovalo na úrovni -11dB, čo znamená, že výsledný obraz je od pôvodného menej degradovaný ako pri použití svetlejšej farebnej palety čiernobielej.

Každý z obrazov bol reprezentovaný prislúchajúcou maticou o rozmere (512x512px na ôsmich bitoch) 262144x8, čo umožnilo reprezentovať každú hodnotu intenzity osmicou bitov. V zadaní sme si osvojili prácu s rozličnými dátovými typmi, ich konverziou a lepšie sme porozumeli, ako sú čiernobiele obrázky tvorené. Dokážeme ich upravovať, degradovať, meniť jednotlivé bitové úrovne - stĺpce. Výslednú maticu samotného obrázku vytvoríme z bitovej matice funkciou reshape - čím riadkové bity spočítame a utvoríme 512x512px maticu, ktorá už obsahuje jednotlivé úrovne intenzity finálneho obrázku a ten je možné vykresliť a analyzovať.

LITERATÚRA

- [1] "Peak signal to noise ratio" in *Wikipedia Free Encyclopedia*, posledná úprava 22. marca 2018 [cit. 24. apríla 2018], dostupné online: <https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio>
- [2] "Bit numbering" in *Wikipedia Free Encyclopedia*, posledná úprava 7. apríla 2018 [cit. 24. apríla 2018], dostupné online: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bit_numbering>
- [3] Ján Staš, "Hodnotenie kvality modalít" posledná úprava 7. marca 2018 [cit. 24. apríla 2018], dostupné online: <https://data.kemt.fei.tuke.sk/MSvKS_PS_Multimedialne_signaly_v_komunikacnych_sietach/Prednasky/04a_MSvKS_Hodnotenie_kvality_modalit.pdf>