

Převod barevných obrázků na černobílé

Ludmila Krejčová*

Abstrakt

Existuje mnoho článků, které nabízejí různé metody pro převod barevných obrázků na černobílé a každý autor svou metodu prohlašuje za nejlepší. Standardně využívaná metoda převodu barevných obrázků na černobílé není často ideální. Jsou však tyto nové metody doopravdy lepší? Lze je vůbec podle článku implementovat? V této práci byly vybrány 4 metody různých autorů, které byly naprogramovány a porovnávány. Každá z metod byla implementována a podařilo se dosáhnout stejných výsledků, které měli autoři v článku. Tyto 4 metody byly společně se standardně využívaným přístupem otestovány na datasetu. Následně byl vytvořen dotazník pro porovnání výsledků. Ukázalo se, že některé články nedostatečně, či dokonce chybně popisují implementaci. Zároveň v porovnání se standardně využívanou metodou nebyly ani zdaleka tak dobré, jak by se dalo čekat.

*xkrejc85@stud.fit.vut.cz, Faculty of Information Technology, Brno University of Technology

1. Úvod

Převod barevných obrázků na černobílé je stále hojně využívaný. Nejen pro levnější a dostupnější tisk, pro strojové učení, kde stroj zpracovává mnohem menší stavový prostor, ale také pro umělecké, či dokonce medicínské účely. Na metodě opravdu záleží a standardně využívaná metoda má mnoho omezení.

Existuje mnoho článků nabízejících metody pro převod barevných obrázků na černobílé, problém však může být jejich omezená replikovatelnost, nedostatečný popis postupu či zkrácená prezentace výsledků, kdy jsou často ukazovány pouze nejlepší dosažené případy.

Tato práce se zabývá implementací a porovnáváním 4 metod. Je součástí rozsáhlého projektu TMS (Tone Mapping Studio) docenta Čadíka [1], který se touto problematikou zabývá. K již implementovaným a porovnávaným algoritmům přidává další.

V rámci této práce byly vybrány čtyři různě složité metody převodu barevných obrázků na černobílé, z nichž tři byly implementovány na základě popisů v člancích. U jedné metody se popis ukázal jako nedostatečný, a proto byla implementace doplněna na základě konzultace s autory. Výsledky byly ověřeny porovnáním s referenčními ukázkami z článků a všechny metody byly následně otestovány na společném datasetu.

Pro srovnání kvality převodu byl vytvořen dotazník, který se zaměřoval na zjištění vizuálně nejhezčího

převodu a převodu, který nejméně zachovává originál. Na dotazník odpovědělo 133 účastníků a výsledky ukázaly, že některé metody jsou vnímány výrazně hůře, než standardní převod. Což je v rozporu se závěry autorů v článku. Jedna z metod také často tvoří artefakty v jiné je zas problém nutnosti ručního ladění parametru pro každý jednotlivý obrázek.

2. Implementované metody

V této práci byly vybrány a implementovány 4 metody se zaměřením pro převod fotografií.

Ambalathankandy21 [Fig. 6] je první implementovanou metodou dle článku "Warm-cool color-based high-speed decolorization: an empirical approach for tone mapping applications" [2]. Tato metoda se zaměřuje na dva hlavní jevy. Jedním z nich je H-K (Helmholtz-Kohlrausch) efekt, který je vidět na obrázku [Fig. 5]. Tento jev popisuje situaci, kdy lidské oko vnímá vysoce saturované barvy jako mnohem světlejší, než barvy bližší šedé. Proto při využití standardní metody pro převod mohou být namapovány na stejnou luminanci i barvy pro člověka zcela odlišné. Druhý využitý jev je na obrázku [Fig. 7], kdy lidské oko vnímá teplejší barvy jako světlejší. Tato metoda je velice rychlá a snadná na implementaci. Netvoří artefakty a podává spolehlivé výsledky jak je vidět v tabulce výsledků [Table 1].

Druhou implementovanou metodou je **Yu21** [Fig. 4] dle článku "Contrast preserving decolorization based on the weighted normalized L1 norm" [3]. Tato metoda se snaží spočítat ideální konstanty pro násobení kanálů R, G a B [Eq. 3], což dělá velice zdlouhavým a komplikovaným způsobem, který bez pomoci autorů nelze zreplikovat. V článku chybí několik důležitých popisů jako - využití normalizace, lokální SSIM místo globálního SSIM. Chyby jsou také v jejich vlastní implementaci, kde chybně počítají korelační koeficient. Největším problémem metody je však konstanta epsilon, na které závisí celý převod a autoři ji pro různé datasety upravují, aby výsledek vypadal dobře.

Třetí metodou je **Zhang08** [Fig. 1] podle článku "A Kernel Based Algorithm for Fast Color-to-Gray Processing" [4]. V této metodě se snaží autoři vylepšit postup založený na PCA. Výpočet provádí pomocí zobrazení do jiného prostoru popsání pomocí jádra. Jejich kosinové jádro [Eq. 1] vylepšují pomocí rovnice K_6 [Eq. 2] a snaží se o co nejvyšší kontrast. To se sice obvykle daří, avšak často jsou výsledné barvy příliš světlé a proto tento převod často není vnímán jako přesný.

Poslední metoda je **Hafner16** [Fig. 2], podle článku "Variational Image Fusion with Optimal Local Contrast". Tento článek se zaměřuje obecně na fúzi obrázků a jednou z variant využití je i převod barevných obrázků na černobílé, na který se autoři dívají jako na fúzi 3 kanálů – R, G a B. Tato metoda je v článku implementovaná na GPU. Pro použití v TMS je implementace stejná jako pro ostatní metody, tedy C++. Proto je výrazně pomalejší, než ostatní metody. Navíc nedává moc dobré výsledky. Jsou málo kontrastní a občas obsahují artefakty.

3. Testování

Pro testování byly využity datasety docenta Čadíka a jako referencí byla použita standardní metoda výpočtu luminance využívána v i programu matlab [Fig. 3].

V dotazníku byla v první části položena otázka: "Který obrázek je nejhezčí?", kde bylo v každé otázce 5 černobílých obrázků. V druhé části: "Který obrázek nejvíc odpovídá originálu?", kde byl umístěn i originální barevný obrázek. Dotazníku se zúčastnilo 133 osob a v první části se nachází 12 obrázků a ve druhé 17. Celkové výsledky jsou v grafech [Fig. 8] a [Fig. 9].

Je vidět, že v preferenci těsně vyhrál standardní výpočet luminance, v závěsu je Ambalathankandy21 a i metoda Zhang08 se umístila dobře. V části zaměřené na přesnost vyhrála metoda Ambalathankandy21 za kterou se umístila standardní luminance. V přesnosti Zhang08

příliš dobře nedopadla a Yu21 s Hafner16 dopadly opět nejhůře. V tabulce [Table 1] jsou některé výsledky i s grafem preference a přesnosti jednotlivých výsledků. A například na obrázku paprik je vidět, že pro tento konkrétní případ je standardní luminance poměrně dobrá, Ambalathankandy21 upřednostní teplé barvy, čímž se však ztratí rozdíl mezi tmavší červenou a světlejší zelenou, Hafner16 obrázek zamlží a barvy se stanou stejnými, Yu21 celý obrázek nepřirozeně ztmaví a Zhang08 zesvětlí a přidají se artefakty

4. Závěr

Jak je vidět na všech obrázcích z plakátu, občas jsou metody pro převod výrazně lepší, ale občas výrazně horší, než standardně využívaná metoda. V celkovém součtu je Ambalathankandy21 lepší než standard a vzhledem k její snadné implementaci a vysoké rychlosti by bylo možné ji vyměnit za obvyklou metodu pro převod. Zhang08 je vhodná pokud chceme vysoký kontrast, Hafner16 je možná lepší pro jiné využití, než je převod na černobílé, například pro fúzi expozic a Yu21 se ukázala být těžko použitelnou metodou s nutností kontroly výsledku.

Poděkování

Ráda bych poděkovala mému vedoucímu práce docentovi Martinu Čadíkovi za trpělivé vedení a pomoc při tvorbě této práce.

Literatura

- [1] Martin Čadík, Michael Wimmer, Laszlo Neumann, and Alessandro Artusi. Evaluation of hdr tone mapping methods using essential perceptual attributes. *Computers & Graphics*, 32:330–349, 2008.
- [2] Prasoon Ambalathankandy, Yafei Ou, and Masayuki Ikebe. Warm-cool color-based high-speed decolorization: an empirical approach for tone mapping applications. *Journal of Electronic Imaging*, 30(4):043026, 2021.
- [3] Jing Yu, Fang Li, and Xiaoguang Lv. Contrast preserving decolorization based on the weighted normalized l1 norm. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 09 2021.
- [4] Yi Zhang, Chun Chen, Jiajun Bu, Mingli Song, Chen Pang, and Zhuo Sun. A kernel based algorithm for fast color-to-gray processing. In *2008 Congress on Image and Signal Processing*, volume 3, pages 451–455, 2008.