

ENHANCING DEPTH OF FIELD IN DIGITAL IMAGES

Radovan Svoboda

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsvobo75@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovský

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This work deals with methods for enhancing depth of field in digital images by using multiple images of the same scene. Images containing shallow depth of field can be found in various situations like macro photography or images from microscopes. Work contains a brief overview of methods that are used and describes a software solution for implementing them.

1. ÚVOD

V optike, a hlavne vo fotografii, je hĺbkou ostrosti (DOF - depth of field) označovaná tá časť scény, ktorá je najostrejšie zobrazená. Aj keď objektív dokáže presne zaostriť iba na jednu vzdialenosť, pokles ostrosti je postupný na obe strany od tejto vzdialenosti, takže v rámci intervalu DOF je neostrosť nepozorovateľná. Pri rôznych typoch obrazu je požadovaná rôzna veľkosť DOF, napríklad čo najväčšia pri snímkach krajiny a naopak čo najmenšia pri portrétoch.[1]

Cieľom bolo vytvoriť software, ktorý z vstupných snímok s malou DOF automaticky vytvorí výsledný obraz, ktorého DOF bude zjednotením jednotlivých menších DOF. Časť popisovaných techník je použitá aj pri tvorbe HDR obrazov v mojej diplomovej práci.

2. ROZBOR

DOF závisí na vzdialenosti objektu (roviny v ktorej je dokonale zaostrené), ohniskovej vzdialenosti objektívu a clonovom čísle. Presné zaostrenie je možné iba v jednej rovine. Vtedy sa bodový objekt zobrazí ako bodový obraz. Pri každej inej vzdialenosti je objekt rozostrený a vytvorí rozmazaný bod v tvare clonového otvoru (väčšinou sa predpokladá kruhový otvor). Ak je tento bod dostatočne malý a nerozoznatelný od jediného bodu a zdá sa byť zaostrý, interpretujeme ho ako prijateľne ostrý.

Získanie čo najväčšej DOF je dôležité napríklad pri spracovávaní snímok z mikroskopov, ale aj pri tvorbe makro fotografie alebo pri fotodokumentácii krajiny. V prípade, keď nie je možné získať väčšiu hĺbku ostrosti zaclonením objektívu (napr. nemožnosť použitia dlhších expozičných časov), je potrebné použiť niektorú z techník na zväčšovanie DOF. V mojej práci používam techniku stohovania (stacking). Táto metóda kombinuje viaceré snímky so zaostréním na rozličné vzdialenosti tak, aby výsledný obraz obsahoval väčšiu

DOF ako jednotlivé vstupné snímky. Je potrebné v jednotlivých snímkach označiť regióny, v ktorých je konkrétna časť obrazu najostrejšia zo všetkých snímkov a z týchto vytvoriť výsledný obraz. Na označovanie regiónov existujú rôzne postupy, ktoré je možné rozdeliť do piatich veľkých skupín, podľa toho, akým spôsobom je posudzovaná ostrosť:

- Rozptyl pixelov
- Detekcia hrán
- Meranie kontrastu, energetické gradienty
- Obsah informácie, spracovanie signálov
- Auto-korelácia medzi snímkami

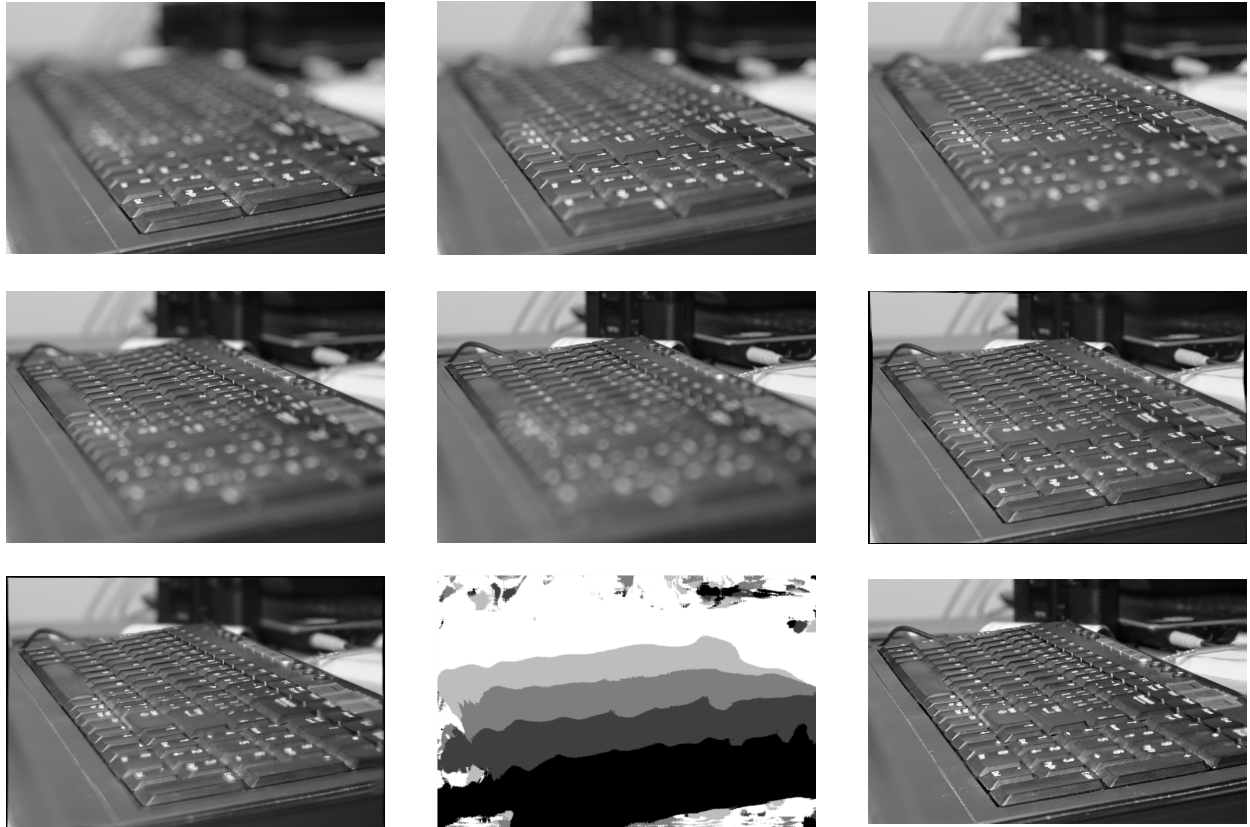
Všetky tieto metódy sú zvyčajne aplikované na šedo-tónové hodnoty pixelov. Zaostrenie sa určuje pre malé okolie pixelu, ktorý nás zaujíma. Okolie by malo byť také veľké, aby bol posudzovaný dostatočný počet pixelov, a bol získaný primeraný odhad. Zároveň nemôže byť príliš veľké, aby nepokrývalo viac rysov obrazu ako je v danom momente potrebné. Zväčšovanie okolia tiež zvyšuje výpočtovú náročnosť.[2]

3. REALIZÁCIA

Softwarové riešenie pre daný problém bolo navrhnuté v programovacom jazyku C++ v prostredí MS Visual C++ 2008 Express Edition. Pre základné operácie s obrazom bola implementovaná knižnica OpenCV. Táto knižnica je zameraná hlavne na obor počítačové videnie v reálnom čase. Používa sa v oblasti interakcie človek – počítač, identifikácii objektov, segmentácii a rozpoznávaní častí obrazu, rozpoznávaní tváre, gesta, sledovaní pohybu, mobilnej robotike (DARPA Grand Challenge) a mnohých iných odvetviach.

Ďalej boli navrhnuté pomocné funkcie pre prácu s obrazom na úrovni jednotlivých pixelov s jednoduchým volaním, funkcie vykonávajúce zarovnávanie jednotlivých snímkov pomocou korelácie, využívajúce metódy OpenCV. Bol navrhnutý obslužný program, v ktorom pomocou jednoduchého užívateľského rozhrania môže užívateľ zvoliť typ metódy, prípadne niektoré parametre, potrebné pri vytváraní výsledného obrazu.

Metódy na vytváranie výsledného obrazu využívajú pre detekciu ostrosti vo vstupných snímkach detekciu hrán. Pre určenie zaostrenia obrazu na základe detekcie hrán predpokladáme, že správne zaostrený obraz obsahuje zreteľné hrany, teda veľké jasové zmeny medzi priestorovo blízkymi pixelmi, zatiaľ čo tieto hrany miznú v rozmazanej časti obrazu v ktorých sú detaily umiestené mimo ideálny interval DOF.[2] Pre získanie hrán v obraze je použitý Sobelov hranový operátor, Cannyho hranový detektor, ktoré sú implementované z knižnice OpenCV. Ďalšia metóda pre detekciu ostrosti je výpočet rozptylu pixelov na základe jasových hodnôt, tento prístup je pomerne jednoduchý a zaručuje dobré výsledky. Na základe určenej ostrosti v jednotlivých snímkach je vytvorená mapa ostrosti. S mapou ostrosti je možné prevádzať klasické operácie ako s obrazom, využité je vyhladenie Gaussovým filtrom, ale je možné naopak doostrovať. Tým získame jemnejšie alebo ostrejšie prechody medzi jednotlivými vstupnými snímkami. Podľa nej je váhovým systémom, poskladaný výsledný obraz tak, aby bol v každom bode čo najostrejší. Výsledný bod v obraze môže byť nielen presnou hodnotou bodu z niektorého vstupného obrazu, ale aj kombináciou dvoch hodnôt z vstupných obrazov, ktoré sa čiastočne prekrývajú na ich rozhraní v mape ostrosti. Výsledkom sú lepšie vyzerajúce snímky, s jemnejšími prechodmi.



Obrázek 1: Obrázky v poradí (z lava do prava): 1-5: vstupné snímky s rôznou vzdialenosťou zaostrenia. 6: výsledný obraz vzniknutý spojením 1-5 metódou detekcie hrán Sobelovým operátorom. 7: metóda určovania rozptylu pixelov 8: mapa ostrosti, farby určujú vstupné snímky. 9: výsledný snímok zo softwaru CombineZ5 pri rovnakých vstupných snímkach

4. ZÁVER

V práci sa zaoberám problematikou zväčšovania hĺbky ostrosti v digitálnom obraze. Bol navrhnutý software, ktorý zo vstupných snímok s menšou hĺbkou ostrosti vytvorí výsledný, ktorého hĺbka ostrosti je zjednotením jednotlivých vstupných snímok. V programe je možné zvoliť metódu a parametre, podľa ktorých sa bude vytvárať výsledok. V tejto oblasti je ťažké hovoriť o objektívnych kritériách hodnotenia kvality výsledného obrazu, pretože tento je posudzovaný subjektívne každým pozorovateľom. Dôležitá je samozrejme kvalita vstupných snímok, niektoré problémy ako posun kamery a zmeny parametrov objektívu sú vylepšené vo fáze predspracovania obrazu koreláciou medzi vstupnými snímkami. Subjektívnu kvalitu výsledku vylepšuje aj navrhnutý váhový systém spájania viacerých snímok. Pre porovnanie je zobrazený výsledok získaný z voľne dostupného software CombineZ5.

LITERATURA

- [1] WALREE, Paul van. Depth of field [online]. <http://toothwalker.org/optics/dof.html>
- [2] BALL, Stuart. Generating images with enhanced depth of field by creating a seamless mosaic from a sequence of images with different focal settings. Posl. úprava 12/2004. [online] <http://www.dipteristsforum.org.uk/deepfocus/DeepFocus.pdf>