

Odstranění rozmazání pomocí dvou snímků s různou délkou expozice

Jozef Sabo, MFF UK, 2012

Vedoucí: RNDr. Filip Šroubek, PhD.



Úvod

- **rozmazání pohybem** – častý problém nejenom digitální fotografie
- **žádoucí** potlačení, nebo nejlépe úplné odstranění, možné 2 přístupy:
- **hardvérové** – stabilizátory obrazu, nevýhodou technická složitost a vysoká cena
- **softvérové** – úpravy po pořízení snímku, předmět DP

Úvod

- **odstranění rozmazání z jednoho snímku** → nutná dekonvoluce
- dekonvoluce bez předchozí znalosti rozmazání (náš případ) → silně podurčený problém, uspokojivé řešení neexistuje
- **více snímků** stejné předlohy → více dostupných informací, šance na úspěch se zvyšuje

Formulace problému

- **naš případ** – pořídíme 2 snímky stejné předlohy fotoaparátem drženým v ruce
- **1. snímek** – krátká expozice → tmavší, bez rozmazání, zašuměný
- **2. snímek** – delší expozice → správný osvit, méně šumu, rozmazán pohybem
- **CÍL:** co nejlepší rekonstrukce „ideálního“ původního obrázku z těchto dvou snímků

Neřešíme

- registraci snímků (v simulovaných experimentech registrováno, reálná data registrována semi-manuálně)
- barvy (šedotónové snímky)
- lokální rozmazání pohybem (jedna z testovaných metod schopna zvládnout)
- výpočetní složitost algoritmů

Možná řešení

- úprava nerozmazaného snímku (úprava jasu, odstranění šumu...)
- fúze snímků bez využití dekonvoluce
- fúze snímku s použitím dekonvoluce → výpočetně obvykle nejnáročnější
- z každé kategorie vybrána a testována jedna zástupní metoda, prostudováno zhruba 10

Algoritmus BM3D

- vysoce efektivní algoritmus na odstranění šumu
- publikoval Alessandro Foi a kol. (2006)
- BM3D – „block matching and 3D filtering“
- zástupce první kategorie metod řešení, použitý k (ne)potvrzení nutnosti fúze dvou snímků
- algoritmus pouze převzat (rozhraní pro MATLAB), nebyl implementován

Ticův algoritmus

- Marius Tico, 2009
- waveletová fúze snímků, bez dekonvoluce
- v místech přechodů (hrany) upřednostňuje zašuměný snímek
- v místech mimo přechodů (plochy) upřednostňuje rozmazaný obrázek
- zvládá i lokální rozmazání
- implementován v MATLABu

Algoritmus MC-AM

- Jan Flusser a Filip Šroubek, 2003
- **M**ulti **C**hannel, **A**lternating **M**inimization
- slepá dekonvoluce z vícekanálových dat (náš případ je 2-kanálový) za předpokladu stejného Gaussovského šumu ve všech
- původní implementace v MATLAB-u
analyzována a rozšířena na situaci, kde v každém kanálu může být jiný Gaussovský šum

Experiment

- proveden na simulovaných a reálných datech
- simulovaný experiment ve dvou režimech – ISO (simulace Gaussovskeho – Poissonovského šumu podle práce A. Foie a P. Ojalu) a Gauss (střední hodnota rovna nule)
- 3 experimenty na reálných datech
- výsledky vyhodnocovány pomocí SNR

Simulovaná data - příprava

- vybrané 4 obrázky (256 x 256) a 4 typy rozmazání (PSF)
- 4 velikosti rozmazání - 3, 7, 15 a 31
- 9 hodnot ISO – $100 * 2^i, i \in \{1..8,10\}$
- 4 hodnoty rozptylů – $10^{-i}, i \in \{1..4\}$
- ISO hodnota 100 a rozptyl 10^{-5} rezervovány pro rozmazaný obrázek
- celkem 576 testovacích scénářů v ISO a 256 v Gauss režimu

Simulovaná data - provedení

- z vybraného obrázku a PSF zmenšené na požadovanou velikost generujeme rozmazaný snímek, šum fix. na ISO 100, resp. $\sigma^2 = 10^{-5}$
- podle režimu a zvolené hodnoty parametru generujeme zašuměný obrázek
- zašuměný obrázek odšumíme metodou BM3D
- provedeme fúze obrázků metodami Tica a MC-AM
- vyhodnotíme výsledné obrázky

Reálná data - příprava

- v zatemněné místnosti promítáme obraz Leny, který snímáme fotaparátem drženým v ruce (vzdálenost 5m, velikost obrazu 70x70 cm)
- priorita clony, volíme ISO, fotoaparát určuje expoziční dobu, clona nastavena na minimum
- osvětlení ovládáme násobením obrazu konstantou, použity hodnoty 0.125, 0.25 a 0.5
- kromě obrazu promítáme i kontrolní body

Reálná data - provedení

- pořídíme snímek s ISO 100 – rozmazaný
- postupně zvyšujeme ISO, až dosáhneme téměř úplného vymizení rozmazání – zašuměný
- obrázky registrujeme užitím kontrolních bodů
- zašuměný snímek odšumíme metodou BM3D
- provedeme fúzi snímků metodami Tica a MC-AM
- vyhodnotíme výsledky

Výsledky simulace

- **ISO (576):** BM3D 393, MC-AM 182, Tico 1.
- **Gauss (256):** BM3D 128, MC-AM 126, Tico 2.
- šum má na výsledek větší vliv než rozmazání
- BM3D úspěšnější v malých až středně zašuměných snímcích
- MC-AM úspěšnější pro malá až střední rozmazání a velká zašumění, kde BM3D selže
- Tico často vizuálně uspokojivý, SNR horší

Výsledky na reálných datech

- BM3D 3, Tico 0, MC-AM 0
- výsledky blíž u sebe
- propad úspěšnosti MC-AM oproti Tico, hlavním faktorem mírná variabilita PSF a intenzity v snímcích
- na rozdíl od simulovaných dat časově náročné ladění parametrů MC-AM pro nejlepší výsledek

Shrnutí

- v situacích dosažitelných běžnou fotografií nemá fúze smysl, odšumovací algoritmus je efektivnější
- v mikroskopii, termálním zobrazování a pod. má fúze, především dekonvoluční, potenciál
- algoritmus BM3D naráží na obtíže u dat, která vykazují fraktální chování, i přes to předčí ostatní metody

Možná vylepšení

- efektivnější implementace metod, nutná pro praktické nasazování
- rozšíření testování na víc metod
- lepší kontrola nad testovacími podmínkami (nevyhli jsme se jistému optickému zkreslení)

Dotazy