

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ



Zvýraznění krevního řečiště z množiny snímků

Autor: Michal L'aš, Tomáš Bártů

Kontakt: {xlasmi00, xbartu11}@stud.fit.vutbr.cz

Projekt se zaměřuje na zvýraznění krevního řečiště z množiny snímků pomocí metod fúze a moderních technik zpracování obrazu. Tento přístup kombinuje předzpracování snímků, jejich následnou fúzi a postprocessing pro zlepšení viditelnosti cévních struktur.

Tento projekt byl vypracován za pomocí umělé inteligence.

Struktura projektu

Hlavní programové části projektu jsou uloženy ve složce `src`, respektive se jedná o:

- **`fusion.py`**: Obsahuje implementaci metod fúze snímků.
- **`histogram_eq_16bit.py`**: Provádí histogramovou ekvalizaci na 16bitových snímcích.
- **`image.py`**: Implementuje třídu pro práci s jednotlivými snímky.
- **`image_set.py`**: Implementuje třídu pro zpracování sad snímků.
- **`improved_hdr.py`**: Obsahuje metody pro vylepšení HDR snímků.
- **`main.py`**: Hlavní soubor pro spuštění projektu.
- **`pyramids.py`**: Implementuje algoritmy spojené s Laplaceovými a Gaussovými pyramidami.
- **`utils.py`**: Obsahuje pomocné funkce.

Použité metody

Projekt využívá několik pokročilých metod pro zvýraznění krevního řečiště a fúzi snímků. Tyto metody jsou rozděleny do tří hlavních fází: předzpracování, fúze a postprocessing.

Předzpracování

Předzpracování slouží k úpravě snímků pro zlepšení jejich kvality před fúzí. Použité metody zahrnují:

- **Histogramová ekvalizace pro 16bitové snímky** (`histogram_eq_16bit.py`): Zajišťuje vyrovnaní histogramu, čímž se zlepšuje kontrast snímků.
- **Gaussovské rozostření**: Potlačuje šum a jemné detaily.
- **Morfologické operace**: Eroze a dilatace se používají pro zvýraznění struktur, například krevního řečiště.

Fúze snímků

Fúze kombinuje více snímků do jednoho výsledného obrazu za použití různých algoritmů:

- **Waveletová fúze** (`fusion.py`): Používá vlnkovou transformaci pro kombinaci koeficientů jednotlivých snímků. Parametry zahrnují typ waveletu (např. `sym5`) a úroveň dekompozice.
- **Laplaceova pyramida** (`fusion.py`): Vytváří Laplaceovy pyramidy pro každý snímek a následně je kombinuje na základě průměrování.

- **PCA fúze** (`fusion.py`): Používá analýzu hlavních komponent (PCA) pro kombinaci snímků do jednoho reprezentativního obrazu.
- **Expozice** (`fusion.py`): Využití algoritmu `cv2.createMergeMertens` pro fúze na základě kontrastu, saturace a expozice.
- **Průměrování** (`fusion.py`): Jednoduché průměrování pixelů napříč všemi snímkami.
- **Vylepšené HDR (IHDR)** (`improved_hdr.py`): Algoritmus inspirovaný vědeckou publikací od H. Gao et al.¹. Tento algoritmus využívá metodu extrakce detailů pomocí fúze Gaussových a Laplaceových pyramid jednotlivých obrázků s různými dobami expozice. Časová náročnost této metody je oproti ostatním značně vyšší (cca 5 minut).

Postprocessing

Postprocessing není univerzální částí zpracování pro všechny metody fúze. V současné implementaci je postprocessing aplikován pouze na metodu **IHDR**.

Pro metodu **IHDR** postprocessing zahrnuje následující kroky:

- **Normalizace**: Obraz je převeden zpět do původního rozsahu intenzit.
- **CLAHE ekvalizace histogramu**: Lokální zvýraznění kontrastu pomocí metody CLAHE, která zajišťuje lepší vizualizaci krevního řečiště.
- **Morfologické operace**: Použití operace *opening* ke snížení šumu a zvýraznění struktury obrazu.

Příklady spuštění

Níže jsou uvedeny příklady spuštění programu `main.py` s různými parametry:

- **Zpracování obrazů bez masky, výchozí kroky (preprocessing, fusion, postprocessing):**

```
python main.py "data/input_images" all --save "data/output_results"
```

- **Použití konkrétních metod fúze:**

```
python main.py "data/input_images" laplacian pca --save "data/output_results"
```

- **Použití masky při zpracování:**

```
python main.py "data/input_images" exposure --mask "data/mask.png" --save "data/output_results"
```

- **Zpracování masky před použitím:**

```
python main.py "data/input_images" ihdr --mask "data/mask.png" --proc_mask --save "data/output_results"
```

- **Vlastní kombinace kroků – pouze fúze bez předzpracování a postprocessingu:**

```
python main.py "data/input_images" wavelet --steps f --save "data/output_results"
```

¹<https://doi.org/10.1016/j.infrared.2021.103698>

- Pouze předzpracování (bez fúze):

```
python main.py "data/input_images" wavelet --steps p --save "data/  
preprocessed_images"
```

- Použití všech metod fúze a zobrazení výsledků bez uložení:

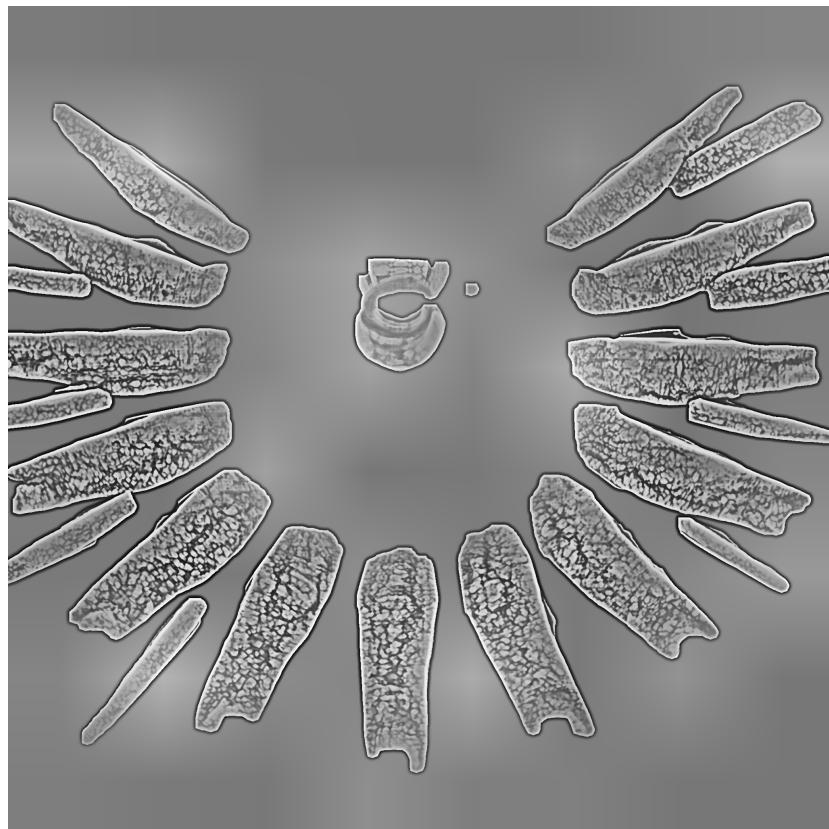
```
python main.py "data/input_images" all
```

- Nastavení poskytující nejpříznivější výsledky

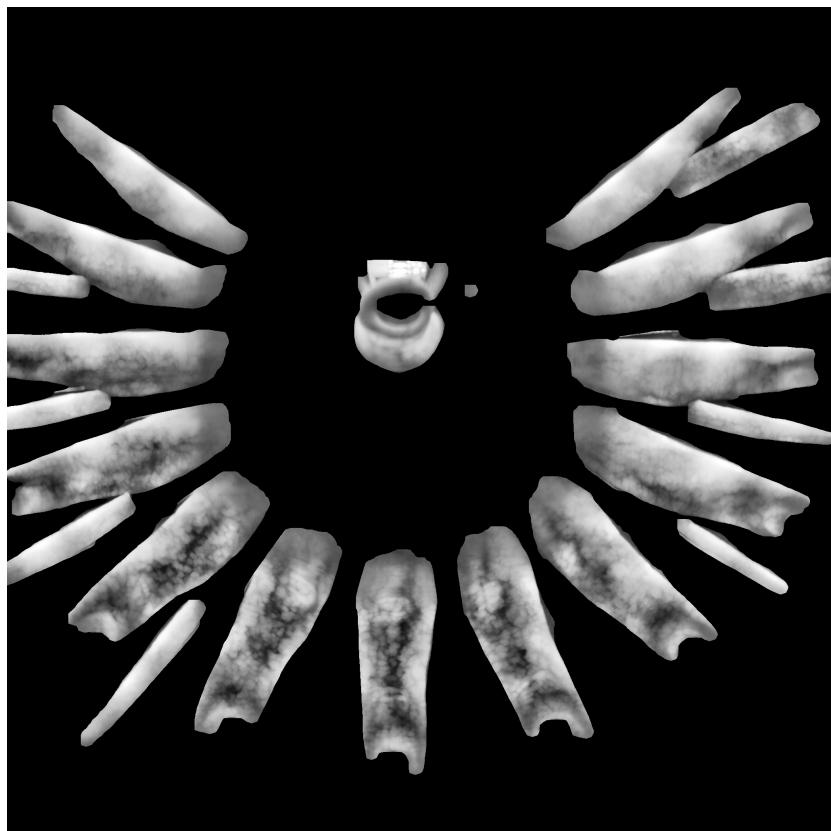
```
python main.py "data/input_images" ihdr --steps pfp --save "data/  
preprocessed_images"
```

Pro spuštění skriptu `main.py` je nutné mít správně nastavené prostředí Pythonu, včetně všech závislostí specifikovaných v projektu. Závislosti lze nalézt v souboru `requirements.txt`.

Vzorové snímky



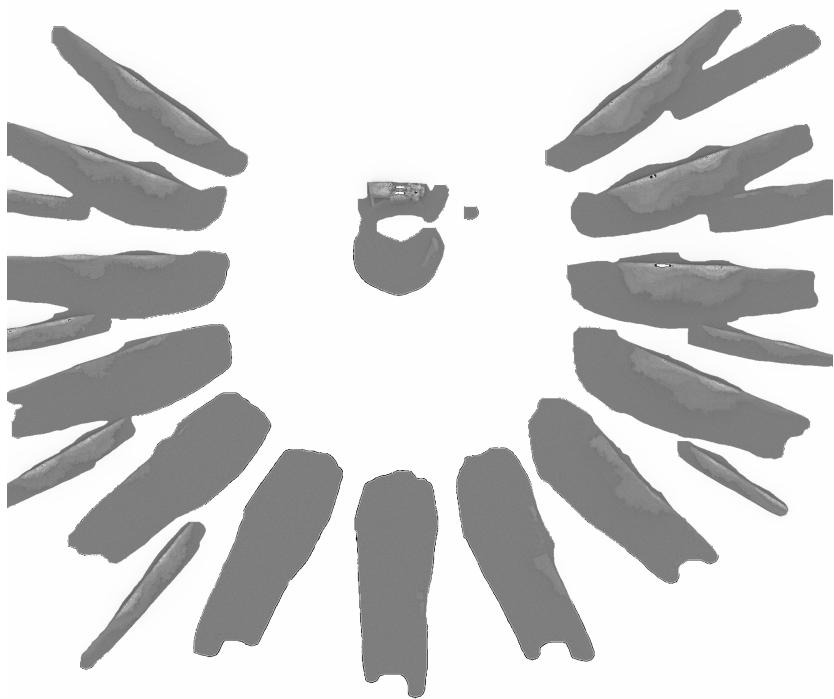
Obrázek 1: Výstupní snímek za použití *Improved HDR*



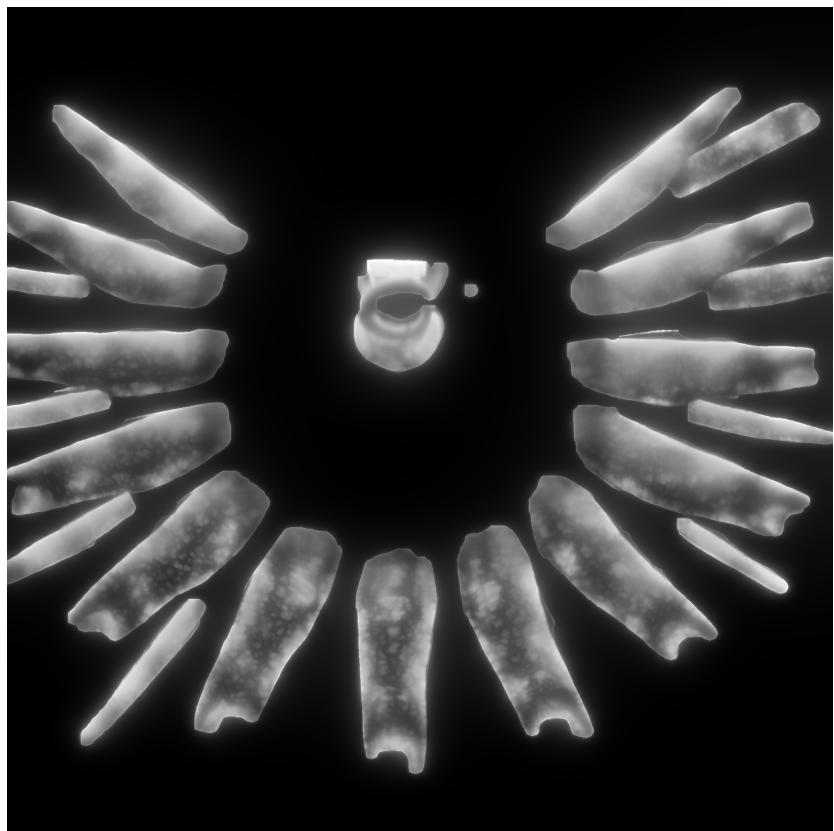
Obrázek 2: Výstupní snímek za použíti Waveletovi fúze.



Obrázek 3: Výstupní snímek za použíti PCA.



Obrázek 4: Výstupní snímek za použití *expozice*.



Obrázek 5: Výstupní snímek za použití *Laplaceovy pyramidy*.