

Návod k programu ALMA Corrimag v1.4

Obsah

Correlate Element Maps	1
Pearsonův korelační koeficient.....	1
2D histogram	2
Instalace:	2
Použití:.....	2
Vstup:	3
Zpracování:	3
Výstup:	3
Konfigurace:	3
Ukázka:.....	4
Prvkové mapy:.....	4
Výsledek:.....	5
Odkazy:	7

Adresa projektu:

<https://github.com/almaavu/corrimag>

Úvod:

Korelace MA-XRF or SEM-EDS prvkových map.

Program je určený pro obrazovou analýzu prvkových map získaných MA-XRF spektroskopií nebo SEM-EDS mikroskopií. Porovnává dvojice prvkových map a hledá míru jejich korelace - společného výskytu prvků, např. obsažených ve stejném pigmentu nebo materiálu podložky. Výsledky jsou uloženy do XLSX tabulky, která pro každou dvojici map uvádí Pearsonův korelační koeficient, koeficient determinace a regresní koeficienty. [1]

Dalším výstupem je korelační matice zobrazující 2D histogramy dvojic prvkových map a překryvy map v RGB snímku.

Pearsonův korelační koeficient

Korelační koeficient vyjadřuje, nakolik jsou koncentrace dvou prvků provázané. Pokud jsou dva prvky součástí stejného pigmentu a nejsou-li obsaženy v další materiálech, např. Hg a S v rumělce, pak v místech s vysokou koncentrací rtuti je i vysoká koncentrace síry. Koncentrace prvků jsou pak do jisté míry lineárně závislé, lze je vyjádřit funkcí ve tvaru

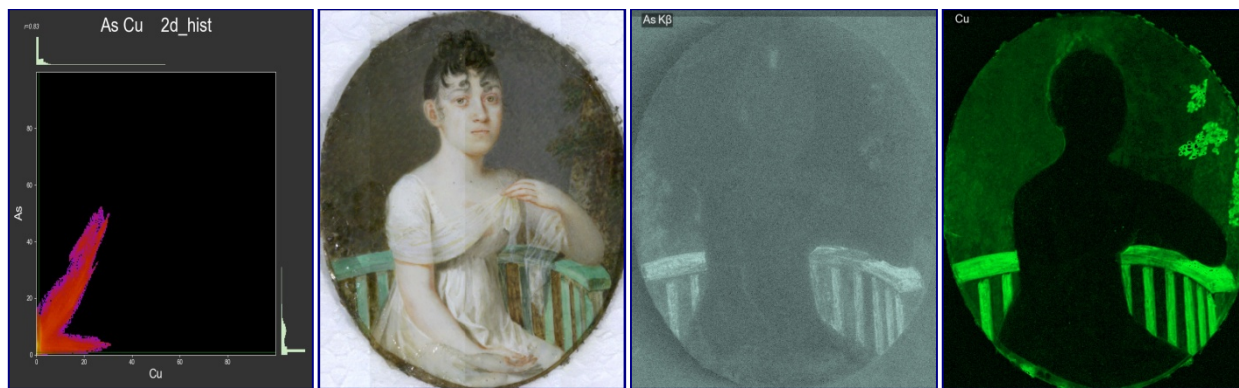
$$c2 = m * c1 + b$$

kde $c2$, $c1$ jsou koncentrace prvků, m je směrnice a b je úsek regresní přímky.

2D histogram

Grafické zobrazení korelace pomocí 2D histogramu ukazuje míru korelace i rozložení koncentrace v případě, že jsou prvky obsaženy ve více sloučeninách. Využití je podobné, jako při hledání překryvu snímků metodou kolokalizace ve fluorescenční mikroskopii. [2] [3]

Následující 2D histogram zobrazuje rozložení koncentrace arsenu a mědi v malbě, ve které jsou As a Cu přítomny ve formě svinibrodské zeleně a Cu je zároveň obsažena samostatně ve formě měďenky.



Instalace:

Instalace programovacího jazyka Python3

<https://www.python.org/downloads/>

Instalace programu ALMA Corrimag

```
python -m pip install git+https://github.com/almaavu/Corrimag.git
```

Instalace knihoven:

```
python -m pip install --upgrade requirements.txt
```

- numpy
- pandas
- matplotlib
- scipy
- scikit-image
- imageio

Použití:

```
python -m corrimag "d:/maps"
```

Skript je možné spustit i bez instalace:

```
python corrimag.py "d:/maps"
```

Vstup:

- Cesta ke složce s prvkovými mapami.

Zpracování:

- Načtení dvojic prvkových map. Obrázky se načítají do cache pro urychlení zpracování stejného obrázku v dalších krocích.
- Redukce šumu Gaussovým filtrem
- Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu.
- Zpracování výsledků ve formátu pandas DataFrame, řazení podle hodnoty r.
- Uložení do XLSX souboru.
- Zobrazení 2D histogramů a kombinací map v korelační matici.

Výstup:

- XLSX soubor s výsledky.
- Korelační matice.

Konfigurace:

Parametry jsou uloženy v globální proměnné CFG.

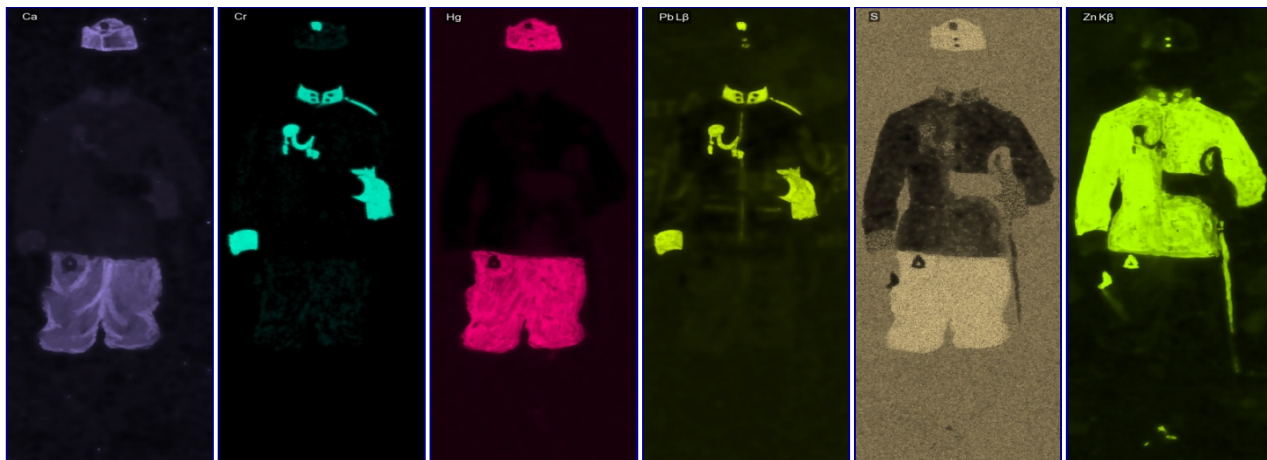
- *blur_sigma*: míra redukce šumu.
- *view_gamma*: Gamma nastavení pro zobrazení map (úprava jasu a kontrastu)
- *min_r2*: minimální koeficient determinace pro výpočet regresních koeficientů
- *in_file_mask*: filtr souborů podle názvu nebo přípony
- *excluded*: ignorované názvy souborů

Výchozí konfigurace:

```
CFG = {  
    'blur_sigma': 2,  
    'view_gamma': .6,  
    'min_r2': .1,  
    'in_file_mask': '*.jpg',  
    'excluded' : ("Video 1", "mosaic", "VIS"),  
}
```

Ukázka:

Prvkové mapy:

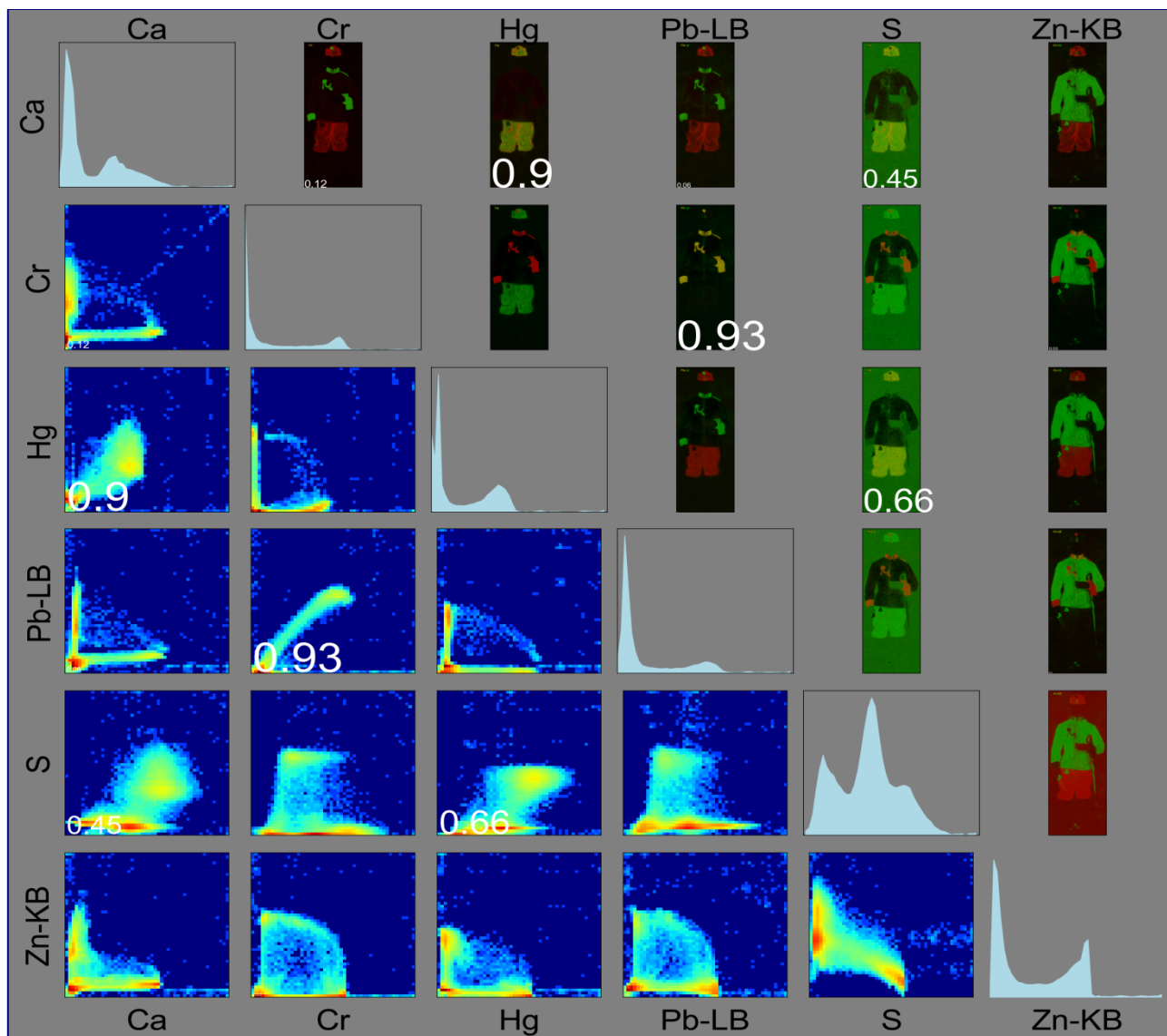


Prvkové mapy použité na ukázkou funkce programu. Soubory jsou uloženy ve složce "samples".

Výsledek:

	pair	r2	r	m	b
6	Cr Pb-LB	0.87	0.93	1.08	-0.06
1	Ca Hg	0.80	0.90	0.77	0.04
10	Hg S	0.43	0.66	0.56	-0.12
3	Ca S	0.21	0.45	0.33	-0.02
0	Ca Cr	0.01	0.12		
2	Ca Pb-LB	0.00	0.06		
8	Cr Zn-KB	0.00	0.03		
13	Pb-LB Zn-KB	0.00	0.01		
5	Cr Hg	0.00	-0.02		
9	Hg Pb-LB	0.00	-0.05		
4	Ca Zn-KB	0.00	-0.06		
12	Pb-LB S	0.00	-0.06		
7	Cr S	0.01	-0.08		
11	Hg Zn-KB	0.08	-0.29		
14	S Zn-KB	0.65	-0.81	-0.57	0.45

V tabulce je uveden symbol obou prvku, Personův korelační koeficient (r), koeficient determinace (r^2) a regresní koeficienty (m , b).



V levé části matice jsou zobrazeny 2D histogramy dvojic prvků, v pravé části kombinace vzniklé spojením černobílých map do červeného a zeleného kanálu RGB obrázku. Místa s výskytem obou prvků v podobné koncentraci mají žluté zbarvení. V matici jsou dále uvedeny hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu, velikost písma vychází z míry pozitivní korelace.

Výsledky ukazují na společný výskyt Hg + S (rumělka), Pb + Cr (chromová žlut) a Ca + Hg + S (směs rumělky a křídly).

Odkazy:

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Pearson_correlation_coefficient

[2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Colocalization>

[3] [A practical guide to evaluating colocalization in biological microscopy](#)