

# Correlate Element Maps

## 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

## Úvod:

<https://github.com/almaavu/correlate-element-maps>

### Korelace MA-XRF or SEM-EDS prvkových map.

Program 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

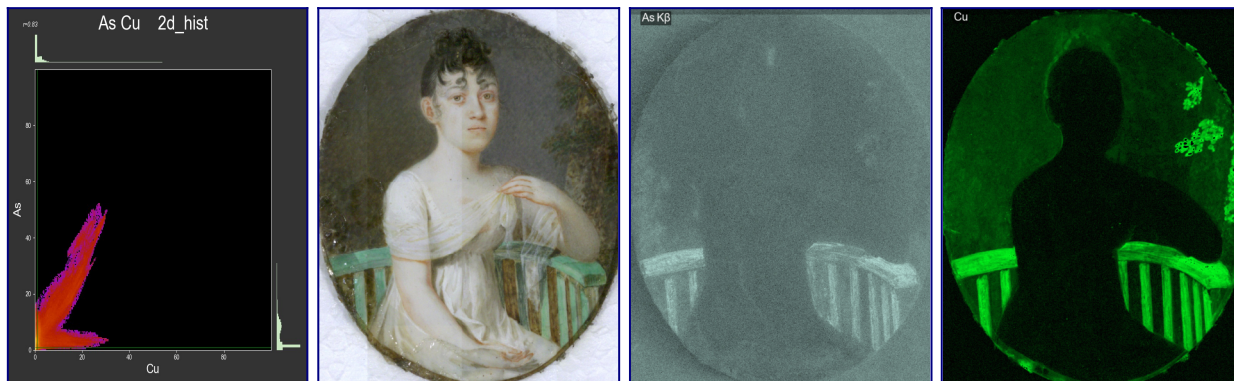
$$c_2 = m * c_1 + b$$

kde  $c_2$ ,  $c_1$  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 correlate-element-maps

```
python -m pip install git+https://github.com/almaavu/correlate-element-maps.git
```

Instalace knihoven:

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

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

## Použití:

```
python -m correlate_element_maps --maps-dir="d:/maps"
```

Skript je možné spustit i bez instalace:

```
python correlate_element_maps.py --maps-dir="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.

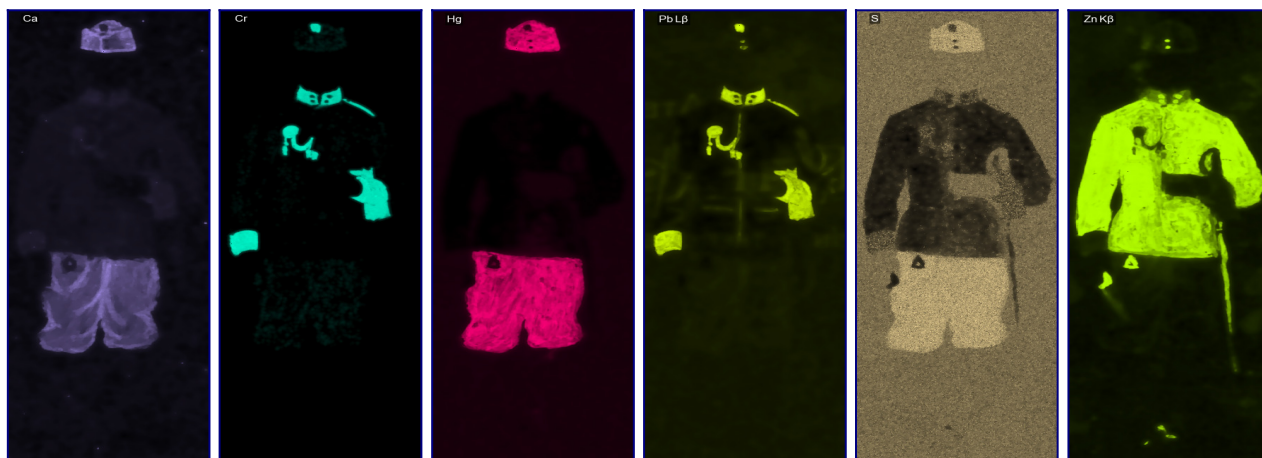
- *blur\_sigma*: míra redukce šumu.
- *view\_gamma*: Gamma nastavení pro zobrazení map (úprava jasu a kontrastu)
- *min\_r2*: minimální koeficient determinace pro výpočet regresních koeficientů
- *in\_file\_mask*: filtr souborů podle názvu nebo přípony
- *excluded*: ignorované názvy souborů

Výchozí konfigurace:

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

## Ukázka:

### Prvkové mapy:

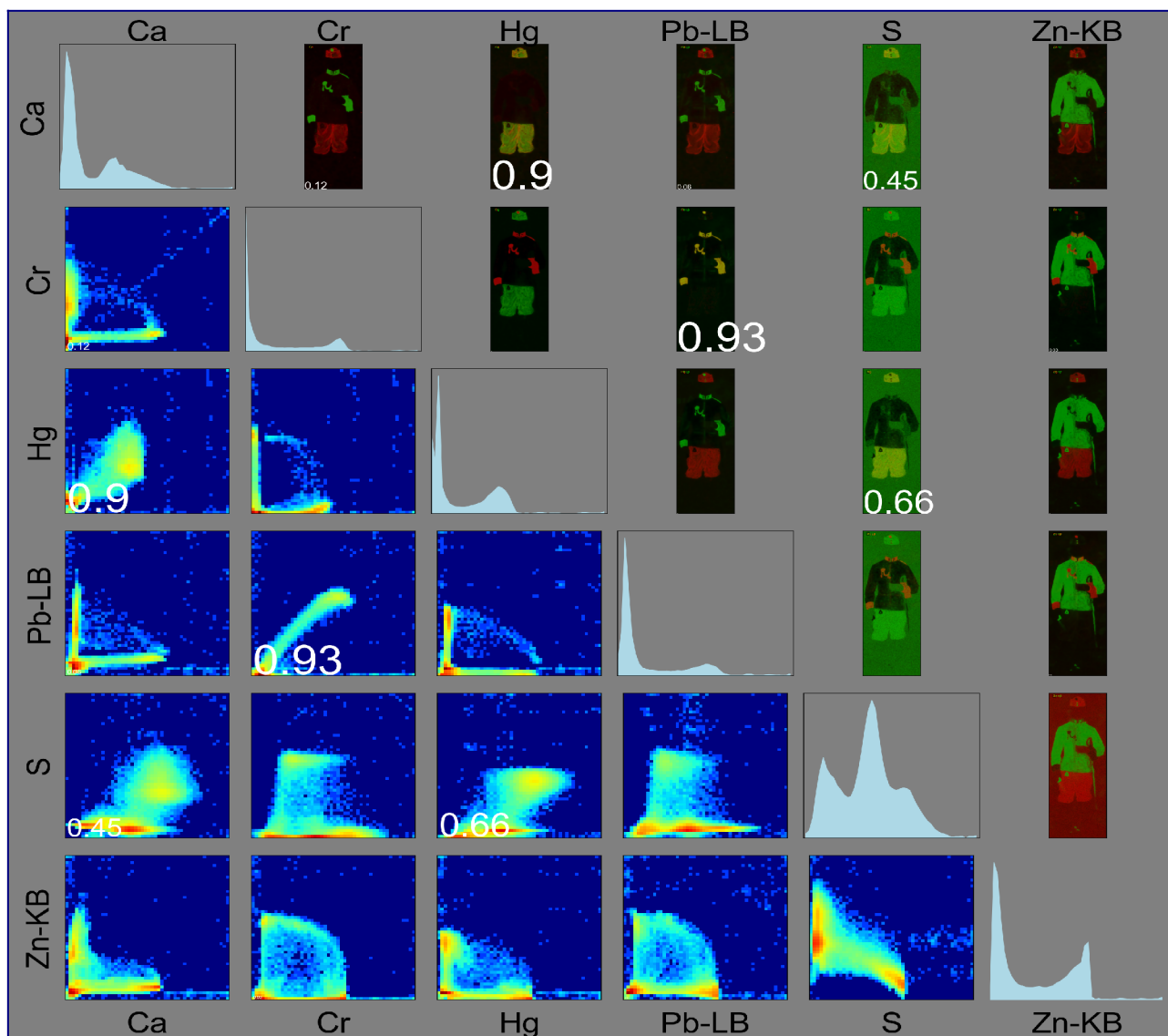


Prvkové mapy použité na ukázkou funkce programu. Soubory jsou uloženy ve složce "samples".

### 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](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](#)