



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky

Nástroj pro automatické vyhodnocení obrazů skiagafických kalibračních fantomů

Martin Matoušek, Václav Hlaváč

{martin.matousek|vaclav.hlavac}@cvut.cz

České vysoké učení technické v Praze
Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky
Oddělení robotiky a strojového vnímání

9. 4. 2025

13. Konference radiologické fyziky, 8. – 10. 4. 2025, Srní

 EDIH CTU

financováno v rámci European Digital Innovation Hub při ČVUT



Co-funded by
the European Union



Funded by
the European Union
NextGenerationEU

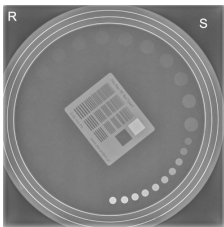


CZECH
RECOVERY PLAN

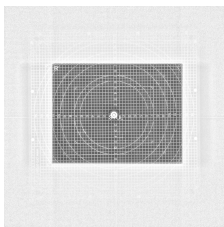


- ▶ zpracování dat – digitálních obrázků – nasnímaných skiagrafických fantomů
- ▶ automatické kvantitativní vyhodnocení
- ▶ grafická agregace měření pro kvalitativní vyhodnocení
- ▶ podpora pro inspekci operátorem a výstup formou protokolu

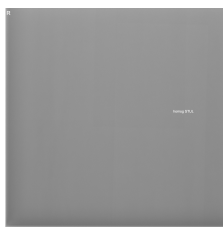
Různé fantomy:



citlivost v intenzitě
rozlišení (čáry/mm)



poloha/rotace pole
rozměry px/mm



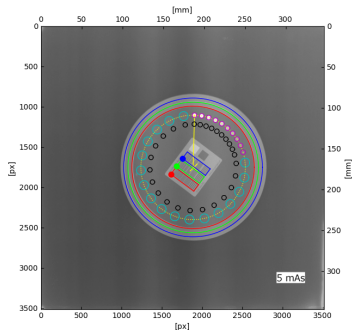
homogenita
statistiky (šum)

- ▶ řešeno metodami zpracování digitálního obrazu a počítačového vidění
- ▶ implementace jako uživatelský software



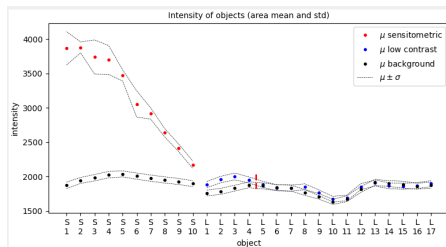
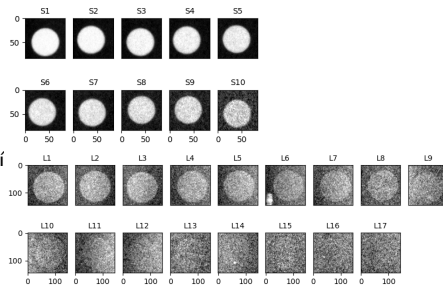
Pro vyhodnocení citlivosti a rozlišení je třeba určit přesnou polohu/orientaci/měřítko fantomu v obrázku.

- ▶ známá struktura fantomu
 - rozměry
 - vzájemné polohy prvků
- ▶ lokalizace
 - detekce významných bodů v obrazu
 - nalezení struktury metodou robustního odhadování
- ▶ orientace dle vývoje jasu ve vložených objektech



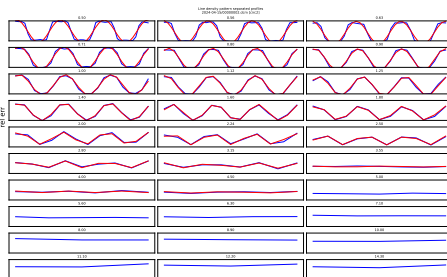
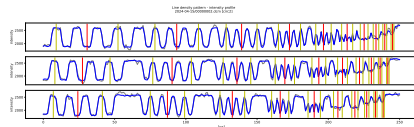
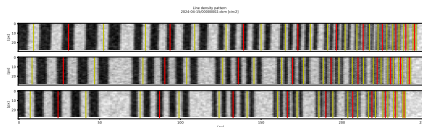
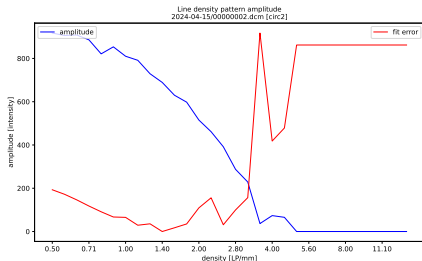


- ▶ lokalizace prvků fantomu je již známa
- ▶ senzimetrické objekty (S1–S10, pro kontrolu, nepoužívají se)
- ▶ objekty nízkého kontrastu (L1–L17, hodnocení citlivosti)
- ▶ μ , σ - intenzita uvnitř objektu a na pozadí v okolí
- ▶ klesající intenzita, detekce hraničního objektu



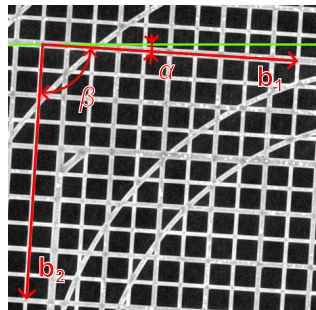


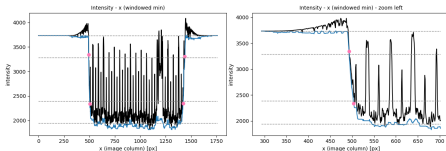
- ▶ objekt s proužky různé hustoty
- ▶ přesnější dohledání polohy a orientace
- ▶ známá poloha segmentů různých hustot
- ▶ nahrazení sinusovým průběhem; chyba nahrazení měřena relativně vůči RMS signálu
- ▶ pokles amplitudy pod zadaný práh
- ▶ vzestup chyby nad zadaný práh





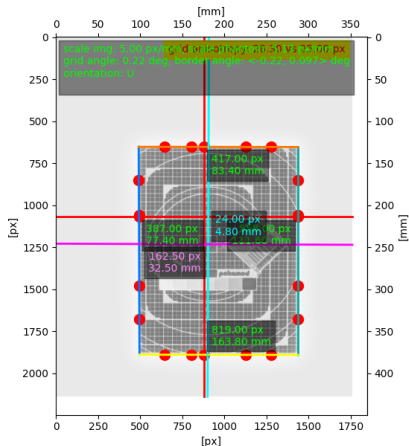
- ▶ tovární kalibrace měřítka přístroje = rovina snímacího prvku
- ▶ skutečná rovina může být v jiné poloze - škálování, anizotropie
- ▶ předpoklad – pravidelná struktura se známou rozměrovou periodicitou (nemusí být mříž)
- ▶ detekce periodicity v obrázku – maximum autokorelační funkce (v horizontálním a vertikálním směru) → vektory báze $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2$
- ▶ kontrola izotropie – vnitřní úhel báze (β), délka vektorů
- ▶ rotace fantomu (α)





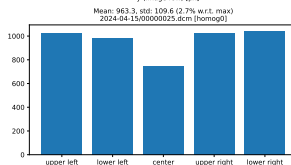
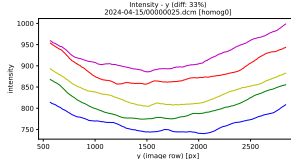
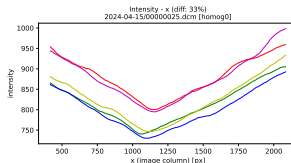
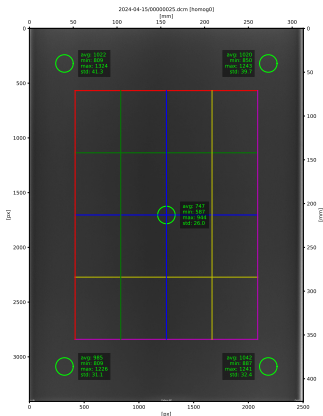
- ▶ detekce polohy fantomu
 - podoba fantomu musí být známa
 - metoda vyhledání vzoru (již známé měřítko, orientace)
- ▶ rozměry pole vůči senzoru i fantomu (fantom umístěn obsluhou dle světelného 'kříže')

- ▶ oblast – pokles ozáření pod definovanou úroveň vůči rozsahu (filtrace struktury fantomu)



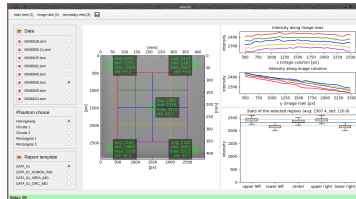
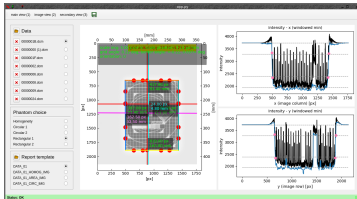
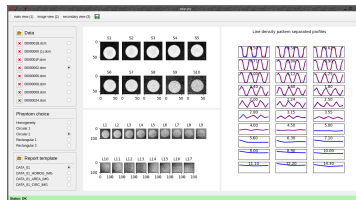
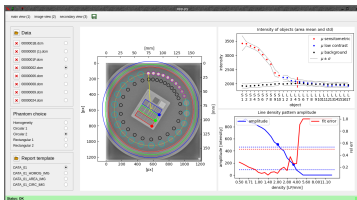


- ▶ definované oblasti
- ▶ statistika obrazových intenzit jednotlivých oblastí, (μ , σ , min, max), statistika středních hodnot všech oblastí

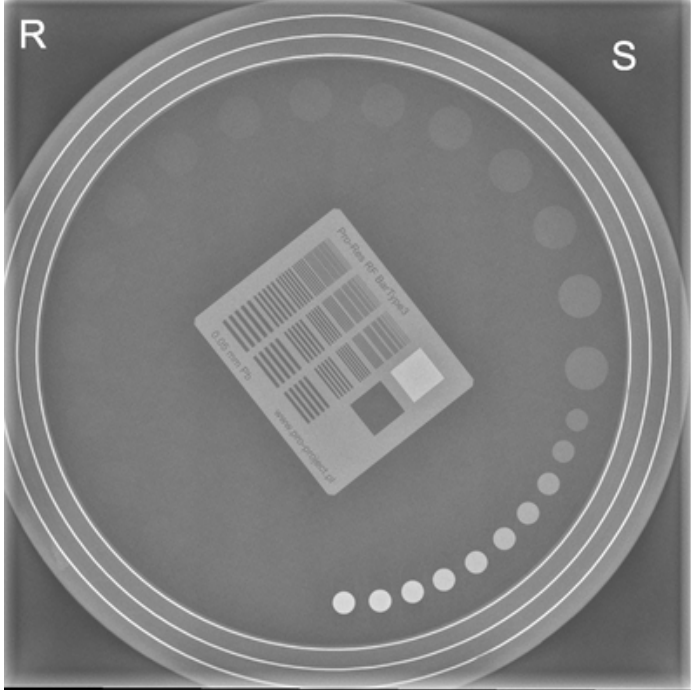


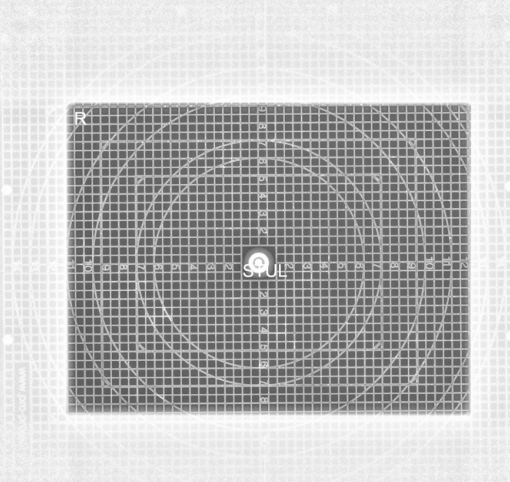


- ▶ implementováno formou uživatelského programu
- ▶ vizuální inspekce výsledků
- ▶ export do XLS protokolu (hodnoty, grafy)



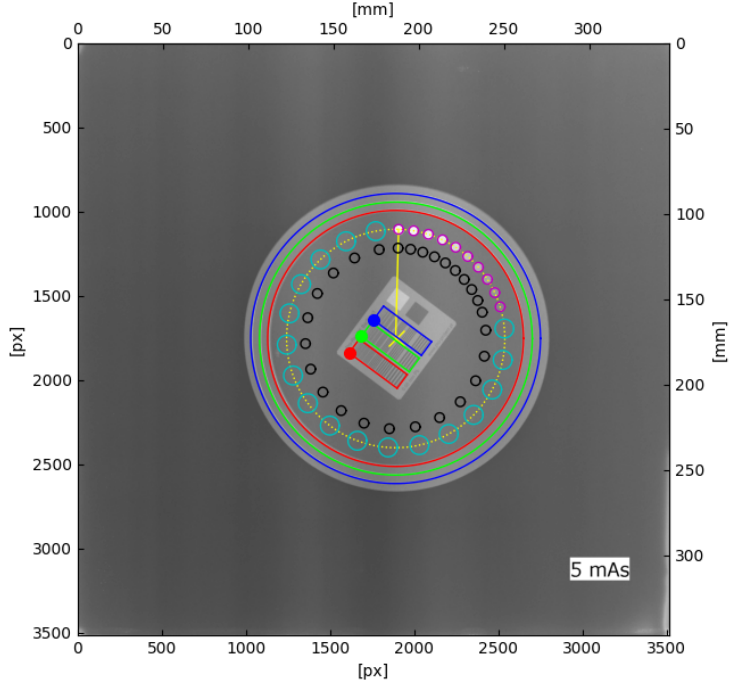
- ▶ vyvinuto pro Samostatné oddělení lékařské fyziky FN Motol
- ▶ potenciální možnost budoucí úpravy pro jiné fantomy

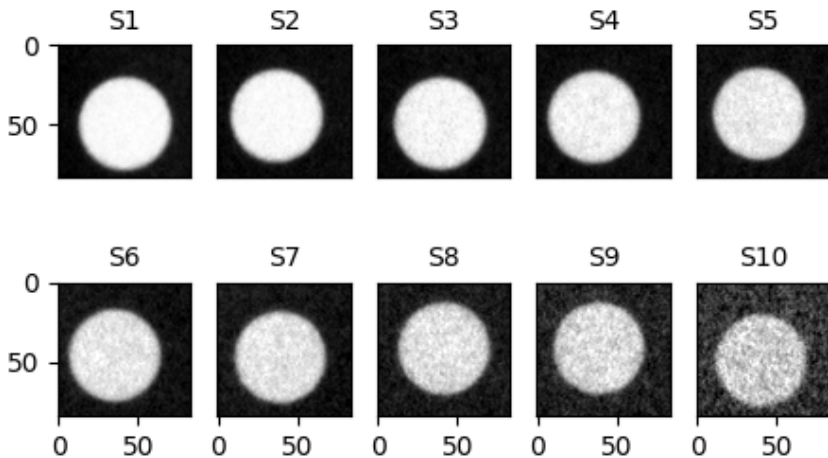


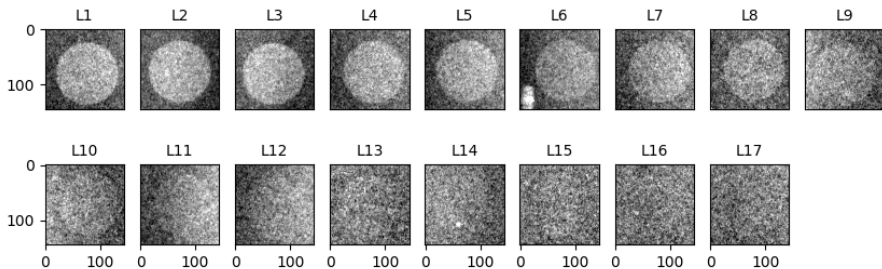


R

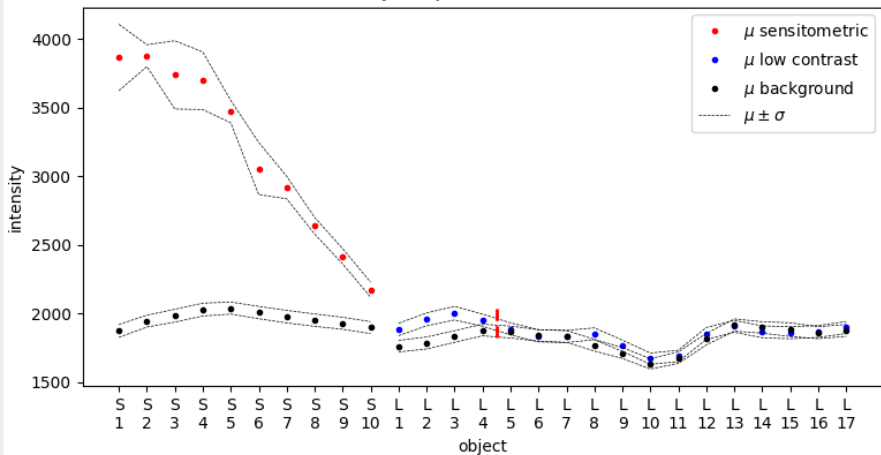
homog STUL



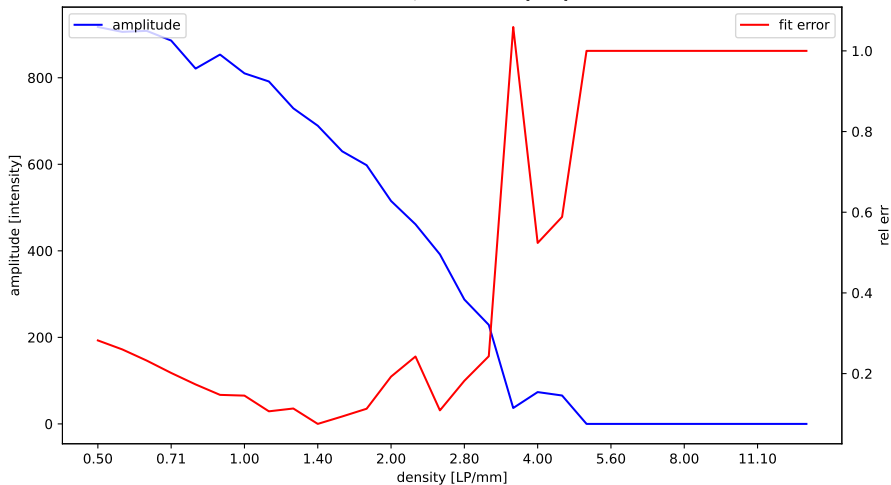


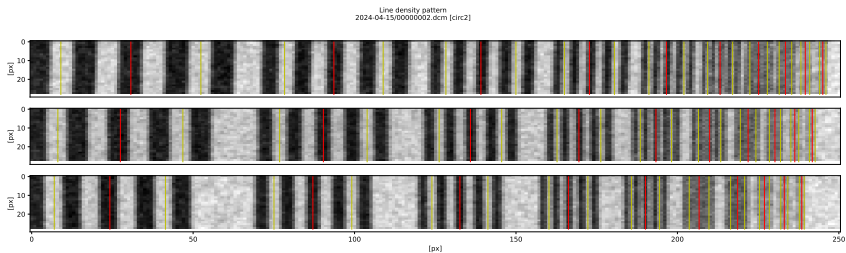


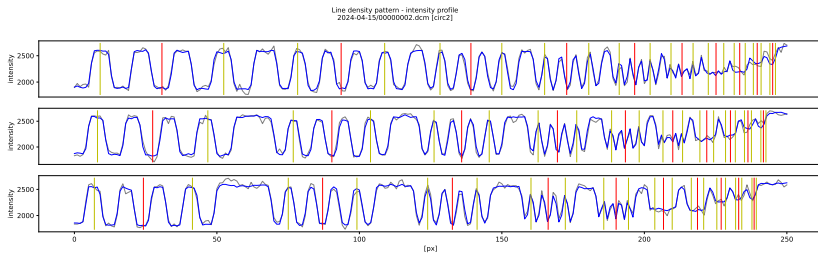
Intensity of objects (area mean and std)



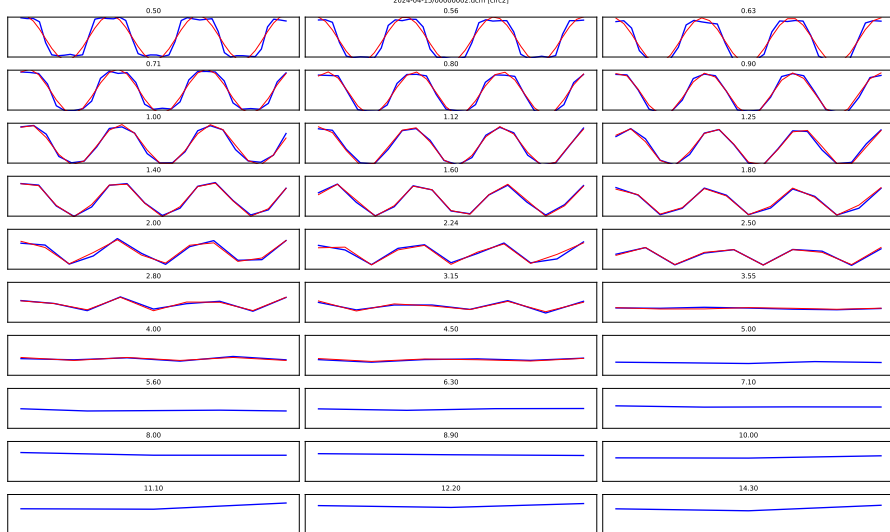
Line density pattern amplitude
2024-04-15/00000002.dcm [circ2]

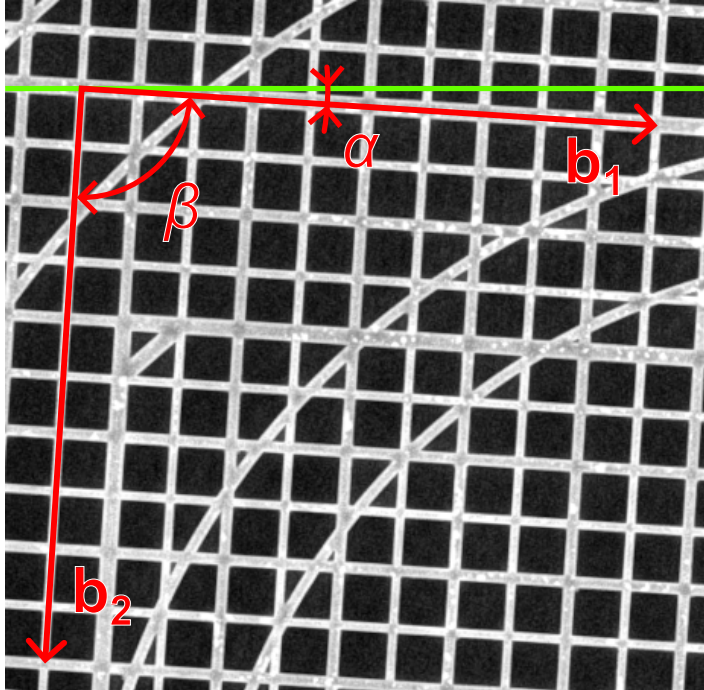




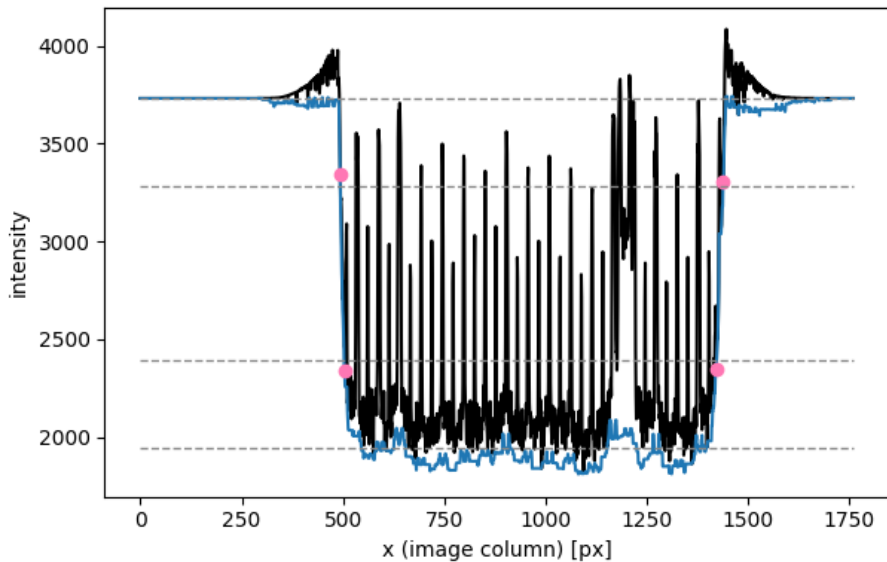


Line density pattern separated profiles
2024-04-15/00000002.dcm [circ2]

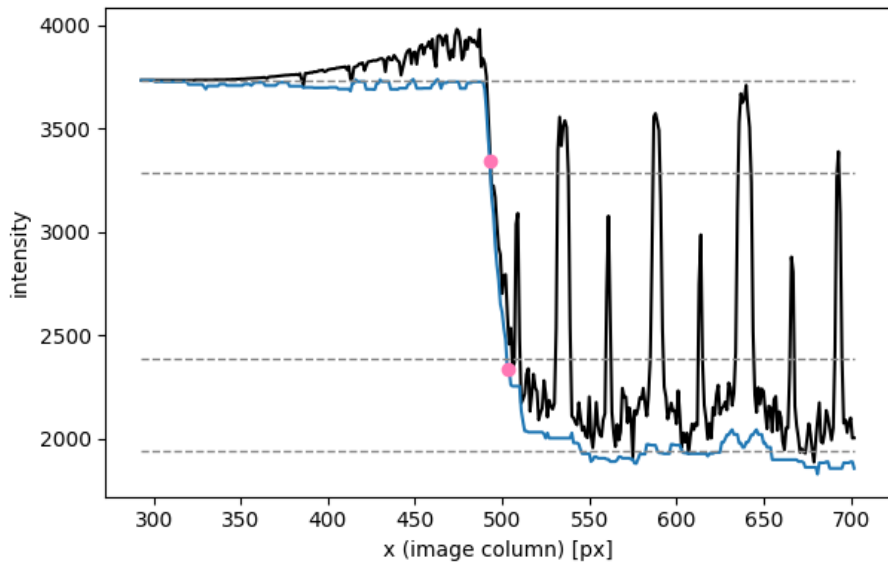


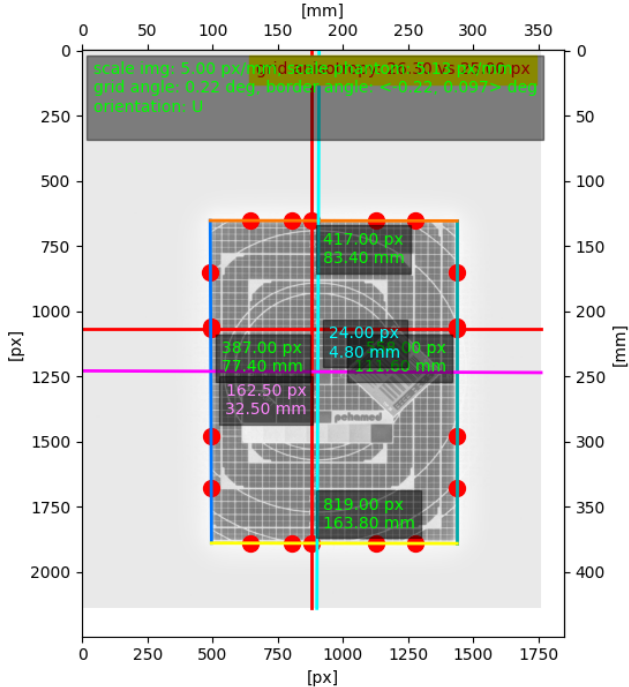


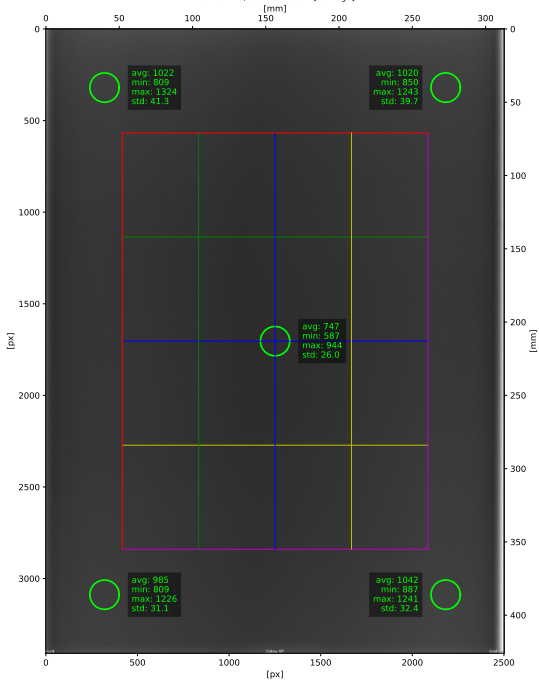
Intensity - x (windowed min)



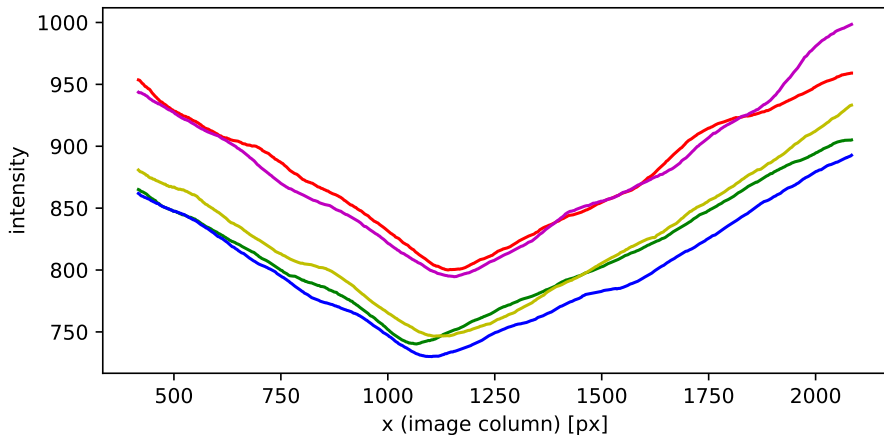
Intensity - x (windowed min) - zoom left



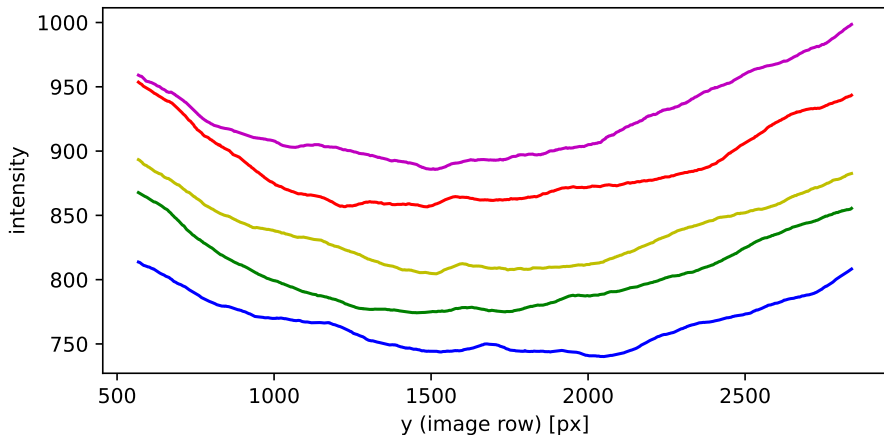




Intensity - x (diff: 33%)
2024-04-15/00000025.dcm [homog0]



Intensity - y (diff: 33%)
2024-04-15/00000025.dcm [homog0]



Mean: 963.3, std: 109.6 (2.7% w.r.t. max)
2024-04-15/00000025.dcm [homog0]

