

PROSTOROVÉ MODULACE V KOMPRIMOVANÉ HYPERSEKTRÁLNÍ MIKROSKOPII

Lukáš Klein^{1,2}, Karel Židek¹

¹Výzkumné centrum speciální optiky a optoelektronických systémů (TOPTEC), Ústav fyziky plazmatu, AVČR v.v.i., Za Slovankou 1782/3, 182 00 Praha 8, Česká Republika

²Technická univerzita v Liberci, fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, ústav NTI, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec, Česká republika
lukas.klein@tul.cz, zidek@ipp.cas.cz

SKFM 2023

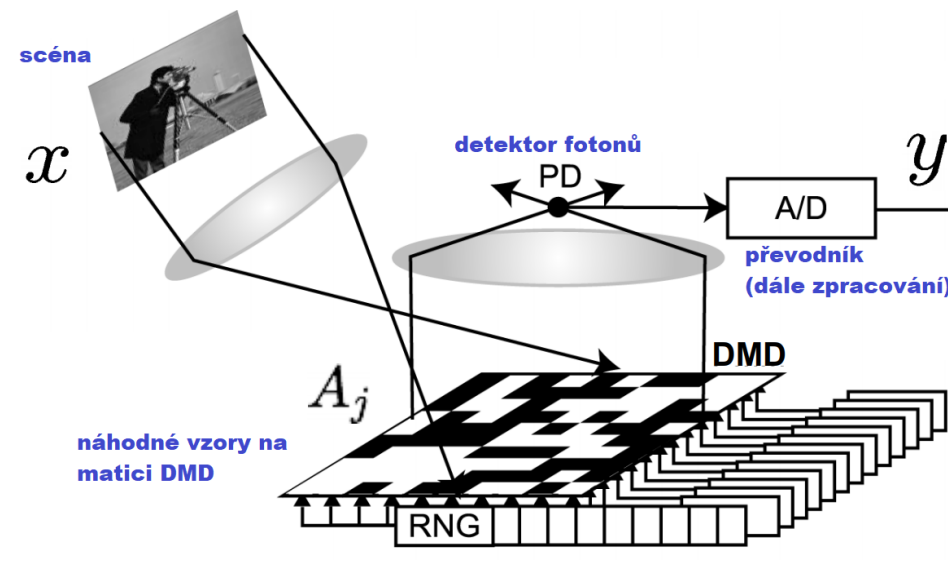
STUDENTSKÁ KONFERENCE FM

Komprimované snímání

- Získání informace z řídkého signálu (malé množství nenulových prvků ve vektoru)
- V optice – jednopixelová kamera
- Plošná modulace náhodnými vzory
- Rekonstrukce obrazu z opakovaných měření

$$M \times 1 \text{ measurements} = \begin{matrix} y \\ \Phi \\ x \end{matrix} = \begin{matrix} N \times 1 \\ M \times N \\ K \end{matrix} \text{ sparse signal}$$

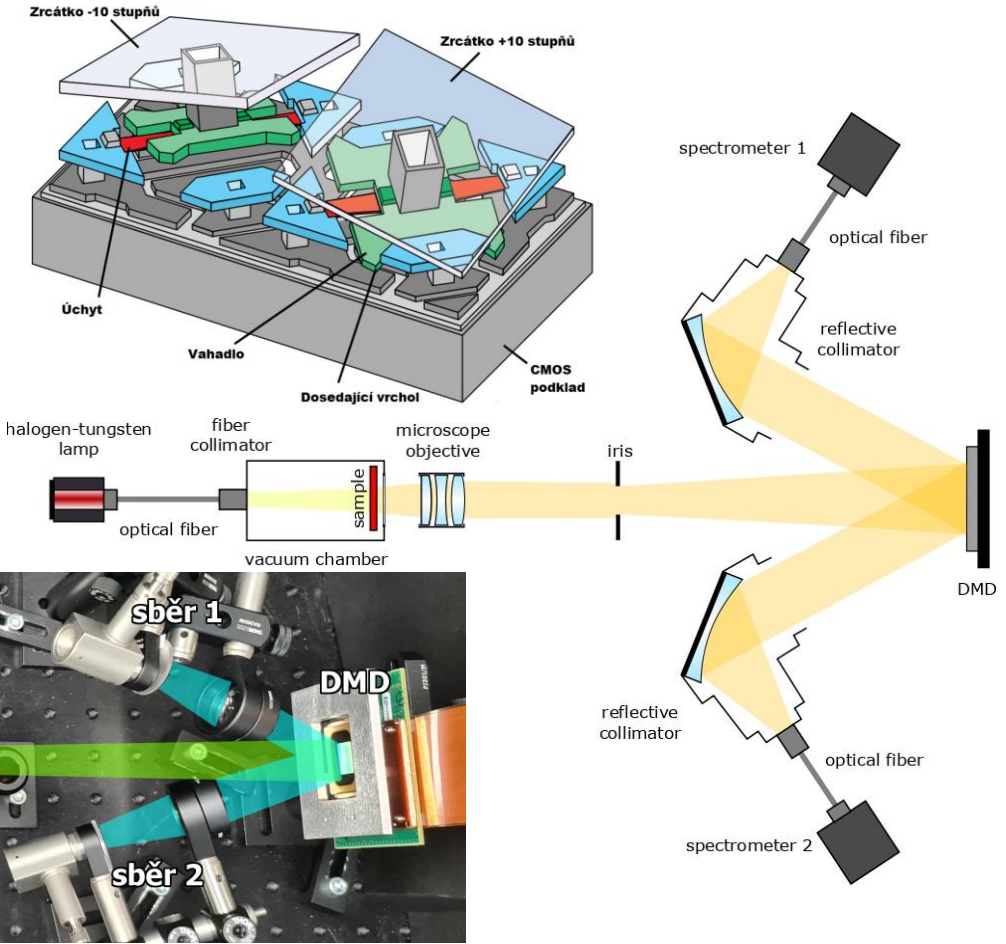
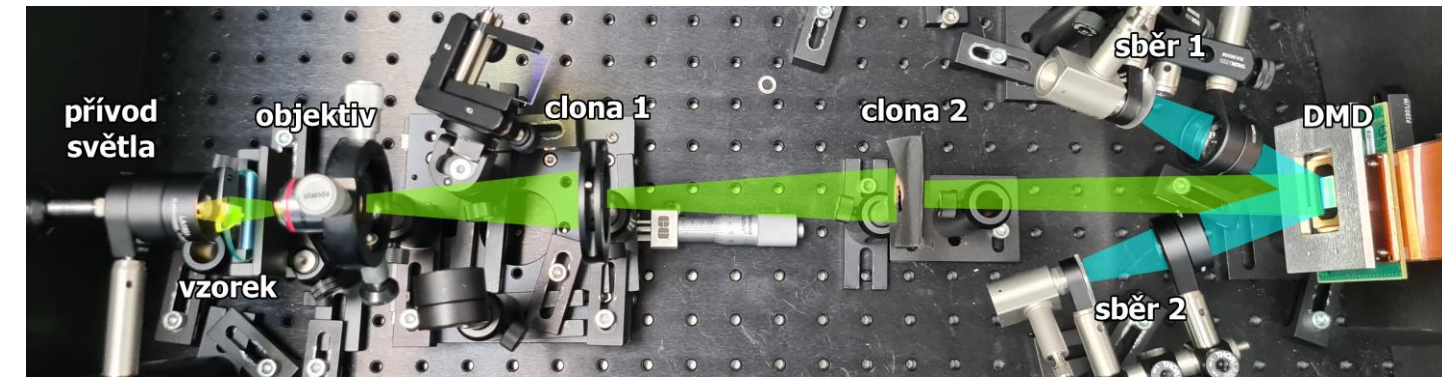
$K < M \ll N$



$$A_{m,n} \times x_n = y_m$$

Sestava

- Dvojitá jednopixelová kamera
- DMD modulátor
- Hyperspektrální záznam (400-2400 nm)

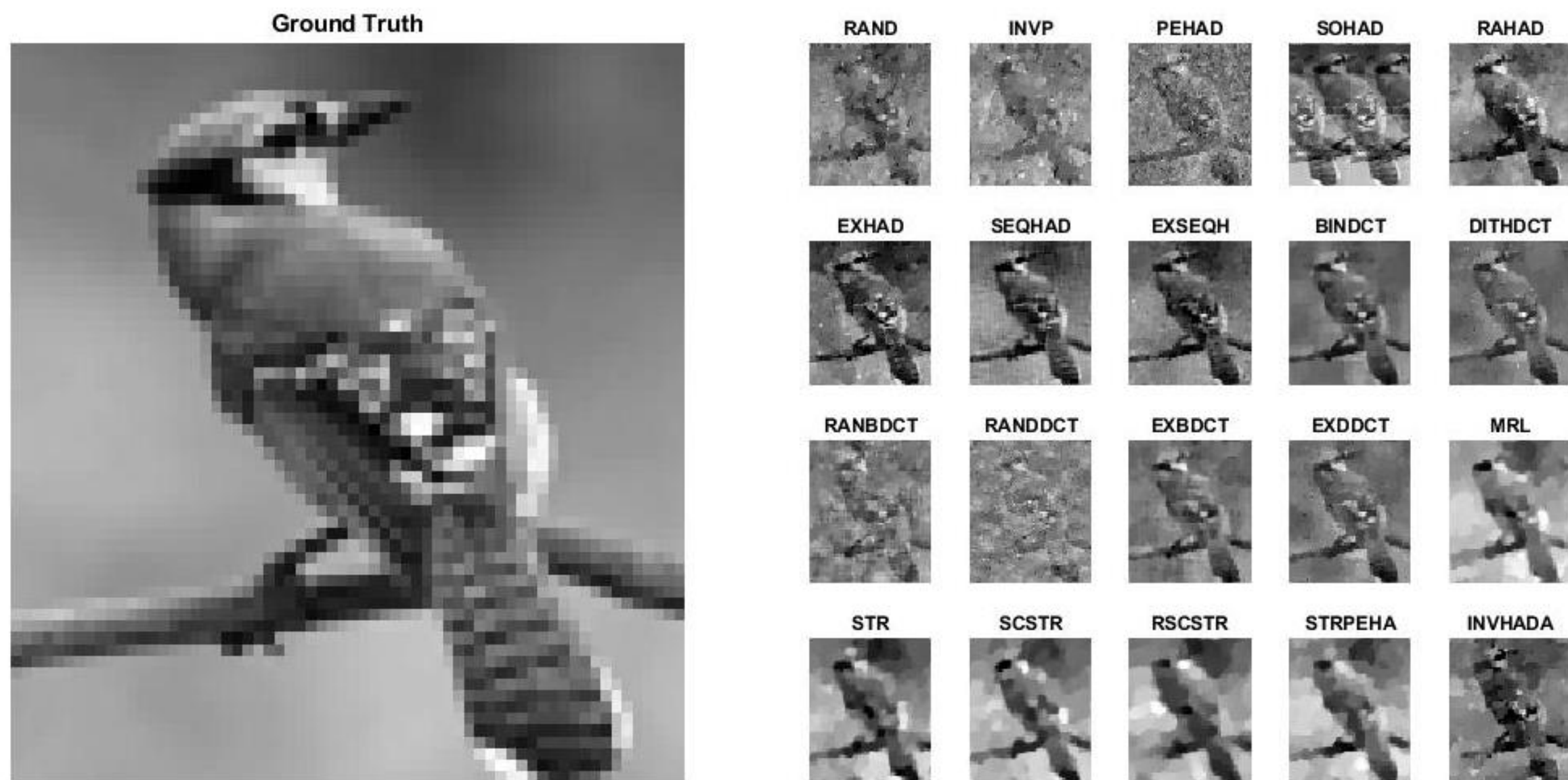


Experiment

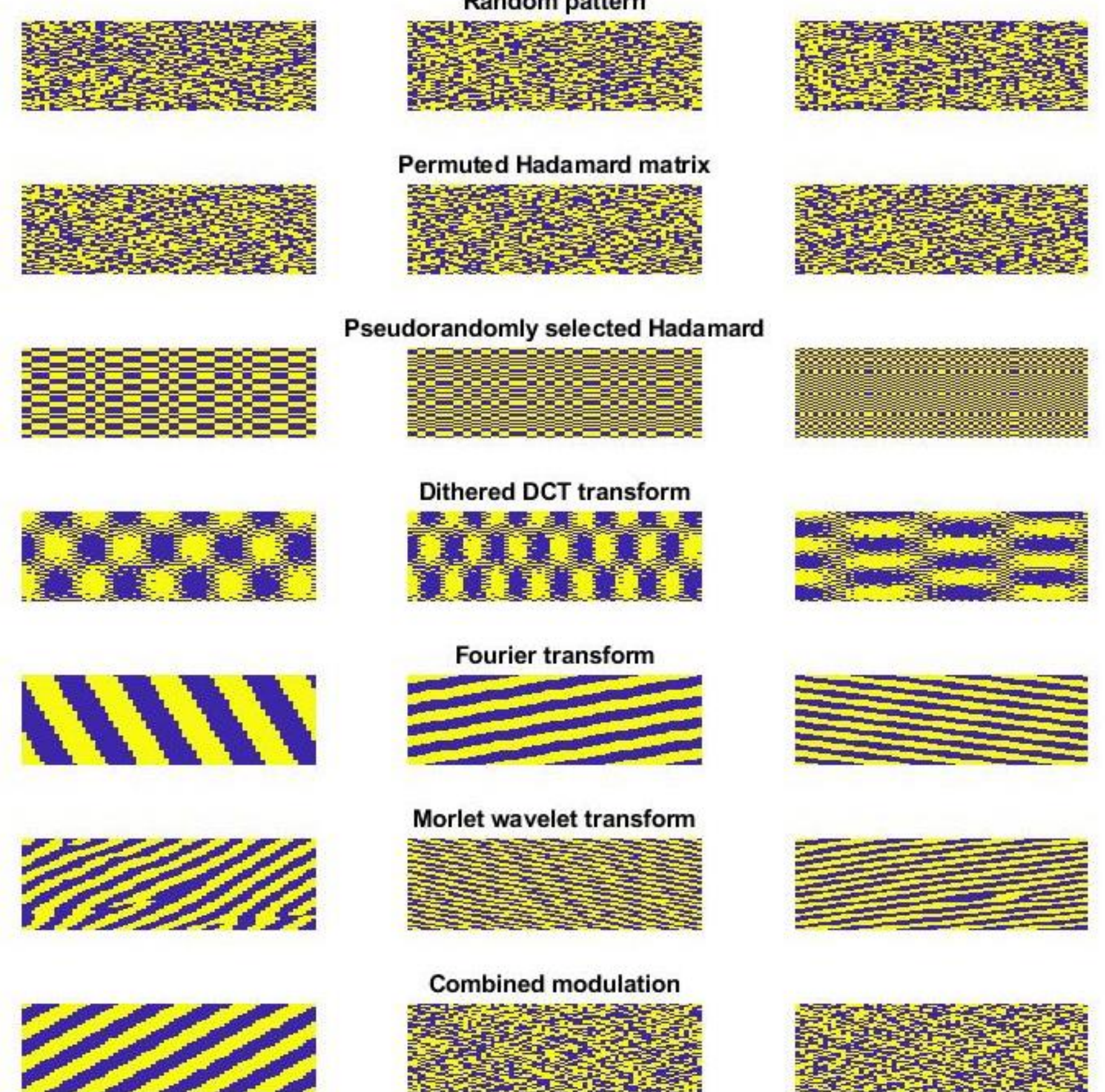
- 20 testovaných prostorových modulací
- Fixovaný počet měření (1500)
- Identické integrační časy detektorů

$$g(x) = \mu f(x) + \Phi(x) = \mu |y_m - A_{m,n} \times x_n|_2 + \sum_{i=2}^n |x_i - x_{i-1}|$$

Simulace

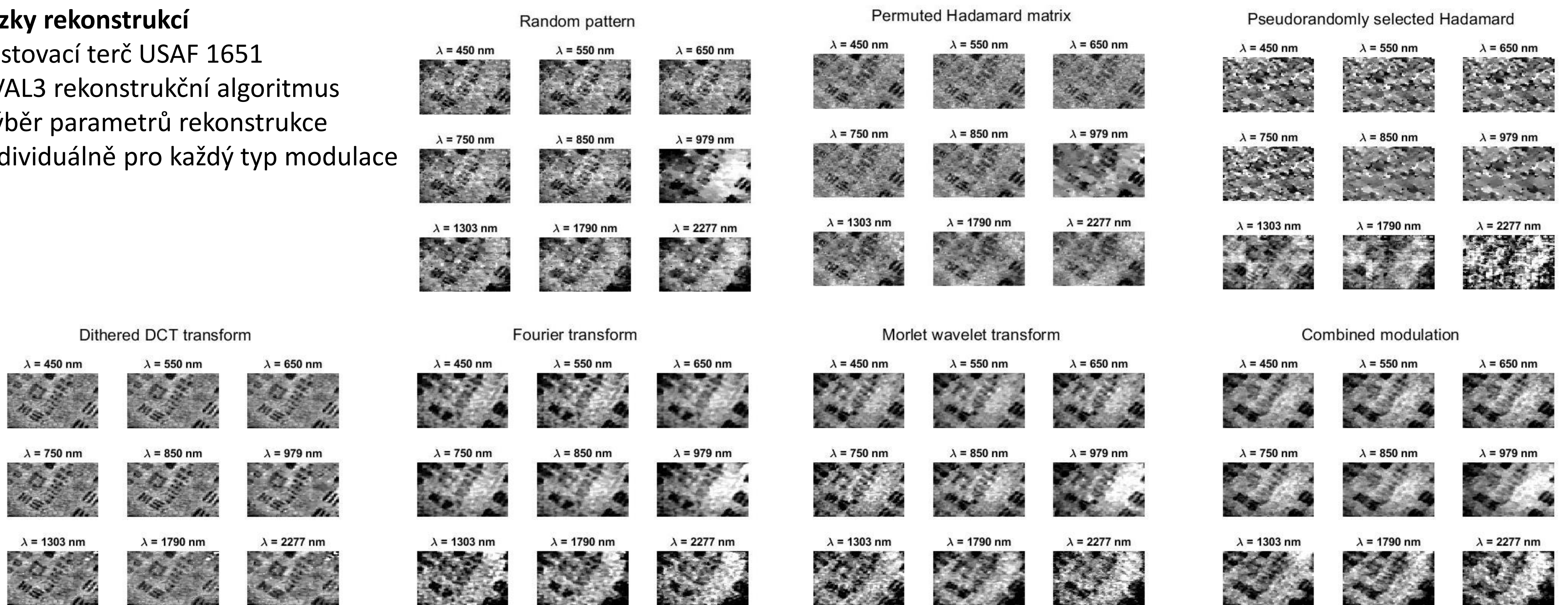


Ukázky modulací



Ukázky rekonstrukcí

- Testovací terč USAF 1651
- TVAL3 rekonstrukční algoritmus
- Výběr parametrů rekonstrukce individuálně pro každý typ modulace



Shrnutí

- Komplexní srovnání velkého počtu prostorových modulací a jejich variací
- Testování v dvojitěm hyperspektrálním mikroskopu s různorodými podmínkami napříč zkoumaným spektrem
- Porovnání simulací s výsledky reálných experimentů
- Sledování vlivu rozlišení a korelace na rekonstrukci
- Vytvoření základů pro další úpravy v oblasti rekonstrukčních algoritmů a jejich následného testování

Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2023

Reference

- [1] G. M. Gibson, S. D. Johnson, a M. J. Padgett, „Single-pixel imaging 12 years on: a review“, *Opt Express*, roč. 28, č. 19, s. 28190, zář. 2020, doi: 10.1364/OE.403195.
- [2] Z. Zhang, X. Wang, G. Zheng, a J. Zhong, „Hadamard single-pixel imaging versus Fourier single-pixel imaging“, *Opt Express*, roč. 25, č. 16, s. 19619, srp. 2017, doi: 10.1364/OE.25.019619.
- [3] K. M. Czajkowski, A. Pastuszczak, a R. Kotyński, „Single-pixel imaging with Morlet wavelet correlated random patterns“, *Scientific Reports* 2017 8:1, roč. 8, č. 1, s. 1–8, led. 2018, doi: 10.1038/s41598-017-18968-6.
- [4] L. Klein, J. Touš, a K. Židek, „Spatially encoded hyperspectral compressive microscope for ultrabroadband VIS/NIR hyperspectral imaging“, *Applied Optics*, Vol. 62, Issue 15, pp. 4030-4039, roč. 62, č. 15, s. 4030–4039, kvě. 2023, doi: 10.1364/AO.484214.