



Využití komprimovaného snímání pro zobrazování chemických látek v IR oblasti

J. Hlubuček¹
K. Židek¹, V. Lédl¹

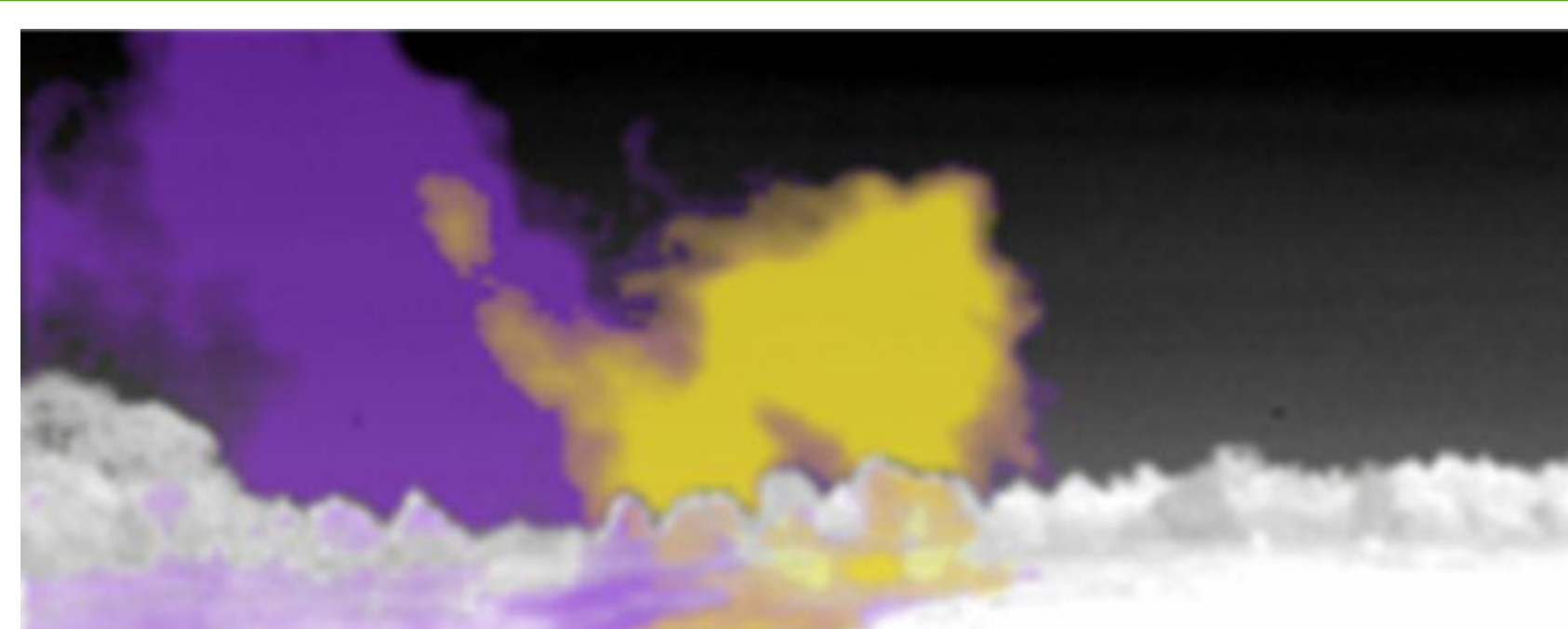
¹ Regional Centre for Special Optics and Optoelectronic Systems (TOPTEC),
IPP ASCR, Za Slovankou 1782/3, 182 00 Prague 8, Czech Republic

Abstract

This work introduces principles of compressed sensing (CS) for use in the infrared (IR) region to display leakage of chemicals into the environment. The simulations of acquiring and reconstructing a simple scene contaminated with a chemical agent is presented.

Úvod do problematiky

Konvenční přístupy získávání signálu a obrazu podléhají Shannonovu teorému: vzorkovací frekvence musí být alespoň dvojnásobek maximální frekvence přítomné v signálu. To je ovšem velmi nepraktické z hlediska snímání velmi rychlých dějů (např. fotochem. změny materiálů) nebo v IR oblasti, kde jsme velmi limitováni konstrukčními prvky IR kamer a jejich vysokou pořizovací cenou.



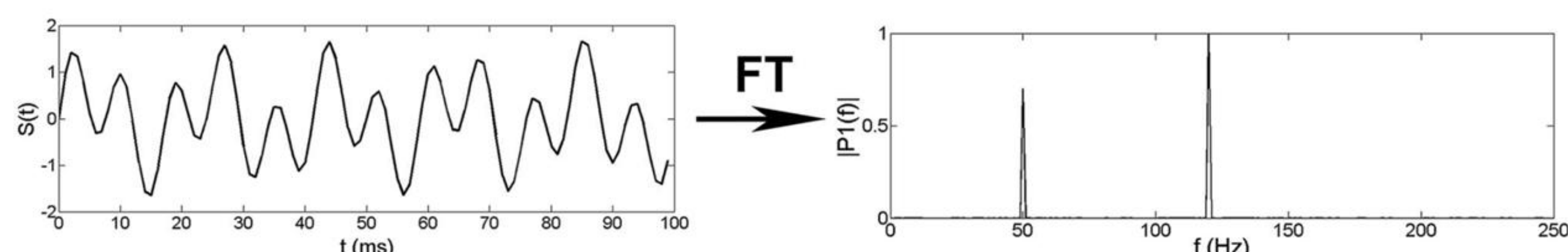
Obr 1: Vzdálená detekce plynu NH_3 a SF_6 pomocí IR kamery [1]

Cíl

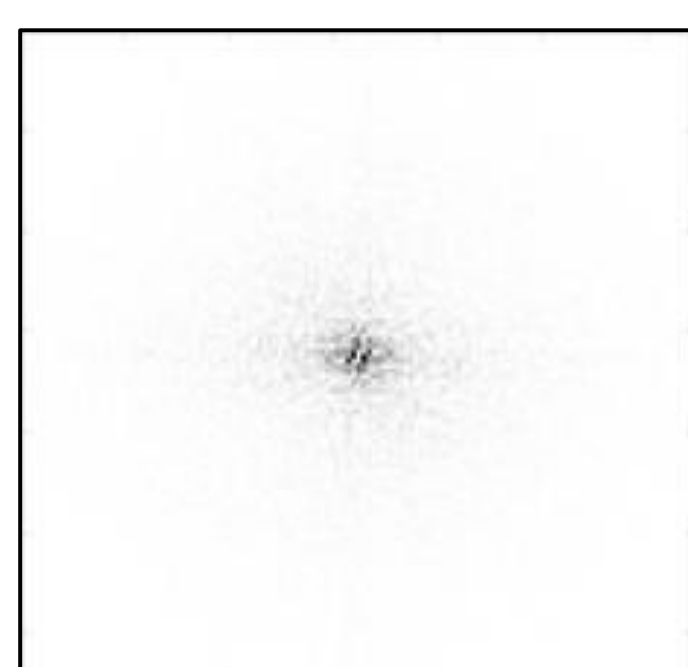
Hlavním důvodem proč tento projekt vznikl je možnost ověřit použití CS v IR oblasti pro zobrazování úniku chemických látek do okolí, snímání průběhu velmi rychlých dějů a také jako levná alternativa ke komerčně dostupným zobrazovacím systémům.

Metodika

Komprimované snímání (CS) předpokládá, že je možné provést rekonstrukci signálu na základě výrazně menšího počtu měření než vyžadují tradiční metody. Využívá se dvou předpokladů: *řidkosti* – což se týká signálu; a *nekoherence (náhodnosti)* – což se týká kódování obrazu.



Obrázek 1Mpx



negativní
FFT obrázek

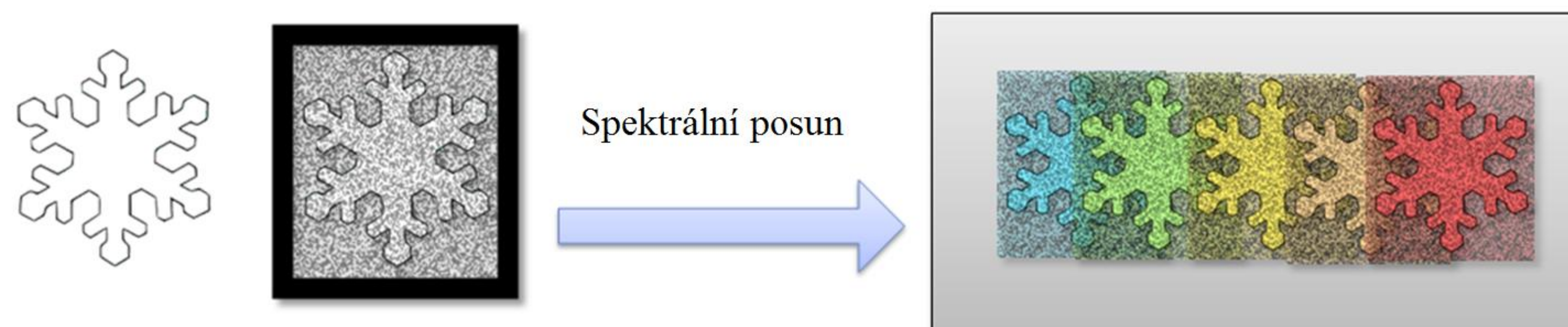


Rekonstrukce pomocí 2500 px

Obr 2: Ukázka řidkosti signálu pomocí Fourierovy transformace [2]

Za tradiční metodu lze považovat hyperspektrální kameru, která vyžaduje skenovací mechanismus, tím pádem i dlouhou dobu snímání. Oproti tomu CASSI [3] (coded aperture snapshot spectral imaging), využívající komprimované snímání, dokáže zaznamenat

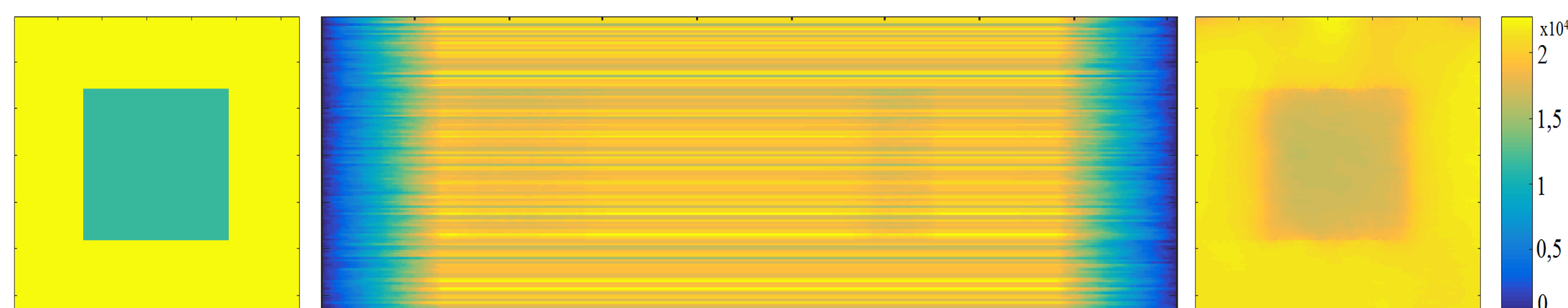
a zrekonstruovat z jediného záběru kompletní hyperspektrální informaci. V programu Matlab byl vytvořen skript, který provádí simulaci metody CASSI, tj. zobrazení signálu z objektu skrz náhodnou masku a disperzní element na detektor a následné zrekonstruování zpět za pomoci algoritmu TwIST [4].



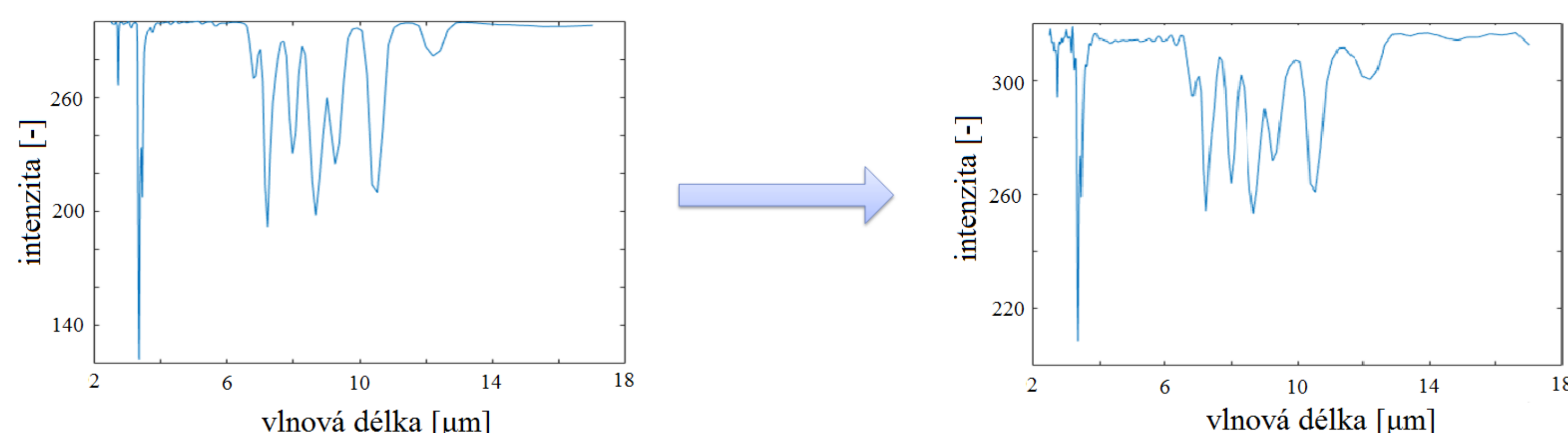
Obr 3: Princip fungování metody CASSI

Výsledky a diskuze

Na obrázku 4 je vidět výřez (128x128 px) z původní 3D datakrychle – uprostřed je absorpce způsobená chemickou látkou; signál, jak ho zaznamenává detektor; a zpětně zrekonstruovaná scéna. Na obrázku 5 jsou důležité hlavně pozice jednotlivých píků a jejich vzájemná intenzita pro určení typu a množství uvolněné chemické látky.



Obr 4: Původní scéna s absorpcí uprostřed (vlevo); signál na 2D detektoru (uprostřed); zpětně zrekonstruovaná scéna (vpravo); barva určuje intenzitu (viz. barevná škála).



Obr 5: Transmisní spektrum původní scény (vlevo) a následná rekonstrukce spektra (vpravo).

Rekonstrukce složitější scény a zahrnutí vyzařování černého tělesa do výpočtu nedávalo, prozatím, uspokojivé výsledky.

Závěr

Z výsledků je zřejmé, že pomocí metody komprimovaného snímání je zpětná rekonstrukce obrazu v IR, potažmo identifikace chemické látky, možná. Pomocí simulací se podařilo zrekonstruovat signál pro jednoduchý případ scény (konstantní intenzita). Přestože metoda komprimovaného snímání a CASSI má velký potenciál pro použití v IR oblasti, jsou zde nevýhody jako je delší doba zpětné rekonstrukce a výpočetní náročnost, které do jisté míry brání rychlému rozvoji této metody. Dále je nutné zlepšit algoritmus pro rekonstrukci signálu pro přesnější výsledky a možnost analyzovat i složitější scény. Poté budou výsledky simulací použity v praxi.

Kontakt

Jiri.hlubucek@tul.cz

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2017

Reference

1. Chamberland, M., et al., Proc. SPIE 5994, 59940N (2005).
2. Gamez, G., J. Anal. At. Spectrom., 31, 2165, (2016).
3. Wagadarikar, A., et al. Applied Optics 47 (10), B44-51 (2008).
4. Bioucas-Dias, J.M., IEEE Trans. Image Process. 16, 2992, (2007).