

Využití komprimovaného snímání pro zobrazování chemických látek v IR oblasti

Jiří Hlubuček, Karel Židek, Vít Lédl

Abstrakt

Tato práce představuje základy komprimovaného snímání (CS) pro použití v infračervené (IR) oblasti pro zobrazení úniku chemických látek do okolí. Výsledky simulací snímání scény kontaminované chemickou látkou jsou prezentovány.

Úvod

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. kvantové tečky) nebo v IR oblasti, kde jsme velmi limitováni konstrukčními prvky IR kamer a jejich vysokou pořizovací cenou.

Shannonův teorém lze obejít metodou komprimovaného snímání, která využívá předpokladu, že zachycovaný signál obsahuje jen malé procento důležitých informací. Například běžný fotoaparát zachycuje scénu pixel po pixelu a následně, ze znalosti „důležitých bodů“, ji komprimuje do formátu JPEG, který má mnohonásobně menší velikost než RAW data, a to všechno bez zjevné ztráty kvality obrázku. Naopak komprimované snímání je schopné za pomoci náhodné masky zakódovat celou scénu v jediném okamžiku, a poté z její znalosti zpětně rekonstruovat obraz. Díky tomu je možné zachytit i děje probíhající v řádu desítek ps [1].

Experiment a metody

Komprimované snímání bylo prakticky odzkoušeno v rámci metody CASSI (Coded Aperture Snapshot Spectral Imaging) ve viditelné oblasti [2]. Zachycovaná scéna metodou CASSI ve spektroprostorovém smyslu může být chápána jako 3D datakrychle S , kterou je možné konvertovat náhodnou maskou $\tilde{W}$ do 2D obrázku I . To lze zapsat jako $I = \tilde{W}S$. Zpětná rekonstrukce je možná, ze znalosti masky a předpokladu nízké totální variace (řidkosti obrazu). Z toho je možné určit jedno unikátní řešení následovně:

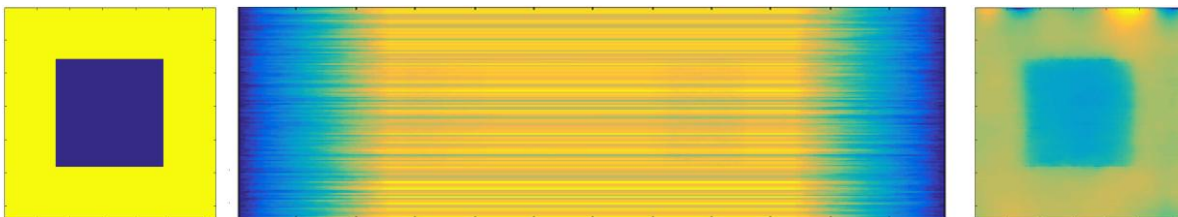
$$f(S) = \frac{1}{2} \|I - \tilde{W}S\|^2 + \lambda \Phi(S). \quad (1)$$

V programu Matlab byl napsán algoritmus pro provedení simulace snímání scény kontaminované chemickou látkou. Následná rekonstrukce datakrychle byla provedena pomocí TwIST algoritmu [3].

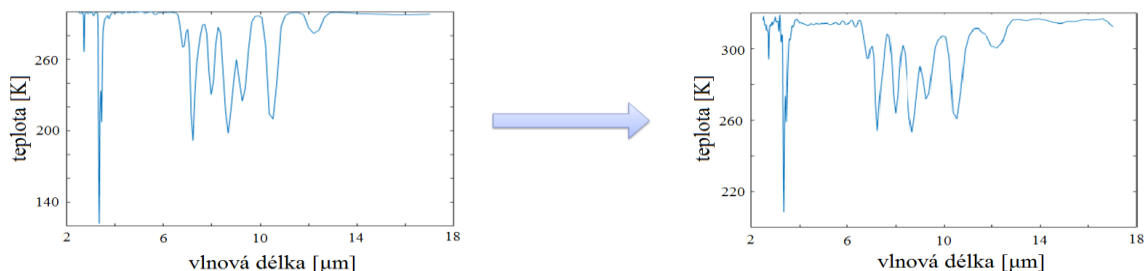
Výsledky a diskuze

Na obrázku 1 vlevo vidíme výřez z původní 3D datakrychle (byl vybrán takový výřez, aby byla absorpce dobře patrná), uprostřed je zobrazen signál tak, jak ho zaznamenává detektor – jednotlivé výřezy jsou poskládané přes sebe vždy s posunem ve vodorovné ose o jeden pixel. Vpravo je pak zpětně rekonstruovaný tentýž výřez. Jak je vidět, i přes určité zkreslení, je původní vzor dobře rozeznatelný.

Rozšířený abstrakt



Obrázek 1. Původní scéna s absorpcí uprostřed (vlevo); signál na 2D detektoru (uprostřed); zpětně rekonstruovaná scéna (vpravo).



Obrázek 2. Spektrum původní scény (vlevo) a následná rekonstrukce spektra (vpravo).

Stejně je tomu i v případě rekonstrukce spektra (Obrázek 2). Zde jsou důležité hlavně pozice jednotlivých píků a jejich vzájemná intenzita pro určení typu a množství uvolněné chemické látky.

Rekonstrukce složitější scény a zahrnutí vyzařování černého tělesa do výpočtu nedávalo uspokojující výsledky. Vzhledem k omezenému rozsahu tohoto abstraktu nejsou výstupy uvedeny.

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 rekonstruovat signál pro jednoduchý případ scény (konstantní teplota). 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 zapracovat na algoritmu pro rekonstrukci signálu pro přesnější výsledky a možnost analyzovat i složitější scény. Poté budou výsledky simulací použity v praxi.

Poděkování

Tento projekt byl částečně financován Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v projektu NPU LO1206.

Reference

- [1] Gao, L., Liang, J., Li, C. and Wang, L. V. *Nature* **516**, 74–77 (2014)
- [2] Židek, K., Denk, O., Hlubuček, J. and J. Václavík, *Optics and Measurement International Conference*, 101510N (2016)
- [3] Bioucas-Dias, J.M., *IEEE Trans. Image Process.* 16 (2007) 2992.