

Softwarová implementace optického extenzometru

Jan Heczko¹

1 Úvod

Tento příspěvek se zabývá vyhodnocením deformací zkušebních vzorků na základě polohy kontrastních značek na fotografiích. Přístup popsany v této práci je motivován následujícími požadavky: (i) odstranit nutnost použití mechanického extenzometru, který by mohl být poškozen při porušení zkušebního vzorku; (ii) jednoduchost přípravy vzorků a scény; (iii) zachování optických vlastností vzorků, neboť jedním z dalších cílů probíhajícího výzkumu je sledovat vznik trhlin díky průsvitnosti materiálu; (iv) nízká výpočetní náročnost, možnost výhledově řídit trhačí stroj výstupem metody; (v) možnost snímat posuv pouze v jednom směru.

Požadavek (i) vede k bezkontaktnímu snímání posuvu. Požadavky (ii)-(iv) eliminují metodu digitální korelace obrazu (DIC) pro nutnost nanést na povrch náhodný vzor a výpočetní čas. Požadavek (v) je základem jednoduchosti vyvinuté metody, ve které stačí pracovat se skalární funkcí jedné proměnné.

2 Metoda vyhledávání polohy značek

Zvolený postup výpočtu vzdálenosti značek (viz obr. 1):

1. Na fotografii zvolit úsečku, na níž se mají hledat kontrastní značky.
2. Extrahovat z fotografie hodnoty jasu jako skalární funkci polohy p .
3. Vyhladit funkci p pomocí vztahu

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} p(y) w(x, y) dy, \quad (1)$$

kde funkce vyhlazovacího okna w je parametr metody.

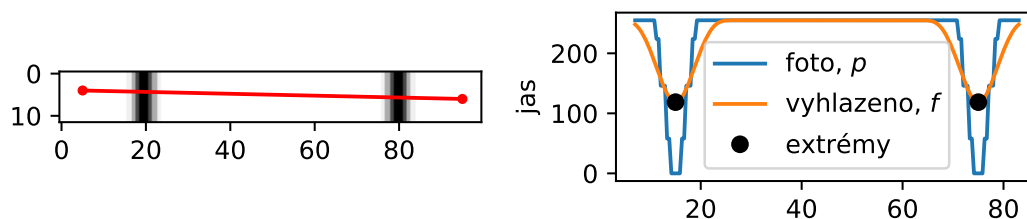
4. Najít polohu lokálních extrémů vyhlazené funkce f , které odpovídají polohám značek na fotografii. Postup hledání lokálních extrémů je také parametrem metody.

3 Implementace

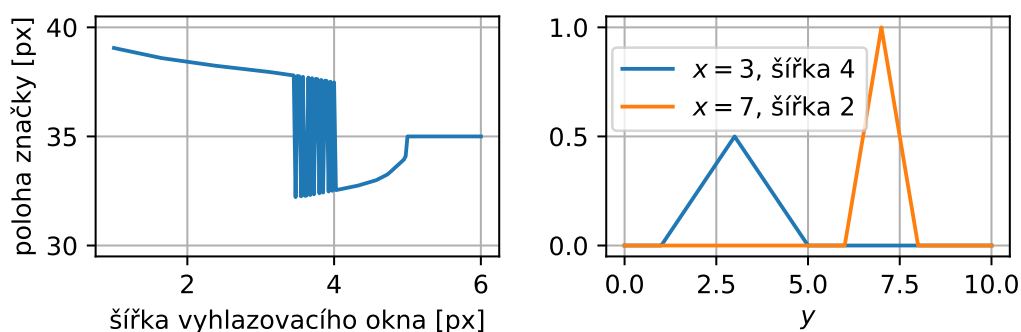
Testovací implementace byla provedena v jazyce Python s použitím knihoven `matplotlib`, Hunter (2007), `numpy` a `scipy`, Walt et al. (2011).

Funkce p je po částech konstantní, vyhlazovací okno w je v proměnné y po částech lineární. Díky těmto vlastnostem lze integrál ve vztahu (1) počítat přesně. Přesná integrace

¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Mechanika, e-mail: jheczko@students.zcu.cz



Obrázek 1: Příklad vyhledávání značek na fotografii. Vlevo testovací obrázek se zvolenou úsečkou (krok 1), vpravo extrahované hodnoty, vyhlazená funkce a nalezené extrémy.



Obrázek 2: Vlevo vypočtená poloha značky v závislosti na šířce vyhlazovacího okna, vpravo příklady vyhlazovacích oken.

umožňuje hledat extrémy vyhlazené funkce f pomocí obvyklých metod pro jednorozměrnou minimalizaci.

Vlastnosti metody a nastavení parametrů bylo otestováno na numerických příkladech (vygenerovaných obrázcích, kde je známa poloha značek) i na fotografiích pořízených během měření. Obr. 2 ukazuje vypočtenou polohu středu značky se dvěma extrémy v závislosti na nastavení šířky vyhlazovacího okna w . Přesná poloha středu byla 35px.

4 Závěr

Navržená metoda splňuje stanovené požadavky a pro reálná data dosahuje přesnosti srovnatelné s mechanickým extenzometrem. Není přímo omezena velikostí nebo tvarem vzorku, vhodná je ovšem spíše pro velké deformace.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2016-038.

Literatura

- Hunter, J.D. (2007). *Matplotlib: A 2D Graphics Environment*, Computing in Science & Engineering, 9, pp. 90-95, DOI:10.1109/MCSE.2007.55
- Walt, S., Colbert, Ch. a Varoquaux, G. (2011). *The NumPy Array: A Structure for Efficient Numerical Computation*, Computing in Science & Engineering, 13, pp. 22-30, DOI:10.1109/MCSE.2011.37.