

Vývoj automatizovaného holografického profilometru s využitím metody subaperturního sešívání

Marek Mach, František Kaván, Jan Kredba, Marek Stašík, Michal Špína

ABSTRAKT

Tento příspěvek se zabývá vývojem digitální holografické metody pro měření topografie povrchu. Metoda cílí na využití kombinace výhodných vlastností metod WLI a konfokální mikroskopie. Metoda by měla dosahovat vysokého laterálního i axiálního rozlišení a v porovnání s metodou WLI být podstatně méně závislá na přesnosti polohovacího systému. Využitím kombinace přesných automatických posuvů a softwarové metody subaperturního sešívání snímků je možné výrazně rozšířit měřenou oblast zvoleného předmětu. Pro zajištění maximálního laterálního rozlišení bude implementována funkce automatického zaostřování.

ÚVOD A CÍLE

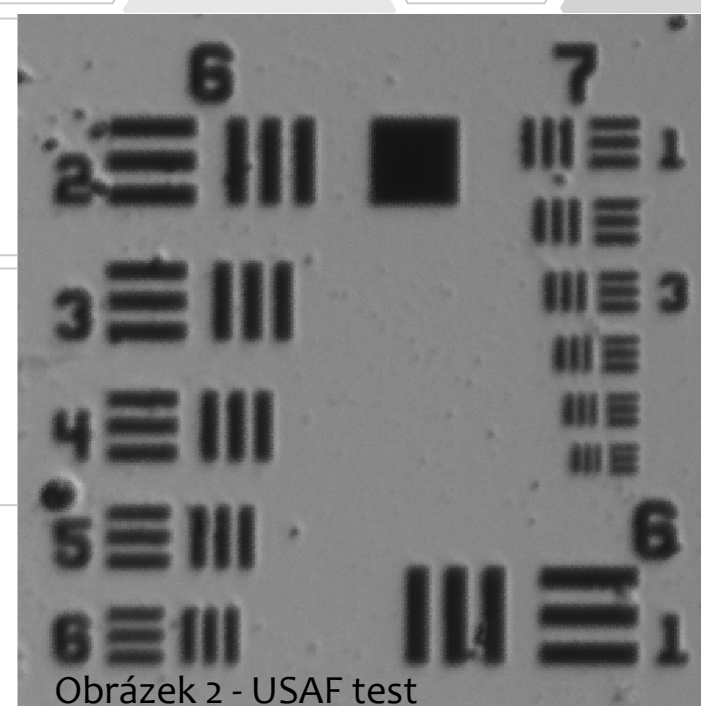
V současnosti využívané metody pro měření topografie povrchu jsou především konfokální mikroskopie a WLI. Konfokální mikroskopie umožňuje zobrazit 3D obraz s možností rychlého polohování, rozlišení zhruba jeden mikrometr v laterálním směru, avšak výrazně omezené rozlišení v axiálním směru [1]. WLI nabízí vysoce přesné měření topografie povrchu s rozlišením v řádu desítek nanometrů. Její nevýhodou je plná závislost na přesnosti polohovacího systému a s ní související chyba. Využitím metody interferometrie s řízením fázovým posunem (Phase Shifting Interferometry - PSI) je u měření rovinného vzorku možné dosáhnout opakovatelnosti měření až 10 nm [2]. Laterální rozlišení této metody závisí na použitém zvětšení, při použití objektivu s 10x zvětšením se pohybuje okolo hodnoty 1 mikrometr [2], což při použití kamery s rozlišením 2000x2000px dává zorné pole 2x2mm. Holografický profilometr dále cílí na celkovou automatizaci měření, jenž reaguje na průmyslové požadavky. Pro rozšíření uplatnitelnosti profilometru z hlediska velikosti měřených vzorků bude využit „sešívací“ algoritmus.

METODIKA

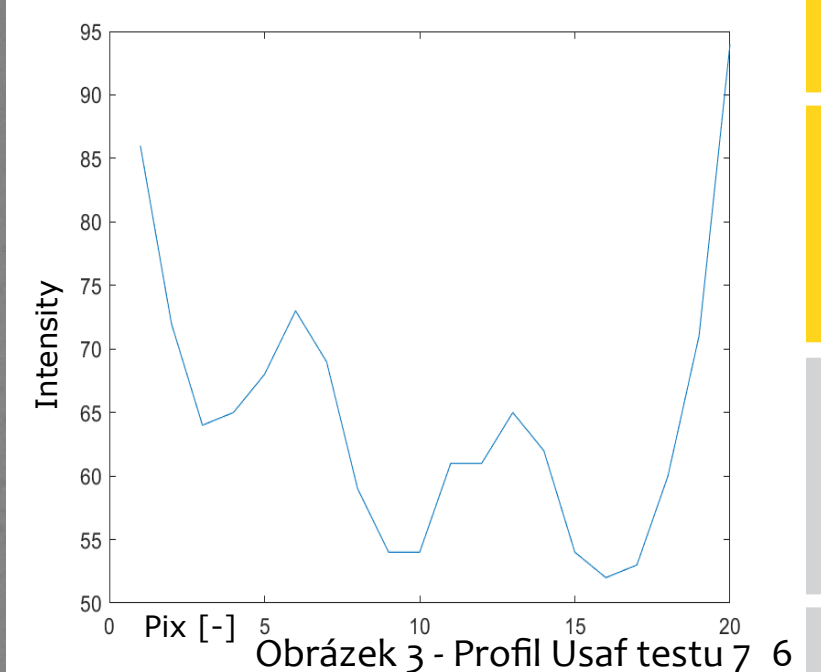
V praxi používané kamery (kvadratické detektory) jsou schopné zaznamenávat pouze intenzitu světla. Intenzitní snímek o měřeném vzorku tedy nenesou fázovou informaci o vzorku, která koresponduje se zkoumanými vlastnostmi. Pro zjištění fáze je třeba využít algoritmus „phase-shifting“, například pomocí zrcátka umístěného na piezo aktuátoru nebo s pomocí akustooptického modulátoru světla. Využití PSI má velkou výhodu v možnosti kontroly posunu v axiálním směru, neboť při něm dochází ke změně fáze úměrně velikosti posunu. Fázový posun o 2π pak odpovídá jedné vlnové délce. Pro posuny v laterálním směru je možno využít odhadu dle známých posunů a následně zpřesnit ze subaperturního sešívání (stitchingu).

VÝSLEDKY

Prvním cílem bylo sestavit a zjustovat klasický mikroskop a naměřit data s použitím laseru 532nm a také s použitím „bílého“ světla z LED diody. Dále byly provedeny testy hloubky ostrosti prostřednictvím USAF 1951 testovacího objektu (USAF target), které můžete vidět na Obr. 2 a Obr. 3. Dalším cílem je modifikovat měřicí sestavu do interferometrického uspořádání, tedy přivedením referenční větve, viz Obr. 1, která nám umožní získat fázovou informaci o měřeném vzorku.



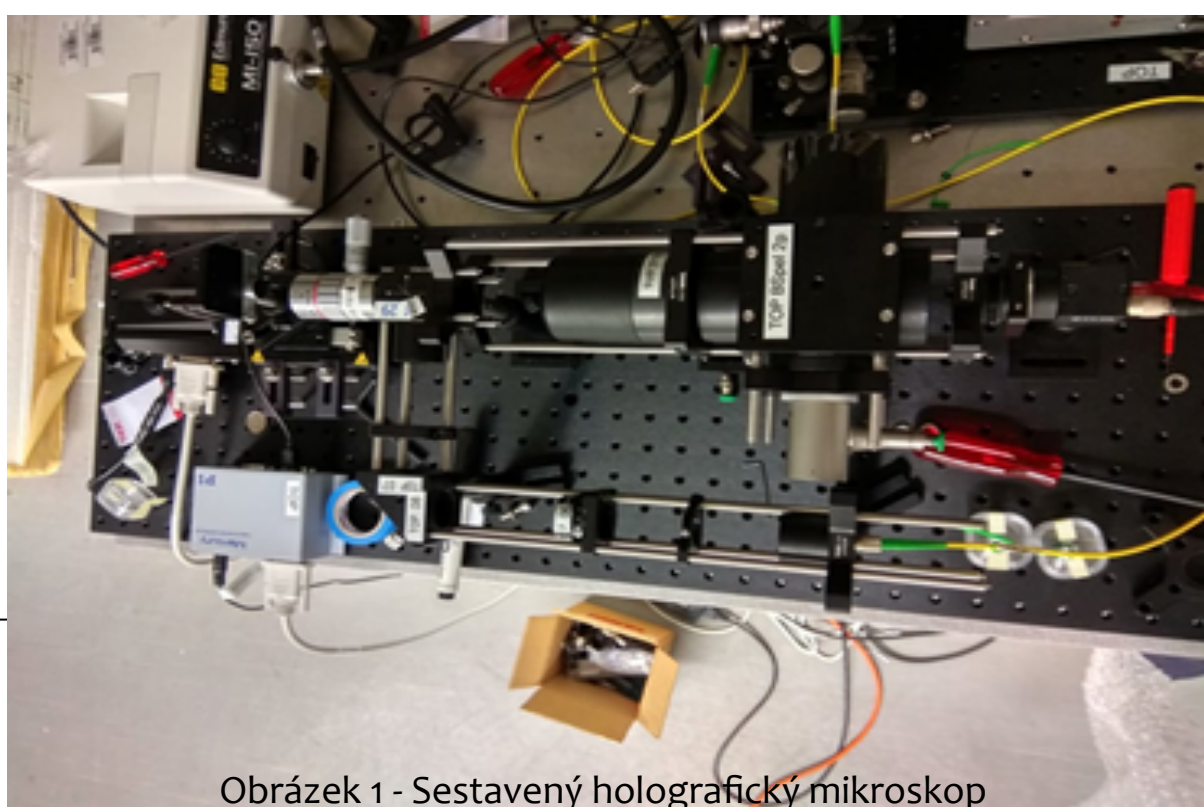
Obrázek 2 - USAF test



Obrázek 3 - Profil Usaf testu 7_6



Obrázek 4 - Snímek detailu mince 5Kč



Obrázek 1 - Sestavený holografický mikroskop

ZÁVĚR

Bylo navrženo a sestaveno měřicí schéma holografického profilometru. Měřicí systém byl zjustován. Dále byla provedena měření pro charakterizaci systému. Byly provedeny první kroky pro automatizaci měření, tj. ovládaní posuvných stolků, automatická akvizice snímků z kamery a také měření rozlišovacích schopností a laterálního rozlišení pomocí USAF testu. Dosavadní výsledky naznačují, že rozlišení systému je dostatečné pro další plánované testy.

ZDROJE

[1] Spring, Kenneth R. Resolution and Contrast in Confocal Microscopy. Olympus.com [online]. 2018 [cit. 2019-01-04].

Dostupné z :<https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/techniques/confocal/resolutionintro/>

[2] De GROOT, Peter. Phase Shifting Interferometry. Optical Measurement of Surface Topography [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, 167186 [cit. 2019-01-01]. DOI: 10.1007/978-3-642-12012-1_8.

ISBN 987-3-642-12011-4. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-12012-1_8

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2019.