

Posudek na diplomovou práci

Michal Peterek

Metoda Phase retrieval pro objektivu a projekční optiku s vyšší numerickou aperturou

Práce se zabývá měřením aberací optických soustav s velkou numerickou aperturou. Předpokládá se využití bodového zdroje a skenování intenzitního pole v okolí obrazové roviny. Naměřená intenzitní data jsou srovnána s teoretickým modelem a hledané koeficienty aberací jsou získány jako nejlepší fit. Tento postup vyžaduje vhodnou volbu parametrů měřené soustavy umožňující efektivní numerickou simulaci difrakce světla. V práci se uvažují pouze nízkofrekvenční pupilové funkce a jejich (useknutý) rozvoj do báze Zernikeho polynomů. Následně je příslušný difrakční integrál aproximován součtem konečné řady vhodným pro optimalizaci. Výše zmíněná teorie byla převzata z literatury a rozsahem tvoří zhruba první polovinu diplomové práce (kapitoly 2,3). Studentův vlastní přínos spočívá v implementaci metody v jazyku Mathematica a ověření na simulovaném měření zvolené optické soustavy (kapitola 4). Zejména je zkoumán vliv vzorkování, šumu a některých systematických chyb na přesnost rekonstrukce. Závěrem diplomová práce shrnuje výhody a nedostatky studované metody "Phase retrieval" a ukazuje směry, kterými by se dalo do budoucna ve výzkumu pokračovat.

Celkový dojem z diplomové práce je dobrý. Vyzdvihnul bych propojení s praxí v oblasti "high-tech" optiky a návaznost na projekty aplikovaného výzkumu řešené jak na katedře optiky tak ve firmě Meopta-optika. Mínusy bych viděl v tom, že část obsahující vlastní přínos studenta je poměrně stručná. Více prostoru mohlo být věnováno problematice globální optimalizace, která je klíčová pro úspěšnou rekonstrukci fáze. Času měl diplomant dost - práce je odevzdána v náhradním termínu. Některá silná tvrzení např. ohledně konvergence mocninných řad jsou vyvozována pouze z několika málo případů. Celkově pozitiva převažují a práce podle mého názoru splňuje obecné požadavky na diplomovou práci.

Na základě výše uvedeného navrhuji hodnocení C.

Dotazy k obhajobě práce:

(1) Požádal bych o vysvětlení vztahu (5) v sekci 2.2. Kterých parametrů se týká oblast Ω na druhém a třetím řádku výrazu (5)? Proč má veličina U_S pod integrálem na prvním řádku tři argumenty ale o řádek níže pouze dva argumenty? Integrál na prvním řádku nezávisí na nečárkovaných souřadnicích x, y, z , zatímco výraz na druhém řádku ano atd.

(2) Komentář pod výrazem (12). Co je míněno tím, že (cituji) *aberrace vyšších řádů ztrácely význam kvůli neortogonalitě ...*

(3) V práci se na několika místech zdůrazňuje, že rekonstrukce Zernikeho koeficientů je prováděna globální optimalizací. Ve skutečnosti se student zaměřil na metodu Nelder-Mead (downhill simplex), která nepatří mezi typické globální optimalizační postupy, neboť není schopná systematicky nalézt globální minimum v případě, že existuje více lokálních minim. Byly v této souvislosti ověřovány matematické vlastnosti minimalizované funkce na prostoru uvažovaných parametrů? Je tato funkce konvexní? Byl pozorován případ, kdy optimalizace ze simulovaných perfektních dat nedokázala reprodukovat skutečné parametry optické soustavy? Je pravděpodobný výskyt dvou a více podobně

hlubokých lokálních minim? Jak by se dal algoritmus Nelder-Mead doplnit, abychom mohli hovořit o globální optimalizaci?

(4) Jakým způsobem jsou vybírány polohy detekčních rovin? Byl studován vliv rozmístění detekčních rovin na průměrnou chybu odhadu?

V Olomouci, 12. června 2020

prof. Mgr. Jaroslav Řeháček, Ph.D.