

Bakalářské a diplomové práce vypsané firmou Meopta s.r.o. pro rok 2024

Obsah

1.	Kalibrace prostorového modulátoru světla pomocí neuronových sítí	2
2.	Software Mathematica-Optica a modelování optických měřících zařízení	2
3.	Využití polarizace světla pro měření pnutí v optických sestavách	3
4.	Prostorové metody vyhodnocování interferogramu bez prostorového nosiče	4
5.	Generování umělých optických povrchů pro toleranční analýzu optických soustav	4
6.	Metody měření vlnoplochy litografických objektivů	5
7.	Reprezentace multi-modových laserových svazků a jejich měření pomocí Shack-Hartmann tomografie	5
8.	Kalibrace parametrů CCD / CMOS kamer	6
9.	Simulace rozptylu světla pro analýzy stray light optických soustav	6
10.	Odolnost a životnost optických elementů.....	7
11.	Volnoprostorové optické komunikační systémy	7
12.	Algoritmy globální optimalizace optických soustav	8
13.	Analýza deformací optických prvků pomocí strojového učení	8

1. Kalibrace prostorového modulátoru světla pomocí neuronových sítí

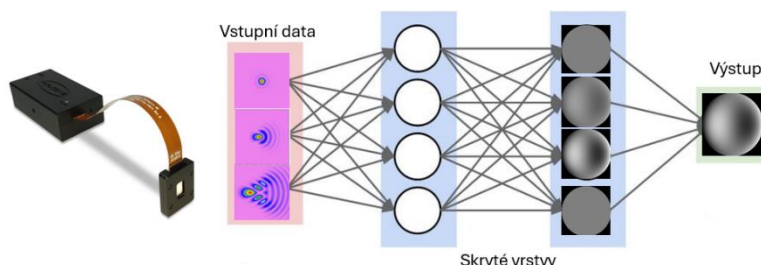
Charakteristika problematiky:

Prostorový modulátor světla (SLM) umožňuje přesnou kontrolu nad fází a tvarováním světelných svazků pro aplikace, jako jsou difrakční optické prvky a příprava

strukturovaných svazků. Kalibrace je nezbytná pro kompenzaci aberací a nelinearit jednotlivých pixelů, které mohou ovlivnit přesnost a výkon systému. Tradiční kalibrační metody nejsou vždy dostatečně efektivní, a proto práce zkoumá využití neuronových sítí pro zlepšení kalibračního procesu.

Cíl práce:

Cílem práce je vyvinout metodiku kalibrace prostorového modulátoru světla pomocí neuronových sítí. Na základě fyzikálního modelu bude vytvořena neuronová síť, která bude detekovat aberace modulátoru z jeho intenzitní odezvové funkce. Součástí práce bude analýza limitů této metody a praktická ukázka kalibrace při adresaci difrakčních optických prvků.



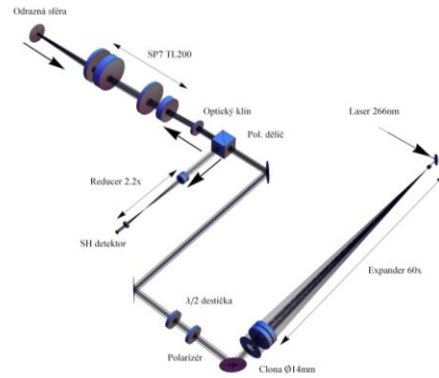
2. Software Mathematica-Optica a modelování optických měřících zařízení

Charakteristika problematiky:

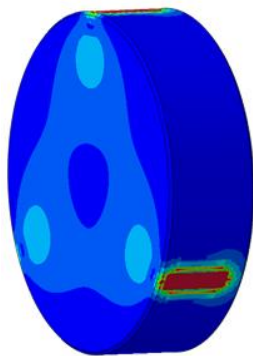
Přídavný balíček Optica pro software Mathematica umožňuje analýzu optických sestav na numerické i symbolické úrovni. Oddělení vývoje měřících metod má zájem o nasezení tohoto softwaru pro modelování měřících metod, ovšem dokumentace tohoto systému sestavená převážně z funkčních příkladů klade vysoké nároky na osvojení. Řešitel práce by prozkoumal a popsal postup řešení pro konkrétní příklady z praxe.

Cíl práce:

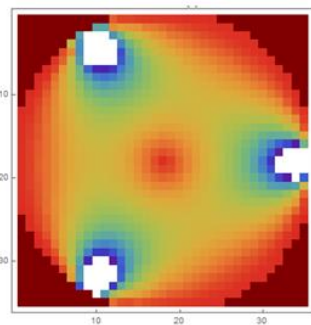
Popis syntaxe pro: sestavení měřicího řetězce, analýzu v koherentním a nekoherentním světle, polarizační analýzu, výpočet optických aberací, trasování gaussovských svazků, optimalizační nástroje, napojení na funkce prostředí Mathematica. Popis řešení několika komplexních příkladů z praxe.



3. Využití polarizace světla pro měření pnutí v optických sestavách



Retardation (simulation) [°]



Charakteristika problematiky:

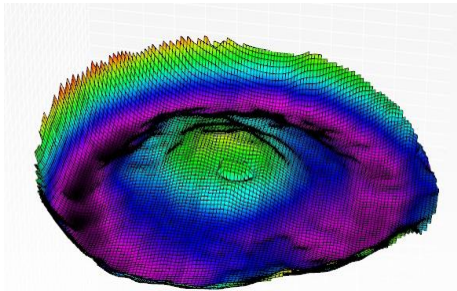
Optické sestavy mohou trpět pnutím ve skle v důsledku uchycení optiky v dané sestavě (lepením, mechanickým uchycením) nebo samotným materiálem. Pnutí v optických elementech může mít za následek snížení optické kvality z hlediska aberací a výrazně ovlivňuje stav polarizace

světla při průchodu takovým materiálem. To je nežádoucí především u průmyslových aplikací optiky, které využívají právě polarizaci světla pro svoji funkci. U fázových elementů (např. fázových destiček) může mít přímý vliv na jejich funkci. Provázání pnutí a polarizace lze ale zároveň využít pro měření.

Cíl práce:

Cílem diplomové práce bude tvorba teoretického modelu popisující pnutí v optických prvcích a šíření polarizace v takovém prostředí. Součástí bude i simulace a následná realizace měření fázové retardace s prostorovým rozlišením pomocí polarimetrie.

4. Prostorové metody vyhodnocování interferogramu bez prostorového nosiče



Charakteristika problematiky:

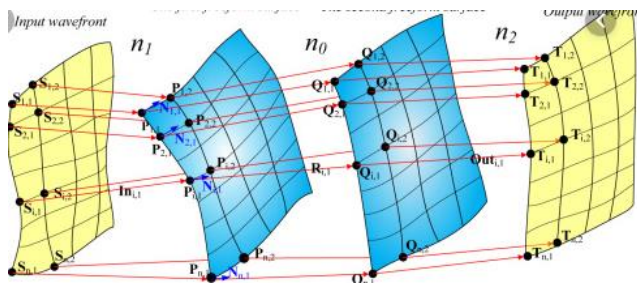
Odražením téže optické vlny od dvou vrstev měřeného optického systému (např. optický klín) a jejich následnou interferencí vzniká interferogram pro jehož vyhodnocení nelze využít standardních technik běžných v časové (phase shift) a prostorové (spatial carrier) interferometrii. Tyto interferogramy lze zhruba vyhodnotit vizuálně (do přesnosti čtvrtiny proužku), nicméně pro vyšší přesnost je nutné nasadit numerické algoritmy. Z hlediska optické výroby by bylo vítané vytvořit software, který proces vyhodnocení automatizuje a zpřesňuje.

tvorit software, který proces vyhodnocení automatizuje a zpřesňuje.

Cíl práce:

Cílem práce bude vytvořit řešerši problematiky. Následně budou algoritmy testovány na modelových datech v programu Mathematica a experimentálních datech získaným v optické výrobě.

5. Generování umělých optických povrchů pro toleranční analýzu optických soustav



Charakteristika problematiky:

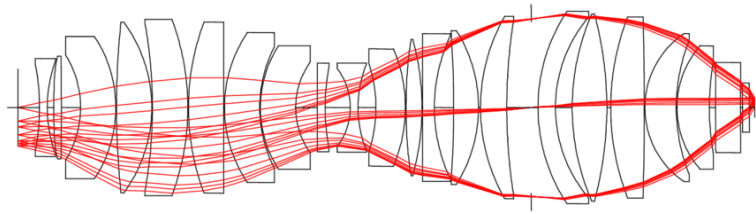
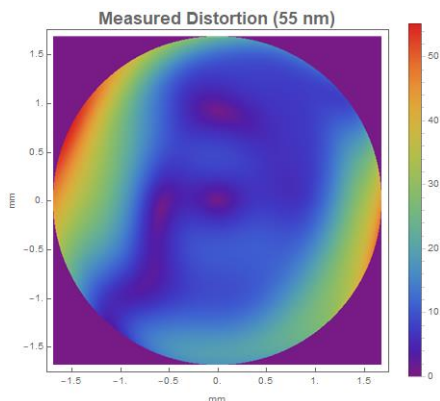
Pro toleranční analýzu optických soustav je často zapotřebí zkoumat vliv deformací reálných optických povrchů na kvalitu celé soustavy. Tyto deformace vyplývají z procesu výroby dané plochy a mají jak náhodný tak systematický charakter. Zadávání dat z reálných

měření pro toleranční proces čítající často stovky realizací je značně nepraktické. Výhodou by bylo sestavit numerický generátor dat, schopný poskytnout velké množství realizací různě deformovaných ploch. Takovýto generátor musí poskytovat co možná nejpřirozenější výsledky, proto by jeho parametry měly být odvozeny z analýzy reálných měření. Výstupem diplomové práce bude funkční numerický systém pro generaci dat popisujících deformovaný optický povrch, ve formátu vhodném pro zpracování v softwaru ZEMAX. Řešení se může opírat o stávající algoritmy generování náhodných povrchů, kde základ leží v teorii fraktální geometrie.

Cíl práce:

Cílem práce je statistická analýza deformací optických povrchů vycházející z produktového portfolia Meopty, programování generátoru náhodných deformací optických povrchů, propojení generátoru se SW Zemax.

6. Metody měření vlnoplochy litografických objektivů



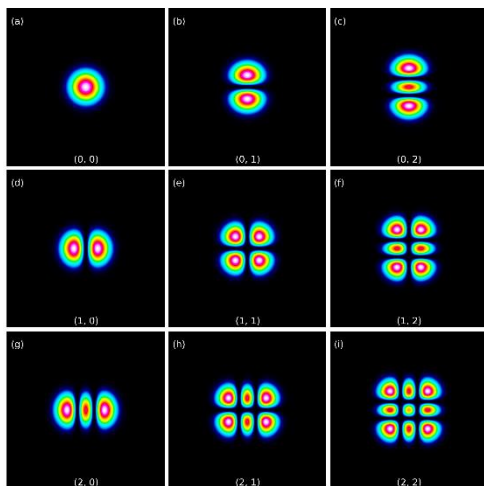
Charakteristika problematiky:

Litografické objektivy jsou optické soustavy konfigurace z konečna do konečna a vyznačují se velmi vysokými požadavky na kvalitu. Zejména parametry průchozí vlnoplochy, zkreslení obrazu, zklenutí obrazu jsou designem minimalizovány. Obecnou výzvu tak přináší potřeba jejich garance, tedy měření.

Cíl práce:

Cílem práce je vytvořit reserzi mericích metod pro hodnocení kvality litografických objektivů, porovnat a posoudit klicové parametry (presnost, opakovatelnost, adaptabilita, implementační náročnost, aj.). Numericky a experimentálně simulovat vybranou metodu.

7. Reprezentace multi-modových laserových svazků a jejich měření pomocí Shack-Hartmann tomografie



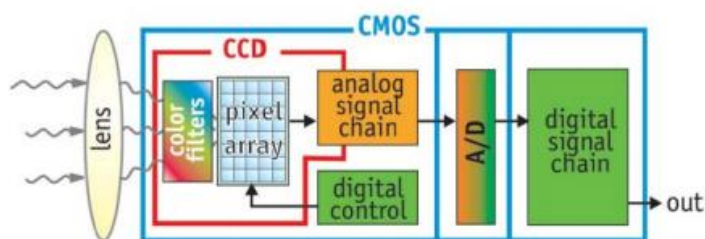
Charakteristika problematiky:

Laserové svazky v optických systémech často vykazují charakter odlišný od idealizovaného profilu např. gaussovského svazku a mohou obsahovat složitou modovou strukturu. Reprezentace takovýchto svazků a zejména jejich diagnostika je velmi obtížná. S-H tomografie může být vhodnou alternativou pro měření.

Cíl práce:

Cílem práce je popsat chování a propagaci multimodových laserových svazků, pomocí metody S-H tomografie měřit vybrané svazky, optimalizovat numerické algoritmy diagnostiky svazků

8. Kalibrace parametrů CCD / CMOS kamer



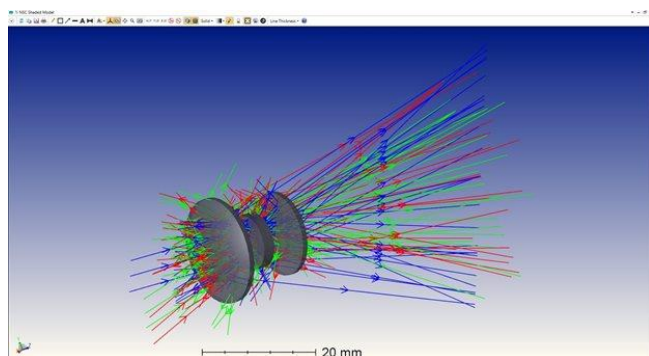
Charakteristika problematiky:

Existuje množství parametrů ovlivňujících efektivitu detekce pomocí kamerových detektorů. Ve snaze optimalizovat schéma detekce vybraných kamerových detektorů a zvýšit jejich SNR je třeba dohlédnout parametry jednotlivých kamer a kalibrovat jejich hodnoty (linearita čipu, fotonová kapacita, aj.).

Cíl práce:

Cílem práce je posouzení parametrů kamer relevantních pro účinnou obrazovou detekci, simulovat jejich vliv na vyhodnocení obrazu, vyhodnotit vliv, proměřit / kalibrovat vybrané parametry. Sestavit aparaturu pro kalibraci kamer a experimentálně ověřit.

9. Simulace rozptylu světla pro analýzy stray light optických soustav



Charakteristika problematiky:

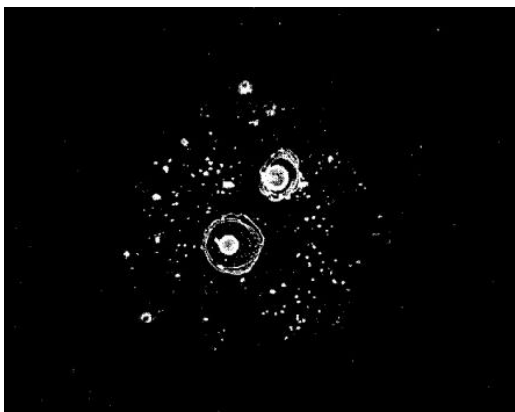
Pro úspěšné fungování optických soustav je důležité provádět tzv. analýzy stray light, tedy parazitních odrazů a odlesků jak od optických prvků, tak od jejich mechanického uložení včetně tubusu, které degradují využitelný signál v obrazovém poli.

Cíl práce:

Cílem práce bude seznámení se s teoretickými přístupy k modelování rozptylu a výběr vhodného modelu pro použití k simulacím stray light při analýze a návrhu optických soustav.

V další části práce budou zpracovávány výsledky měření rozptylu na vybraných materiálech (hliník, nerez, aj. s volbou různých povrchových úprav) a tyto implementovány pro použití v simulacích stray light v optických návrhových programech SPEOS nebo Light Tools.

10. Odolnost a životnost optických elementů



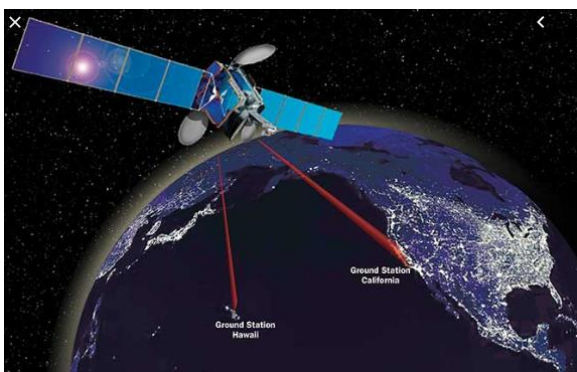
Charakteristika problematiky:

Životnost a odolnost optických elementů je jednou z klíčových charakteristik ke správné funkci optických zařízení, zejména těch, pracujících s laserovým zářením. Speciálně v oblasti laserových pulsů, při zkracování délky pulsů a zvyšování výkonu v pulsu. Odolnost a životnost závisí na mnoha parametrech jako je kvalita a návrh optických vrstev, mikrodrsnost optických povrchů, degradace materiálů (skla), aj.

Cíl práce:

Cílem práce je vytvořit studijní materiál pro oblast odolnosti a životnosti optiky, studovat interakce záření a látky, vliv jednotlivých parametrů na odolnost a životnost, klíčové parametry a jejich vliv simulovat v dostupných SW nástrojích (Zemax, Mathematica, MacLeod, aj.) a následně experimentálně ověřit některé z parametrů.

11. Volnoprostorové optické komunikační systémy



Charakteristika problematiky:

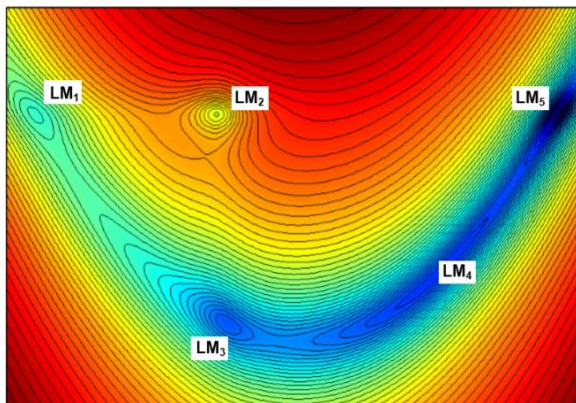
Přenášení signálů na optických frekvencích dnes tvoří důležitou součást komunikačních technologií, přičemž jedním z témat je přenos dat volným prostorem. Rozhodující vliv na parametry takovýchto systémů má atmosféra, podílí se na nich ovšem i parametry použitých optoelektronických prvků. Práce by měla zmapovat současný technologický stav na tomto poli, zejména určit vliv moderních prvků na vlastnosti celé přenosové soustavy a po-

kusit se odpovědět na otázku, zda právě tento pokrok povede k vyššímu využití volnoprostorových komunikací.

Cíl práce:

Cílem této práce bude zachycení současných trendů v konstrukci volnoprostorového komunikačního řetězce. Rozebrány budou parametry jednotlivých optoelektronických komponent a jejich vliv na parametry celého systému, stejně tak bude diskutován vliv atmosféry. Práce by se měla dotknout moderní problematiky multiplexování signálu pomocí prostorových stupňů volnosti světla.

12. Algoritmy globální optimalizace optických soustav



Charakteristika problematiky:

Optimalizační procesy návrhu optických soustav jsou kritickou částí řetězu optického designu, kdy Správné sestavení meritní optimalizační funkce a hledání jejího minima vedou k nalezení nejvhodnější optické soustavy pro dané vstupní parametry. Současné přístupy v optických návrhových programech uvažují většinou lokální optimalizaci, kdy úspěch nalezení nejlepšího řešení je velmi závislý na počátečním optického návrhu.

Cíl práce:

Cílem této práce bude řešit obecných algoritmů globální optimalizace s následným výběrem vhodného algoritmu pro hledání globálního minima optické meritní funkce. Tento bude následně implementován v softwaru numerických analýz (Python, Mathematica nebo C#) a zkombinuje přímý přístup k optickému návrhovému softwaru Zemax, zde využitý „pouze“ pro raytracing.

13. Analýza deformací optických prvků pomocí strojového učení

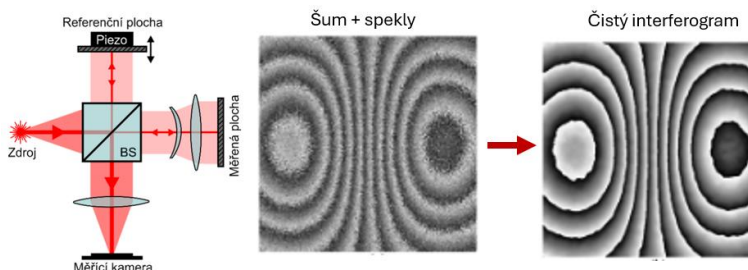
Charakteristika problematiky:

Interferometrické metody, založené na demodulaci interferenčního záznamu z interferogramů pomocí metod časového krokování fáze, patří mezi nejpreciznější metody detekce tvaru ploch. Metoda využívající

časového krokování fáze dokáže rekonstruovat interferogramy i s malým kontrastem, metoda je ale citlivá vibrace při dílčích záznamech, koherenční artefakty a šum přítomný v interferogramu. Těchto chyb je těžké se zbavit běžnými metodami. Metody strojového učení nabízí nové možnosti, jak tyto chyby eliminovat, a zvýšit tak rekonstrukční přesnost měření.

Cíl práce:

Cílem této diplomové práce je aplikovat metody strojového učení, zejména hluboké neuronové sítě, k detekci a eliminaci chyb v interferometrickém měření optických prvků. Konkrétně se zaměří na redukci šumu, odstranění koherenčních artefaktů a detekci vibrací v interferenčních záznamech. Hlavním výstupem práce bude implementace a testování neuronových sítí s cílem minimalizovat tyto chyby, a tím zlepšit přesnost a spolehlivost rekonstrukce tvarů ploch. Pro implementaci neuronových sítí budou využity moderní knihovny Keras a TensorFlow, které poskytují efektivní prostředí pro trénování a aplikaci strojového učení.



Kontaktní osoba:

Libor Úlehla
Manager of optics and measurement methods development
R&D division
Meopta s.r.o.
Libor.ulehla@meopta.com
Tel.: 739 244 531