Numerické metody bezčočkového zobrazování v XUV oblasti

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Nejdl, Ph.D. (Jaroslav.Nejdl@fjfi.cvut.cz)
Konzultant: Krishna Prasad Khakurel (Krishna.Khakurel@eli-beams.eu)

Cílem této práce je seznámit studenta s principy bezčočkového zobrazování, označovaného také jako koherentní difrakční zobrazování, a s matematickými metodami používanými pro rekonstrukci obrazu z naměřeného difrakčního obrazce. Práce se zaměří na popis šíření elektromagnetické vlny, vznik difrakčního obrazce při interakci záření s objektem a na formulaci rekonstrukce obrazu jako inverzní úlohy.

Student bude studovat vztah mezi objektem a jeho difrakčním záznamem s využitím základních nástrojů Fourierovy optiky, numerické propagace vlny a okrajových podmínek používaných při fázové rekonstrukci. Zvláštní pozornost bude věnována iterativním algoritmům pro určování fáze difraktované vlny, jejich konvergenci, stabilitě a citlivosti na kvalitu vstupních dat. V závislosti na zaměření práce může být součástí také numerická simulace difrakčních obrazců a testování rekonstrukčních metod na modelových nebo experimentálních datech.

Téma je obzvláště vhodné pro zobrazování v oblastech spektra, kde je obtížné vytvářet klasické zobrazovací prvky s vysokou účinností a nízkými aberacemi, například v extrémní ultrafialové nebo rentgenové oblasti. Práce proto propojuje matematický popis vlnových jevů s moderními metodami zobrazování s velmi vysokým prostorovým rozlišením.

Téma je vhodné pro studenty se zájmem o matematickou fyziku, optiku, numerické metody a zpracování experimentálních dat. Umožňuje navázat na základní kurzy elektromagnetismu, optiky a matematiky a ukázat jejich přímé využití v moderním fyzikálním výzkumu.

Možné úkoly:

- Seznámit se se základními principy difrakce, interference a koherentního zobrazování.
- Odvodit vztah mezi objektem a difrakčním obrazcem v aproximacích používaných ve Fourierově optice.
- Studovat numerickou propagaci vlny a formulaci rekonstrukce jako inverzní úlohy.
- Seznámit se s vybranými iterativními algoritmy pro fázovou rekonstrukci a posoudit jejich vlastnosti.
- Analyzovat vliv omezeného rozsahu dat, šumu a experimentálních nepřesností na kvalitu rekonstrukce.
- Implementovat jednoduchý numerický model nebo rekonstrukční algoritmus a otestovat jej na simulovaných či experimentálních datech.