

POSUDEK VEDOUcíHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název práce:

Analysis and reconstruction of dynamical speckle patterns in interferometric scattering microscopy

Student: Vítězslav Lužný

Studijní program: Matematické modelování

Rok odevzdání: 2023

Vedoucí práce: Marek Piliarik, Ph.D.,

Ústav fotoniky a elektroniky AVČR v.v.i., Praha

Piliarik@ufe.cz

Předložená bakalářská práce byla vypracována Vítězslavem Lužným ve výzkumném týmu Nano-optika Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR, Praha.

Bakalářská práce Vítězslava Lužného proslapává velmi vizionářskou cestu trasování slabých optických signálů, například rozptylu jednotlivých biomolekul, v dynamických komplexních vzorcích složených z mnoha rozptylujících zdrojů, které vytvářejí zdánlivě náhodný interferenční vzorec. Tento úkol vychází z reálného problému moderní mikroskopie. Posun citlivosti mikroskopových technik až na úroveň detekce jednotlivých molekul umožnil dříve nemyslitelné experimenty studování dynamiky biomolekulárních soustav doslova molekulu po molekule. Bohužel, aby bylo možné kvantifikovat příspěvek jediné molekuly, je v současnosti potřeba, aby poměrně rozsáhlé okolí studované interakce, charakterizované difrakčním limitem světla, zůstalo neměnné. Fluktuační příspěvků velkého množství částic, které nejsou předmětem pozorovaného jevu, tak znemožňují nahlédnout funkci studovaných biomolekul v jejich přirozeném prostředí. Student v práci ukázal, že toto omezení je možné obejít, pokud máme k dispozici dostatečně rychlý časový záznam vývoje obrazového signálu, v rámci kterého nejsou fluktuační pozadí v čase nezávislé. Rád bych zdůraznil, že práce jde daleko za původní plán vytyčený pro rozsah bakalářské práce, který byl zaměřen primárně na vytvoření přibližného modelu fluktuujícího pozadí interferenčního vzorce s ambicí pokusit se ze simulovaných dat získat nějakou rámcovou informaci o parametrech modelu. Studentovi se ale podařilo pomocí nových technologií a bez započtení vstupních parametrů zrekonstruovat přesné polohy a trajektorie subdifrakčních nanočástic s vysokou mírou shody se skutečným modelem, ačkoli jejich obrazy byly zcela překryty fluktuacemi prostředí. Nový způsob zpracování obrazové informace student demonstroval na simulovaných datech, kde dosáhl působivé věrnosti klasifikace detekovaných rozptylujících částic (81%) a vysokou přesnost lokalizace. Z hlediska vědeckého impaktu je bakalářská práce inovativní, její publikace je v přípravě a v navazujícím výzkumu plánujeme doplnění zpracované metodiky o experimentální data v kontextu aktuálních výzev oboru.

Obsah bakalářské práce je přehledně strukturován do úvodu, rešeršní části, praktické části a závěru. Práce cituje přes 30 pramenů, převážně časopiseckých publikací. Rešeršní část tvořící přibližně polovinu rozsahu práce je v podkapitolách strukturovaná logicky do větších celků popisujících současný stav experimentálních metod, principů pozorovaných jevů a metodických přístupů zpracování obrazové informace, zejména založených na strojovém učení. Rešeršní část pracuje s literaturou detailně a korektně. Kapitola praktické části popisuje původní výsledky studenta, které jsou tak od rešeršní části zřetelně odděleny. Závěr stručně shrnuje dosažené výsledky.

Po formální stránce je bakalářská práce Vítěslava Lužného velmi dobrá. Text práce v angličtině je srozumitelný, a bez větších gramatických prohřešků. Jistě by se dalo více zapracovat na plynutí textu a propojení grafických prvků a tabulek s textem, stejně jako jednoznačněji formulovat cíle práce a detailněji rozepsat závěr. Grafická úroveň práce je informativní s drobnými nedostatky, některými nedotaženými popisky nebo chybějícím upřesněním měřítek či barevných škál. Styl odborného textu odpovídá dosažené úrovni vzdělání a ukazuje dobrý základ pro další vědecký rozvoj studenta.

Jak bylo zmíněno v úvodní části posudku, student dosáhl významného posunu v interpretaci namodelovaných dat, což byl nepochybně velmi motivační faktor ve snaze dotáhnout interpretaci výsledků daleko za rámec původních cílů. Z toho důvodu mám pochopení pro hraniční časový management vlastního sepsání práce a je pravdou, že rychlost, kterou text vznikal, byla působivá. Věřím, že to je zkušenost, která studenta obohatila a pomůže mu v budoucnu s lepším plánováním.

Závěrem bych rád vyzdvihl velkou samostatnost a motivovanost studenta při průzkumu tématu, které je pro náš výzkumný tým poměrně nové, jednoznačný přínos v rozšíření kompetencí celého výzkumného týmu, stejně jako jeho zapojení se do týmového pracovního nasazení.

Celkové hodnocení práce

Téma práce.

Výborná. Zadání bylo splněno.

Vlastní příspěvek.

Výborná. Autor přinesl do problematiky vlastní pohled a postup zpracování. Jeho autorský příspěvek je proto klíčový.

Matematická/fyzikální úroveň.

Velmi dobrá. Práce se zabývá velmi komplexní problematikou na pomezí fyziky, moderních technologií a matematiky. S matematickým modelem pracuje korektně a otevřeně. Z pohledu čtenáře je argumentace a popis metodiky místy méně přehledný a při vytváření publikace budeme na formulaci vědeckého textu ještě pracovat.

Práce se zdroji.

Výborná. Zdroje jsou správně citovány. Práce neobsahuje zkopírované ani přeložené pasáže.

Formální úprava.

Velmi dobrá až průměrná. Formální úprava práce je na dobré úrovni a umožňuje čtenáři se zorientovat v problematice a dosažených výsledcích. Je znát že několik dalších čtení se zpětnou vazbou by bylo ku prospěchu výsledku, nicméně neumenšují celkový přínos poznání.

Jsem přesvědčen, že práce Vítěslava Lužného **splňuje všechny požadavky kladené na bakalářskou práci**, a proto ji s potěšením doporučuji k obhajobě s klasifikací **A-výborně**.

V Praze 19. června 2023



Marek Piliarik
ÚFE AV ČR